

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-50-54>
УДК 634.711:631.674.6(470.0)

Н.Н. Дубенок, К.Ю. Ильченко*, А.В. Гемонов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева (РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева)
127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: il4encko.kir@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Ильченко К.Ю., Гемонов А.В. Влияние капельного орошения на формирование корневой системы саженцев малины в условиях Нечерноземной зоны России. *Овощи России*. 2022;(3):50-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-50-54>

Поступила в редакцию: 28.02.2022

Принята к печати: 14.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Nikolay N. Dubenok, Kirill Yu. Ilchenko*, Alexander V. Gemonov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy"
49, Timiryazevskaya str., Moscow, Russia, 127550

*Corresponding author: il4encko.kir@yandex.ru

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Dubenok N.N., Ilchenko K.Yu., Gemonov A.V. The effect of drip irrigation on the formation of the root system of raspberry seedlings in the conditions of the Non-black soil zone of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):50-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-50-54>

Received: 28.02.2022

Accepted for publication: 14.04.2022

Published: 25.06.2022

Влияние капельного орошения на формирование корневой системы саженцев малины в условиях Нечерноземной зоны России



Резюме

Актуальность. В настоящее время остро стоит проблема удовлетворения возрастающего спроса на ягодную и плодовую продукцию. Одним из путей интенсификации сельскохозяйственного производства в области садоводства и растениеводства является повышение эффективности природопользования путем применения ресурсосберегающих технологий. Одной из таких технологий является капельное орошение, позволяющее повысить качественно показатели продукции сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории «Мичуринский сад» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Опыт был заложен осенью 2018 года и является двухфакторным, по изучению различных уровней увлажнения на рост и развитие саженцев малины. Первый фактор включал варианты с поддержанием влажности почвы в диапазоне: 1) контроль (без орошения); 2) не менее 60% наименьшей влагоемкости; 3) не менее 70% наименьшей влагоемкости; 4) не менее 80% наименьшей влагоемкости. В качестве второго фактора выступали сорта малины Солнышко и Награда.

Результаты. Построенные контуры увлажнения по вариантам исследования показали, что капельное орошение способствует оптимальной для саженцев концентрации влаги в почве. Наиболее развитая корневая система по сравнению с контролем получена на орошаемых вариантах с поддержанием влажности не менее 70 и 80% наименьшей влагоемкости. Здесь получены максимальные значения объема корневой системы, количества корней и средней длины корня. Выявлено, что в вариантах с проведением орошения корневая система саженцев распространяется в верхнем слое (преимущественно 5-15 см).

Ключевые слова: капельное орошение, саженцы, малина, распределение влаги, почвенный профиль

The effect of drip irrigation on the formation of the root system of raspberry seedlings in the conditions of the Non-black soil zone of Russia

Abstract

Relevance. Currently, there is an acute problem of meeting the growing demand for berry and fruit products. One of the ways to intensify agricultural production in the field of horticulture and crop production is to increase the efficiency of environmental management through the use of resource-saving technologies. One of these technologies is drip irrigation, which improves the quality of crop production.

Materials and methods. Field studies were carried out on the territory of the educational and experimental farm of the laboratory "Michurinsky Garden" of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The experiment was established in the fall of 2018 and is a two-factor study of various levels of moisture on the growth and development of raspberry seedlings. The first factor included options for maintaining soil moisture in the range: 1) control (without irrigation); 2) not less than 60% of the lowest moisture capacity; 3) not less than 70% of the lowest moisture capacity; 4) not less than 80% of the lowest moisture capacity. The second factor was the raspberry varieties Solnyshko and Nagrada.

Results. Constructed moisture contours according to the study options showed that drip irrigation contributes to the optimum moisture concentration in the soil for seedlings. The most developed root system in comparison with the control was obtained on irrigated variants with maintaining a moisture content of at least 70 and 80% of the lowest moisture capacity. Here, the maximum values of the volume of the root system, the number of roots, and the average length of the root were obtained. It was revealed that in variants with irrigation, the root system of seedlings spreads in the upper layer (mainly 5-15 cm).

