

## ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЯ НА СОЯ, ОТГЛЕЖДАНА ПРИ РАЗЛИЧНА ВОДОБЕЗПЕЧЕНОСТ

АЛЕКСАНДЪР МАТЕВ, РАДОСТ ПЕТРОВА  
*Аграрен университет, Пловдив*

### Evapotranspiration of Soybean Grown by Different Irrigation Regime

A. Matev, R. Petrova  
*Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria*

#### Abstract

The experiment was conducted during 2004 – 2006 period in the experimental field of Agricultural University – Plovdiv. The aim of the study was to determine the influence of different irrigation regime on ET of soybean (variety of "Mira"). Following variants were tested: without irrigation; optimum irrigation (100% m); 75%, 50% and 25% m (m – irrigation rate). Meteorological conditions have the biggest impact on ET of no irrigated soybean. The peak of daily ET by full irrigation rate is 4 – 5 mm (first decade of July). About 50% of seasonal ET of soybean formed by irrigation depth.

**Key words:** soybean, evapotranspiration, yield, irrigation regime, water deficit

Соята е една от културите с транспирационен коефициент, поради което за получаването на високи и стабилни добиви трябва да разполага с достатъчно леснодостъпна почвена влага от сеитбата до края на периода на наливане на зърното. Осигуряването на оптималния водоразход на културата за условията на страната е свързан с провеждането на подходящ поливен режим, като през по-сухи години с неравномерно разпределени през вегетацията валежи, напояването заема съществен относителен дял в неговото формиране.

У нас са проведени редица изследвания, целящи оптимизирането на поливния режим на соята, както и паралелно с това са проучвани параметрите на ЕТ (сумарни и средноденонощни стойности, формиране, връзка с метеорологичните фактори и др.). Сумарната евапотранспирация на соята за района на Стара Загора е над 580 mm при оптимално напояване (Енева и др., 1986). За осигуряването ѝ са необходими средно 4 вегетационни поливки при напоителна норма 240 mm, т. е. участието на напояването е 41%, а на валежите и есенно-зимните влагозапаси съответно 43% и 16%. При същите почвено-климатични условия ненапояваната соя изразходва около 345 mm, при сравнително висок дял на есенно-зимните влагозапаси (27,4%). В потвърждение на това са и данните, изнесени от Петрова (2010) за условията на София. Според Червенкова и др. (2005), за района на Садово основен дял във формирането на ЕТ при соята заема

напоителната норма, като в зависимост от условията на годината той варира от 23 до 61% (средно 43%). Запасите от почвена влага, натрупани през есенно-зимния и ранно-пролетния период компенсират най-малка част от водоразхода на соята, независимо от условията на отглеждане, но те имат съществена роля за нормалното протичане на началните етапи от вегетацията на културата.

Установено е, че поливният режим оказва съществено влияние върху средноденонощната ЕТ, както и върху времето на настъпване на максималните ѝ стойности. Според проучване на Матов и др. (2009) при неполивни условия същите варират от 3,3 до 5,1 mm и настъпват през периода от третата десетдневка на юни до втората на юли в зависимост от валежите. При оптимално напояване максимумът е с около 1 десетдневка по-късно и е в диапазона 5,2 – 5,9 mm. От направения кратък литературен преглед става ясно, че за условията на България значителен дял във формирането на евапотранспирацията се заема от напоителната норма, т. е. за получаването на високи и стабилни добиви напояването трябва да бъде основен елемент от агротехниката на културата.

Целта на разработката беше да се направи анализ на влиянието на поливния режим върху евапотранспирацията на соята от гледна точка на сумарните и средноденонощни стойности, ефективността ѝ по отношение на добива, както и особеностите в нейното формиране.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експерименталната работа е проведена през периода 2004 – 2006 г. в района на УОП на Катедра „Мелиорации и геодезия“ при АУ – Пловдив върху Алувиално-ливадна почва (бивша заблатена). По данни на Меранзова (1990) характеристиките на почвата в района на опитното поле са следните: обемна плътност  $\alpha = 1,39 \text{ t/m}^3$ ;  $\delta_{\text{ППВ}} = 29,4$  (влажност при ППВ в тегловни %);  $W^{\text{max}} = 326,9 \text{ mm}$ ;  $W^{\text{min}} = 245,2 \text{ mm}$  (при 75% от ППВ).

