

<https://doi.org/10.61308/JJBP1879>

Оптимизиране на технологията за отглеждане на детерминантни домати, сорт *Копнеж F₁*

Александър Траянов*, Хриска Ботева

Институт по зеленчукови култури „Марица“, ул. „Брезовско шосе“ 32, 4003 Пловдив, Селскостопанска академия, София, България

*E-mail: alexander_traynov@abv.bg

Резюме: През периода 2019-2022 година е изведен полски експеримент на силно излужена алувиално-ливадна почва, в опитното поле на Института по зеленчукови култури „Марица“ - Пловдив с детерминантни домати, сорт *Копнеж F₁*, средно ранно производство. Проучен е ефекта на три схеми на засаждане и две схеми на торене при използване на сребрист и черен мулч върху вегетативните прояви и продуктивността на растенията. Целта на изследването е разработване на съвременна технология, съобразена с биологичните изисквания на сорт *Копнеж F₁* чрез оптимизиране на основни технологични елементи. С най-голяма вегетативна маса и обща биомаса (1,75 kg/растение и 5,65 kg/растение) са растенията, отгледани при схема 120+40/50 cm и мулчиране със сребристо фолио, поради по-голямата хранителна площ. Ефектът върху тези показатели е съответно с 34,8% и 31,6% по-висок спрямо контролата. С по-малки стойности на тези показатели са растенията, отгледани при вътрередово разстояние от 40 и 30 cm. Установено е, че ефектът от фолиото и схемата на отглеждане влияят съществено върху продуктивността на доматиите. Растенията, торени с комбинирани течни торове и използване на сребрист мулч с вътрередово разстояние от 40 cm формират най-голям брой и тегло на плодовете, като-увеличението е с 39,8% и 62,2% в сравнение с открит леха и конвенционално торене. По-слаб ефект върху тези показатели е установен при използване на черно фолио за мулч. Най-високи добиви спрямо контролния вариант са регистрирани при използване на комбинирани течни торове и сребрист мулч и при трите схеми на отглеждане, като това е най-силно изразено при вътрередово разстояние от 40 cm - 5302,4 kg/da, като повишението е с 26,0%. Еднопосочни са и резултатите за масата на плода.

Ключови думи: *Solanum lycopersicum* L.; технология; продуктивност; мулчиране; торене

Optimization of the growing technology of determinate tomatoes, variety *Kopnezh F₁*

Alexander Trayanov*, Hriska Boteva

Maritsa Vegetable Crops Research Institute, 32 „Brezovsko shosse“ Str., 4003 Plovdiv, Agricultural Academy - Sofia, Bulgaria

*E-mail: alexander_traynov@abv.bg

Citation: Trayanov, A., & Boteva, H. (2026). Optimization of the growing technology of determinate tomatoes, variety *Kopnezh F₁*. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 63(2) 32-40 (Bg).

Abstract: During the period 2019-2022, was conducted a field experiment on highly leached alluvial-meadow soil, in the experimental field of the Maritsa Vegetable Crops Research Institute - Plovdiv with determinate tomatoes, variety *Kopnezh F₁*, medium early production. The effect of three planting schemes and two fertilization schemes using silver and black mulch on the vegetative grown and productivity of plants was studied. The aim of the study is to develop a modern technology, tailored to the biological requirements of the *Kopnezh F₁* variety by optimizing basic technological elements. The plants grown with the 120+40/50 cm scheme and silver foil

mulching have the highest vegetative mass and total biomass (1.75 kg/plant and 5.65 kg/plant), due to the larger feeding area. The effect on these indicators is with 34.8% and 31.6% higher, respectively, compared to the control. Plants grown at intra-row spacings of 40 and 30 cm have lower values of these indicators. Both foil and the cultivation scheme significantly affect the productivity of the tomatoes. Plants fertilized with combined liquid fertilizers and using silver mulch with an intra-row spacing of 40 cm formed the largest number and weight of fruits, with an increase of 39.8% and 62.2% compared to open beds and conventional fertilization. A weaker effect on these indicators has been established when using black foil for mulch. The highest yields compared to the control variant were registered when using combined liquid fertilizers and silver mulch in all three cultivation schemes, and this was most strongly expressed at an intra-row spacing of 40 cm - 5302.4 kg/da, with an increase of 26.0%. The results for the fruit mass were also unidirectional.

