

Перспективы использования сапропеля для выращивания томатов в условиях открытого грунта предгорной зоны Дагестана

Федеральный аграрный научный центр
Республики Дагестан, г. Махачкала,
Республика Дагестан

Р. Г. Магомедмирзоева, С. А. Теймуров

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Рамида Гусеновна Магомедмирзоева
E-mail: ramida_nii@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Магомедмирзоева, Р. Г., & Теймуров, С. А. (2024). Перспективы использования сапропеля для выращивания томатов в условиях открытого грунта предгорной зоны Дагестана. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(3), 119-132. <https://doi.org/10.36107/spfr.2024.3.544>

ПОСТУПИЛА: 24.02.2024

ДОРАБОТАНА: 21.08.2024

ПРИНЯТА: 15.09.2024.

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2024

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Сапрпель, как источник гуминовых соединений, обладает высоким потенциалом для использования в овощеводстве. Его применение способствует улучшению агрофизических свойств почвы, повышению качества рассады томатов и увеличению доступности питательных веществ для растений. Однако исследования, посвященные применению почвогрунтов на основе сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата для выращивания томатов в условиях предгорной зоны Дагестана, ранее не проводились.

Цель: Изучение влияния использования почвогрунта на основе сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата на морфологические, биологические и урожайные показатели детерминантных сортов томата, с целью выявления наиболее перспективных сортов для выращивания в предгорной зоне Дагестана.

Материалы и методы: Анализ почвенных и растительных образцов проводился в аналитической лаборатории «Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан» в соответствии с ГОСТами. В исследование включались пять детерминантных сортов томатов, выращенных в трех вариантах: 1 – контроль без удобрений, 2 – с использованием сапропеля, 3 – с торфо-сапропелевым субстратом (соотношение 2:1). Почвогрунт на основе сапропеля и торфа использовался в соотношении 3:1. Испытывались пять раннеспелых сортов селекции ФГБНУ «ФНЦО» (ВНИИССОК): Содружество, Благодатный, Восход ВНИИССОК, Северянка и Викинг. Повторность опыта составляла трижды.

Результаты: Исследование показало, что средний процент всхожести семян в контрольной группе составлял 77,4 %, в варианте с сапропелем – 87,8 %, а в варианте с торфо-сапропелевым составом – 90,6 %. Морфологический анализ продемонстрировал, что высота центрального стебля у растений, выращенных на почвах с сапропелем и торфо-сапропелевым субстратом, увеличивалась на 14 % до 86 % по сравнению с контролем. Сорт Викинг отличился наибольшей высотой стебля (увеличение на 22 % и 86 % по сравнению с контролем) и количеством боковых побегов (в среднем 18). В среднем максимальное количество плодов на кусте (46,0 шт.) и лучшая урожайность (42,6 т/га) были зафиксированы у сорта Викинг, что превышало показатели других сортов на 1,4–12,8 т/га. Урожайность сортов варьировала от 24,6 до 44,9 т/га.

Выводы: Применение сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата в составе почвогрунта положительно влияет на морфологические и урожайные показатели томатов и может быть рекомендовано для использования в овощеводстве предгорной зоны Дагестана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

сапрпель; торфо-сапропелевый субстрат; детерминантные сорта томатов; предгорная зона Дагестана; урожайность; морфологические показатели; биологическая активность; агрофизические свойства почвы; выращивание томатов; качество плодов

Prospects for the Use of Sapropel for Tomatoes Cultivation in Open Ground Conditions of the Foothill Zone of Dagestan

Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Republic of Dagestan

Ramida H. Magomedmirzoeva, Samir A. Teymurov

CORRESPONDENCE:

Ramida H. Magomedmirzoeva

E-mail: ramida_nii@mail.ru

FOR CITATIONS:

Magomedmirzoeva, R. H., & Teymurov, S. A. (2024). Prospects for the use of sapropel for growing tomatoes in open field conditions of the foothill zone of Dagestan. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(3), 119-132. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.3.544>

RECEIVED: 24.02.2024

REVISED: 21.08.2024

ACCEPTED: 15.09.2024

PUBLISHED: 30.09.2024

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: Sapropel, as a source of humic compounds, holds significant potential for its utilization in vegetable cultivation. Its application improves the agrophysical properties of the soil, enhances the quality of tomato seedlings, and increases nutrient availability for plants. However, studies on the use of soil mixtures based on sapropel and peat-sapropel substrates for growing tomatoes in the foothill zone of Dagestan have not been conducted before.

Purpose: To study the effect of using soil mixtures based on sapropel and peat-sapropel substrates on the morphological, biological, and yield indicators of determinate tomato varieties to identify the most promising varieties for cultivation in the foothill zone of Dagestan.

Materials and Methods: The analysis of soil and plant samples was carried out in the analytical laboratory of the Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan according to GOST standards. The study included five determinate tomato varieties grown in three experimental options: 1 – control without fertilizers, 2 – with sapropel, and 3 – with a peat-sapropel mixture (ratio 2:1). The soil mixture based on sapropel and peat was used in a 3:1 ratio. Five early-maturing varieties from the selection of Federal Research Centre of Vegetable Growing (VNISSOK) were tested: Sodruzhestvo, Blagodatny, Voskhod VNISSOK, Severyanka, and Viking. The experiment was repeated three times.

Results: The study revealed that the average seed germination rate in the control group was 77.4 %, while in the variant with sapropel it was 87.8 %, and in the peat-sapropel mixture – 90.6 %. Morphological analysis showed that the height of the main stem in plants grown on soil with sapropel and peat-sapropel substrate increased by 14 % to 86 % compared to the control. The Viking variety had the highest stem height (an increase of 22 % and 86 % compared to the control) and the greatest number of lateral shoots (an average of 18). On average, the Viking variety also produced the highest number of fruits per plant (46.0 units) and the best yield (42.6 t/ha), exceeding the yield of other varieties by 1.4–12.8 t/ha. The yield of tomato varieties ranged from 24.6 to 44.9 t/ha.

