

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 633.492:631.67

Влияние режима увлажнения на урожайность батата при возделывании в Ростовской области

Дмитрий Викторович Золотухин¹, Георгий Трифионович Балакай²

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

¹balakaygt@ramdler.ru

²balakaygt@ramdler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

Аннотация. Цель: изучить влияние режима увлажнения почвы на урожайность батата в условиях Ростовской области. Приводится обзор возделывания батата (*Ipomea batatas* Lam.) в мире и перспектив его возделывания в России. **Материалы и методы.** Высаживался сорт батата Сухумский по схеме с шириной междурядий 1,3 м и расстоянием в ряду 0,3 м, норма высадки рассады составила около 26 тыс. растений на 1 га. Посадка в поле производилась при достижении температуры почвы на глубине 0,1 м 15–16 °С с 16 по 18 мая 2024 г. в гребни, накрытые полиэтиленовой пленкой с вырезами. Пленка накрывала полностью и междурядья. Изучался режим увлажнения почвы с поддержанием предполивного порога влажности в контрольном варианте 1 (1,0 т) 80 % наименьшей влагоемкости в слое 0,6 м, в варианте 2 поливная норма уменьшалась до 0,8 т, в варианте 3 – до 0,6 т. Поливы осуществлялись системами капельного орошения. Наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам. **Результаты.** Установлено, что при поливах системами капельного орошения с поддержанием влажности почвы выше 80 % наименьшей влагоемкости растения батата в большей степени увеличивают показатели роста и развития, массу растений, снижение поливной нормы и влажности почвы в варианте 2 до 0,8 т, в варианте 3 – до 0,6 т приводит к уменьшению массы растений. **Выводы.** В условиях сухого года (гидротермический коэффициент был равен 0,44) более благоприятные условия создаются при поддержании влажности почвы выше 80 % наименьшей влагоемкости в слое 0,6 м в течение всей вегетации, урожайность батата может достигать 70–75 т/га.

Ключевые слова: батат, *Ipomea batatas* Lam., режим орошения, выживаемость растений, масса растений, клубни, урожайность, прибавка урожая

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: Золотухин Д. В., Балакай Г. Т. Влияние режима увлажнения на урожайность батата при возделывании в Ростовской области // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 91–102.

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

Original article

The influence of moisture regime on sweet potato yield in Rostov region



Dmitry V. Zolotukhin¹, Georgiy T. Balakay²

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

¹balakaygt@rambler.ru

²balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

Abstract. Purpose: to study the effect of soil moisture regime on sweet potato yield in Rostov region. An overview of sweet potato (*Ipomea batatas* Lam.) cultivation in the world and prospects for its cultivation in Russia is provided. **Materials and methods.** Sweet potato variety Sukhumsky was planted according to the scheme with a row spacing of 1.3 m and a distance in a row of 0.3 m, the planting rate of seedlings was about 26 thousand plants per 1 ha. Planting in the field was carried out when the soil temperature at a depth of 0.1 m reached 15–16 °C from 16th to 18th May, 2024, in ridges covered with polyethylene film with cuts. The film completely covered the row spacings. The soil moistening regime was studied with maintaining the pre-irrigation moisture threshold in the control variant 1 (1.0 m) of 80 % of the lowest moisture capacity in the 0.6 m layer, in variant 2 the irrigation rate was reduced to 0.8 m, in variant 3 – to 0.6 m. Irrigation was carried out by drip irrigation systems. Observations and records were carried out according to generally accepted methods. **Results.** It was found that with drip irrigation systems with maintaining soil moisture above 80 % of the lowest moisture capacity, sweet potato plants increase growth and development indicators and plant weight to a greater extent, a decrease in the irrigation rate and soil moisture in variant 2 to 0.8 m, in variant 3 – to 0.6 m leads to a decrease in plant weight. **Conclusions.** In dry year conditions (hydrothermal coefficient equal to 0.44) more favorable conditions are created by maintaining soil moisture above 80 % of the lowest moisture capacity in the 0.6 m layer throughout the growing season, sweet potato yield can reach 70–75 t/ha.

