

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 635.132:631.67

Влияние минерального питания на урожайность моркови при орошении в Ростовской области

Александр Николаевич Бабичев¹, Денис Сергеевич Ефимов²,
Алексей Александрович Бабенко³

^{1,3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

²Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального
научного центра овощеводства, Новочеркасск, Российская Федерация

¹BabichevAN2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

²gnubosos@mail.ru

³al.al.1980@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7582-4907>

Аннотация. **Цель:** изучить влияние различных уровней минерального питания на урожайность моркови сорта Бирючукская 415. **Материалы и методы.** Полевые опыты были проведены в 2021–2023 гг. на орошаемых землях Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным легкосуглинистым с содержанием гумуса в пахотном горизонте 3,8 %. Удобрения вносили осенью под основную обработку почвы, весной – под предпосевную обработку почвы, а также в период вегетации моркови в виде подкормок. В качестве удобрений применялись следующие: двойной суперфосфат, монофосфат калия, сульфат калия, аммиачная селитра и водорастворимые удобрения Буйского химического комбината. **Результаты.** В результате проведенных исследований установлено, что средняя урожайность моркови за три года на варианте без удобрений была наименьшей и составила 29,3 т/га. Урожайность моркови на варианте с внесением удобрений дозой N₁₀₀P₇₀K₉₀ составила 45,6 т/га. Увеличение доз внесения минеральных удобрений привело к росту урожайности корнеплодов от 45,6 до 69,0 т/га в зависимости от варианта. Суммарное водопотребление на посевах моркови за вегетационный период варьировало от 3670 до 4120 м³/га в зависимости от дозы вносимых удобрений. **Выводы.** В ходе выполнения исследований установлена высокая отзывчивость моркови на внесение минеральных удобрений при возделывании ее на орошаемых землях. Наибольшая урожайность корнеплодов в среднем за три года была получена при внесении удобрений дозой N₁₃₀P₇₀K₁₆₀ – 69 т/га. Прибавка урожая от применения удобрений составила 16,3–39,7 т/га, или 56–135 %. Максимальный коэффициент водопотребления 125 м³/т был зафиксирован на контрольном варианте, а минимальный – 59 м³/т на варианте с наибольшей дозой удобрений – N₁₃₀P₇₀K₁₆₀.

Ключевые слова: морковь, минеральные удобрения, водопотребление, орошение, урожайность, водорастворимые удобрения, фертигация

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 21 февраля 2024 г.).

Для цитирования: Бабичев А. Н., Ефимов Д. С., Бабенко А. А. Влияние минерального питания на урожайность моркови при орошении в Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 92, № 1. С. 44–56.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Original article

Impact of mineral nutrition on carrot yield under irrigation in Rostov region

Alexander N. Babichev¹, Denis S. Efimov², Alexey A. Babenko³

^{1,3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

²Biryuchekutskaya Vegetable Breeding Experimental Station – branch of the Federal
Scientific Center for Vegetable Growing, Novocherkassk, Russian Federation

¹BabichevAN2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

²gnubosos@mail.ru

³al.al.1980@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7582-4907>

Abstract. Purpose: to study the effect of different levels of mineral nutrition on the Biryuchekutskaya 415 variety carrot yield. **Materials and methods.** Field experiments were carried out in 2021–2023 on the irrigated lands of the Azov natural and agricultural zone of Rostov region. The soil of the experimental plot is represented by ordinary light loamy chernozem with a humus content of 3.8 % in the arable horizon. Fertilizers were applied for the main tillage in autumn, for pre-sowing tillage in spring, and also during the carrot growing season in the form of fertilizing. The following fertilizers were used: double superphosphate, monopotassium phosphate, potassium sulfate, ammonium nitrate and water-soluble fertilizers from the Buy chemical plant. **Results.** As a result of the research, it was found that the average carrot yield for three years in the variant without fertilizers was the lowest and amounted to 29.3 t/ha. The carrot yield in the variant with fertilizer application at a rate of N₁₀₀P₇₀K₉₀ was 45.6 t/ha. Increasing the mineral fertilizer rate led to an increase in yield of root crops from 45.6 to 69.0 t/ha, depending on the option. The total water consumption for carrot crops during the growing season varied from 3670 to 4120 m³/ha, depending on the rate of fertilizer applied. **Conclusions.** During the research, the heavy response of carrots to the mineral fertilizers application was determined when cultivating them on irrigated lands. The highest yield of root crops on average over three years of 69 t/ha was obtained when applying fertilizers at N₁₃₀P₇₀K₁₆₀ rate. The yield increase from the fertilizer application was 16.3–39.7 t/ha, or 56–135 %. The maximum water consumption coefficient of 125 m³/t was recorded in the control option, and the minimum of 59 m³/t in the option with the highest fertilizers N₁₃₀P₇₀K₁₆₀ rate.