Conclusion: The use of sapropel and peat-sapropel substrate in soil mixtures positively affects the morphological and yield characteristics of tomatoes and can be recommended for vegetable cultivation in the foothill zone of Dagestan.

KEYWORDS

sapropel; peat-sapropel substrate; determinate tomato varieties; foothill zone of Dagestan; yield; morphological characteristics; biological activity; agrophysical soil properties; tomato cultivation; fruits quality

ВВЕДЕНИЕ

В растениеводстве гуминовые препараты широко используются в качестве стимуляторов роста растений и адаптогенов, помогающих справляться со стрессами, вызванными отклонениями параметров окружающей среды от оптимальных значений (Безуглова, 2022). Среди потенциальных источников гуминовых соединений особое внимание уделяется сапропелю, органоминеральному веществу, образующемуся в результате биохимической трансформации остатков растительных и животных организмов в пресноводных водоемах. Сапропель является универсальной основой для создания различных удобрений, и его внесение в почву способствует улучшению ее структуры, повышению влажности и аэрируемости, рекультивации и воспроизводству, а также увеличению урожайности и качества продукции (Ежков, 2016; Дегтярева, 2015; Яппаров, 2016).

Особенностью сапропеля является его долговременное действие: эффект его применения сохраняется в течение 3–5 лет. Это делает его важным компонентом для получения экологически безопасной продукции. Сапропель способствует улучшению качества рассады, сокращению продолжительности рассадного периода и повышению доступности питательных веществ для растений (Agafonova, 2015; Canellas, 2019; Obuka, 2018; Olk, 2019; Murunga, 2020; Zanin, 2019). Использование сапропеля в качестве компонента почвогрунта представляет собой эффективный метод для стимулирования роста и развития овощных культур, включая томаты (Nsengumuremyi, 2022).

Сапропель содержит гуминовые кислоты, которые составляют от 5–10% до 60–70% органического вещества и играют ключевую роль в поддержании плодородия почвы (Ежков, 2016; Инишева, 2001). Благодаря своим свойствам сапропель образует устойчивые соединения с фосфатами, предотвращая их фиксацию алюминием и железом, что оптимизирует фосфорное питание растений (Наумова, 2000). Применение сапропеля улучшает агрофизические и агрохимические свойства почвы, способствует активизации почвенной микрофлоры и обеспечивает устойчивый рост растений (Храмцова, 2008; Титова, 2017).

На этапе выращивания рассады закладываются основы будущей урожайности. Исследования показывают, что использование сапропеля повышает устойчивость томатной рассады к неблагоприятным условиям за счет высокого содержания сухих веществ, что обеспечивает более мощное развитие растений (Чолаков, 2005). При правильном внесении сапропеля (60–700 кг на сотку) можно добиться значительного улучшения показателей роста и развития овощных культур (Аутко, 2007).

Актуальность использования сапропеля обусловлена необходимостью диверсификации источников органического удобрения, особенно в условиях снижения масштабов применения минеральных удобрений. Дагестан, благодаря своим почвенно-климатическим условиям, обладает высоким потенциалом для овощеводства, включая промышленное выращивание томатов. При этом важно учитывать агробиологические особенности сортов и условия предгорных территорий (Езаов, 2017).

Применение сапропеля позволяет значительно улучшить плодородие малопродуктивных земель, особенно предгорных и горных территорий. Введение сапропеля как компонента почвогрунта способствует увеличению урожайности и повышению качества сельскохозяйственной продукции, что подтверждено в исследованиях по его применению в различных регионах (Ежков, 2017).

Таким образом, применение сапропеля в почвогрунтах представляет собой перспективное направление для повышения устойчивости и продуктивности томатов. В условиях снижения масштабов внесения традиционных удобрений важно искать альтернативные подходы для улучшения агрофизических свойств почвы и повышения урожайности культур. Это особенно актуально для аграрного сектора Республики Дагестан, где использование сапропеля может стать ключом к устойчивому развитию овощеводства.

Цель текущего исследования: изучить влияние сапропеля на урожайность и морфологические показатели детерминантных сортов томатов в условиях предгорной зоны Дагестана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на научно-экспериментальном полигоне в предгорной зоне села Ашага-Стал Сулейман-Стальского района Республики Дагестан в 2022–2024 годах на высоте 480–500 м над уровнем моря.

Объекты исследования

Объектами исследования выступали почвогрунт на основе сапропеля и рассада пяти детерминантных сортообразцов томата (раннеспелых) селекции ФГБНУ «ФНЦО» (ВНИИССОК): (1) Содружество, (2) Благодатный, (3) Восход ВНИИССОК, (4) Северянка, (5) Викинг.

Методы и инструменты

Анализ почвенных и растительных образцов осуществляли в аналитической лаборатории «ФАНЦ РД» по общепринятым ГОСТам.

Вегетационный опыт заложен на лугово-каштановой среднесуглинистой почве. Химический состав почвы весной 2022–2023 гг. был следующим: pH_{H_2O} (метод ЦИНАО, ГОСТ 26423–85) — 6,74–7,11), содержание общего азота (по ГОСТ 26107–84) — 45,3–51,2 мг/кг, содержание подвижных форм (метод Мачигина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26205–91) P_2O_5 –23,3–25,6 и K_2O — 426–544 мг/кг. Общий гумус (метод Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213) — 3,57–4,42 %.

Процедура исследования

Агротехника для сортов томата общепринятая по Республике Дагестан. После сбора урожая предшественника проводили дискование на глубину 8–10 см с одновременным боронованием в меру отрастания сорняков. Осенью в конце сентября была проведена вспашка на глубину 30 см и внесено удобрение, весной проводили боронование, 2 культивации и укладку системы капельного полива. Прополку проводили в рамках борьбы с сорняками. Полив проводили по мере необходимости, поддерживая влажность почвы на уровне 70–80 % НВ, норму полива — 80–100 м³/га. Уход за посадка-

ми включал в себя защиту растений от вредителей и болезней. Против вредителей использовали препараты Актеллик, Актара и Искра М, против болезней — Хом, Квадрис и Ридомил Голд.

