СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-02

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF TABLE CARROTS WITH DRIP IRRIGATION

N.N. Dubenok, R.I. Shumakova, A.A. Martynova

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian University» - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, Moscow
Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakova, Volgograd*

Received 28.10.2020

Submitted 02.12.2020

Summary

The article discusses the issues of improving the technology of cultivation of table carrots on the ridges with the belt sowing method with the formation of 12 sowing rows in conditions of soil moisture regulation and fertigation of crops by carrying out drip irrigation.

Abstract

Introduction. In the course of the research in the field of improving the technologies for the cultivation of different varieties of table carrots, we put forward a hypothesis about the possibility of increasing the productivity of carrot production with the belt sowing method by forming 12 sowing rows and regulating the level of soil saturation with moisture and fertigation of crops by carrying out drip irrigation. The research program is based on the assessment of different threshold conditions for the appointment of the timing of vegetative irrigation until the phase of formation of 2 leaves, followed by an increase in soil moisture in subsequent vegetation periods. The aim of the research is to substantiate the technology of cultivation of table carrots at different thresholds of soil moisture, ensuring economical consumption of irrigation water in combination with fertigation during the formation of 90-130 t / ha of standard root crops. **Object.** The object of research was a hybrid of table carrots Cordoba F1.

Materials and methods. The experiment was laid in the fields of the peasant farm of VA Zaitsev, geographically located in the Gorodishchensky district of the Volgograd region. The field experience was based on a 3-factor scheme. For cultivation, we have chosen a medium-late variety of table carrots Cordoba F1, cultivar Shantane. When developing a cultivation methodology, we identified the following options for setting up an experiment: factor A - water supply conditions, factor B - mineral nutrition, factor C - sowing density. Options for the first factor: A1 - maintaining pre-irrigation soil moisture 70% HB until 2 leaves appear, followed by an increase to 80% HB in the 0.3 m layer; A2 - in a layer of 0.4 m; A3 - in a layer of 0.5 m. Variants for the second factor: B1 - application of $N_{165}P_{70}K_{190}$ to obtain 90 t / ha of products; B2 - application of $N_{210}P_{95}K_{260}$ to obtain 110 t / ha of products; B3 - application of $N_{255}P_{120}K_{330}$ to obtain 130 t / ha of products. Options for the third factor: C1 - uniform distribution of seed with the same area of plant nutrition in the belt; C2 - differentiated distribution of the seed in the belt with an increase in the seed rate by 10% in the peripheral groups of the seed rows and a decrease in the seed rate by 10% in the center of the seed belt. **Results and Conclusions.** Obtaining a harvest of commercial quality carrots is directly dependent on the technological functions of drip irrigation, this is the regulation of the level of soil saturation with moisture at different depths, taking into account the phases of plant development, the introduction of mineral fertilizers for the planned harvest, and the sowing density. It has been proved that with the belt sowing method, while maintaining HB at least 70% until the formation of 2 leaves and increasing it in subsequent growing periods to 80% at a depth of 0.4 m against the background of the introduction of $N_{210}P_{95}K_{260}$ provides an average of 112 for 2 years of research, 7 t / ha of carrot root crops. The differentiated distribution of the seed in the belt with an increase in the seed rate by 10% in the peripheral groups of the seed rows and a decrease in the seed rate by 10% in the center of the seed belt contributes to an increase in the productivity of carrot sowing. The highest yield of standard quality table carrots of 123.9 t / ha is statistically reliable and was obtained when soil moisture in a layer of 0.4 m was not lower than 70% HB

until the formation of 2 leaves, then 80% HB until the end of the growing season against the background of $N_{255}P_{120}K_{330}$ application. Regression models were obtained for the formation of carrot root crops at different sowing densities depending on the level of mineral nutrition and water supply conditions with a determination coefficient of 0.93-0.95.

Key words: table carrot, Cordoba F1, seeding scheme, drip irrigation, soil, moisture, fertigation, regression model, yield.

Citation. Dubenok N.N., Shumakova R.I., Martynova A.A. Improvement of the technology of cultivation of table carrots with drip irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4(60). 27-39 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-02.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

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

УДК 631.67:635.132

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ НА ГРЯДАХ

Н. Н. Дубенок¹, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Р. И. Шумакова¹, аспирант

