ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ФЕРТИГАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ В РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

EFFICACY OF FERTILIZERS APPLIED BY FERTIGATION IN TECHNOLOGY OF GROWING TOMATO IN PROTECTED GROUND IN CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

CZU: 631.8:635.64(478) **https://doi.org/10.59295/spd2025e.24**

Владимр РОТАРУ
ORCID: 0000-0001-6554-682X
E-mail: rotaruvlad@yahoo.com
Молдавский государственный университет, Кишинэу, Республика Молдова

Summary. *The article presents the research results on the influence of fertilizers SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus, SmartGrow Humax applied by fertigation on productivity and some quality traits of tomato fruits cultivated under protected ground in the conditions of the Republic of Moldova. Fertilizers use has a positive effect on the biochemical composition of tomato fruits, increases the yield by 15,2% compared to variant without fertigation. Under the influence of combined application of tested fertilizers the quality of vegetable produce was improved, the content of soluble saccharides increased in fruits. Thus, the integrated use of SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus, SmartGrow Humax each in dose 2 L/ha could be an effective ecofriendly and perspective approach to increase tomato production in greenhouse conditions*.

Keywords*: fertigation, fertilizers, productivity, tomato*.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое распространение томатов и их большой удельный вес в структуре валового сбора овощей во многих странах мира объясняется высокой экологической пластичностью, то есть способностью расти и плодоносить в разных климатических зонах, высокой урожайностью, многоцелевым использованием плодов. Быстрое увеличение валового производства томатов за последнее время тесно связано со значительным повышением урожайности этой культуры благодаря использованию удобрительных средств с одновременной модернизации основных технологических процессов при ее возделывании. В Молдове томат - основная овощная культура, который в структуре овощных культур занимает до 45%, а валовое производство составляет – 60-70%. Фактическая урожайность томатов в республике невысокая. Однако существует несколько сдерживающих факторов для получения высоких стабильных урожаев, среди которых: сильная поражаемость плодов вредителями и болезнями, отсутствие сортов с высокой скороспелостью,

трудоемкость возделывания, связанная со слабой механизацией работ, недостаточная обеспеченность минеральными удобрениями, в том числе комплексными. Сотрудниками Приднестровского НИИСХ [1] разрабатывается технология возделывания поздних томатов безрассадным способом, обеспечивающая получение 47 т/га товарных плодов для хранения и последующей реализации через 30-40 дней после уборки. Одним из основных резервов повышения урожайности и качества томата является совершенствование существующих технологий применения удобрений. Согласно исследовании один из наиболее эффективных приемов оптимизации минерального питания в защищенном грунте – это фертигация, внесение растворенных в воде удобрений в почву [2]. Фертигация - это способ применения удобрений посредством подачи растворенных минеральных веществ совместно с поливной водой. Она позволяет поддерживать в почве необходимый уровень концентрации элементов питания на почвах с низкой поглотительной способностью, бедных питательными веществами. Этот технологический прием позволяет снижать затраты труда и энергии на внесение удобрений в сравнении с традиционными методами. Необходимо отметить, что в климатические условия нашей страны, приоритетным направлением в обеспечении населения свежей овощной продукцией, особенно во внесезонный период, является развитие овощеводства защищённого грунта. Анализ литературных данных показал, что в Молдове недостаточно изучено влияние новых перспективных удобрений при фертигации, на урожайность томатов.

Цель наших исследований – изучить эффективность применения водорастворимых комплексных удобрений SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus, SmartGrow Humax при выращивании томата на фертигации в центральной зоне республики Молдова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поставленные задачи решали путем проведения опыта в защищеном грунте, а также лабораторными исследованиями. Выращивали сорт томатов Ольга. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный маломощный среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,0%. Схема опыта с применением удобрений включала следующие варианты: 1. Контроль (без фертигации), 2. Стандарт Leafdrip (3 кг/га 3 корневые подкормки), 3. SmartGrow Rootmost-C60 1 л/га (1-я подкормка)+SmartGrow Alhum Plus 1 л/га (2-я подкормка)+SmartGrow Humax 1 л/га (3-я подкормка), 4. SmartGrow Rootmost-C60 2 л/га (1-я подкормка)+SmartGrow Alhum Plus 2 л/га (2-я подкормка)+SmartGrow Humax 2 л/га (3-я подкормка). Удобрения вносили через капельный полив в качестве подкормок. Агротехника на опытных участках соответствовала принятой в центральной зоне Молдовы. Опыт был заложен в 3-х кратной повторности. Метод размещения вариантов по делянкам опыта был систематический. Площадь учетной делянки – 12м^2. Первую корневую

