

## МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.674:635.132:633.412

### Ресурсосберегающее управление продуктивностью агроценозов моркови и свеклы столовой при интеграции систем капельного полива и мелкодисперсного дождевания в условиях Поволжья

Вера Евгеньевна Кижаяева<sup>1</sup>, Виктория Олеговна Пешкова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Приволжский, Российская Федерация

<sup>1</sup>ave.61@mail, <http://orcid.org/0000-0002-5319-3112>

<sup>2</sup>peshkova\_vk@mail.ru

**Аннотация.** Цель. Разработка и обоснование технологии возделывания моркови и свеклы столовой в условиях открытого грунта с использованием капельного и спринклерного орошения для обеспечения высокой продуктивности экологически чистой продукции. **Материалы и методы.** Исследования проводились в сухостепной зоне Поволжья (Саратовская область, Энгельский район) на экспериментальных участках овощеводческих хозяйств. Количество поливов и норму определяли с учетом заданного нижнего порога влажности, а также метеорологических условий периода вегетации овощных культур. Режимы полива (количество и норма) устанавливались на основе мониторинга влажности активного слоя почвы (0,6 м) в трехкратной повторности термостатно-весовым методом. Для моркови порог влажности активного слоя почвы поддерживался на уровне 80-70-70 % от НВ, для свеклы – 70-70-70 % от НВ. Биологическая урожайность определена с 1 м<sup>2</sup> в пятикратной повторности. Определение микроклиматических параметров агроценозов проводили с помощью аспирационного психрометра Ассмана (тип МВ-4М) каждый день вегетационного периода. **Результаты.** В умеренно засушливый период (ГТК = 1,2) максимальная биологическая урожайность достигнута при капельном орошении в сочетании с фертигацией микроудобрениями с применением освежающих спринклерных поливов: морковь – 63,5 т/га, свекла столовая – 38,2 т/га. **Выводы.** Доказано, что сочетание капельного орошения с освежающими спринклерными поливами небольшими нормами (100 м<sup>3</sup>/га) является наиболее эффективным приемом в условиях аридизации климата. При этом дробное внесение микроэлементов по системе фертигации с капельным орошением способствует повышению продуктивности агроценозов овощных культур.

**Ключевые слова:** овощные культуры, свекла столовая, морковь, капельное орошение, спринклерный полив, агроэффективность, биологический урожай

**Для цитирования:** Кижаяева В. Е., Пешкова В. О. Ресурсосберегающее управление продуктивностью агроценозов моркови и свеклы столовой при интеграции систем капельного полива и мелкодисперсного дождевания в условиях Поволжья // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 98, № 1. С. 338–353.

## LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

### Resource-saving management of carrot and red beet agroecosystems productivity with the integration of drip and mist irrigation systems in the Volga region



**Vera E. Kizhaeva<sup>1</sup>, Victoria O. Peshkova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Privolzhsky,  
Russian Federation

<sup>1</sup>ave.61@mail, <http://orcid.org/0000-0002-5319-3112>

<sup>2</sup>peshkova\_vk@mail.ru

**Abstract. Purpose.** to development and validate the technology for cultivating carrots and red beet in open ground using drip and sprinkler irrigation to ensure high productivity of environmentally friendly food products. **Materials and methods.** The studies were conducted in the dry steppe zone of the Volga region (Saratov region, Engels district) on experimental plots of vegetable growing farms. The amount and rate of irrigation were determined taking into account the predetermined lower moisture threshold, as well as the meteorological conditions of the growing season of vegetable crops. Irrigation regimes (amount and rate) were established on the basis of monitoring the moisture content of the active soil layer (0.6 m) in triplicate using the thermostat-weight method. For carrots, the moisture threshold of the active soil layer was maintained at the level of 80-70-70 % of the minimum permissible moisture content, and for beets – 70-70-70 % of the minimum permissible moisture content. The biological yield was determined per 1 m<sup>2</sup> in five replicates. The microclimatic parameters of agrocenoses were determined using an Assmann aspiration psychrometer (type MB-4M) every day of the growing season. **Results.** In a moderately dry period (HTC = 1.2), the maximum biological yield was achieved with drip irrigation in combination with fertigation with microfertilizers and refreshing sprinkler irrigation: carrots – 63.5 t/ha, red beet – 38.2 t/ha. **Conclusions.** It has been proven that a combination of drip irrigation with refreshing sprinkler irrigation at small rates (100 m<sup>3</sup>/ha) is the most effective technique in arid climate conditions. Moreover, the fractional application of micronutrients through a fertigation system with drip irrigation contributes to increased productivity of vegetable crop agrocenoses.

