
БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

**Эффективность применения селеносодержащего препарата
в технологии выращивания рассады тагетеса отклоненного (*Tagetes patula*),
каллистефуса китайского (*Callistephus chinensis*)
и георгины гибридной (*Dahlia* × *hortensis*)**

**Николай Сергеевич Умнов[✉], Людмила Александровна Марченко,
Александр Валерьевич Соловьев**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: n.umnov@rgau-msha.ru

Аннотация

Представлены результаты сравнительного изучения влияния селеносодержащего препарата на эффективность выращивания рассады тагетеса отклоненного, каллистефуса китайского и георгины гибридной. Исследования выполнены в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на базе лаборатории плодородия Учебно-научно-производственного центра садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна (УНПЦ) в контролируемых условиях в 2024–2025 гг. При оценке ряда биометрических параметров роста растений изучаемых видов установлен ряд существенных различий, подтверждающих эффективность применения селеносодержащего препарата при проращивании семян и выращивании рассады. Предпосадочная обработка семян селеносодержащим препаратом повышала их всхожесть: у тагетеса отклоненного – с 67,2 до 80,8%; у каллистефуса китайского – с 66,3 до 69,3%; у георгины гибридной – с 55,2 до 80,3%. Биометрические показатели роста растений тагетеса отклоненного после моделирования засухи во всех вариантах опыта, за исключением количества листьев, не имели существенных различий в опытном и контрольных вариантах. У изучаемых растений каллистефуса китайского и георгины гибридной отмечено существенное превосходство растений в опыте с применением селеносодержащего препарата по высоте, количеству листьев и площади листа на фоне перенесенного водного стресса по сравнению с растениями из контрольных вариантов (контроль и контроль-эталон). Показано, что применение селеносодержащего препарата при выращивании рассады тагетеса отклоненного, каллистефуса китайского, георгины гибридной оказывает существенный положительный эффект на рост растений и влияет на повышение их устойчивости к водному дефициту, что повышает уровень рентабельности производства на 4,13 п.п. у каллистефуса китайского, на 9,84 п.п. у тагетеса отклоненного, на 14,55 п.п. у георгины гибридной.

Ключевые слова

тагетес отклоненный, каллистефус китайский, георгина гибридная, селен, выращивание рассады, экономический эффект

Для цитирования

Умнов Н.С., Марченко Л.А., Соловьев А.В. Эффективность применения селеносодержащего препарата в технологии выращивания рассады тагетеса отклоненного (*Tagetes patula*), каллистефуса китайского (*Callistephus chinensis*) и георгины гибридной (*Dahlia* × *hortensis*) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2026. № 4. С. 46-60.

**Efficacy of a selenium-containing preparation
in seedling cultivation technology for French Marigold (*Tagetes patula*),
China Aster (*Callistephus chinensis*), and Garden Dahlia (*Dahlia × hortensis*)**

Nikolay S. Umnov[✉], Lyudmila A. Marchenko, Aleksandr V. Solovyev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

[✉]**Corresponding author:** n.umnov@rgau-msha.ru

Abstract

The article presents the results of a comparative study on the effect of a selenium-containing preparation on the efficiency of seedling production of *Tagetes patula*, *Callistephus chinensis*, and *Dahlia × hortensis*. The research was carried out at the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, at the Fruit Growing Laboratory of the V.I. Edelshtein Educational, Scientific and Production Center for Horticulture and Vegetable Growing under controlled conditions in 2024–2025. Assessment of a range of biometric growth parameters in the studied species revealed significant differences confirming the effectiveness of the selenium-containing preparation for seed germination and seedling production. Pre-sowing seed treatment with the selenium-containing preparation increased germination rates as follows: for *T. patula* – from 67.2% to 80.8%; for *C. chinensis* – from 66.3% to 69.3%; for *D. hortensis* – from 55.2% to 80.3%. Biometric parameters of *T. patula* plants after drought simulation showed no significant differences between the treatment and control variants, with the exception of leaf number. For *C. chinensis* and *D. hortensis*, a significant superiority of plants treated with the selenium-containing preparation was observed in height, leaf number, and leaf area under water stress compared to control plants (untreated control and the reference control). It was shown that the application of the selenium-containing preparation in seedling production of *T. patula*, *C. chinensis*, and *D. hortensis* had a significant positive effect on plant growth and increased their tolerance to water deficit, thereby improving production profitability by 4.13 percentage points for *C. chinensis*, 9.84 percentage points for *T. patula*, and 14.55 percentage points for *D. hortensis*.

Keywords

Tagetes patula, *Callistephus chinensis*, *Dahlia × hortensis*, selenium, seedling cultivation, economic effect

For citation

Umnov N.S., Marchenko L.A., Solovyov A.V. Efficacy of a selenium-containing preparation in seedling cultivation technology for French Marigold (*Tagetes patula*), China Aster (*Callistephus chinensis*), and Garden Dahlia (*Dahlia × hortensis*). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(4):46-60.

**Введение
Introduction**

Техногенное развитие крупных городов, приводящее к структурным нарушениям среды обитания человека, на фоне глобальных климатических изменений актуализирует новое понимание роли и значения городских ландшафтов. Результатом

стало формирование общественного запроса на трансформацию урбанистических пространств, смену вектора на проектирование экологически устойчивых искусственных экосистем [1].