Keywords: sweet potato, *Ipomea batatas* Lam., irrigation regime, plant survival, plant weight, tubers, yield, yield increase

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: Zolotukhin D. V., Balakay G. T. The influence of moisture regime on sweet potato yield in Rostov region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;95(1):91–102. (In Russ.).

Введение. Батат относится к клубненосным культурам, к которым относится картофель, ямс и собственно батат (*Ipomea batatas* Lam.). Он широко распространен во всем мире, используется в питании людей, на корм животным, перерабатывается в легкой промышленности с получением крахмала, спирта и других продуктов, используется в медицине, так как имеет низкий гликемический индекс, рекомендован для лиц с диабетом, способен стимулировать и регулировать производство организмом инсулина, может использоваться как техническая культура.

Батат относится к семейству вьюнковых (*Convolvulaceae* L.). В это семейство входит более 400 видов, из которых культивируется один вид

I. batatas. Это многолетнее, тропическое растение. Наиболее благоприятная температура для роста и развития батата – плюс 25–35 °С, эта культура требовательна к плодородию почвы и условиям увлажнения. По мнению многих ученых, батат – это культура, которая может прокормить мир [1–3]. Это связано с высоким качеством клубней, в 100 г продукта содержится около 77,28 г воды, 1,57 г белка, углеводов 20,12 г (крахмала 12,65 г и сахара 4,18 г), пищевых волокон 3 г, витамины: А, В (В1, В2, В3, В6, В9), С и К.

Батат успешно выращивается на всех континентах. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в 2013 г. посевные площади в мире составляли 8,2 млн га, с которых было собрано более 103 млн т клубней батата при средней урожайности 12,5 т/га. Наибольшие площади были размещены в Азии, где основным производителем является Китай – с площади 3,35 млн га было собрано 70,5 млн т клубней, средняя урожайность составила 21,05 т/га. Однако производство батата в этой стране сокращается, и в 2022 г. было произведено только 46,6 млн т.

В странах Африки в 2013 г. произвели 20 млн т батата. Основное производство размещено в Западной Африке в трех ведущих странах – производителях батата: Нигерии, Гане и Кот-д'Ивуаре. Эта культура обеспечивает продовольственную безопасность данных стран [4], однако валовое производство увеличивается экстенсивно в основном за счет роста посевных площадей, поэтому урожайность снизилась с 10,3 т/га в 2009 г. до 8,37 т/га в 2019 г. [5, 6].

По мнению многих ученых, на уменьшение производства батата в некоторых странах влияет изменение климата (повышение температуры и ухудшение условий увлажнения) [7, 8].

Главной причиной снижения урожайности в странах Африки является обеднение почвы вследствие ее деградации и экстенсивного ведения производства в основном за счет ручного труда и без внесения удобрений, поэтому требуются интенсификация и совершенствование всех элементов

технологии возделывания, приспособление к изменяющемуся климату. Важную роль в повышении урожайности играет орошение батата. Оно увеличивает площадь листовой поверхности и стимулирует процессы фотосинтеза [9–12]. Одни авторы считают, что орошение и удобрение должно быть достаточным в течение всей вегетации [11], а другие отмечают, что особенно важно иметь достаточное увлажнение в конце сезона, причем расчетная норма воды должна быть больше эвапотранспирации на 25 % [12], дефицит воды наносит больший вред, чем недостаток удобрений [11].

Учеными доказано, что даже при изменении элементов климата в сторону неблагоприятных имеется возможность увеличить урожайность за счет интенсификации производства, адаптации сортов и технологии, повышения плодородия почвы, механизации процессов выращивания [8] и других мероприятий.

В Европе батат тоже нашел свою нишу в питании, где возделывается уже несколько столетий. В настоящее время наибольшие площади размещены в Испании, Италии, Франции, однако в связи с высокими затратами на производство большая часть потребляемого батата импортируется, поставляется из Египта, США и Китая при средней стоимости от 0,5 до 1,0 евро за 1 кг.

