

## **Евапотранспирация и биофизични коефициенти на ягоди, отглеждани при повърхностно капково напояване**

**Румяна Кирева**

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Н. Пушкарров" София*  
**Email: r.kireva@abv.bg**

### **Резюме**

Установена е евапотранспирацията на ягода, ремонтантен сорт "Полка" при три годишни (2011-2013 г.) полски експерименти с капково напояване върху излужена канелена горска почва в района на с. Челопечене, Софийска област. Изпитани са различни поливни режими – от пълно задоволяване на ежедневните потребности на културата от вода до напояване с редуцирани с 20% и 40% поливни норми.

Средно за периода на изследванията размера на общата евапотранспирацията за вегетационния период на ягодата е 213 mm, като основната ѝ част се формира от напоителната норма – 67% , а останалата от валежите – 33%

За нуждите на практиката и проектирането е изчислен и деседневните стойности на биофизичния коефициент  $Z$ , който е зависими от биологичните особености на културата и метеорологичните фактори

**Ключови думи:** Евапотранспирация, биофизични коефициенти, ягода, напоителна норма, капково напояване

## **Evapotranspiration and biophysical coefficients of strawberries grown under surface drip irrigation**

**Rumyana Kireva**

*Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "N. Poushkarov", Sofia*  
**Email: r.kireva@abv.bg**

### **Abstract**

Kireva, R. (2018). Evapotranspiration and biophysical coefficients of strawberry grown under surface drip irrigation, *Bulgarian Journal of Soil Science, Arochemistry and Ecology*, **52**(1), 22-28

To establish the totals and average daily evapotranspiration of strawberries under the soil and climate conditions in the village of Chelopechene, near Sofia city, in the period 2011-2013 research was conducted with drip irrigation of plantations with variety "Polka" adopting varying irrigation schedules – from fully meeting the daily crop water requirements to reduced depths with 20% and 40%.

On average, during the research period the magnitude of the total evapotranspiration for the veg-

etation period of the strawberry is 213 mm, the main part being formed by the applied irrigation – 67% and the rest of the rainfall – 33%

For the needs of the practice and the design are calculated also the 10-days values of the biophysical coefficient  $Z$  and, which depend on the biological characteristics of the culture and the meteorological factors.

**Key words:** Evapotranspiration, biophysical coefficient, strawberry, irrigation depth, drip irrigation.

Установяването на евапотранспирацията на земеделските култури е един от основните въпроси в мелиорациите и от съществено значение за проектиране и експлоатация на напоителните системи.

Евапотранспирацията (ЕТ) на всяка земеделска култура (включително и тази при ягодите) е основен разходен елемент във водния баланс на активния почвен слой и е един от основните фактори, определящи параметрите на поливния режим. Интензивността на ЕТ влияе пряко върху продължителността на междуполивния период, а оттам и върху броя на поливките и големината на напоителната норма.

За условията на нашата страна общата евапотранспирация (ЕТ) на ягоди през вегетационния период е 750-810 mm за районите с по-малка надморска височина, докато за предпланинските райони тя е с 10 –15% по-малка, като изискванията на растенията през вегетационния период към водата са различни. Най-взискателни са те при наедряване и зреене на плодовете (Ivanov, 1998).

За изчисляване на евапотранспирацията на културите, както и за целите на проектирането и експлоатацията на напоителните системи е възприета формулата на (Delibalyov, Hristov et al, 1969), основаваща се на сумата на средноденонощната температура на въздуха. Резултатите от направените изследвания при условията на нашата страна за други култури, доказват, че е основателно и правилно изчислението на евапотранспирацията по тази формула (Zahariev, 1985), (Kalsheva, 1991).

Капковото напояване е технологията, която се използва все по-широко за напояване на ягодоплодни култури поради възможностите за

ефективен контрол върху процесите в поливната система, напояването насаждение и даже в отделното растение (Bucks et al., 1982).