Опитът е проведен със сравнително новия български сорт *Мира*, отглеждан при гъстота на посева 250 – 300 000 раст./ha при междуредово разстояние 0,7 м. Заложени варианти: 1) без напояване; 2), 3) и 4) напояване съответно с 25, 50 и 75% от поливната норма, изчислена при оптималния вариант; 5) оптимално напояване при предполивна влажност 75% от ППВ за слоя 0 – 80 см. Броят на поливките и времето за тяхното реализиране при всички варианти на опита съвпада напълно и е съобразно изискванията при оптималния вариант, като е направена съответната корекция на размера на поливните норми. Напоявано е гравитационно по къси затворени бразди. Опитът е залаган по блоковия метод в 4 повторения с големина на опитните парцели 30 m<sup>2</sup>, а на реколтните – 10 m<sup>2</sup>. Динамиката на почвената влага е проследявана при всички варианти през 7 – 10 дни послойно през 10 см на дълбочина до 1 m по тегловния метод. Сумарната ЕТ е изчислена при всички варианти на опита чрез последователен баланс на приходите и разходите на вода в почвата за слоя 0 – 80 см. Като приходни елементи в баланса са включени използваемите валежи, определени по метода на последователните приближения (Крафти, 1964), както и поливните норми, ако през съответния период е дадена поливка. Средноденонощният ход на ЕТ е определен по десетдневки, като в правоъгълна координатна система са нанесени стойностите на изчислената ЕТ за всеки период, включващ времето между две почвени проби. Между тях е прекарана кривата на ЕТ така, че след като се планиметрира площта между нея и абсцисата да се получи стойност, равна на сумарната ЕТ.

Продуктивността на водоразхода е установена в две направления: 1) ЕТ (mm) за получаване на добив от 1 kg/da; 2) добив (kg/da) за 1 mm ЕТ.

През годините на изследване са спазвани всички основни агротехнически мероприятия, свързани с възприетата за страната технология за отглеждането на културата.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Освен от биологичните особености на културата за ЕТ на соята решаващо значение имат метеоро-

логичните условия и количеството на леснодостъпна почвена влажност през вегетационния период.

Метеорологичната характеристика на трите опитни години е направена въз основа на данните за сумата на валежите, средноденонощната температура и дефицита на влажността на въздуха, получени от обработката на съответните статистически редове, включващи дълга поредица от години за района на Пловдив. Според получените резултати първата година на опита е средна със сума на валежите за периода май – септември 233,5 mm и обезпеченост 44,9%; 2005 г. се характеризира като влажна с обезпеченост 3,1% и сума на валежите 455,5 mm; 2006 г. също е със средна обезпеченост (50,0%) и с количество на вегетационните валежи 228,0 mm. По отношение на температурната сума за периода май – септември 2004 и 2005 г. са средни с обезпеченост съответно 60,6% и 57,5%, а а2006 г. е средно топла с обезпеченост 36,2%. Дефицитът на влажността на въздуха има също много съществена роля по отношение на интензивността на ЕТ особено в условията на благоприятен водно-въздушен режим в почвата. По този показател 2004 г. е суха с обезпеченост 13,3%, а 2006 г. е средно суха с обезпеченост 21,3%. Освен че е много влажна като сума на валежите, 2005 г. е с обезпеченост 90,7% и по отношение на дефицита. Данните за влиянието на характера на годината и поливния режим върху ЕТ на соята са представени на табл. 1.

Колебанието на сумарната ЕТ при ненапоявания вариант през трите години се дължи основно на метеорологичната обстановка, като определящ е периодът от началото на цъфтежа до края на наливането на зърното, тъй като тогава интензивността на ЕТ е най-голяма. Това обяснява и съществената разлика в сумарния водоразход при ненапоявания вариант през 2004 и 2006 г. Въпреки че като цяло двете години са близки като стойности на метеорологичните показатели, валежи от втората десетдневка на юли до края на вегетацията на практика липсват, т. е. дори високата интензивност на изразходване на вода да е биологически обусловена, липсата на леснодостъпна почвена влага води до потискане на процеса, включително и чрез защитната реакция на растенията. В съчетание с по-благоприятното разпределение на валежите през 2004 г. е отчетена и малко по-висока сума на дефицита на влажността на въздуха, което би трябвало да има положителен ефект за увеличаване интензивността на ЕТ. През втората 2005 г. са налице благоприятни условия за интензивен водоразход при ненапоявания вариант. Въпреки че по отношение дефицита на влажността на въздуха годината е много влажна, изключително благоприятната ва-