Key words: *Solanum lycopersicum* L.; technology; productivity; mulching; fertilization

ВЪВЕДЕНИЕ

Доматите са едни от най-консумираните зеленчуци, както в прясно, така и в преработено състояние. Производството на домати в България е с дългогодишни традиции, като все повече се налагат изискванията за отглеждане на сортове с типични вкусови качества, идентични на потребителските търсения. Изборът на правилен сорт е един от основните компоненти в технологията на всяко производство.

Новите сортове домати все още се отглеждат при една и съща схема, въпреки различните сортотипове, разликата в хабитуса на растенията, което определя и специфичните изисквания към отделните елементи от технологията. Предлагањето на подходяща агротехника може да осигури не само максимално проявление на потенциалните възможности на сорта, но и да гарантира висококачествена продукция. Това налага да се разработят нови, съвременни, екологосъобразни технологии, отговарящи на биологичните изисквания на отделните сортотипове с цел повишаване на добива и подобряване качеството на продукцията. Търсят се оптимизирани и природосъобразни решения на проблемите, свързани с хранителния режим, схемите на отглеждане и други технологични елементи.

Редица изследователи (Ara et al., 2007; Ab-rha et al., 2015; Amare and Gebremedhin, 2020; Nkansah et al., 2021; Haque and Sakimin, 2022) посочват, че схемите на отглеждане оказват

съществено влияние върху развитието и продуктивността при детерминантните и полудетерминантните домати. Maboko et al. (2011) установяват, че при по-малко вътрередрово разстояние се увеличава броят на формираните цветове на растение, а от там и добива. Напълно противоположни са резултатите получени от Muhammad and Singh (2007) и Hussen et al. (2013), според които добивът значително се повишава при по-голямо разстояние между растенията вътре в реда.

Ефективното използване на хранителните вещества, внесени с торовете също има голямо значение за повишаване на рентабилността при производството на домати. Нормите на торене са диференцирани в зависимост от производственото направление, климатичните условия, запасеността на почвата с хранителни елементи и не на последно място - от сортотипа. При средно ранното полско производство на домати върху слабо излужен чернозем се препоръчва норма от $N_{36}P_{24}K_{24}$. Установено е, че при азотна торова норма над 24 kg/da добивите не се повишават съществено. Прилагането на органични торове при редуцирано минерално торене има положителен ефект върху някои икономически показатели за добива и качеството на плодовете (Boteva and Cholakov, 2010; Mitova et al., 2010; Boteva, 2016). Листното подхранване през вегетацията също допълва и коригира хранителния режим (Mitova et al., 2010).

Tesfay et al. (2019) изпитват нарастващи азотни норми – 0, 46, 92 и 138 kg/ha, при различен воден режим – 50%, 75% и 100% от ППВ и доказват, че растежа и добива се повишават при апликиране на 92 kg N /ha и ниво на напояване 75% от ППВ.

Използването на мулчиращи фолиа с различни цветове може да подобри растежа, развитието и добивите от домати (Shiukhy et al., 2015; Jayakumar et al., 2017; da Silva et al. 2024). Тази реакция на растенията е свързана с промени в почвената температура и влажност; ефективността на използване на хранителните вещества, поради липса на конкурентни плевели; структурата на почвата и количеството и качеството на отразената радиация (Decoteau et al., 1989; Díaz-Pérez, 2010; Filipović et al., 2016; Wang et al., 2017).

Dhaliwal et al. (2017) посочват значението на мулчирането с фолио за продуктивността на растенията. Авторите твърдят, че при използване на черно фолио се повишават броят на плодовете от едно растение и общият добив.

Целта на изследването е разработване на съвременна технология, съобразена с биологичните изисквания на сорт *Копнеж F₁* за подобряване на стопанската характеристика на растенията, чрез оптимизиране на основни технологични елементи: схема на отглеждане, торене и използване на мулч.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ НА ОПИТА

Опитното поле на ИЗК „Марица“, Пловдив на силно излужена алувиално-ливадна почва.

ХАРАКТЕРИСТИКА НА СОРТА

Сорт *Копнеж F₁*

Високодобен, детерминантен хибриден сорт домати за прясна консумация и за промишлена преработка в сокове и концентрати. Плодовете са много едри, със средна маса 180-280 g, кръгли, многокамерни, плътни, непукливи, с много добри вкусови качества, с

оптимална твърдост и съхраняемост (Снимка 1). Отличава се с високо съдържание на общи багрила и ликопен. Устойчив на вертицилийно и фузариено увяхване. Сеитбена норма 20-25 g/da.