Keywords: carrots, mineral fertilizers, water consumption, irrigation, yield, water-soluble fertilizers, fertigation

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novocherkassk, February 21, 2024).

For citation: Babichev A. N., Efimov D. S., Babenko A. A. Impact of mineral nutrition on carrot yield under irrigation in Rostov region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;92(1):44–56. (In Russ.).

Введение. Морковь по своим питательным свойствам входит в десятку самых важных овощных культур в мире, ее выращивают во всех странах мира, посевные площади моркови превышают 1,2 млн га. Валовые

сборы корнеплодов моркови превысили 31,2 млн т при средней урожайности 31,04 т/га [1, 2]. Морковь добавляют во многие блюда, используют для приготовления соков и в свежем виде. В этом корнеплоде содержится достаточное количество сахаров, позволяющих употреблять его в пищу в свежем виде без особого приготовления [3]. Согласно данным Института питания Академии медицинских наук России, рекомендуемая среднегодовая норма потребления моркови – 17 кг¹.

Морковь является источником витамина А (ретинола), поддерживающего работу многих систем жизнедеятельности человека и внутренних органов. В ней содержатся белки, углеводы и незначительное количество жиров и сахаров, ее калорийность составляет 32 ккал/100 г. В моркови содержатся витамины группы D, B, E, PP, K, C, а также минеральные вещества, которые необходимы для организма человека: калий, железо, фосфор, магний и йод [4, 5].

Внешний вид корнеплода моркови, содержание в нем полезных или вредных веществ зависят от места и условий возделывания культуры. Известно, что при низких температурах, избыточной влажности почвы, повышенном минеральном питании, а также изреженных посевах формируются крупные некондиционные слабоокрашенные корнеплоды. Для хорошего развития корнеплодов моркови необходима рыхлая почва. Наиболее пригодные почвы для выращивания моркови: супесчаные, суглинистые, окультуренные торфяные, пойменные с легким механическим составом, имеющие слабокислую или нейтральную реакцию почвенного раствора (рН 6–7). На плотных почвах образуется большое количество нетоварных экземпляров из-за травматического повреждения корневого чехлика стержневого корня [6–9].

¹Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания [Электронный ресурс]: приказ М-ва здравоохранения Рос. Федерации от 19 авг. 2016 г. № 614. Доступ из справ. правовой системы «Гарант».

Морковь характеризуется высокой требовательностью к элементам питания [10]. При получении 1 т корнеплодов морковь выносит из почвы 3,2 кг азота, 1,0–1,25 кг фосфора и 3,9–5,0 кг калия, а с учетом вегетативной массы: N – 4,0–4,5 кг, P – 2,0–2,8 кг, K – 5,0–6,7 [6, 9].

Агроклиматические условия Ростовской области позволяют получать высокие стабильные урожаи моркови только в условиях орошения. Предприятия агропромышленного комплекса при возделывании этой культуры применяют различные способы орошения. Хозяйства с небольшими площадями возделывания сельскохозяйственных культур зачастую используют в качестве способа орошения системы капельного полива [2, 11, 12].

Целью данного исследования являлось изучение влияния различных уровней минерального питания на урожайность моркови сорта Бирючукская 415, возделываемой при капельном орошении.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области в 2021–2023 гг. Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным среднemocным легкосуглинистым с содержанием гумуса в пахотном слое 3,8 %. Обеспеченность почвы азотом составила 50–65 мг/кг, подвижным фосфором – 32–40 мг/кг, обменным калием – 320–380 мг/кг. Реакция почвенного раствора слабощелочная. Климат зоны проведения исследований характеризуется как засушливый, но недостаточно жаркий, сумма активных температур колеблется в пределах 3000–3400 °С. Продолжительность безморозного периода составляет 165–175 дней [13].