А. А. Мартынова², кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

¹ФБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва

²Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 28.10.2020

Дата принятия к печати 02.12.2020

Актуальность. В ходе проводимых изысканий в области совершенствования технологий возделывания различных сортов моркови столовой нами была выдвинута гипотеза о возможности повышения продуктивности производства моркови при ленточном способе посева путем формирования 12-ти посевных строк и регулирования уровня насыщения почвы влагой и фертигации посевов проведением капельного полива. Программа исследований построена на оценке разных пороговых условий назначения сроков вегетационных поливов до фазы образования 2 листа с последующим повышением влажности почвы в последующие периоды вегетации. Целью исследований является обоснование технологии возделывания столовой моркови при разных порогах увлажнения почвы, обеспечивающих экономное расходование поливной воды в сочетании с фертигацией при формировании 90-130 т/га стандартных корнеплодов. **Объект.** Объектом исследований был гибрид столовой моркови Кордоба F1. **Материалы и методы.** Закладка опыта проходила на полях крестьянско-фермерского хозяйства Зайцева В. А., территориально расположенного в Городищенском районе Волгоградской области. Полевой опыт закладывался по 3-х факторной схеме. Для возделывания нами выбран среднепоздний сорт столовой моркови Кордоба F1 сортотип Шантане. При разработке методики возделывания нами были определены следующие варианты закладки опыта: фактор А – условия водообеспечения, фактор В – минеральное питание, фактор С – плотность посева. Варианты по первому фактору: А1 – поддержание предполивной влажности почвы 70% НВ до появления 2 листа с последующим увеличением до 80% НВ в слое 0,3 м; А2 – в слое 0,4 м; А3 – в слое 0,5 м. Варианты по второму фактору: В1 – внесение $N_{165}P_{70}K_{190}$ для получения 90 т/га продукции; В2 – внесение $N_{210}P_{95}K_{260}$ для получения 110 т/га продукции; В3 – внесение $N_{255}P_{120}K_{330}$ для получения 130 т/га продукции. Варианты по третьему фактору: С1 – равномерное распределение посевного материала с одинаковой площадью питания растений в ленте; С2 – дифференцированное распределение посевного материала в ленте с увеличением посевной нормы на 10 % в периферийных группах посевных строк и снижением посевной нормы на 10 % в центре посевной ленты. **Результаты и выводы.** Получение урожая корнеплодов моркови товарного качества находится в прямой зависимости от технологических функций капельного орошения, это регулирование уровня насы-

щения почвы влагой на различной глубине с учетом фаз развития растений, внесение минеральных удобрений на планируемый урожай, плотности посева. Доказано, что при ленточном способе посева при поддержании НВ не ниже 70% до момента образования 2 листа и повышением его в последующие периоды вегетации до 80% на глубине 0,4 м на фоне внесения $N_{210}P_{95}K_{260}$ обеспечивает получение в среднем за 2 года исследований до 112,7 т/га корнеплодов моркови. Дифференцированное распределение посевного материала в ленте с увеличением посевной нормы на 10 % в периферийных группах посевных строк и снижением посевной нормы на 10 % в центре посевной ленты способствует повышению продуктивности посева моркови. Наибольший урожай корнеплодов столовой моркови стандартного качества 123,9 т/га статистически достоверен и получен при обеспечении влажности почвы в слое 0,4 м не ниже 70% НВ до фазы образования 2 листа, далее 80% НВ до конца вегетации на фоне внесения $N_{255}P_{120}K_{330}$. Получены регрессионные модели формирования урожая корнеплодов моркови при разной плотности посева в зависимости от уровня минерального питания и условий водообеспечения с коэффициентом детерминации 0,93-0,95.

Ключевые слова: *столовая морковь, Кордоба F1, схем посева моркови, капельное орошение моркови, почвенные условия возделывания моркови, фертигация моркови, урожайность моркови.*

Цитирование. Дубенок Н. Н, Шумакова Р. И, Мартынова А. А. Совершенствование технологии выращивания столовой моркови при капельном орошении на грядах. *Известия НВ АУК.* 2020. 4(60). 27-39. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-02.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Столовая морковь относится к традиционным овощным культурам, возделываемым в большинстве сельскохозяйственных регионов России [1, 3, 12].

Объемы производимой в России столовой моркови сравнительно малы и составляют около 1 млн. тонн. В зависимости от благоприятности (или не благоприятности) природных условий это цифра может незначительно меняться по годам. Данный факт не вызывает сомнений и может быть подтвержден статистическими данными в области импорта столовой моркови (около 22 % от всего производства моркови в России). Основными поставщиками на сегодняшний день остаются Израиль, Беларусь и Китай [4, 14].

Однако нельзя не отметить, что по данным Федеральной службы статистики, регионом, с наибольшим количеством посевных площадей столовой моркови на 2019 год стала Волгоградская область. Так, под ее выращивание в регионе отведены около 4,44 тыс.га, что составляет 23,6 % от посевных площадей под овощами открытого грунта в области (18,8 тыс. га) или 17,8 % по России (рисунок 1). По количеству собранного урожая столовой моркови наш регион также занял первое место, что в процентном отношении составило около 25,3 % от общего числа промышленного сбора данной культуры в РФ [16].