ПАРЦЕЛНИ ПЛОЩИ НА ОПИТА:

Големина на опитната парцелка – 5,28 m².

Брой повторения – 4 броя.

Схеми на засаждане:

I схема - 120+40/30 cm;

II схема 120+40/40 cm;

III схема 120+40/50 cm.

Схема на опита – метод на дългите парцели.

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ТОРОВЕТЕ

Амониев нитрат – гранулиран тор – 34,5%;

Троен суперфосфат – гранулиран тор – 46,0%;

Калиев сулфат – гранулиран тор – 50,0%;

Кристалон – NPK 18:18:18. Комплексен водоразтворим тор. Вносител: Yara Tera UK Ltd., Производител – Нова Зеландия;

KNO₃ – водоразтворим: N – 13,7%, K₂O – 46,3% - Вносител: Yara Tera UK Ltd., Производител – Нова Зеландия;

Calcinit – водоразтворим: N – 15,5%, CaO – 26,5% - Вносител: Yara Liva UK Ltd., Производител – Нова Зеландия;

Amino Kuallium – водоразтворим тор: N – 10; P₂O₅ – 5; K₂O – 30; Аминокиселини – 8; MgO – 2; B – 0.03; Cu – 0.03; Fe – 0.1. – 2 пъти – листно по 300 g/da с РЗ препарати



Снимка 1. Сорт *Копнеж F₁*
Photo 1. Variety *Kopnez F₁*

Cuaje - водоразтворим тор: N - 6; P_2O_5 - 30; K_2O - 0; Аминокиселини - 2; Mo - 2; B - 8. Листно – от началото на цъфтежа, 200 g/100 l вода.

Efisoil Superbia -- Свободни аминокиселини 55%, общ N 10%; органичен N_9 ; уреен N_1 ; стимулира развитието на растението, активира микробиалната флора; Приложение - с капкова система - 200-400 g ; листно - 50 g/100 l вода, 1-3 пъти.

I. ТРЕТИРАНЕ ПРИ ДОМАТИТЕ

1. Вариант 1 - Контрола - $N_{34}P_{18}K_{42}$ - Оптимално за културата торене (приложение на торове с напояване).

Преди засаждане - $P_{10} + K_{12}$;

С първото окопаване - $N_{12} + P_4 + K_6 + Ca_3$;

Масов цъфтеж - $N_{10} + P_4 + K_{12}$;

Начало на плодообразуване - $N_{12} + K_{12}$.

2. Вариант 2 - Приложение на торове, внесени с капковата система.

Първо внасяне: 1 - 15 ден на два пъти - 9 kg/da Кристалон 18:18:18 + 6 kg/da NH_4NO_3 ; с първото внасяне - Ривал - 300 ml., с второ внасяне и Calcinit ($CaNO_3$) - 4 kg и Superbia - 300 kg/da;

Второ внасяне: 15-30 ден на два пъти - 8 kg/da Кристалон 18:18:18 + 6 kg/da Calcinit ($CaNO_3$) и Superbia - 300 kg/da;

Трето внасяне: 30-45 ден на два пъти - 8 kg/da Кристалон 18:18:18 + 4 kg/da Calcinit ($CaNO_3$) + 5 kg/da KNO_3 + 1 kg/da NH_4NO_3 ;

Четвърто внасяне: 45-60 ден на два пъти - 8 kg/da Кристалон 18:18:18 + 6 kg/da KNO_3 .

Листно – от началото на цъфтежа - 2 пъти, през 10 дни, Cuaje - 200 g/100 l вода.

Формиране на плодовете: NPK 15:5:30 в доза 3 kg/da + Amino Kuallium (двукратно) в доза 300 g/da, листно с РЗ препаратите - трикратно през 14 дни.

Количеството на минералните торове е определено на базата на агрохимичен анализ за запасеността на почвата с хранителни вещества. Течните торове са внесени почвено (люкално) и листно, при разреждане 1:2 с вода по схема.

II. Испитаха се 3 варианта на отглеждане с мулчиране:

Контрола - без фолио и оптимално за културата торене – Вариант 1;

Мулчиране с черно фолио и внасяне на течни торове с капковата система, съгласно схемата за торене - Вариант 2;

Мулчиране със сребристо фолио и внасяне на течни торове с капковата система, съгласно схемата за торене - Вариант 2.

