

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 635.64:631.674.6

Влияние норм и способов высадки на рост, развитие и продуктивность томатов при капельном орошении в Крыму

Георгий Трифионович Балакай¹, Ирина Владимировна Гурина²,
Федор Геннадьевич Тагиров³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

²i-gurina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4045-3480>

³ftagirov@yandex.ru

Аннотация. Цель: исследование роста, развития и продуктивности томатов при разных нормах и способах высадки. **Материалы и методы.** Двухфакторный опыт проводился по общепринятым рекомендациям в 2022–2024 гг. Почвы – чернозем предгорный остаточно-карбонатный. Водный режим почвы на уровне 80 % НВ обеспечивался капельным орошением. Нормы удобрений определяли на планируемую урожайность. **Результаты и обсуждение.** Во все годы максимальные значения линейного роста наблюдались на вариантах АЗВ1 и АЗВ2, наименьшие – на вариантах А1В1 и А1В2. В 2022 г. все фазы развития ранее всего наступали у растений на контроле, на остальных вариантах – на 1–5 сут позже. В 2023 г. на вариантах АЗВ1 и АЗВ2 бутонизация началась на 2 сут раньше, цветение и созревание – на 4–6 сут позже контроля. На вариантах А2В1 и А2В2 бутонизация и созревание наступили на 1 сут, а цветение – на 3 и 4 сут позже контроля. Цветение на варианте А1В2 началось на 1 сут, а созревание – на 2 сут позже контроля. В 2024 г. в связи с поздней высадкой фаза «бутонизация» на контроле началась 28.05, на варианте А1В2 – на 1 сут, на вариантах А2В1 и А2В2 – на 3 сут позже. Цветение ранее всего началось на контроле, на остальных вариантах – на 1–5 сут позже. Созревание плодов ранее наступило также на контроле. Максимальная урожайность получена на варианте А2В2: в 2022 г. – 102,7 т/га, в 2023 г. – 103,2 т/га, в 2024 г. – 94,1 т/га, что на 7,4; 6,3 и 6,7 т/га больше контроля. **Выводы.** Максимальные показатели линейного роста наблюдались на вариантах АЗВ1 и АЗВ2 – 78,0 и 75,4 см, наименьшие на вариантах А1В1 и А1В2 – 70,8 и 71,2 см в среднем за 2022–2024 гг. Созревание плодов ранее всего наступало при высадке 47,6 и 57,1 тыс. шт./га. Максимальная продуктивность отмечалась при ленточной посадке нормой 57,1 тыс. шт./га – прибавка урожайности в среднем составила 6,8 т/га. Увеличение количества растений до 71,4 тыс. шт./га привело к падению продуктивности на 11,1 и 7,9 % независимо от способа посадки.

Ключевые слова: продуктивность, томат, рассадный метод возделывания, технология, норма высадки, способ высадки, капельное орошение

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 19 февраля 2025 г.).

Для цитирования: Балакай Г. Т., Гурина И. В., Тагиров Ф. Г. Влияние норм и способов высадки на рост, развитие и продуктивность томатов при капельном орошении в Крыму // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 103–119.



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

Original article

The influence of planting rates and methods on tomato growth, development and productivity under drip irrigation in Crimea

Georgiy T. Balakay¹, Irina V. Gurina², Fedor G. Tagirov³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

²i-gurina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4045-3480>

³ftagirov@yandex.ru

Abstract. Purpose: to study the growth, development and productivity of tomatoes at different planting rates and methods. **Materials and methods.** A two-factor experiment was conducted according to generally accepted recommendations in 2022–2024. Soils are foothill residual carbonate chernozem. The soil water regime at the level of 80 % of minimum water capacity was provided by drip irrigation. Fertilizer rates were determined based on the planned yield. **Results and discussion.** In all years, the maximum values of linear growth were observed in the A3B1 and A3B2 variants, the lowest – in the A1B1 and A1B2 variants. In 2022, all development phases occurred earliest in plants on the control, in other variants – 1–5 days later. In 2023, in the A3B1 and A3B2 variants, budding began 2 days earlier, flowering and ripening – 4–6 days later than in the control. In variants A2B1 and A2B2, budding and ripening began 1 day later, and flowering began 3 and 4 days later than in the control. In variant A1B2, flowering began 1 day later, and ripening began 2 days later than in the control. In 2024, due to late planting, the “budding” phase began on the control on 28.05, on variant A1B2 – 1 day later, on variants A2B1 and A2B2 – 3 days later. Flowering began earliest on the control, on the other variants – 1–5 days later. Fruit ripening also occurred earlier on the control. The maximum yield was obtained in the A2B2 variant: in 2022 – 102.7 t/ha, in 2023 – 103.2 t/ha, in 2024 – 94.1 t/ha, which is 7.4; 6.3 and 6.7 t/ha more than the control. **Conclusions.** The maximum linear growth rates were observed in the A3B1 and A3B2 variants – 78.0 and 75.4 cm, the lowest in the A1B1 and A1B2 variants – 70.8 and 71.2 cm on average for 2022–2024. Fruit ripening occurred earliest when planting 47.6 and 57.1 thousand pcs/ha. Maximum productivity was observed with strip planting at a rate of 57.1 thousand units/ha – the yield increase averaged 6.8 t/ha. Increasing the number of plants to 71.4 thousand units/ha led to a drop in productivity by 11.1 and 7.9 % regardless of the planting method.

Keywords: productivity, tomato, planting cultivation method, technology, planting rate, planting method, drip irrigation

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 19, 2025).

For citation: Balakay G. T., Gurina I. V., Tagirov F. G. The influence of planting rates and methods on tomato growth, development and productivity under drip irrigation in Crimea. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;95(1):103–119. (In Russ.).

Введение. Несомненной пользой для здоровья человека обладают овощи открытого грунта, собранные в летний или осенний периоды веге-

тации. Так, содержание витамина С в томатах открытого грунта в 2,2 раза больше, чем в выращенных в теплицах [1–3]. Насыщение рациона питания сезонными овощами, и в частности, томатом, как одной из наиболее распространенных овощных культур, позволяет повысить резистентность организма к неблагоприятным условиям окружающей среды [1, 3]. По мнению многих специалистов, дальнейшее наращивание объемов производства овощей открытого грунта, в том числе и томатов, невозможно без внедрения эффективных технологий их возделывания [4–8].

