

Евапотранспирация на царевица за силаж като основна култура при неполивни условия и оптимално напояване

Румен Базитов

Земеделски институт – Стара Загора 6000, България

E-mail: rumen7588@abv.bg

Резюме

Целта на изследването е да се определи евапотранспирацията на царевица за силаж, отглеждана върху ливадно-канелена почва в района на Южна България. Експериментът е проведен в опитното поле на Аграрен институт – Стара Загора. Вариантите на експеримента са както следва: 1) без напояване; 2) напояване с 80% от ППВ за слоя 0-100 cm. Евапотранспирацията (ЕТ) на царевица за силаж при неполивни условия, в зависимост от условията на годината, варира от 363,4 mm до 370,6 mm. При напояване, най-голям дял във формирането на водопотреблението заема поливната норма - средно 60,40%. При поливни условия относителното участие на първоначалния воден запас в образуването на ЕТ значително намалява.

Ключови думи: царевица; силаж; напояване; евапотранспирация; воден баланс

Evapotranspiration in maize for silage grown under non – irrigated conditions and under optimal irrigation

Rumen Bazitov

Agricultural institute- Stara Zagora, 6000, Bulgaria

E-mail: rumen7588@abv.bg

Citation

Bazitov, R. (2021). Evapotranspiration in maize for silage grown under non – irrigated conditions and under optimal irrigation. *Rastenievadni nauki*, 58(2) 28-34 (Bg).

Abstract

The aim of the study is to determine the evapotranspiration of maize for silage, grown on meadow-cinnamon soil in the region of South Bulgaria. The experiment was conducted in experimental field of Agricultural institute – Stara Zagora. The variants of the experiment are as follow: 1) no irrigation; 2) irrigation by 80% of FC (field capacity) for the layer 0-100 cm. Evapotranspiration of maize for silage under non-irrigated conditions, depending on the weather conditions of the year, ranges from 363,4 mm to 370,6 mm. In the conditions of irrigation the largest share in the formation of the water consumption is occupied by the irrigation norm - on average 60.40%. Under irrigated conditions, the relative participation of the initial water reserve in the formation of ET significantly decreases.

Key words: maize; silage; irrigation; evapotranspiration; water balance

Един от основните фактори, определящи параметрите на поливния режим и основен разходен елемент във водния баланс на активния почвен слой е евапотранспирацията (ЕТ) на всяка селскостопанска култура. Нейната интензивност влияе пряко върху продължителност-

та на междуполивния период, а оттам и върху броя на поливките, и големината на напоителната норма (Zhivkov et al., 2002). Определянето на евапотранспирацията е от важно значение за изготвянето на проектен поливен режим на полските култури, в т.ч. и на царевицата, (Bazitov,

2018; Matev & Petrova, 2011; 2012). През годините изследванията на много наши и чужди автори показват, че при поддържане на оптимална влажност и наличие на достатъчно количество маса, ET зависи главно от два фактора – метеорологичните условия и продължителността на вегетацията. (Varlev & Popova, 2003; Davidov et al., 1998; Zhivkov & Gaidarska, 1985; Irmak et al., 2016; Djaman et al., 2018). Намалването на ET при вариантите с воден дефицит е непропорционално на намалването на размера на поливната норма (Stoyanova et al., 2008). Намирането на връзката между евапотранспирацията и факторите, които я обуславят, ще създаде възможност за прогнозиране на времето за напояване и определяне размера на поливната норма (Zhivkov, 1994; Petrov et al., 2006). Установяването на евапотранспирацията и останалите елементи на поливния режим на царевичата за силаж, отглеждана при нарушен воден режим е реална и необходима предпоставка за установяване на икономически оптимален поливен режим в случай на ограничени водни ресурси (Bazitov et al., 2013; 2014). С настоящото изследване си поставихме за цел да установим евапотранспирацията на царевичата за силаж като основна култура, отглеждана върху ливадно-канелена почва за района на Южна България при условията на напояване и без напояване.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2014 – 2016 г. в опитното поле на Земеделски институт - Стара Загора върху почвен тип ливадно-канелена почва е проведен полски опит с царевича за силаж, средно ранен хибрид Анталия. Почвеният тип се характеризира със следните водно-физични свойства: ППВ - 26,57%, коефициент на завяхване (КЗ) - 18,19%, порьозност - 47% и обемна плътност - 1,45 kg/m³. Опитът беше заложен по блоковия метод в четири повторения, с големина на реколтните парцели от 25 m². Царевичата е прибирана във фаза изметляване – млечна зрялост. Напояването е извършено гравитачно със сезонни гъвкави полиетиленови тръбопроводи. Проучени са два варианта: 1 - без напояване (контрола); 2 - оптимално напояване, 75-80% от ППВ (100% поливна норма). Евапотранспи-

