

<https://doi.org/10.61308/KWVGJ4434>

Влияние на капковото напояване и мулчиране върху добива на ябълково насаждение

Антоанета Гигова, Весела Петрова

Селскостопанска Академия, София, Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиarov“

*E-mail: vessil@abv.bg, antoaneta.gigova@abv.bg

Резюме: През 2020 – 2021 година на територията на опитно поле „Челопечене“ на ИПАЗР „Н. Пушкиarov“ е проведен експериментален опит с интензивно ябълково насаждение сорт Флорина, създадено през 2017 година. Почвите в изследвания район са излужени канелени горски. По отношение на падналите валежи и двете години са много сухи с обезпеченост 95.67% (2020 г.) и 94.07% (2021 г.). За 2020 г., средно за периода на вегетация на ябълковото насаждение в младенчески период, за поддържане на почвената влажност в диапазона 70% от ППВ до 100% от ППВ се наложи подаване на 10 бр. поливни норми с напоителна норма 380 mm, а за 2021 г. - 12 бр. поливки с напоителна норма от 510 mm. Икономията на вода при използването на мулч е средно 30-35%. За 2020 година (втора година) при варианта с мулч полученият добив е 517 kg da⁻¹, а при варианта без мулч - 266 kg da⁻¹. През 2021 година (тета година) ябълковото насаждение имаше добив при варианта с мулч 1 383 kg da⁻¹, а при варианта без мулч бе измерен добив от 858 kg da⁻¹. Данните показват, че мулчирането има положителен ефект върху добива средно с 51-62%.

Основна цел: Установяване на оптималния поливен режим при капково напояване и влиянието му върху добива на интензивно ябълково насаждение в младенческа възраст при капково напояване и мулчиране.

Ключови думи: капково напояване; напоителна норма; ябълково насаждение; мулч; добив

Effect of drip irrigation and mulching on the yield of an apple orchard

Antoaneta Gigova, Vesela Petrova

Agricultural academy, Sofia, Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection, 1331 Sofia, Bulgaria

*E-mail: vessil@abv.bg, antoaneta.gigova@abv.bg

Citation: Gigova, A., & Petrova, V. (2024). Effect of drip irrigation and mulching on the yield of an apple orchard. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(1), 13-20 (Bg).

Abstract: In 2020 - 2021, on the territory of the experimental field „Chelopechene“ of IPAZR „N. Pushkarov“ an experimental trial was conducted with an intensive apple plantation of the Florina variety, created in 2017. The soils in the study area are leached cinnamon forest. In terms of rainfall, both years are very dry with a guarantee of 95.67% (2020) and 94.07% (2021). For 2020, on average, during the vegetation period of the apple plantation in the infant period, to maintain the soil moisture in the range of 70% of FC to 100% of FC, it was necessary to submit 10 watering rates with an irrigation rate of 380 mm, and for 2021. 12 watering cans with an irrigation rate of 510 mm. Water savings when using mulch averages 30-35%. For 2020 (second year) in the version with mulch, the yield is 517 kgda⁻¹ and in the version without mulch, the yield is 266 kgda⁻¹. In 2021 (third year), the apple orchard had a yield of 1 383 kgda⁻¹ in the version with mulch, and 858 kgda⁻¹ in the version without mulch. Data show that mulching has a positive effect on yield by an average of 51-62%.

Main objective: Establishing the optimal irrigation regime in drip irrigation and its influence on the yield of an intensive apple orchard in its infancy under drip irrigation and mulching.

Keywords: drip irrigation; irrigation rate; apple orchard; mulch; yeild

ВЪВЕДЕНИЕ

Ябълковите насаждения са едни от най-широко застъпени в нашата страна с най-голям стопански ефект. Средно за 2022 година общите площи с ябълкови насаждения са 4 433 ha, със среден добив от 1 250 kg.da⁻¹. Сортът Флорина е устойчив на икономически най-важната болест при ябълките – струпяване. Късен сорт - зрее през периода от 25 септември до 5 октомври и е с много добри вкусови качества.