**Keywords:** vegetable crops, red beet, carrot, drip irrigation, sprinkler irrigation, agro-efficiency, biological yield

**For citation:** Kizhaeva V. E., Peshkova V. O. Resource-saving management of carrot and red beet agrocenoses productivity with the integration of drip and mist irrigation systems in the Volga region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2026;98(1):338–353. (In Russ.).

**Введение.** Возделывание овощных культур на орошении в открытом грунте является перспективным направлением для развития овощеводства в Поволжье. Применяемый уровень орошения часто не соответствует потенциальным возможностям продуктивности культур: получаемый урожай имеет низкое качество, а затраты труда и энергии остаются высокими [1].

В рамках решения поставленной задачи необходимо совершенствовать и внедрять ресурсосберегающие способы полива и режимы орошения, учитывая особенности технологий возделывания овощных культур (морковь, лук, свекла столовая, перец сладкий) в открытом грунте, что решит проблему обеспечения экономии поливной воды, минеральных удобрений и получения конкурентно способной экологически чистой продукции [2, 3].

В Поволжье из-за недостатка естественных осадков для получения высоких урожаев овощей и в связи с дефицитом всех видов ресурсов в сельскохозяйственном производстве овощеводы переходят к водо- и энергосберегающим технологиям и способам орошения, а в условиях дефицита водных ресурсов внедрение ресурсосберегающих технологий становится просто необходимым. Их применение позволяет не просто увеличить выход продукта, но и существенно снизить количество затрачиваемых на его производство ресурсов [4].

При применении капельного орошения с подключением спринклерного появляется возможность поддержания оптимального уровня влажности почвы и снабжения питательными элементами во время полива малобъемными способами орошения при возделывании овощных культур [5].

Оптимизация минерального питания овощных культур является необходимым условием получения экологически безопасной продукции, содержание вредных веществ в которой не превышает предельно допустимых концентраций [6].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации овощеводства Поволжья к засушливым климатическим условиям, где за последние 76 лет лишь 16 % периодов были благоприятными.

Климатические условия сухостепной зоны Поволжья в вегетационные периоды последних лет характеризовались гидротермическими коэффициентами (ГТК), которые варьировали от 0,4 до 1,0.

Основопологающим фактором получения гарантированного урожая овощей на фоне природно-климатических условий является совершенствование технологий возделывания их на орошении. Традиционные методы орошения зачастую характеризуются высокими энергозатратами и не обеспечивают потенциальную продуктивность овощных культур. Необходимо создавать благоприятные условия увлажнения для роста и развития растений с учетом региональных особенностей потребления ими влаги

и элементов питания. Внедрение таких наиболее экономичных способов орошения, как капельный полив в сочетании со спринклерным освежением, позволяет оптимизировать расход воды, автоматизировать процессы и получать конкурентоспособную продукцию [7–11].

### **Материалы и методы.**

Исследования по возделыванию овощных культур при капельном и спринклерном орошении проводились в сухостепном Поволжье на экспериментальных участках овощеводческих хозяйств Энгельсского района Саратовской области (рисунки 1 и 2).



**Рисунок 1 – Полевой опыт по возделыванию моркови в КФХ «Жаданов В.» (автор фото В. Е. Кизжаева)**

**Figure 1 – Field experiment on carrot cultivation at the Zhadanov V. farm (photo by V. E. Kizhaeva)**



**Рисунок 2 – Полевой опыт по возделыванию свеклы столовой в КФХ «Жаданов В.» (автор фото В. Е. Кизжаева)**

**Figure 2 – Field experiment on red beet cultivation at the Zhadanov V. farm (photo by V. E. Kizhaeva)**

Схема опытов включала изучение особенностей возделывания овощных культур в условиях капельного и капельного + спринклерного орошения. Посев моркови проведен в третьей декаде апреля, свеклы – в первой декаде июня.