Рисунок 1 – Структура посевных площадей овощей открытого грунта промышленного выращивания в Волгоградской области в 2019 году, %

Figure 1 – Structure of acreage of vegetables in open ground of industrial cultivation in the Volgograd region in 2019, %

Стоит отметить, что подобного прироста продукции на сегодняшний день недостаточно. В усредненных величинах показатель урожайности столовой моркови находится в пределах 22-24 т/га [3, 5]. Данный показатель находится на критически низком уровне, что и служит основанием роста себестоимости моркови и, в свою очередь, не позволяет отечественной продукции эффективно противостоять зарубежному импорту.

Опыт отечественных [1, 2, 4, 8, 11, 13] и зарубежных исследователей [17, 18, 20, 21] подтверждает возможность применения капельного орошения при интенсивных технологиях выращивания овощных культур, прежде всего столовой моркови.

Морковь является относительно засухоустойчивой культурой, предъявляющей особые требования к водному режиму как в начальные периоды роста (при слаборазвитой корневой системе), так и в течение всего периода вегетации [3, 4], поэтому необходимо разработать программу управления водным режимом почвы и режимом питания растений для конкретных условий [2, 7, 9].

В условиях резко континентального климата Нижнего Поволжья, в частности в Волгоградской области, достичь высоких урожаев столовой моркови возможно только при условии организации ее орошения. Продолжительные засушливые летние периоды с высокими дневными температурами и низкой относительной влажностью воздуха в период вегетации моркови, минимальное количество выпадающих осадков или их полное отсутствие являются отрицательными факторами в деле получения гарантированных урожаев корнеплодов высокого качества. Поэтому включение капельного орошения в технологию возделывания моркови актуально и направлено на получение урожая с высокими качественными показателями [6, 10, 19].

Материалы и методы. В ходе анализа исследований, проводимых на территории Нижнего Поволжья, в частности в Волгоградской области, по улучшению технологии возделывания гибрида моркови на грядах нами был заложен полевой опыт по 3-х факторной схеме. Для опыта выбран среднепоздний сорт столовой моркови Кордоба F1 сортотип Шантане.

Полевой опыт включает следующие варианты: фактор А – условия водообеспечения, фактор В – минеральное питание, фактор С – плотность посева.

Варианты по первому фактору: А1 – поддержание предполивной влажности почвы 70% НВ до фазы образования 2 листа с последующим повышением до 80% НВ в слое 0,3 м; А2 – поддержание предполивной влажности почвы 70% НВ до фазы образования 2 листа с последующим повышением до 80% НВ слое 0,4 м А3 – поддержание предполивной влажности почвы 70% НВ до фазы образования 2 листа с последующим повышением до 80% НВ в слое 0,5 м.

Варианты по второму фактору: В1 – внесение $N_{165}P_{70}K_{190}$ для получения 90 т/га продукции; В2 – внесение $N_{210}P_{95}K_{260}$ для получения 110 т/га продукции; В3 – внесение $N_{255}P_{120}K_{330}$ для получения 130 т/га продукции.

Варианты по третьему фактору: С1 – равномерное распределение посевного материала с одинаковой площадью питания растений в ленте; С2 – дифференцированное распределение посевного материала в ленте с увеличением посевной нормы на 10 % в периферийных группах посевных строк и снижением посевной нормы на 10 % в центре посевной ленты.

На всех вариантах опыта соблюдалась четырехкратная повторность.

Для формирования гряд использовали грядообразователь в комплекте с фрезой, что обеспечивало одновременное измельчение почв, выравнивание и уплотнение ее перед посевом. Способ посева ленточный с формированием 12-ти посевных строк (Рис. 2). Посев семян моркови плотностью 1,1 млн. шт./га проводился на глубину 0,03 м сеялкой точного высева Agricola. Основные технологические показатели посева: расстояние между строчками 6,48 см, между растениями в строчке 6,79 см. Расчеты доз минеральных удобрений для основного внесения и в качестве подкормок проведены из потребности моркови в питательных веществах за минусом содержания питательных веществ в почве [Доспехов Б. А., 1983; Литвинов С. С., 2011].

Рисунок 2 – Схема посева

Figure 2 – Sowing scheme

Влажность почвы регулировали проведением капельного орошения. Регулирование влажности почвы по вариантам опыта обеспечивалось капельными поливами. Для этих целей были применены произведенные в городе Липецк капельные ленты со следующими техническими характеристиками: расстояние между выпускными отверстиями – 0,3 м; расход капельницы – 1,2 л/ч.