рацията (ET) за периода на вегетацията е установена чрез водобалансови изчисления при оптимално напояване Вариант 2 за слоя 0-100 cm по формулата: $ET = W_{нач} - W_{кр} + N + m$, където: ET – евапотранспирация в mm, $W_{нач}$ – воден баланс в началото на изследвания период в mm, $W_{кр}$ – воден баланс в края на изследвания период в mm, N – количество валежи, паднали в изследвания период в mm, m – поливна норма в mm. През периода на вегетация на царевичата за силаж са реализирани по три броя поливки при вариант 2 с цел поддържане на 80 % предполивна влажност (ППВ). Продуктивността на евапотранспирацията може да бъде изразена по два реципрочни начина, а именно: добив (kg/ha) за 1mm изразходена вода (1); или изразходена вода (mm) за получаване на добив от 1 kg/ha (2). Математическата обработка на данните е извършена със софтуерния продукт ANOVA– 1.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При царевичата за силаж като основна култура, формирането на евапотранспирацията основно зависи както от конкретните метеорологични условия на опитните години, така и от приложения поливен режим. Стойностите на сумарната ET от слоя 0 – 100 cm при неполивни и поливни условия са представени по години и средно за периода в Таблица 1. Средно за трите години на изследването, напояването увеличава водоразхода на царевичата с 26,4 % – 28,2 %, като най-голямо е увеличението на ET през 2015 г., когато има и най-голямо напрежение на метеорологичните фактори: температура и дефицит на влажността на въздуха. Като абсолютни стойности обаче, стойностите на сумарната ET са в синхрон с конкретните метеорологични условия. При отглеждане на открити площи ET се формира основно от вегетационните валежи, началния воден запас (натрупан в извън вегетационния период) и напоителната норма (ако културата се отглежда при поливни условия). Данните, касаещи формирането на водоразхода на царевичата в слоя 0 – 100 cm средно за трите години на опита са представени на Фигурите 1, 2, 3 и 4, а по години – в Таблица 2. На първите две фигури е представено формирането на ET в абсолютни стойности, съответно при неполив-

Таблица 1. Сумарна евапотранспирация (ЕТ) по години и средно за периода 2014–2016 г.**Table 1.** Total evapotranspiration by years and average for the period 2014–2016

Години/ Years	Варанти/Variants	Евапотранспирация/ Evapotranspiration, mm	Към ненапоявания/ To no-irrigated		Към напоявания/ To irrigated	
			±(mm)	%	± (mm)	%
2014	Ненапояван/ Without irrigation	355.3	0.0	100	-94.3	79.1
	Напояван/ Irrigated	449.3	94.3	126.4	0.0	100
2015	Ненапояван/ Without irrigation	370.6	0.0	100	-104.7	77.9
	Напояван/ Irrigated	475.3	104.7	128.2	0.0	100
2016	Ненапояван/ Without irrigation	364.3	0.0	100	-99.9	76.6
	Напояван/ Irrigated	464.2	99.9	127.4	0.0	100
Средно/ Average	Ненапояван/ Without irrigation	366.0	0.0	100	-99.6	77.8
	Напояван/ Irrigated	462.9	99.6	127.3	0.0	100

Таблица 2. Участие на водния запас, валежите и напоителната норма във формирането на ЕТ при царевицата в слоя 0 - 100 cm**Table 2.** Involvement of the water supply, precipitations and irrigation depth in the formation of ET to the maize in the layer 0 - 100 cm

