

<https://doi.org/10.61308/PGLB6703>

Оптимизиране на калиевото торене при ранно и средноранно производство на домати за устойчиви добиви и икономическа рентабилност

Веселина Василева

Селскостопанска академия, ИПАЗР „Никола Пушкаров“, София

E-mail: v.hristova@issapp-pushkarov.org

Резюме: Дробното калиево торене се явява ефективен метод за удължено приемане на съизмерими през вегетацията количества достъпен калий, чрез който да се поддържа положителен калиев баланс в почвата, но и да се реализира по-висок добив и качествена продукция. Целта на проучването е да определи икономическата ефективност от разделянето и дробното внасяне на калиевата норма при отглеждането на домати като ранно и средно-ранно производство. Резултатите в проучването показват, че доматените растения използват оптимално калия, при разделянето и дробното му внасяне, като по този начин е постигнат по-висок добив и общ приход от продукцията. Вариантите с дробно торене са икономически изгодни, а вариант $N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$ се оказва особено подходящ при ранно полско производство на домати. Настоящият анализ подчертава важността от оптимизацията на торенето в селскостопанските практики у нас, потенциала за повишаване на икономическата ефективност и печалбата за земеделските производители, и устойчивото използване на почвените ресурси.

Ключови думи: *Solanum lycopersicum* Mill.; дробно торене; икономическа оценка; печалба; себестойност; норма на възвръщаемост

Optimization of potassium fertilization in early and mid-early production of tomato for sustainable yields and economic profitability

Veselina Vasileva

Agricultural Academy, ISSAPP „N. Pushkarov”, Sofia, Bulgaria

E-mail: v.hristova@issapp-pushkarov.org

Citation: Vasileva, V. (2024). Optimization of potassium fertilization in early and mid-early production of tomato for sustainable yields and economic profitability. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(2) 29-36 (Bg).

Abstract: Split potassium fertilization is emerging as an effective technique for the prolonged assimilation of significant amounts of accessible potassium during the vegetation, with the aim of establishing a positive potassium balance in the soil and achieving increased yields of quality produce. The aim of this study was to determine the economic efficiency of the partitioning and split application of potassium doses in the cultivation of tomatoes, both in the early and mid-early production. The results showed that tomato plants demonstrate improved potassium utilization through split application, resulting in increased yields and total production revenues. Split fertilization alternatives proved to be economically viable, with $N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$ approach being particularly beneficial in early tomato production. This study underlines the importance of optimizing fertilization practices in agriculture, highlighting the potential to increase economic efficiency and profitability for farmers and to ensure the sustainable use of soil resources.

Keywords: *Solanum lycopersicum* Mill.; split fertilization; economic evaluation; profit; cost; rate of return

ВЪВЕДЕНИЕ

Доматите (*Solanum lycopersicum*) се нареждат сред основните култури със значителна хранителна и икономическа стойност, често са определяни и като един от най-широко отглежданите и консумирани зеленчуци в света. Интензивното им торене се определя от редица фактори, като високи добиви; интензивно и уплътнено използване на площите, чрез отглеждане на 2-3 култури през годината; отглеждане основно при поливни условия, обуславящо развитието на повърхностна и слаба коренова система; високи изисквания към качеството на продукцията и сроковете за реализирането ѝ на пазара (Petrov et al., 1977).

Осигуряването на оптимално развитие на земеделските култури е ключово, но от съществено значение е използването на почвите като природен ресурс да е устойчиво. Според Nikolova et al. (2014) минералните торове са един от важните елементи за устойчиво земеделие, тъй като чрез тях се балансира диспропорцията между хранителните елементи, необходими за оптимално развитие и плододаване на растенията и тези, които се осигуряват от почвата. За да се постигне опазване на почвеното плодородие е необходимо правилно определяне на торовете, нормата, начините и сроковете на торене (4Rs).