Результаты и обсуждение. Почвы – среднесуглинистые. Они являются самыми распространёнными на территории Волгоградской области и, благодаря своим физическим данным, обладают хорошими водоудерживающими свойствами. В пахотном слое плотность сложения почвы не превышает 25 т/м^3 при общей порозности 21,9-23,9 %. Это свидетельствует о том, что такие почвы благоприятны для роста корнеплодных

культур. Мощность гумусового горизонта типична для светло-каштановых почв региона и на глубине 0,25 м составляет 1,6-1,7 %. В пахотном слое pH почвы колеблется в пределах от 6,2-7,1.

Почвы опытного участка обеспечены калием. Содержание обменного калия в почве опытного участка по рассматриваемым слоям поддержания уровня предполивной влажности достигает: 0,3м – 322 мг/кг; 0,4 – 274 мг/кг; 0,5 – 212 мг/кг.

Емкость поглощения почвы средняя, для пахотных горизонтов составляет 22,2-23,4 мг-экв, причем до 2,2-3,2 % от этой емкости занимает поглощенный натрий.

Климат региона резко континентальный. Самый жаркий месяц года – июль, а самый холодный – январь. Абсолютный максимум по температуре воздуха в год исследований достигал 34-40°C. Лето, как правило, теплое с небольшим количеством осадков. Продолжительность безморозного периода составляет около 160 суток, что является достаточным для завершения вегетации столовой моркови.

Поступление атмосферных осадков и тепла на опытном участке в 2020 году характеризует этот год как сухой. В период с 28 мая по 22 сентября выпало не более 50 мм осадков. Поступление такого количества осадков в регионе обеспечивается с вероятностью 83 %. При этом, сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации моркови составила 2943 °С, что в регионе обеспечивается с вероятностью не более 5 %.

Для сравнения, в 2019 году атмосферные осадки поступили в среднемноголетнем объеме – 110 мм, что в регионе обеспечивается с вероятностью 59 %. При этом поступление тепла было наименьшим, сумма среднесуточных температур воздуха составила 2679 °С, с вероятностью такого проявления 27% (рисунок 3), (таблица 1).

Рисунок 3 – Обеспеченность накопления тепла и осадков
в годы проведения исследований

Figure 3 – Provision of heat and precipitation accumulation in the years of research

Таблица 1 – Погодные условия в годы проведения исследований

Table 1 – Weather conditions in the years of research

Месяцы / Months	Декады / Decades	Осадки, мм / Precipitation, mm		Среднесуточная температура воздуха, °C / Average daily air temperature, °C		Относительная влажность воздуха, средняя, % / Relative air humidity, average, %	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
Май / May	1	14,4	58,3	16,6	18,1	58,2	64,6
	2	7,3	16,0	19,6	14,7	55,7	69,2
	3	7,1	47,6	20,6	17,4	47,4	70,1
Июнь /	1	0,0	20,5	25,6	23,6	30,3	58,7

June	2	15,0	0,0	25,4	28,9	32,5	30,9
	3	0,3	5,1	26,3	25,5	29,2	41,7
Июль / July	1	12,8	6,3	23,7	30,4	37,2	31,9
	2	47,8	0,1	21,2	27,7	58,4	40,7
	3	10,9	0,8	23,7	27,4	53,5	30,7
Август / August	1	1,7	0,5	20,5	25,2	44,8	48,0
	2	0,0	0,3	24,8	23,0	35,9	46,4
	3	0,0	3,0	23,0	23,7	36,9	41,8
Сентябрь / September	1	3,0	0,0	19,5	23,7	37,6	33,7
	2	7,1	2,0	18,1	18,1	41,1	44,4
	3	18,6	0,0	10,5	17,1	57,0	37,8

Динамика поступления тепловых ресурсов отличается в годы исследований (таблица 1). В 2019 г. и 2020 г. нарастание среднесуточных температур воздуха происходило неравномерно. В среднем, за май 2019 года температура воздуха была выше среднесезонного уровня на 1,1°C, а вот в 2020 году ее значение стало ниже на 1,1°C. Стоящими внимания превышения среднесезонных показателей температур воздуха за вегетационный период 2020 года были отмечены в июле (+2,8°C) и сентябре (+1,8°C).

Максимальные значения температуры в 2020 году наблюдались в июне (28,9°C) и июле (30,4°C), а самые низкие в мае (14,7°C).

Управляя водным режимом почвы в слое 0,4 м проведением капельного полива в сочетании с внесением удобрений N₂₁₀P₉₅K₂₆₀, нам удалось получить наибольший урожай корнеплодов в 2019 году – 124,5 т/га, в 2020 году – 123,3 т/га.

Разница по вариантам опыта статистически достоверна, что отражено в таблице 2.

