

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАССАДЫ ТОМАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТАХ

И. П. КОЗЛОВСКАЯ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: i.p.kozlovskaya@gmail.com

(Поступила в редакцию 27.03.2023)

Интенсификация земледелия за счет применения высоких доз минеральных удобрений породила проблемы экологического характера: ухудшение качества продукции и загрязнение окружающей среды. Дальнейшее развитие аграрной отрасли должно осуществляться путем создания наукоемких технологий с минимальными экологическими рисками.

Для повышения качества жизни населения Беларуси необходимы формирование рынка качественных продуктов питания и организация производства экологически чистой продукции. Такая продукция должна быть произведена без применения в технологическом цикле компонентов, которые даже потенциально могут угрожать здоровью людей.

В статье обоснована целесообразность выращивания рассады томата на органических субстратах без минеральных удобрений. Основой субстратов являлся произвесткованный торф со степенью разложения 25–40 %. Обогащение элементами питания торфяного субстрата достигнуто за счет введения в его состав органического компоста с высокой удобрительной ценностью, не содержащего патогенной микрофлоры, антибиотиков, сорняков. Технология приготовления компоста разработана и запатентована в Республике Беларусь. Для определения состава субстрата без минеральных удобрений, обеспечивающего полноценное развитие растений томата в рассадный период, к торфу добавляли различные дозы компоста. В качестве контроля использовали торфяной субстрат без добавок компоста, но обогащенный минеральными удобрениями. Для определения оптимального содержания компоста в составе субстрата проведен анализ математической взаимозависимости показателей: масса растений, масса сухого вещества и содержание компоста (% об) в составе субстрата. Доказано, что введение в состав торфяного субстрата 40–50% об. обеззараженного термоаммиачным способом компоста позволяет вырастить стандартную, выровненную по массе рассаду томата без минеральных удобрений.

Ключевые слова: экологические риски, рассада томата, торф, обеззараженный компост.

The intensification of agriculture through the use of high doses of mineral fertilizers gave rise to environmental problems: the deterioration of product quality and environmental pollution. Further development of the agricultural sector should be carried out through the creation of high technologies with minimal environmental risks.

To improve the quality of life of the population of Belarus, it is necessary to form a market for high-quality food products and organize the production of environmentally friendly products. Such products must be produced without the use of components in the technological cycle that can even potentially threaten human health.

The article substantiates the expediency of growing tomato seedlings on organic substrates without mineral fertilizers. The basis of the substrates was calcareous peat with a degree of decomposition of 25–40 %. The enrichment of the peat substrate with nutrients was achieved by introducing into its composition organic compost with a high fertilizer value, which does not contain pathogenic microflora, antibiotics, and weeds. The composting technology has been developed and patented in the Republic of Belarus.

To determine the composition of the substrate without mineral fertilizers, which ensures the full development of tomato plants in the seedling period, various doses of compost were added to peat. A peat substrate without compost additives, but enriched with mineral fertilizers, was used as a control.

To determine the optimal content of compost in the composition of the substrate, an analysis of the mathematical interdependence of indicators was carried out: the mass of plants, the mass of dry matter and the content of compost (% of volume) in the composition of the substrate. It has been proven that the introduction of 40–50 % vol. compost disinfected by the thermoammonia method allows you to grow standard tomato seedlings leveled by weight without mineral fertilizers.

Key words: environmental risks, tomato seedlings, peat, disinfected compost.

Введение

Комплекс изменений в сельском хозяйстве, который привёл к значительному увеличению производства продукции и получил название «зеленая революция», содержал наряду с созданием и использованием высокоурожайных сортов растений, расширением механизации и орошения широкое применение пестицидов и минеральных удобрений [1].

Интенсификация земледелия за счет применения высоких доз минеральных удобрений породила проблемы экологического характера: ухудшение качества продукции и загрязнение окружающей среды.

Во время мирового продовольственного кризиса стремительно растет число людей, которые сталкиваются с дефицитом продовольствия и нуждаются в срочной помощи. Сложившаяся ситуация свидетельствует о том, что сегодня необходимо устранять причины возникновения продовольственных кризисов [2], и в этих условиях мировое аграрное хозяйство демонстрирует использование различных моделей эффективного ведения агропромышленного производства [3]. Дальнейшая интенсификация земледелия должна осуществляться путем создания наукоемких технологий с минимальными экологическими рисками.

Такой подход дает возможность направить сегодняшнее развитие земледелия на более устойчивый путь посредством использования экологически чистых технологий в согласии с природой, и на современном этапе его сущность отражает термин «природные решения».