Алувиално-ливадната почва е с лек механичен състав, глинесто-песъчлива, със съдържание: NO_3^- - 27 ppm; P - 2,4 ppm; и K - 10,1 ppm; Ca - 32,0 ppm; Mg - 12,0 ppm; обща концентрация на разтворими соли - 0,21 mS/cm и pH - 7,3. Запасеността на почвата отговаря на изискванията за извеждане на торов опит.

Растенията са отгледани от разсад. Сеитбата е извършена в периода 01 - 04 април в полиетиленова оранжерия. Използван е торфо-перлитен субстрат, обогатен с 1,200 kg троен суперфосфат; 0,500 kg NH_4NO_3 ; 0,500 kg K_2SO_4 и 0,200 kg $MgSO_4$ на m^3 , съгласно извършения анализ и препоръка от Лабораторията по хранене на растенията в ИЗК „Марица“. Разсаждането на полето е в периода 10-13 май.

Грижите за разсада в оранжерията са: окопаване, поливане, плевене и растително-защитни пръскания.

ДЕЙНОСТИ ИЗВЪН ОПИТА

Площите са изорани наесен, а предсеитбената обработка включва: дисковане; основно торене; фрезование и оформяне на лехобраздова повърхност с висока равна леха.

Растенията се отгледани по технология за средно ранно производство. Редовно и в срок са извършвани необходимите агротехнически мероприятия:

окопаване - 5 механизирани обработки в междуредията и 5 ръчни окопавания в редовете.

поливки – с капкова система, съобразно с фазата на развитие на културата.

растителнозащитни мероприятия – използвани са препаратите:

- срещу житните плевели след сеитба преди поникване е внесен хербицида Дуал голд - 120 ml/da.

- през вегетацията: Ридомил голд - 0,25%; Моспиан - 0,02%; Конфидор Енерджи - 0,08%; Дитан - 0,2%; Екзал - 150 ml/da; Моспиан - 0,02%; Дека - 0,05%; Фунгуран - 0,15%; Афърм - 0,15%; Данитрон - 0,1%; Дифкор - 0,05% и Делтагри - 0,05%. С капковата система е внесен Ривал - 0,6%.

ПОКАЗАТЕЛИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

1. Агрохимичен анализ на почвата. Преди залагането на опита и в края на вегетацията са взети почвени проби. Анализите са извършени по методите: минерален N – чрез дестилация; подвижен P_2O_5 – колориметрично; подвижен K_2O – пламъкофотометрично; обща концентрация на разтворими соли - чрез електропроводимост (EC mS/cm), активна почвена киселинност (pH) – потенциометрично (Tomov et al., 1999).

2. Биометрични измервания – маса на стъблата и листата, обща вегетативна маса / kg/растение/ - средно на 10 растения от повторение.

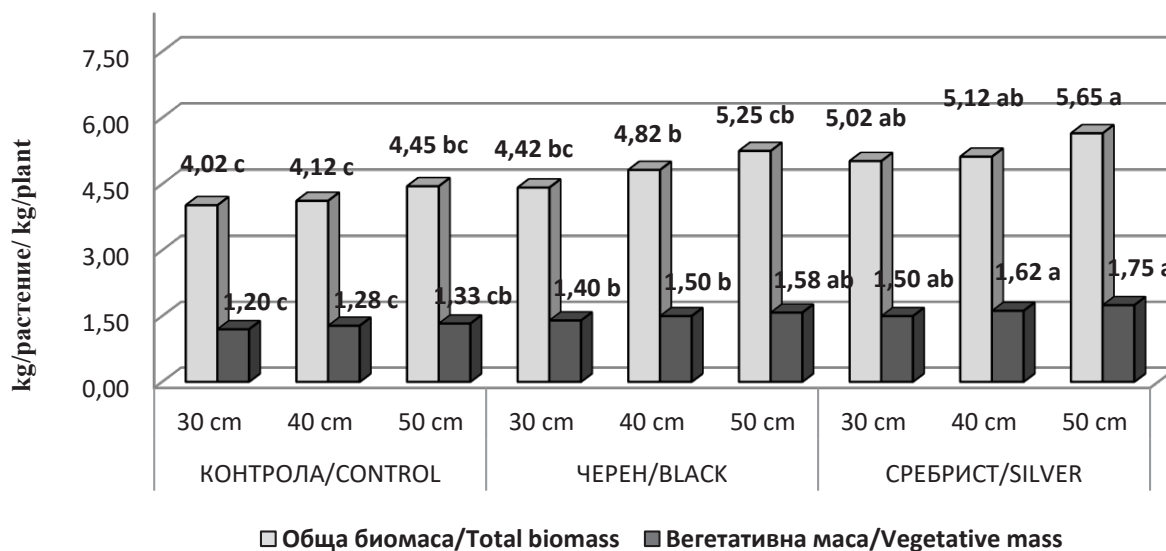
3. Стопанска продуктивност: В масово плодосаждане са анализирани по 10 растения от повторение за определяне на:

