

УДК 635.64: 631.544.4: 631.879.42(476.2)

М. Ф. Степура¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий лабораторией технологических исследований

А. В. Михнюк¹, соискатель

В. И. Меньков², студент

¹РУП «Институт овощеводства», аг. Самохваловичи, Минский район

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область

ВЛИЯНИЕ СУБСТРАТОВ ПРИ КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ ТОМАТА В ТЕПЛИЦАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

РЕЗЮМЕ

Представлены двухлетние исследования выращивания гибрида томата на территории, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, при контейнерной технологии с использованием субстратов для набивки цилиндров без дна объемом 7 л, обеспечивающих увеличение урожайности и улучшение качества плодов путем снижения нитратов и тяжелых металлов.

Ключевые слова: томат; субстрат; лузга гречихи; костра льна; перлит; керамзит; биогумус; гибрид; цилиндр; удобрения; полив; пластик; теплица.

ВВЕДЕНИЕ

В основных положениях проекта Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы есть раздел «Современная экосистема инноваций». Задача на предстоящее пятилетие – достичь уровня инновационного развития стран – лидеров Восточной Европы. Предусматривается реализовать более 70 проектов в этой сфере, в том числе в АПК, повысить наукоемкость ВВП до уровня не менее 1 %. На 74-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций МГФО-2021 было объявлено о начале Международного года овощей и фруктов – 2021 г. и отмечалось, что пандемия COVID-19 заставила человечество искать новые пути в борьбе с голодом и неполноценным питанием и определить новый баланс между производством и потреблением продовольствия, а также оказывать содействие в расширении доступа к здоровому питанию, укрепляющему иммунную систему человека [1, 2].

Решение данной задачи возможно лишь на основе расширения периода поступления овощей и полного перевода отрасли защищенного грунта, то есть необогреваемых теплиц, на контейнерные технологии выращивания

теплолюбивых культур. Выращивание овощных культур по этим технологиям способствует росту урожайности в 1,5–1,7 раза, экономии трудозатрат чел.-дней/га, снижению расхода воды и удобрений на 20–30 % и уменьшению в 5–6 раз расхода субстрата на растение [5].

Установлено, что механический перевод необогреваемых теплиц на контейнерные технологии выращивания овощных культур, включающие использование минеральной ваты, экономически не оправдан по причине короткого вегетационного периода (5–6 месяцев). Возникла необходимость разработать белорусскую технологию выращивания томата с применением отечественных компонентов слагаемых субстрата, что в настоящее время является весьма актуальным. При составлении органических субстратов следует обращать внимание на его агрофизические свойства. Субстрат должен обладать хорошей аэрацией для обеспечения корневой системы томата достаточным количеством кислорода и углекислого газа и в то же время характеризоваться высокой влагоемкостью и емкостью поглощения ионов.

Целью исследований является оценка органического субстрата при возделывании томата на территории, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, при контейнерной технологии в необогреваемых теплицах [7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основные методы исследований – полевые опыты и лабораторные анализы. Экспериментальная работа проводилась в Лоевском районе Гомельской области в ангарной пленочной теплице на площади 300 м² в 2021 и 2022 гг.

При закладке опытов использовали сосуды цилиндрической формы без дна с объемом 7 л с последующим их размещением по поверхности почвы. Цилиндры изготавливали из пластика толщиной 0,1 мм.

Объектом исследований являлся гибрид томата Тойво. Томат Тойво F₁ – высокоурожайный индетерминантный гибрид красного томата для остекленных и пленочных теплиц. Вегетативно-генеративный период роста сбалансирован, рекомендованное количество остаточных кистей от 5 до 7 шт. Обладает стойким иммунитетом к фузариозному увяданию и вирусу мозаики. Плоды средние, правильной формы, насыщенно красного цвета со средней массой 170–190 г.

В исследованиях использовали органические и синтетические компоненты: перлит и керамзит, лузгу гречихи, костру льна, опилки в количестве 20 % от объема субстрата, биогумус в количестве 10 % от объема субстрата в необогреваемых теплицах.

Лузга гречихи – это очищенные по особой технологии оболочки гречишных зерен, обработанные паром и впоследствии высушенные. Состав витаминов в лузге также весьма богат. Зола лузги гречихи содержит массовую долю %: SiO₂ – 16,12, Al₂O₃ – 1,22, Fe₂O₃ – 1,3, TiO₂ – следы, CaO – 50,04, MgO – 3,1, SO₃ – 3,62, Na₂O – 3,91, K₂O – 19,71, MnO – 0,5.