Общий объем импорта и торговли между европейскими странами в 2021 г. оценивается в 590 тыс. т на сумму 478 млн евро. По данным команды фирмы Sky Minder Sales Enablement Team от 30 мая 2024 г. (<https://www.cbi.eu/market-information/fresh-fruit-vegetables/sweet-potatoes-0/market-potential>), в 2022 г. США были ведущими экспортерами батата (24,7 % от всего объема мирового экспорта). Экспорт осуществлялся в основном в Канаду, Нидерланды и Великобританию.

Возникает вопрос — чем же интересна эта культура для России, в которой картофель широко распространен и является вторым хлебом. Батат имеет свои особенности по вкусовым и питательным качествам, может

расширить рацион и со временем занять достойное место в пищевой цепочке. Интродукция сортов батата позволила в прошлом возделывать его на небольших площадях на юге СССР, в республиках с достаточной тепло-влажнообеспеченностью. Интродукция, адаптация и селекция расширили перечень существующих сортов и ареал его возделывания в России, и теперь культура успешно возделывается в средней полосе, в Удмуртии, на юге страны. Но, к сожалению, промышленного производства батата в России нет, им занимаются отдельные любители на дачных участках.

Научные сотрудники ФГБНУ «РосНИИПМ» в 2024 г. провели рекогносцировочные опыты по возделыванию батата на орошаемых землях в условиях Ростовской области. Цель – изучить влияние режима увлажнения почвы на рост, развитие и урожайность батата.

Материалы и методы. Высаживался сорт батата Сухумский по схеме с шириной междурядий 1,3 м и расстоянием в ряду 0,3 м, норма высадки рассады составила около 26 тыс. растений на 1 га. Рассаду получали из клубней батата прошлого года в тепличных условиях, путем проращивания клубней, отделения проросших стеблей и посадки их в горшки для дальнейшего доращивания. Посадка в поле производилась рассадой при достижении температуры почвы на глубине 0,1 м 15–16 °С с 16 по 18 мая 2024 г. в гребни, накрытые полиэтиленовой пленкой с вырезами. Пленка накрывалась полностью и междурядья. Изучался режим увлажнения почвы с поддержанием предполивного порога влажности почвы в контрольном варианте 1 (1,0 т) 80 % наименьшей влагоемкости (НВ) в слое 0,6 м, в варианте 2 поливная норма уменьшалась до 0,8 т, в варианте 3 – до 0,6 т, и для возможности определения прибавки урожая от орошения в варианте 4 поливы не производились. Поливы осуществлялись системами капельного орошения поливными трубками диаметром 16 мм, толщина стенок 8 mils, расход 1,6 л/ч, давление 1–1,5 бара. Площадь делянок 100 м², повтор-

ность четырехкратная. Наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам^{1, 2}.

Результаты и обсуждение. Растения батата после посадки рассады в первые 10 сут развивали корневую систему, поэтому в начальный период (10 сут) отмечались малые темпы линейного роста, например, в варианте 1 0,3–0,6 см/сут, в период бутонизации (через 28 сут после посадки) темпы прироста возросли до 0,9–1,0 см/сут, в начале цветения (через 50 сут после посадки) – до 1,2–1,3 см/сут, в начале образования корнеплодов (70-е сутки) до 1,4–1,5 см, на 95-е сутки прирост центральной плети уменьшился до 1,1–1,2 см/сут, боковые побеги продолжали расти. К периоду созревания у растений меняется цвет листьев с темно-зеленых на оттенки красного и фиолетового цвета, и они начинают увядать (рисунок 1).