Този метод отговаря напълно на изискванията за устойчиво земеделие и екологично производство на плодове в т.ч. обезпечава високи добиви и качество на продукцията, намалява нежеланите странични ефекти (Branson et al., 1981).

**Целта на разработката** е да се определи размера на евапотранспирацията и определят стойностите на биофизичния коефициент  $Z$  на ягоди, отглеждани при повърхностно капково напояване върху канелена горска почва (излужена) в Софийско поле.

### Методика на изследванията

За установяване на евапотранспирацията на ягоди сорт “Полка” през периода 2011-2013 г. е изведен полски експеримент на опитно поле на ИПАЗР “Н. Пушкиров” кв.Челопечене, София

Изпитани са следните варианти на напояване:

Предполивна влажност – 85% от ППВ

1. 100% реализиране на поливната норма
2. 80% реализиране на поливната норма
3. 60% реализиране на поливната норма

Размерът на поливаната норма е изчисляван по формулата на (Fresman and Carzoli, 1980). За проследяване динамиката на почвената влага са вземани почвени проби при вариант (100% поливна норма) на дълбочина 0-50 cm през 10 cm, които са обработвани по теглово-термостатния метод. Въз основа на данните за динамиката на почвената влага през вегетационния период, извършените поливки и

падналите валежи по метода на водния баланс е изчислена евапотранспирацията (ЕТ) на ягодите по десетдневки и общо за вегетационния период. На тази база са изчислени стойностите на биофизичния коефициент  $Z$ , който представлява съотношението между евапотранспирацията на културата и метеорологичния фактор – температура. Изчисляването на биофизичния коефициент  $Z$  по формулата на (Delibalyov, Hristov et al, 1969) е необходимо за определяне на евапотранспирацията по изчислителен път. Граничните стойности на отделните елементи на поливния режим на ягодите са установени по експериментален път.

Почвата е канелена горска (излужена), леко пясъчливо глинеста в орния слой, формирана върху основата на стар делувиален конус от наносни материали. Тя е слабо запасена с азот (минерален N 17,3 mg/kg), средно с фосфор (PO – 14,4 mg/100g) и добре с калий ( $K_2O$  – 45,4 mg/100g). Средно за слоя 0 – 60 cm почвата има следните водно-физични свойства: ППВ = 22,1%, влажност на завяхване – 12,3% спрямо теглото на абсолютно сухата почва, обемно тегло при ППВ – 1,47 g/cm<sup>3</sup>. За почвения слой 0 – 100 cm същите показатели имат стойности: ППВ – 21,8%, влажност на завяхване – 12,3% и обемно тегло – 1,50 cm<sup>3</sup>.

Опитът се изведе по блоков метод в четири повторения, а напояването се извърши чрез капкуване, като се използва капковата инсталация „Дрозбах”. Перфорираният през 30 cm шлаух се постави повърхностно във всеки ред.

Растенията са засадени в двуредова лента при разстояние между лентите 90 cm, между редовете 35 cm и вътре в реда 20 cm, широчина на пътеките 70 cm.

Въз основа на данните за динамиката на почвената влага през вегетационния период и извършените поливки за вариант 1 послойно през 10 cm и общо за почвения слой 0-50 cm дълбочина, при който слой се намира повече от 85% от основната коренова система на ягодите, по метода на водния баланс се установи евапотранспирацията на ягодите за вегетационния период.

Водобалансовите изчисления се извършиха по формулата:

$$ET = W_{\text{нач}} - W_{\text{кр}} + m \quad (1),$$

където,

ЕТ – евапотранспирация в mm;

$W_{\text{нач}}$  – воден запас в слоя 0-50 cm в началото на периода, за който се изчислява ЕТ, в mm;

$W_{\text{кр}}$  – воден запас в слоя 0-50 cm в края на периода в mm;

$m$  – поливна норма в mm.