Для проведения опыта был выбран районированный сорт моркови Бирючукская 415, возделываемой по предшественнику лук репчатый (рисунок 1). Система обработки почвы применялась согласно установленной зональной системе земледелия Ростовской области [14] и рекомендациям ФГБНУ «РосНИИППМ». За время проведения опыта поддерживался дифференцированный уровень предполивной влажности почвы 70-90-80 %

наименьшей влагоемкости (НВ) в слое 0,4 м: 70 % – в период до начала формирования корнеплодов, 90 % – от формирования корнеплодов до технической спелости, 80 % – от технической спелости до уборки [2].



**Рисунок 1 – Посевы моркови сорта Бирючекутская 415
(автор фото А. А. Бабенко)**

**Figure 1 – Biryuchekutskaya 415 variety carrot seeding
(photo by A. A. Babenko)**

Опыт проводился в трехкратной повторности. Семена моркови высевались сеялкой Клен-1,8 в агрегате с трактором МТЗ-80 обычным широко-рядным способом с шириной междурядий 45 см, расстояние между семенами в ряду – 3–4 см, глубина заделки – 1–2 см. Посев производился в первой декаде июня. Поливы осуществлялись системой капельного орошения, расстояние между капельницами 30 см, их расход – 1,6 л/ч [2].

При формировании режима минерального питания растений моркови обращалось внимание на биологические особенности растения и потребность в элементах в различные фазы роста и развития культуры [15]. Удобрения для подкормки моркови вносились фертигацией.

Осенью под основную обработку почвы вносилось 80 % фосфорных удобрений (двойной суперфосфат) и 60 % калийных (сульфат калия), а 60 % азотных (аммиачная селитра) и 20 % фосфорных (монофосфат калия) – под предпосевную обработку почвы, остальные удобрения в виде подкормок (водорастворимые удобрения марки «Акварин» Буйского химического комбината) согласно потреблению растением моркови различных элементов питания [2]. Необходимые для нормального роста и развития растений моркови микроэлементы (В, Са) вносились в подкормку [16].

Для математической обработки полученных результатов использовались общепринятые методики с применением персонального компьютера².

Результаты и обсуждения. Полив растений моркови в годы исследований проводился с учетом выбранного дифференцированного уровня предполивной влажности почвы 70-90-80 % НВ. За вегетационный период было проведено 40 поливов различными нормами. Суммарное водопотребление моркови за годы проведения исследований варьировало в пределах 3540–4240 м³/га в зависимости от влажности года.

Внесение водорастворимых удобрений «Акварин б» N₁₅P₅K₃₀ в первую подкормку растений проводилось в фазе формирования двух-трех настоящих листьев в виде фертигационного полива. При формировании корнеплода применялись водорастворимые удобрения «Акварин 15» N₃P₁₁K₃₈ во вторую подкормку.

Урожайность моркови в зависимости от дозы удобрений приведена в таблице 1.

В результате анализа проведенных исследований было выявлено, что увеличение доз минеральных удобрений приводило к повышению урожайности моркови. Средняя урожайность моркови за три года исследований на варианте без удобрений (контроль) была наименьшей и составила 29,3 т/га.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.

Вариант с применением удобрений дозой $N_{100}P_{70}K_{90}$ показал, что средняя урожайность моркови здесь была выше контрольного варианта на 16,3 т/га, или 56 %, а на вариантах с дозами удобрений $N_{110}P_{70}K_{120}$ и $N_{130}P_{70}K_{160}$ – на 37,3 и 39,7 т/га, или 127 и 135 % соответственно (рисунок 2). Максимальная урожайность моркови сорта Бирючукская 415 69,4 т/га была отмечена на варианте с внесением удобрений $N_{130}P_{70}K_{160}$ в 2021 г., а минимальная 28,9 т/га на контрольном варианте в 2023 г.

Таблица 1 – Урожайность моркови в зависимости от дозы удобрений
Table 1 – Carrot yield depending on the fertilizer rate

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожая	
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	т/га	%
Без удобрения (контроль)	29,4	29,5	28,9	29,3	0	0
$N_{100}P_{70}K_{90}$	46,2	45,1	45,5	45,6	16,3	56
$N_{110}P_{70}K_{120}$	67,3	67,5	64,9	66,6	37,3	127
$N_{130}P_{70}K_{160}$	69,4	69,2	68,3	69,0	39,7	135
НСР _{0,5} , т/га	2,2					