При разработке модели формирования урожая моркови методом множественной нелинейной регрессии нами были включены в анализ различные нелинейные преобразования аргументов регрессионной модели. Использован пакет Statistica v.10. Статистическая значимость включаемых в модель линейных и нелинейных компонентов оценена по методу Парето с исключением несущественных компонентов. При этом компоненты, значимость которых, согласно оценкам Парето, несущественна, из модели исключаются.

Учитывая, что данные имеют достаточно выраженный характер распределения по параболе, нами, в зависимости от плотности посева, были выведены 2 уравнения. В качестве исходного уравнения разрабатываемой модели принят полином n-ой степени, где n была принята равной четырем. В ходе расчетов в форму модели были включены только статистически существенные компоненты, и она свелась к уравнению полного полинома второй степени:

$$Y_{C1}=a+b \cdot h+c \cdot NPK+d \cdot h^2+e \cdot NPK^2+f \cdot h \cdot NPK,$$

где Y – урожайность моркови, т/га; NPK – показатель, характеризующий уровень минерального питания моркови, численно равный дозе вносимого минерального азота, - лимитирующего элемента плодородия почвы, кг. д.в./га; h – расчетная глубина проникновения влаги в слои почвы при проведении капельных поливов, сут.

Таблица 2 – Влияние изучаемых факторов на урожайность моркови, т/га, 2019-2020 гг.

Table 2 – The influence of the studied factors on the yield of carrots, t / ha, 2019-2020.

Факторы / Factors			Год исследований / Research year		Среднее / The average
A	B	C	2019	2020	
A1	B1	C1	83,1	80,3	81,70
		C2	87,7	86,4	87,05
	B2	C1	110,6	109,2	109,90
		C2	114,3	112,7	113,50
	B3	C1	111,4	110,2	110,80
		C2			

		C2	117,8	117,6	117,7
A2	B1	C1	88,5	85,6	87,05
		C2	94,0	89,3	91,65
	B2	C1	114,3	111,2	112,75
		C2	120,2	118,6	119,40
	B3	C1	119,7	117,0	118,35
		C2	124,5	123,3	123,90
A3	B1	C1	103,6	101,7	102,65
		C2	110,4	108,6	109,50
	B2	C1	110,7	109,5	110,00
		C2	118,3	116,3	117,30
	B3	C1	118,1	117,4	117,75
		C2	122,0	120,5	121,75
HCP ₀₅	фактор А		0,86	1,19	
	фактор В		0,86	1,19	
	фактор С		0,70	0,97	
	ABC		2,10	2,91	

На рисунке 4 приведен график поверхности отклика урожайности столовой моркови, построенный в соответствии с приведенным выше уравнением.

Рисунок 4 – График поверхности отклика урожайности столовой моркови Кордоба F1 в зависимости от уровня минерального питания и условий водообеспечения при капельном поливе (способ посева C1)

Figure 4 – Graph of the response surface of the yield of table carrots Cordoba F1, depending on the level of mineral nutrition and water supply conditions during drip irrigation (method of sowing C1)

Параметры этого уравнения $a = -206,4$, $b = 204,5$, $c = 2,24$, $d = 11,7$, $e = -0,004$, $f = -0,79$, – установлены методом регрессионного анализа. Коэффициент детерминации зависимости $R = 0,93$ характеризует хорошую согласованность теоретической поверхности отклика с опытными данными.

На рисунке 5 представлена график поверхности отклика урожайности столовой моркови в соответствии с уравнением полного полинома второй степени для способа посева C2:

$$Y_{C2} = a + b \cdot h + c \cdot \text{NPK} + d \cdot h^2 + e \cdot \text{NPK}^2 + f \cdot h \cdot \text{NPK},$$

где Y – урожайность моркови, т/га; NPK – показатель, характеризующий уровень минерального питания моркови, численно равный дозе вносимого минерального азота, - лимитирующего элемента плодородия почвы, кг. д.в./га; h – расчетная глубина проникновения влаги в слой почвы при проведении капельных поливов, сут.