Територията на нашата страна се отнася към районите с неустойчиво овлажняване. Засушаванията са особено чести, силни и продължителни през периода юли-септември, когато ябълковите плодове нарастват интензивно. Едно от най-важните мероприятия, което осигурява нормален растеж на дърветата, редовни и качествени добиви, е **напояването**. Изследванията у нас показваха, че оптималната предполивна влажност за ябълката е 70-80% ППВ в слоя до 0.60 m, където е разположена основната част от кореновата система и почвената влага трябва да се поддържа над това ниво (Petrova & Kireva, 2016; Gaidarova & Daskalova, 2012).

Колектив от български учени (Doychev & Gospodinova, 1986; Doychev et al., 1991) са установили необходимостта от прилагане на 23 до 36 поливки, като основната част са реализирани през VI, VII и VIII, когато и засушаванията са най-силни и продължителни. Те са установили, че намалението и увеличението с 20% на поливната норма не влияе съществено върху размера на добива и качеството на плодовете. Размерът на напоителната норма ($m = ET$), през отделните години варира в граници от 52.3 до 73.7 mm (средно 64.3 mm). В сравнение с традиционните начини на напояване икономията на вода при капково на-

появане е около 100 – 120 mm, а напоителната норма е около 2.5 пъти по-малка. На базата на получените от експеримента резултати, се препоръчва напояване при предполивна влажност 80% от ППВ. Този режим трябва да се прилага при високопроизводителни системи на напояване, позволяващи извършването на чести поливки. Добри производствени и икономически резултати се получени и при 70% от ППВ, и нарушения поливен режим, които се препоръчват при гравитачно напояване. Нарушеният поливен режим да се прилага само при остър дефицит на поливна вода (Doychev et al., 1991). Въпреки че разликите в размера на добива са незначителни, при поддържане на по-високата предполивна влажност се получават по-едри и качествени плодове, поради което по-изгодна (икономически) предполивна влажност се оказва 80% от ППВ (Doychev et al., 1982). Комбинацията от прилагането на мулч и капково напояване за поддържане на почвената влага води до подобряване на добива (Zheng et al., 2021). Мерките за мулч на почвата ефективно подобряват физикохимичните свойства на почвата и водните условия, като по този начин насърчават растежа на растенията и увеличават добивите. (Vincent-Caboud et al., 2019). Пластмасата и сламата са най-често използваните материали за мулчиране. Пластмасовият мулч намалява изпарението на повърхността на почвата чрез осигуряване на физическа бариера, повишава температурата на почвата и потиска развитието на плевели. (Wang et al., 2019).

В зеленчукопроизводството у нас и в чужбина масово се въвежда в практиката прилагането на мулчиране. В Институт по почвознание, агротехнологии и растителна защита „Н. Пушкаров“ за първи път се провеждат научни и лабораторни изследва-

ния за прилагането на пластмасов мулч при овощни дървета.

Основна цел: Установяване на оптималния поливен режим при капково напояване и влиянието му върху добива на интензивно ябълково насаждение в младенческа възраст при капково напояване и мулчиране.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Обектът на изследването е интензивно ябълково насаждение, засадено през есента на 2017 година на опитно поле „Челопечене” на ИПАЗР „Н. Пушкиров”. Почвите в изследвания район са излужени канелени горски, образувани върху делувиални наноси. По международната класификация на ФАО се определят като Chromic cambisol. По механичен състав почвата е тежко песъчливо - глинеста в орния слой и леко глинеста в подорния. Водно-физичните свойства се изменят послойно през 0.10 m до 1.00 m дълбочина. Почвата на опитното поле се определя като средно до силно водопрopusклива със средна филтрационна способност. Инфилтрацията в орния хоризонт, поради неговата безструктурност, е малка и се увеличава в дълбочина. Опитният участък е равнинен със слабо изразен микрорелеф с общ наклон 1.5%.