В сельском хозяйстве такие решения позволяют отрабатывать более эффективные методы управления агроэкосистемами и ландшафтами, повышая и поддерживая продуктивность, продовольственную безопасность и экономическую жизнеспособность, обеспечивая при этом устойчивое управление природными ресурсами, биоразнообразием и повышая устойчивость к кризисам, стихийным бедствиям и изменению климата [4].

Цель исследований – изучить особенности получения стандартной рассады томата при выращивании на органических субстратах без применения минеральных удобрений.

Основная часть

Для повышения качества жизни населения Беларуси ставится задача сформировать рынок, обеспечивающий удовлетворение потребительских нужд человека экологически чистыми продуктами питания. В связи с тем, что в последние годы интенсивность антропогенного влияния на окружающую среду существенно выросла, организация производства экологически чистой продукции приобретает особое значение. Такая продукция должна быть произведена без применения в технологическом цикле компонентов, которые даже потенциально могут угрожать здоровью людей.

В питании человека незаменимыми продуктами являются овощи. Их пищевая ценность обусловлена высоким содержанием легкоусвояемых углеводов, аминокислот и жирных органических кислот, эфирных масел, витаминов, пектиновых соединений, ароматических веществ и минеральных соединений, придающих блюдам оригинальный вкус и аромат [5, 6].

Среди овощных культур лидером по потреблению является томат – низкокалорийный (21–26 ккал на 100 г) овощ, содержащий в 100 г 1 % суточной нормы белка, жиров – 0 % и углеводов – 1 %. Из жирорастворимых витаминов в помидорах присутствуют А, бета-каротин, альфа-каротин, Е и К. Из водорастворимых – витамины С, В₁, В₂, В₃ (РР), В₄, В₅, В₆ и В₉, комплекс минеральных солей, природный антиоксидант ликопин [7].

Урожайность томата и качество плодов формируются в процессе роста и развития растений, являясь результатом взаимного влияния процессов реализации генетической программы, метаболической деятельности, условий окружающей среды [8].

В республике Беларусь выращивание томата осуществляется рассадным способом. Условиями роста и развития растений в рассадный период во многом определяется выход стандартной рассады, урожайность и потребительские качества томата. Традиционно рассаду томата выращивают на органических субстратах на основе торфа. Обладая низкой плотностью сложения и высокой влагоемкостью, этот природный материал позволяет сформировать корнеобитаемую среду с благоприятным для растений соотношением твердых, жидких и газообразных компонентов. Несмотря на то, что в торфе среднее содержание азота колеблется от 0,8 до 3,2 %, потенциальным источником питания растений этот азот не является. Растениями усваиваются только его подвижные формы, их в низинном торфе около 8 % от общего содержания азота и до 26 % в верховом. Азот высвобождается из труднодоступных соединений в виде аммиака в процессе аммонификации, которая в чистом торфе протекает крайне медленно [9]. Если учесть небольшую продолжительность рассадного периода – 56–60 дней, то обеспечить азотное питание рассады томата за счет торфа невозможно. Торф содержит небольшое количество соединений фосфора (от 0,05 % до 0,6 %) и калия (от 0,05 % до 0,2 %) и практически не содержит микроэлементов, поэтому торфяной субстрат обогащают элементами питания, которые вносят в виде минеральных удобрений [10].

Нами была поставлена задача изучить возможности выращивания рассады томата на органических субстратах без минеральных удобрений. Основой субстратов являлся известкованный торф со степенью разложения 25–40 %.

Обогащение торфяного субстрата элементами питания может быть достигнуто за счет введения в состав субстрата органического компоста. В Республике Беларусь разработан и запатентован способ получения компоста с высокой удобрительной ценностью, не содержащий патогенной микрофлоры, антибиотиков, сорняков [11]. Технологическая схема получения беззараженного компоста построена на использовании термодинамических циклов без выброса углекислого газа, аммиака, сероводорода в атмосферу. В качестве «подушки» укладывают подсушенный торф, затем – слой навоза, который засыпают соломенной резкой. И так формируют в штабеле 4–5 слоев. Поливают солому каждой прослойки азотным удобрением КАС. Для активного компостирования обычно выдерживается соотношение С : N от 25:1 до 30:1. При соотношении С:N ниже 20:1 задействуется весь доступный углерод без стабилизации всего азота. За счет опрыскивания слоев компостируемой смеси небольшим количеством азотного удобрения соотношение С:N будет меньше 15:1, поэтому неизбежно образование дополнительного количества аммиака. Термическая среда с повышенным содержанием аммиака обеспечивает уничтожение патогенных микроорганизмов [12].

