

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪРХУ ЗАВИСИМОСТТА “ДОБИВ – ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯ”

Антония Стоянова,
Земеделски институт, Стара Загора 6000

STUDY ON THE DEPENDENCE "YIELD - EVAPOTRANSPIRATION"

Antonia Stoyanova
Agricultural Institute, Stara Zagora 6000

ABSTRACT

In this study, are systematised data on the total evapotranspiration for the entire growing season and yield of grain maize for the period 1998-2006 are calculated relative values of evapotranspiration and yield for each realization, which has received a number of empirical "relative evapotranspiration - relative yield. " Data on evapotranspiration and yield were obtained based on experimental study of grain maize in terms of natural water supply and optimal irrigation in the experimental field of Agricultural Institute, Stara Zagora.

The analysis shows that there is a high degree of correlation between the variables studied. The relationship between the relative values of evapotranspiration and yield a high correlation coefficient $R = 0.820$. Linear relationship between two factors determined by the formula of the FAO has the highest correlation coefficient $R = 0.965$ and best satisfies the objectives of the study.

Keywords: maize (corn), evapotranspiration, yield, depending.

УВОД

Интересът към производството на царевица продължава да нараства. Царевицата е културно растение, от което се получават изключително много продукти. Тя е важна продоволствена, фуражна и техническа култура, а през последните години се използва и като суровина за биогорива. В някои части от света царевицата е основна храна за населението. Културата е влаголюбива и топлолюбива и може да разгърне своя биологичен потенциал при оптимални условия. Редица изследвания в света и у нас са доказали влиянието на водния дефицит върху продуктивността на царевицата (Петров, П., И. Христов, 2006; Stoyanova A. et al. 2009; Стоянова А., И. Господинов, 2010). В резултат на дългогодишни експериментални изследвания и теоретични разработки са установени зависимости между водата за напояване, евапотранспирацията на културата и добивите, през различни с обезпеченост на валежи години.

В условията на недостиг на поливна вода е особено важно изясняването на характера на зависимостите между евапотранспирацията и поливната вода. Световната организация за земеделие и прехрана (FAO) периодично ревизира методите за оценка на потребностите на земеделските култури. Множество експериментални изследвания са послужили за създаването на модели за прогнозиране на добивите, основаващи се на зависимостта “евапоранспирацията-добив” (Давидов, Д., 2004; Ampas V. and E. Baltas, 2006; Ampas V. et al. 2007; Ampas V. et al. 2009; Мотева, М. и др. 2010, Dospatliev L. 2011).

Целта на това изследване е да се установи характера на зависимостите между сумарната и относителната евапотранспирацията от царевицата за зърно, отглеждана в условията на оптимално напояване и без напояване и получения добив през различни по обезпеченост на валежи години, за оптимизиране на параметрите на напояването при проектиране на поливните системи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Получените експериментални данни са резултат на полски опити, изведени през периода 1998-2006г. в опитното поле на Земеделски институт, Стара Загора. Полските изследвания са проведени на почвения тип излужена смолница при агротехника, която е установена съгласно технологията на отглеждане на царевичата за зърно и е традиционна за регион.

Проучваният период обхваща години с различна обезпеченост на климатичните елементи. Факторът, чиято значимост за напояването на културата е най-голяма, са валежите, паднали през периода на вегетация. Годишите на полското изследване се характеризират с различна обезпеченост на валежите през вегетационния период на царевичата и през поливния сезон на културата (юли-август), както и през цялата годината (Таблица 1). От данните в таблицата се вижда как варират стойностите на естествена обезпеченост дори през по-краткия период (поливен сезон), период през който царевичата има най-голями потребности от лесно достъпна влага в почвата. Броят и времето на подаване на поливките са определени по тегловно-термостатния метод за установяване на влагата в почвата. Почвените проби са вземани от варианта с оптимално напояване, при който е поддържана предполивна влажност 80% от ППВ.

Връзката между водообезпечаването и получения добив се изразява чрез размера на сумарната евапотранспирация на културата. Евапотранспирацията е експериментално установена и изчислена на база данните за наличния запас от влага в почвата в началото на вегетационния период и запаса в края на изследвания период -Wкр. Приходни елементи във водобалансовото уравнение са: количеството на валежите, паднали през вегетационния период и поливната норма, подадена през периода на вегетация на царевичата за зърно, под формата на отделни поливки.