По данни на ОДБХ употребяваните количества торове у нас показват небалансирано разпределение на хранителни елементи, внасяни в почвата – преобладава торенето с азот, а това с фосфор и особено с калий е до голяма степен подценено. Според „Годишен доклад за състоянието и развитието на земеделието’ 2017“ на Министерство на земеделието и храните (Ministry of Agriculture, Food and Forestry of the Republic of Bulgaria, 2018) през 2016 година употребените количества минерални торове (t активно вещество) са 365 913 t N, 82 566 t P₂O₅ и 45 457 t K₂O, като средно на декар са внесени по 15.4 kg N, 8.4 kg P₂O₅ и едва 6.5 kg K₂O активно вещество. В доклада се отчита значително намаление на употребе-

ното средно количество тор на декар при фосфорните и калиевите торове и леко увеличение на средното количество тор при азотните торове, в сравнение с предходната година.

Според редица учени основната причина за подценяване на необходимостта от калиево торене е общото схващане, че повечето почвите са богати на калий (Jouany et al., 1996; Patra et al., 2017). Поради ограниченото прилагане на калиеви торове в България се наблюдава отрицателен калиев баланс на почвите. В дългосрочен аспект това оказва негативно влияние върху почвеното плодородие, като за периода 1989-2002 години се наблюдава удвояване на слабо запасените с калий почви, почвите с добра запасеност намаляват от 71% до 27%, а увеличение се наблюдава при средно запасените с калий почви (Nikolova, 2005).

От основните макроелементи калият е най-важен за получаването на висок добив качествени плодове от домати, тъй като те спадат към т.н. „калиеволюбиви култури”. Те имат и специфични изисквания към облекченото усвояване на калий от почвата (Scholberg et al., 2000; Hebbar et al., 2004; Chapagain & Wiesman, 2004), а чрез дробно калиево торене би могло да осигури удължено приемане на съизмерими през вегетацията количества достъпен за растенията калий (Vasileva, 2015). Освен това дробното торене с калий води до повишаване на качеството на доматиените плодове и добива им (Mitova et al., 2013; Vasileva, 2015).

Целта на настоящата работа е да се определи икономическата ефективност от дробното внасяне на калиевия тор при отглеждането на ранни и средноранни домати в полски условия.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изведен е полски експеримент върху алувиално-ливадна почва в ОП „Цалапица” с домати сорт „Николина F1” (детерминантен, високо добивен сорт). Заложени са два опита с различни дати на засаждане на растенията

(25-30 април и 5-15 май всяка година), т.е. като ранно и средно-ранно производство.

Почвата в опитния участък е с неутрална почвена реакция ($pH_{H_2O} - 7.0$; $pH_{KCl} - 6.1$), бедно до слабо хумусна - съдържанието на хумус в изходните проби на дълбочина 0-30 cm е 1.15%. Съдържанието на минерален азот е ниско – 19.6 mg.kg⁻¹, а съдържанието на подвижни форми на P₂O₅ и K₂O характеризират почвата като слабо 5.8 mgP.100g⁻¹ и добре 20.3 mgK.100g⁻¹ запасена.

Растенията са торени с 24 kg.da⁻¹ K₂SO₄, на фон азотно (24 kg.da⁻¹ под формата на NH₄NO₃) и фосфорно (12 kg.da⁻¹ под формата на троен суперфосфат) торене. Изпитани са 4 варианта на торене: 1 – контрола (неторен), 2 – N₂₄P₁₂K₂₄ (еднократно внасяне на калия), 3 – N₂₄P₁₂K₁₂₊₁₂ (двукратно) и 4 – N₂₄P₁₂K₈₊₈₊₈ (трикратно).

Цялата фосфорна норма е внесена с основната обработка на почвата, азотът е внесен трикратно – с основната обработка, при първото окопаване и при големина на плодчетата от първа цветна китка около 2-3cm в диаметър. При варианта с еднократно торене, калият е внесен с фосфорната норма при основната обработка на почвата, при двукратното торене – 1/2 от калиевата норма е внесена предпосадъчно и 1/2 с първото окопаване на растенията, при варианта с трикратно торене калиевата норма е внасяна заедно с азота.