Для определения состава субстрата без минеральных удобрений, обеспечивающего полноценное развитие растений томата в рассадный период, к торфу добавляли различные количества компоста. В качестве контроля использовали торфяной субстрат без добавок компоста, но обогащенный минеральными удобрениями. Стандартная рассада томата должна быть выравненной по биометрическим

характеристикам. Растения, не соответствующие требованиям, выбраковываются. Поэтому при оценке качества рассады мы наряду со средним значением массы растений и массы корневой системы оценивали их вариабельность (табл. 1).

Таблица 1. Масса рассады томата на субстратах различного состава

Вариант опыта	Состав субстрата	Масса растений, г	
		Вариация признака	Среднее значение
1	Торф 100 %+минеральные удобрения	35,4– 36,6 (3,5)	36,0
2	Торф 80 %+компост 20 %	33,1–38,9 (5,8)	34,0
3	Торф 65 %+ компост 35 %	38,8–40,6 (1,8)	39,7
4	Торф 50 %+компост 50 %	39,4–41,0 (1,6)	40,4
5	Торф 35 %+ компост 65 %	35,2–36,9 (1,7)	36,1
6	Торф 25 %+компост 75 %	32,9–33,4 (0,5)	33,2

Средняя масса растений, выращенных на стандартном субстрате (1 вариант, контроль) 36,0 г. При использовании торфяного субстрата без минеральных удобрений с 20 % добавкой компоста отмечена высокая вариабельность признака. Это обусловлено неоднородностью субстрата. Добавленный в таком количестве компост невозможно равномерно распределить в объеме торфа, вследствие чего условия питания растений различаются. При высокой вариабельности массы растений средняя масса растений оказалась ниже, чем на контроле и составили 34,0 г. С увеличением содержания компоста в составе субстрата вариабельность массы растений снижается, то есть на субстратах с содержанием компоста 35 % и выше выбраковка рассады томата по массе растений минимальная. При этом на субстратах, содержащих 35 и 50 % компоста, масса растений выше, чем на контроле: 39,7 и 40,4 г соответственно. При увеличении содержания компоста в субстрате до 65 % средняя масса растений практически такая же, как и на контроле. Но увеличение доли компоста в составе субстрата до 75 % привело к заметному снижению массы растений. В этом варианте опыта она составила в среднем всего 33,2 г. Для определения оптимального содержания компоста в составе субстрата проведен анализ математической взаимозависимости показателей: масса растений и содержание компоста (%_{об}) в составе субстрата (рис. 1).

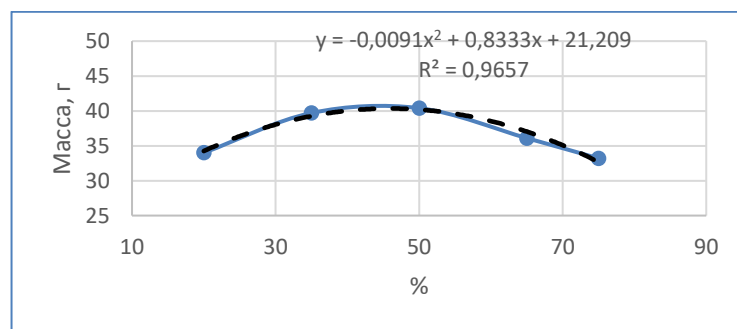


Рис. 1. Зависимость массы рассады томата от состава субстрата

Аппроксимация полученной зависимости полиномиальной кривой 2 степени с достоверностью $R^2=0,97$ дает выраженный максимум признака (масса растений) при содержании компоста в составе субстрата 45–50 %. Одной из значимых характеристик качества рассады томата является также содержание сухого вещества в тканях растений. Сухое вещество растений состоит на 90–95 % из органических соединений и 5–10 % минеральных солей. К основным органическим веществам относятся белки и иные азотистые соединения (аминокислоты, пептиды), жиры (липиды, масла), углеводы (крахмал, сахара, глюкоза, фруктоза, целлюлоза, лигнин, клетчатка, пектиновые вещества) [7].

У рассады томата после формирования 3–4 настоящих листьев закладываются генеративные органы [5, 6]. Это значит, что содержание сухого вещества в растениях томата в рассадный период оказывает существенное влияние на урожайность и качество плодов. Введение в состав торфяного субстрата добавок обеззараженного компоста повлияло на содержание сухого вещества в рассаде томата (табл. 2).