Костра льна – одревесневшие части стеблей льна, получаемые при трепании. Костра составляет 65–70 % массы стебля и в основном состоит из

целлюлозы – 45–58 %, лигнина – 21–29, гемицеллюлозы – 9,1, экстрактивных веществ – 9,9, пектиновых веществ – 2,0, золы – 1,5 %. По своему химическому составу она близка к дровам [8].

Биогумус – органическое удобрение, продукт переработки органических отходов сельского хозяйства дождевыми червями (чаще всего *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus*) и с участием других почвенных организмов (грибы, бактерии, актиномицеты, насекомые, членистоногие и т. д.). Биогумус улучшает структуру почвы и ее водно-физические свойства. Химический состав биогумуса: гумус – 25–35 %, азот – 1,5–3,0, фосфор – 1,8–4,0, калий – 1,5–3,0, кальций – 1,5–3,0, магний – 0,6–1,5, железо – 0,6–1,3, медь – 0,03–0,04, марганец – 0,06–0,09, цинк – 0,08–0,09 %.

Перлит – это алюмосиликатный материал, состоящий из белых высокопористых гранулированных агрегатов с низкой плотностью, объемная масса которых колеблется от 96 до 128 кг/м³, что в 3–4 раза легче воды. Химический состав представлен в основном соединениями SiO₂ – 55–80 %, Al₂O₃ – 12–16 %.

Керамзит – это гранулы вспененной глины, объемная масса которых варьирует в пределах от 550 до 650 кг/м³. Химический состав керамзита следующий: SiO₂ – 70,2, Al₂O₃ – 16, Fe₂O₃ – 3,8, K₂O – 3,7, CaO – 1,5, MgO – 1,5, TiO₂ – 0,6, FeO – 0,3, Na₂O₃ – 0,3, SO₄ – 0,08, MnO – 0,01 % [6].

Исходя из состава субстрата, для создания в субстрате оптимального содержания питательных элементов вносят следующее количество минеральных удобрений и известковых материалов, кг/м³ верхового торфа: аммиачной селитры – 0,7, аммофоса – 0,9, калия сернокислого – 0,6, магния сернокислого – 0,4, мела – 5,5, доломитовой муки – 5,1. Кроме внесения макроудобрений вносят микроудобрения: медь сернокислая – 6 г/м³, цинк сернокислый – 4, марганец сернокислый – 6, железо сернокислое – 6, борная кислота – 4, аммоний молибденовокислый – 3, кобальт азотнокислый – 3, калий йодистый – 2 г/м³.

Опыты заложены в 4-кратной повторности, площадь опытной делянки 6,5 м², учетной – 5,6 м². Наблюдения и учеты проводили согласно «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова [3] и «Методике полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [4]. Полученные в результате проведения исследований данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований свидетельствуют о том, что используемые составы субстратов, включающие костру льна, керамзит и биогумус, были значительно лучше по сравнению с субстратом, состоящим из чистого верхового торфа 100 % и верхового торфа 80 % + 20 % лузги гречихи и перлита. Средняя урожайность плодов томата по лучшим вариантам повысилась на 1,8–2,4 кг/м² по сравнению с урожайностью 9,1–9,7 кг/м² по вариантам: чистый верховой торф 100 % и верховой торф 80 % + 20 % лузга гречихи и перлит. Использование контейнерной технологии при выращивании томата в цилиндрах

повысило урожайность на 2,4 кг/м², или 35 %. Наибольшая урожайность 11,5 кг/м² по варианту: верховой торф 90 % + 10 % биогумус (табл. 1).

При выращивании томата при контейнерной технологии в теплицах на территории, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, с одновременной подачей воды индивидуально к каждому растению получены высокие биохимические показатели плодов. Из анализа результатов видно, что наименьшая кислотность плодов – 0,58–0,60 %, наибольшее содержание сухого вещества – 6,2–6,4 %, суммы сахаров – 4,4–4,5 % и аскорбиновой кислоты – 22,9–23,2 мг% соответствуют вариантам: верховой торф 80 % + 20 % костра льна и верховой торф 90 % + 10 % биогумус. Наибольшая кислотность плодов томата 0,62–0,63 % отмечена по вариантам: почвогрунт, верховой торф 100 % и верховой торф 80 % + 20 % лузга гречихи. Наименьшее содержание сухого вещества 5,3–6,0 % и аскорбиновой кислоты 21,8–22,4 мг% установлено по вариантам: почвогрунт, верховой торф 100 % и верховой торф 80 % + 20 % керамзит. При внесении 20 % перлита вместо 20 % лузги гречихи в состав верхового торфа 80 % кислотность плодов снизилась на 0,02 % и повысилось содержание суммы сахаров на 0,2 % (табл. 2).