Растенията са засадени в двуредова лента на висока леа – 110-50/40cm, а опитната парцелка е с големина 9.6m² - във всяка парцелка са засадени по 24 броя растения.

Добивът от домати е отчитан по парцелки и преизчислен в kg.da⁻¹, като са обирани всички плодове, достигнали до стопанска зрялост. Данните за получените добиви домати са публикувани в дисертационна работа на тема: „Влияние на някои агроекологични фактори върху ранозрелостта, продуктивността и качеството на продукцията на детерминантни сортове и хибриди домати“ (Vasileva, 2015).

Икономическата ефективност при различните варианти на отглеждане е базирана на получените резултати за общия добив и подробно разработена технологична карта

на работните операции. Разгледани са следните показатели: средна реализационна цена (lv.kg⁻¹); себестойност (съотношението между направените производствени разходи и реализирания добив, lv.kg⁻¹); общ приход (lv.da⁻¹); общи разходи (lv.da⁻¹); общ доход (lv.da⁻¹); печалба (lv.da⁻¹); норма на доходност (съотношението на общия доход към материалните разходи, %); норма на рентабилност (съотношението на печалбата към общите разходи, %) (Bogoev et al., 2002). Стойността и дохода от продукцията са изчислени на база средни цени, публикувани в „Годишен бюлетин за движението на цените на едро през 2022г.“ на Държавната комисия по стоковите борси и тържищата (Bulgaria State Commission for Commodity Exchanges and Markets, 2023).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Полученият добив и постигнатото качество на плодовете се явяват обобщен израз на продуктивността на агроecosystemата. В редица случаи добивите са генетично детерминирани и получаваните разлики се дължат на флукутация в границите на сорта, като най-често тези въздействия се провокират от оптимизиране на хранителния режим. Чрез разделяне на калиевата норма и дробното ѝ внасяне може да се постигне максимална ефективност на торенето, да се намалят загубите и да се подобри състоянието на достъпния за растенията калий в кореновата зона. Това от своя страна води до по-ефективното хранене на растенията и повишаване на добивите им, но въпросът дали тази технология е икономически изгодна и вариантите на дробно торене са рентабилни и водят до по-висока печалба за производителите остава актуален.

Общите приходи са в пряка връзка с реализационната цена и получените добиви (Yankova & Voteva, 2019). Основната променлива при формирането на общия приход от продукцията се явява добивът, тъй като средната реализационна цена е постоянна за изпитваните варианти на торене при двете

производствени направления, то влиянието, което тя оказва е по-слабо. При растенията отглеждани като ранно производство най-висок добив и съответно приход от продукцията е получен при двукратно внасяне на калия – 5766.15 kg.da⁻¹ и 15395.62 lv.da⁻¹ (Таблица 1). Най-висок добив (7526.91 kg.da⁻¹) и общ приход (16069.95 lv.da⁻¹) при домати, отглеждани в условията на средноранно производствено направление са отчетени при варианта с трикратно калиево торене (Таблица 1). Интерес представлява съпоставката с вариантите с еднократно внасяне на калиевата норма – масово прилагана в България практика. Установено е, че получените добиви са се увеличили с над 18%, а общият приход с над 20% при отглеждане на домати като ранни, а при средно-ранното им производство разликите са изчислени на 22% за получените добиви и общи приходи.

Материалните разходи, направени за производството са от голямо значение при формирането на общия доход. Разликите в разходите получени между изследваните варианти на калиево торене идват от допълнителните средства за внасяне на торовете (дву- или трикратно), тъй като използваната калиева норма и извършените агротехнически операции са еднакви за всички варианти. Анализът показва, че използваните допълнителни

средства за дробно торене са незначителни в сравнение с получените от реализацията на по-високия добив. Следващата важна категория разходи са трудовете – свързани с всички дейности при отглеждане на растенията, като най-голям относителен дял имат разходите, направени за заплащане на труда при ръчните беритби.