Ведущая роль в создании городских ландшафтов, призванных обеспечить улучшение условий проживания населения и снизить влияние антропогенных факторов, принадлежит зеленым насаждениям. Однако растения в свою очередь также подвергаются влиянию городской среды и испытывают воздействие стрессоров [2].

Помимо многолетних растений, являющихся основой ландшафтных композиций, значительная роль отводится цветникам, которые способны в кратчайшие сроки (несколько раз за сезон) изменить облик территории. Так, за последние годы площадь цветников г. Москвы увеличилась кратно и превысила 88 га. Этот рост напрямую связан с развитием программы по расширению зеленых зон и повышению качества городской среды. Ежегодно в ее рамках проводятся высадки растений в масштабах, исчисляемых десятками миллионов шт. Так, в 2023 г. было высажено более 56 млн шт. цветов включая свыше 35 млн однолетних культур, что свидетельствует о значительной потребности в качественном посадочном материале [3].

Москва не просто реализует одну из самых масштабных программ сезонного озеленения в мире, но и инвестирует в свое благоустройство, обеспечивая стабилизацию социальной и экологической среды проживания для граждан [4].

Одними из самых используемых в озеленении города растений, по данным сео-анализа, являются представители семейства астровые: тагетес отклоненный [5], каллистепус китайский и георгина гибридная [6–8].

Несмотря на имеющуюся технологию выращивания рассады этих представителей декоративных растений семейства астровые, существуют вопросы, связанные с необходимостью повышения выхода качественных растений. Одной из основных причин, влияющих на снижение товарности выращиваемой рассады как в культивационных сооружениях, так и при перевозке к местам высадки, является водный стресс, возникающий по причине дефицита влаги [9]. Рассада выращивается в торфяном или почвенном субстрате в малообъемных ячейках, вследствие чего при несвоевременном поливе растения быстро вянут, а при последующем восстановлении отстают в росте и развитии. Также подготовленные к транспортировке растения не поливают для снижения общей массы перевозимого груза, что сказывается на снижении жизнеспособности рассады [10, 11]. В этой связи актуальными являются исследования, направленные на поиск биостимуляторов, способных повысить устойчивость растений к засухе.

Особая роль мировых исследований в области защиты растений от стресса при недостатке влаги отводится селену [12], который при применении в микродозах обеспечивает повышение устойчивости растений к широкому спектру абиотических стрессов, в том числе к засухе [13].

Мировой опыт подтверждает стресс-протекторную роль селена в условиях водного дефицита на зерновых и овощных культурах. Сведения о таких исследованиях для декоративных растений остаются фрагментарными [14]. В настоящее время отмечено значительное разнообразие органоминеральных удобрений, включающих в себя селен [15–17], однако изучение влияния этого микроэлемента на декоративные растения остается недостаточно изученным [18, 19].

Цель исследований: изучить эффективность влияния селеносодержащего препарата на рост и развитие каллистепуса китайского (*Callistephus chinensis*), тагетеса отклоненного (*Tagetes patula*), георгины гибридной (*Dahlia* × *hortensis*) в условиях водного дефицита.

Методика исследований

Research method

Исследования проводили в 2024–2025 гг. на базе лаборатории плодоводства Учебно-научно-производственного центра садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева). Растения выращивали в регулируемых условиях климатической камеры. В вегетационный период до начала воздействия стрессовым фактором температуру воздуха поддерживали на уровне $+20...22^{\circ}\text{C}$, влажность субстрата – в пределах 70–85% от полной влагоемкости.

В качестве объекта исследований выбраны: тагетес отклоненный (*Tagetes patula*), сорт «Оранжевый ковер»; каллистифус китайский (*Callistephus chinensis*), сорт «Людмила»; георгина гибридная (*Dahlia* $\times$ *hortensis*), сорт «Преферанс» (рис. 1).

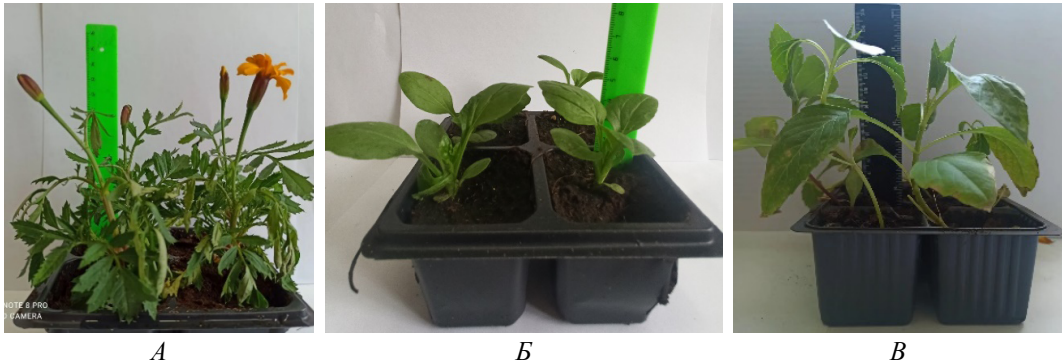


Рис. 1. Объект исследований: А – тагетес отклоненный (*Tagetes patula*);
Б – каллистифус китайский (*Callistephus chinensis*);
В – георгина гибридная (*Dahlia* $\times$ *hortensis*)

Figure 1. Study objects: А – French Marigold (*Tagetes patula*);
Б – China Aster (*Callistephus chinensis*); В – Garden Dahlia (*Dahlia* $\times$ *hortensis*)

Опытные растения высевали в первую неделю мая, пикировку проводили во вторую неделю мая, опыт с селеносодержащим препаратом проводили в первую неделю июня (возраст рассады от посева – 5–6 недель). Опыт заложен в трех вариантах, в трехкратной повторности, по 10 растений в каждой. В качестве контроля выбран вариант без обработки (К), в качестве контроля-эталона – вариант с обработкой аммиачной селитрой без селената калия ($\text{K}_{\text{эталон}}$) (табл. 1).