Схема опыта и изучаемые элементы технологии (Рисунок 1). Сорта томата в 3-х вариантах: 1 — контроль внесенных удобрений, 2 — сапропель и 3 — торфо-сапропелевый состав (соотношение 2:1) по 5-ти сортам томата. Почвогрунт на основе сапропеля и торф+сапропель — в соотношении 3:1 (на 1 кг грунта почвы вносится 350 г сапропель или торф+сапропель).

Сорта томата посажены в предгорной зоне коллекционным методом (рассадный способ) открытого грунта. Схема посадки 150 см × 25 см, количество вариантов 3 на 5-ти сортообразцов томата. Общая площадь — 150 м², площадь делянки — 10 м². Повторность — 3-х кратная. Размещение вариантов — систематическая.

Рисунок 1

Схема опыта и изучаемые элементы технологии

Figure 1

Experimental Scheme and Studied Technological Elements



Анализ данных

Анализ химического состава торфа и сапропеля (в соотношении 2:1) проводился на основании образцов, взятых с участка «Млынок-2» торфяного месторождения Удходва Пружанского района Брестской области, Республика Беларусь. Исследовались следующие параметры:

- (1) Торф низинный (травяной группы), глубина отбора образца 0,5–0,8 м: содержание SiO_2 – 4,01%, Al_2O_3 – 0,69%, Fe_2O_3 – 1,23%, SO_3 – 2,47%, CaO – 1,85%, массовая доля влаги – 83,0%, pH (H_2O) – 5,10, pH (KCl) – 4,10, массовая доля органического вещества – 94,9%.
- (2) Сапропель органический, глубина отбора образца 1,5–2,0 м: содержание SiO_2 – 75,6%, Al_2O_3 – 3,74%, Fe_2O_3 – 8,78%, SO_3 – 1,28%, CaO – 24,4%, CO_2 – 0,78%, P_2O_5 – 0,49%, массовая доля влаги – 78,9%, pH (H_2O) – 5,04, pH (KCl) – 3,61, массовая доля органического вещества – 90,2%, содержание общего азота – 6,9 мг/кг, фосфора – 1,4 мг/кг, калия – 1,8 мг/кг.

Метеорологические данные получены с географического пункта Касумкент (широта 41.67, долгота 48.15), расположенный в 4,5 км от места проведения опытов в период роста и развития растений томата. Вегетационные наблюдения велись подекадно каждого месяца (Рисунок 2).

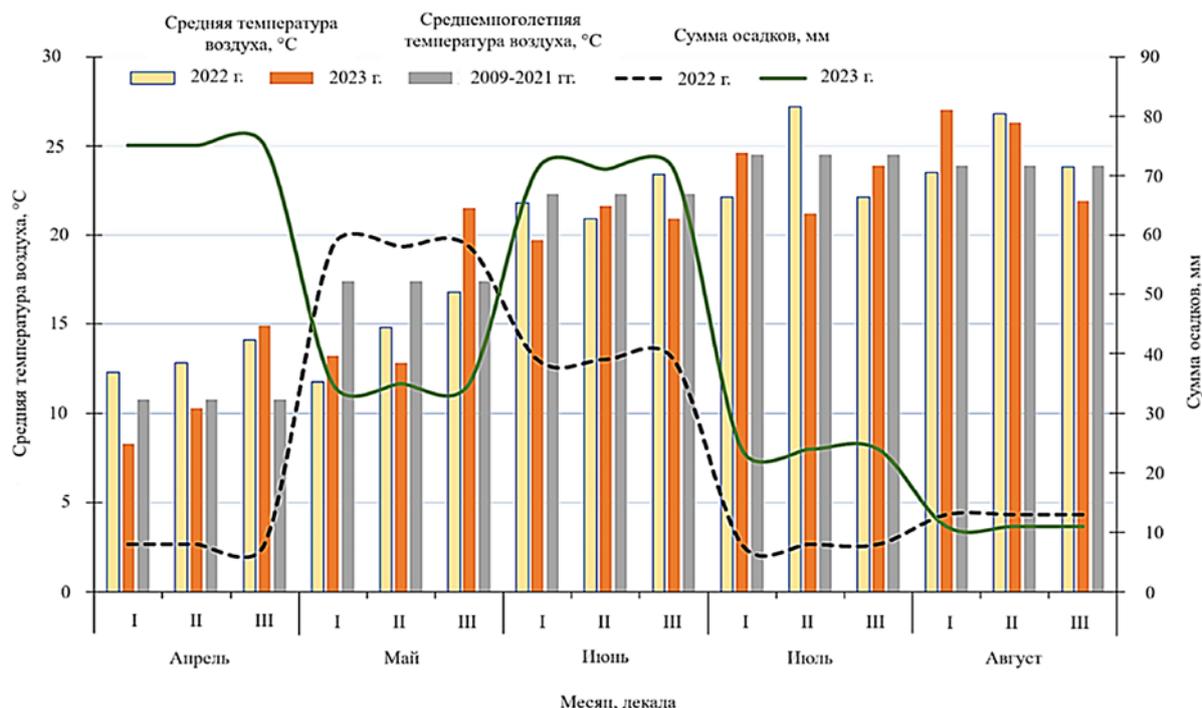
Погодные условия в 2022–2024 годах в весенний период складывались благоприятно для роста и развития растений томата, особенно, в период формирования репродуктивных органов, что положительно сказалось на общей урожайности плодов и коррелирует с продолжительностью вегетационного периода. Однако, в летние месяцы 2022 года средняя температура воздуха в период созревания и сборов плодов томата была выше среднепогодной – третья декада июня, вторая декада июля и августа), а в 2023–2024 годах – первая и вторая декада августа. В 2022 году средняя температура воздуха в течение вегетационного периода была несколько выше, чем в 2023 году. По количеству суммы осадков наблюдались резкие колебания за этот же период, в 2022 году выпало – 126 мм, в 2023 году – 216 мм. Наибольшее количество осад-

Рисунок 2

Средняя температура воздуха и сумма осадков за вегетационные периоды 2022–2023 гг.