Формирането на общ доход, следва особеностите на формиране на общ приход. С най-висок общ доход при отглеждане на домати като ранно производство е варианта с N₂₄P₁₂K₁₂₊₁₂ торене – 13767.72 lv.da⁻¹, а при средноранното направление – N₂₄P₁₂K₈₊₈₊₈, с изчислен общ доход от 14422.05 lv.da⁻¹ (Таблица 1).

Себестойността на продукцията е важен икономически показател, който отразява в стойност разходите, свързани с производството на единица продукция, или с други думи се явява оценка на използваните ресурси и направените производствени разходи. Промените в себестойността на готовата продукция оказват пряко влияние върху печалбата, което се проявява чрез изменение на общия приход и общите разходи (Pancheva, 2017; Yankova & Boteva, 2020).

В настоящето изследване себестойността се изменя по варианти, като намалява с разделянето на калиевата норма при двете направления на отглеждане на домати, за-

Таблица 1. Икономически резултати от торенето на домати
Table 1. Economic results from the fertilization of tomato

		Yield	Average price	Total earning	Total expenses	Total income
		kg.da ⁻¹	lv.kg ⁻¹	lv.da ⁻¹	lv.da ⁻¹	lv.da ⁻¹
Early tomato production	1	3987.11	2.670	10645.58	1380.50	9265.08
	2	4860.55	2.670	12977.67	1587.90	11389.77
	3	5766.15	2.670	15395.62	1627.90	13767.72
	4	5619.12	2.670	15003.05	1647.90	13355.15
Mid-early tomato production	1	4571.28	2.135	9759.68	1380.50	8379.18
	2	6183.79	2.135	13202.39	1587.90	11614.49
	3	6885.95	2.135	14701.50	1627.90	13073.60
	4	7526.91	2.135	16069.95	1647.90	14422.05

* 1. Control (unfertilized); 2. N₂₄P₁₂K₂₄; 3. N₂₄P₁₂K₁₂₊₁₂; 4 N₂₄P₁₂K₈₊₈₊₈

ради отчетените по-високи добиви от тези варианти. Тенденцията е особено видна при средно-ранното производство. Съпоставяйки себестойността с получената чиста печалба се вижда, че с най-ниска себестойност са вариантите, реализирали най-висока печалба и при двете производствени направления (Фигура 1).

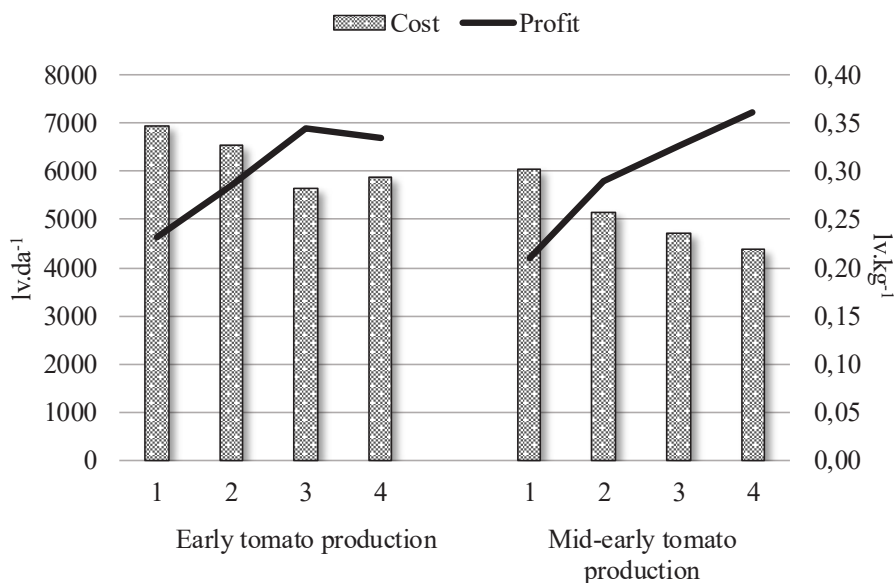
Като сумарен показател, печалбата определя икономическата полза от дадено производство. Интересно е, че средната реализирана печалба за двете производствени направления е съпоставима – с разлика от едва 40 lv.da⁻¹ (съответно 5972.22 lv.da⁻¹ за ранно и 5936.17 lv.da⁻¹ за средно-ранно), независимо от получените по-високи добиви при отглеждане на растенията като средно-ранно производство. Това се дължи основно на разликата в средната цена на доматиите за двата периода на реализирането им на пазара (Таблица 1).