Одним из показателей эффективности агротехнологий считается продуктивность [9]. Немаловажным фактором повышения продуктивности томатов на мелиорированных землях является подбор оптимальных параметров возделывания – нормы высадки и способов посадки. Эти показатели определяются почвенно-климатическими условиями, особенностями возделываемого сорта или гибрида, обеспеченностью культур элементами питания, используемыми при выполнении операций технологического процесса сельскохозяйственными машинами [9, 10].

Исследованиями, проведенными в УНЦ «Липогорье» Пермского ГАТУ, установлено, что повышенные нормы высадки привели к увеличению высоты томатов и уменьшению количества соцветий и цветков в них, что, в конечном итоге, негативно сказалось на завязываемости плодов и продуктивности. При высадке 47 тыс. шт./га завязываемость в среднем составляла 76,6 %, при норме 39 тыс. шт./га – 78,5 %. Наилучшие биометрические показатели, а также завязываемость (91,5 %) были получены при высадке 33 тыс. растений томата «Челябинский метеорит» на 1 га [10].

По мнению Т. В. Соромотиной рациональная густота стояния растений может изменяться в широких пределах – 36–110 тыс. шт./га вследствие разных факторов, влияющих на рост и развитие томата [11].

По данным З. С. Шибзуховой и А. В. Шахмурзовой [12], норма высадки оказывает влияние и на формирование листовой поверхности томата.

При увеличенных нормах высадки площадь листовой поверхности растений уменьшается. В проведенных опытах максимальные значения этого параметра были получены при высадке 45 тыс. растений на 1 га, что, по мнению авторов, является оптимальным. Повышение нормы до 55 тыс. шт./га вызвало сокращение площади листовой поверхности на 25 % [12].

В условиях Республики Калмыкия исследовалось влияние различных схем посадки ($0,7 \times 0,7$ м; $0,8 \times 0,8$ м; $(0,9 + 0,5) \times 0,4$ м; $1,4 \times 0,2$ м) на рост, развитие и урожайность томата сортов «Новичок», «Моряна», «Новый-1» и «Калмыцкий жаростойкий». Наилучшие показатели продуктивности всех сортов были получены при возделывании томатов по схеме $1,4 \times 0,2$ м [13].

Исследованиями специалистов ФГБНУ «ВНИИ риса» в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края установлено, что загущенные посадки приводят к потере от 28 до 37 % продуктивности. Томаты консервных сортов при капельном орошении обеспечивают максимальную продуктивность при высадке 35,7–47,6 тыс. шт./га по схеме $(90 + 50)/2$ [14].

На орошаемых южных черноземах Николаевской области в среднем за два года исследований максимальная продуктивность томатов 116–118 т/га была получена при их посадке по схемам 140×15 и 152×15 см с нормами высадки 47,5 и 43,4 тыс. растений на 1 га [15].

Таким образом, анализ научных источников по данному вопросу показал отсутствие универсальных рекомендаций [9–15]. В связи с этим, цель наших исследований заключалась в изучении роста, развития и продуктивности томатов при разных нормах и способах высадки на мелиорированных землях.

Материалы и методы. Исследования проводились в Крымском филиале ФГБНУ «РосНИИПМ». Изучался сорт томатов «Новинка Приднестровья». Схема опыта приведена в таблице 1.

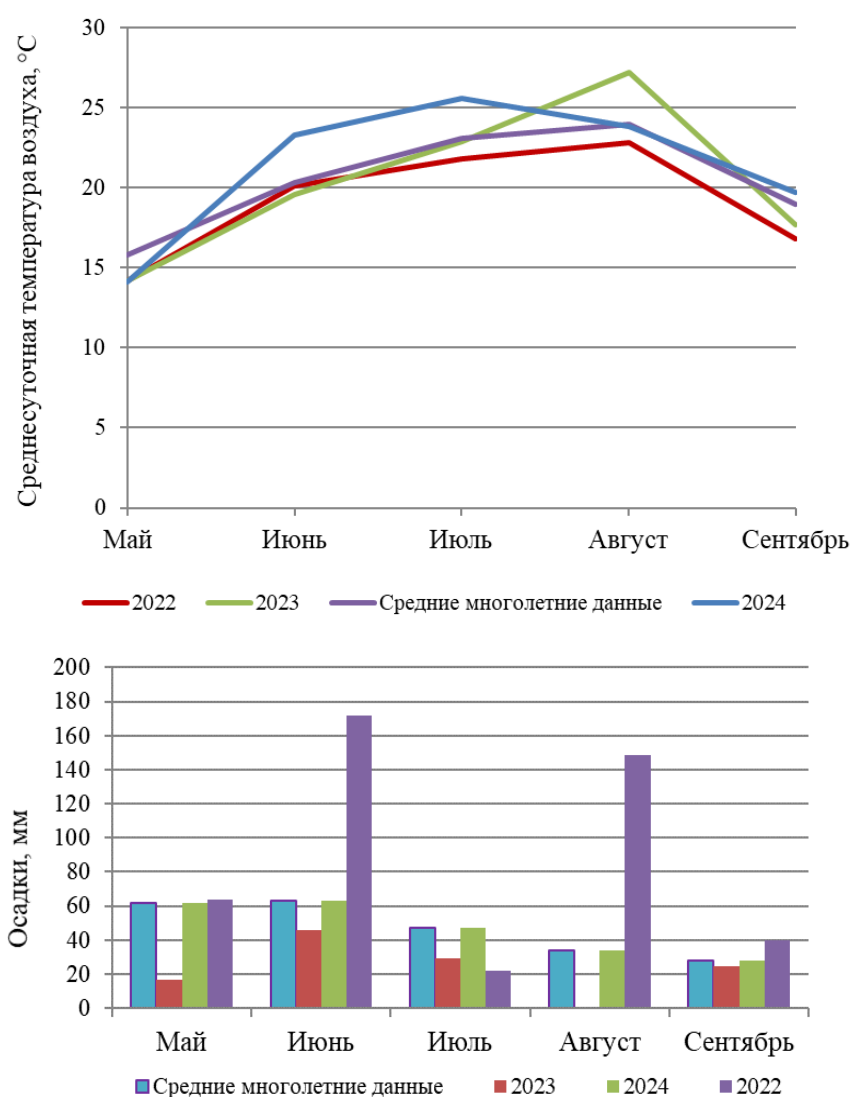
Почвы участка – чернозем предгорный остаточно-карбонатный. По степени обеспеченности питательными элементами и органическим веществом почвы являются хорошо обеспеченными.