Параметры уравнения $a=-233,7$, $b=277,0$, $c=2,43$, $d=-5$, $e=-0,004$, $f=-1,07$, - установлены методом регрессионного анализа. Коэффициент детерминации зависимости $R = 0,95$

Рисунок 5 – График поверхности отклика урожайности столовой моркови Кордоба F1 в зависимости от уровня минерального питания и условий водообеспечения при капельном поливе (способ посева C2) /

Figure 5 – Graph of the response surface of the yield of table carrots Cordoba F1, depending on the level of mineral nutrition and water supply conditions with drip irrigation (sowing method C2)

Параметры уравнений поверхности отклика по всей совокупности зависимостей урожайности моркови от условий минерального питания и условий водообеспечения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры уравнений поверхности отклика по группе зависимостей урожайности моркови от условий минерального питания и условий водообеспечения по способам посева

Table 3 – Parameters of the response surface equations according to the group of carrot yield dependences on the conditions of mineral nutrition and water supply conditions according to the sowing methods

Способ посева / Sowing method	Параметры уравнения / Equation parameters						Коэффициент детерминации / Determination coefficient R^2
	a	b (Th)	c (Rd)	d (Th2)	e (Rd2)	f (Rd·Th)	
C1	-206,4	204,5	2,24	11,7	-0,004	-0,79	0,93
C2	-233,7	277,0	2,43	-5	-0,004	-1,07	0,95

Выводы. Учитывая типовые особенности почвенного покрова на территории Волгоградской области (преимущественно светло-каштановый тип почв) получение урожая корнеплодов моркови товарного качества находится в прямой зависимости от технологических функций капельного орошения. В первую очередь это дифференцированное регулирование влажности почвы на различной глубине в зависимости от конкретной фазы периода роста растений, подкормка внесение минеральных удобрений на планируемый урожай, плотности посева. Доказано, что при таком способе посева как ленточный, при условии регулирования порога предполивной влажности почвы по представленной схеме (до

фазы образования 2 листа - не ниже 70% НВ; последующие периоды вегетации повышение до 80% НВ) в слое 0,4 м на фоне внесения $N_{210}P_{95}K_{260}$ обеспечивает получение в среднем за 2 года исследований до 112,7 т/га корнеплодов моркови.

Дифференцированное распределение посевного материала в ленте с увеличением посевной нормы на 10 % в периферийных группах посевных строк и снижением посевной нормы на 10 % в центре посевной ленты способствует повышению продуктивности посева моркови. Наибольший урожай корнеплодов столовой моркови стандартного качества 123,9 т/га статистически достоверен и получен при обеспечении влажности почвы в слое 0,4 м не ниже 70% НВ до фазы образования 2 листа, далее 80% НВ до конца вегетации на фоне внесения $N_{255}P_{120}K_{330}$.

Библиографический список

1. Ахмедов А. Д., Джамалетдинова Е. Э. Особенности водосберегающей технологии полива овощных культур на юге России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4(36). С. 1-16.
2. Балакай Г. Т., Балака Н. И. Методика расчета и корректировки сроков полива сельскохозяйственных культур. 2017. № 1(25). С. 32.
3. Бородычев В. В., Мартынова А. А., Лытов М. Н. Возделывание моркови в условиях орошения: от эксперимента к технологии: монография. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. 204 с.
4. Бородычев В. В., Мартова А. А., Сердюкова Т. А. Эффективное сочетание урожайобразующих факторов при капельном орошении столовой моркови // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2015. № 6. С. 42-47.
5. Бородычев В. В., Мартынова А. А. Управление реализацией потенциальной продуктивности моркови // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 1. С. 17-23.
6. Водопотребление и орошение моркови низкоинтенсивными стационарными дождевальными системами / А. С. Овчинников, С. А. Дусарь, В. В. Бородычев, А. А. Мартынова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 1(45). С. 9-19.
7. Дубенок Н. Н., Бородычев В. В., Мартынова А. А. Минеральное питание – важный резерв повышения продуктивности посевов моркови при орошении // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 7. С. 24-27.
8. Кизяев Б. М., Бородычев В. В., Мартынова А. А. Современная агротехника возделывания столовой моркови в условиях Волгоградской области // Овощи России. 2020. № 3. С. 51-56.
9. Кулыгин В. А. Влияние уровней минерального питания и увлажнения почв на продуктивность овощных культур и картофеля // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 2(30). С. 131-142.
10. Курбанов С. А., Магомедова Д. С., Курбанова Л. Г. Особенности роста и развития моркови при различных сроках посева в условиях равнинного Дагестана // Овощи России. 2017. № 1 (34). С. 55-58.
11. Новая система капельного орошения / Р. А. Бальбеков, В. В. Бородычев, А. М. Салдаев, А. В. Дементьев, Ю. В. Кузнецов // Мелиорация и водное хозяйство. 2004. № 6. С. 36.
12. Обработка почвы, орошение и удобрение моркови в Нижнем Поволжье / А. С. Овчинников, С. А. Лисиченко, В. В. Бородычев, А. А. Мартынова // Плодородие. 2015. № 3. С. 30-32.
13. Потребность овощных культур в минеральном питании при капельном орошении / В. В. Бородычев, А. И. Болдырь, В. М. Гуренко, О. М. Дмитриенко // Картофель и овощи. 2005. № 8. С. 36.
14. Производство моркови столовой в России / М. В. Шатилов, А. Ф. Разин, О. А. Разин, М. И. Иванова [и др.] // Аграрная Россия. 2020. № 1. С. 21-30.
15. Пчелкин В. В., Владимирова С. О. Режим орошения моркови на дерново-подзолистых почвах водораздельных территорий Московской области // Природообустройство

ство. 2015. № 5. С. 78-82.