Показател / Component	Без напояване / No-irrigated		Напояван / Irrigated		Без напояване / No-irrigated		Напояван / Irrigated	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
	2014				2015			
ΣЕТ	355.3	100	449.3	100	370.6	100	475.3	100
W	115.9	32.6	49.8	11.1	122.5	33.1	71.2	14.9
N	239.4	67.4	119.5	26.6	248.1	66.9	124.1	26.1
M	-	-	280	62.3	-	-	280	58.9
	2016				Средно 2014 – 2016 г			
ΣЕТ	364.3	100	464.2	100	363.3	100	462.9	100
W	120.3	33.0	62.2	13.3	119.5	32.8	61.1	13.1
N	244.0	67.0	122.0	26.4	243.8	67.1	121.8	26.3
M	-	-	280	60.3	-	-	280	60.4

ΣЕТ – сумарна евапотранспирация (total evapotranspiration)

W – начален воден запас (initial water supply)

N – вегетационни валежи (precipitations during vegetation period)

M – напоителна норма (irrigation depth)

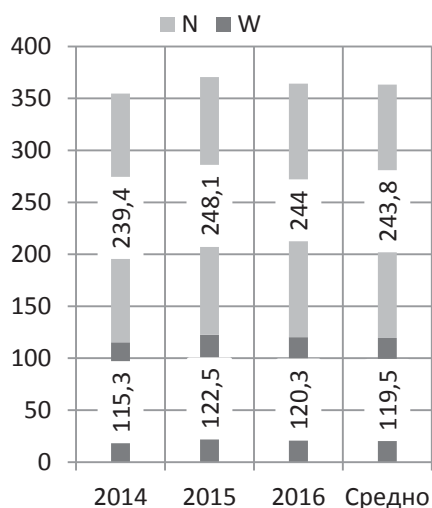
ни и поливни условия, а на вторите две – формирането ѝ в относителни стойности (%). При ненапояваната царевица основната част от ЕТ ѝ се формира от останалото водно количество в активния почвен слой, или т.н. начален воден

запас и количеството използвани валежи през вегетационния период (фиг.1). При напояваната царевица за силаж напоителната норма увеличава абсолютните стойности на сумарната ЕТ, като една част от нея участва във формирането

й за сметка на използваемите валежи и наличния запас от влага в почвата, (фиг.2). При неполивни условия вегетационните валежи осигуряват средно 67,10% от ЕТ за слоя 0 – 100 cm, като останалите 32,80 % са за сметка на запасите от влага в почвата, или т.н. начален воден баланс (фиг.3). При варианта с напояване, съществен

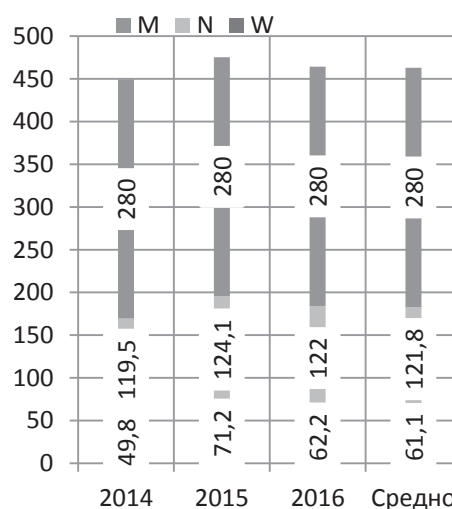
дъл във формирането на водоразхода заема напойтелната норма – средно 60,40% (фиг.4).

За правилното прогнозиране на времето за напояване, е необходимо да бъде проучен средноденонощният ход на ЕТ. На фигурите 5, 6 и 7 са представени данните по години, съответно при неполивни и поливни условия. При ненапоява-



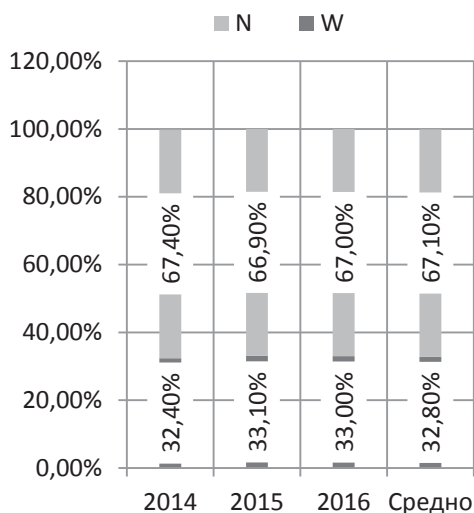
Фигура 1. Формиране на ЕТ в слоя 0-100 cm при неполивни условия