Таблица 1 – Схема полевого опыта

Table 1 – Field experiment scheme

Вариант опыта	Норма высадки растений томатов (фактор А)	Способ посадки растений томатов (фактор В)
A1B1 (контроль)	47,6 тыс. шт./га	С шириной междурядий 0,7 м, расстояния в рядке 0,30 м
A1B2	47,6 тыс. шт./га	Ленточно 0,5 × 0,9 м
A2B1	57,1 тыс. шт./га	С шириной междурядий 0,7 м, расстояния в рядке 0,25 м
A2B2	57,1 тыс. шт./га	Ленточно 0,5 × 0,9 м
A3B1	71,4 тыс. шт./га	С шириной междурядий 0,7 м, расстояния в рядке 0,20 м
A3B2	71,4 тыс. шт./га	Ленточно 0,5 × 0,9 м

Результаты анализа климатических данных (рисунок 1) показали, что годы исследований отличались по влагообеспеченности: 2022 г. характеризовался как влажный, 2023 г. и 2024 г. – как крайне засушливые.



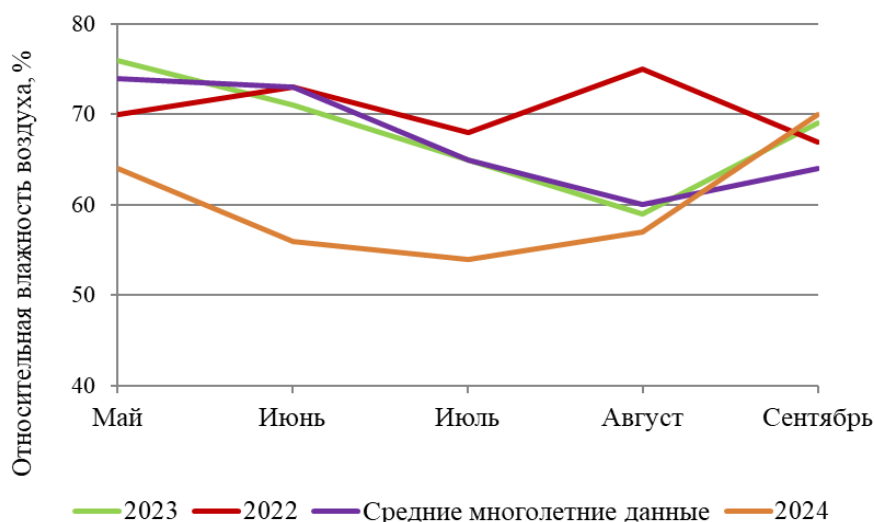


Рисунок 1 – Климатические данные 2022–2024 гг., м/с Белогорск
Figure 1 – Climate data for 2022–2024, m/s Belogorsk

В период проведения исследований на опытных делянках системой капельного орошения обеспечивался водный режим почвы на уровне 80 % НВ. В 2022 г. суммарно было выдано 1950 м³/га, в 2023 г. – 3360 м³/га, в 2024 г. – 3600 м³/га оросительной воды. На делянки вносили минеральные удобрения, которые рассчитывались на планируемую урожайность томатов 80 т/га.

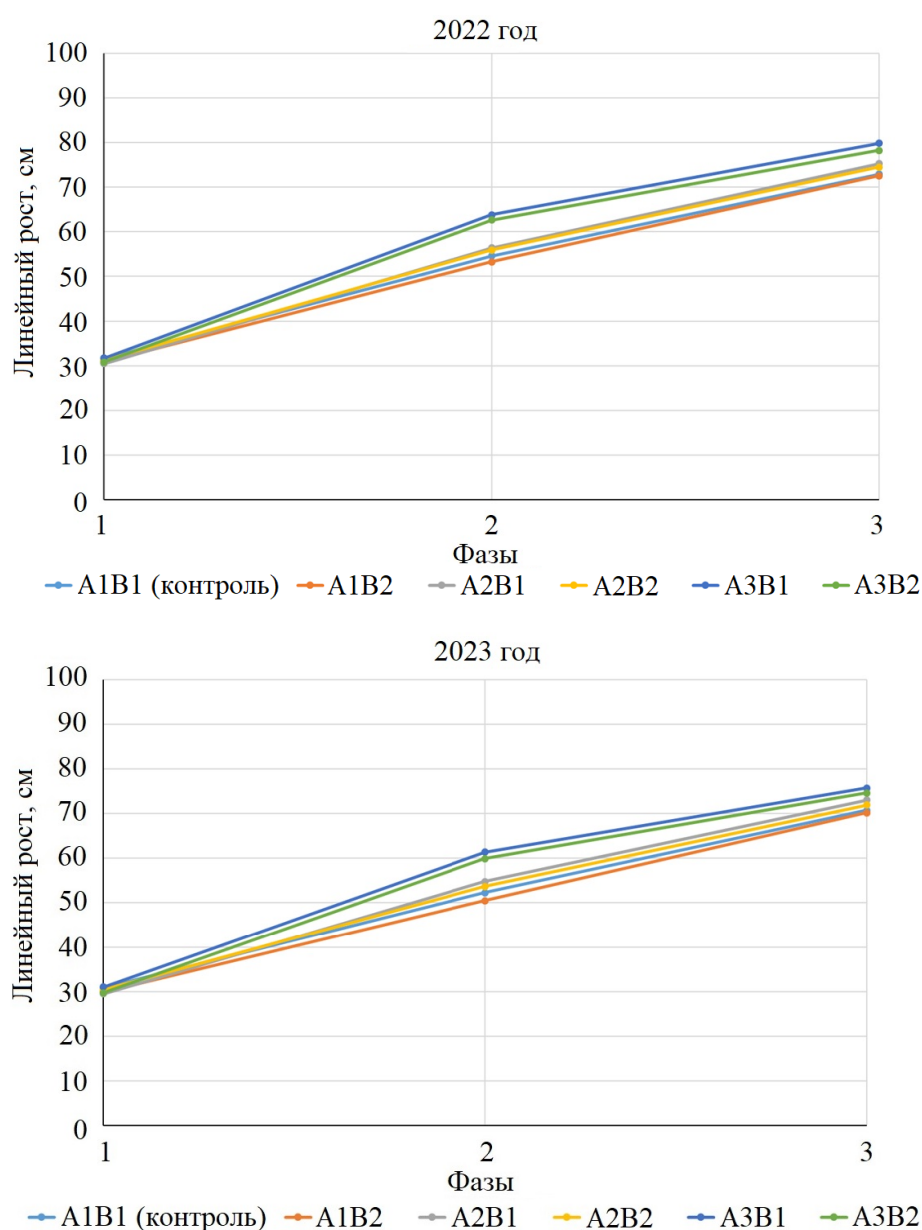
Исследования и статистическая обработка полученных опытных данных выполнялись в соответствии с общепринятыми рекомендациями¹.