Режим орошения овощных культур дифференцировали по влажности активного слоя почвы с учетом предполивного порога для моркови 80-70-70 % от НВ, для свеклы столовой, соответственно, 70-70-70 % от НВ.

Влажность активного слоя почвы (0–0,6 м) определяли термостатно-весовым методом в пятикратной повторности, содержание влаги и сухого остатка по ГОСТ 26713-85<sup>1</sup>.

Эффективность использования почвенной влаги на экспериментальных площадках овощных культур оценивали по урожайности. Биологическая урожайность определена с 1 м<sup>2</sup> в пятикратной повторности.

Измерения микроклиматических параметров проводились аспирационным психрометром Ассмана (МВ-4М) ежедневно на высоте 1,0 м.

Норма полива определялась по формуле А. Н. Костякова на основе дефицита влагозапасов. Для оценки эффективности использовались коэффициенты водопотребления и использования оросительной воды.

Расчет коэффициентов водопотребления и использования оросительной воды проводился по формулам (1), (2).

Формула для расчета коэффициента влагопотребления ( $K_g$ ):

$$K_g = B/Y, \quad (1)$$

где  $B$  – суммарное водопотребление (продуктивная влага из почвы + осадки), мм;

$Y$  – урожайность, т/га.

Формула для расчета коэффициента использования оросительной воды:

$$K_{ис} = E/B_n, \quad (2)$$

где  $K_{ис}$  – коэффициент обеспечения водой сельскохозяйственных культур;

---

<sup>1</sup>ГОСТ 26713-85 «Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка». Госстандарт. 1986. 6 с.

$E$  – урожай на единицу площади, т/га;

$B_n$  – фактический полезный объем оросительной воды, расходуемый на формирование урожая.

Провели посев сеялкой точного высева «Agricola SNT-2-290». Морковь высевалась широкорядным способом (междурядье 0,75 м), двумя параллельными рядами – 0,15 м, в третьей декаде апреля. Свекла – пунктирным способом в первой декаде июня.

При посеве одновременно укладывалась капельная лента.

Образцы почвы отбирались каждые 2–4 дня.

**Результаты и обсуждение.** В период исследований начало вегетации овощных культур характеризуется высокими суммами активных температур 262,78–473,0 °С и количеством выпавших осадков: апрель – 198 м<sup>3</sup>/га, май – 494 м<sup>3</sup>/га, июнь – 853 м<sup>3</sup>/га. Общее количество осадков в начале вегетации овощных культур достигло 1545 м<sup>3</sup>/га, что больше в сравнении с осадками за предыдущие годы, которые в среднем достигали 383 м<sup>3</sup>/га за этот период. Климатические параметры периода вегетации овощных культур представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Климатические параметры периода вегетации овощных культур (по данным метеопункта ОПХ «ВолжНИИГиМ»)**  
**Table 1 – Climatic parameters for the growing season of vegetable crops (according to the meteorological station of the VolzhNIIGiM Scientific and Production Complex)**

Период вегетации	Сумма температур воздуха, > 10 °С	Влажность воздуха, %, среднее	Сумма осадков, мм
1	2	3	4
Апрель			
1 декада	57,80	62,1	7,3
2 декада	94,85	44,3	0,3
3 декада	110,13	48,4	12,2
Итого	262,78	51,6	19,8
НСР <sub>05</sub>	2,1	0,7	0,5
Май			
1 декада	132,4	52,0	11,8
2 декада	141,1	55,9	33,3
3 декада	199,5	49,4	4,3
Итого	473,0	52,4	49,4
НСР <sub>05</sub>	1,2	1,1	0,7

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4
Июнь			
1 декада	196,7	54,1	9,5
2 декада	168,6	88,4	35,3
3 декада	153,2	76,0	40,5
Итого	518,5	72,8	85,3
НСР <sub>05</sub>	0,9	1,2	1,1
Июль			
1 декада	211,7	65,7	10,4
2 декада	243,1	75,9	20,1
3 декада	276,6	65,2	13,7
Итого	731,4	68,9	44,2
НСР <sub>05</sub>	1,5	1,1	1,3
Август			
1 декада	222,7	61,3	24,5
2 декада	205,0	63,5	13,3
3 декада	231,1	52,0	7,2
Итого	658,8	58,9	45,0
НСР <sub>05</sub>	1,2	1,1	0,9
Сентябрь			
1 декада	198,7	63,9	2,7
2 декада	169,2	54,5	0,4
3 декада	143,9	55,2	3,8
Итого	511,8	57,9	6,9
НСР <sub>05</sub>	1,1	1,2	1,1
Всего за период вегетации	3156,28	60,4	250,6

Суммарная температура за вегетацию составила 3156,28 °С при среднем ГТК 1,2, что соответствует умеренно засушливым условиям (рисунок 3).