Figure 2

Average Air Temperature and Total Precipitation for the Growing Seasons of 2022–2023



ков выпало в 2022 году в мае — 58 мм, в 2023 году в апреле — 75 мм и июне — 71 мм.

Морфологические, фенологические и биометрические показатели сортообразцов томата оценивались по методикам Госсортсети (Белик, 1992; Федин, 1985) и Литвинова (2011) и «Методическим указаниям по апробации овощных и бахчевых культур» (2018).

Учет урожайности проводился сплошным методом, взвешивание урожая со всей учетной площади делянки с разделением на товарную и не товарную продукцию.

Учет пораженных растений проводили визуально по методике ВИРа.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных НСР₀₅ по урожайности сортообразцов томата проводилась в соответствии с подходом Доспехова (1985) с использованием программы Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Биометрические и морфологические показатели сортообразцов томата

Визуальная диагностика условий питания растений позволяет по окраске, форме и размеру листьев и стеблей, а также таких морфометрических показателей, как количество листьев и общая высота растений, выявить влияние сапропеля на рост и развития рассады томата. При исследовании важнейших показателей биологической активности семян томата установлены различия между изучаемыми сортообразцами и вариантами опыта (Таблица 1). При равном внесении количестве семян (12 шт.) применение сапропелей оказывало заметное влияние суточного сокращения прорастание (от посева до массовых всходов) томата по сравнению с контрольным вариантом (на 2–3 сутки), а количество проросших семян на 1–2 шт., соответственно. В среднем по вариантам опыта всех сортов томата прорастание составило 7,2 сутки (НСР₀₅ — 0,84), а проросших семян 10,1 шт. (НСР₀₅ — 0,66).

Таблица 1

Влияние сапропеля на всхожесть детерминантных сортообразцов томата (в среднем за 2022–2024 г.)

Table 1

Effect of Sapropel on the Germination of Determinate Tomato Varieties (Average for 2022–2024)

Вариант опыта	Всходы (дата)	Количество семян, шт.	Прорастание (число суток от посева до массовых всходов)	Количество проросших семян, шт.	Всхожесть семян, %
<i>Содружество</i>					
1. Контроль	16.04	12	9	10	84
2. Сапрпель	16.04	12	7	11	92
3. Торф+Сапрпель	16.04	12	6	11	92
<i>Благодатный</i>					
1. Контроль	14.04	12	9	9	75
2. Сапрпель	14.04	12	6	10	84
3. Торф+Сапрпель	14.04	12	6	11	92
<i>Восход ВНИИССОКа</i>					
1. Контроль	16.04	12	9	8	67
2. Сапрпель	16.04	12	7	10	84
3. Торф+Сапрпель	16.04	12	6	10	84

Окончание Таблицы 1

Вариант опыта	Всходы (дата)	Количество семян, шт.	Прорастание (число суток от посева до массовых всходов)	Количество проросших семян, шт.	Всхожесть семян, %
<i>Северянка</i>					
1. Контроль	16.04	12	8	10	84
2. Сапрпель	16.04	12	7	11	92
3. Торф+Сапрпель	16.04	12	6	11	92
<i>Викинг</i>					
1. Контроль	15.04	12	8	9	75
2. Сапрпель	15.04	12	7	10	84
3. Торф+Сапрпель	15.04	12	6	11	92
В среднем			7,2	16,5	
НСР05			0,84	0,66	

В Таблице 2 представлены результаты показателей морфологических признаков сортообразцов томата по изучаемым элементам технологии. При изучении биометрических показателей рассады установлено, что более высокие показатели отмечаются в варианте 3 (торф+сапрпель). Высота растения в среднем по сортообразцам в сравнении с контрольным вариантом была выше на 43%,

а по числу листьев — на 40%, по завязям и плодам — на 24%. Аналогично прослеживается и в варианте 2 (сапрпель), что выше контрольного варианта соответственно — на 20, 24 и 19%. Внесение сапрпеля и торфо-сапрпелевого состава в почву по сравнению с контрольным опытом создали благоприятные условия формирования морфологии томата, которое закладывает основу для по-

Таблица 2

Показатели морфологических признаков детерминантных сортообразцов томата (в среднем за 2022–2024 гг.)

Table 2

Morphological Characteristics of Determinate Tomato Varieties (Average for 2022–2024)

Вариант опыта	Высота растения		Разность по высоте, см	Количество боковых побегов, шт.	Количество листьев		Количество листьев до 1-й кисти, шт.	Количество кистей, шт.	Количество кистей и плодов		Созревание плодов (дата)
	см	%			шт.	шт.			шт.	%	
<i>Содружество</i>											
1. Контроль	69	100	—	6	40	100	5	5	53	100	15.08
2. Сапрпель	88	127	19	8	57	143	5	6	60	113	15.08
3. Торф+Сапрпель	92	133	23	11	61	153	6	6	66	125	15.08
<i>Благодатный</i>											
1. Контроль	80	100	—	5	51	100	6	6	63	100	11.08
2. Сапрпель	91	114	11	8	63	124	6	11	67	106	11.08
3. Торф+Сапрпель	110	137	30	13	71	139	7	13	69	109	11.08