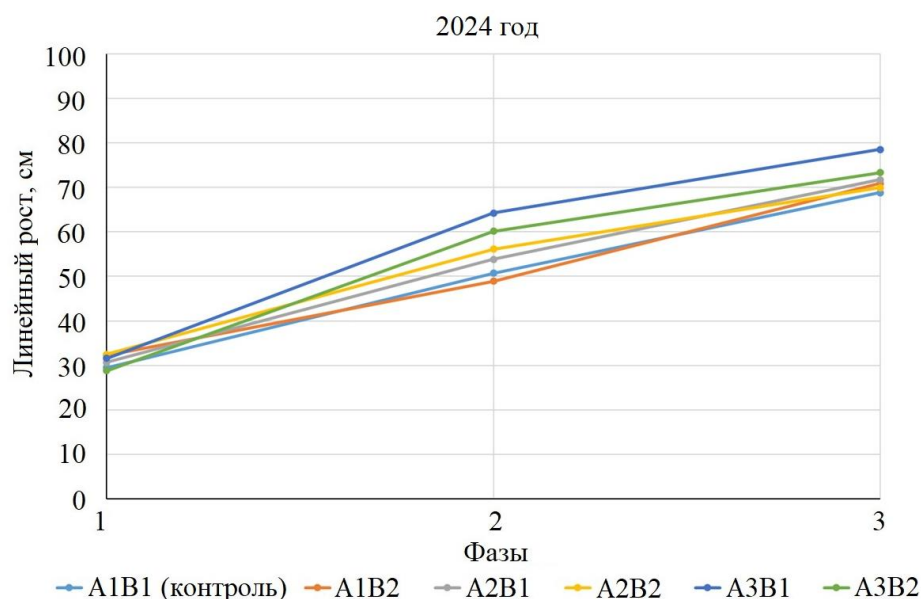
Результаты и обсуждение. Результаты изучения роста и развития томатов представлены на рисунке 2.

Анализ, представленных на рисунке 2 опытных данных, показал, что в 2022 г. максимальные значения наблюдались при высадке 71,4 тыс. шт./га. В период «начало цветения – образования первой завязи» линейный рост при посадке с шириной междурядий 0,7 м был в среднем на 9,2 см больше, а при ленточном способе – на 8,0 см больше контроля. В период «начало плодообразования – первый сбор урожая» при посадке с шириной междурядий 0,7 м – на 6,9 см больше, а при ленточной посадке – на 5,3 см больше, чем на контроле. При размещении 57,1 тыс. шт./га значения линейного

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

роста также были больше показателей контроля, но не столь существенно: в период «начало цветения – образования первой завязи» при широкорядной посадке – в среднем на 1,8 см, при ленточной – на 1,3 см; в период «начало плодообразования – первый сбор урожая» при ленточной – на 2,3 см. При широкорядной высадке нормой 47,6 тыс. шт./га в этот период, напротив, линейный рост был незначительно меньше, чем на контроле. В 2023 г. максимальные значения также отмечены при широкорядной посадке нормой 71,4 тыс. шт./га: в период «начало цветения – образование первой завязи» в среднем на 9,1 см, а в период «начало плодообразования – первый сбор урожая» – на 5,0 см больше контроля.





1 – высадка рассады – начало цветения, 2 – начало цветения – образование первой завязи, 3 – начало плодообразования – первый сбор урожая

1 – planting of seedlings – initial blossom, 2 – initial blossom – formation of the first fruit inception, 3 – beginning of fruit formation – first harvest

Рисунок 2 – Показатели линейного роста растений, 2022–2024 гг.

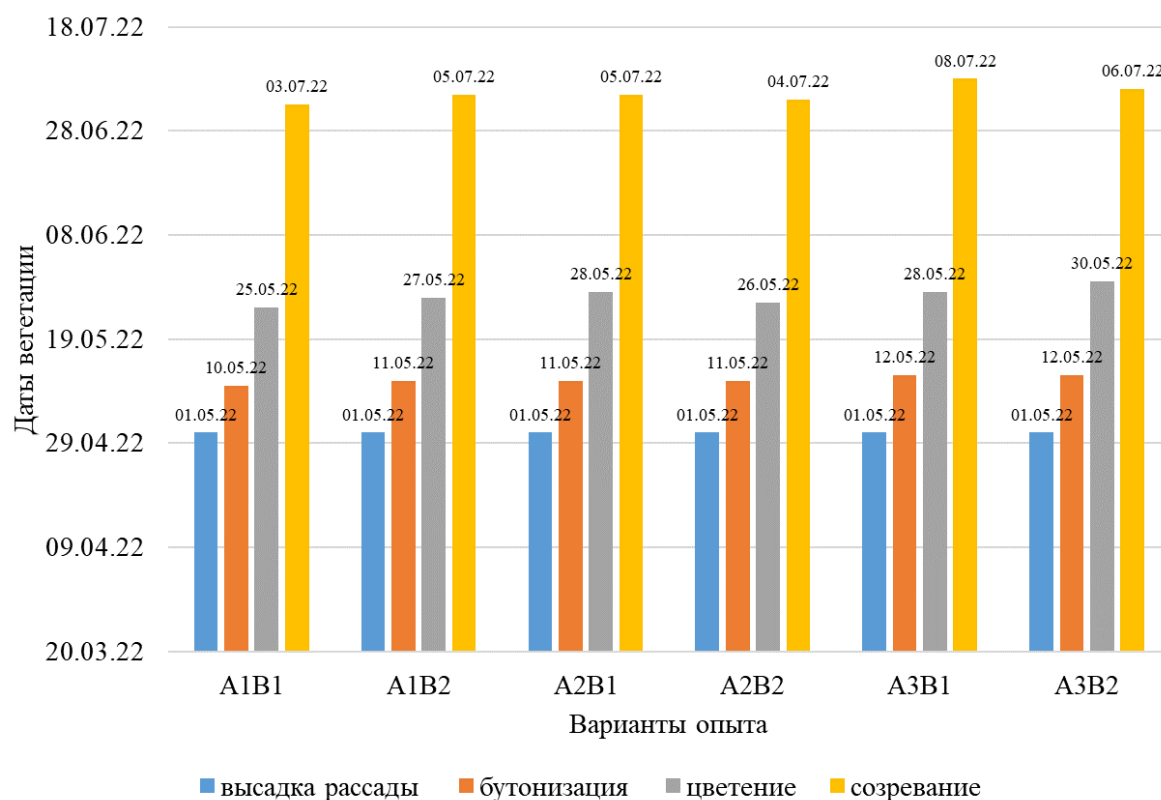
Figure 2 – Plants linear growth indicators, 2022–2024