16. Федеральная служба государственной статистики. Центральная база статистических данных. Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst18/DBInet.cgi#1>

17. Carrot yield and water-use efficiency under different mulching, organic fertilization and irrigation levels / D. F. de Carvalho [et al.] // Revista Brasileira De Engenharia Agricola E Ambiental. 2018. V. 22. № 7. P. 445-450.

18. Longwe B. B., Wali V. B. Accounting for Irrigation Water Savings and Returns in Carrot (*Daucus carota* L.) Grown under Different Drip Irrigation Levels // Indian Journal of Economics and Development. 2016. V. 12. № 4. P. 819-822.

19. Pleskachev Yu. N., Chamurliov O. G., Gubina L. V. Improved technology of carrot cultivation under drip irrigation // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2018. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/improved-technology-of-carrot-cultivation-under-drip-irrigation>.

20. Response of the application of carrot different irrigaion / V. J. da Silva [et al.] // Bioscience Journal. 2011. V. 27. № 6. P. 954-963.

21. Yield, water use efficiency, and yield response factor in carrot crop under different irrigation depths / D. F. de Carvalho [et al.] // Ciencia Rural. 2016. V. 46. № 7. P. 1145-1150.

Conclusions. Taking into account the typical features of the soil cover on the territory of the Volgograd region (mainly light chestnut type of soil), the yield of commercial-quality carrot root crops is directly dependent on the technological functions of drip irrigation. First of all, this is a differentiated regulation of soil moisture at different depths depending on the specific phase of the plant growth period, fertilizing the application of mineral fertilizers for the planned crop, sowing density. It is proved that with this method of planting as band, subject to the regulation of pre-irrigation threshold soil moisture based on the specified pattern (up to phase of education 2 sheets - at least 70 % of NV; subsequent periods of vegetation increase up to 80 % NV) in the layer 0.4 m in the background making N₂₁₀P₉₅K₂₆₀ provides average 2 years of research before 112,7 t/ha of root crops of carrots. Differential distribution of seed in the feed with increasing rd sowing norm by 10% in the peripheral groups of crop lines and the reduction of the sowing norm by 10 % in the center of the seed tape increases productivity by sowing carrots. The highest yield of table carrot root crops of standard quality 123.9 t / ha is statistically reliable and obtained when the soil moisture in the 0.4 m layer is not lower than 70 % HB before the 2-leaf formation phase, then 80 % HB until the end of the growing season against the background of N₂₅₅P₁₂₀K₃₃₀ application.

References

1. Ahmedov A. D., Dzhamaletdinova E. Je. Osobennosti vodosberegayushej tehnologii poliva ovoschnyh kul'tur na yuge Rossii // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2019. № 4(36). P. 1-16.

2. Balakaj G. T., Balaka N. I. Metodika rascheta i korrekcirovki srokov poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur. 2017. № 1(25). P. 32.

3. Borodychev V. V., Martynova A. A., Lytov M. N. Vozdelyvanie morkovi v usloviyah orosheniya: ot jeksperimenta k tehnologii: monografiya. Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2019. 204 p.

4. Borodychev V. V., Martova A. A., Serdyukova T. A. }ffektivnoe sochetanie urozhaeobrazuyuschih faktorov pri kapel'nom oroshenii stolovoj morkovi // Ovoshevodstvo i teplichnoe hozyajstvo. 2015. № 6. P. 42-47.

5. Borodychev V. V., Martynova A. A. Upravlenie realizaciej potencial'noj produktivnosti morkovi // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2011. № 1. P. 17-23.

6. Vodopotreblenie i oroshenie morkovi nizkointensivnymi stacionarnymi dozhdeval'nymi sistemami / A. S. Ovchinnikov, S. A. Dusa', V. V. Borodychev, A. A. Martynova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2017.

№ 1(45). P. 9-19.

7. Dubenok N. N., Borodychev V. V., Martynova A. A. Mineral'noe pitanie - vazhnyj rezerv povysheniya produktivnosti posevov morkovi pri oroshenii // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2010. № 7. P. 24-27.

8. Kizyaev B. M., Borodychev V. V., Martynova A. A. Sovremennaya agrotehnika vozdevlyaniya stolovoj morkovi v usloviyah Volgogradskoj oblasti // Ovoschi Rossii. 2020. № 3. P. 51-56.