Съпоставяйки получената печалба при различните начини на калиево торене, ясно се вижда увеличение при дробното внасяне на калиевата норма (дву- и трикратно) спрямо вариантите с еднократно. В зависимост от

направлението на отглеждане увеличението е изчислено съответно на 20 и 17% за ранно и 12 и 24% – за средноранно производство (Фигура 1).

Постигането на по-висок чист доход от единица площ е един от факторите, които определят икономическата ефективност на производството. Чрез чистия доход се получава представа за постигнатия ефект от избора на вариант на торене, но измерването на икономическата ефективност изисква и съпоставяне на ефекта с направените вложения за неговото постигане. Това определя показателите норма на рентабилност и норма на доходност като обобщаващи при икономическата оценка на различните варианти на торене (Arnaoudov et al., 2021).

Пряко влияние върху печалбата, доходността и рентабилността от производството на зеленчукова продукция оказват производствените разходи и средната пазарна цена. И докато промените в производствените разходи са основно в резултат на технологията на отглеждане, то пазарната цена на доматиите се формира под влияние на фактори като търсе-



* 1. Control (unfertilized); 2. N₂₄P₁₂K₂₄; 3. N₂₄P₁₂K₁₂₊₁₂; 4. N₂₄P₁₂K₈₊₈₊₈

Фигура 1. Печалба и себестойност при отглеждане на детерминантни домати

Figure 1. Profit and cost in cultivation of determinate tomato

не, предлагане и срокове за реализиране на готовата продукция (Yankova & Boteva, 2020; Yankova et al., 2021). Първите полски домати през 2022 г. се появяват на пазара в края на юни и началото на юли. В началото на сезона тяхната средна цена е 2.45 lv.kg⁻¹. В края на юли се наблюдава рязко поскъпване на полските домати, след което цената им тръгва надолу. Този низходящ тренд се задържа до началото на месец септември, като цените се движат плавно на горе в края на сезона, до изчерпване на количествата от реколтата. Наблюденията на пазара показват, че през последните години в края на юли и в началото на август се предлагат по-малко домати, тъй като през този период се преминава от оранжерийно към полиетиленово и полско производство в резултат, на което се получава и известно изместване в цената. През септември започва типичното есенно - зимно покачване и кривата на цените се движи плавно нагоре (Годишен бюлетин за движението на цените на едро през 2022 г.) (Bulgaria State Commission for Commodity Exchanges and Markets, 2023).