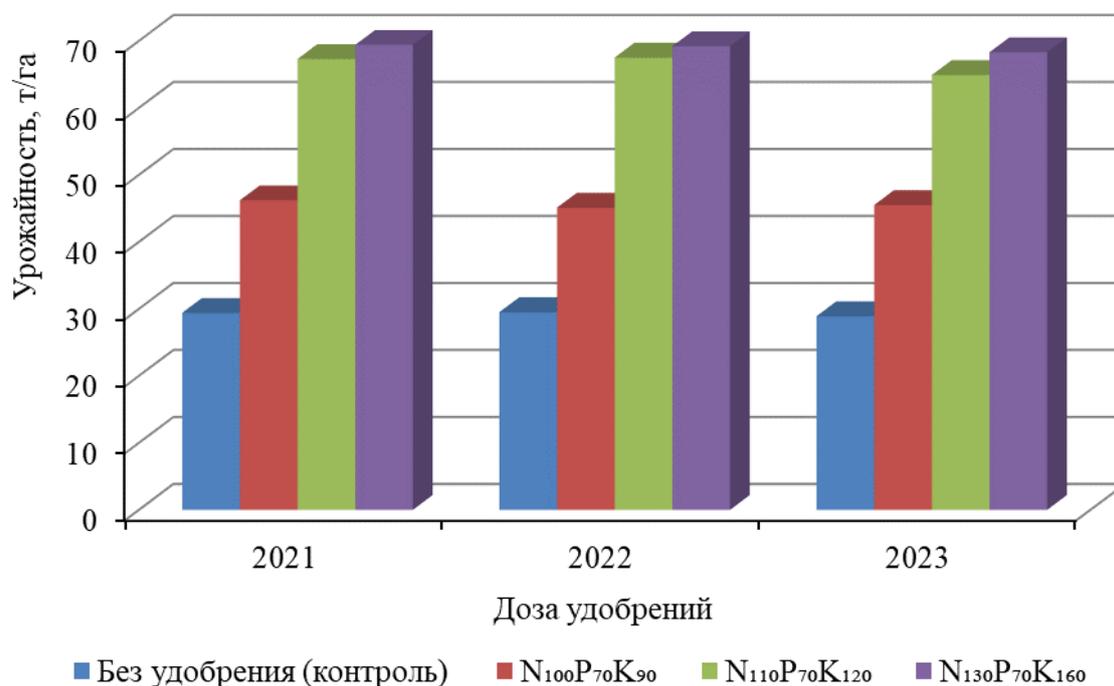


Рисунок 2 – Зависимость урожайности моркови от дозы вносимых удобрений

Figure 2 – Dependence of carrot yield on the fertilizer rate applied

Наименьшее значение суммарного водопотребления моркови 3520 м³/га было отмечено на варианте, где минеральные удобрения

не применялись, в 2022 г. Наивысший показатель суммарного водопотребления 4240 м³/га был зафиксирован на варианте с внесением удобрений дозой N₁₃₀P₇₀K₁₆₀ в 2021 г. Тенденция к увеличению суммарного водопотребления моркови отмечается по мере возрастания доз внесенных минеральных удобрений во все годы исследования. Наиболее высокий коэффициент водопотребления 134 м³/т отмечен на варианте без внесения удобрений, а наименьший – 58 м³/т на варианте с внесением удобрений N₁₃₀P₇₀K₁₆₀ (таблица 2).

Таблица 2 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления моркови

Table 2 – Total water consumption and transpiration ratio of carrots

Вариант опыта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
2021 г.			
Без удобрения (контроль)	3950	29,4	134
N ₁₀₀ P ₇₀ K ₉₀	4060	46,2	88
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₂₀	4010	67,3	61
N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₆₀	4240	69,4	60
2022 г.			
Без удобрения (контроль)	3520	29,5	119
N ₁₀₀ P ₇₀ K ₉₀	3670	45,1	81
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₂₀	4130	67,5	61
N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₆₀	4180	69,2	60
2023 г.			
Без удобрения (контроль)	3540	28,9	122
N ₁₀₀ P ₇₀ K ₉₀	3690	45,5	81
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₂₀	3815	64,9	59
N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₆₀	3940	68,3	58
Среднее			
Без удобрения (контроль)	3670	29,3	125
N ₁₀₀ P ₇₀ K ₉₀	3800	45,6	83
N ₁₁₀ P ₇₀ K ₁₂₀	3985	66,6	60
N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₆₀	4120	69,0	59

Связь между коэффициентом водопотребления и урожайностью моркови отражена на рисунке 3, а влияние суммарного водопотребления на урожайность моркови на рисунке 4 [2].