Таблица 1. Сумарна ЕТ на соята по варианти и години. Формиране на ЕТ

Variants	ЕТ (mm)	ЕТ (relative)		Precipitations		Irrigation depth		Soil water	
		to 0%	to 100%	mm	%	mm	%	mm	%
<b>2004</b>									
Без напояване	347,5	100,0	73,5	216,3	62,2	0,0	0,0	131,2	37,7
25% m	369,6	106,4	78,2	216,3	58,5	41,1	11,1	112,2	30,3
50% m	420,3	120,9	88,9	216,3	51,4	82,2	19,5	121,8	29,0
75% m	449,9	129,5	95,2	216,3	48,0	123,3	27,4	110,3	24,5
100% m	472,4	135,9	100,0	216,3	45,8	164,5	34,8	91,6	19,4
<b>2005</b>									
Без напояване	423,2	100,0	92,0	394,3	93,2	0,0	0,0	28,9	6,8
25% m	433,8	102,5	94,3	401,7	92,6	18,8	4,3	13,3	3,1
50% m	439,2	103,8	95,5	379,5	86,4	37,5	8,5	22,2	5,1
75% m	453,6	107,1	98,6	375,1	82,7	56,3	12,4	22,2	4,9
100% m	460,0	108,7	100,0	349,1	75,9	75,0	16,3	35,9	7,8
<b>2006</b>									
Без напояване	274,7	100,0	66,0	150,4	54,8	0,0	0,0	124,3	45,2
25% m	298,8	108,8	71,8	150,4	50,3	44,2	14,8	104,2	34,9
50% m	357,1	130,0	85,9	150,4	42,1	88,5	24,8	118,2	33,1
75% m	379,6	138,2	91,3	150,4	39,6	132,1	34,8	97,1	25,6
100% m	415,9	151,4	100,0	150,4	36,2	176,8	42,5	88,7	21,3
<b>Average 2004 – 2006</b>									
Без напояване	348,5	100,0	77,5	253,7	72,8	0,0	0,0	94,8	27,2
25% m	367,4	105,4	81,8	256,1	69,7	34,7	9,4	76,6	20,8
50% m	405,5	116,4	90,2	248,7	61,3	69,4	17,1	87,4	21,6
75% m	427,7	122,7	95,2	247,3	57,8	103,9	24,3	76,5	17,9
100% m	449,4	129,0	100,0	238,6	53,1	138,8	30,9	72,0	16,0

\*m – поливна норма

Таблица 2. Параметри на връзката *напоителна норма – ЕТ*

Година	Уравнение на кривата	R <sup>2</sup>
2004	$Y = -0,048x^2 + 0,328x + 0,726$	0,984
2005	$Y = 0,001x^2 + 0,080x + 0,920$	0,984
2006	$Y = -0,031x^2 + 0,381x + 0,651$	0,982
Средно	$Y = -0,026x^2 + 0,259x + 0,769$	0,989
Общо	$Y = -0,026x^2 + 0,263x + 0,766$	0,597

лежна обстановка в съчетание със стойности на температурната сума над средните за многогодишен период предопределят сумарен водоразход, съизмерим с получения при оптимално напояване през останалите две години (423,2 mm).

Напояването увеличава сумарните стойности на ЕТ, като увеличението съответства на степента на водообезпеченост на посева. С нарастването на размера на поливните норми намалява и вли-

янието на характера на годината. Реализирането на 25% от максималната поливна норма осигурява навлажняването само на повърхностния почвен слой 0 – 20 cm. Поради това, че този слой е подложен най-силно на влиянието на факторите на околната среда, както и че в него се намират значителна част от корените на растенията, същият просъхва много бързо. Увеличението на сумарната ЕТ при този вариант спрямо неполивния е от 2,5 до 8,8%. При напояване с 50% от нормата при оптималния вариант навлажняването обхваща почвен слой с по-голяма дебелина (приблизително от 0 до 40 cm). По-благоприятният водно-въздушен режим при този вариант води до съществено увеличаване на сумарната ЕТ, като през средните по обезпеченост години е 21 – 30% спрямо тази при ненапояваната соя. През влажната 2005 г. нарастването е значително по-малко. Още по-съществено нараства водоразходът при напояване със 75% от нормата, като през първите две години на опита стойностите