Keywords: drip irrigation, seedlings, raspberries, moisture distribution, soil profile

Введение

Для нормального роста и развития малины обыкновенной необходимо полноценное обеспечение главными факторами: светом, температурой воздуха, водным режимом и питанием. Однако различные факторы, требуемые для жизни растений, могут быть изменены в разной степени, некоторые элементы, такие как водные ресурсы и питательные вещества полностью регулируются, в то время такие показатели, как температурный режим и свет могут лишь частично [1, 2, 3, 4].

Факторы, которые полностью регулируются, представляют собой наибольший интерес, так одним из самых важных являются водные ресурсы, необходимые растениям на протяжении всего периода вегетации. Для каждого вида растений имеется оптимальный режим влажности с верхним и нижним пределами, превышение верхней границы необходимой влаги или уменьшение по сравнению с нижней подвергает растения нарушению развития и, следовательно, способствует снижению урожайности [5, 6, 7].

Малина имеет поверхностное расположение корневой системы и высокий уровень транспирации, что делает ее чувствительной к недостатку влаги в почве. В то же время, при избытке влаги на участках возделывания, корневая система страдает от нехватки кислорода. Вследствие чего применение технологии капельного орошения малины обыкновенной, направленное на получение посадочного материала высокого качества в условиях умеренно-континентального климата, представляет крайне высокий практический интерес.

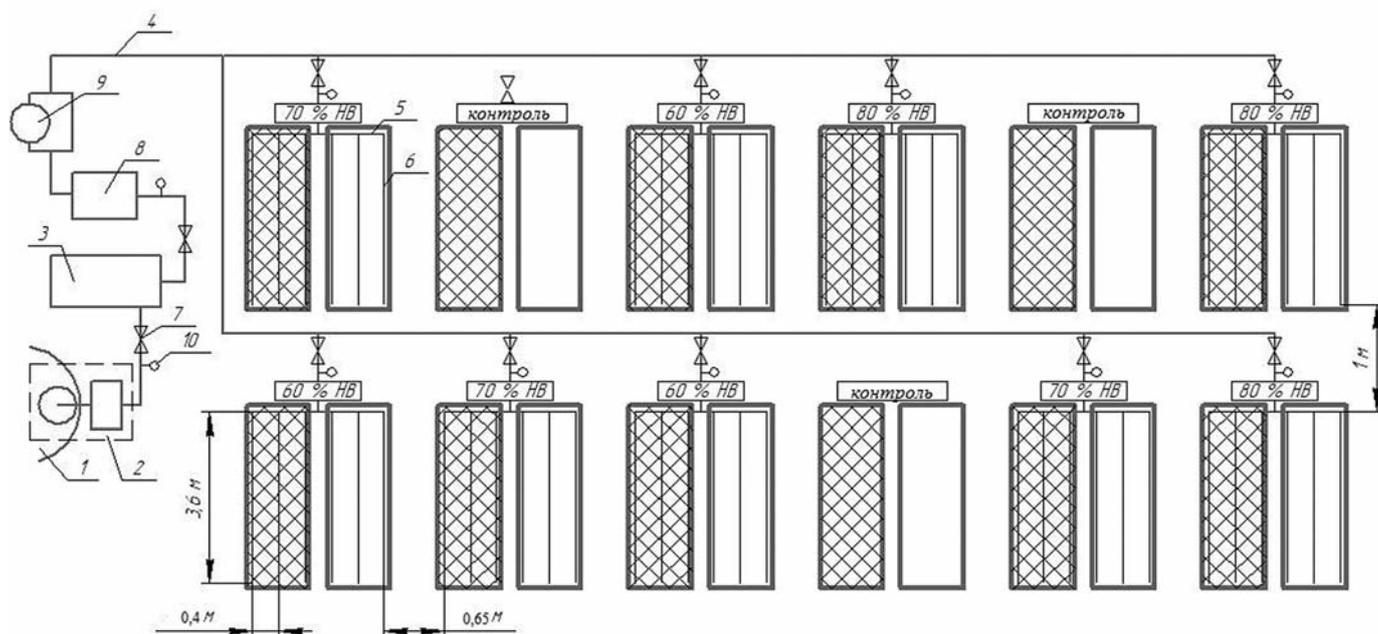
Цель работы – выявление влияния различной влагообеспеченности почвы на рост и развитие корневой системы саженцев малины, на распределение влаги по профилю дерново-подзолистых почв при капельном орошении питомника в условиях Нечерноземной зоны.