Водно-физичните свойства на този почвен подтип средно за слоя 0 – 0.60 m дълбочина те са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) – 22.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1.47 g/cm³ и влажност на завяхване – 10.0 % спрямо теглото на абсолютно сухата почва.

От направения химичен анализ на средна проба на дълбочина 0-0.60 m. в началото на провеждане на експеримента установихме, че почвата е добре запасена с азот, много ниско запасена с фосфор и средно запасена с калий. (по AL метода). Направихме есенно подхранване на почвата с 5 kg da⁻¹ P₂O₅, 6 kg da⁻¹ K₂O при обработката на междуредията. Азотните торове под формата на амониева селитра по време на вегетация в два приема 6 kgda⁻¹ N с поливната система. С оглед поддържане оптималното съдържание на азот в листата – от 2.2 до 2.8%, фосфор 0.18-0.30% и 1.1-1.6 % калий (Apostolova et al., 2014).

Годишната сума на валежите в района е 196 mm (2020 г.) и 203 mm (2021 г.), при средно за редица от 60 годишни наблюдения 355 mm.

Валежите са твърде неравномерно разпределени, както по сезони, така и по месеци. Лятото е много сухо и горещо. Високите средноденонощни температури водят допълнително до засилване ефекта на сушата през този период от годината.

Метод на залагане на опита: Опитът е заложен по метода на дългите парцелки с по четири повторения от всеки проследяван вариант, с по три дръвчета.

Варианти на опита:

- 1) Без напояване – контрола;
- 2) Напояване със 100% н.н. (поддържане на 70% от ППВ);
- 3) Напояване със 100% н.н. с мулчиране (пластмасов мулч), (поддържане на 70% от ППВ);

Вътрередовите разстояния от 2 m и са съобразени с вида на подложката и евентуалните размери на короните след тяхното окончател-

Таблица 1. Агрохимични анализи на излужена канелена горска почва в Опитното поле на ИПАЗР “Н. Пушкиров”

Table 1. Agrochemical analyzes of Leached Cinnamon forest soil in the Experience Field of IPAZR „N. Poushkarov”

pH		\sum N- NH ₄ + NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Хумус/ Humus
H ₂ O	KCl	mg/kg	mg/100gr		%
6.8	6.1	96.2	2.7	25.0	3.35

но формиране. Междуредовото разстояние е 3 m. Големината на опита е $21.5 \times 28 \text{ m} = 602 \text{ m}^2$. Големината на опитната парцелка е 18 m^2 .

Размер на поливните, напоителните норми.

Поливните норми са изчислени по формулата:

$$m = [10N \cdot \alpha \cdot (\delta T \text{ от ППВ} - \delta T \text{ пр. вл.})] \quad 1)$$

където,

m – големина на поливната норма в mm;

α – обемна плътност на почвата в gr/cm^3 ;

N – дълбочина на активния почвен пласт в m;

δT от ППВ – пределна полска влагоемност в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата;

δT пр. вл – предполивна влажност на почвата в % спрямо абсолютно сухото тегло на почвата;

За проследяване динамиката на почвената влага са взимани почвени проби през 10 дни на дълбочина до 0.60 m, през 0.10 m в 3 повторения и са обработвани по класическия теглово термостатен метод.

Добивът по варианти общо за целия вегетационен период в kg da^{-1} . Данните за добива по варианти и години, са обработени чрез дисперсионен анализ, с помощта на програмният продукт „ANOVA“, като са установени ранговете на доказаност. Добивите са определени в четири повторения за всеки вариант.