Превышение значений рассматриваемого показателя над контрольным вариантом при ленточной посадке с такой же густотой стояния растений в период «начало цветения – образование первой завязи» в среднем составляло 7,6 см, а в период «начало плодообразования – первый сбор урожая» – 3,9 см. При густоте 57,1 тыс. шт./га на делянках с ленточным способом посадки в рассматриваемые периоды линейный рост растений был больше контроля в среднем на 1,4 и 1,2 см соответственно. При широкорядном способе посадки с такой же густотой стояния линейный рост растений был больше контроля в среднем на 2,5 и 2,3 см соответственно. Худшие показатели отмечались на варианте A1B2: в период «начало цветения – образование первой завязи» линейный рост был в среднем на 1,8 см, а в период «начало плодообразования – первый сбор урожая» – 0,5 см меньше контроля.

В 2024 г. в фазу «высадка рассады – начало цветения» наименьшие показатели линейного роста томатов отмечались при ленточной посадке

71,4 тыс. растений на 1 га. Наилучшие показатели, напротив, были установлены на делянках опыта с ленточной посадкой 57,1 и 47,6 тыс. шт./га соответственно. В период «начало цветения – образование первой завязи» показатели линейного роста томатов на всех вариантах варьировали от 48,9 до 64,2 см. Максимальные значения 64,2 и 60,1 см соответственно были зафиксированы при высадке 71,4 тыс. растений на 1 га. При густоте растений 57,1 тыс. на 1 га их линейный рост в среднем составлял 53,8 и 56,1 см соответственно. Наименьшие значения были установлены при ленточном способе посадки нормой 47,6 тыс. шт./га. В фазу «начало плодообразования – первый сбор урожая» максимальные значения линейного роста в среднем 78,5 и 73,3 см также отмечались при высадке 71,4 тыс. растений на 1 га. На вариантах, где были высажены 57,1 тыс. шт./га линейный рост томатов в среднем составлял 71,7 и 69,9 см, что на 2,9 и 1,1 см превышало показатели контроля. При высадке 47,6 тыс. шт./га линейный рост растений в этот период был в среднем на 2,1 см больше, чем на контроле.

Результаты фенологических наблюдений представлены на рисунке 3.