Для выявления реакции семян опытных растений на концентрации селена в изучаемом препарате применяли метод биотестов согласно ГОСТ 24933.2–81 «Семена цветочных культур. Методы определения всхожести» [22].

В качестве субстрата использовали смесь на основе верхового торфа с известковыми материалами (исходное содержание элементов питания: $\text{NH}_4+\text{NO}_3 \sim 150 \text{ мг/л}$; $\text{P}_2\text{O}_5 \sim 140 \text{ мг/л}$; $\text{K}_2\text{O} \sim 220 \text{ мг/л}$. Контроль за показателями кислотности (pH), влажности и температуры почвы осуществляли с помощью портативного измерителя Soil Tester (Китай).

Для обработки опытных растений использовали водорастворимый селеносодержащий препарат, представляющий собой смесь неорганических соединений квалификации «Чистый» (производство ООО «База химической продукции «Югре-актив»). Действующее вещество – селенат калия (K_2SeO_4) с добавлением аммиачной селитры (NH_4NO_3). Массовая доля элементов в препарате ($W(E) = m(E)/m(\text{вещества})$):

селен – 26,22%, калий – 25,96%, кислород – 37,18%, азот – 9,30%, водород – 1,34%. Концентрации рабочих растворов (в диапазоне 0,3–1,3 г/10 л воды) подбирали экспериментально согласно методике, защищенной свидетельством о регистрации ноу-хау № 2024020 от 01.11.2024 г. [23].

Для создания регулируемого водного стресса влажность субстрата снижали с оптимальных значений (70–85%) до уровня 40–45% от наименьшей влагоемкости (НВ). Продолжительность стрессового периода составляла 24 ч. С целью усиления испаряемости и имитации засушливых условий в период воздействия в теплице температуру воздуха повышали до +25...30°C. Биометрические показатели вегетирующих растений (высоту побегов, см; количество листьев, шт.; площадь листовой пластинки, см²) измеряли в два этапа: непосредственно перед началом стрессового воздействия и на 7-е сутки восстановительного периода (после снятия стресса и возобновления полива). Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли по методикам А.В. Исачкина, В.А. Крюковой (2020) [6] и Б.А. Доспехова [6] с использованием стандартных пакетов Microsoft Office.

Таблица 1

Схема опыта по изучению влияния селеносодержащего препарата на рост и развитие растений семейства Астровые в рассадный период на фоне водного дефицита (2024–2025 гг.)

Table 1

Experimental design for studying the effect of a selenium-containing preparation on the growth of Asteraceae species during the seedling stage under water deficit (2024–2025)

Вариант опыта (Фактор А)	Культура (Фактор В)	Количество растений в повторности, шт.	Количество лет исследо-ваний	Повторность, кратная	Итого, шт.
1. Контроль (К)	Tagetes patula	10	2	3	60
	Callistephus chinensis	10	2	3	60
	Dahlia × hortensis	10	2	3	60
2. Контроль-эталон (К_{эталон})	Tagetes patula	10	2	3	60
	Callistephus chinensis	10	2	3	60
	Dahlia × hortensis	10	2	3	60
3. Опытный вариант	Tagetes patula	10	2	3	60
	Callistephus chinensis	10	2	3	60
	Dahlia × hortensis	10	2	3	60
ИТОГО					540

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

При предпосевной обработке селеносодержащим препаратом повышалась всхожесть семян опытных растений: у тагетеса отклоненного – с 67,2 до 80,3%; у каллистефуса китайского – с 66,3 до 69,3%; у георгины гибридной – с 55,2 до 80,3%. Для каждой из изучаемых культур достигнут положительный эффект в росте и развитии растений и увеличении всхожести семян при использовании препарата, содержащего селен [23]. Наибольший эффект достигнут у георгины гибридной (25%), наименьший – у каллистефуса китайского (3%).

Выращивание растений с моделированием засухи и последующим восстановлением их состояния в вариантах опыта выявило наличие различий реакции растений изучаемых видов. Несмотря на то, что у растений продолжились рост и развитие, ряд биометрических параметров существенно различался.

У растений тагетеса отклоненного сорта «Оранжевый ковер» после водного дефицита наибольший прирост высоты растений отмечен у варианта с применением селеносодержащего препарата: в 2024 г. – +2,01 см (до 11,33 см), 2025 г. – +3,30 см (до 12,38 см), то есть наибольший прирост среди всех вариантов опыта. Вариант с селеном достоверно превосходит контроль и вариант с аммиачной селитрой по количеству листьев (8–13 шт.) после водного дефицита в оба года. Контрольные растения практически не наращивали листовой аппарат в условиях стресса (в 2024 г. прирост составил 0,6 шт. на растение). В контрольном варианте в 2025 г. отмечено снижение площади листового аппарата (с 1,99 до 1,84 см²) (табл. 2).