подкормку осуществляли в начале вегетации с применением SmartGrow Rootmost-C60 в дозе 1 л/га и 2 л/га, вторая фертигация с применением SmartGrow Alhum Plus в дозе 1 л/га и 2 л/га в период активного вегетации растений и третья фертигация с SmartGrow Humax в дозе 1 л/га и 2 л/га - в фазе формирования и роста фруктов томатов. Математическая обработка урожайных данных проводилась методом дисперсионного анализа [3]. Анализ содержания хлорофилла в листьях пшеницы выполнен спектрофотометрическим методом при длинах волн 645 и 663 нм [4]. Азот в плодах определяли по методу Къельдаля, фосфор – по классическому методу [5], калий определяли на пламенном фотометре. Содержание растворимых углеводов определяли по Bertran [6], нитратов – по методу Cataldo [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИ

Томат принадлежит к группе немногочисленных культурных растений, которые обладают высокой потенциальной продуктивностью, а для ее реализации необходимо создать оптимальное соотношение питательных элементов во все фазы роста и развития растений. Корневые подкормки позволяют более эффективно использовать элементы питания из почвы и повышают урожайность полевых культур. Растение томатов отзывается хорошо на внесение удобрительных средств, содержащих не только макроэлементы, но и микроэлементы, а также стимулирующие вещества. Такие комплексные удобрений сейчас импортируются в республику Молдова и требуется их исследования при выращивании овощных культур.

Таблица 1. Содержание хлорофилла в листе томатов под действием удобрений, мг/г

Варианты	Хлорофилл, *а*	Хлорофилл, *в*	Хлорофилл, *а+в*	Каротиноиды
Контроль (без фертигации)	0,92	0,36	1,28	1,57
Стандарт Leafdrip 3кг/га	1,04	0,38	1,42	1,83
SmartGrow Rootmost-C60 1л/га+SmartGrow Alhum Plus 1л/га+SmartGrow Humax 1л/га	1,05	0,50	1,55	1,89
SmartGrow Rootmost-C60 2л/га+SmartGrow Alhum Plus 2л/га+SmartGrow Humax 2л/га	1,13	0,43	1,56	1,84

Физиологические процессы, обусловливающие содержание хлорофилла в листьях и площадь ассимиляционной поверхности, могут по-разному реагировать на агротехнические факторы, особенно на внесение удобрений. В связи с этим представляется интересным проследить и сравнить изменение концентрации хло-

рофиллов (Хл) в листьях томата в зависимости от применения удобрений. Данные определения содержания хлорофилла в листьях томатов в зависимости от применения фертигации представлены в таблице 1. Результаты экспериментальных данных свидетельствуют о том, что использование SmartGrow Rootmost-C60 2 л/га+SmartGrow Alhum Plus 2 л/га+SmartGrow SmartGrow Humax 2 л/га повышает содержание хлорофилла ***а*** в листьях томатов на 22,8% по сравнению с контролем. Их положительное действие выявлено и на уровни накопления хлорофиллов ***а*** *и* ***в***. Установлено, что их сочетание привело к повышению их суммы *а+в* на 17%. Полученные результаты согласуются с установленным фактом об увеличение фотохимической активности хлоропластов в растениях, в результате использования удобрительных средств путем фертигации. Нормальное обеспечение растений водой и питанием является важным залогом получения высокой продуктивности растений. Доказательством того, что томаты хорошо реагируют при внесении комплексных удобрений путем фертигации, являются данные урожайности, представленные в таблице 2. Установлено, что использование фертигации с применение Rootmost-C60, Alhum Plus и Humax при выращивании томатов явилось мощным фактором роста и развития растений, и в конечным счетом урожайность растений. Результаты уборки урожая свидетельствуют о том, что благоприятный водный режим и хорошие условия питания существенно увеличили продуктивность плдов томатов.