- Брой червени и зелени плодове на растение - бр./растение;
- Маса на плодовете (червени и зелени) на растение - g/растение;
- Средна маса на плода - g/плод;
- Добив - kg/da. Формиран е от стандартни плодове от всички беритби до 30 септември.

4. Статистическа обработка на данните - сравнителен анализ по Duncan - Multiple range and multiple F-test (Duncan, 1955) чрез използване на статистическия продукт ANOVA.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

С най-голяма обща биомаса са растенията, отгледани при схема 120+40/50 cm и при трите варианта на опита: контрола, черен и сребрист мулч, съответно 4,45 kg/растение, 5,25 kg/растение и 5,65 kg/растение), като повишението е съответно с 10,7 %, 18,0 % и 34,5% спрямо схемата от 30 cm. Това се дължи на формираната по-голяма вегетативна маса



a,b,c – Duncan's Multiply Range Test, $P < 0.05$

Фигура 1. Влияние на схемата на отглеждане и мулчирането върху общата вегетативна и биомаса
Figure 1. Influence of cultivation scheme and mulching on total vegetative and biomass

(1,33 kg/растение, 1,58 kg/растение и 1,75 kg/растение), поради по-голямата хранителна площ. С по-малки стойности по този показател са растенията, отгледани при вътрередово разстояние 40 и 30 cm (Фигура 1).

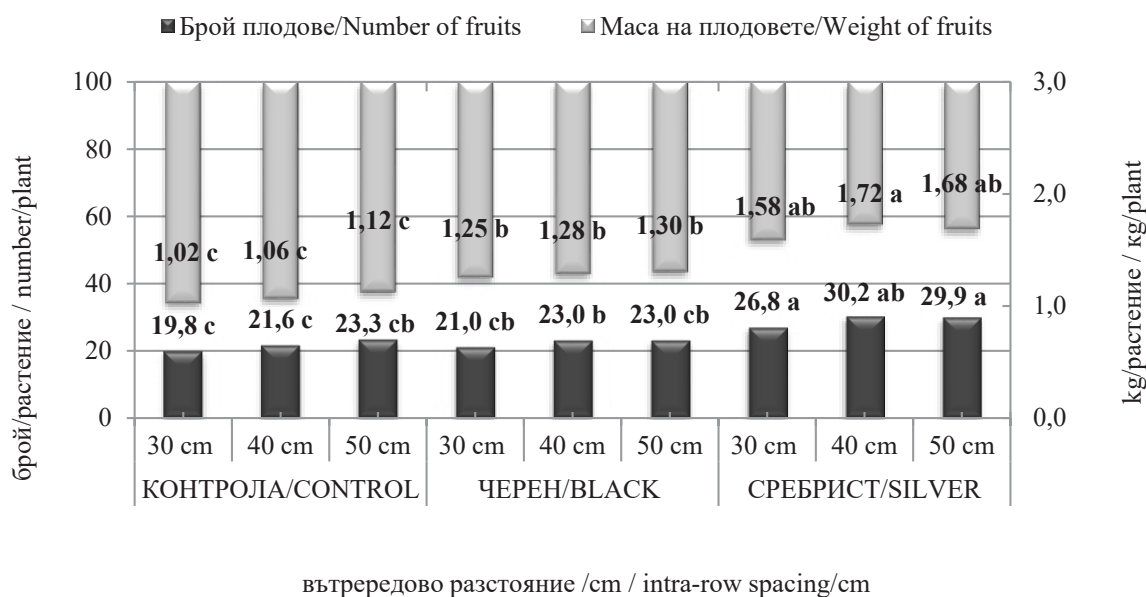
Най-голяма обща биомаса и вегетативна маса на растенията са регистрирани при използването на сребрист полиетилен за мулч и при трите схеми на засаждане. Ефектът върху тези показатели е съответно по-голям с 21,8% и 25,0% (30 cm); с 24,3% и 26,6% (40 cm) и с 34,8% и 31,6% (50 cm) спрямо контролата.