От данните за евапотранспирацията се изчислиха десетдневните стойности на биофизичния коефициент (Delibalyov, Hristov et al, 1969)

$$ET = Z \cdot \sum t$$

където,

ЕТ – евапотранспирация в mm;

$Z$  – биофизичен коефициент;

$\sum t$  – десетдневни суми на средноденонощните температури на въздуха в °C.

### **Инсталация за капково напояване на ягоди на открито**

Инсталацията за капково напояване се състои от команден възел и 3 броя поливни батерии. Командният възел включва главен кран за пускане и измерване на водата, филтър и инжектор за подаване на торове в инсталацията едновременно с поливната вода и необходимите свързващи елементи.

Всяка поливна батерия може да работи самостоятелно. Състои се от разпределителен тръбопровод от РЕ тръби с диаметър  $\phi$  40 с дължина 12 m и 7 броя поливни крила с дължина 18 m. Отделянето на поливните крила от разпределителния тръбопровод се извършва с водовземно отклонение с монтирано пластмасово спирателно кранче за самостоятелно включване и изключване функционирането на крилата. Необходимата навлажнена площ около растенията е в зависимост от развитието на кореновата им система. Обикновено се приема, че зоната, в която се разпростират корените, е равна на площта, покрита от короната на растенията и

тя следва да се навлажни.

## Резултати и обсъждания

### *Метеорологична характеристика*

При отглеждането на ягоди, един от най-важните метеорологични фактори от който до голяма степен зависи величината на добива е количеството на падналите валежи.

Обезпечеността на сумата на валежите за периода април-септември в петдесет годишна поредица характеризират вегетационния период на културата през годините на изследванията като много сух с обезпеченост на валежи от 80% (2013 г.) до 86% (2012 г.), като най-малко валежи са паднали през 2011 г. (244 mm) и 2012 г. (245 mm), а през 2013г. (260 mm) (табл. 1). Падналите валежи през вегетацията на културата са неравномерно разпределени, което е довело до реализиране на поливки и през трите опитни години. Температурната сума за периода април-септември характеризират 2012 г. (3510,0°C) и 2013 г. (3300,7°C) като много топли, а 2011 г. (3137,0°C) като топла с обезпеченост от 5,36% до 1,36%

Необходимостта от напояване за поддържане на оптимална почвена влажност в слоя 0-50 cm се обуславя основно от количеството и разпределението на валежите през вегетацията на културата. Поливките са реализирани при спадане на почвената влажност в слоя 0-50 cm под 85% от ППВ. Средно за периода на изследванията през вегетационния период на ягодата са подадени 8 броя поливки със средна поливна норма 17,2 mm и напоителна норма 137,6 mm, като поливните норми са реализирани за периода от началото на май до края на юни.

Междуполивните периоди през вегетацията на ягодите са с различна продължителност и са в зависимост от количеството и разпределението на валежите, както и от фазите на развитието на културата. Установено е, че изискванията на ягодите към влагата в почвата са по-големи в периодите на цъфтеж, зреене и беритба на плодовете, където са реализирани и най-голям брой поливки, поради което влагата в почвата

през този период е необходимо да се поддържа 80 – 85% от ППВ (табл. 2).

Евапотранспирацията на културата варира по години и е в зависимост от метеорологичните условия. Най-високи стойности тя достига през 2012 г. – 246 mm, а през останалите две години стойностите са близки 192 mm за 2011 и 202 mm за 2013, което се дължи на близките метеорологични условия на годините (табл. 3). Средно за периода на изследванията размера на общата ЕТ за вегетационния период на ягодите е 213 mm, като основната част се формира от напоителната норма – 67%, а останалата част от валежите – 33% (табл. 3). Процентното участие на формиращите елементи на ЕТ през отделните години е различно и е в зависимост от падналите валежи. Участието на валежите през годините на изследванията е различно и варира от 20% до 50%.