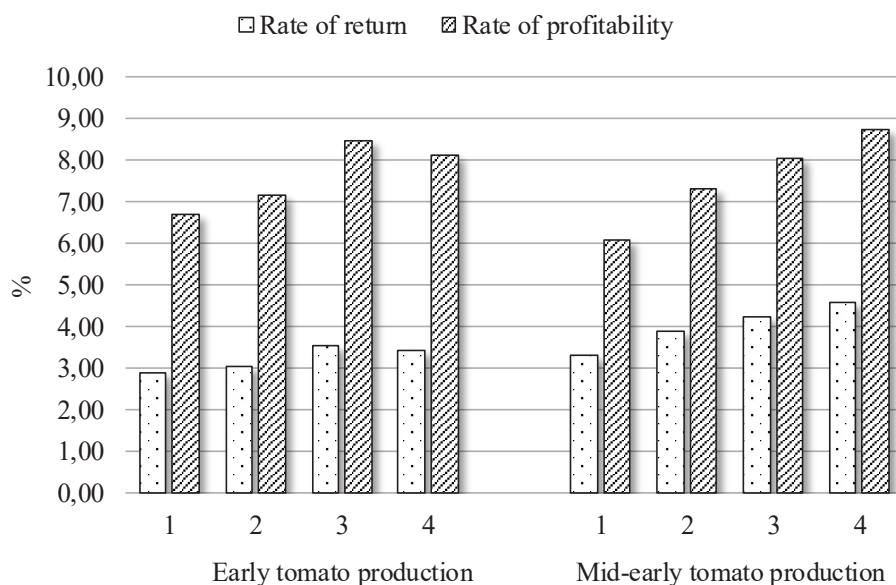
Настоящият анализ показва, че всички, включени в изследването варианти се харак-

теризират висока норма на доходност (Фигура 2). Това до голяма степен е показател, че използваната технология за отглеждане на домати е икономически оправдана, а избраният сорт „Николина F1“ е подходящ както за средноранно, така и за ранно полско производство.

Резултатите, получени за двете направления на отглеждане са съпоставими, но по-висока средна норма на доходност е изчислена за средноранното производство (съответно 3.23 % за ранно и 3.34% за средно-ранно). Очаквано най-ниска норма на доходност е получена от контролните варианти, а най-висока е при вариантите с дробно калиево торене – $N_{24}P_{12}K_{12+12}$ при ранно доматопроизводство и $N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$ – при средноранно. Нормите на рентабилност следват тази тенденция (Фигура 2).

ИЗВОДИ

Правилното управление на торенето и агротехническите мероприятия са ключов фактор за подобряване на рентабилността и икономическия успех в селското стопанство.



* 1. Control (unfertilized); 2. $N_{24}P_{12}K_{24}$; 3. $N_{24}P_{12}K_{12+12}$; 4. $N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$

Фигура 2. Норма на доходност и рентабилност при отглеждане на детерминантни домати
Figure 2. The rate of return and profitability in cultivation of determinate tomato

Настоящата работа подчертава значението на оптимизирането на методите и сроковете за торене с калий при отглеждането на домати. Резултатите от анализа показват, че по-ефективното използване на калиевата норма чрез дробното ѝ внасяне води до по-висок добив и общи приходи от реализацията на продукцията, а себестойността намалява по варианти с разделянето на калиевата норма.

Увеличението на добивите при отглеждане на домати като ранни, с дробното калиево торене е с над 18%, а общият приход с над 20%, а при средно-ранното им производство разликите са изчислени на 22% за получените добиви и общи приходи в сравнение с вариантите с еднократно торене с калий (масово прилагана в България практика). Това прави този подход икономически ефективен и води до по-голяма чиста печалба, като при ранно полско производство варианта с $N_{24}P_{12}K_{12+12}$ е най-изгоден, а при средно-ранно – $N_{24}P_{12}K_{8+8+8}$.

Реализираната печалба е зависима от сроковете на калиево внасяне – наблюдава се увеличение при дробното калиево торене (дву- и трикратно) спрямо вариантите с еднократно. В зависимост от направлението на отглеждане увеличението е съответно 20 и 17% за ранното и 12 и 24% за средно-ранното производство.

БЛАГОДАРНОСТИ

Специални благодарности бих желала да изкажа на проф. Хриска Ботева (ИЗК „Марица“, Пловдив) и проф. Иванка Митова (ИПАЗР „Никола Пушкарров“, София) за ценните съвети, подкрепа и съдействие при подготовката и реализацията на настоящата работа.