Таблица 3. Продуктивност на ЕТ при соята в зависимост от поливния режим

Варианти	ЕТ, mm	Добив, t/ha	ЕТ продуктивност		ЕТ, mm	Добив, t/ha	ЕТ продуктивност		
			1	2			1	2	
<b>2004</b>					<b>2005</b>				
Без напояване	347,5	1,500	231,7	0,0043	423,2	2,344	180,5	0,0055	
25% m	369,6	1,804	204,9	0,0049	433,8	2,418	179,4	0,0056	
50% m	420,3	2,121	198,2	0,0050	439,2	2,923	150,3	0,0067	
75% m	449,9	2,432	185,0	0,0054	453,6	3,393	133,7	0,0075	
100% m	472,4	2,885	163,7	0,0061	460,0	3,220	142,9	0,0070	
<b>2006</b>					<b>Средно</b>				
Без напояване	274,7	1,473	186,5	0,0054	348,5	1,772	196,7	0,0051	
25% m	298,8	1,828	163,5	0,0061	367,4	2,017	182,2	0,0055	
50% m	357,1	1,989	179,5	0,0056	405,5	2,344	173,0	0,0058	
75% m	379,6	2,529	150,1	0,0067	427,7	2,785	153,6	0,0065	
100% m	415,9	2,529	164,5	0,0061	449,4	2,878	156,2	0,0064	

m – напоителна норма.

му са 95 – 99% от тези при оптималния вариант. Поради продължителното засушаване през юли и август на 2006 г. ЕТ при този вариант е по-ниска като абсолютни стойности спрямо предходните две години. По-голяма е и относителна разлика спрямо оптималния вариант (9%). Напояването с максималната за условията на експеримента поливна норма увеличава още сумарния водоразход. Разликите спрямо ненапояваната соя при този вариант на опита са видимо подчинени на условията на годината, тъй като влиянието на единия от основните метеорологични фактори, а именно количеството и разпределението на валежите, е минимизирано.

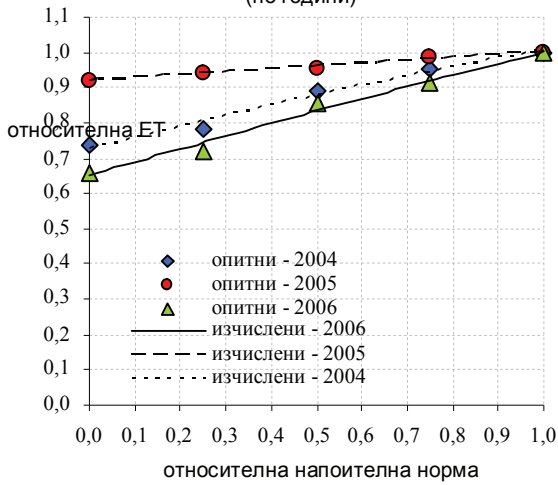
В сравнение с добива влиянието на условията през годината върху изменението на ЕТ при различните поливни норми е по-слабо изразено, като това изменение се вижда много ясно (табл. 1). Въпреки това, поради благоприятната валежна обстановка и дадената само една поливка, т. е. малка напоителна норма, разликите в сумарната ЕТ между отделните варианти е незначителна. За условията на опита относителното изменение на ЕТ в зависимост от напоителната норма може да се представи чрез функция от втора степен (фиг. 1 и 2). Връзката по години, средно и общо (всички експериментални точки заедно) е изразена графически чрез изпъкнали параболи, които осредняват експерименталните точки с много висок коефициент на детерминация  $R^2 > 0,98$ . Кривата, представяща осреднените данни почти съвпада с тази, валидна за всички опитни точки. Параметрите на зависимостта са представени в табл. 2.