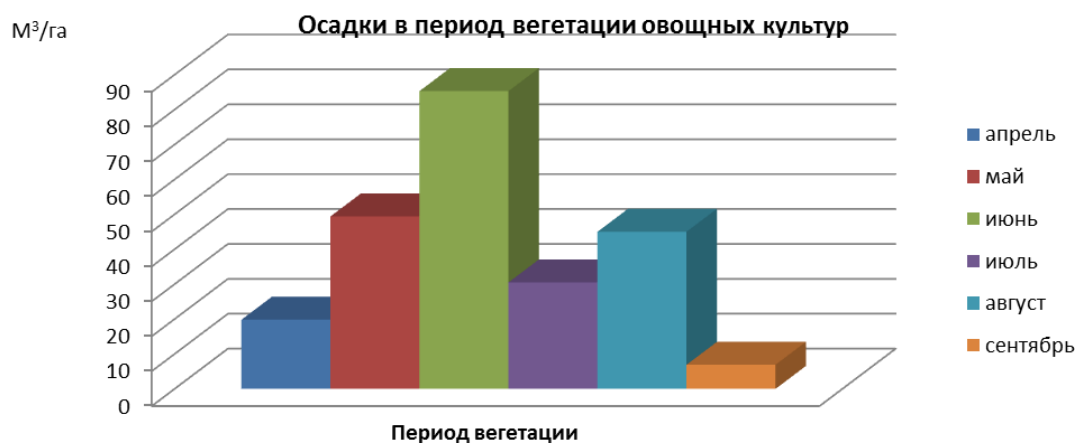


Рисунок 3 – Объем осадков в период вегетации овощных культур

Figure 3 – Precipitation volume during the growing season of vegetable crops

Порог предполивной влажности овощных культур зависел от фазы развития растения.

Морковь.

80 % НВ – от всходов до начала утолщения корневой шейки.

70 % НВ – от начала утолщения корневой шейки до технической спелости.

70 % НВ – от технической спелости до уборки урожая.

Свекла.

Всходы – начало формирования корнеплодов влажность корнеобитаемого слоя почвы в диапазоне 70–100 % НВ.

Оптимальная предполивная влажность почвы для свеклы в период начала роста корнеплодов – 70 % НВ.

Во второй половине вегетационного периода, когда корневая система свеклы проникает в более глубокие слои почвы, уровень предполивной влажности 70 % НВ.

В таблице 2 представлены режимы орошения овощных культур (количество поливов, поливная и оросительная нормы).

**Таблица 2 – Поливные и оросительные нормы овощных культур при ГТК = 1,2**

**Table 2 – Irrigation and watering rates for vegetable crops at НТС = 1.2**

Культура	Капельное орошение		
	Количество поливов, шт.	Полivная норма, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
Свекла	6	300 / 300 / 300 / 300 / 300 / 300	1800
Морковь	6	300 / 300 / 300 / 300 / 300 / 300	1800

В овощеводческих хозяйствах Поволжского региона (ООО «Овощная долина», КФХ «Жаданов В.», ООО «Агррия») применяли орошение с помощью капельного полива. Равномерное распределение воды способствовало разрастанию надземной и подземной массы растений и улучшению качества урожая.