Наибольшее содержание нитратов 48 мг/кг сырой массы отмечено при выращивании томата с использованием верхового торфа 100 %, а при внесении 10 % биогумуса и 90 % верхового торфа содержание нитратов снижалось до 35 мг/кг сырой массы (рис.).

Содержание тяжелых металлов в выращенной продукции имеет большое значение, так как от этого зависит здоровье человека.

В плодах томата по субстратам верховой торф 80 % + 20 % перлит и верховой торф 80 % + 20 % керамзит содержание кадмия составляло 0,001 и 0,002 мг/кг сухого вещества, что в 150–300 раз ниже предельно допустимого количества (ПДК). Свинец в плодах томата обнаружен в незначительных количествах в вариантах: контроль (почвогрунт) – 0,04, верховой торф 80 % + 20 % костра льна – 0,02 мг/кг сухого вещества, что в 12–25 раз ниже ПДК.

Таблица 1 – Влияние видов субстрата при контейнерной технологии на территории, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, на урожайность плодов томата в теплицах, среднее за 2021 и 2022 гг.

Вариант	Урожайность, кг/м ²	Прибавка			
		к контролю		к верховому торфу 100 %	
		кг/м ²	%	кг/м ²	%
Почвогрунт (контроль)	6,9	–	–	–	–
Верховой торф 100 %	9,3	2,4	35	–	–
Верховой торф 80 % + 20 % лузга гречихи	9,1	2,2	32	–	–
Верховой торф 80 % + 20 % перлит	9,7	2,8	41	0,4	4
Верховой торф 80 % + 20 % костра льна	10,3	3,4	49	1,0	11
Верховой торф 90 % + 10 % биогумус	11,5	4,6	67	2,2	24
Верховой торф 80 % + 20 % керамзит	10,2	3,3	48	0,9	10
НСР ₀₅	0,48				

Таблица 2 – Влияние видов субстрата при контейнерной технологии на территории, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, на биохимический состав плодов томата в теплицах, среднее за 2021 и 2022 гг.

Вариант	Кислотность, %	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг%
Почвогрунт (контроль)	0,63	5,9	4,1	21,8
Верховой торф 100 %	0,62	6,1	4,3	22,3
Верховой торф 80 % + 20 % лузга гречихи	0,63	6,2	4,1	22,7
Верховой торф 80 % + 20 % перлит	0,61	6,0	4,3	22,4
Верховой торф 80 % + 20 % костра льна	0,60	6,2	4,4	22,5
Верховой торф 90 % + 10 % биогумус	0,58	6,4	4,5	23,2
Верховой торф 80 % + 20 % керамзит	0,61	6,0	4,3	22,4
НСР ₀₅	0,18	0,28	0,22	0,36

