

ОПТИМИЗИРАНЕ СХЕМАТА НА ТОРЕНЕ ПРИ ОРАНЖЕРИЙНО ПРОИЗВОДСТВО НА ДОМАТИ

ИВАНКА ТРИНГОВСКА

Институт по зеленчукови култури „Марица”, Пловдив

E-mail: dwdt@abv.bg

Optimization of Fertilization Schedule in Greenhouse Grown Tomatoes

I. Tringovska

Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv, Bulgaria

Abstract

The aim of the current study was to evaluate the effect of three fertilization schedules on nutritional status and yield of greenhouse tomatoes. The experiment was carried out in unheated greenhouse at Maritsa Vegetable Crops Research Institute. Three fertilization schedules were compared: Schedule 1 in which plants received equal amounts N and K as radicular feeding, Schedule 2 in which plants received N, P and K as radicular feeding in changing amounts depending on plant needs and Schedule 3 in which radicular feeding was combined with foliar one, but plants received the same total amount of nutrients as in Schedule 2. The combined radicular and foliar feeding increased the content of nitrogen, phosphorus, potassium and microelements in tomato leaves; stimulated plant growth; increased the early yield by 35 – 38% and the total yield by 20 – 24% and increased fruit number per plant by 3 – 5 fruits. The application of Schedule 3 did not change the biochemical indexes of fruit quality.

Key words: tomato, foliar feeding, yield, fruit quality

При отглеждането на зеленчукови култури в оранжерии особено голямо внимание се обръща на торенето с цел получаване на високи добиви и качествена продукция. Поддържането на оптимален хранителен режим изисква доставянето на хранителни вещества от подходящи източници, в подходяща форма и количество, съобразено с фазата на развитие на растенията. Съвременните изисквания са насочени към намаляване последствията от интензивното и небалансирано торене върху околната среда. Прилагат се различни методи за поддържане на почвеното плодородие, но ефективността им силно зависи от конкретните агроклиматични условия, тъй като внесените в почвата хранителни елементи често се фиксират или отмиват. Макро- и микроелементите под формата на листен тор са много леснодостъпни и незабавно се усвояват от растенията (Naz et al., 2012). Листното подхранване се прилага като допълнение на почвеното и позволява

да се преодолеят редица от недостатъците му (Roosta and Hamidpour, 2013). Установено е, че листното подхранване може да повлияе положително върху храненето на растенията, вследствие на което добивът и качеството на продукцията да се повишат (Anton et al., 2011; Ejaz et al., 2012). Някои автори съобщават, че листното торене може да доведе до намаляване дозите на торовете за почвено (Narayan et al., 2012). Разработени са и се предлагат ново поколение водоразтворими торове, специално формулирани за листно приложение. Променящите се условия и изисквания към храните, в това число към зеленчуците налагат стратегиите за торене при оранжерийно отглеждане да бъдат непрекъснато оптимизирани за обезпечаване на високи добиви и високо качество.

Целта на изследването беше да се изпита ефектът от приложение на три схеми на торене върху хранителния статус, добива и средната маса на плода на оранжерийни домати.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експерименталната работа е проведена през 2014 г. в неотопляема стоманено-стъклена оранжерия тип Venlo на ИЗК „Марица”, Пловдив с домати сорт Desperado (Enza Zaden – Холандия), отгледани като почвена култура.

Условия на опита: сеитба на 23 януари; пикиране на 20 февруари; засаждане на 27 март; реколтиране до 30 юли; гъстота на посева – 3,5 раст./m²; отстраняване на растежния връх – фаза 5-то съцветие. Опитът е заложен по метода на дългите парцели в 3 повторения. Доматените растения са отгледани в съответствие със стандартните практики при оранжерийното производство, еднакви за всички варианти. Преди разсаждане запасеността на почвата с хранителни вещества (в ppm) е съответно: NO₃⁻ - 25, P - 0,1, K - 49,8, Ca - 408,0, Mg - 134,4. Съдържанието на водоразтворими соли (ЕС) е 1,33 mS cm⁻¹, а рН = 7,45. Опитът е проведен при едно и също основно торене за трите схеми (варианти) на подхранване (14 kg N da⁻¹, 25 kg P₂O₅ da⁻¹ и 37 kg K₂O da⁻¹).