Особено голямо значение за практиката имат средноденонощните стойности на евапотранспирацията.

Средно за опитните години те варират от 1,6 до 4,8 mm, като в началната фаза от развитието на културата стойности са по-ниски, което се дължи на по-малкия размер на растенията, които изразходват незначителни количества вода и по-ниската изпаряваща способност на атмосферата. При оптимизиране на почвената влага се увеличава водопотреблението на ягодата, като степента на нарастване зависи от климатичната обстановка през опитната година и броят на реализираните поливки.

С навлизането на ягодата във фаза интензивен растеж, което започва от м. май се наблюдава по-интензивно нарастване на ЕТ, като към втората и третата десетдневка на месец май достигат до 3,5 – 4,5 mm средно за периода на изследване. Максималните стойности на средноденонощните стойности на евапотранспирацията са свързани с периода на зреене и беритба на плодовете, което съвпада с период на висока изпаряваща способност на атмосферата. Този период обхваща м. юни. Максимумът на ЕТ е през първата десетдневка на юни и през отделните години той варира от 4,8 до 5,5 mm (табл. 3).

Ходът на измененията на средноденоношните стойности на евапотранспирация през вегетационния период следва развитието на културата и промените на метеорологичните фактори (табл. 3).

За да се отговори на потребностите на мелиоративната практика в редица страни са разработени методи и формули за определяне на евапотранспирацията по изчислителен път.

За изчисляване на евапотранспирацията по тези формули е необходимо експериментално определяне на биофизичните коефициенти. Те отразяват спецификата в изразходване на водата в зависимост от биологичните изисквания на културата, фазата на развитие, проявленията на метеорологичните фактори.

Изчислените деседневни стойности на биофизичния коефициент  $Z$  на базата на експериментално определение на евапотранспирацията

и деседневните суми на средноденоношната температура на въздуха, изчислен по формулата са представени в таблица 4. Измененията на стойностите на този коефициент следват измененията на евапотранспирацията през вегетационния период на културата (табл. 4). Определените стойности на биофизичния коефициент  $Z$  представляват обективна основа за определяне на проектния поливен режим и прогнозиране времето за напояване на културата.

Средно за експерименталния период, стойностите на биофизичния коефициент  $Z$  на културата варира от 0,14 до 0,29, като стойностите им са най-ниски в началото на вегетацията и най-високи по време на формиране и зреене на плодовете. Тези резултати дават реална възможност за разработване на проектния и експлоатационния поливен режим на ягодата в условията на воден дефицит.

**Таблица 1.** Валежи през вегетационния период на ягоди (2011-2013 г.)  
**Table 1.** Rainfall during strawberry vegetation period (2011-2013)

Периоди / Periods	Години / Years		
	2011	2012	2013
април-септември/April-September	244	245	260
април-септември/ April-September средно-многогодишен (петдесет годишна поредица)/ Long term average (50 years)	365	365	365
май-юни/May-June	73	114	188
май-юни/ May-June средно-многогодишен (петдесет годишна поредица)/ Long term average (50 years)	156	156	156

**Таблица 2.** Брой поливни норми през вегетационния период на ягоди при 100% поливна норма средно за периода на изследване

**Table 2.** Averag number of irrigation during vegetation season of strawberry with application of the 100% required water depth

Фази на развитие / Development stages	Брой на поливките / Number irrigations	Период за напояване / Irrigation periods
1. Начало на растеж / Initial stage	0	1-та десетдневка на април / 1- st 10 day of April
2. Начало на цъфтеж Beginning of flowering /	0-1	3-та десетдневка на април / 3-rd 10 days of April
3.Пълен цъфтеж / Full flowering	2	май / May
4. Зреене и беритба на плодовете Ripening and harvesting of fruits	4-5	юни / June