Figure 1. Formation of ET in layer 0 – 100 cm without irrigation



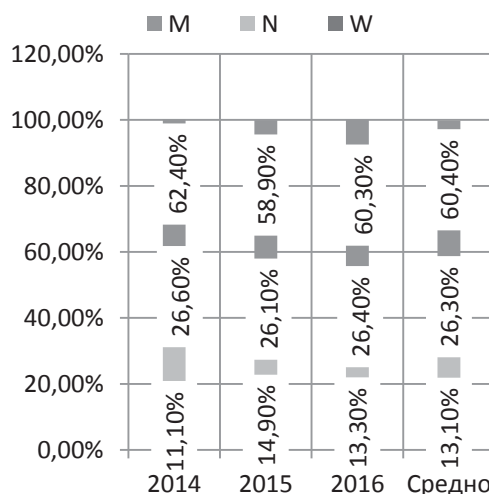
Фигура 2. Формиране на ЕТ в слоя 0 – 100 cm при оптимално напояване

Figure 2. Formation of ET in layer 0 – 100 cm under optimal irrigation conditions



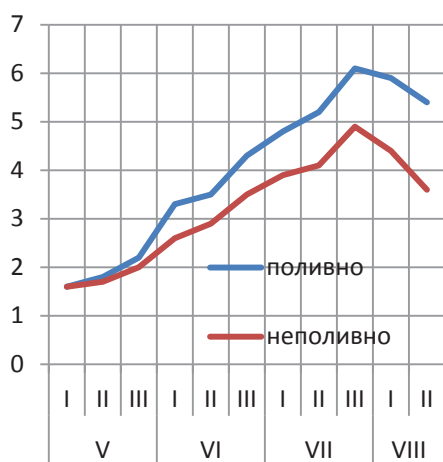
Фигура 3. Относително формиране на ЕТ в слоя 0-100cm при неполивни условия

Figure 3. Relative formation of ET in layer 0 – 100 cm without irrigation



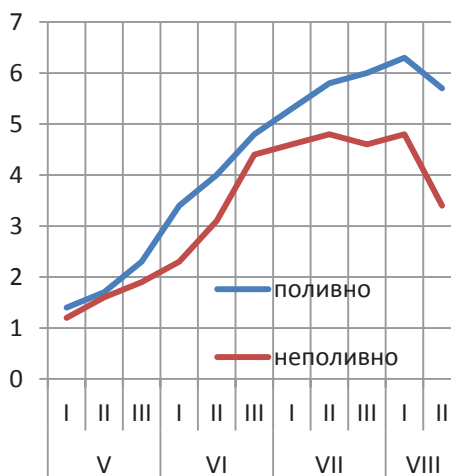
Фигура 4. Относително формиране на ЕТ в слоя 0 – 100 cm при оптимално напояване.

Figure 4. Relative formation of ET in layer 0 -100 cm optimal irrigation conditions



Фигура 5. Средноденонощен ход на евапотранспирацията, mm за 2014 г.

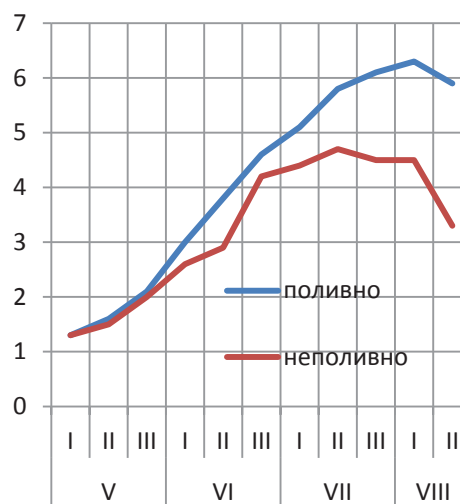
Figure 5. Daily evapotranspiration, mm during 2014



Фигура 6. Средноденонощен ход на евапотранспирацията, mm за 2015 г.