Варианти на опита

1. Схема 1 – стандартна схема на торене, при която подхранването се осъществява почти изцяло с азот и калий. Веднъж на всеки седем дни са внасяни амониева селитра и калиев сулфат по 5 kg da⁻¹. При първите две подхранвания е добавен и монокалий фосфат. За целия период на отглеждане в почвата са внесени 25 kg N da⁻¹, 4,2 kg P₂O₅ da⁻¹ и 30 kg K₂O da⁻¹.

2. Схема 2 – схема на торене, при която през вегетацията освен азот и калий се внася и фосфор. Количествата на трите елемента се променят през вегетацията в съответствие с нуждата на растението (Bar-Yosef, 1991). При тази схема веднъж на всеки седем дни са внасяни амониева селитра, калиев сулфат и монокалий фосфат. За целия период на отглеждане растенията получават 40 kg N da⁻¹, 21 kg P₂O₅ da⁻¹ и 61 kg K₂O da⁻¹.

3. Схема 3 – включва комбинирано почвено и листно подхранване с течни торове. Използвани са продукти на Лебозол България ООД. Листното подхранване включва общо 10 пръскания през интервал от 10 дни. Първоначално се провеждат две пръскания с комбинацията от продуктите Lebosol-Нутриплант® 5-20-5 (400 ml/da) и Аминозол® (200 ml/da). Следват три пръскания с комбинацията Lebosol-

Нутриплант® 12-4-6 (400 ml/da) и Lebosol®-Калий⁴⁵⁰ (500 ml/da). От начало на зреенето на плодовете се използва комбинацията Lebosol®-ПК-Макс (500 ml/da) и Lebosol®-Калий⁴⁵⁰ (500 ml/da). Същевременно се извършва и почвено подхранване с изброените продукти (с изключение на Аминозол®) в комбинация с амониева селитра, монокалий фосфат и калиев сулфат, като количествата им се изменят в зависимост от нуждата на растенията, аналогично на подхранването при Схема 2. За цялата вегетация растенията са получили чрез листно и почвено торене 40 kg N da⁻¹, 21 kg P₂O₅ da⁻¹ и 61 kg K₂O da⁻¹.

И при трите схеми на торене подхранванията се извършват две седмици след разсаждане до две седмици преди края на вегетацията.

Анализи

– Анализ на почва – три пъти през вегетацията на средна проба от вариант са определени рН, ЕС, N, P, K, Ca, Mg във воден извлек съгласно методика на Sonneveld (1990).

– Анализ на растения – два пъти в индикаторни листа са определени N, P, K, Ca, Mg, микроелементи и тежки метали. Азот – метод на Келдал; P, K, Ca и Mg – след сухо изгаряне и последващо разтваряне със солна киселина; микроелементи (B, Cu, Fe, Mn) – след микровълнова минерализация и определяне с ICP-OES.

– Добив и средна маса на плода – определени са ранният (първите три седмици от периода на плододаване) и общият добив, общ брой плодове и средна маса на плода.

– Биохимичен анализ на плодове – на средна проба от 20 добре узрели плода от всяко повторение са определени витамин С (реакция на Тилманс), общи захари (йодометрично определяне по метода на Шоорл-Регенбоген), титруеми органични киселини (чрез титруване с NaOH), сухо вещество (рефрактометрично). Анализът е извършен два пъти през периода на плододаване.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В началото на експеримента, три седмици след първото подхранване, съдържанието на нитратен азот, калий и магнезий в почвата не се различава съществено между трите схеми на торене, но при Схема 3 съдържанието на леснодостъпен фосфор е два пъти повече в сравнение с другите две схеми (табл. 1). Тази

Таблица 1. Влияние на схемата на торене върху съдържанието на основните хранителни елементи в почвата
Table 1. Influence of the fertilization schedule on the content of the main nutrients in soil