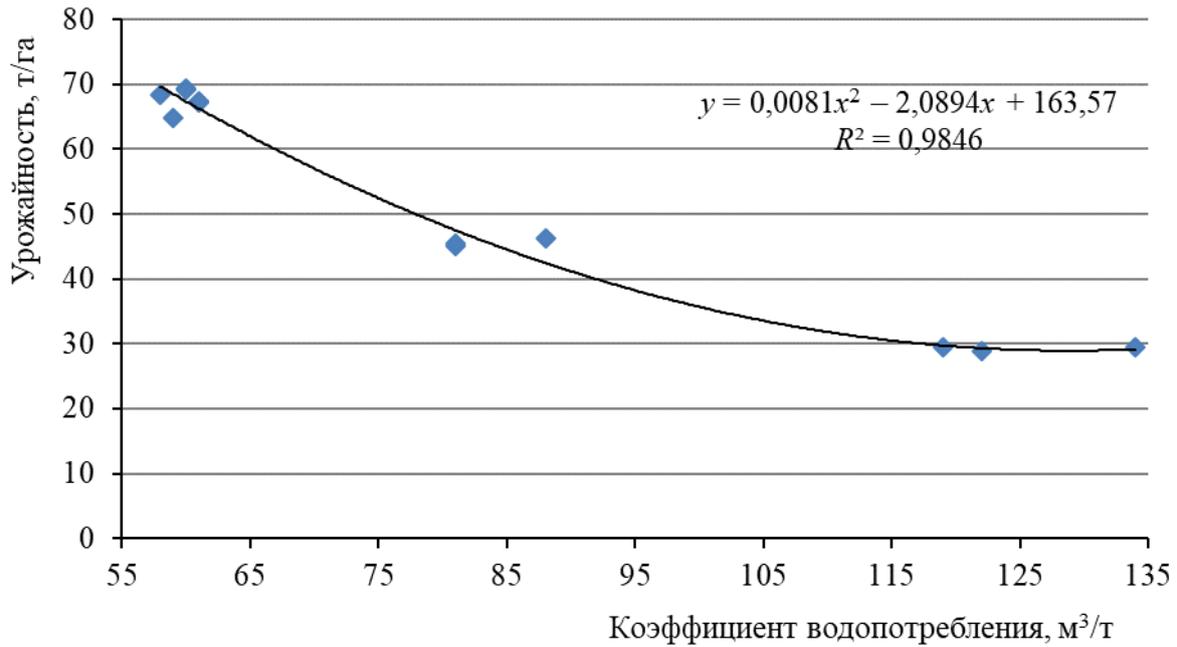


Рисунок 3 – Связь между коэффициентом водопотребления и урожайностью моркови

Figure 3 – Relationship between transpiration ratio and yield of carrot

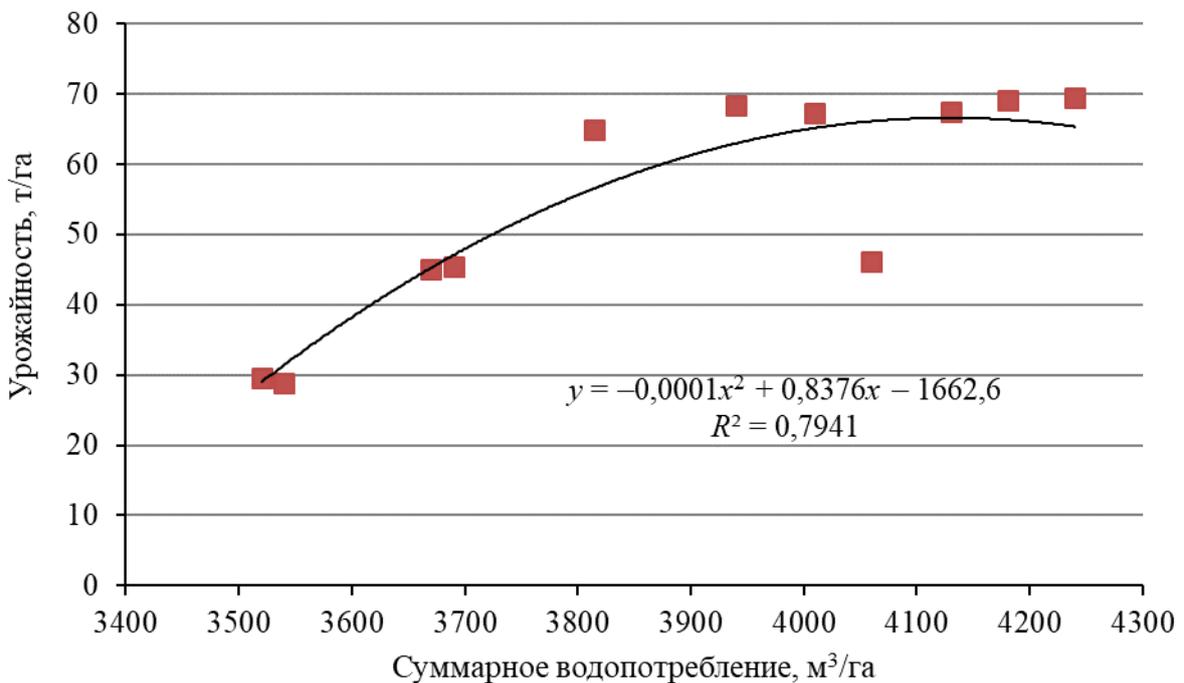


Рисунок 4 – Взаимосвязь между суммарным водопотреблением и урожайностью моркови

Figure 4 – Relationship between total water consumption and carrot yield

Выводы. В результате исследований, проведенных в Ростовской области на черноземе обыкновенном при орошении, установлено, что улуч-

шение минерального питания положительным образом отразилось на урожайности испытуемого сорта моркови Бирючукская 415. Ее урожайность возрастала при увеличении дозы минеральных удобрений. Средняя урожайность моркови на контрольном варианте составляла 29,3 т/га, а при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{100}P_{70}K_{90}$ и $N_{110}P_{70}K_{120}$ – 45,6 и 66,6 т/га соответственно, что на 56 и 127 % выше, чем на контроле. Наибольшая же средняя урожайность моркови (69 т/га) была отмечена на варианте с применением удобрений в дозе $N_{130}P_{70}K_{160}$ – выше контрольного варианта на 135 %. Наиболее высокие коэффициенты водопотребления отмечались на варианте без внесения удобрений, а наименьшие – на варианте с внесением удобрений $N_{130}P_{70}K_{160}$ во все годы исследования.

Список источников

1. Столовая морковь на Нижнем Поволжье / Ф. Тусаинт, Н. А. Зайцева, И. И. Климова, С. В. Зайцев // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 1. Пенза, 2020. С. 112–114. EDN: JBYSCS.