Материалы и методы

Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории «Мичуринский сад» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации. Природно-климатические показатели исследуемой территории характеризуются приближенными к усредненным значениям для Нечерноземной зоны. Двухфакторный опыт был заложен осенью 2018 года и заключался в изучении влияния различных режимов увлажнения на развитие двух сортов малины обыкновенной. Схема опыта (рис. 1) включает следующие режимы увлажнения (фактор 1):

- I. контроль (без полива)
- II. 80% наименьшей влагоемкости
- III. 70% наименьшей влагоемкости
- IV. 60% наименьшей влагоемкости

Вторым фактором являются сорта малины «Солнышко» и «Награда» (фактор 2). Сорт «Солнышко» выведен на Кокинском опорном пункте как результат скрещивания сортов «Костинобродская» и «Новость Кузьмина», включен в Госреестр с 1992 года.



Примечание:

1 - источник воды; 2 - насосная станция; 3 - система фильтров; 4 - магистральный канал; 5 - распределительный трубопровод; 6 - поливной трубопровод с интегрированными капельницами; 7 - краны; 8 - контролер; 9 - счетчик расхода воды; 10 - манометр

 - награда  - солнышко

Рис. 1. Схема постановки двухфакторного опыта
Fig. 1. Plan for setting up a two-factor experiment

Сорт «Награда» выведен группой селекционеров под руководством Н.П. Зернового на базе Ботанического сада Нижегородского государственного университета от скрещивания сортов «Колхозница» и «Ллойд Джорж», включен в Госреестр в 1973 году.

Саженцы малины посажены согласно схеме – 1х0,6 м. Каждый вариант был заложен в трехкратной повторности, в каждой повторности было высажено по 39 саженцев каждого сорта. Общая площадь участка составила 624 м², суммарное число саженцев – 936 шт. Для проведения наблюдений за биометрическими показателями было выделено по 6 защитных растений и 33 учетных. С целью установления оптимального режима влажности почвы проводились замеры показателей, характеризующих силу роста: диаметр и высота побега, суммарный прирост, площадь листовой поверхности одного саженца.

Почвенный покров опытного участка представлен

дерново-подзолистой, культурной, грунтово-глееватой, глубокопахотной, среднесуглинистой на моренном суглинке почвой, подстилаемой на глубине 130–170 см подморенными песками.

При полевых исследованиях учитывали климатические данные, полученные Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Для полива была выбрана капельная лента, оснащенная встроенными капельницами с поддержанием постоянного расхода в 3,8 л/ч. Контроль за влажностью почвы осуществляли тензиометрами, калиброванными по данным термостатно-весовых измерений.

Результаты и обсуждение

По результатам полевых исследований в 2020 году были построены контуры увлажнения для каждого варианта опыта с поддержанием влажности не менее