Расчеты эффективности водопотребления овощных культур моркови и свеклы столовой представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Эффективность водопотребления овощных культур**  
**Table 3 – Water consumption efficiency of vegetable crops**

Вариант опыта	Биологическая урожайность, т/га	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма (за период вегетации), м <sup>3</sup> /га	Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент водопотребления ( $K_e$ ), м <sup>3</sup> /т (гр. 3:гр. 2)	Коэффициент использования оросительной воды ( $K_{ис}$ ), т/м <sup>3</sup> (гр. 2: гр. 4 · 100)
<b>Морковь</b>						
<b>Капельное орошение.</b>						
Без внесения микроудобрений	62,5	4306	1800	28,7	68,9	3,5
С внесением микроудобрений	63,5	4306	1800	28,7	67,8	3,5
НСР <sub>05</sub>	0,51	–	–	–	–	–
<b>Капельное орошение + спринклерное</b>						
Без внесения микроудобрений	63,2	4506	2000	30,0	71,3	3,2
С внесением микроудобрений	63,7	4506	2000	30,0	70,7	3,2
НСР <sub>05</sub>	0,25	–				
<b>Свекла столовая</b>						
<b>Капельное орошение</b>						
Без внесения микроудобрений	36,6	4306	1800	33,1	117,7	2,0
С внесением микроудобрений	36,8	4306	1800	33,1	117,0	2,0
НСР <sub>05</sub>	0,15	–	–	–	–	–
<b>Капельное орошение + спринклерное</b>						
Без внесения микроудобрений	37,7	4506	2000	34,7	119,5	2,0
С внесением микроудобрений	38,2	4506	2000	34,7	118,0	1,9
НСР <sub>05</sub>	0,25	–				

Применение капельного орошения обеспечило более экономное использование ресурсов в сравнении с капельным + спринклерным. Суммарное водопотребление моркови при капельном орошении составило

4306 м<sup>3</sup>/га (против 4506 м<sup>3</sup>/га при капельном орошении + спринклерном). При этом коэффициент водопотребления снизился на варианте с внесением микроудобрений до 67,8 м<sup>3</sup>/т на капельном поливе, а на капельно-спринклерном – до 70,7 м<sup>3</sup>/т. Аналогичная картина сложилась по водопотреблению свеклы столовой.

При соблюдении режимов орошения и агроприемов технологических процессов возделывания овощных культур в средне засушливый год ГТК = 1,2 получены биологические урожаи при капельном орошении без внесения микроудобрений: морковь – 62,5 т/га, свекла столовая – 36,6 т/га, с внесением микроудобрений: морковь – 63,5 т/га, свекла столовая – 36,8 т/га; с подключением спринклерного орошения без микроудобрений: морковь – 63,2 т/га, свекла столовая – 37,7 т/га, с микроудобрениями: морковь – 63,7 т/га, свекла столовая – 38,2 т/га. По результатам видно, что лучшие показатели урожайности сложились на варианте капельно-спринклерного полива с микроудобрениями.

Спринклерное орошение эффективно для орошения овощных культур, но не всегда возможно его применить, особенно в начале вегетации, т. к. крупные капли воды могут повредить надземную биомассу овощных культур. Только равномерное распределение воды способствует здоровому росту растений и улучшению качества урожая.

При возделывании овощных культур требуется большой объем оросительной воды. Овощи поливаются от 4 до 8 раз и в среднем нормой 300 м<sup>3</sup>/га в зависимости от изменяющихся климатических параметров за период вегетации.

При повышении температуры воздуха капельный полив в овощеводческих хозяйствах применяется в сочетании со спринклерным орошением (1–3 освежающих полива нормами по 100 м<sup>3</sup>/га) для создания более благоприятного приземного микроклимата в агроценозах.

Совместное применение капельного + спринклерного орошения про-

является наилучшими показателями по урожайности моркови и свеклы столовой и является перспективной инновацией для овощеводческих хозяйств аридной зоны.

В целях повышения эффективности защиты овощей рекомендуется сочетать профилактические меры, биологические и агротехнические приемы. Для достижения заявленных показателей урожайности использовалась комплексная система защиты от вредителей.

Для борьбы со свекловичным долгоносиком используют препараты «Золон», «Фастак», которые эффективны против взрослых особей и личинок. Профилактическую обработку проводят на стадии всходов с помощью фертигации. Для защиты от свекловичной тли применяют инсектициды «Актара», «Фуфанон» или «Интавир», которые проникают в листья и уничтожают насекомых за несколько часов. Препараты нужно использовать строго по инструкции, соблюдая сроки ожидания до сбора урожая.