2. Бабичев А. Н., Рубцов А. А., Бабенко А. А. Дифференцированное капельное орошение на посевах моркови // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 4(84). С. 100–105. EDN: ВТАWVB.
3. Кружилин К. Ю. Морковь – вчера, сегодня, завтра // АПК News. 2018. № 4. С. 22–23. EDN: XNEUBF.
4. Рубацкий В. Е., Киров К. Ф., Сеймон Ф. В. Морковь и другие овощные культуры семейства зонтичных: монография. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2007. 388 с. EDN: QKYNFV.
5. Чудайкина А. В., Барышникова Н. И. Польза моркови для организма человека // Качество продукции, технологий и образования: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. Магнитогорск, 2019. С. 121–122. EDN: AWXUXU.
6. Рекомендации по технологии возделывания моркови на орошаемых землях Ростовской области / Р. С. Масный, С. М. Васильев, А. Н. Бабичев, И. В. Гурина, В. А. Монастырский, В. Иг. Ольгаренко, А. А. Бабенко. Новочеркасск, 2021. 14 с. EDN: AUNCGT.
7. Алькин А. А. Последствие диатомита и навоза на общую пористость и пористость аэрации чернозема выщелоченного в агроценозе моркови // Студенческая наука – взгляд в будущее: материалы XV Всерос. студенч. науч. конф. Красноярск, 2020. С. 101–103. EDN: RGTECJ.
8. Михеев Н. В., Головачев Д. Е. Особенности возделывания моркови на орошаемых землях Ростовской области // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения) с междунар. участием. Новочеркасск, 2018. С. 73–77. EDN: YUCHRR.
9. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошении: науч.-практ. изд. / А. Н. Бабичев, А. А. Бабенко, С. М. Васильев, Р. С. Масный. М.: Росинформагротех, 2021. 200 с. EDN: MXGGEA.