9. Kulygin V. A. Vliyanie urovnej mineral'nogo pitaniya i uvlazhneniya pochv na produktivnost' ovoschnyh kul'tur i kartofelya // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2018. № 2(30). P. 131-142.

10. Kurbanov S. A., Magomedova D. S., Kurbanova L. G. Osobennosti rosta i razvitiya morkovi pri razlichnyh srokah poseva v usloviyah ravninnogo Dagestana // Ovoschi Rossii. 2017. № 1 (34). P. 55-58.

11. Novaya sistema kapel'nogo orosheniya / R. A. Bal'bekov, V. V. Borodychev, A. M. Saldaev, A. V. Dement'ev, Yu. V. Kuznecov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2004. № 6. P. 36.

12. Obrabotka pochvy, oroshenie i udobrenie morkovi v Nizhnem Povolzh'e / A. S. Ovchinnikov, S. A. Lisichenko, V. V. Borodychev, A. A. Martynova // Plodorodie. 2015. № 3. P. 30-32.

13. Potrebnost' ovoschnyh kul'tur v mineral'nom pitanii pri kapel'nom oroshenii / V. V. Borodychev, A. I. Boldyr', V. M. Gurenko, O. M. Dmitrienko // Kartofel' i ovoschi. 2005. № 8. P. 36.

14. Proizvodstvo morkovi stolovoj v Rossii / M. V. Shatilov, A. F. Razin, O. A. Razin, M. I. Ivanova [i dr.] // Agrarnaya Rossiya. 2020. № 1. P. 21-30.

15. Pchelkin V. V., Vladimirov S. O. Rezhim orosheniya morkovi na dernovo-podzolistykh pochvah vodorazdel'nyh territorij Moskovskoj oblasti // Prirodoobustrojstvo. 2015. № 5. P. 78-82.

16. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Central'naya baza statisticheskikh dannyh. Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst18/DBInet.cgi#1>

17. Carrot yield and water-use efficiency under different mulching, organic fertilization and irrigation levels / D. F. de Carvalho [et al.] // Revista Brasileira De Engenharia Agricola E Ambiental. 2018. V. 22. № 7. P. 445-450.

18. Longwe B. B., Wali V. B. Accounting for Irrigation Water Savings and Returns in Carrot (*Daucus carota* L.) Grown under Different Drip Irrigation Levels // Indian Journal of Economics and Development. 2016. V. 12. № 4. P. 819-822.

19. Pleskachev Yu. N., Chamurlijev O. G., Gubina L. V. Improved technology of carrot cultivation under drip irrigation // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2018. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/improved-technology-of-carrot-cultivation-under-drip-irrigation>.

20. Response of the application of carrot different irrigaion / V. J. da Silva [et al.] // Bioscience Journal. 2011. V. 27. № 6. P. 954-963.

21. Yield, water use efficiency, and yield response factor in carrot crop under different irrigation depths / D. F. de Carvalho [et al.] // Ciencia Rural. 2016. V. 46. № 7. P. 1145-1150.

Информация об авторах

Nikolai Nikolayevich Dubenok, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Department of Agricultural Reclamation, Forestry and Land Management, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy. K. A. Timiryazeva (Russian Federation, 127550 Moscow, Timiryazevskaya str., 49), Doctor of Agricultural Sciences, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, phone 89857544488 email: ndubenok@rgau-msha.ru.

Shumakova Raisa Ivanovna, full-time postgraduate student of the Department of Agricultural Reclamation, Forestry and Land Management, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazeva (Russian Federation, 127550 Moscow, Timiryazevskaya str., 49), phone 89053981105, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9348-4408> email: raja14-1@mail.ru.

Martynova Anna Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Volgograd Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after V.I. A.N. Kostyakova, Volgograd, st. Timiryazeva, 9, office 36. phone 89093745458, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7050-6398> e-mail: anny-ma@yandex.ru

Информация об авторах

Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, профессор, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства» Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (РФ, 127550. г. Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор сельскохозяйственных наук, ORCID: номер [https:// orcid org/0000-0002-9059-9023](https://orcid.org/0000-0002-9059-9023), т. 89857544488 э/п ndubenok@rgau-msha.ru.

Шумакова Раиса Ивановна, аспирант очного обучения кафедры «Сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства» Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (РФ, 127550. г. Москва, ул. Тимирязевская, 49), т. 89053981105, ORCID номер <https://orcid.org/0000-0002-9348-4408> э/п raja14-1@mail.ru.

Мартынова Анна Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Волгоградского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д.9 оф.36. т.89093745458, ORCID [https orcid.org 0000-0001-7050-6398](https://orcid.org/0000-0001-7050-6398) e-mail annu-ma@yandex.ru