Для защиты от морковной мухи эффективны препараты на основе имидаклоприда: «Корадо», «Кортлис», «Биотлин» и др. Обработку семян проводят за 1–2 дня до посадки. Всходы обрабатывают профилактически, чтобы уничтожить вредителей в самом начале, до того, как они внедрятся в корнеплоды. Первую обработку проводят в фазе 2–4 настоящих листьев, вторую – через 3 недели. При сильном заражении посевов применяются инсектициды «Фитоверм», «Аверсектин», «Актофит», «Авермектин», «Искра Био» и др. Обработку следует проводить в вечернее время, чтобы минимизировать воздействие на полезных насекомых.

Для почвенных вредителей (проволочник, хрущ, медведка) используют инсектициды на основе диазинона: «Мухоед», «Муравьин», «Провотокс». Эти средства равномерно распределяют на поверхности почвы, которую после этого тщательно рыхлят.

При использовании химических инсектицидов важно выдерживать

срок ожидания после обработки: корнеплоды можно использовать в пищу не раньше, чем через 3 недели после опрыскивания растений.

В настоящее время развивается направление по использованию биологических методов защиты с использованием таких биопрепаратов на основе микроорганизмов, как «Фитоверм».

В таблице 4 дана сравнительная экономическая оценка по технологии возделывания свеклы столовой и моркови на капельном и капельно-спринклерном орошении с внесением и без внесения микроудобрений по вегетации культур.

**Таблица 4 – Экономическая оценка возделывания свеклы столовой, моркови при капельном и спринклерном орошении, с применением и без подкормок микроудобрениями по вегетации**

**Table 4 – Economic evaluation of growing red beet and carrots under drip and sprinkler irrigation, with and without micronutrient fertilizers during the growing season**

Показатель	Капельное орошение		Капельное орошение + спринклерное	
	Без внесения микроудобрений	С внесением микроудобрений	Без внесения микроудобрений	С внесением микроудобрений
<b>Морковь</b>				
Урожай, т/га	62,5	63,5	63,2	63,7
Цена реализации, руб./т	17 000			
Доход от реализации, руб./га	1 062 500	1 079 500	1 074 400	1 082 900
Затраты всего, руб./га	608 312	618 045	615 125	619 992
Условно чистый доход, руб./га	454 188	461 455	459 275	462 908
<b>Свекла столовая</b>				
Урожай, т/га	36,6	36,8	37,7	38,2
Цена реализации, руб./т	15 000			
Доход от реализации, руб./га	549 000	552 000	565 500	573 000
Затраты всего, руб./га,	362 010	363 989	372 890	377 836
Условно чистый доход, руб./га	186 990	188 011	192 610	195 164
Примечание – Оптовая цена (без НДС) на 15.01.2026 по Саратовской области (по данным АГРО: морковь = 17 тыс. руб./т; свекла столовая = 15 тыс. руб./т)				

Анализ данных таблицы 4 показал преимущество комбинированных систем орошения.

При возделывании моркови на участках с капельным орошением получен доход в пределах от 454 188 до 461 455 руб./га соответственно. Условно чистый доход при применении капельного и спринклерного орошения выше на 5087 и 1453 руб./га соответственно. Максимальный условно чистый доход (462 908 руб./га) получен при капельном + спринклерном орошении с внесением микроудобрений.

При возделывании свеклы условно чистый доход варьирует незначительно при разных вариантах орошения: капельное орошение – 186 990 – 188 011 руб./га, капельное орошение + спринклерные поливы – 192 610 – 195 164 руб./га. Наибольшая доходность зафиксирована на варианте капельного + спринклерного орошения с подкормками – 195 164 руб./га.

Доход от овощных культур возможно получать только при соблюдении агротехнологических приемов возделывания, норм и сроков орошения по предполивным порогам влажности почвы для каждой культуры. На общий доход от возделывания овощей влияют разные факторы: климатические параметры периода вегетации, плодородие почвы, тщательность выполнения агроприемов, используемые технологии выращивания, применяемый вид орошения и др.

**Выводы.** В условиях умеренно засушливого периода (ГТК = 1,2) наиболее эффективной признана технология капельного орошения с применением листовых подкормок микроудобрениями, что подтверждают полученные данные по биологическому урожаю.

Установлено, что для оптимизации приземного микроклимата в агроценозах овощных культур рекомендуется совмещать капельный полив с освежающими спринклерными поливами нормой 100 м<sup>3</sup>/га.

Дробное внесение удобрений в дозах согласно пищевому режиму овощных культур через систему фертигации существенно снижает общие

производственные затраты и повышает продуктивность агроценозов за счет получения дополнительной продукции с орошаемой площади.