**Формиране на евапотранспирацията при соята.** Формирането на евапотранспирацията при ненапояваната соя става основно за сметка на вегетаци-

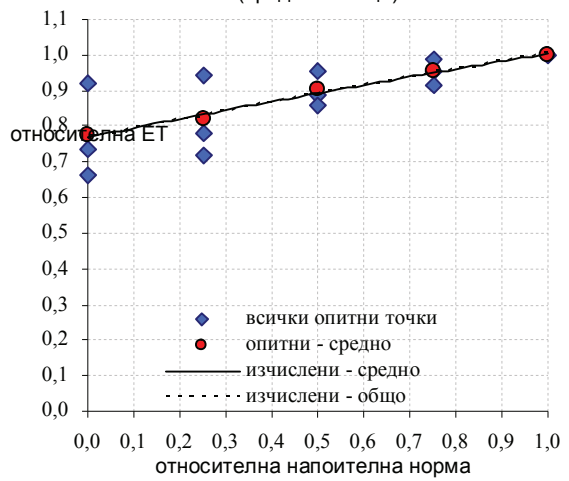
онните валежи и началния воден запас, натрупан в активния почвен слой през есенно-зимния и ранно-пролетния период. При напояваната соя участва и напоителната норма. Относителното разпределение на компонентите, формиращи евапотранспирацията зависи основно от характера на годината, а при напояваната соя – и от големината на напоителната норма. Подробни данни за формирането на ЕТ при соята по години и средно за опитния период са представени на табл. 1. За условията на опита валежите попълват средно 72,8% от ЕТ на ненапояваната соя, като по години участието им варира според особеностите на годината. С подобряването на водния режим при вариантите с напояване процентното участие на валежите намалява. Колкото по-голяма е относителната напоителна норма, толкова по-малък е техният дял, като това важи за всяка от годините. При оптималния вариант формирането е по години и е подчинено на метеорологичната обстановка през всяка от трите години, но като относителни стойности е най-малко в сравнение с останалите варианти. През средната по обезпеченост на валежи 2004 г. поради по-благоприятното им разпределение относителното им участие във формирането на ЕТ превишава установеното за 2006 г., която е близка като характеристика. Относителните стойности са съответно 45,8% и 36,2%. През влажната 2005 г. валежите формират 76% от ЕТ, като тук е налице намаляваща използваемост на същите с нарастване на напоителната норма (табл. 1).

Есенно-зимните и ранно-пролетни влагозапаси заемат по-малък дял във формирането на ЕТ в сравнение с валежите, но в зависимост от условия-

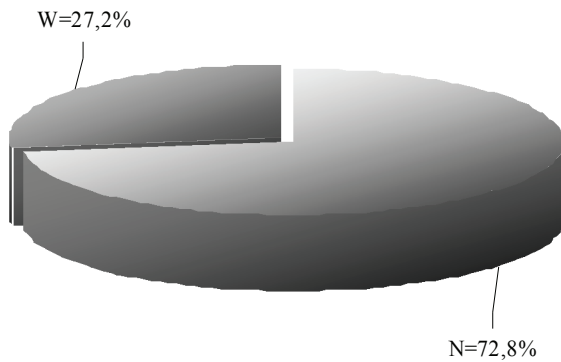
Фиг. 1. Връзка "Напоителна норма-ЕТ" (по години)



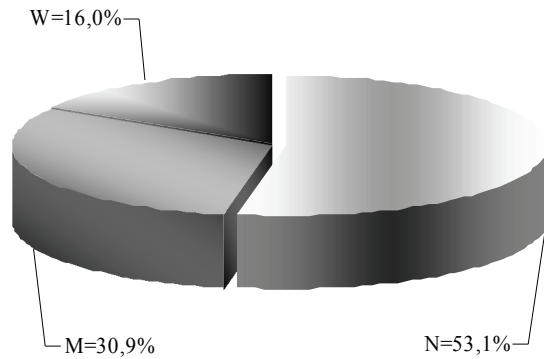
Фиг. 2. Връзка "Напоителна норма-ЕТ" (средно и общо)



Фиг. 3. Формиране на ЕТ-средно (без напояване)

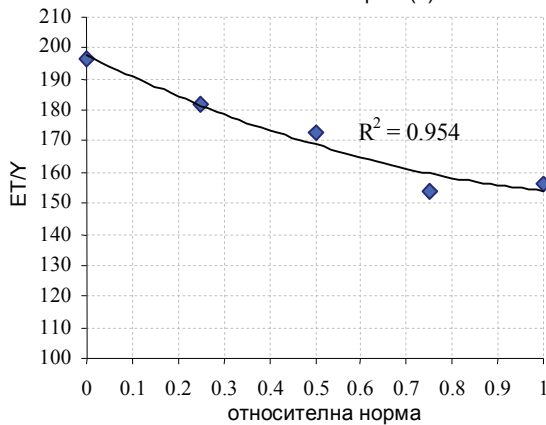


Фиг. 4. Формиране на ЕТ-средно (оптимално напояване)