У растений каллистефуса китайского сорта «Людмила» (табл. 3) водный дефицит приостановил рост и развитие растений, а при использовании селеносодержащего препарата произошло нивелирование данного эффекта. В 2024 г. высота растений при обработке селеном увеличилась на 5,42 см (до 14,29 см), тогда как в контрольном варианте и в варианте с азотом – на 1,5–2,8 см. В 2025 г. высота растений в варианте с селеном достигла 13,78 см (+4,67), что достоверно выше контрольного и контроля-эталона (~10,9 см) при $HCP_{05} = 1,77$.

Селен стимулировал образование листьев даже в условиях водного дефицита. В 2024 г. при использовании селеносодержащего препарата сформировалось 15,40 шт. листьев (+4,33), в контрольном варианте – ~12 шт. В 2025 г. различия достоверны: в варианте с селеном – 15,47 шт. (+4,87), тогда как в других вариантах – 11,87–12,13 шт.

Площадь листа – наиболее важный и значимый показатель. В 2024 г. в варианте с селеном она достигла 13,91 см² (+3,93), в контроле незначительно изменилась (7,38 см²). Разница (6,53) достоверна при $HCP_{05} = 6,51$. В 2025 г. в контроле площадь снизилась (с 10,67 до 9,45 см²), а при обработке селеном возросла до 13,31 см².

У георгины сорта «Преферанс» (табл. 4) водный дефицит подавлял рост и развитие опытных растений, но селен нивелировал этот эффект. В 2024 г. прирост высоты растений в варианте с селеном составил +4,04 см (до 17,69 см), в контрольном варианте и в варианте с азотом – всего 0,66–1,08 см. Разница с контролем (3,90 см) достоверна при $HCP_{05} = 3,73$. В 2025 г. обработка селеном опытных растений обеспечила прирост +4,30 см (до 19,31 см), что достоверно выше контроля (16,10 см) и контроля-эталона (15,83 см) при $HCP_{05} = 2,11$. В 2024 г. при обработке селеном опытных растений сформировалось 15,53 шт. листьев (+3,93), в варианте только с азотом – +1,07, в контроле их количество уменьшилось в среднем на 0,40 шт.; различия статистически недостоверны ввиду высокой вариабельности.

Таблица 2

**Изменение биометрических показателей ($\bar{X}$) растений
тагетеса отклоненного (*Tagetes patula*) при применении
селеносодержащего препарата на фоне водного дефицита (2024–2025 гг.)**

Table 2

**Changes in biometric parameters ($\bar{X}$) of *Tagetes patula* plants treated
with a selenium-containing preparation under water deficit (2024–2025)**

2024 г.						
Вариант	Высота растений, см		Количество листьев, шт/растение		Средняя площадь листа, см ²	
	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита
водный раствор селеносодержащего препарата ($K_2SeO_4 + NH_4NO_3$)	9,32 ± 0,85	11,33 ± 1,09	90,53 ± 13,26	101,60 ± 11,82	1,41 ± 0,85	1,70 ± 1,09
водный раствор аммиачной селитры (NH_4NO_3) ($K_{\text{эталон}}$)	9,15 ± 0,80	11,43 ± 1,09	85,40 ± 8,71	91,23 ± 12,03	1,32 ± 0,55	1,48 ± 0,67
вода (К)	9,13 ± 0,69	11,43 ± 0,60	88,27 ± 14,21	88,87 ± 23,66	1,32 ± 0,77	1,33 ± 0,90
НСР ₀₅	12,55	12,40	17,41	9,58	8,03	9,34
2025 г.						
Вариант	Высота растений, см		Количество листьев, шт/растение		Средняя площадь листа, см ²	
	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита
водный раствор селеносодержащего препарата ($K_2SeO_4 + NH_4NO_3$)	9,08 ± 0,77	12,38 ± 0,75	90,33 ± 8,91	102,73 ± 9,55	1,23 ± 0,52	1,49 ± 0,53
водный раствор аммиачной селитры (NH_4NO_3) ($K_{\text{эталон}}$)	9,17 ± 5,54	11,47 ± 5,46	86,43 ± 0,60	94,47 ± 0,97	1,56 ± 0,56	1,61 ± 0,53
вода (К)	9,07 ± 0,84	11,47 ± 0,71	90,53 ± 7,06	94,20 ± 6,44	1,99 ± 0,76	1,84 ± 0,61
НСР ₀₅	11,30	5,01	17,12	4,81	7,41	10,67

**Изменение биометрических показателей ($\bar{X}$) растений
каллистефуса китайского (*Callistephus chinensis*) при применении
селеносодержащего препарата на фоне водного дефицита (2024–2025 гг.)**

Table 3

**Changes in biometric parameters ($\bar{X}$) of *Callistephus chinensis* plants treated
with a selenium-containing preparation under water deficit (2024–2025)**