Таблица 2. Влияние применения удобрений на урожайность томатов, т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Прибавка, %
Контроль (без фертигации)	55,8		
Стандарт Leafdrip 3кг/га	62,6	6,8	12,2
SmartGrow Rootmost-C60 1л/га+SmartGrow Alhum Plus 1л/га+SmartGrow Humax 1л/га	61,1	5,3	9,3
SmartGrow Rootmost-C60 2л/га+SmartGrow Alhum Plus 2л/га+SmartGrow Humax 2л/га	64,3	8,5	15,2

НСР 095, т/га 1,90

Выявлено, что в контроле (без фертигации) средняя урожайность плодов составила 55,8 т/га. Максимальные показатели урожайности были зарегистрированы в варианте опыта с фертигации (четвёртый вариант) при их применении в повышенной норме 2,0 л/га – 64,3 т/га, что составляет 115,2% относительно контроля (табл. 2). Все варианты с удобрениями превышали контрольный вариант по урожайности

на 6,8-8,5 т/га. Например, при внесении стандартного удобрения Leafdrip в дозе 3 к/га (3 корневые подкормки) прибавка урожая равнялось 6,8 т/га, что составляет 12,2 % по сравнению с контролем. Таким образом, наиболее эффективным среди вариантов опыта оказался вариант с применением SmartGrow Rootmost-C60 2 л/га+SmartGrow Alhum Plus 2 л/га+SmartGrow Humax 2 л/га, обеспечивающий максимальную математически достоверную прибавку в 8,5 т/га, в данном варианте уровень урожайности составлял 115% по отношению к контролю. Использование более низкой нормы этих же видов удобрений, каждый в норме 1 л/га, также обеспечило хороший урожай плодов томатов, но прибавка в этом случае была значительно меньше 5,3 т/га, и она была ниже варианта стандарта. Величина урожая томатов на неудобренных делянках была наименьшая, однако, относительноя все же высокая, потому что растения были хорошо обеспечены водой в течение всего вегетационного периода и за счет внесения удобрений.

Таблица 3. Влияние применения удобрений на содержание элементов питания в плодах

Вариант	Сухое в-во, %.	N,%	P,%	K, %
Контроль (без фертигации)	6,9	2,42	0,65	2,73
Стандарт Leafdrip 3кг/га	7,0	2,82	0,62	2,79
SmartGrow Rootmost-C60 1л/га+SmartGrow Alhum Plus 1л/га+SmartGrow Humax 1л/га	8,2	2,70	0,72	2,85
SmartGrow Rootmost-C60 2л/га+SmartGrow Alhum Plus 2л/га+SmartGrow Humax 2л/га	7,5	2,72	0,65	2,95

Условия минерального питания оказали влияние и на некоторые химические показатели плодов томатов (табл. 3). Результаты исследования показали, что содержание питательных элементов в плодах увеличивалось в результате корневой подкормке с SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus и SmartGrow Humax. Удобрения оказали более значительное действие на содержание азота и калия в плодах, чем на содержание фосфора. Максимальное накопление азота отмечено в варианте с применением стандарта (три корневые подкормки) и в вариате SmartGrow Rootmost-C60 2л/га+SmartGrow Alhum Plus 2л/га+SmartGrow Humax 2 л/га. Фосфор имеет важное значение в синтезе многих важных компонентов клеток растений и обеспечивает энергетическими ресурсами множество биохимических процессов [8]. Установлено, что в варианте SmartGrow Rootmost-C60 1 л/га+SmartGrow Alhum Plus 1 л/га+SmartGrow Humax 1 л/га содержание фосфора в плодах составил 0,72% сухого вещества при 0,65% в контроле (табл. 3). Применеие фертигации положительно повдияло и на питание растений калием. Анализы показали, что применение фертигации с использованием Rootmost-

С60 2л/га+Alhum Plus 2 л/га+Humax 2 л/га способствовало накопления калия в плодах, превышая контрольный вариант на 7,3%. Наибольше количество сухих веществ (8,2%) содержали плоды выращенные при применении удобрений SmartGrow Rootmost-C60 1 л/га+SmartGrow Alhum Plus 1 л/га+SmartGrow Humax 1 л/га. Следовательно, определение содержание калия в плодах выявило, что его количество меньше зависит от доз и вида удобрения, чем содержание азота и фосфора, то есть его концентрация более стабильна, однако отмечалось слабое повышение содержания калия в плодах удобренных растений. В данном случае проявилась положительная роль данного удобрения как в увеличении содержания элементов питания, так и в формировании наибольшей продуктивности растений томатов, т.е. существует тесная зависимость между урожаем и количеством использованных растением питательных элементов [9]. Наряду с агрономической эффективностью применения SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus и SmartGrow Humax было определено их влияния и на некоторые основные качественные показатели плодов томатов. Результаты их испытания показали, что содержание сухого вещества в плодах имело тенденцию к повышению в вариантах с использованием удобрительных средств (табл. 4). Содержание сухого вещества в плодах томата колебалось в зависимости от варианта в пределах 6,9%–8,2%. В этом отношении выделялся вариант с применением SmartGrow Rootmost-C60 1 л/га+SmartGrow Alhum Plus 1л/га+SmartGrow Humax 1 л/га, где накопление сухих веществ увеличивалось на 18,8% сравнительно с контролем.