Окончание Таблицы 2

Вариант опыта	Высота растения		Разность по высоте, см	Количество боковых побегов,		Количество листьев		Количество листьев до 1-й кисти, шт.	Количество кистей, шт.	Количество кистей и плодов		Созревание плодов (дата)
	см	%		шт.	шт.	%	шт.			%		
<i>Восход ВНИИССОКа</i>												
1. Контроль	67	100	—	5	45	100	5	7	54	100	10.08	
2. Сапрпель	78	116	11	9	58	128	6	9	69	127	10.08	
3. Торф+Сапрпель	90	134	23	11	69	153	7	11	70	129	10.08	
<i>Северянка</i>												
1. Контроль	64	100	—	6	49	100	6	5	53	100	07.08	
2. Сапрпель	77	121	13	10	54	111	7	8	68	128	07.08	
3. Торф+Сапрпель	80	125	16	11	63	128	8	9	68	128	07.08	
<i>Викинг</i>												
1. Контроль	74	100	—	12	48	100	5	11	57	100	14.08	
2. Сапрпель	90	122	16	19	54	113	6	12	70	123	14.08	
3. Торф+Сапрпель	138	186	64	23	61	127	7	13	73	128	14.08	

вышения урожайности и качества плодов томата. Использование сапропеля с торфяным составом по сравнению с контрольным вариантом увеличивало ассимиляционную поверхность листьев томата в среднем листьев — на 18,4 шт., кистей — на 3,6 шт. и боковых побегов — на 7 шт., разность роста составило — на 31,2 см.

Показатели урожайности и структуры урожая детерминантных сортов томата

Результаты исследований представлены в Таблице 3, Рисунке 3. Исследуемые сорта томата сформировали хорошую урожайность по изучаемым элементам технологии для предгорной зоны с учетом того, что не были использованы минеральные удо-

Таблица 3

Показатели урожайности и структуры урожая детерминантных сортов томата (в среднем за 2022–2024 гг.)

Table 3

Yield Indicators and Crop Structure of Determinate Tomato Varieties (Average for 2022–2024)

Вариант опыта	Вегетационный период, дней	Урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса 1-го плода, г	Среднее количество плодов с 1-го куста, шт.	Форма плода, окраска	Индекс плода, i
<i>Содружество</i>							
1. Контроль		24,6	77,4	85,4	21	Плоскоокруглая розовая	1,0
2. Сапрпель		31,6	89,0	142,2	45		
3. Торф+Сапрпель	120	33,4	89,6	146,6	49		
В среднем		29,8	85,3	124,7	38,3		
НСР05		0,73	0,32	3,68	7,85		

Окончание Таблицы 3

Вариант опыта	Вегетационный период, дней	Урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса 1-го плода, г	Среднее количество плодов с 1-го куста, шт.	Форма плода, окраска	Индекс плода, <i>i</i>
<i>Благодатный</i>							
1. Контроль		38,	70,3	83,6	32		
2. Сапрпель		41,8	87,4	102,7	43		
3. Торф+Сапрпель	118	43,5	89,9	110,3	48	Округлая красная	0,6
В среднем		41,2	82,5	98,8	41,0		
НСР₀₅		0,44	0,60	0,87	5,48		
<i>Восход ВНИИССОКа</i>							
1. Контроль		30,7	75,5	97,7	30		
2. Сапрпель		35,7	88,7	128,8	46		
3. Торф+Сапрпель	114	36,1	88,6	133,2	48	Округлая красная	1,2
В среднем		34,2	84,3	119,9	41,3		
НСР₀₅		0,47	0,55	4,16	7,11		
<i>Северянка</i>							
1. Контроль		29,5	79,7	98,5	29		
2. Сапрпель		42,7	89,8	114,8	49		
3. Торф+Сапрпель	112	44,7	92,1	118,5	53	Округлая красная	0,8
В среднем		38,9	87,2	110,6	43,6		
НСР₀₅		0,35	0,53	1,09	8,43		
<i>Викинг</i>							
1. Контроль		38,5	76,7	90,8	35		
2. Сапрпель		44,6	90,2	107,5	48		
3. Торф+Сапрпель	119	44,9	93,4	122,3	55	Округлая оранжевая	0,7
В среднем		42,6	86,7	106,8	46,0		
НСР₀₅		0,13	0,51	3,00	7,80		

брения. В среднем за годы исследований наибольшее количество плодов с одного куста среди сортов формировал сорт Викинг (46,0 шт.), а средняя масса одного плода у него была наименьшей (107,5 г). Математической обработкой получены достоверные прибавки урожая (НСР₀₅) в среднем по сортам томата. Применение сапропеля увеличивало урожай

томата по сравнению с контрольным в среднем по вариантам: сорт Викинг — 42,6 т/га, сорт Благодатный — 41,2 т/га, сорт Северянка — 38,9 т/га, сорт Восход ВНИИССОК — 34,2 т/га и сорт Содружество — 29,8 т/га. Наибольшую продуктивность культуры показал в среднем вариант с торфо-сапрпельным составом — 40,5 т/га.

Рисунок 3

Детерминантные сортообразцы томата выращенные на почвогрунте с сапропелем

Figure 3

Determinate Tomato Varieties Grown on Soil with Sapropel



ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты позволяют заключить, что применение сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата положительно повлияло на всхожесть и биометрические показатели томатной рассады, что согласуется с общими представлениями о влиянии гуминовых препаратов на растения (Долгополова, 2016).

Всхожесть семян является ключевым параметром, определяющим качество посадочного материала. Анализ полученных данных (Таблица 1) продемонстрировал, что использование почвогрунтов на основе сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата привело к увеличению всхожести семян по сравнению с контрольной группой. Наиболее значительные результаты были отмечены при применении торфо-сапропелевого субстрата, где всхожесть семян увеличилась на 15% по сравнению с контролем. Сапропель также способствовал ускорению прорастания семян: на 6–7-й день после посева наблюдалось прорастание в вариантах с сапропелем, тогда как в контрольной группе этот процесс начинался на 8–9-й день. В среднем всхожесть семян в контрольной группе

составила 77,4%, тогда как в вариантах с сапропелем и торфо-сапропелевым субстратом — 87,8% и 90,6% соответственно (Таблица 2).