2024 г.						
Вариант	Высота растений, см		Количество листьев, шт/растение		Средняя площадь листа, см ²	
	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита
водный раствор селеносодержащего препарата ($K_2SeO_4 + NH_4NO_3$)	8,87 ± 0,59	14,29 ± 1,10	11,07 ± 1,43	15,40 ± 1,89	9,98 ± 4,31	13,91 ± 6,43
водный раствор аммиачной селитры (NH_4NO_3) ($K_{\text{эталон}}$)	9,18 ± 0,61	11,97 ± 1,81	10,87 ± 0,88	12,00 ± 1,54	8,31 ± 2,65	10,35 ± 3,81
вода (K)	10,47 ± 1,71	11,97 ± 1,20	11,13 ± 1,78	12,13 ± 3,70	7,16 ± 3,42	7,38 ± 3,92
HCP ₀₅	4,02	2,98	11,65	4,13	17,98	6,51
2025 г.						
Вариант	Высота растений, см		Количество листьев, шт/растение		Средняя площадь листа, см ²	
	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита
водный раствор селеносодержащего препарата ($K_2SeO_4 + NH_4NO_3$)	9,11 ± 0,66	13,78 ± 1,20	10,60 ± 0,87	15,47 ± 1,20	9,76 ± 2,16	13,31 ± 2,54
водный раствор аммиачной селитры (NH_4NO_3) ($K_{\text{эталон}}$)	9,84 ± 1,22	10,93 ± 1,00	10,60 ± 0,71	12,13 ± 0,95	9,67 ± 3,17	10,65 ± 3,54
вода (K)	9,97 ± 0,89	10,95 ± 0,69	11,27 ± 0,99	11,87 ± 1,20	10,67 ± 3,75	9,45 ± 3,33
HCP ₀₅	7,10	1,77	8,23	1,65	8,14	7,08

**Изменение биометрических показателей ($\bar{X}$) растений
георгины гибридной (*Dahlia* × *hortensis*) при применении
селеносодержащего препарата на фоне водного дефицита (2024–2025 гг.)**

Table 4

**Changes in biometric parameters ($\bar{X}$) of *Dahlia* × *hortensis* plants treated
with a selenium-containing preparation under water deficit (2024–2025)**

2024 г.						
Вариант	Высота растений, см		Количество листьев, шт/растение		Средняя площадь листа, см ²	
	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита
водный раствор селеносодержащего препарата ($K_2SeO_4 + NH_4NO_3$)	13,65±2,45	17,69±3,19	11,60±2,47	15,53±2,87	9,62±3,60	13,49±5,41
водный раствор аммиачной селитры (NH_4NO_3) ($K_{эталон}$)	12,71±2,17	13,79±2,39	11,33±2,32	12,40±2,57	7,52±2,65	9,56±3,81
вода (К)	13,13±2,32	13,79±2,92	11,67±2,98	11,27±2,83	7,16±3,42	7,38±3,92
НСР ₀₅	16,83	3,73	11,21	3,85	13,51	7,78
2025 г.						
Вариант	Высота растений, см		Количество листьев, шт/растение		Средняя площадь листа, см ²	
	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита	до водного дефицита	после водного дефицита
водный раствор селеносодержащего препарата ($K_2SeO_4 + NH_4NO_3$)	15,01±1,22	19,31±1,59	12,13±0,95	15,87±1,25	8,88±3,05	12,04±4,04
водный раствор аммиачной селитры (NH_4NO_3) ($K_{эталон}$)	14,59±1,09	15,83±1,18	11,73±0,77	12,87±0,95	8,77±3,17	9,75±3,54
вода (К)	15,62±1,33	16,10±1,33	12,00±1,21	12,20±1,37	10,67±3,75	9,45±3,33
НСР ₀₅	8,85	2,11	16,84	1,82	10,89	16,22

По количеству листьев у георгины гибридной в опыте отмечалась разница с контролем (4,26 шт.), что является статистически значимым результатом ($НСР_{05} = 3,85$). В 2025 г. в контрольном варианте прирост по этому показателю был минимальным (+0,20), при обработке селеносодержащим препаратом – +3,74 шт. (до 15,87 шт.); разница 3,67 шт. достоверна при $НСР_{05} = 1,82$. В 2024 г. в варианте с селеном она достигла 13,49 см² (+3,87), тогда как в контроле – лишь +0,22 см². Однако разница (6,11 см²) не превышает $НСР_{05}$ (7,78), что свидетельствует об отсутствии достоверности различий между вариантами.

Таким образом можно заключить, что применение селеносодержащего препарата при выращивании рассады тагетеса отклоненного, каллистефуса китайского, георгины гибридной оказывает существенный положительный эффект на рост и развитие растений и влияет на повышение их устойчивости к водному дефициту.

Последующий анализ эффективности применения селеносодержащего препарата на этапе выращивания рассады изучаемых декоративных растений семейства астровые включал в себя следующие показатели:

- Затраты на выращивание рассады декоративных растений с ЗКС, тыс. руб.
- Затраты на селеносодержащий препарат, тыс. руб.
- Содержание тепличного комплекса. Включены все постоянные и переменные коммунальные издержки: плата за электроэнергию, водоснабжение, тепловую энергию (отопление), а также амортизационные отчисления на восстановление оборудования и конструкций теплицы за 2-месячный цикл выращивания.
- Условный чистый доход с 1 растения (стоимость продукции за вычетом производственных затрат), руб.
- Уровень рентабельности (отношение условного чистого дохода к производственным затратам, выраженное в процентах), %.

Экономическое обоснование эффективности применения селеносодержащего препарата в технологии выращивания декоративных растений семейства астровые приведено в таблице 5.