Разликите по отношение на формираната обща биомаса между изпитваните схеми при използването на черен полиетилен за мулч са малки, стойностите варират от 4,42 до 5,25 kg/растение. Обобщените резултати от експеримента показват, че влиянието на черния мулч върху този показател е по-слабо.

Броят на плодове на растение при контролата варира от 19,8 бр. до 23,3 бр., като максимален е техният брой при по-голямото вътрередово разстояние (Фигура 2). При използване на черен полиетилен варирането на стойностите по този показател е слабо и

несъществено. Най-голям е броят на плодове на растение след мулчирането със сребрист полиетилен и при трите схеми на засаждане, като увеличението е съответно с 7,0 бр., 8,6 бр., и 6,6 бр./растение спрямо контролата. Не са установени съществени разлики по този показател при вътрередово разстояние от 40 cm и 50 cm. Данните корелират с получените за общата биомаса. Еднопосочни са и резултатите за масата на плодовете. Най-голяма е продуктивността на растенията при използването на сребрист мулч 1,72 kg (40 cm) и 1,68 kg/растение (50 cm), като разликите между масата и броя на плодовете при двете схеми са малки. Тези резултати противоречат с получените от Amare and Gebremedhin (2020), които посочват, че по-високи стойности се получават при по-малко вътрередово разстояние.

Данните за добива кореспондират с данните, получени за останалите показатели за продуктивност. По-високи добиви са отчетени при схема от 120+40/40 cm и при трите варианта на опита: контрола, черен и сребрист мулч, (Фигура 3). Спрямо контролния вари-



a,b,c – Duncan's Multiply Range Test, $P < 0.05$

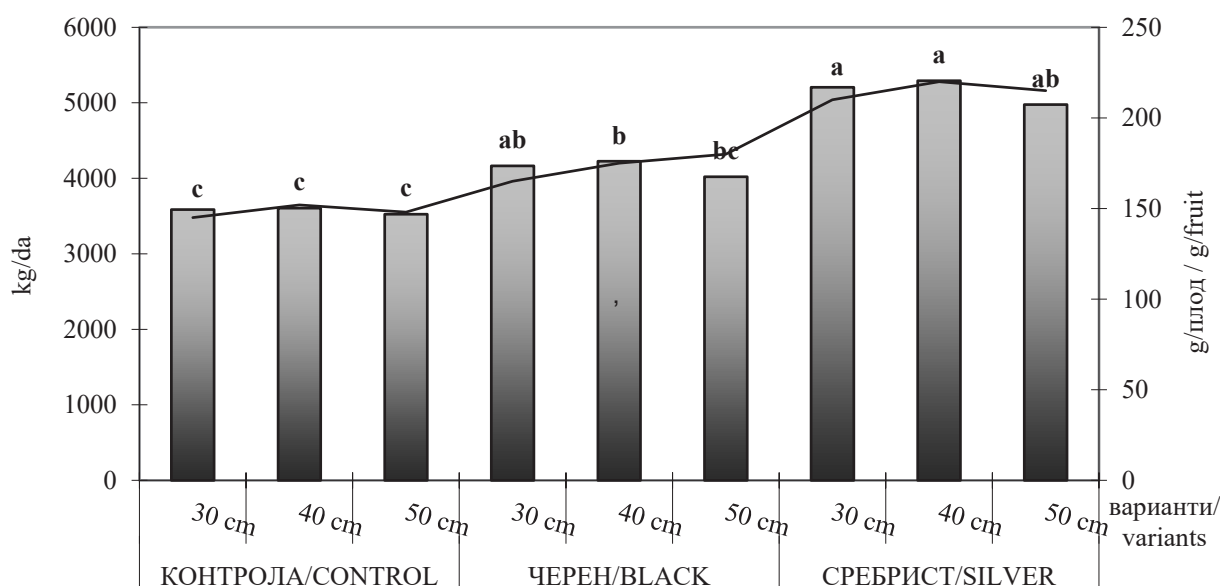
Фигура 2. Влияние на схемата на отглеждане и мулчирането върху продуктивността
Figure 2. Influence of cultivation scheme and mulching on productivity

ант най-високи добиви са регистрирани при използване на сребрист мулч и при трите схеми на разсаждане. Това е по-силно изразено при вътрередово разстояние от 40 cm (5302,4 kg/da) и 30 cm (5204,5 kg/da), съответно повишението е с 26,0% и 24,9% спрямо контролата, като разликите са статистически незначими. До сходно твърдение достигат и Hussen et al. (2013).