Морфологические показатели свидетельствуют о влиянии сапропеля на рост растений. Центральный стебель растений, выращенных на почвах с сапропелем и торфо-сапропелевым субстратом, был выше на 14–86% по сравнению с контрольными образцами. Наиболее высокие результаты были получены для сорта Викинг, у которого высота стебля увеличилась на 22–86%, а среднее количество боковых побегов составило 18 штук.

Урожайность и структура урожая также показали значительное улучшение при использовании сапропеля. Среднее количество плодов на кусте и урожайность (Таблица 3, Рисунок 3) демонстрируют, что сорт Викинг имел лучшие показатели среди изучаемых сортов — 46,0 плодов на куст и урожайность 42,6 т/га. Урожайность этого сорта превысила показатели других сортов, включая Северянку (на 3,9 т/га), Восход ВНИИССОК (на 8,4 т/га), Благодатный (на 1,4 т/га) и Содружество (на 12,8 т/га). Диапазон урожайности сортов в опыте варьировал от 24,6 до 44,9 т/га. Показатели индекса плода

(соотношение вертикали/горизонтали) продемонстрировали стабильность формы, что указывает на надежность применения сапропеля.

Полученные результаты согласуются с выводами ряда предыдущих исследований (Canellas, 2019; Olk, 2019), подтверждающих эффективность использования сапропеля. В частности, положительное влияние сапропеля на биометрические и урожайные показатели томатов коррелирует с результатами, представленными в работах Безугловой и Халецкой (2022), где гуминовые препараты способствовали улучшению роста рассады и общего состояния растений. Аналогичные результаты были выявлены и для других культур, таких как огурец (Бурмистрова и др., 2016) и белокочанная капуста (Ежков и др., 2017), что подчеркивает универсальность и высокую эффективность сапропеля в качестве органоминерального мелиоранта.

Ограничения исследования

Исследования проводились в условиях одной предгорной зоны, что ограничивает возможность распространения результатов на другие регионы с отличающимися почвенно-климатическими условиями. Кроме того, в исследовании реализовывалось с опорой только на детерминантные сорта томатов, что требует дальнейшего изучения с участием других сортов для полной оценки эффективности сапропеля. Анализ был ограничен временными рамками, и более длительные наблюдения могли бы дать более глубокое понимание влияния сапропеля на почвенные и биологические параметры растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного исследования было изучение влияния применения сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата на биометрические, морфологические и урожайные показатели детерминантных сортов томатов в условиях предгорной зоны Дагестана. Использование данных органоминеральных удобрений положительно повлияло на ростовые и про-

дуктивные характеристики томатов. Результаты подтвердили, что внесение сапропеля и торфо-сапропелевого субстрата способствует значительному увеличению биометрических показателей растений. Вариант с торфо-сапропелевым субстратом продемонстрировал наибольшую эффективность по сравнению с контролем и другими вариантами опыта. Исследования показали, что сорт Викинг обеспечил максимальную урожайность (42,6 т/га) среди исследуемых сортов, а сорт Благодатный также проявил высокий потенциал с урожайностью 41,6 т/га. Индекс плода был стабильным у сортов Благодатный и Викинг (0,6 и 0,7 соответственно). Среднее количество плодов на кусте у сорта Викинг составило 46,0 шт., а средняя масса одного плода — 107,5 г. Урожайность по всем вариантам опыта варьировала от 24,6 до 44,9 т/га.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния сапропеля на другие овощные культуры и расширение экспериментов на разные почвенно-климатические зоны, что позволит оценить универсальность и эффективность его применения в аграрной практике.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Рамида Гусеновна Магомедмирзоева: проведение исследования, курирование данных, верификация данных.

Самир Агаларович Теймуров: проведение исследования, разработка методологии исследования, написание рецензирования и редактирование рукописи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Ramida H. Magomedmirzoeva: conducting research, data curation, data verification.