Всхожесть семян при обработке селеносодержащим препаратом превосходила контрольный вариант без обработки у тагетеса отклоненного на 13,75-процентных пункта (п.п.), у каллистефуса китайского – на 3,0 (п.п.), у георгины гибридной – на 25,25 (п.п.). Таким образом, при одинаковой стоимости семян для каждой из культур произведена корректировка стоимости семян для получения 6250 шт. (на 625 м²) растений (табл. 5).

Как следует из представленных данных, все основные затраты на выращивание рассады для изучаемых культур были одинаковыми. Исключением являются затраты на селеносодержащий препарат в опытах с его применением. Отмечено существенное влияние препарата на рост и развитие растения в условиях водного дефицита. Помимо повышения всхожести семян, селеносодержащий препарат оказывал влияние на увеличение выхода рассады у изучаемых растений в 1,1 раза, что в итоге отразилось на ее стоимости. В вариантах опыта выращивания рассады с применением изучаемого препарата условный чистый доход превышал контрольные варианты. Уровень рентабельности производства рассады в опытных вариантах также был выше контрольных. Наибольшее увеличение отмечено при выращивании рассады георгины гибридной – на 14,55-процентных пункта (п.п.). Средние показатели отмечены при выращивании рассады тагетеса отклоненного – увеличение на 9,84 п.п. Наименьший эффект оказался при выращивании рассады каллистефуса китайского, но и в этом случае превышение опытного варианта над контролем составило 4,13 п.п.

Таким образом можно сделать вывод о том, что применение селеносодержащего препарата повышает эффективность выращивания рассады тагетеса отклоненного, каллистефуса китайского и георгины гибридной, тем самым способствуя увеличению всхожести семян и выхода рассады на фоне водного стресса.

Таблица 5

**Оценка экономической эффективности применения
селеносодержащего препарата на этапе выращивания рассады
тагетеса отклоненного, каллистефуса китайского,
георгины гибридной в теплице (S625 м²)**

Table 5

**Economic efficiency assessment of the selenium-containing
preparation application at the seedling stage of *Tagetes patula*,
Callistephus chinensis, and *Dahlia* × *hortensis* in a greenhouse (S625 м²)**

Статья затрат	Варианты опыта					
	Тагетес отклоненный		Каллистефус китайский		Георгина гибридная	
	с Se*	без Se	с Se	без Se	с Se	без Se
1. Затраты на семена (с поправкой на фактическую всхожесть), тыс. руб.	132,80	119,25	133,75	130,75	144,80	119,75
2. Селеносодержащий препарат для обработки семян, тыс. руб.	0,013	–	0,013	–	0,013	–
3. Субстрат (почвосмесь), тыс. руб.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
4. Кассеты (контейнеры), тыс. руб.	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
5. Содержание тепличного комплекса (электроэнергия, водоснабжение, отопление, амортизация)*, тыс. руб.	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50
6. Селеносодержащий препарат для полива, тыс. руб.	8,13	–	8,13	–	8,13	–
7. Оплата труда персонала (с начислениями), тыс. руб.	186,00	186,00	186,00	186,00	186,00	186,00
Итого производственных затрат, тыс. руб.	814,44	792,75	815,39	804,25	826,44	793,25
Количество рассады	90,00	98,00	90,00	97,00	85,00	94,00
Выручка от реализации, тыс. руб.	2 220,00	2 284,00	2 430,00	2 479,00	2 595,00	2 658,00
Условный чистый доход, тыс. руб.	1 405,56	1 491,25	1 614,61	1 674,75	1 768,56	1 864,75
Уровень рентабельности, %	172,58	188,11	198,02	208,24	214,00	235,08
Рентабельность (Δ), п.п.	+9,84		+4,13		+14,55	

*Se – селен.

Выводы Conclusions

1. Селеносодержащий препарат оказывает положительный эффект на рост и развитие растений тагетеса отклоненного, каллистефуса китайского и георгины гибридной на фоне водного дефицита. Биометрические параметры у тагетеса в среднем за 2 года заметно изменились с применением селеносодержащего препарата.

2. Опытный препарат обеспечивал ксеропротекторную функцию в период водного стресса на этапе роста рассады, что сказалось на существенном увеличении высоты растений, количества листьев и площади листа у каллистефуса китайского и георгины гибридной. У растений тагетеса отклоненного наблюдался меньший отклик на внесение селеносодержащего препарата: отмечено лишь значительное увеличение количества листьев на растении, что связано с биологически обусловленной относительной устойчивостью тагетеса отклоненного к водному дефициту в отличие от двух других изучаемых видов.

3. При выращивании рассады декоративных растений семейства Астровые достигнут положительный экономический эффект применения селеносодержащего препарата с увеличением уровня рентабельности производства на 4,13 п.п. у каллистефуса китайского, на 9,84 п.п. у тагетеса отклоненного, на 14,55 п.п. у георгины гибридной.

Список источников

1. Кузичев О.Б., Мамашукуров О.А. Фасциации у цветочных растений // *Наука и Образование*. 2022. Т. 5, № 3. EDN: OMLLZP

2. Елисеев Д.В., Догадина М.А., Правдюк А.И. Проблема загрязнения мегаполисов // *Современные тенденции в науке, технике, образовании: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Орёл, апрель 2024 г.* Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2024. С. 123-127. EDN: KKRJAU

3. *Московские цветники начали готовить к весенне-летнему сезону* // Официальный сайт мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/news/item/122298073/> (дата обращения: 16.11.2025).