### Список источников

1. Жураев Ш. Ш., Патхидинова У. С. Капельное орошение: понятие и особенности // Вестник науки и творчества. 2020. № 1(49). С. 16–20. EDN: NNLYBK.
2. Особенности выращивания столовой свеклы и моркови в условиях юго-западной части Центрального региона Российской Федерации / И. В. Сычева, С. М. Сычев, Н. С. Шпилев, С. Н. Поцепай // Аграрная наука. 2022. № 362(9). С. 161–166. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-161-166. EDN: WZAXGB.
3. Литвиненко Р. Технологии питания овощных культур на капельном орошении // Агропромышленная газета Юга России [Электронный ресурс]. 2025. URL: <https://www.agropromyug.com/evrokhim/2285-tekhnologii-pitaniya-ovoshchnykh-kultur-na-kaapelnom-oroshenii.html?ysclid=mljb5naldu470646614> (дата обращения 05.02.2026).
4. Овчинников А. С., Пантюшина Т. В., Салдаев А. М. Особенности технологии выращивания сладкого перца при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 2(18). С. 21–27. EDN: MQHNPL.
5. Лихоманова М. А., Соловьева О. А. Влияние способов полива на эффективность возделывания овощных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1(61). С. 161–173. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-16. EDN: GNZTIN.
6. Ноздрин И. В., Авдеенко С. С. Биопрепараты при производстве столовой моркови – путь получения безопасной продукции // Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия: материалы ежегод. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Махачкала, 1 нояб. 2023 г. Махачкала: ИП Магомедалиев, 2023. С. 62–67. EDN: FQOZZK.
7. Серен К. Д., Галлеев Р. Р. Биологические ресурсы возделывания зернобобовых культур в условиях сухостепной зоны Республики Тыва // Плодородие. 2013. № 2(71). С. 37–39. EDN: PXTXVX.
8. Применение капельного орошения при возделывании овощных культур на орошаемых землях Волго-Донского междуречья / А. Д. Ахмедов, С. М. Григоров, Г. С. Егорова, А. В. Малышев, М. В. Юлин // Орошаемое земледелие. 2025. № 4(51). С. 55–62. DOI: 10.35809/2618-8279-2025-4-8. EDN: SAWLRY.
9. Пронько Н. А. Проблемы орошаемого земледелия Поволжья и их решение // Аграрный научный журнал. 2022. № 11. С. 24–30. DOI: 10.28983/asj.y2022i11pp24-30. EDN: TULSSB.
10. Майер А. В., Пенькова Р. И. Разработка мелиоративной системы для малообъемных способов орошения при возделывании овощных и садовых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2(70). С. 201–209. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-23. EDN: ZODRTO.
11. Macrominerals in Red Beet Root under Organic and Mineral Fertilization / M. Petek, N. Toth, M. Pecina, T. Karazlja, M. Cusic // Agriculturae conspectus scientificus. 2016. Vol. 81, № 3. P. 173–179.

### References

1. Zhuraev Sh.Sh., Patkhidinova U.S., 2020. *Kapel'noe oroshenie: ponyatie i osobennosti* [Drip irrigation: concept and features]. *Vestnik nauki i tvorchestva* [Bulletin of Science and Creativity], no. 1(49), pp. 16-20, EDN: NNLYBK. (In Russian).

2. Sycheva I.V., Sychev S.M., Shpilev N.S., Potsepay S.N., 2022. *Osobennosti vyrashchivaniya stolovoy svekly i morkovi v usloviyakh yugo-zapadnoy chasti Tsentral'nogo regiona Rossiyskoy Federatsii* [Features of growing red beet and carrot in the conditions of the southwestern part of the Central region of the Russian Federation]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], no. 362(9), pp. 161-166, DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-161-166, EDN: WZAXGB. (In Russian).

3. Litvinenko R., 2025. *Tekhnologii pitaniya ovoshchnykh kul'tur na kapel'nom orosnenii* [Nutrition technologies for vegetable crops using drip irrigation]. *Agropromyshlennaya gazeta Yuga Rossii* [Agro-Industrial Newspaper of the South of Russia]. URL: <https://www.agropromyug.com/evrokhim/2285-tekhnologii-pitaniya-ovoshchnykh-kul'tur-na-kapel'nom-oroshenii.html?ysclid=mljb5naldu470646614> [accessed 05.02.2026]. (In Russian).