Fertilization schedule	pH	EC, mS/cm	N-NO ₃ , ppm	P, ppm	K, ppm	Ca, ppm	Mg, ppm
May, 9							
Schedule 1	7.36	1.17	100	0.9	90.7	224.0	99.2
Schedule 2	7.30	1.35	112	1.0	110.1	266.7	108.8
Schedule 3	7.29	1.19	118	2.4	106.8	208.0	99.2
June, 25							
Schedule 1	6.86	0.58	50	2.7	55.3	101.3	41.6
Schedule 2	6.66	0.83	113	6.6	59.2	110.7	67.2
Schedule 3	6.39	0.93	113	9.1	113.4	112.0	70.4
July, 29							
Schedule 1	6.76	0.52	40.0	2.4	32.6	74.7	38.4
Schedule 2	6.83	0.60	81.7	2.4	66.4	89.3	44.0
Schedule 3	6.81	0.86	83.3	3.1	100.7	90.7	68.0

Таблица 2. Влияние на схемата на торене върху съдържанието на основните хранителни елементи в индикаторни листа от домати растения
Table 2. Influence of the fertilization schedule on nutrient content of indicator leaves

Table 2. Influence of the fertilization schedule on nutrient content of indicator leaves

Nutrient	Indicator tissue 2 nd cluster			Indicator tissue 4 th cluster		
	Schedule 1	Schedule 2	Schedule 3	Schedule 1	Schedule 2	Schedule 3
N, %	4.45 b	4.61 a	4.64 a	3.66 b	4.08 b	4.33 a
P, %	0.35 b	0.35 b	0.64 a	0.24 b	0.28 ab	0.32 a
K, %	2.60 b	3.12 a	3.23 a	2.26 b	2.75 a	2.97 a
Ca, %	1.76 ab	1.91 a	2.21 a	1.56 ab	1.87 a	2.15 a
Mg, %	0.45 ns	0.48 ns	0.55 ns	0.52 ns	0.54 ns	0.65 ns
B, ppm	34.6 ns	37.1 ns	39.2 ns	24.5 ns	26.3 ns	29.1 ns
Cu, ppm	8.6 b	9.7 ab	10.9 a	6.5 b	6.8 b	8.0 a
Fe, ppm	66.1 ns	107.9 ns	95.6 ns	72.8 ns	86.0 ns	107.5 ns
Mn, ppm	93.6 b	95.3 ab	104.9 a	55.3 b	62.2 ab	78.3 a

a, b – Values in each row, followed by different letters are statistically significant according to Duncan's Multiple Range Test at P < 0.05; ns – non-significant difference.

Таблица 3. Влияние на схемата на торене върху добива от оранжерийни домати, средната маса на плода и средния брой плодове на растение
Table 3. Influence of fertilization scheme on greenhouse tomato yield, fruit weight and fruit number per plant

Table 3. Influence of fertilization scheme on greenhouse tomato yield, fruit weight and fruit number per plant

Fertilization schedule	Early yield, kg da ⁻¹	Total yield, kg da ⁻¹	Fruit weight, g	Fruit number per plant
Schedule 1	2285.4 b	10067.9 b	166.3 ns	15.5 c
Schedule 2	2334.2 b	10452.0 b	175.3 ns	17.9 b
Schedule 3	3159.0 a	12517.1 a	186.8 ns	20.4 a

a, b – Values in each column, followed by different letters are statistically significant according to Duncan's Multiple Range Test at P < 0.05; ns – non-significant difference.

тенденция се запазва до края на вегетацията. През периода на масово плододаване (около 25 юни), както и в края на вегетацията Схема 3 се отличава с най-високо съдържание на хранителни вещества в почвата. Вероятно подхранването с водоразтворими течни торове води до повишаване съдържанието на хранителните елементи в почвения разтвор, където те са лесноусвоими от растенията (Горбанов и др., 2005). При Схема 3 съотношението между азота и калия е близко до оптималното за културата домати (1: 1-1,2).