Таблица 1. Обезпеченост на метеорологичните фактори, по години и периоди, P %

Година	Обезпеченост на сумата на валежите (P%)		
	I-XII	IV-IX	VII-VIII
1998	62,9	77,1	96,5
1999	57,8	57,8	57,8
2000	99,1	99,1	99,1
2001	70,7	39,7	69,4
2003	82,3	84,9	68,1
2004	29,3	7,4	22,9
2005	6,1	2,2	0,9
2006	86,2	90,1	60,3
Година	Обезпеченост на температурната сума (P%)		
	I-XII	IV-IX	VII-VIII
1998	48,7	24,2	92,6
1999	11,2	9,9	55,2
2000	3,5	4,8	91,3
2001	4,8	13,8	66,8
2003	43,5	12,3	70,7
2004	73,3	74,4	87,5
2005	83,6	64,2	95,6
2006	53,9	35,8	35,8

Направена е статистическа обработка на експериментално получените и изчислените данни чрез модула Data Analysis. Изследван е характерът на линейната зависимост между

параметрите: добив, водопотребление и относителните им стойности, при оптимално напояване и без напояване.

Резултати и обсъждане

Многогодишни изследвания са доказали, че върху величината на получения добив влияе предполивната почвена влага. Разходът на влага от културата през периода на вегетация се характеризира чрез евапотранспирацията. Сумарната евапотранспирация характеризира разхода на вода от растенията през целия период на вегетация (може и само за отделни подпериоди). Относителната евапотранспирация се използва за характеризиране на водния режим на културата. Чрез използваният в разработката регресионен анализ се прави оценка на зависимостта между параметрите: добив, водообезпечаване и относителните им стойности.

Корелационният анализ (на Пийърсън) се използва за оценка на зависимостта между параметрите: добив, водообезпечаване и относителните им стойности. Резултатите показват, че между относителните стойности на евапотранспирацията и добива съществува много силна положителна корелация, с коефициент на корелация $r = 0.820$.

За целта на изследването е направен и подробен анализ на линейните зависимости между сумарното водопотребление и добивите от царевицата за зърно в условията на естествено водообезпечаване и при оптимално напояване. Регресионният анализ на зависимостта сумарна евапотранспирация – добив, в условия на естествено водообезпечаване, показва, че коефициентът на корелация между изследваните величини е $R=0.576$, а стойността на детерминационния коефициент е по-ниска, поради по-големия диапазон на вариране на експериментално установените данни за добива ($R^2 = 0.332$).

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.576
R Square	0.332
Adjusted R Square	0.199
Standard Error	181.414
Observations	7

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	81846.61688	81846.62	2.486906	0.175622931
Residual	5	164555.0974	32911.02		
Total	6	246401.7143			

При разглеждане на резултатите от регресионния анализ на зависимостите между евапотранспирацията и добивите при напояване е установено, че в този случай коефициентът на корелация $R = 0.533$. Коефициентът на множествена детерминация е по-нисък 0.284, което означава, че едва 30% от варирането на зависимия признак (добивите при напояване) могат да се обяснят чрез регресията.

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.533
R Square	0.284
Adjusted R Square	0.141
Standard Error	283.196
Observations	7

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	159290.7609	159290.7609	1.986174272	0.217796056
Residual	5	400998.9534	80199.79068		
Total	6	560289.7143			

В анализираниите резултати, при относителните стойности на изследваните величини регресионното уравнение има следния вид:

$$Y = 0.15 + 0.75x,$$

където Y е стойността на добива, а x е относителната евапотранспирация. Анализът показва, че между относителите стойности на евапотранспирацията и добива съществува много силна положителна корелация. Корелационният коефициент (R) има стойност 0.820. В този случай коефициентът на детерминация е по-висок $R^2 = 0.672$.

Regression Statistics	
Multiple R	0.820
R Square	0.672
Adjusted R Square	0.606
Standard Error	0.093
Observations	7

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.088305155	0.088305	10.23954	0.023997117
Residual	5	0.043119702	0.008624		
Total	6	0.131424857			

Линейна формула на FAO (Световна организация за земеделие и прехрана) за връзката между тези параметри е следната:

$$Y = \frac{Y_n}{Y_{\max}} = 1 - K_c(1 - x), \text{ при } x = \frac{ET_n}{ET_{\max}},$$

където Y е относителният добив,

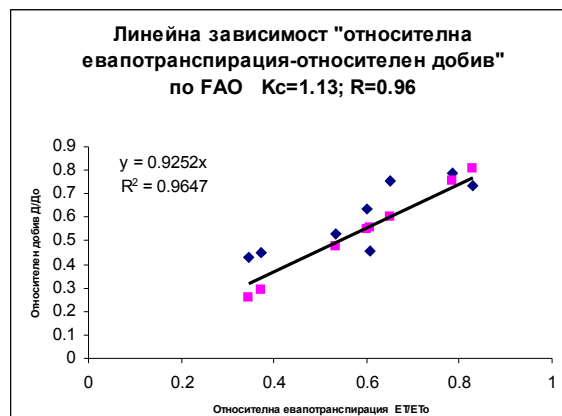
Y_n - добивът при реална евапотранспирация (без напояване),

Y_{\max} – максималният добив, който може да се получи при максимална евапотранспирация;

K_c – коефициент на културата (царевицата);

ET_n – реалната (изчислена в условия без напояване) евапотранспирация;

ET_{\max} – максималната евапотранспирация, получена в условията на оптимално напояване.