**Таблица 3.** Евапотранспирация на ягоди през вегетационния период

**Table 3.** Evapotranspiration of strawberry during vegetation period

Месеци / Months	Десетдневки / 10 days	ЕТ средноденонощна / Evapotranspiration, mm/day			Средно за периода / Average for the period
		2011	2012	2013	
		Средноденонощна mm/day	Средноденонощна mm/day	Средноденонощна mm/day	Средноденонощна mm/day
април / April	2	1,5	1,82	-	1,6
	3	1,7	2,1	-	1,9
май / May	1	2,3	2,8	3,1	2,7
	2	2,8	3,5	4,2	3,5
	3	3,4	4,2	5,5	4,5
юни / June	1	4,1	4,8	5,5	4,8
	2	4,6	5,1	4,2	4,6
Средно / Average		2,9	3,5	4,6	3,7
Сума за вегетационния период, Sum for vegetation period		192	264	202,0	213

**Таблица 4.** Стойности на биофизичен коефициен Z на ягоди през периода на вегетация  
**Table 4.** Biophysical coefficient Z values during the growing season

Месеци / Months	Десетдневки / 10 days	Биофизичен коефициен Z / Biophysical coefficient Z			
		2011	2012	2013	Средно за периода / Av- erage
		Z	Z	Z	Z
април / April	2	0,19	0,10	-	0,14
	3	0,17	0,14	-	0,16
май / May	1	0,21	0,16	0,18	0,18
	2	0,20	0,26	0,22	0,23
	3	0,20	0,30	0,38	0,29
юни / June	1	0,20	0,22	0,33	0,25
	2	0,26	0,22	0,20	0,23
Средно / Average		0,21	0,20	0,26	0,21

## Заклучение

1. Средно за периода на изследванията размера на общата евапотранспирация за вегетационния период на ягодите е 213 mm, като основната ѝ част се формира от напоителната норма – 67%, а останалата от валежите – 33%
2. Установените средноденонощни стойности на евапотранспирацията варират от 1,6 до 5,5 mm и достигат максимални стойности през първата десетдневка на месец юни (период на зреене и беритба на плодовете).
3. Ходът на измененията на средноденонощните стойности на евапотранспирация през вегетационния период следва развитието на културата и промените на метеорологичните фактори.
4. Определените стойности на биофизичния коефициент Z представляват обективна основа за определяне на проектния поливен режим и прогнозиране времето за напояване на културата.
5. Средно за експерименталният период, стойностите на биофизичния коефициент Z на културата варира от 0,14 до 0,29, който е зависим от биологичните особености на

културата и метеорологичните фактори.

## Литература

- Delibalyov, Y., Hristov, H. & Tsonev, I.** (1969). Comparative assessment of certain methods for determination of water consumption of agricultural crops. *International Agricultural Journal*, **12**(4), 96-103 (Bg)
- Zahariev, T.** (1985). On Methods and Formulas for Determining the Evapotranspiration of Agricultural Cultures, in Support of Technical Progress in Water Management, **2**, p. 3-10, (Bg).
- Ivanov, Al.** (1998). Studies on irrigation of strawberry, raspberry and blackcurrant by dropping, Habilitation work, Kostinbrod, p. 51, (Bg).
- Kalsheva, Sp.** (1991). Participates in the groundwater in the eutonpression of agricultural crops., Dissertation, p. 134, (Bg).
- Branson, R. L., Schulbach, H., Rauschkolb, R. S. & Ribble, J. M.** (1981). Application of chemicals through drip systems. *Drip irrigation management. Fereres, E., ed. Div. of Agric. Sci., Univ. of California. Leaflet*, (21259), 14-19.
- Bucks, D.A., Nakayman, F.S & Warrick, A.W.** (1982). Principls,practices, and potentialities of trickale (drip) irrigation. In: Hillel,D., *Advances in Irrigation 1*: 219-298
- Frecman, B. & Carzoli, E.** (1980). Localized Irrigation FAO, Irrigation and Drainage Paper, № 36