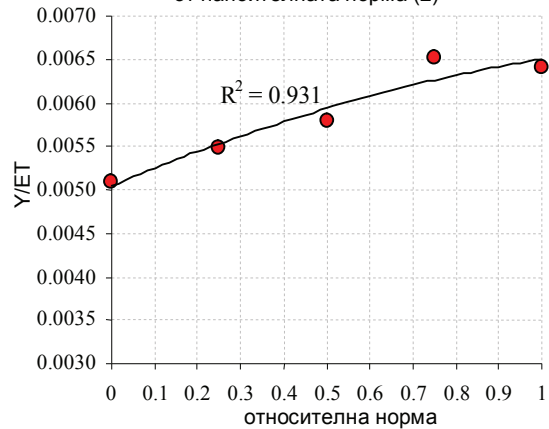


W – начален воден запас; N – валежи; M – напоителна норма.

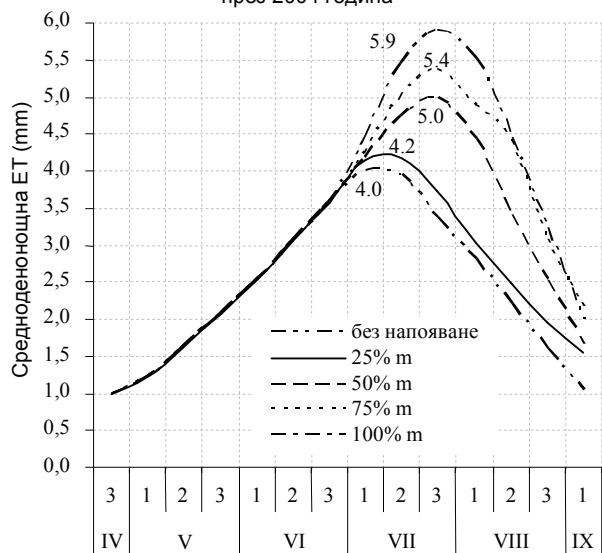
Фиг. 5. Продуктивност на ЕТ в зависимост от напоителната норма (1)



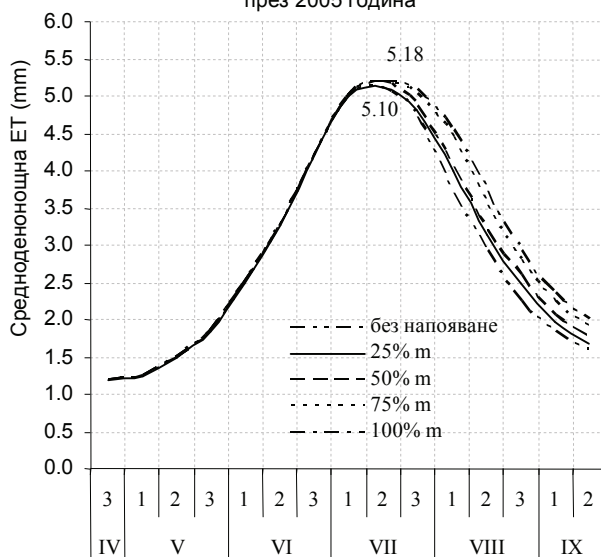
Фиг. 6. Продуктивност на ЕТ в зависимост от напоителната норма (2)



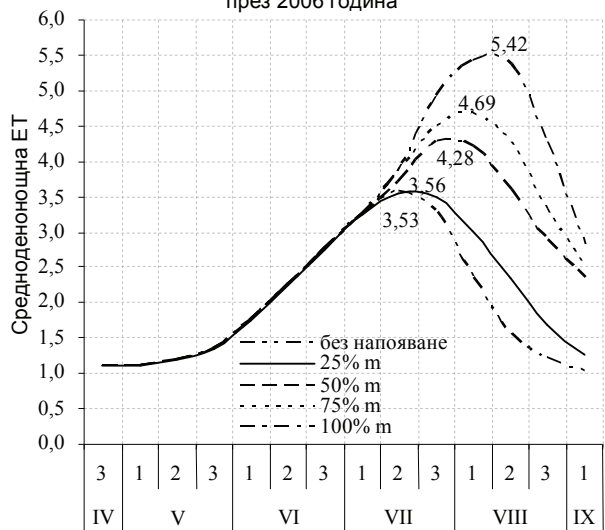
Фиг. 7. Средноденонощна ЕТ през 2004 година