Таблица 2. Содержание сухого вещества в растениях томата в конце рассадного периода на субстратах различного состава

Вариант опыта	Состав субстрата	Масса сухого вещества, г
1	Торф 100 %+минеральные удобрения	3,56
2	Торф 80 %+компост 20 %	2,78
3	Торф 65 %+ компост 35 %	4,54
4	Торф 50 %+компост 50 %	4,62
5	Торф 35 %+ компост 65 %	3,56
6	Торф 25 %+компост 75 %	3,01

При использовании субстрата с минеральными удобрениями масса сухого вещества растений в среднем составила 3,56 г. У рассады, выращенной на субстрате без минеральных удобрений, но с 20 %

добавкой компоста, содержание сухого вещества оказалось ниже и составило всего 2,78 г. Увеличение доли компоста в составе субстрата до 35–50 % способствовало активному накоплению сухого вещества в тканях растений, и концу рассадного периода этот показатель достиг 4,54 и 4,62 г соответственно. При увеличении содержания компоста до 65 % в растениях томата содержание сухого вещества оказалось практически таким же, как на контроле. Но дальнейшее наращивание доли компоста в составе субстрата привело к значительному снижению (до 3,01 %) содержания сухого вещества, что может свидетельствовать о нарушении питания растений в рассадный период.

Установленные различия в накоплении сухого вещества рассадой томата, выращенной на субстратах с различным содержанием компоста, позволили путем аппроксимации выделить зону максимума (рис. 2). При содержании в составе субстрата 40–50 % компоста растения томата накапливают наибольшее количество сухого вещества.

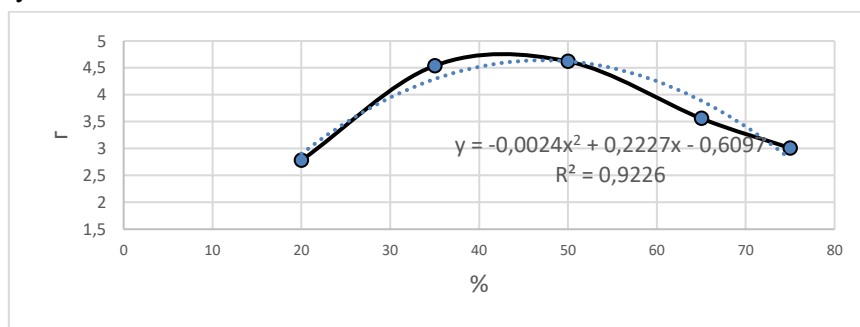


Рис. 2. Влияние состава субстрата на содержание сухого вещества в растениях томата в конце рассадного периода

Заключение

1. Для минимизации экологических рисков целесообразно выращивать рассаду томата на органических субстратах без минеральных удобрений.
2. Обогащение элементами питания торфяного субстрата может быть достигнуто за счет добавок компоста, технология приготовления которого разработана и запатентована в Республике Беларусь.
3. Введение в состав торфяного субстрата обеззараженного термоаммиачным способом компоста 40–50 % об. позволяет вырастить стандартную выровненную по массе и содержанию сухого вещества рассаду томата без минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин, Б. Плюсы и минусы зеленой революции / Б. Анохин // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://credity.online/zelyonaya-revoljutsiya-plyusy-i-minusy/>
2. Для выхода из продовольственного кризиса необходимо устранять его коренные причины // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://news.un.org/ru/story/2022/05/1423152>.
3. Киреенко, Н. В. Модели развития аграрного бизнеса в международной практике = Models of agrarian business development in international practice / Н. В. Киреенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2021. – № 1. – С. 22–40.
4. Арнес Гарсиа, М., Сантыванес, Т. В согласии с природой – природные решения для трансформирующего сельского хозяйства. Новая редакция доклада о природных решениях для региона Европы и Центральной Азии, подкрепляемая примерами системы сельскохозяйственного наследия мирового значения (ГИАХС). Будапешт, ФАО. 2021 г. // [Электронный ресурс] / Код доступа: <https://doi.org/10.4060/cb4934ru>.
5. В мире экологизированного и органического овощеводства / А. А. Аутко [и др.] – Гродно, 2019. – 220 с.
6. Технологии возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко [и др.] / Нац. акад. наук. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 615 с.
7. Помидор (томат), грунтовый. Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/808.php.
8. Carbon allocation in fruit trees: from theory to modelling // [Электронный ресурс] / Код доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-007-0176-5>.
9. Голубина, О. А. Физикохимия и биология торфа: Использование торфа в сельском хозяйстве: учебно-методическое пособие / О. А. Голубина. – Томск: Томский ЦНТИ, 2011. – 45 с.
10. Торф // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticidy.ru/active_compound/peat.
11. Способ приготовления компоста многоцелевого назначения: пат 18125 Респ. Беларусь, C05F3/00, C05F17/00 / Н. Н. Гринчик, И. П. Козловская, Н. М. Горбачев, В. Л. Драгун, В. А. Жданок, П. А. Тиво, заявитель и патентообладатель ИТМО НАН Беларуси. – 2014.
12. Гринчик, Н. Н. Термоаммиачный способ компостирования органических отходов / Н. Н. Гринчик, И. П. Козловская // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 10 (162). – С. 92–93.