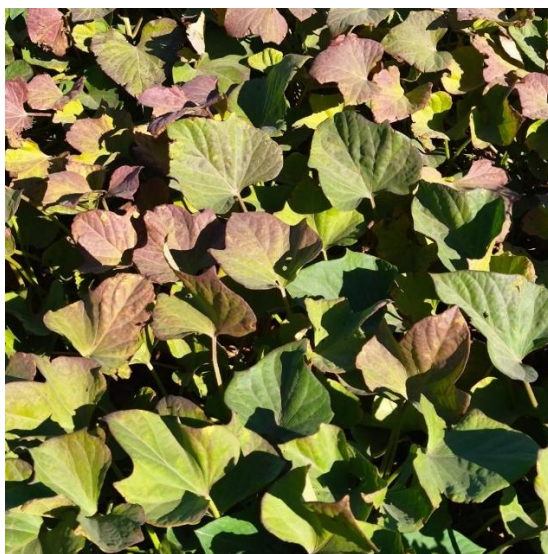


Рисунок 1 – Общий вид посевов батата в период созревания, п. Ключевой, 2024 г. (автор фото Г. Т. Балакай)

Figure 1 – General view of sweet potato crops during the ripening period, Klyuchevoy settlement, 2024 (photo by G. T. Balakai)

Учеты урожая проводили 5–6 октября, когда среднесуточная температура достигла 12–15 °С. Отмечено, что при нормальных условиях ув-

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс, 2014. 351 с.

²Новикова И. В., Сенчуков Г. А., Шкура В. Н. Нормирование водопотребности сельскохозяйственных культур. Новочеркасск, 2014. 94 с. EDN: SCDZRR.

лажнения в вариантах 1,0 и 0,8 т листья не увядали, а только меняли цвет на оттенки красного и фиолетового.

Вид клубней батата представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Выкопанные клубни батата, вариант 1, п. Ключевой, 2024 г. (автор фото Д. В. Золотухин)

Figure 2 – Sweet potato tubers, dug up, option 1, Klyuchevoy settlement, 2024 (photo by D. V. Zolotukhin)

Учет массы растений перед уборкой показал, что в сухом 2024 г. масса растений была самой высокой в варианте 1 при поддержании предполивного порога влажности выше 80 % НВ – 10,9 кг/м², а с ухудшением условий увлажнения она уменьшалась в варианте 2 до 8,98 кг/м², в варианте 3 – до 3,76 кг/м², а в варианте 4 без орошения снизилась до 1,59 кг/м² (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние режима увлажнения почвы на формирование массы растений батата, 2024 г.

Table 1 – Effect of soil moisture regime on the formation of sweet potato plant mass, 2024

Вариант	Масса растений, кг/м ²			Соотношение в %	
	Всего	В т. ч.		Стебли	Корнеплоды
		стебли	корнеплоды		
1) 1 т (контроль)	10,90	3,28	7,63	30,1	69,9
2) 0,8 т	8,30	2,88	5,42	34,7	65,3
3) 0,6 т	4,26	2,49	1,78	58,4	41,7
4) без орошения	2,01	1,22	0,79	60,7	39,3

Такая же закономерность сохранилась и при рассмотрении массы корнеплодов. Они уменьшались с 7,63 кг/м² в варианте 1 до 0,79 кг/га в варианте 4. Изменялись соотношения масс стеблей и корнеплодов: с ухудшением условий увлажнения увеличивалась доля стеблей с 30,1 % в варианте 1 до 60,7 % в варианте 4, корнеплодов формировалось больше до 69,9 % от всей массы растения при достаточном увлажнении в варианте 1.

Учеты урожая провели вручную в первой декаде октября при наступлении среднесуточной температуры воздуха 15 °С после предварительного удаления стеблей и механизированной подкопки батата скобой в гребнях на глубину 35 см (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние режима увлажнения почвы на биологическую урожайность батата, п. Ключевой, 2024 г.