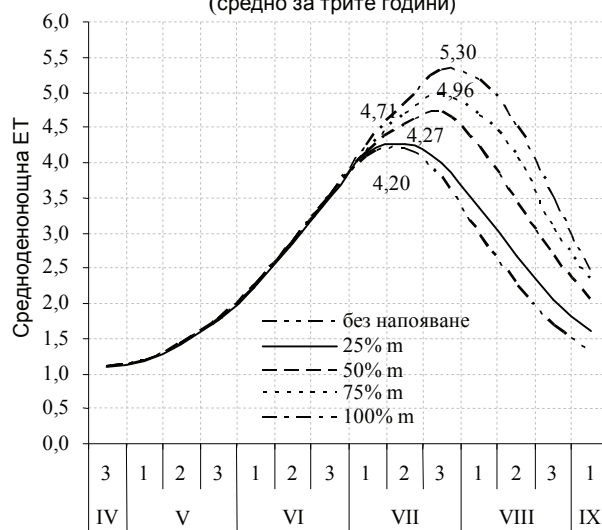
Фиг. 8. Средноденонощна ЕТ през 2005 година



Фиг. 9. Средноденонощна ЕТ през 2006 година



Фиг. 10. Средноденонощна ЕТ (средно за трите години)



та на влагообезпеченост се изменят, следвайки същата логическа последователност, т. е. най-голям е процентът при ненапояваната соя. При поливните варианти с нарастване на размера на напоителната норма той постепенно намалява и е най-малък при оптималния вариант. Това е налице и през трите опитни години, независимо от различията помежду им. Средно за опитния период началният воден запас формира 27,2% от ЕТ на ненапояваната соя, а при оптимално напояване – 16,0%.

Резултатите от направените до момента проучвания за различните райони на страната показват, че за климатичните особености на България напоителната норма заема съществен дял в сумарната

ЕТ на соята. Настоящият опит потвърждава това становище. Обратно на валежите и началния воден запас, с увеличаване размера на поливните норми относителното им участие във формирането на ЕТ също се увеличава (табл. 1). Поради сравнително еднаквите абсолютни напоителни норми при оптималния вариант през 2004 и 2006 г. тяхното относително участие във формирането на ЕТ не се различава съществено (съответно 34,8% и 42,5%). По-големият относителен дял на нормата през 2006 г. се дължи на по-малката абсолютна стойност на сумарната ЕТ. На фиг. 3 и 4 е представено формирането на ЕТ съответно при ненапояваната и оптимално напояваната соя – средно за периода 2004 – 2006 г.

**Продуктивност на евапотранспирацията.** На табл. 3 по варианти и години са представени резултатите относно продуктивността на евапотранспирацията при соята за района на Пловдив. Оценката е направена в две направления: Евапотранспирация (mm), нужна за получаването на добив от 1 t/ha добив (означено с 1); добив (t/ha), получен от 1 mm изразходена вода (означено с 2).

Според съществуващи проучвания водният дефицит при равни други условия води до по-съществено понижение на абсолютния добив в сравнение с това на абсолютната ЕТ. Поради това при ненапоиваната соя и тази, напоивана с малки поливни норми за единица добив е нужен по-висок водоразход. За условията на настоящия опит това становище се потвърждава напълно. При неполивни условия за получаването на 1 t/ha зърно се изразходват средно 196,7 mm вода. При поливните варианти стойностите започват да намаляват с нарастването на напоителната норма, което означава, че за единица добив е нужен все по-малък водоразход. При напоиване със 75% и 100% напоителна норма резултатите са съизмерими, като за получаването на добив от 1 t/ha се изразходват съответно 153,6 и 156,2 mm вода. Варирането през годините в стойностите е сравнително малко, като се дължи основно на влиянието на характера на годината както върху ЕТ, така и върху добива. Независимо от това и през трите опитни години тенденцията за увеличаване продуктивността на ЕТ с увеличаването на нормата (до 75% m) е налице.

На фиг. 5 е представен трендът на изменението на продуктивността на ЕТ, в зависимост от поливния режим. Кривата апроксимира опитните данни при  $R^2 = 0,954$ , като целта в случая не е да се изведе уравнение на връзката, а да се онагледи тенденцията на промяната в стойностите.