10. Иванченко Т. В. Азотное питание при выращивании моркови // Фермер. Поволжье. 2019. № 1(76). С. 58–61. EDN: YXGIRF.
11. Дубенок Н. Н., Пенькова Р. И. Факторы эффективного использования водных ресурсов при капельном орошении моркови в условиях Нижнего Поволжья // Природообустройство. 2023. № 3. С. 23–30. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-3-23-30>.
12. Абдуллаев Х. Ф., Абдуллаев М. Капельное орошение и его технологические элементы // Современные научные исследования и инновации [Электронный ресурс]. 2021. № 8. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2021/08/96362> (дата обращения: 11.01.2024). EDN: HHMAEE.
13. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области / Ю. П. Хрусталеv [и др.]; М-во образования РФ. Ростов н/Д.: Бат. кн. изд-во, 2002. 183 с.
14. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы / А. И. Клименко [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. Ростов н/Д., 2022. 736 с. EDN: GHQGWS.
15. Кулыгин В. А. Влияние уровней минерального питания на продуктивность корнеплодных культур в условиях орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2016. № 4(64). С. 115–120. EDN: XBSVTR.
16. Диагностика минерального питания моркови на пойменных почвах Нечерноземной зоны / В. А. Борисов, И. Ю. Васючков, А. А. Коломиец, О. Н. Успенская, А. В. Корнев // Картофель и овощи. 2018. № 9. С. 17–18. DOI: 10.25630/PAV.2018.9.18326. EDN: YLHTQL.

References

1. Tusaint F., Zaitseva N.A., Klimova I.I., Zaitsev S.V., 2020. *Stolovaya morkov' na Nizhnem Povolzh'ye* [Table carrot in the Lower Volga region]. *Aktual'nye voprosy sovremennoy nauki i obrazovaniya: sb. st. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Current Issues of Modern Science and Education: Collection of Articles of International Scientific-Practical Conference]. In 2 parts, pt. 1, Penza, pp. 112-114, EDN: JBYSCL. (In Russian).
2. Babichev A.N., Rubtsov A.A., Babenko A.A., 2021. *Differentsirovannoe kapel'noe oroshenie na posevakh morkovi* [Differentiated drip irrigation of carrot crops]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(84), pp. 100-105, EDN: BTAWVB. (In Russian).
3. Kruzhilin K.Yu., 2018. *Morkov' – vchera, segodnya, zavtra* [Carrots – yesterday, today, tomorrow]. *APK News*, no. 4, pp. 22-23, EDN: XNEUBF. (In Russian).
4. Rubatsky V.E., Kiros K.F., Seymon F.V., 2007. *Morkov i drugie ovoshchnye kultury semeystva zontichnykh: monografiya* [Carrots and Related Vegetable Umbelliferae: monograph]. Moscow, Partnership of Scientific Editions KMK, 388 p., EDN: QKYNFV. (In Russian).
5. Chudaykina A.V., Baryshnikova N.I., 2019. *Pol'za morkovi dlya organizma cheloveka* [The benefits of carrots for the human body]. *Kachestvo produktsii, tekhnologiy i obrazovaniya: materialy XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Quality of Products, Technologies and Education: Proc. of the XIV International Scientific-Practical Conference]. Magnitogorsk, pp. 121-122, EDN: AWXUXU. (In Russian).
6. Masny R.S., Vasilyev S.M., Babichev A.N., Gurina I.V., Monastyrsky V.A., Olgarenko V.Ig., Babenko A.A., 2021. *Rekomendatsii po tekhnologii vzdelyvaniya morkovi na oroshaemykh zemlyakh Rostovskoy oblasti* [Recommendations for the Technology of Carrots Cultivation on Irrigated Lands in Rostov region]. Novocherkassk, 14 p., EDN: AUNCGT. (In Russian).
7. Alkin A.A., 2020. *Posledeystvie diatomita i navoza na obshchuyu poristost' i poristost' aeratsii chernozema vyshchelochennogo v agrotsenoze morkovi* [Aftereffect of diatomite and manure on the general porosity and aeration porosity of chernozem leached in carrot ag-

rocenosis]. *Studencheskaya nauka – vzglyad v budushchee: materialy XV Vserossiyskoy studencheskoy nauchoy konferentsii* [Student Science – a Look into the Future: Proc. of the XV All-Russian Student Scientific Conference]. Krasnoyarsk, pp. 101-103, EDN: RGTECJ. (In Russian).