Table 2 – Effect of soil moisture regime on biological yield of sweet potato, Klyuchevoy settlement, 2024

Вариант	Урожайность клубней, т/га	Прибавка урожая (от орошения)	
		в т/га	в разы
1) 1 <i>m</i> (контроль)	76,3	68,4	8,7
2) 0,8 <i>m</i>	54,2	46,3	5,9
3) 0,6 <i>m</i>	17,8	9,9	1,2
4) без орошения	7,9	–	–
НСР ₀₅ , т	4,2	–	–

Более высокой урожайность клубней батата 76,3 т/га была в варианте 1 при поддержании предполивной влажности почвы выше 80 % НВ в слое 0,6 м. С уменьшением поливных норм в вариантах 0,8 и 0,6 *m* урожайность уменьшилась до 54,2 и 17,8 т/га, т. е. на 34,9 и 76,7 %, соответственно. Урожай, по сравнению с вариантом 4, увеличился в варианте 1 в 8,7 раза, в варианте 2 – в 5,9 раза и в варианте 3 – в 1,2 раза.

Изменились показатели выживаемости растений, количество клубней на одно растение и масса одного клубня (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние режима увлажнения почвы на выживаемость растений, количество клубней на одном растении и среднюю массу одного клубня, п. Ключевой, 2024 г.

Table 3 – Effect of soil moisture regime on plant survival, number of tubers per plant and average weight of one tuber, Klyuchevoy settlement, 2024

Вариант	Сохранилось плодоносящих растений к уборке		Количество клубней на 1 растении, шт.	Средняя масса 1 клубня, г/шт.
	шт./га	%		
1) 1 <i>m</i> (контроль)	23590	96	12,0	258
2) 0,8 <i>m</i>	23782	93	6,9	339
3) 0,6 <i>m</i>	21603	84	3,2	261
4) без орошения	13846	54	3,0	166

Подсчеты количества растений, сохранившихся от всего посаженного количества рассады (25641 шт./га при ширине междурядий 1,3 м и расстоянии в ряду между растениями 0,3 м), позволили определить выживаемость растений (количество сохранившихся и плодоносивших растений при уборке). Данные показывают, что при ухудшении увлажнения снижается как урожайность, так и выживаемость растений, последняя составила 96 % в варианте 1 (1,0 *m*) при поддержании влажности почвы выше 80 % НВ, в варианте 2 – 93 % при снижении поливной нормы до 0,8 *m* и в варианте 3 при снижении поливной нормы до 0,6 *m* – 84 %. В варианте 4 без орошения сохранилось плодоносящих растений всего 54 %.

Наблюдается такая же закономерность и при рассмотрении показателей количества клубней на одно растение и средней массы одного клубня. Так, количество клубней уменьшается с 12,0 шт. в варианте 1 до 3,2 шт. в варианте 3 и 3,0 шт. в варианте 4. В таком же порядке уменьшается средняя масса одного плода с 258 г в варианте 1 до 166 г в варианте 4. Отмечено также, что при уменьшении влагообеспеченности растений с 1,0 *m* (вариант 1) до 0,8 *m* в варианте 2 снижается количество плодов с 12,0 до 6,9 шт., но одновременно с этим масса одного плода увеличивается с 258 до 339 г при стандартной массе одного товарного плода 200–300 г.

Выводы. Таким образом, батат является перспективной клубненосной культурой для возделывания на орошаемых землях Ростовской области, он способен формировать биологическую урожайность на уровне 70–75 т/га при поливе системами капельного орошения и поддержании предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,6 м за счет формирования растений с большей массой одного растения до 10,9 кг/м², в т. ч. клубней 7,63 кг/м², и количества клубней 12 шт. на одно растение со средней массой 258 г. Ухудшение режима увлажнения почвы (варианты 2, 3) приводит к значительному снижению урожайности с 76,3 т/га в варианте 1 до 54,2 т/га в варианте 2 и 17,8 т/га в варианте 3, но по сравнению с вариантом без орошения в сухом 2024 г. урожай был соответственно в 5,9 и 1,2 раза выше.