Figure 6. Daily evapotranspiration, mm during 2015

ния вариант и през трите опитни години, независимо от метеорологичните различия, ходът на ЕТ зависи от водозапасаеността на почвата и използваните валежи през вегетацията на царевичата. Евапотранспирацията в началните етапи от развитието на културата е ниска, но влагообезпечаването е било достатъчно за нормалното ѝ протичане. Независимо от количеството на валежите, при вариантите с естествено овлажняване средноденонощните стойности на ЕТ не надвишават 4,9 mm (третата десетдневка на август – 2014 г.). До началото на поливния период ЕТ при двата варианта е почти еднаква, след което при напоявания вариант стойностите рязко се увеличават, благодарение на създадените от напояването благоприятни условия. Максимумът при напояваната царевича се отчита през трета десетдневка на месец август на 2015 г. – 6,4 mm., след което постепенно започва да намалява и към края на вегетацията достига стойности, близки до тези в началото на вегетационния период. Подобни резултати са получени от Matev et al. (2012) за района на Пловдив, което се обяснява с близките климатични условия, в т.ч. на количеството валежи, паднали през периода на вегетация на културата. Несъответствието в резултатите от нашето изследване и получените в САЩ за района на Ню Мексико, най-вероятно се дължат на различията в почвено-климатичните условия и изискванията на отделния хибрид (Djaman et al., 2018).



Фигура 7. Средноденонощен ход на евапотранспирацията, mm за 2016 г.

Figure 7. Daily evapotranspiration, mm during 2016

Данните за продуктивността на евапотранспирацията при царевичата за трите опитни години и средно за периода, изразени по двата описани реципрочни начина, а именно: добив (kg/ha) за 1mm изразходена вода (1); или изразходена вода (mm) за получаване на добив от 1 kg/ha (2) са представени в Таблица 3. Царевичата за сѐлаж изразходва наличната вода в почвата сравнително рационално както при оптимално напояване,

Таблица 3. Продуктивност на евапотранспирацията при царевица за силаж**Table 3.** Evapotranspiration productivity of maize for silage

Варианти / Variants	ET / mm	Добив суха биомаса kg/ha / Yield dry biomass (kg/ha)	Продуктивност на ET / ET productivity		ET / mm	Добив суха биомаса kg/ ha / Yield dry biomass (kg/ha)	Продуктивност на ET / ET productivity	
			1	2			1	2
			2014				2015	
1. Ненаполян/ No irrigated	355,3	14280	0.024	40.2	370.6	12100	0.0306	32.6
2. Наполян / Irrigated	449.3	17000	0.026	37,8	475,3	15200	0.0312	31.9
			2016			Средно за 2014 – 2016 / Average for 2014 - 2016		
1. Ненаполян/ No irrigated	364.3	13780	0.026	30.78	363.4	13390	0.027	36.8
2. Наполян/ Irrigated	464.2	16020	0,028	30.45	462.9	16070	0.029	34.7

1 – добив (kg/ha) за 1mm ET /yield (kg/ha) from 1 mm of ET

2 – ET (mm) за добив от 1 kg/ha / ET (mm) for yield of 1 kg/ha

така и при условията на почвено засушаване. Средно за трите опитни години за получаването на 1 kg добив на суха биомаса при неполивни условия се изразходват 36,8 mm вода, а при поливни условия – 34,7 mm. От 1 mm изразходена вода, при неполивни условия се получава средно 0,027 kg/ha суха биомаса а при оптимално напояване – 0,029 kg/ha суха биомаса.

ИЗВОДИ

Евапотранспирацията на царевицата за силаж като основна култура при неполивни условия е в зависимост от метеорологичните условия на годината и се движи в диапазона от 363,4 до 370,6 mm.

При неполивни условия запасите от влага, натрупани по време и след прибиране на предшественика осигуряват средно 32,80% за слоя 0 – 100 cm, като останалите проценти са за сметка на изплзваемите вегетационни валежи.

В условията на напояване най-голям дял във формирането на водоразхода заема напоителната норма – средно 60,40%. При поливни условия относителното участие на началния воден запас във формирането на ET значително намалява.