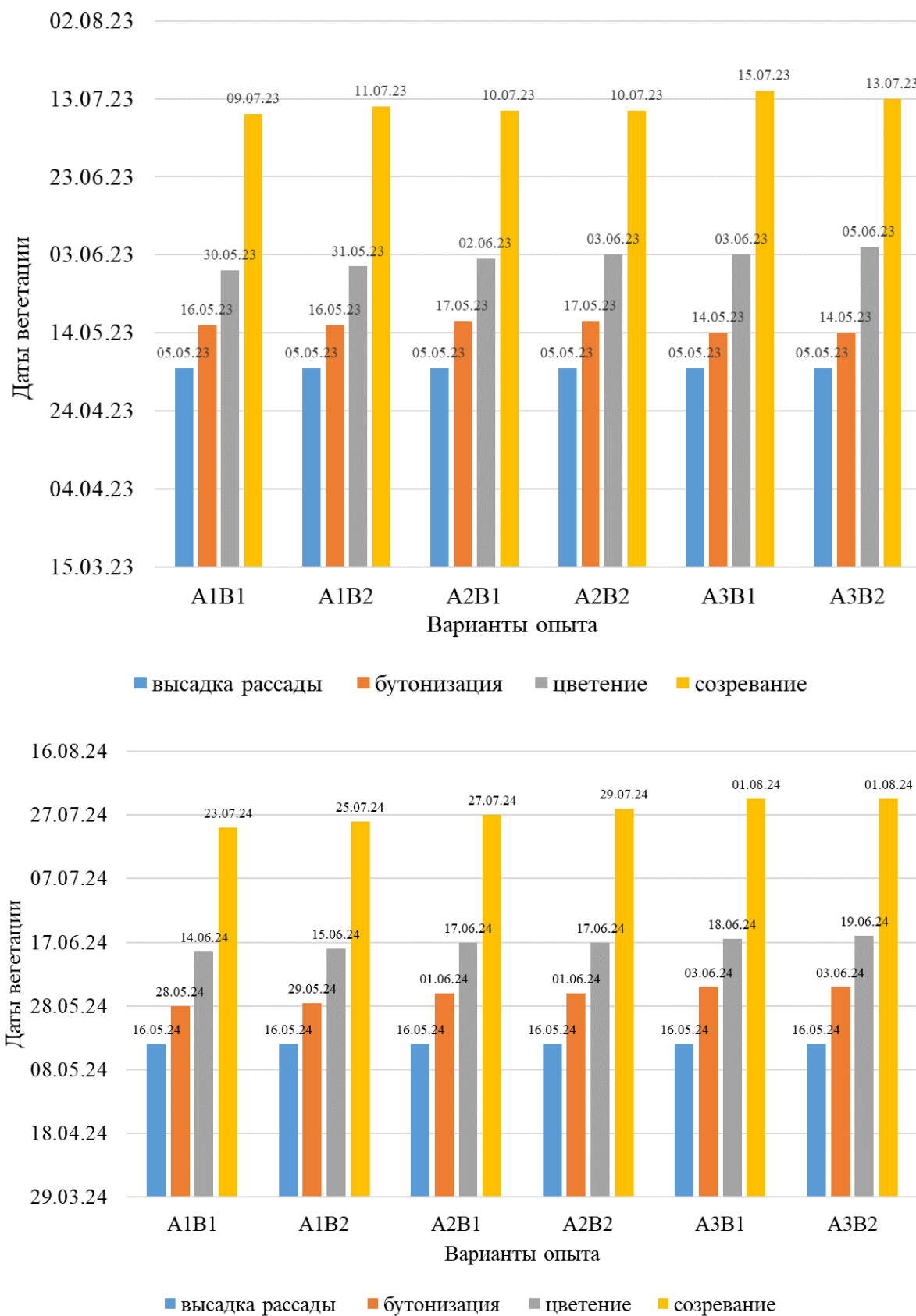


Рисунок 3 – Данные фенологических наблюдений, 2022–2024 гг.
Figure 3 – Phenological observation data, 2022–2024

В 2022 г. бутонизация раньше всего началась у растений контрольного варианта, на остальных вариантах – с опозданием на 1–2 сут. Фаза «цветение» также раньше всего наступила на контрольном варианте. На варианте А2В2 растения зацвели 26.05, на варианте А1В2 – 27.05. Позже всего этой фазы развития достигли растения на варианте А3В2 – 30.05. Фаза «созревание» ранее всего началась на контроле – 03.07. На вариантах А3В2 и А3В1 она наступила позже всего – 06.07 и 08.07 соответственно.

В 2023 г., напротив, на делянках вариантов А3В1 и А3В2 «бутонизация» началась на 2 сут раньше, чем на контроле. Период «цветения» на этих вариантах наступил на 3 и 4 сут позже контроля. Фаза «созревание» также наступила позже: на варианте А3В2 – 13.07, на варианте А3В1 – 15.07. У растений вариантов А2В1 и А2В2 бутонизация и созревание наступили на 1 сут, а цветение – на 3 и 4 сут позже контроля соответственно. На делянках варианта А1В2 растения зацвели на 1 сут позже контроля, а созревание было отмечено на 2 сут позже наступления этой фазы развития на контроле.

В 2024 г. в связи с поздней высадкой рассады из-за сложившихся погодных условий фаза «бутонизация» на контрольном варианте началась 28.05. На 1 сут позже она наступила на варианте А1В2, на 3 сут позже – на вариантах А2В1 и А2В2. Позже всего эта фаза развития наступила у растений томатов на вариантах А3В1 и А3В2. Фаза «цветение» также раньше всего началась у растений варианта А1В1. На остальных вариантах опыта она наступила с опозданием: на 1 сут – на варианте А1В2, на 3 сут – на вариантах А2В1 и А2В2, на 4 сут – на варианте А3В1, на 5 сут – на варианте А3В2. Созревание плодов на контроле наступило раньше, чем на остальных вариантах опыта. Позже всего эта фаза наступила на вариантах А3В1 и А3В2.

Данные по биологической урожайности томатов за 2022–2024 гг. представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Биологическая урожайность томатов по вариантам опыта
Table 2 – Biological yield of tomatoes according to experimental variants

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Средняя урожайность, т/га	Прибавка	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.		$\pm\Delta$, т/га	%
A1B1 (контроль)	95,3	96,9	87,4	93,2	—	—
A1B2	97,1	99,4	89,6	95,4	2,2	2,4
A2B1	99,2	100,5	92,5	97,4	4,2	4,5
A2B2	102,7	103,2	94,1	100,0	6,8	7,3
A3B1	87,3	85,2	76,1	82,9	–10,3	11,1
A3B2	89,8	87,3	80,3	85,8	–7,4	7,9
НСР ₀₅ , т						
по фактору А	2,9	2,3	2,3			
по фактору В	3,8	3,0	3,2			
частная АВ	5,3	4,1	4,2			

В 2022 г. максимальное значение биологической урожайности томатов было зафиксировано при ленточной посадке нормой 57,1 тыс. шт./га. Здесь в среднем было получено 102,7 т плодов с гектара, что на 7,4 т/га превысило показатели контрольного варианта. Несколько ниже была урожайность на вариантах A2B1 и A1B2 – 99,2 и 97,1 т/га, соответственно. Наименьшие значения биологической урожайности томатов изучаемого сорта были получены при высадке 71,4 тыс. растений на 1 га: при широко-рядном способе в среднем было собрано 87,3 т/га, при ленточном – 89,8 т/га. В 2023 г. максимальная биологическая урожайность томатов была также получена при ленточном способе посадки нормой 57,1 тыс. шт./га – 103,2 т/га, что на 6,3 т/га превысило показатели контроля, где было собрано 96,9 т плодов с 1 га. На вариантах A2B1 и A1B2 биологическая урожайность составила 100,5 и 99,4 т/га соответственно, что на 3,6 и 2,5 т/га превышало показатели контрольного варианта. Наименьшие значения биологической урожайности томатов 85,2 и 87,3 т/га соответственно были зафиксированы при высадке 71,4 тыс. шт./га широко-рядным и ленточным способами. В 2024 г. максимальная биологическая урожайность, как и в предыдущие годы исследований, была получена на варианте A2B2 – 94,1 т/га, что на 6,7 т/га превысило контроль. Несколько ниже была био-

логическая урожайность на варианте А2В1 – 92,5 т/га, что на 5,1 т/га превысило значение на контроле. На вариантах опыта с густотой растений 71,4 тыс. шт./га продуктивность была наименьшей – 76,1 и 80,3 т/га соответственно. Такая ситуация, очевидно, объясняется угнетением растений в уплотненных посадках.