Список источников

1. The impact of climate change on Yam (*Dioscorea alata*) yield in the savanna zone of West Africa / A. K. Srivastava, T. Gaiser, H. Paeth, F. Ewert // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2012. Vol. 153. P. 57–64. DOI: 10.1016/j.agee.2012.03.004.
2. Climate variability and yam production: Nexus and projections / G. Okongor, C. Njoku, P. Essoka, J. Efiog // *Sarhad Journal of Agriculture*. 2021. Vol. 37. DOI: 10.17582/journal.sja/2021/37.2.406.418. EDN: GUKEXL.
3. Sustainable intensification: What is its role in climate smart agriculture? / B. M. Campbell, P. Thornton, R. Zougmore, P. van Asten, L. Lipper // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2014. Vol. 8. P. 39–43. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.07.002.
4. Bini V. Food security and food sovereignty in West Africa // *African Geographical Review*. 2018. Vol. 37. P. 1–13. DOI: 10.1080/19376812.2016.1140586.
5. Sustainable intensification and climate-smart yam production for improved food security in West Africa: A review / E. Owusu Danquah, F. O. Danquah, F. Frimpong, K. O. Dankwa, C. K. Weebadde, S. A. Ennin, M. O. O. Asante, M. B. Brempong, H. A. Dwamena, A. Addo-Danso, D. R. Nyamekye, M. Akom, A. Y. Opoku // *Frontiers in Agronomy*. 2022. Vol. 4. DOI: 10.3389/fagro.2022.858114. EDN: EROUBG.
6. Owusu Danquah E., Ennin S. A., Acheampong P. P. Integrated soil nutrient management options for sustainable yam production // *Agronomie Africaine*. 2017. Vol. 29, № 2, spec. iss. P. 69–81.
7. Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies / T. Garnett, M. C. Appleby, A. Balmford, I. J. Bateman, T. G. Benton, P. Bloomer, B. Burlingame, M. Dawkins, L. Dolan, D. Fraser, M. Herrero, I. Hoffmann, P. Smith, P. K. Thornton, C. Toulmin, S. J. Vermeulen, H. C. J. Godfray // *Science*. 2013. Vol. 341, iss. 6141. P. 33–34. DOI: 10.1126/science.1234485.
8. Mechanization, fertilization and staking options for environmentally sound yam production / S. A. Ennin, R. N. Issaka, P. P. Acheampong, M. Numafo, E. Owusu Danquah // *African Journal of Agricultural Research*. 2014. Vol. 9. P. 2222–2230. DOI: 10.5897/AJAR2014.8487.
9. Photosynthesis product allocation and yield in sweet potato in response to different late-season irrigation levels / M. Zhou, Y. Sun, Sh. Wang, Q. Liu, H. Li // *Plants*. 2023. Vol. 12, № 9. P. 1780. <https://doi.org/10.3390/plants12091780>. EDN: ZDDLJG.

10. Sweet potato yield and quality characteristics affected by different late-season irrigation levels / M. Zhou, S. Hu, Sh. Wang, T. Yin, Q. Liu, H. Li // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2024. Vol. 104, iss. 9. P. 5207–5218. DOI: 10.1002/jsfa.13350. EDN: TIKKJK.

11. Jeronimo C. R., Augusto D. G. S., Cherene G. J. Effect of different irrigation levels on the productivity of two sweet potato varieties (*Ipomoea batata*) // *International Journal for Multidisciplinary Research*. 2024. Vol. 6, iss. 4. DOI: 10.36948/ijfmr.2024.v06i04.25121. EDN: MAJFGM.

12. The effect of irrigation scheduling and mucuna pod granule on yield of orange fleshed sweet potato (*Ipomoea batata*) / S. E. Tolubanwo, N. A. A. Okereke, G. I. Nwandikom, N. N. Oti, C. N. Madubuike // *International Journal of Research and Scientific Innovation*. 2021. Vol. 8, № 3. P. 196–201. DOI: 10.51244/ijrsi.2021.8313. EDN: FOCXSG.

References

1. Srivastava A.K., Gaiser T., Paeth H., Ewert F., 2012. The impact of climate change on Yam (*Dioscorea alata*) yield in the savanna zone of West Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 153, pp. 57-64, DOI: 10.1016/j.agee.2012.03.004.