При неполивни условия максимумът на средноденощните стойности на ET са в зависимост от метеорологичните условия и достига 2,9 mm. При оптимално напояване водоразходът е най-интензивен през третата десетдневка на месец август, след което постепенно започва да намалява и към края на вегетационния период достига стойности близки до тези, измерени в началото на вегетационния период.

За получаването на 1 kg добив суха биомаса от хектар при неполивни условия се изразходват средно 36,8 mm вода, а при поливни условия – 34,7 mm. От 1 mm изразходена вода, при неполивни условия се получава средно 0,027 kg/ha суха биомаса, а при оптимално напояване – 0,029 kg/ha.

ЛИТЕРАТУРА

- Bazitov, R., Bazitov, V., & Koteva, V.** (2013). Economic efficiency of different irrigation regimes for silage corn as major crop, *Plant science*, 50, pp. 16–19 (Bulgaria).
- Bazitov, R., Mikhajlova, M., Gospodinov, I., Bazitov, V., & Petkova, R.** (2014). Productive Capacity of Maize Silage Grown under Different Irrigation Regime. *Plant Science (Bulgaria)*.

- Bazitov, R.** (2018) Evapotranspiration and biophysical coefficients of the water treatment mask at waste polishing mode, *Science & Technologies*, VIII, (6), *Agrobiological science*, pp. 13–18.
- Davidov, D., Itier, B., Kalcheva, S., & Mileva, B.** (1998). Relationship between weather records and evapotranspiration for predicting irrigation weather requirements proceeding of the research institute for irrigation drainage and hydraulic engineering, XXV, pp. 169–172.
- Djaman, K., O'Neill, M., Owen, C. K., Smeal, D., KoudaheI, K., West, M., Allen S., Lombard, K., & Irmak, S.** (2018). Crop evapotranspiration, irrigation water requirement and water productivity of maize from meteorological data under semiarid climate. *Water*, 10, 405, 1- 17. doi: 10.3390/w10040405. <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/4/405>
- Irmak, S., Djaman, K., & Rudnick, D. R.** (2016). Effect of full and limited irrigation amount and frequency on subsurface drip-irrigated maize evapotranspiration, yield, and water use efficiency and yield response factors, *Irrigation Science*, 34, pp. 271–286.
- Matev, A., & Petrova, R.** (2011). Evapotranspiration of grain maize grown in the region of Plovdiv; *Journal of mountain agriculture on the Balkans*, 14(4), pp. 740–752.
- Matev, A. & Petrova, R.** (2012). Grain corn evapotranspiration depending on irrigation regime *Science & Technologies*, II, (6), *Plant studies*, pp. 50 -55.
- Matev, A., Petrova, R., & Zhivkov, Zh.** (2012). Formation and productivity of grain corn evapotranspiration in conditions of Plovdiv, *Agricultural Science (Bulgaria)*.
- Petrov, P., Hristov, I., & Davidov, D.** (2006). Yield, evapotranspiration, irrigation rate and the difference between them in maize for grain, cultivated on carbonate chernozem. *Plant Sciences* (2), pp. 159–163.
- Stoyanova, A., Gospodinov, I., & Petkova, R.** (2008). Evapotranspiration of maize for grain grown in water deficit scientific conference with international participation, Kardzhali, III, (II), pp. 261–267.
- Varlev, I., & Popova, Z.** (2003). Evapotranspiration and methods of calculation, *Collection of scientific adjectives “50 years of the University of Forestry”*, section *Agronomy*, pp.155–159.
- Zhivkov, Zh., & Gaidarska, St.** (1985). Evapotranspiration and biophysical coefficients of some crops In support of technical progress in water management (2), pp. 15–19.
- Zhivkov, Zh., Matev, A., & Chervenкова, Z.** (2002). Evapotranspiration for maize for grain medium-late hybrid, Jubilee scientific session 120 years of science in Sadovo, vol. III scientific reports, pp. 89–85.
- Zhivkov, Zh.** (1994). Evapotranspiration from maize grown as a main or intermediate group. *Proceeding on research institute for irrigation drainage and hydraulic engineering*, XXIV, pp. 415–418.