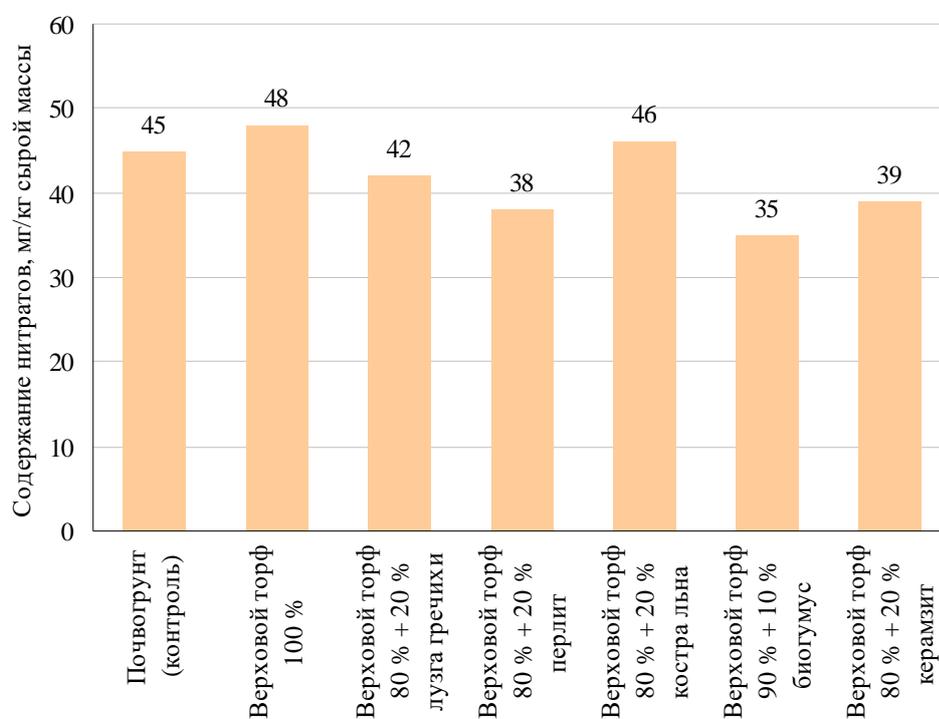


Рисунок – Влияние видов субстрата на содержание нитратов при контейнерной технологии выращивания томата в теплицах, среднее за 2021 и 2022 гг.

Менее опасные металлы – Zn и Cu – обнаружены в плодах томата на всех без исключения вариантах опыта, содержание их в десятки раз ниже ПДК (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние видов субстрата при контейнерной технологии на территории, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС, на содержание тяжелых металлов в плодах тепличного томата, среднее за 2021 и 2022 гг.

Вариант	Элементы, мг/кг сухого вещества			
	Cd	Zn	Cu	Pb
Почвогрунт (контроль)	0	0,52	0,29	0,04
Верховой торф 100 %	0	0,28	0,16	0
Верховой торф 80 % + 20 % лузга гречихи	0	0,62	0,32	0
Верховой торф 80 % + 20 % перлит	0,001	0,33	0,18	0
Верховой торф 80 % + 20 % костра льна	0	0,59	0,28	0,02
Верховой торф 90 % + 10 % биогумус	0	0,32	0,16	0
Верховой торф 80 % + 20 % керамзит	0,002	0,29	0,17	0
НСР ₀₅	0,3	10,0	5,0	0,5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При контейнерной технологии выращивания томата и получения плодов с высокими биохимическими показателями на территориях, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, при подготовке субстрата для набивки цилиндров без дна необходимо отдавать предпочтение верховому торфу и органическим добавкам, таким как биогумус, костра льна и керамзит при соблюдении пропорции 80 % верхового торфа + 20 % любого из вышеперечисленных компонентов.

Список использованных источников

1. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Алексеенко, Т. И. Применение торфа, древесных опилок и соломенной резки при выращивании томатов в промышленных теплицах / Т. И. Алексеенко // Науч.-техн. бюл. УкрНИИОБ. – 1979. – № 9. – С. 38–40.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства ; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М., 1979. – 210 с.
5. Оценка влияния вида субстрата при выращивании томата в остекленных теплицах на накопление в продукции органических кислот и растворимых сахаров / А. А. Аутко [и др.] // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству к 110-летию со дня рожд. Б. В. Квасникова. – М. : ВНИИОХ, 2009. – С. 55–57.

6. Степуро, М. Ф. Применение цилиндров без дна с различным составом субстрата для малообъемного выращивания овощных культур / М. Ф. Степуро, Т. В. Матюк // Состояние и проблемы научного обеспечения овощеводства защищенного грунта : сб. тез. Междунар. науч. конф. – М., 2003. – С. 89–92.

7. Степуро, М. Ф. Удобрение овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск : Беларус. навука, 2016. – 193 с.

8. Эффективность использования лузги гречневой и костры льна в качестве компонентов торфяных тепличных грунтов / А. А. Аутко [и др.] // Эффективное овощеводство в современных условиях : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, июль 2005 г. – Минск, 2005. – С. 196–201.

Поступила в редакцию 11 ноября 2022 г.

M. F. Stepuro, A. V. Mihnyuk, V. I. Menkov

**THE EFFECT OF SUBSTRATES IN THE CONTAINER
TECHNOLOGY OF OBTAINING ORGANIC TOMATO PRODUCTS
IN GREENHOUSES ON THE TERRITORIES AFFECTED
BY THE CHERNOBYL ACCIDENT**

SUMMARY

The article presents a two-year study of growing a tomato hybrid in the area damaged by the Chernobyl nuclear accident, using container technology with substrates for filling bottomless cylinders with a size of 7 liters, providing an increase in their yield and quality by reducing nitrates and heavy metals.

Key words: tomato; substrate; buckwheat husk; flax shive; perlite; expanded clay; biocompost; hybrid; cylinder; fertilizers; irrigation; plastic; greenhouse.