2. Okongor G., Njoku C., Essoka P., Efiang J., 2021. Climate variability and yam production: Nexus and projections. *Sarhad Journal of Agriculture*, vol. 37, DOI: 10.17582/journal.sja/2021/37.2.406.418, EDN: GUKEXL.

3. Campbell B.M., Thornton P., Zougmore R., van Asten P., Lipper L., 2014. Sustainable intensification: What is its role in climate smart agriculture? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 8, pp. 39-43, DOI: 10.1016/j.cosust.2014.07.002.

4. Bini V., 2018. Food security and food sovereignty in West Africa. *African Geographical Review*, vol. 37, pp. 1-13, DOI: 10.1080/19376812.2016.1140586.

5. Owusu Danquah E., Danquah F.O., Frimpong F., Dankwa K.O., Weebadde C.K., Ennin S.A., Asante M.O.O., Brempong M.B., Dwamena H.A., Addo-Danso A., Nyamekye D.R., Akom M., Opoku A.Y., 2022. Sustainable intensification and climate-smart yam production for improved food security in West Africa: A review. *Frontiers in Agronomy*, vol. 4, DOI: 10.3389/fagro.2022.858114, EDN: EROUBG.

6. Owusu Danquah E., Ennin S.A., Acheampong P.P., 2017. Integrated soil nutrient management options for sustainable yam production. *Agronomie Africaine*, vol. 29, no. 2, spec. iss., pp. 69-81.

7. Garnett T., Appleby M.C., Balmford A., Bateman I.J., Benton T.G., Bloomer P., Burlingame B., Dawkins M., Dolan L., Fraser D., Herrero M., Hoffmann I., Smith P., Thornton P.K., Toulmin C., Vermeulen S.J., Godfray H.C.J., 2013. Sustainable Intensification in agriculture: Premises and policies. *Science*, vol. 341, no. 6141, pp. 33-34, DOI: 10.1126/science.1234485.

8. Ennin S.A., Issaka R.N., Acheampong P.P., Numafo M., Owusu Danquah E., 2014. Mechanization, fertilization and staking options for environmentally sound yam production. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 9, pp. 2222-2230, DOI: 10.5897/AJAR2014.8487.

9. Zhou M., Sun Y., Wang Sh., Liu Q., Li H., 2023. Photosynthesis product allocation and yield in sweet potato in response to different late-season irrigation levels. *Plants*, vol. 12, no. 9, 1780 p., <https://doi.org/10.3390/plants12091780>, EDN: ZDDLJG.

10. Zhou M., Hu S., Wang Sh., Yin T., Liu Q., Li H., 2024. Sweet potato yield and quality characteristics affected by different late-season irrigation levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 104, no. 9, pp. 5207-5218, DOI: 10.1002/jsfa.13350, EDN: TIKKJK.

11. Jeronimo C.R., Augusto D.G.S., Cherene G.J., 2024. Effect of different irrigation levels on the productivity of two sweet potato varieties (*Ipomoea batata*). *International Journal for Multidisciplinary Research*, vol. 6, no. 4, DOI: 10.36948/ijfmr.2024.v06i04.25121, EDN: MAJFGM.

12. Tolubanwo S.E., Okereke N.A.A., Nwandikom G.I., Oti N.N., Madubuike C.N., 2021. The effect of irrigation scheduling and mucuna pod granule on yield of orange fleshed sweet potato (*Ipomoea batata*). International Journal of Research and Scientific Innovation, vol. 8, no. 3, pp. 196-201, DOI: 10.51244/ijrsi.2021.8313, EDN: FOCXSG.

Информация об авторах

Д. В. Золотухин – инженер, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, balakaygt@rambler.ru;

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.

Information about the authors

D. V. Zolotukhin – Engineer, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, balakaygt@rambler.ru;

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.

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 10.02.2025; одобрена после рецензирования 03.03.2025; принята к публикации 03.04.2025.

The article was submitted 10.02.2025; approved after reviewing 03.03.2025; accepted for publication 03.04.2025.