4. Ovchinnikov A.S., Pantyushina T.V., Saldaev A.M., 2010. *Osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya sladkogo pertsy pri kapel'nom orosnenii v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Features of sweet pepper cultivation technology under drip irrigation in the conditions of the Lower Volga region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Education], no. 2(18), pp. 21-27, EDN: MQHNPL. (In Russian).

5. Likhomanova M.A., Solovieva O.A., 2021. *Vliyanie sposobov poliva na effektivnost' vozdel'yvaniya ovoshchnykh kul'tur* [Influence of irrigation methods on efficiency of cultivation of vegetable crops]. *Izvestiya NV AUK* [Bullet. of NV AUK], no. 1(61), pp. 161-173, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-16, EDN: GNZTIH. (In Russian).

6. Nozdin I.V., Avdeenko S.S., 2023. *Biopreparaty pri proizvodstve stolovoy morkovi – put' poluchenii bezopasnoy produktsii* [Biopreparations in the production of table carrots – a way to obtain safe products]. *Organicheskoe sel'skoe khozyaystvo i biologizatsiya zemledeliya: materialy yezhegod. Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* [Organic Agriculture and Biologization of Farming: Proceed. of the Annual All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation]. Makhachkala, IP Magomedaliev, pp. 62-67, EDN: FQOZZK. (In Russian).

7. Seren K.D., Galleev R.R., 2013. *Biologicheskie resursy vozdel'yvaniya zernobobovykh kul'tur v usloviyakh sukhostepnoy zony Respubliki Tyva* [Biological resources for cultivating grain legumes in the dry-steppe zone of the Tuva Republic]. *Plodorodie* [Soil Fertility], no. 2(71), pp. 37-39, EDN: PXTXVX. (In Russian).

8. Akhmedov A.D., Grigorov S.M., Egorova G.S., Malyshev A.V., Yulin M.V., 2025. *Primenenie kapel'nogo orosheniya pri vozdel'yvanii ovoshchnykh kul'tur na oroshaemykh zemlyakh Volgo-Donskogo mezhdurech'ya* [Application of drip irrigation in cultivating vegetable crops on irrigated lands of the Volga-Don interriver area]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 4(51), pp. 55-62, DOI: 10.35809/2618-8279-2025-4-8, EDN: SAWLRY. (In Russian).

9. Pronko N.A., 2022. *Problemy oroshaemogo zemledeliya Povolzh'ya i ikh reshenie* [Problems of irrigated agriculture in the Volga region and their solution]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 11, pp. 24-30, DOI: 10.28983/asj.y2022i11pp24-30, EDN: TULSSB. (In Russian).

10. Mayer A.V., Penkova R.I., 2023. *Razrabotka meliorativnoy sistemy dlya malo-ob'yemnykh sposobov orosheniya pri vozdel'yvanii ovoshchnykh i sadovykh kul'tur* [Development of a reclamation system for low-volume irrigation methods for the cultivation of vegetable and garden crops]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Education], no. 2(70), pp. 201-209, DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-23, EDN: ZODRTO. (In Russian).

11. Petek M., Toth N., Pecina M., Karazlja T., Custic M., 2016. Macrominerals in Red Beet Root under Organic and Mineral Fertilization. *Agriculturae conspectus scientificus*, vol. 81, no. 3, pp. 173-179.

---

***Информация об авторах***

**В. Е. Кижяева** – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Приволжский, Российская Федерация, ave.61@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5319-3112;

**В. О. Пешкова** – ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, Приволжский, Российская Федерация, peshkova\_vk@mail.ru.

***Information about the authors***

**V. E. Kizhaeva** – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Privolzhsky, Russian Federation, ave.61@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5319-3112;

**V. O. Peshkova** – Leading Researcher, Candidate of Biological Sciences, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Privolzhsky, Russian Federation, peshkova\_vk@mail.ru.

*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 11.02.2026; одобрена после рецензирования 27.02.2026; принята к публикации 20.03.2026.*

*The article was submitted 11.02.2026; approved after reviewing 27.02.2026; accepted for publication 20.03.2026.*