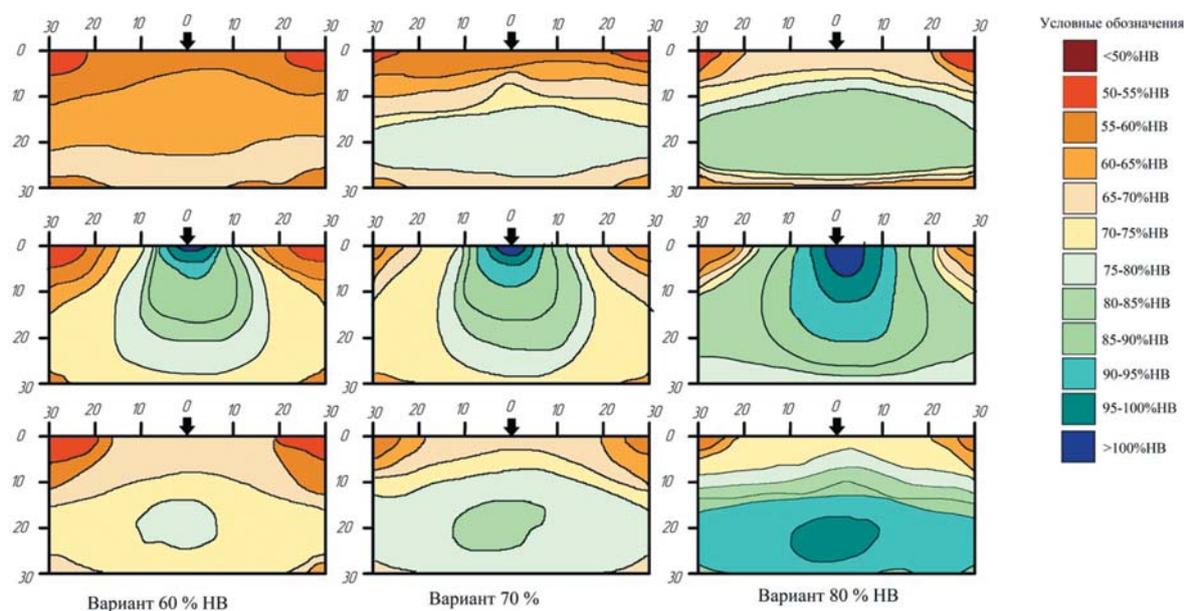


Рис.2. Распределение влаги в почве до полива, сразу после полива и через сутки после полива
Fig. 2. Distribution of moisture in the soil before watering, immediately after watering and a day after watering

Таблица 1. Основные биометрические показатели развития корневой системы
Table 1. Basic biometric indicators of the development of the root system

Режим орошения	Сорт	Объем корневой системы		Масса корневой системы		Длина корневой системы	
		см ³	% к контролю	г	% к контролю	м	% к контролю
2020							
Контроль	Награда	42,5	100	71.4	100	1,26	100
	Солнышко	35,7	100	64.3	100	1,03	100
60% HB	Награда	65,13	153	92	129	2,57	203
	Солнышко	54,6	151	85	132	2,31	224
70% HB	Награда	87,36	205	109	153	3,5	277
	Солнышко	78,48	210	97	157	3,1	300
80% HB	Награда	96,4	226	124	174	3,89	308
	Солнышко	84,9	242	111	185	3,42	332
НСР _{0,05}		4,62	-	9,74	-	0,25	-

Таблица 2. Выход отпрысков в зависимости от режима орошения
Table 2. Yield of green shoots depending on the irrigation regime

Режим орошения	Сорт	Выход отпрысков	
		шт. на куст	% к контролю
Контроль	Награда	8.1	100
	Солнышко	6.7	100
60% НВ	Награда	12.8	158
	Солнышко	9.1	135.7
70% НВ	Награда	14.6	180.2
	Солнышко	12.1	180.5
80% НВ	Награда	18.1	223.4
	Солнышко	13.8	205.9
НСР _{0,05}		2,9	-

60% НВ, 70% НВ и 80% НВ до полива, после полива и сутки спустя после полива (рис. 2).

Распределение почвенной влаги по профилю до проведения полива характеризуется слоями с различной степенью наименьшей влагоемкости, с выраженным повышением ее вниз по почвенному профилю. После проведения полива контуры увлажнения принимают хорошо прослеживаемые очертания и распространяются до глубины промачивания вниз по профилю до 25-28 см и диаметром 15-20 см.

Диаметр наблюдаемого контура увлажнения в горизонтальной плоскости на поверхности почвы в зависимости от уровня поддержания наименьшей влагоемкости составлял 10-15 см. Под капельницами на всех вариантах опыта наблюдалось формирование области с влажностью, превышающей 100% НВ.