Фигура 1. Линейна зависимост „относителна евапотранспирация-относителен добив” по FAO, за целия вегетационен период, на царевицата за зърно

По тази формула могат да се прогнозира добивите през дадена година, ако се знае или се изчисли размерът на евапотранспирацията.

Таблица 2. Добив, евапотранспирация и относителни величини за целия вегетационен период

Години	ЕТ без напояване (mm)	ЕТmax (mm)	Добив без напояване kg/da	Добив опт. kg/da	ЕТо	До
	ЕТn	ЕТmax	Yn	Ymax	ЕТ=ЕТn/ЕТmax	Y=Yn/Ymax
1998	241	646	434	958	0.373	0.452
1999	305	500	621	1361	0.609	0.456
2000	162	472	339	786	0.344	0.432
2001	286	477	365	576	0.599	0.634
2003	235	440	374	705	0.534	0.530
2004	385	465	336	457	0.829	0.735
2005	444	565	756	957	0.785	0.790
2006	336	518	783	1034	0.650	0.757

Използвайки линейната формула на FAO може да се определи добива без напояване, като в уравнение евапотранспирацията се изчисли чрез баланса на почвената влага при естествено влагообезпечаване (Фигура 1). В таблица 2 са представени данните за евапотранспирацията при оптимално напояване и без напояване, както и кореспондиращият ѝ добив.

Коефициентът на царевичата по FAO има стойност 1.5, но в настоящата разработка е прието $K_s = 1.13$. Коефициентът на културата K_s е опитно установен в резултат на обработване на данни от 16-годишна поредица опитни резултати от напояване на царевичата за зърно в условията на излужена смолница. Стойността на коефициента е получена в предходни разработки на автора.

ИЗВОДИ

На база на направените анализи може да се направят следните изводи:

Зависимостта между относителните стойности на евапотранспирацията и добива е с висок коефициент на корелация $R=0.820$

Линейната зависимост между двата фактора, определена по формулата на FAO е с висок корелационен коефициент $R=0.965$ и най-добре удовлетворява целите на изследването.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давидов, Д. 2004. Връзката «вода-добив» - сравнение и анализ на формули. Списание «Селскостопанска техника», № 1, 28-33.
2. Мотева, М., В. Казанджиев, В. Георгиева. 2010. Влияние на климатичните промени върху еталонната евапотранспирация в България. *Растениевъдни науки*, 47, 2, 181-186
3. Петров, П., Ив. Христов; 2006; Добив, евапотранспирация, напоителна норма и връзката между тях при царевичата за зърно, отглеждана на карбонатен чернозем. *Растениевъдни науки*, С., № 43; (159–163).
4. Стоянова А., И. Господинов. 2010. Влияние на напояването и обезпечеността на годината върху добивите от царевича за зърно. Списание «Селскостопанска техника», № 4, 24-29.
5. Ampas V. and E. Baltas, 2006. Estimate of the coefficients of relation between sunshine duration and solar radiation. P0063, 6th Annual Meeting of the European Meteorological Society, 6th European Conference on Applied Climatology, Ljubljana, Slovenia, 4 – 8 September 2006.

6. Ampas V., Mpaltas E. and Papamichail D., 2007 New factors for the estimation of the evapotranspiration parameters. Proc. of 5th National conference agriculture Eng. Larissa. p.296-303.

7. Ampas V., E. Baltas, D. Papamichail and P.Georgiou, 2009. Sensitivity analysis of the FAO Penman – Monteith reference evapotranspiration method to meteorological parameters in Florina region. Proc. of the 11th Conf of HYU and 7th conf. of ECOWM, p. 355-362.

8. Dospatliev L. 2011. Correlation between soil characteristics and zinc content in the aboveground biomass of Virginia tobacco. AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, Volume 3, Number 1, 55-59.

9. Stoyanova A., Ivan Gospodinov, Dimitar Pavlov. 2009. Dependences among the maize grain productivity and water supply. Proceedings IV Balkan conference of animal science BALNIMACON 2009, pages 447-450.