Поливна техника и технология:

Почвената влажност в насаждението се поддържа посредством система за капково напояване. Водоизточникът е сондажен кладенец с дълбочина 42 m., разположен непосредствено до ябълковия масив. Това ще осигури добро техническо решение на напоителното поле и система като цяло. В интензивните градини обикновено на дърво се поставят от 2 до 4 капкообразувателя, разположени на разстояние 0.90-1.00 m помежду си. Капкообразувателите трябва да се монтират на разстояние 0.45-0.50 m от стъблата на дърветата. (Kireva et al., 2017). Разстоянията между кап-

кообразувателите по дължината на поливния тръбопровод се избират с оглед контурите на овлажняване на почвата с цел да се осигури равномерно овлажняване на цялата редова ивица. (Petrova et. al., 2010). За прилагане на капкуването е необходима чиста поливна вода, за да се предпазят от запушване капкообразувателите, като водата се подава в разпределителната мрежа под налягане 1 atm. (Zhivkov, 2013). За по-ефективно използване на водата, намаляване на изпарението и запазване на влагата и температурата на почвата в настоящето проучване прилагаме един ред с пластмасов мулч.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Метеорологична характеристика на експерименталните години 2020/21 г. в района на кв. Челопечене – София.

Статистическата оценка на експерименталната година по отношение на температурната сума и падналите валежи е направена за периода април – септември. Разгледана е 60 годишна редица от данни за температурата на въздуха на открито и падналите валежи за периода 1958 – 2021г. и е определена обезпечеността. По отношение на температурата на въздуха и двете години 2020 и 2021 година се характеризират, като много топли с обезпеченост 7.78% и 9.13%. По отношение на падналите валежи и двете години са много сухи с обезпеченост 95.67% (2020 г.) и 94.07% (2021 г.), представено графично на Фигура 1.

Разпределението на месечните средноденонощни температури и падналите валежи за вегетационния период са представени в (Таблица 2) и (Таблица 3).

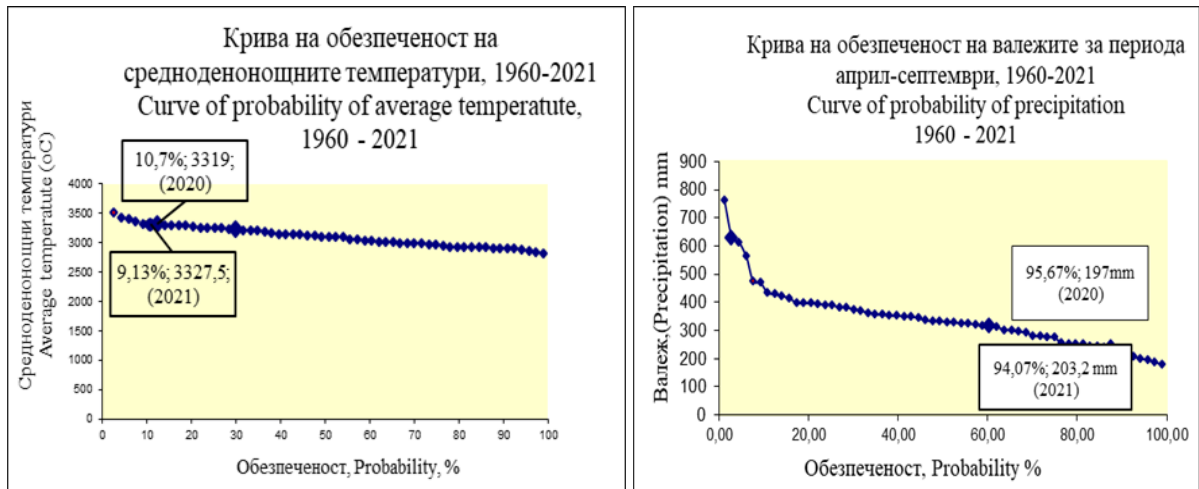
Както се вижда от Таблица 2 най-високи средноденонощни температури се наблюдават през месеците юли и август, което съвпада фазата образуване завръзките и наедряване на плодовете. При ябълките именно този период е критичен за образуване на добива, т.к. при недостатъчно напояване плодовете опадат и не могат да наедреят. Средните температури

измерени в 14 часа достигат до 30 – 35°C, което влияе неблагоприятно върху развитието на културата и се налага напояване.