Во всех вариантах через сутки после орошения наблюдалось смещение контуров влажности по вертикальной плоскости вниз, самые высокие показатели влажности формировались на глубине от 15 до 25 см, диаметром в среднем 40 см.

На контурах увлажнения наблюдалось снижение влажности к максимальной глубине промачивания независимо от варианта опыта. Влага концентрировалась в пределах слоя увлажнения, но в вариантах 70% и 80% наименьшей влагоемкости была отмечена миграция поливной воды вниз по профилю (около 5 см) [8, 9, 10].

Проведенные поливы и последующее распределение влаги по профилю оказывают влияние на развитие корневой системы малины и глубину ее расположения (табл. 1). В биометрических показателях сортов «Солнышко» и «Награда» наблюдаются различия, так наиболее развитая корневая система была у сорта «Награда» в варианте орошения 80% наименьшей влагоемкости.

В варианте опыта с поддержанием наименьшей влагоемкости не менее 80% НВ, объем корней составил у

сорта «Награда» составил 96 см³, у сорта «Солнышко» – 84.9 см³ (226% и 242% от контроля соответственно), масса корневой системы у сорта «Награда» – 124 г и 111 г – у сорта «Солнышко» (174% и 185% от контроля). Длина корневой системы у сорта «Награда» составила 3,89 м, у сорта «Солнышко» – 3.42 м (308% и 332% от контроля).

Выход зеленой поросли зависит от режима полива (табл. 2). Наибольший выход отпрысков в сравнении с контролем был отмечен в вариантах с режимом капельного полива 80% НВ – 18,1 и 13,9 шт. на куст (223.4% и 205.9% от контроля).

Наличие полива также влияет на расположение корневой системы малины. В вариантах с орошением основная масса корней располагалась в основном в пахотном слое на глубине 5-15 см и радиусом 40 см. В вариантах без орошения корневая система распространялась преимущественно в нижележащие горизонты к более влажным слоям [11, 12, 13, 14, 15].

Заключение

Данные проведенных исследований показывают, что растения, произрастающие в условиях недостаточного увлажнения, выделяются биологическими показателями в худшую сторону, наибольшее развитие корневой системы саженцев малины зафиксировано в варианте с поддержанием влажности не менее 80% НВ.

Контуры увлажнения свидетельствуют об отсутствии непроизводительных потерь поливной воды на инфильтрацию.

В вариантах с орошением саженцев малины, которые постоянно обеспечиваются доступной влагой и имеют более развитую корневую систему, по сравнению с вариантами без орошения. Также стоит отметить, что в вариантах с капельным поливом корневая система в основном сосредоточена в верхней части пахотного горизонта.

Об авторах:

Николай Николаевич Дубенок – академик РАН, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, ndubenok@rgau-msha.ru

Кирилл Юрьевич Ильченко – аспирант кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, автор для переписки, il4encko.kir@yandex.ru

Александр Владимирович Гемонов – кандидат с.-х. наук, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, agemanov@rgau-msha.ru

About the authors:

Nikolay N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department of Agricultural Land Reclamation, Forestry and Land Management, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, ndubenok@rgau-msha.ru

Kirill Yu. Ichenko – post-graduate student of the Department of Agricultural Reclamation, Forestry and Land Management of the Federal State Budgetary Educational Institution, Correspondence Author, il4encko.kir@yandex.ru

Alexander V. Gemonov – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Lecturer of the Department of Agricultural Reclamation, Forestry and Land Management, agemanov@rgau-msha.ru