В съответствие с резултатите от почвения анализ, анализът на индикаторни листа показва, че при Схема 3 съдържанието на основните хранителни елементи в листата е най-високо (табл. 2). В първия индикаторен лист съдържанието на фосфор е с 83% по-високо от това в Схема 1. Повишено е съдържанието на калий – с 24%, както и това на общия азот – с 4%. При втория индикаторен лист съдържанието на трите елемента във варианта с течните торове е с 32 – 33% по-високо от това при Схема 1. Williams and Kafkafi (1998) установяват, че при формиране на плодовете намалява съдържанието на калий в листата на доматиените растения, което впоследствие се отразява негативно върху добива и качеството на продукцията. От табл. 2 се вижда, че вторият индикаторен лист е с по-ниско съдържание на калий в сравнение с първия и при трите схеми на торене. При Схема 3 този спад в нивото на калия е 8%, което е значително по-малко в сравнение с двете схеми на почвено подхранване, където намаляването на калия е с 12 – 13% спрямо това в първия индикаторен лист. Този резултат потвърждава изводите, направени от други автори, според които листното подхранване допринася за разрешаване на проблема с намаляване съдържанието на калий в листата при формиране на плодовете при доматиените растения (Charagain and Wiesman, 2004).

Разликите между трите схеми на торене в нивата на бор и желязо и при двата индикаторни листа не са доказани. Наблюдава се, че при Схема 3 съдържанието на мед и манган в индикаторните листа е по-високо, отколкото при другите две схеми. Двата от използваните продукти в Схема 3 (Lebosol-Нутриплант 5-20-5 и Lebosol-Нутриплант 12-4-6) съдържат в своя състав микроелементите В, Си и Мп, на което

се дължи по-високото им съдържание в листата, особено на Си и Мп. Независимо от установените разлики между вариантите в нивото на изследваните микроелементи в листата съдържанието им е в границите, установени за оптимални за културата домати (Resh, 1991).

В условията на експеримента най-високи добиви от оранжерийни домати са получени при прилагане на Схема 3 (табл. 3). През първите три седмици от периода на плододаване в този вариант е регистриран добив от 3159,0 kg/da, което е с 35 – 38% повече от добива, отчетен при другите две схеми на торене. В научната литература съществуват данни, че листното подхранване с торове, съдържащи фосфор, оказва положителен ефект върху узряването на плодовете и води до увеличаване на ранния добив (Charagain and Wiesman, 2004).

Общият добив, получен при Схема 3 е с 20 – 24% повече в сравнение със Схема 1 и Схема 2. Получените от нас резултати потвърждават тези на Sima et al. (2009), които също наблюдават повишение на ранния и общия добив при комбинирано листно и почвено приложение на торовете в сравнение със самостоятелното кореново хранене. Авторите допускат, че листното хранене стимулира усвояването на хранителни вещества от почвата.

Приложението на Схема 3 повишава средната маса на плодовете, която е показател за стопанските им качества. Установено е, че добивът от най-едрите плодове (с маса над 100 g) е също повишен с 20 – 24% в сравнение с другите два варианта на почвено подхранване. Вероятната причина за повишението на общия добив и подобрените стопански качества на плодовете е в това, че листните торове възпрепятстват намаляването нивото на калия и други елементи в листата по време на плодобразуването (Williams and Kafkafi, 1998). Някои автори установяват, че листното приложение на микроелементи повишава добива от домати и подобрява стопанските качества на плодовете поради ключовата им роля във важни физиологични процеси в растителния организъм (Singh and Verma, 1991; Verma et al., 1995; Ali et al., 2013).

В условията на проведения опит средната маса на плода варира от 166,3 до 186,8, g като не са установени доказани разлики между трите схеми на торене. Най-голям брой плодове е отчетен във варианта с почвено и листно по-

дхранване – 20,4 плода. Подобни резултати са получени от Narayan et al. (2012), които също наблюдават увеличаване броя на плодовете вследствие на комбинирано почвено и листно подхранване с водоразтворими течни торове при домати.

Биохимичните показатели за качеството на плодовете варират слабо между отделните варианти и в повечето случаи разликите не са доказани статистически (данните не са показани). При обилно торене, изразяващо се в ускорен растеж, по-висок добив, по-голяма едрина на плодовете и т. н., биохимичните показатели на качеството на плодовете са с пониски стойности. Това се обяснява с т. нар. ефект на разреждането, когато стойностите на тези показатели се изразяват като процент от свежата маса (Oke et al., 2005). В проведенния експеримент във варианта с течни торове е отчетена сравнително висока стойност за средната маса на плодовете, което би трябвало да се отрази негативно върху биохимичните показатели. Такава тенденция обаче не се наблюдава.