Таблица 4. Влияние применения удобрений на качество плодов томатов

Вариант	Влага %	Сухое в-во %	Сумма сахаров %	NO3, мг/кг сырой массы
Контроль (без фертигации)	93,1	6,9	4,52	28,9
Стандарт Leafdrip 3кг/га	93,0	7,0	4,72	26,5
SmartGrow Rootmost-C60 1л/га+SmartGrow Alhum Plus 1л/га+SmartGrow Humax 1л/га	91,8	8,2	4,83	28,3
SmartGrow Rootmost-C60 2л/га+SmartGrow Alhum Plus 2л/га+SmartGrow Humax 2л/га	92,5	7,5	4,54	27,8

На содержание других биохимических показателей, в частности содержание растворимых сахаров испытанные удобрения оказали положительное действие, увеличив этот качественный показатель в среднем на 6,6% относительно растений без фертигации. Количество растворимых сахаров на варианте без применения удобрений составляло 4,52%. Важным качественным показателем овощной

продукции является концентрация нитратов в плодах. Следует отметить, что количество нитратов в плодах не изменялось при внесении Leafdrip и SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus и SmartGrow Humax. На всех вариантах опыта содержание нитратов в плодах было в среднем в 6,5 раза ниже предельно допустимых концентраций. Следовательно, использование данных видов удобрений для корневой подкормки, показало положительную эффективность при выращивании томатов в условиях Центральной зоне республики Молдова.

ВЫВОДЫ

1. Совместное использование SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus, и SmartGrow Humax при фертигации в течение вегетации растений томата, каждый в дозе 2,0 л/га, обеспечивает повышение урожайности на 15,2%.

2. Внесение удобрений SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus и SmartGrow Humax способствует улучшению условия питания растений и увеличивает содержание элементов минерального питания в товарной продукции.

3. Применение SmartGrow Rootmost-C60, SmartGrow Alhum Plus и SmartGrow Humax методом фертигации повышало содержание сахаров в плодах. Содержание нитратов в томатах было значительно ниже предельно допустимых норм. Таким образом, для оптимизации процесса выращивания томатов на фертигации можно рекомендовать применение удобрений следующим образом - первую корневую подкормку применять в начале вегетации с SmartGrow Rootmost-C60 в дозе 2 л/га, вторая фертигация с SmartGrow Alhum Plus в дозе 2 л/га проводить в период активной вегетации растений и третья фертигация с SmartGrow Humax в дозае 2 л/га - в фазе формирования и роста плодов томата.

ЛИТЕРАТУРА:

1. КРЕЦУЛ, Н.Ф., ЗЕЛЕНИЧКИН, В.Г. *Особенности технологии возделывания поздних томатов.* În: Agricultura Moldovei. 2004, nr. 3, p. 27-28.
2. БОРИСОВ, В.А., МЕНЬШИХ, А.М., СОСНОВ, В.С. *Эффективность основного внесения удобрений и фертигации при выращивании баклажана на обыкновенных черноземах Ростовской области*. În: *Овощи России*. 2024, nr. 3, с. 53-58.
3. ДОСПЕХОВ, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. -351с.
4. LICHTENTHALER, H.K., WELLBURN, A.R. *Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents* In: Biochemistry Society Trans. 1983. Vol.11, nr.5. p.591-592.
5. MURPHY, J., RILEY, J.P. *A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters*. In: Analytical Chemistry Acta. 1962, nr.27, p.31-36.

6. МИНЕЕВ, В.Г. Практикум по агрохимии. Издательство МГУ, 1989, 304с.
7. CATALDO, D.A. et al. *Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid*. In: Communication in Soil Science and Plant Analysis. 1975, nr. 6, p. 71-86.
8. SANTORO, V., SCHIAVON, M., CELI, L. *Role of soil abiotic processes on phosphorus availability and plant responses with a focus on strigolactones in tomato plants*. In. Plant and Soil. 2024, nr.494, p.1–49.
9. ЖУРБИЦКИЙ, З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М.,-1963, с.293.