• Литература

1. Боровой Е.П., Кременской В.И., Иванютин Н.М. Капельное орошение как основа развития плодового сада на юге Российской. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2016;4(44):246–255.
2. Ольгаренко Г.В., Мищенко Н.А. Техника экологически безопасного микроорошения многолетних насаждений. *Природообустройство*. 2014;(1):29–32.
3. Ольгаренко Г.В. Технические средства для орошения плодово-ягодных насаждений. *Вестник Коломенского государственного педагогического института*. 2009;1(7):131-134.
4. Дубенок Н.Н., Бородычев В.В., Лытов М.Н., Белик О.А. Особенности водного режима почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;(4):22-25.
5. Бородычев В.В., Гуренко В.М., Шишлянникова М.В., Стрижакова Е.А. Оптимизация схемы минерального питания при выращивании земляники на капельном орошении в Волгоградской области. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2013;1(29):14-20.
6. 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.
7. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности формирования корневой системы саженцев сливы в питомнике при капельном орошении. *Овощи России*. 2020;(2):74-77. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-74-77>
8. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности водопотребления саженцев сливы, выращиваемых в питомнике при капельном орошении. *Плодородие*. 2020;4(115):53-56.
9. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В., Градусов В.М. Формирование саженцев сливы при капельном орошении в условиях Нечерноземной зоны. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019;(6):23–35.
10. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Moisture consumption by plum seedlings under drip irrigation in the Central Nonchernozem zone of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020;15(2):191-199.
11. Овчинников А.С., Григоров С.М., Ратанов М.В., Келлер Д.А. Водопотребление виноградной школки при различных технологиях посадки. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2020;(2):88-104.
12. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности влагопотребления саженцев сливы при капельном орошении в условиях Центрального Нечерноземья. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство*. 2020;15(2):191-199.
13. Овчинников А.С., Акулинина М.А., Сухова Т.Н. Водное и минеральное питание огурца и лука при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья. М.: ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова". 2019. С.206-211.
14. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in Central Non-Black soil Zone of European Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P.82014.
15. 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. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019;14(1):40-48.

• References

1. Borovoy E.P., Kremenskoy V.I., Ivanyutin N.M. Drip irrigation as the basis for the development of fruit growing in the south of Russia. *News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education*. 2016;4(44):246–255. (In Russ.)
2. Olgarenko G.V., Mishchenko N.A. Technique for environmentally safe micro-irrigation of perennial plantations. *Environmental engineering*. 2014;(1):29–32. (In Russ.)
3. Olgarenko G.V. Technical means for irrigation of fruit and berry plantations. *Bulletin of the Kolomna State Pedagogical Institute*. 2009;1(7):131-134. (In Russ.)
4. Dubenok N.N., Borodychev V.V., Lytov M.N., Belik O.A. Features of the water regime of the soil during drip irrigation of agricultural crops. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2009;(4):22-25. (In Russ.)
5. Borodychev V.V., Gurenko V.M., Shishlyannikova M.V., Strizhakova E.A. Optimization of the mineral nutrition scheme when growing strawberries on drip irrigation in the Volgograd region. *News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex*. 2013;1(29):14-20. (In Russ.)
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. General porosity and porosity of aeration of soddy-podzolic soil when growing plum seedlings under drip irrigation. *Agriculture*. 2020;(7):3-6. (In Russ.)
7. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Peculiarities of forming a root system of plum seedlings in a fruit kernel with drip irrigation. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):74-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-74-77>
8. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of water consumption of plum seedlings grown in a nursery with drip irrigation. *Fertility*. 2020;4(115):53-56. (In Russ.)
9. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Gradusov V.M. Russ. Formation of plum seedlings under drip irrigation in the Non-Chernozem Zone. *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;(6):23–35. (In Russ.)
10. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Moisture consumption by plum seedlings under drip irrigation in the Central Nonchernozem zone of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020;15(2):191-199.
11. Ovchinnikov A.S., Grigоров S.M., Ratanov M.V., Keller D.A. Water consumption of grape shkolka with various planting technologies. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. 2020;(2):88-104. (In Russ.)
12. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of moisture consumption of plum seedlings under drip irrigation in the conditions of the Central Non-Black Earth Region. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2020;15(2):191-199. (In Russ.)
13. Ovchinnikov A.S., Akulinina M.A., Sukhova T.N. Water and mineral nutrition of cucumber and onion with drip irrigation in the Lower Volga region. М.: ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова". 2019. P.206-211. (In Russ.)
14. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in Central Non-Black soil Zone of European Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P.82014.
15. 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. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2019;14(1):40-48.