Падналите валежи през вегетацията на културата са неравномерно разпределени,

което налага реализиране на поливки за допълване на почвения запас в границите от 70% от ППВ до 100% от ППВ (Таблица 3).

Анализът на метеорологичните условия показва, че изследваните години са почти ед-



Фигура 1. Криви на обезпеченост на средноденоношните температури и падналите валежи за периода 1960 – 2021 г.

Figure 1. Probability curves of mean daily temperature and precipitation for the period 1960 – 2021

Таблица 2. Месечни суми на средноденоношни температури на въздуха в °C в опитното поле кв. Челопечене за периода април – септември 2020/21 години

Table 2. Monthly sums of daily mean air temperature (in °C) in experimental field Chelopechene for the period April – September 2020-2021

Месец/Година Month/Year	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Общо/ Sum
2020	322.75	500.0	581.00	670.25	652.50	592.25	3319.00
2021	282.00	495.00	594.00	754.00	711.00	489.00	3327.00
1960-2021	-	-	-	-	-	-	3219.45

Таблица 3. Месечни суми на валежите (mm) в опитното поле в Челопечене за периода април – септември 2020/21 години

Table 3. Monthly precipitation sums (mm) in experimental field Chelopechene for the period April – September 2020-2021

Месец/Година Month/Year	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Общо/ Sum
2020	11.9	20.0	19.3	55.0	56.8	34.0	196.9
2021	17.6	31.3	51.4	29.0	57.8	16.4	203.2
1960-2021	-	-	-	-	-	-	354.68

накви - топли и сухи, което налага реализиране на поливки.

Поливен режим

Ябълковото насаждение през периода март, и до средата на месец април имаше достатъчно водоосигуряване на почвения профил 0.60 m от падналите снегове и дъждове през зимно – пролетния период. Броят на поливките и продължителността на междуполивните периоди се определят от възрастта на дърветата, почвените и метеорологичните условия. При сухите години 2020 и 2021г. се установи необходимостта от 10-12 поливки при нетна поливна норма около 60 mm на ябълкова градина. Основната част от поливките се извърши през периода от втората половина на юни до края на септември, като при липса на валежи междуполивният период е 12-15 дни. Първата поливка се направи преди разпукване на пъпките. Втората поливка се приложи при масово формиране на плодовете и когато завръзките започнаха да нарастват. През месец април, който съвпада с фазата начало на цъфтеж на ябълките сорт Флорина се наложи подаване на една поливка с поливна норма от 60 mm и за двете разглеждани години. През месец май за 2020 година се подадоха две поливки. През месеците юни, юли и август се наложи подаването по три поливки, в зависимост от падналите валежи с норма от 20 до 40 mm. През месец септември в първата десетдневка се подаде една водозапасаваща поливка от 60 mm за влагозапасяване на слоя 0-0.60 m и поливките се преустановиха за да се даде възможност на ябълките да натрупат необходимото количество хранителни елементи, захари, витамин С и др. Влагозапасаваща късна есенна поливка се направи с цел да се защити дървесината от измръзване през зимата и да се предотврати от изсъхването ѝ. При използването на мулч се установи липса на изпарение от повърхността и евапотранспирацията се сведе до усвояването на водата от дърветата, установи се икономия на вода до 30 – 35% запазване на почвената влажност. Наложил се подаване на по-малки поливни норми през

по-големи интервали от и време 10 бр. за 2020 година със средна поливна норма 20-30 mm , и напоителна норма 245 mm и 8 бр. поливни норми със средна поливна норма от 345 mm за 2021 година.

За 2020 г. средно за периода на вегетация на ябълковото насаждение в младенчески период за поддържане на почвената влажност в диапазона 70% от ППВ до 100% от ППВ се наложи подаване на 10 бр. поливни норми с напоителна норма 380 mm, а за 2021 г. 10 бр. поливки с напоителна норма от 510 mm. Икономията на вода при използването на мулч е средно 30-35%.