4. *Москвичи оценят цветочное оформление города* // Официальный сайт мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/news/item/110733073/> (дата обращения: 16.11.2025).

5. Кузичев О.Б., Полянских Р.А., Левина О.А., Вершинина С.П. Тагетес – сокровище солнечных гор // *Наука и Образование*. 2021. Т. 4, № 2. EDN: QHVUQO

6. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Основы научных исследований в садоводстве: Учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 420 с.

7. Bessonova V., Ivanchenko O., Volodarets S. Effect of Treatment of *Callistephus chinensis* (L.) Ness Plants by Ivin at Growth and Decorative Parameters in Conditions of Industrial City. *International Letters of Natural Sciences*. 2019;76:124-135. <https://doi.org/10.56431/p-8m3xle>

8. *Google Trends*. URL: <https://trends.google.ru/> (дата обращения: 05.01.2026).

9. Догадина М.А. Морфобиологические основы развития резистинга декоративных культур // *Вестник аграрной науки*. 2020. № 5 (86). С. 19-25. <https://doi.org/10.17238/ISSN 2587-666X.2020.5.19>

10. Carillo P. Can biostimulants enhance plant resilience to heat and water stress in the Mediterranean hotspot? *Plant Stress*. 2025;16:100802. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2025.100802>

11. Chilakala A.R., Mali K.V., Irulappan V., Patil B.S. et al. Combined Drought and Heat Stress Influences the Root Water Relation and Determine the Dry Root Rot Disease Development Under Field Conditions: A Study Using Contrasting Chickpea Genotypes. *Frontiers in Plant Science*. 2022;13:890551. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.890551>
12. Fatahiyan F., Najafi F., Shirkhani Z. Enhancing salt stress tolerance in *Carthamus tinctorius* L. through selenium soil treatment: anatomical, biochemical, and physiological insights. *BMC Plant Biol*. 2025;25:100. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06078-9>
13. Ahsan M., Valipour M., Nawaz F., Raheel M. et al. Evaluation of Silicon Supplementation for Drought Stress under Water-Deficit Conditions: An Application of Sustainable Agriculture. *Agronomy*. 2023;13(2):599. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020599>
14. Ali M., Shah A., Alvi M., Nawaz A. et al. Discovering the Potential Impact of Selenium to Alleviate Drought Stress in Barley. *Biological and Chemical Science Research*. 2023;4(1):464. <https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2023i1.464>
15. Farag H.A.S., Ibrahim M.F.M., El-Yazied A.A., El-Beltagi H.S. et al. Applied Selenium as a Powerful Antioxidant to Mitigate the Adverse Effects of Abiotic Stresses in Plants. *Agronomy*. 2022;12:3215. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123215>
16. Asgher M., Rehaman A., Islam S.Nu., Arshad M. et al. Appraisal of Functions and Role of Selenium in Heavy Metal Stress Adaptation in Plants. *Agriculture*. 2023;13(5):1083. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051083>
17. Pattnaik B.K., Praful N.K., Sahoo B.P., Behera R. Selenium and Stress Resilience in Crops: Mechanisms and Practical Applications. In: *Moulick D., Choudhury S. (Eds) Selenium in Sustainable Agriculture: A Soil to Spoon Prospective. Environmental Science and Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93957-0_34
18. Song J., Xin L., Gao F., Liu H. et al. Effects of Foliar Selenium Application on Oxidative Damage and Photosynthetic Properties of Greenhouse Tomato under Drought Stress. *Plants*. 2024;13(2):302. <https://doi.org/10.3390/plants13020302>
19. Zhong Y., Cui H., Li H., Qiang X. et al. Foliar Application of Selenium Enhances Drought Tolerance in Tomatoes by Modulating the Antioxidative System and Restoring Photosynthesis. *Agronomy*. 2024;14(6):1184. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061184>
20. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6. Декоративные культуры. М.: Колос, 1968. 204 с.
21. Шаламова А.А., Крупина Г.Д., Миникаев Р.В., Абрамова Г.В. *Практикум по цветоводству: Учебное пособие*. СПб.: Лань, 2014.
22. ГОСТ 24933.2-81. Семена цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания. М.: Изд-во стандартов, 1982. 6 с.
23. Ноу-Хау РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Российская Федерация): 2024020. Способ применения селеносодержащего препарата при проращивании семян декоративных культур семейства Астровые / Марченко Л.А., Умнов Н.С., Соловьев А.В., Акимов С.В. и др., 2024.

References

1. Kuzichev O.B., Mamashukurov O.A. Fasciations in flower plants. *Nauka i Obrazovanie*. 2022;5(3). (In Russ.)
2. Eliseev D.V., Dogadina M.A., Pravdyuk A.I. Problem of megalopolis pollution. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya 'Sovremennye tendentsii v nauke, tekhnike, obrazovanii'*. April 02, 2024. Orel, Russia: Orel State University named after I.S. Turgenev, 2024:123-127. (In Russ.)