ЛИТЕРАТУРА

Arnaoudov, B., Boteva, H., & Arnaoudova, Y. (2021). Evaluation of the economic effectiveness in pepper production in drought conditions. *Trakia Journal of Sciences*, 19(1): 7-12. DOI: <https://doi.org/10.15547/tjs.2021.01.002>.

- Bogoev G., Lulcheva, D., Bencheva, N., & Koprivlenski, V. (2002). *Organization and management of agricultural production*. Academic Publishing House Agricultural University, Plovdiv, 220 (Bg).
- Bulgaria State Commission for Commodity Exchanges and Markets. (2023). *Annual bulletin on wholesale price movements of goods traded in commodity markets and manufacturer markets in 2022* (Bg).
- Chapagain, B., & Wiesman, Z. (2004). Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae*, 99: 279-288. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(03\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00109-2).
- Hebbar, S., Ramachandrapa, B., Nanjappa, H., & Prabhakar, M. (2004). Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *European Journal of Agronomy*, 21: 117-127. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00091-1](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00091-1).
- Jouany, C., Colomb, B., & Bose, M. (1996). Long-term effects of potassium fertilization on yields and fertility status of calcareous soils of south-west France. *European Journal of Agronomy*, 5: 287-294. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(96\)02042-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(96)02042-4).
- Ministry of Agriculture, Food and Forestry of the Republic of Bulgaria (2018) *Annual report on the situation and development of agriculture' 2017*. Sofia, Ministry of Agriculture, Food and Forestry of the Republic of Bulgaria.
- Mitova, I., Vasileva, V., & Dinev, N. (2013). Dynamics of fruiting in the early and mid-early field production of tomatoes. *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 47(4), 43-53 (Bg).
- Nikolova, M. (2005). Potassium balance on field, farm and country level in Bulgaria. In: *Proceedings of the Polish Fertilizer Society - CIEC on Fertilizers and Fertilization* (Fotyma, N., ed.), 3(24), 89-104.
- Nikolova, M., Fixen, P., & Popp, T. eds. (2014). *Manual on soil and plant sampling and analysis, and recommendations for field crops, vegetables, fruit and viticulture*, Best management practices for sustainable crop nutrition in Bulgaria, Sofia, International Plant Nutrition Institute (IPNI) (Bg).
- Pancheva, S. (2017). Cost of production and services – an important prerequisite for effective management solutions. *New Knowledge Journal of Science*, 4-6: 31-40, ISSN 2367-4598.
- Patra, A., Dutta, S., Dey, P., Majumdar, K., & Sanyal, S. (2017). Potassium fertility status of indian soils: national soil health card database highlights the increasing potassium deficit in soils. *Indian Journal of Fertilisers*, 13: 28-33.
- Petrov, H., Rankov, V., & Doikova, M. (1977). Vegetable crops fertilization (Review). National Center for Science

- tific and Technical Information on Agriculture, Food Processing and Forestry, Sofia (Bg).
- Scholberg, J., McNeal, B., Boote, K., Jones, J., Locascio, S., & Olson, M.** (2000). Nitrogen stress effects on growth and nitrogen accumulation by field-grown tomato Florida. *Agronomy Journal*, 92: 159-167. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2000.921159x>.
- Vasileva, V.** (2015). Influence of some agro-ecological factors on the early production, productivity and quality of the determinants of tomato varieties and hybrids, Degree type Dissertation, ISSAPP "N. Poushkarov" (BG).
- Yankova, P., & Boteva, H.** (2019). Economic evaluation with biological growing of determinate tomato. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 56(6): 34-38 (Bg).
- Yankova, P., & Boteva, H.** (2020). Comparative evaluation of the economic efficiency by the application of bioproducts for fertilizing with biological growing of middle early tomatoes. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 64(1): 504-508.
- Yankova, P., Boteva, H., & Dintcheva, Ts.** (2021). Technological solutions with biological cultivation of green beans at field conditions. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 65(1): 583-589.

Received: December 04 2023; Approved: February 12 2024; Published: April 2024