Выводы. Анализ данных полевых исследований позволил установить, что максимальные показатели линейного роста растений наблюдались при высадке 71,4 тыс. шт./га. В среднем за годы исследований на вариантах А3В1 и А3В2 линейный рост растений в фазу «начало цветения – образование первой завязи» составлял 63,1 и 60,9 см, в фазу «начало плодообразования – первый сбор урожая» – 78,0 и 75,4 см соответственно. Наименьшие показатели были отмечены на вариантах с высадкой 47,6 тыс. шт./га: в фазу «начало цветения – образование первой завязи» составлял 52,5 и 51,0 см, в фазу «начало плодообразования – первый сбор урожая» – 70,8 и 71,2 см соответственно. При различных нормах высадки наименьшая высота растений была зафиксирована при ленточном способе посадки. Анализ данных фенологических наблюдений позволил установить различия в наступлении фаз роста и развития растений томатов на разных вариантах опыта. Во все годы исследований созревание плодов ранее всего наступало при нормах высадки 47,6 и 57,1 тыс. шт./га. Максимальная биологическая урожайность томатов отмечалась при ленточном способе высадки $0,5 \times 0,9$ м с нормой высадки растений 57,1 тыс. шт./га. Прибавка урожайности здесь в среднем составила 6,8 т/га. Увеличение количества растений на 1 га до 71,4 тыс. шт. привело к падению урожайности плодов на 11,1 и 7,9 % независимо от способа посадки растений.

Список источников

1. Карпухин М. Ю., Лезин М. С., Лезина В. А. Подбор овощей, плодов и ягод по витаминной ценности для функционального питания населения в регионах с высокой экологической нагрузкой // Аграрное образование и наука. 2023. № 1. С. 1–13. EDN: VYRRMH.

2. Солдатенко А. В., Борисов В. А. Экологическое овощеводство. М.: ФНЦО, 2022. 504 с. EDN: HBRGMW.

3. Медеяева А. Ю., Бухаров А. Ф., Трунов Ю. В. Сортимент овощных культур для создания продуктов питания функционального назначения: монография. Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2020. 159 с. EDN: LRMDGR.

4. Продовольственная независимость и технологический суверенитет России в отрасли овощеводства / В. Ф. Пивоваров, А. В. Солдатенко, О. Н. Пышная, Л. К. Гуркина, Е. В. Пинчук // Овощи России. 2024. № 3. С. 5–17. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-17>. EDN: TWEPPPL.

5. Гиш Р. А. Овощеводство открытого грунта юга России. Состояние и тенденции развития // Овощи России. 2021. № 4. С. 5–10. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-5-10>. EDN: НКСМСА.

6. Сурихина Т. Н., Рубцов А. А. Анализ современного состояния овощеводства Ростовской области // Картофель и овощи. 2023. № 5. С. 14–18. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.61.10.001>. EDN: JWDKWE.

7. Суханова И. Ф., Рамазанова Б. М. Роль и место овощеводства открытого грунта в агропромышленном комплексе страны // Учетно-аналитическое, налоговое и финансовое обеспечение развития АПК: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2023. С. 153–157. EDN: PFUSKB.

8. Магомедов А. М. Региональные проблемы развития овощеводства // Экономика и управление: проблемы, решения. 2021. Т. 5. № 11(119). С. 39–45. EDN: ONPHNF.

9. Шутов В. М., Кузнецова И. А., Кирюхина Т. А. Обзор индустриальных технологий производства овощей // Инновационные идеи молодых – десятилетию науки и технологий: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., г. Пенза, 30 нояб. 2023 г. Пенза: ПГАУ, 2023. Т. I. С. 559–563. EDN: QJYWF.

10. Незговорова А. А., Соромотина Т. В. Влияние густоты посадки на биометрические показатели растений сортов томата при выращивании на шпалере // Молодежная наука – 2023: технологии и инновации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, посвящ. Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации (Пермь, 10–14 апр. 2023 г.). В 3-х т. Т. 1. Пермь: ОТ и ДО, 2023. С. 132–135. EDN: JMVTRH.

11. Соромотина Т. В. Влияние возраста рассады и густоты посадки на урожайность детерминантного томата // Пермский аграрный вестник. 2017. № 2(18). С. 71–75. EDN: JMVTRH.

12. Шибзухова З. С., Шахмурзова А. В. Влияние густоты посадки и уровня минерального питания на биометрические показатели растений томата // Инновационные технологии отечественной селекции и семеноводства: сб. тезисов по материалам II науч.-практ. конф. молодых ученых Всерос. форума по селекции и семеноводству, Русское поле 2018, Краснодар, 24–25 окт. 2018 г. / отв. за вып. А. Г. Кощев. Краснодар: КубГАУ им. И. Т. Трубилина, 2018. С. 217–219. EDN: YULPFZ.

13. Батыров В. А., Гарьянова Е. Д. Влияние схемы посадки на формирование урожайности томата // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» / ПАФНЦ РАН. Соленое Займище, 2021. С. 23–25. EDN: WRASSV.

14. Козлова И. В. Влияние густоты стояния растений на урожай консервных сортов томата // Рисоводство. 2019. № 2(43). С. 66–72. EDN: YUNLUI.

15. Сидякина Е. В., Шангарь А. С. Влияние схемы посадки рассады на урожайность плодов томата в условиях капельного орошения Юга Украины // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2015. № 2(58). С. 75–78. EDN: TZLZYP.