8. Mikheev N.V., Golovachev D.E., 2018. *Osobennosti vozdeleyvaniya morkovi na oroshaemykh zemlyakh Rostovskoy oblasti* [Peculiarities of carrot cultivation on irrigated lands of Rostov region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Shumakovskie chteniya) s mezhdunarodnym uchastiem* [Land Reclamation and Water Management: Proc. of the All-Russian Scientific-Practical Conference (Shumakov readings) with the International Participation]. Novocherkassk, pp. 73-77, EDN: YUCHRR. (In Russian).

9. Babichev A.N., Babenko A.A., Vasilyev S.M., Masny R.S., 2021. *Tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na oroshenii: nauchno-prakticheskoe izdanie* [Technologies for Cultivating Agricultural Crops Using Irrigation: Scientific and Practical Edition]. Moscow, Rosinformagrotekh, 200 p., EDN: MXGGEA. (In Russian).

10. Ivanchenko T.V., 2019. *Azotnoe pitanie pri vyrashchivanii morkovi* [Nitrogen nutrition when growing carrots]. *Fermer. Povolzh'e* [Farmer. The Volga Region], no. 1(76), pp. 58-61, EDN: YXGIRF. (In Russian).

11. Dubenok N.N., Penkova R.I., 2023. *Faktory effektivnogo ispol'zovaniya vodnykh resursov pri kapel'nom oroshenii morkovi v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Factors of efficient use of water resources during drip irrigation of carrots in the conditions of the Lower Volga region]. *Prirodooobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 3, pp. 23-30, <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-3-23-30>. (In Russian).

12. Abdullaev Kh.F., Abdullaev M., 2021. *Kapel'noe oroshenie i yego tekhnologicheskie elementy* [Drip irrigation and its technological elements]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii* [Modern Scientific Research and Innovations], no. 8, available: <https://web.snauka.ru/issues/2021/08/96362> [accessed 11.01.2024], EDN: HHMAEE. (In Russian).

13. Khrustalev Yu.P. [et al.], 2002. *Klimat i agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Climate and Agroclimatic Resources of Rostov Region]. Ministry of Education of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Bataysk Book Publ., 183 p. (In Russian).

14. Klimenko A.I. [et al.], 2022. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2022–2026 gody* [Zonal Farming Systems of Rostov Region for 2022–2026]. Ministry of Agriculture of Rostov region, Rostov-on-Don, 736 p., EDN: GHQGWS. (In Russian).

15. Kulygin V.A., 2016. *Vliyanie urovney mineral'nogo pitaniya na produktivnost' korneplodnykh kul'tur v usloviyakh orosheniya* [Influence of mineral nutrition levels on productivity of root crops under irrigation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaемого земледелия* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(64), pp. 115-120, EDN: XBSVTR. (In Russian).

16. Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu., Kolomiets A.A., Uspenskaya O.N., Kornev A.V., 2018. *Diagnostika mineral'nogo pitaniya morkovi na poymennykh pochvakh Nechernozemnoy zony* [Diagnostics of mineral nutrition of carrots on floodplain soils of the Non-chernozem zone]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and Vegetables], no. 9, pp. 17-18, DOI: 10.25630/PAV.2018.9.18326, EDN: YLHTQL. (In Russian).

Информация об авторах

А. Н. Бабичев – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, BabichevAN2006@yandex.ru, AuthorID: 195832, ORCID ID: 0000-0003-1146-7530;

Д. С. Ефимов – руководитель, кандидат технических наук, доцент, Бирючукская

овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, Новочеркасск, Российская Федерация, gnubosos@mail.ru, AuthorID: 756142;
А. А. Бабенко – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, al.al.al.1980@yandex.ru, AuthorID: 1041758, ORCID ID: 0000-0002-7582-4907.

Information about the authors

A. N. Babichev – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, BabichevAN2006@yandex.ru, AuthorID: 195832, ORCID ID: 0000-0003-1146-7530;

D. S. Efimov – Director, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Biryuchetskaya Vegetable Breeding Experimental Station – branch of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing, Novochoerkassk, Russian Federation, gnubosos@mail.ru, AuthorID: 756142;

A. A. Babenko – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, al.al.al.1980@yandex.ru, AuthorID: 1041758, ORCID ID: 0000-0002-7582-4907.

*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 23.01.2024; одобрена после рецензирования 29.01.2024;
принята к публикации 08.02.2024.*

The article was submitted 23.01.2024; approved after reviewing 29.01.2024; accepted for publication 08.02.2024.