3. *Moscow's flower gardens have begun to prepare for the spring and summer season.* Official website of Moscow's Mayor. (In Russ.) URL: <https://www.mos.ru/news/item/122298073/> (accessed: November 16, 2025).
4. *Muscovites will appreciate the city's floral design.* (In Russ.) Official website of Moscow's Mayor. URL: <https://www.mos.ru/news/item/110733073/> (accessed: November 16, 2025).
5. Kuzichev O.B., Polyanskikh R.A., Levina O.A., Vershinina S.P. tagetes – treasure of the solar mountains of Mexico. *Nauka i Obrazovanie*. 2021;4(2). (In Russ.)
6. Isachkin A.V., Kryuchkova V.A. *Fundamentals of scientific research in horticulture: a textbook for universities*. St. Petersburg, Russia: Lan, 2020:420 (In Russ.)
7. Bessonova V., Ivanchenko O., Volodarets S. Effect of Treatment of *Callistephus chinensis* (L.) Ness Plants by Ivin at Growth and Decorative Parameters in Conditions of Industrial City. *International Letters of Natural Sciences*. 2019;76:124-135. <https://doi.org/10.56431/p-8m³xle>
8. *Google Trends*. URL: <https://trends.google.ru/> (accessed: January 05, 2026).
9. Dogadina M.A. Morphobiological foundations of the development of resisting ornamental crops. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;(5(86)):19-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/ISSN 2587-666X.2020.5.19>
10. Carillo P. Can biostimulants enhance plant resilience to heat and water stress in the Mediterranean hotspot? *Plant Stress*. 2025;16:100802. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2025.100802>
11. Chilakala A.R., Mali K.V., Irulappan V., Patil B.S. et al. Combined Drought and Heat Stress Influences the Root Water Relation and Determine the Dry Root Rot Disease Development Under Field Conditions: A Study Using Contrasting Chickpea Genotypes. *Frontiers in Plant Science*. 2022;13:890551. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.890551>
12. Fatahiyan F., Najafi F., Shirkhani Z. Enhancing salt stress tolerance in *Carthamus tinctorius* L. through selenium soil treatment: anatomical, biochemical, and physiological insights. *BMC Plant Biol*. 2025;25:100. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06078-9>
13. Ahsan M., Valipour M., Nawaz F., Raheel M. et al. Evaluation of Silicon Supplementation for Drought Stress under Water-Deficit Conditions: An Application of Sustainable Agriculture. *Agronomy*. 2023;13(2):599. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020599>
14. Ali M., Shah A., Alvi M., Nawaz A. et al. Discovering the Potential Impact of Selenium to Alleviate Drought Stress in Barley. *Biological and Chemical Science Research*. 2023;4(1):464. <https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2023i1.464>
15. Farag H.A.S., Ibrahim M.F.M., El-Yazied A.A., El-Beltagi H.S. et al. Applied Selenium as a Powerful Antioxidant to Mitigate the Adverse Effects of Abiotic Stresses in Plants. *Agronomy*. 2022;12:3215. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123215>
16. Asgher M., Rehaman A., Islam S.Nu., Arshad M. et al. Appraisal of Functions and Role of Selenium in Heavy Metal Stress Adaptation in Plants. *Agriculture*. 2023;13(5):1083. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051083>
17. Pattnaik B.K., Praful N.K., Sahoo B.P., Behera R. Selenium and Stress Resilience in Crops: Mechanisms and Practical Applications. In: Moulick D., Choudhury S. (Eds). *Selenium in Sustainable Agriculture: A Soil to Spoon Prospective. Environmental Science and Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93957-0_34
18. Song J., Xin L., Gao F., Liu H. et al. Effects of Foliar Selenium Application on Oxidative Damage and Photosynthetic Properties of Greenhouse Tomato under Drought Stress. *Plants*. 2024;13(2):302. <https://doi.org/10.3390/plants13020302>

19. Zhong Y., Cui H., Li H., Qiang X. et al. Foliar Application of Selenium Enhances Drought Tolerance in Tomatoes by Modulating the Antioxidative System and Restoring Photosynthesis. *Agronomy*. 2024;14(6):1184. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061184>
20. *Methods of state variety testing of agricultural crops. Issue 6. Decorative crops*. Moscow, USSR: Kolos, 1968:204. (In Russ.)
21. Shalamova A.A., Kruchina G.D., Minikaev R.V., Abramova G.V. *Practical guide to floriculture: a textbook*. St. Petersburg, Russia: Lan, 2014. (In Russ.)
22. GOST 24933.2-81 *Seed of flowers. Methods for determination of germinating ability and germinative energy*. Moscow, USSR: Izd-vo standartov, 1982:6. (In Russ.)
23. Know-how archive of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Russian Federation): 2024020. Method of using a selenium-containing preparation for germinating seeds of ornamental crops of the Asteraceae family. Marchenko L.A., Umnov N.S., Solovyov A.V., Akimova S.V. et al., 2024. (In Russ.)

Сведения об авторах

Николай Сергеевич Умнов, аспирант кафедры плодородства, виноградарства и виноделия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: n.umnov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3955-4380>

Людмила Александровна Марченко, канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: l.marchenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7247-9829>

Александр Валерьевич Соловьев, канд. с.-х. наук, доцент, заведующий кафедрой плодородства, виноградарства и виноделия, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: a.solovev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3186-9767>

Information about the authors

Nikolay S. Umnov, postgraduate student of the Department of Pomiculture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: n.umnov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3955-4380>

Lyudmila A. Marchenko, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Pomiculture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: l.marchenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7247-9829>

Aleksandr V. Solovyov, CSc (Ag), Associate Professor, Head of the Department of Pomiculture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: a.solovev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3186-9767>