References

1. Karpushin M.Yu., Lezin M.S., Lezina V.A., 2023. *Podbor ovoshchey, plodov i yagod po vitaminnoy tsennosti dlya funktsional'nogo pitaniya naseleniya v regionakh s vysokoy ekologicheskoy nagruzкой* [Selection of vegetables, fruits and berries according to vitamin value for functional nutrition of the population in regions with a high environmental load]. *Agrarnoe obrazovanie i nauka* [Agrarian Education and Science], no. 1, pp. 1-13, EDN: VYRRMH. (In Russian).
2. Soldatenko A.V., Borisov V.A., 2022. *Ekologicheskoe ovoshchevodstvo* [Ecological Vegetable Growing]. Moscow, FNCO, 504 p., EDN: HBRGMW. (In Russian).
3. Medelyaeva A.Yu., Bukharov A.F., Trunov Yu.V., 2020. *Sortiment ovoshchnykh kul'tur dlya sozdaniya produktov pitaniya funktsional'nogo naznacheniya: monografiy* [Sorting of Vegetable Crops for the Creation of Functional Food Products: monograph]. Michurinsk, Michurinsk State Agrarian University Publ., 159 p., EDN: LRMDGR. (In Russian).
4. Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V., 2024. *Prodovol'stvennaya nezavisimost' i tekhnologicheskii suverenitet Rossii v otrasli ovoshchevodstva* [Food independence and technological sovereignty of Russia in the vegetable growing industry]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable Crops of Russia], no. 3, pp. 5-17, <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-17>, EDN: TWEPL. (In Russian).
5. Gish R.A., 2021. *Ovoshchevodstvo otkrytogo grunta yuga Rossii. Sostoyanie i tendentsii razvitiya* [Open ground vegetable growing in the south of Russia. Status and development trends]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable Crops of Russia], no. 4, pp. 5-10. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-5-10>, EDN: HKCMCA. (In Russian).
6. Surikhina T.N., Rubtsov A.A., 2023. *Analiz sovremennogo sostoyaniya ovoshchevodstva Rostovskoy oblasti* [Analysis of the current state of vegetable growing in the Rostov region]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and Vegetables], no. 5, pp. 14-18. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.61.10.001>, EDN: JWDKWE. (In Russian).
7. Sukhanova I.F., Ramazanov B.M., 2023. *Rol' i mesto ovoshchevodstva otkrytogo grunta v agropromyshlennom komplekse strany* [The role and place of open-ground vegetable growing in the country's agro-industrial complex]. *Uchetno-analiticheskoe, nalogovoe i finansovoe obespechenie razvitiya APK: sb. st. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Recording-Analytical, Tax and Financial Provision for the Development of the Agro-Industrial Complex: Collect. of Articles of the III International Scientific and Practical Conference]. Saratov, pp. 153-157, EDN: PFUSKB. (In Russian).
8. Magomedov A.M., 2021. *Regional'nye problemy razvitiya ovoshchevodstva* [Regional problems of vegetable growing development]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and Management: Problems, Solutions], vol. 5, no. 11(119), pp. 39-45, EDN: ONPHNF. (In Russian).
9. Shutov V.M., Kuznetsova I.A., Kiryukhina T.A., 2023. *Obzor industrial'nykh tekhnologiy proizvodstva ovoshchey* [Overview of industrial vegetable production technologies]. *Innovatsionnye idei molodykh – desyatiletuyu nauki i tekhnologiy: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovative Ideas of the Young – for the Decade of Science and Technology: Proceed. of the International Scientific and Practical Conference]. Penza, PSAU, vol. I, pp. 559-563, EDN: QJYWF. (In Russian).
10. Nezgovorova A.A., Soromotina T. V., 2023. *Vliyanie gustoty posadki na biometricheskie pokazateli rasteniy sortov tomatov pri vyrashchivani na shpalere* [Influence of planting density on the biometric indicators of tomato varieties grown on a trellis]. *Molodozhnaya nauka – 2023: tekhnologii i innovatsii. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchonykh, aspirantov i studentov, posvyashchennoy Desyatiletuyu nauki i tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii. V 3 t. T. 1* [Youth science – 2023: Technologies and Innovations. Proceed.

of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Graduate Students and Students, Dedicated to the Decade of Science and Technology in the Russian Federation]. In 3 vol. Vol. 1. Perm, FROM AND TO Publ. pp. 132-135, EDN: JMVTPH. (In Russian).

11. Soromotina T.V., 2017. *Vliyanie vozrasta rassady i gustoty posadki na urozhaynost' determinantnogo tomata* [Influence of seedlings sprouts age and planting density on the yield of determinant tomato]. *Permskiy agrarnyy vestnik* [Perm Agrarian Bulletin], no. 2(18), pp. 71-75, EDN: JMVTPH. (In Russian).

12. Shibzukhova Z.S., Shakhmurzova A.V., 2018. *Vliyanie gustoty posadki i urovnya mineral'nogo pitaniya na biometricheskie pokazateli rasteniy tomata* [Effect of planting density and mineral nutrition level on the biometric parameters of tomato plants]. *Innovatsionnye tekhnologii otechestvennoy seleksii i semenovodstva. Sbornik tezisov po materialam II nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh Vserossiyskogo foruma po seleksii i semenovodstvu* [Innovative Technologies of Domestic Breeding and Seed Production: Collection of Abstracts of the II Scientific and Practical Conference of Young Scientists of the All-Russian Forum on Breeding and Seed Production]. Krasnodar, KubGAU named after I. T. Trubilin, pp. 217-219, EDN: YULPFZ. (In Russian).

13. Batyrov V.A., Gar'yanova E.D., 2021. *Vliyanie skhemy posadki na formirovanie urozhaynosti tomata* [Influence of planting pattern on tomato yield formation]. *Nauchnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: sbornik materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. posvyashchennoy pamyati akademika RAN V. P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FGBNU «PAFNTs RAN»* [Scientific Support for Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex: Proceed. of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Memory of RAS Academician V.P. Zvolinsky and the 30th Anniversary of the Establishment of the Caspian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaimishche, pp. 23-25, EDN: WRASSV. (In Russian).

14. Kozlova I.V., 2019. *Vliyanie gustoty stoyaniya rasteniy na urozhay konservnykh sortov tomata* [Impact of plant density on the yield of canning tomato varieties]. *Risovodstvo* [Rice Growing], no. 2(43), pp. 66-72, EDN: YUNLUI. (In Russian).

15. Sidyakina E.V., Shangar A.S., 2015. *Vliyanie skhemy posadki rassady na urozhaynost' plodov tomata v usloviyakh kapel'nogo orosheniya Yuga Ukrainy* [Influence of seedling planting scheme on tomato fruit yield under drip irrigation in the South of Ukraine]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(58), pp. 75-78, EDN: TZLZYP. (In Russian).

Информация об авторах

Г. Т. Балакай – главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, balakaygt@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-8021-6853;

И. В. Гурина – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, i-gurina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4045-3480;

Ф. Г. Тагиров – директор филиала, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ftagirov@yandex.ru.

Information about the authors

G. T. Balakay – Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, balakaygt@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-8021-6853;

I. V. Gurina – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Rus-

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 103–119.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2025. Vol. 95, no. 1. P. 103–119.

sian Federation, i-gurina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4045-3480;

F. G. Tagirov – Division Director, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, ftagirov@yandex.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 21.01.2025; одобрена после рецензирования 20.03.2025; принята к публикации 04.04.2025.

The article was submitted 21.01.2025; approved after reviewing 20.03.2025; accepted for publication 04.04.2025.