Масата на плода е важен биометричен показател с икономическо значение. По-голямото вътрередово разстояние влияе положи-

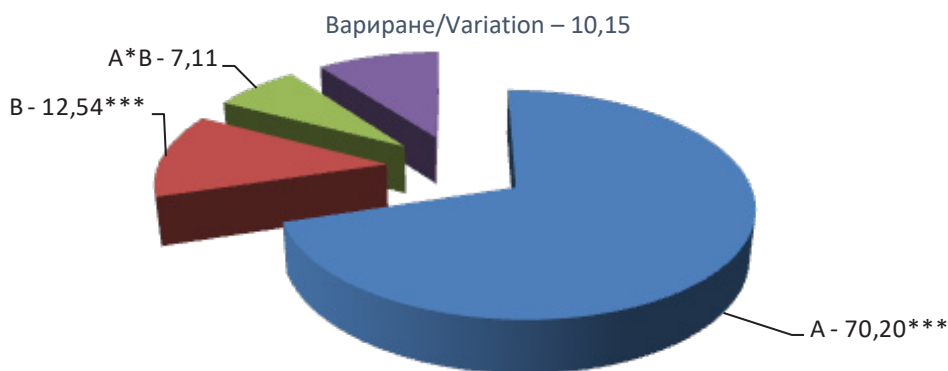
телно и върху този показател. Резултатите са аналогични с получените за добива. При контролния вариант стойностите варират от 145 g до 152 g; при черния мулч - от 165 g до 178 g, като максимални резултати са отчетени при сребристия мулч - от 185 g до 205 g. Увеличението спрямо контролата е съответно с 21,6% и 16,6 %.

От проведения двуфакторен дисперсионен анализ се установи, че голямо влияние върху формирането на добива оказва факторът (A) схема – 70,20% от общото вариране. Факто-



a,b,c – Duncan's Multiply Range Test, $P < 0.05$

Фигура 3. Влияние на схемата на отглеждане и мулчирането върху добива и масата на плода
Figure 3. Influence of cultivation scheme and mulching on yield and fruit weight



Фигура 4. Степен на влияние на схемата на отглеждане и мулчирането върху формирането на добива
Figure 4. Degree of influence of cultivation scheme and mulching on yield formation

рът мулч (В) оказва средно влияние върху формирането на добива (12,54%), като е статистически значим. Изчислено е случайно вариране от 10,15% (Фигура 4).

ИЗВОДИ

Схемата на разсаждане, начина на торене и използването на различен цвят фолио за мулчиране оказват влияние върху развитието и продуктивността на детерминантните домати, сорт *Копнеж F₁*.

Най-голяма вегетативна и обща биомаса са отчетени при растенията, отгледани при схема 120+40/50 cm и мулчиране със сребристо фолио, поради по-голямата хранителна площ. Повишението е съответно с 34,8% и 31,6% спрямо контролата. С по-малки стойности на тези показатели са растенията, отгледани при вътрередово разстояние от 40 и 30 cm.

Установено е, че ефектът от фолиото и схемата на отглеждане влияят съществено върху продуктивността на сорт *Копнеж F₁*. Растенията, торени с комбинирани течни торове и използване на сребрист мулч с вътрередово разстояние от 40 cm формират най-голям брой и тегло на плодовете, като-увеличението е с 39,8% и 62,2% в сравнение с открит леха и конвенционално торене. По-слаб ефект върху тези показатели е установен при използване на черно фолио за мулч.

Най-високи стойности за добива от сорт *Копнеж F₁* са регистрирани при отглеждане на растенията върху сребрист мулч, дробното подаване на хранителните елементи с капковата система и схемата на разсаждане 120+40/40 cm. Еднопосочни са и резултатите за теглото на плода.

ЛИТЕРАТУРА

Abrha, H., Kebede, A., Amare, B., & Desta, M. (2015). Effect of inter and intra-row spacing on yield and yield components of tomato (*Solanum lycopersicum* Linn.) in SouthTigray, Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 5(5), 1-5.