Samir A. Teimurov: conducting research, developing research methodology, writing- review and editing.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Антонова, О.И., & Рейнер, П.А. (2000). Торфо-гуминовые удобрения в Алтайском крае. *Агрохимический вестник*, 2, 36–39.
- Antonova, O.I., & Rayner, P.A. (2000). Peat-humic fertilizers in the Altai Territory. *Agrochemical Herald*, 2, 36–39.
- Аутко, А.А. (2007). Состояние и перспективы развития тепличного овощеводства в Республике Беларусь. *Теплицы России*, 4, 22–23.
- Autko, A.A. (2007). The state and prospects of greenhouse vegetable growing in the Republic of Belarus. *Greenhouses of Russia*, 4, 22–23.
- Аутко, А.А., & Козловская, И.П. (2005). Комбинированная система питания томата при малообъемной культуре. *Овощеводство и тепличное хозяйство*, 1, 27–29.
- Autko, A.A., & Kozlovskaya, I.P. (2005). A combined tomato nutrition system for low-volume crops. *Vegetable Growing and Greenhouse Farming*, 1, 27–29.
- Безуглова, О.С., & Халецкая, Г.Ю. (2022). Влияние гуминовых препаратов из сапропеля на овощные культуры. *АгроЭкоИнфо*, (5), 1–9. <https://doi.org/10.51419/202125537>
- Bezuglova, O.S., & Khaletskaya, G.Y. (2022). The effect of humic preparations from sapropel on vegetable crops. *AgroEcoInfo*, (5), 1–9. <https://doi.org/10.51419/202125537>
- Белик, В.Ф. (1992). *Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводства*. Москва: Агрпромиздат.
- Belik, V.F. (1992). *The methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing*. Moscow: Agropromizdat.
- Бурмистрова, Т.И., Алексеева, Т.П., Трунова Н.М., & Касимова, Л.В. (2016). Оценка применения грунта на основе сапропеля при выращивании рассады огурца. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 6(140), 15–18.
- Burmistrova, T.I., Alekseeva, T.P., Trunova N.M., & Kasimova, L.V. (2016). Assessment of the use of sapropel-based soil in the cultivation of cucumber seedlings. *Bulletin of the Altai State Agricultural University*, 6(140), 15–18.
- Бурмистрова, Т.И., Сысоева, Л.Н. Алексеева, Т.П., & Трунова, Н.М. (2012). Исследование эффективности применения органоминеральных удобрений при выращивании картофеля. *Достижения науки и техники АПК*, 5, 32–33.
- Burmistrova, T.I., Sysoeva, L.N. Alekseeva, T.P., & Trunova, N.M. (2012). Investigation of the effectiveness of the use of organomineral fertilizers in potato cultivation. *Achievements of Science and Technology in Agribusiness*, 5, 32–33.
- Васильев, А.А. (2014). Влияние сапропелей на урожайность картофеля и плодородие выщелоченных черноземов. *Пермский аграрный вестник*, 1(5), 3–9.
- Vasiliev, A.A. (2014). The effect of sapropels on potato yield and fertility of leached chernozems. *Perm Agrarian Journal*, 1(5), 3–9.
- Дегтярева, И.А., Мотина, Т.Ю., Давлетшина, А.Я., Ежкова, Д.В., & Зарипова С.К. (2015). Влияние влажности почв на жизнеспособность микроорганизмов, входящих в состав комплексного биоудобрения. *Вестник технологического университета*, 18(12), 201–204.
- Degtyareva, I.A., Motina, T.Yu., Davletshina, A.Ya., Ezhkova, D.V., & Zaripova S.K. (2015). The effect of soil moisture on the viability of microorganisms that are part of a complex biofertilizer. *Herald of Technological University*, 18(12), 201–204.
- Долгополова, Н.В., & Пигорев, И.Я. (2016) Влияние различных концентраций минеральных комплексных соединений на томат тепличный. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 9, 108–113.
- Dolgopolova, N.V., & Pigorev, I.Ya. (2016) The effect of different concentrations of mineral complex compounds on greenhouse tomatoes. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 9, 108–113.
- Долгополова, Н.В., Пигорев, И.Я., & Медведев, А.В. (2016). Оптимизация минерального питания томата в защищенном грунте Центрального Черноземья. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 1, 48–53.
- Dolgopolova, N.V., Pigorev, I.Ya., & Medvedev, A.V. (2016). Optimization of tomato mineral nutrition in the protected soil of the Central Chernozem region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 1, 48–53.
- Доспехов, Б.А. (1985). *Методика полевого опыта*. Москва: Агрпромиздат.
- Dospekhov, B.A. (1985). *The methodology of field experience*. Moscow: Agropromizdat.
- Ежков, В.О., Газизов, Р.Р. Яппаров, И.А., Биккинина, Л.М.-Х., Ежкова, Д.В., Яппаров, Д.А., & Файзрахманов Р.Н. (2017). Влияние сапропеля на агрохимические показатели почвы, урожайность и качество овощных культур. *Вестник технологического университета*, 6(20), 127–130.
- Yezhkov, V.O., Gazizov, R.R. Yapparov, I.A., Bikkinina, L.M.-H., Yezhkova, D.V., Yapparov, D.A., & Fayzrakhmanov R.N. (2017). The effect of sapropel on agrochemical soil parameters, yield and quality of vegetable crops. *Herald of Technological University*, 6(20), 127–130.
- Ежков, В.О., Файзрахманов, Р.Н., Семакина, Е.В., Ежкова, Д.В., & Ежкова, А.М. (2016). Наноструктурный сапропель: изготовление, изучение физико-химических свойств и определение безопасных доз применения. *Вестник технологического университета*, 20(19), 172–176.
- Yezhkov, V.O., Fayzrakhmanov, R.N., Semakina, E.V., Yezhkova, D.V., & Yezhkova, A.M. (2016). Nanostructured sapropel: manufacture, study of physico-chemical