Добив при интензивното ябълковото насаждение в младенчески период.

През двете експериментални години интензивното ябълковото насаждение в младенчески период имаше различни добиви. През 2020 г. най-висок добив се установи при варианта напояван с предполивна влажност 70 % от ППВ и прилагане на мулч – 517 kgda⁻¹. В Таблица 4 са показани резултатите от добивите по варианти. При варианта с използване на мулч се установи добив 517 kgda⁻¹, а при варианта без мулч добива е 400 kgda⁻¹. Средният добив от дърво, при мулчиране е 3.1 kg., а без мулч средният добив от дърво е 2.4kg, при неполивния вариант е 1.6 kg. Данните показват, че мулчирането има положителен ефект за добива. Подобни резултати са получили (Walsh, 1994; Zhang, 2008; Gandev & Dzhuvinov, 2014). При неполивни условия се наблюдава занижение на добива около 3 пъти.

През 2021 година ябълковото насаждение имаше най-висок добив при вариант 70% от ППВ при използване на мулч 1 383 kgda⁻¹ (Таблица 4). При варианта с мулч добивът е 1 383 kgda⁻¹, а при варианта без мулч добива е 853 kgda⁻¹. Средният добив от дърво, при мулчиране е 8.30 kg., а без мулч средният добив от дърво е 5.15 kg. Данните показват, че мулчирането има положителен ефект за добива. При неполивни условия се наблюдава добив от 483kgda⁻¹, занижение на добива около 186%.

Получените резултати за добива от ябълки през различните във възрастово отношение години показват влиянието на използването на мулч и капковото напояване върху неговия размер. Най-голям добив е получен през 2021 г (трета година) 1 383 kgda⁻¹, което е със 63 % повече, спрямо предната година. Увеличението на добива през 2021 година при използването а мулч, спрямо неполивния вариант е 900 kgda⁻¹.

Данните за добивите на ябълковото насаждение, получени при изпитваните варианти, са обобщени в Таблица 4. В сравнение с контролата (без напояване и мулчиране), двата варианта показват увеличение на добивите. И през двете години на изпитване има статистически доказани разлики между вариантите.

ИЗВОДИ

1. По отношение на температурата на въздуха и двете години (2020 и 2021 година) се характеризират, като много топли с обезпе-

ченост 7.78% и 9.13 %. По отношение на падналите валежи и двете години са много сухи с обезпеченост 95.67% (2020 г.) и 94.07% (2021г.).

2. За 2020 г. средно за периода на вегетация на ябълковото насаждение в младенчески период за поддържане на почвената влажност в диапазона 70% от ППВ до 100% от ППВ се наложи подаване на 10 бр. поливни норми с напоителна норма 380 mm, а за 2021 г. 10 бр. поливки с напоителна норма от 510 mm.

3. Икономията на вода при използването на пластмасов мулч е средно 30-35%.

4. За 2020 година (втора година) при варианта с мулч добивът бе 517 kgda⁻¹, а при варианта без мулч - 266 kgda⁻¹. През 2021 година (трета година) ябълковото насаждение имаше добив при варианта с мулч 1 383 kgda⁻¹, а при варианта без мулч, измереният добив бе 858 kgda⁻¹. Данните показват, че мулчирането има положителен ефект върху добива средно с 51-62%.

5. При неполивни условия се наблюдава занижение на добива.