ИЗВОДИ

- Комбинираното почвено и листно подхранване с течни торове повишава съдържанието на достъпни форми на хранителните елементи в почвата.
- Повишава съдържанието на азот, фосфор, калий и микроелементи в листата.
- Повишава ранния добив с 35 – 38%, общия добив с 20 – 24% и средния брой плодове на растение с 3-5 плода.

ЛИТЕРАТУРА

- Горбанов, С., Станчев, Л., Матев, Й., Томов, Т., Ра-човски, Г. 2005. Агрехимия. *Дионис*, София, 478 с.
- Ali, S., Javed, H. U., Rehman, R., Sabir, I., Naeem, M., Siddiqui, M., Saeed, D., Nawaz, M. 2013. Foliar application of some macro and micro nutrients improves tomato growth, flowering and yield. *International Journal of Biosciences*, 3 (10), 280-287
- Anton, I., Dorneanu, A., Bireescu, G., Sîrbu, C., Stroe, V., Grigore, A. 2011. Foliar fertilization effect on production and metabolism of tomato plants. *Research Journal of Agricultural Science*, 43 (3), 3-10
- Bar-Yosef, B. 1991. Fertilization under drip irrigation. In: Ed. D. A. Palgrave. *Fluid Fertilizer Science and Technology*. Marcel Dekker, New-York, p. 285-329
- Chapagain, B. P., Wiesman, Z. 2004. Effect of Nutri-Vant-PeaK foliar spray on plant development, yield, and fruit quality in greenhouse tomatoes. *Scientia Horticulturae*, 102, 177-188

Ejaz, M., Waqas, R., Ayyub, C. M., Butt, M., Shuaib-ur-Rehman, Farhat Bashir, Manan, A. 2012. Efficacy of zinc with nitrogen as foliar feeding on growth, yield and quality of tomato grown under poly tunnel. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 49 (3), 331-333

Narayan, K., Dubey, P., Sharma, D., Katre, V. T., Tiwari, S. P., Mishra, A. 2012. Effect of soil and foliar application of nutrients on growth and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science*, 7 (1), 101-103

Naz, R. M. M., Muhammad, S., Hamid, A., Bibi, F. 2012. Effect of boron on the flowering and fruiting of tomato. *Sarhad Journal of Agriculture*, 28 (1), 37-40

Oke, M., Ahn, T., Schofield, A., Paliyath, G. 2005. Effects of Phosphorus Fertilizer Supplementation on Processing Quality and Functional Food Ingredients in Tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1531-1538

Resh, H. 1991. Hydroponic food production. *Woodbridge Press Publishing Company*, USA, 462 p.

Roosta, H. R., Hamidpour, M. 2013. Mineral nutrient content of tomato plants in aquaponic and hydroponic systems: effect of foliar application of some macro- and micro-nutrients. *Journal of Plant Nutrition*, 36, 2070-2083

Sima, R., Maniutiu, D., Apahidean, A. Apahidean, M., Lazar, V., Muresan, C. 2009. The Influence of Fertilization on Greenhouse Tomatoes Cultivated in Peat Bags System. *Bulletin UASVM Horticulture*, 66 (1), 455-460

Singh, S. S., Verma, S. K. 1991. Influence of potassium, zinc and boron on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Vegetable Science*, 18, 122-129

Sonneveld, C. 1990. Estimating quantities of water-soluble nutrients using a specific 1: 2 by volume extract. *Soil Science and Plant Analysis*, 21 (13-16): 1257-1265

Verma, S. K., Singh, S. S., Awasthi, C. P. 1995. Response of zinc and boron fertilization on yield and quality of tomato fruits at different stages of picking. *Vegetable Science*, 22, 5-8

Williams, L., Kafkafi, U. 1998. Intake and translocation of potassium and phosphate by tomatoes by late sprays of KH_2PO_4 (MKP). In: El-Fouly, M. M., Abdalla, F. E., Abdel-Maguid, A. A. (Eds.), *Proceedings of the Symposium on Foliar Fertilization: A Technique to Improve Production and Decrease Pollution*, Cairo, Egypt, 10 – 14 December 1995, NRC, p. 85-90