- properties and determination of safe doses of application. *Herald of Technological University*, 20(19), 172–176.
- Ежкова, Д.В., Сидоров, В.В., Газизов, Р.Р., & Дегтярева, И.А. (2016). Влияние осадков сточных вод на урожайность яровой пшеницы. *Сборник материалов XV Международной конференции молодых ученых: «Пищевые технологии и биотехнологии»* (с. 167–169). Казань: Бриг.
- Yezhkova, D.V., Sidorov, V.V., Gazizov, R.R., & Degtyareva, I.A. (2016). The effect of wastewater precipitation on the yield of spring wheat. *Collection of materials of the XV International Conference of Young Scientists: "Food technologies and biotechnologies"* (p. 167–169). Kazan: Brig.
- Езаов, А.К., Ханиева, И.М., Кишев, А.Ю., Шибзухов, З.С. & Жеруков, Т.Б. (2017). Сравнительное сортоизучение томата в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии. *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*, 3(17), 6–12.
- Ezaov, A.K., Khanieva, I.M., Kisev, A.Yu., Shibzukhov, Z.S. & Zherukov, T.B. (2017). Comparative variety study of tomatoes in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Izvestia of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*, 3(17), 6–12.
- Инишева, Л.И., & Михантьева, Л.С. (2001). Болотные ресурсы и основные направления развития сапропелоторфодобывающей и перерабатывающей промышленности. *Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв* (с. 14–20). Красноярск: КНИИГиМ.
- Inisheva, L.I., & Mikhantjeva, L.S. (2001). Swamp resources and the main directions of development of sapropel peat extraction and processing industry. *The role of the mineral resource base of Siberia in the sustainable functioning of soil fertility* (с.14–20). Krasnoyarsk: KNIIGiM.
- Кильчевский, А.В., & Скорина, В.В. (2005). *Селекция гетерозисных гибридов томата*. Горки: БГСХА.
- Kilchevsky, A.V., & Skorina, V.V. (2005). *Selection of heterotic tomato hybrids*. Gorki: BGSNA.
- Кондратьева, И. Ю. (2010). *Частная селекция томата*. Москва: ВНИИССОК.
- Kondratieva, I. Y. (2010). *Private tomato breeding*. Moscow: VNISSOK.
- Литвинов, С.С. (2011). *Методика полевого опыта овощеводстве*. Москва: ГНУ ВНИИО.
- Litvinov, S.S. (2011). *The methodology of field experience in vegetable growing*. Moscow: GNU VNIIO.
- Наумова, Г.В., Жмакова, Н.А., & Овчинникова, Т.Ф. (2000). Об эффективности использования препаратов гуминовой и меланоидиновой природы в качестве добавок к новым формам минеральных удобрений. *Природопользование*, 6, 136–138.
- Naumova, G.V., Zhmakova, N.A., & Ovchinnikova, T.F. (2000). On the effectiveness of using humic and melanoidin preparations as additives to new forms of mineral fertilizers. *Environmental Management*, 6, 136–138.
- Скорина, В.В. (2023). Использование комплексных удобрений при выращивании томата в защищенном грунте. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*, 1, 84–87.
- Skorina, V.V. (2023). The use of complex fertilizers when growing tomatoes in protected soil. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 1, 84–87.
- Титова, В.И. (2017). Понятие агрохимикатов, современные тренды их применения в отрасли земледелия АПК России. *Агрохимический вестник*, 2, 6–9.
- Titova, V.I. (2017). The concept of agrochemicals, modern trends in their application in the agricultural sector of the agro-industrial complex of Russia. *Agrochemical Herald*, 2, 6–9.
- Федин, М.А. (1985). *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. Москва: Министерство сельского хозяйства СССР.
- Fedin, M.A. (1985). *The methodology of the state variety testing of agricultural crops*. Moscow: Ministry of Agriculture of the USSR.
- Храмцов, И.Ф., Воронкова, Н.А., Мансапова, А.И., & Хамова, О.Ф. (2008). Эффективность применения сапропеля в земледелии Омской области. *Сапропель и продукты его переработки: Международная научно-практическая конференция* (с. 15–17). Омск: ОмГАУ.
- Khramtsov, I.F., Voronkova, N.A., Mansapova, A.I., & Khamova, O.F. (2008). The effectiveness of sapropel application in agriculture of the Omsk region. *Sapropel and its processed products: International Scientific and Practical Conference* (pp. 15–17). Omsk: OmGAU.
- Чолаков, Д., Петкова, В., & Христова, Д. (2005). Оптимизация азотного удобрения при выращивании ранних помидоров в неотапливаемых пластиковых домах с помощью гранул, содержащих сапропель и модифицированные полимеры. *Сборник трудов конференции «Агро-Эко»* (с. 25–27). Пловдив: Пловдивский сельскохозяйственный университет.
- Cholakov, D., Petkova, V., & Hristova, D. (2005). Optimization of nitrogen fertilizer when growing early tomatoes in unheated plastic houses using pellets containing sapropel and modified polymers. *Collection of reports of the Conference "Agro-Eco"* (p. 25–27). Plovdiv: Plovdiv Agricultural University.
- Яппаров, И.А., Суханова, И.М., Газизов, Р.Р., Биккинина, Л.М.Х., & Ильясов, М.М. (2016). Воздействие водных органоминеральных суспензий и их наноструктурных аналогов на урожайность гречихи. *Вестник технологического университета*, 19(16), 174–176.
- Yapparov, I. A., Sukhanova, I. M., Gazizov, R. R., Bikkinina, L. M.-H., & Ilyasov, M. M. (2016). Effects of aqueous organomineral suspensions and their nanostructured analogues on buckwheat yield. *Vestnik Kazanskogo Tehnologičeskogo Universiteta*, 19(16), 174–176.
- Агафонов, Л., Алсина, И., Соловьев, Г., Коврик, С., Бамбалов, Н., Апсе, Ю., & Рак, М. (2015). New kinds of sapropel and peat-based fertilizers. *Environment. Technology. Resources*, 2, 20–26. <http://dx.doi.org/10.17770/etr2015vol2.271>

- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Canellas, N. O. A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2019). Humic acids increase the maize seedlings exudation yield. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture Chem*, 6(3), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40538-018-0139-7>
- Murunga, S., Wafula, E.N., & Sang J. (2020). The use of freshwater sapropel in agricultural production: A new frontier in Kenya. *Advances in Agriculture*, 3, 1–7. <http://dx.doi.org/10.17770/etr2015vol2.271>
- Nsengumuremyi, D., Havugimana, S., & Barakova N.V. (2022). The contribution of humic substances in improving agriculture and livestock sector in african great lakes region: A review. *Humus and Humic Substances – Recent Advances*, 5. <https://doi.org/10.5772/intechopen.107526>
- Obuka, V., Boroduskis, M., Ramata-Stunda, A., Klavins L., & Klavins, M. (2018). Sapropel processing approaches towards high added-value products. *Agronomy Research*, 16(S1), 1142–1149. <https://doi.org/10.15159/AR.18.11>
- Olk, D. C., Bloom, P. R., Perdue, E. M., McKnight, D. M., Chen, Y., Fahrenhorst, A., Senesi, N., Chin, Y.-P., Schmitt-Kopplin, P., Hertkorn, N., & Harir, M. (2019). Environmental and agricultural relevance of humic fractions extracted by alkali from soils and natural waters. *Journal of Environmental Quality*, 48(2), 217–232. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.02.0041>
- Zanin, L., Tomasi, N., Cesco, S., Varanini, Z., & Pinton, R. (2019). Humic substances contribute to plant Iron nutrition acting as chelators and biostimulants. *Frontiers in Plant Science*, 10, 675. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.00675>