Таблица 4. Добиви на ябълково насаждение през 2020-2021 година при различни варианти
Table 4. Yields of an apple orchard in 2020-2021 in different variants

Вариант/ Variant	Добив/ Yield kg da ⁻¹	Спрямо неполивен вариант/ Relatively non-irrigation variant			GD
		Разлика/ Difference	% Относителен добив/ Relative yield	Доказаност/ Provenance	
2020 година / 2020 year					
Без напояване/ Without irrigation	266	St	100	St	P _{5%} =130
100%ППВ, без мулч/ 100 % of FC, without mulch	400	+ 134	150	+++.	P _{1%} =235
100% ППВ, с мулч/ 100 % of FC, with mulch	517	+ 251	194	+++.	P _{0.1%} =285
2021 година/ 2021 year					
Без напояване/ Without irrigation	483	St	100	St	P _{5%} =212
100%ППВ, без мулч/ 100 % of FC, without mulch	858	+ 375	177	+++.	P _{1%} =330
100% ППВ, с мулч/ 100 % of FC, with mulch	1 383	+ 900	286	+++	P _{0.1%} =562

ЛИТЕРАТУРА

- Apostolova, M., Nikolova, M., Bistrichanon, S., Valeva, N., Jordanov, A., Kostadinova, S., Manolov, I., Mitova, I., Popov, K., & Shaban, N.** (2014). Good practices for sustainable crop nutrition management, p. 60.
- Gaidarova, S., & Daskalova, A.** (2012). Agro-meliorations, pp. 252-256.
- Doychev, D., & Gospodinova, M.** (1986). Studies on the irrigation regime of the apple under drip irrigation. V.P. TPVS, 3/1986, 21-24.
- Doychev, D., Domozetov, D., Iliev, S., & Vasileva, D.** (1991). Results of the establishing a technology for growing intensive apple orchards under drip irrigation. *Plant Sciences*, 4, pp. 80-85.
- Dochev, D., Doychev, K., & Ivanov, A.** (1982). Parameters of the irrigation regime for the main fruit crops. In support of technical progress in water management, 1/1982, pp. 4-12.
- Gandev, S., & Dzhuvinov, V.** (2014). Training and pruning of apple and modern trends of development—an overview. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1), pp. 1264-1267.
- Petrova, V., Vilcek, J., & Dimitrov, P.** (2010). Model and preparation of a program product for efficient use of irrigation water according to its quality. *Agricultural technology*, 3/2010, pp. 96-101. ISSN 0037-1718.
- Petrova, V., & Kireva, R.** (2016). Optimizing the depth of irrigation wings in water-saving technologies of intensive crops and vegetables. *Journal of mountain agriculture on the Balkans*, vol. 19, 5, 2016, pp. 170-184, ISSN 1311-0489 (Print), ISSN 2367-8364 (Online).
- Kireva, R., Petrova, V., & Markov, Ev.** (2017). Drip Irrigation of Apples at Moderate Continental Climate. *International Research Journal of Engineering and Technology*, Volume 4, Issue 09, September 2017, pp. 642-645, ISSN, ISSN (Online) 2395-0072, Impact Factor value: 5,181, ISO 9001: 2008, *Certified Journal*.
- Vincent-Caboud, L., Casagrande, M., David, C., Ryan, M. R., Silva, E. M., & Peigne, J.** (2019). Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review. *Agronomy for sustainable development*, 39, 1-15.
- Walsh, B. D.** (1994). Mulch management systems in organic dwarf apple orchards and their effects on soil physical properties, soil nutrient availability and tree nutrition. Department of Natural Resource Sciences, McGill University, Montreal.
- Wang, X., Fan, J., Xing, Y., Xu, G., & Li, Z.** (2019). The effects of Mulch and Nitrogen Fertilizer on the Soil Environment of Crop Plants. Elsevier, vol. 153, pp.121-173.
- Zivkov, Zh.** (2013). Irrigation of agricultural crops. Ed. Intel Eltrans, S., p. 211
- Zhang, J.** (2008). Application of reflective mulch in pistachio production. *Acta Horticulturae*, v. 1, 912-919.
- Zheng, Ch, Wang R., Zhou, X., Li, Ch., & Xiaoyu, D.** (2021). Effects of mulch and irrigation regimes on water distribution and root competition in an apple-soybean intercropping system in the Loess Plateau, Elsevier, v. 246.

Received: August 03 2023; Approved: October 11 2023; Published: February 2024