- Amare, G., & Gebremedhin, H. (2020).** Effect of Plant Spacing on Yield and Yield Components of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in Shewarobit, Central Ethiopia. *Scientifica*, 2020(1), 8357237.
- Ara, N., Bashar, M., Begum, S. & Kakon, S. (2007).** Effect of spacing and stem pruning on the growth and yield of tomato. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 2(3), 35-39.
- Boteva, Hr. (2016).** Optimization of nutrition systems in organic tomato production. *Journal of science "New knowledge"*, 5(1), 79-83 (Bg).
- Boteva, Hr. & Cholakov, T. (2010).** Study the influence of biofertilizers on tomato growing in field conditions. *Journal of International Scientific Publications; Ecology&Safety*, 4, 153-161.
- Dhaliwal, S. M., Jindal, K. S., Dhaliwal, K. L., Gaikwad, K. A. & Sharma, P. S. (2017).** Growth and yield of tomato influenced by condition of culture, mulch, and planting date. *International Journal of Vegetable Science*, 23(1), 4-17.
- Díaz-Pérez, J. C. (2010).** Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. *HortScience*, 45(8), 1196-1204.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J., & Hunt, P. G. (1989).** Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114(2), 216-219.
- da Silva, V. J., da Silva, C. R., Atarassi, R. T., & Maciel, G. M. (2024).** Selection of colored plastic-mulching films for the production of mini-tomatoes in the field. *Research, Society and Development*, 13(3), 1-10, e8313345247-e8313345247.
- Duncan D. (1955).** Multiple ranges and multiple F-test. *Biometrics*, 11, pp. 1-42.
- Filipović, V., Romić, D., Romić, M., Borošić, J., Filipović, L., Mallmann, F. J. K., & Robinson, D. A. (2016).** Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: Experimental results and a modeling study. *Agricultural water management*, 176, 100-110.
- Hussen, S., Kemal, M., & Wasie, M. (2013).** Effect of intra-row spacing on growth and development of tomato (*Lycopersicum esculentum* mill) var. Roma VF, at the experimental site of Wollo University, South Wollo, Ethiopia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 10(1), 19-24.
- Haque, M. A., & Sakimin, S. Z. (2022).** Planting arrangement and effects of planting density on tropical fruit crops. A Review. *Horticulturae*, 8(6), 485.
- Jayakumar, M., Janapriya, S., & Surendran, U. (2017).** Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient use efficiency and economic benefits. *Agricultural Water Management*, 182, 87-93.

- Maboko, M. M., Du Plooy, C. P., & Chiloane, S.** (2011). Effect of plant population, fruit and stem pruning on yield and quality of hydroponically grown tomato. *African Journal of Agricultural Research*, 6(22), 5144-5148.
- Muhammad, A., & Singh, A.** (2007). Intra-row spacing and pruning effects on fresh tomato yield in Sudan Savanna of Nigeria. *Journal of Plant Sciences*, 2(2), 153-161.
- Mitova, I., Dimitrov, I. & Boteva, Hr.** (2010). Tomato quality depending on the applied fertilization and variety. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, XLIV(2), 47-53 (Bg).
- Nkansah, G. O., Amoatey, C., Zogli, M. K., Owusu-Nketia, S., Ofori, P. A., & Opoku-Agyemang, F.** (2021). Influence of topping and spacing on growth, yield, and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under greenhouse condition. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 1-12, 659047.
- Shiukhy, S., Raeini-Sarjaz, M., & Chalavi, V.** (2015). Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. *International journal of biometeorology*, 59(8), 1061-1066.
- Tesfay, T., Berhane, A., & Gebremariam, M.** (2019). Optimizing irrigation water and nitrogen fertilizer levels for tomato production. *The Open Agriculture Journal*, 13(1) 198-206.
- Tomov, T., Rachovski, G., Kostadinova, S. & Manolov, I.** (1999). Manual for exercises in agricultural chemistry, Academic Publishing of the Agricultural University, Plovdiv, 132 (Bg).
- Wang, L., Li, X. G., Lv, J., Fu, T., Ma, Q., Song, W., ... & Li, F. M.** (2017). Continuous plastic-film mulching increases soil aggregation but decreases soil pH in semiarid areas of China. *Soil and Tillage Research*, 167, 46-53.

Received: December, 11, 2025; Approved: February, 26, 2026; Published: April, 2026