Разгледана като добив, получен от 1 mm водоразход, тенденцията в изменението на стойностите има противоположен характер, като най-ниски са те при ненапоиваната соя. С нарастване на размера на поливната норма при напоиваните варианти стойностите също нарастват и достигат максимум в диапазона 75 – 100% m, като това се случва през всички опитни години. Изменението на продуктивността на ЕТ, разгледана като добив, получен за 1 mm изразходвана вода, е отразено на фиг. 6. И тук кривата апроксимира опитните точки при много висок коефициент на детерминация ( $R^2 = 0,931$ ).

**Средноденонощен ход на ЕТ.** За целите на напоиването освен сумарната ЕТ от особено значение е и ЕТ през отделните периоди от развитието на културата. В първия период от вегетацията (от поникването до началото на цъфтежа) соята

изразходва малки количества вода. Причините за това са две – все още малката по площ изпаряваща листна повърхност и ниското напрежение на метеорологичните фактори въпреки достатъчното количество леснодостъпна влага в активния почвен слой. Със започването на цъфтежа, което за условията на опита съвпада с втората и третата десетдневка на юни, соята започва рязко да покачва водоразхода си, като през втората и трета десетдневка на юли достига максимални стойности. Тогава соята образува бобовите и в растенията протичат много интензивни физиологични и биохимични процеси, изискващи наличие на големи количества леснодостъпна влага. От друга страна този период съвпада с най-горещото време на годината, когато температурата и дефицитът на влажността на въздуха са най-високи. През август интензивността на водоразхода при соята започва да намалява постепенно, въпреки че условията на средата не се променят съществено. През този месец става наливането на зърното, а интензивността на физиологичните процеси започва постепенно да намалява. Забелязва се стареене и пожълтяване на листата. Макар че е малко по-нисък, водоразходът на соята през този период трябва да се осигури по естествен или изкуствен начин, тъй като същият влияе съществено върху добива. След като приключи наливането на зърното ЕТ по понятни причини намалява съществено и при пълното узряване има стойности, близки до тези в началото на вегетацията. Изменението на средноденонощният ход на ЕТ по десетдневки през трите опитни години, както и средно за целия период са представени на фиг. 7, 8, 9 и 10.

През 2004 г. есенно-зимният влагозапас и валежите обезпечават оптималното протичане на ЕТ до края на юни (бутонизация и начало на цъфтеж). С началото на поливния период условията при отделните варианти по отношение на водния режим на почвата стават различни, което се вижда и на фиг. 7. Освен, че с нарастване на напоителната норма нарастват стойностите на ЕТ, наблюдава се изместване на максимума по-късно във времето. При ненапоиваната соя максималните средноденонощни стойности на ЕТ са през първата и част от втората десетдневка на юли (4,0 mm), което съвпада с периода на начало на цъфтеж и масов цъфтеж. Поради изчерпването на леснодостъпната почвена влага и недостига на вегетационни валежи стойностите започват постепенно да намаляват, въпреки че от биологична гледна точка трябва да продължат да нарастват. Поливната норма от 23 mm, дадена през началото на втората десетдневка на юли не променя съществено хода на ЕТ

при вариант 25% m. Стойностите на максимума нарастват незначително (4,2 mm), като разликата се състои в това, че същият се задържа над 4,2 mm за още около една седмица. При варианта 50% m поливната норма от 39 mm в съчетание с валежна сума от 49 mm през втората и трета десетдневка на юли създава значително по-благоприятни условия за интензивна ЕТ. Поради това максимумът е с по-високи стойности (5,0 mm) и е през третата десетдневка на юли, през периода масов цъфтеж и бобообразуване. Дадената втора поливка в началото на август задържа по-продължително сравнително високите стойности на водоразхода при този вариант на опита. От графиката се вижда, че надвишават 4,5 mm за денонощие в продължение на около 25 дена, след което започват постепенно да намаляват. При вариантите с по-големите норми 75% m и 100% m максимумът е също през третата десетдневка на юли, но стойностите са по-високи (съответно 5,4 и 5,9 mm). Поради по-благоприятния водно-въздушен режим в почвата при тези два варианта средноденонощната ЕТ се задържа на ниво над 5 mm за около 20 дни при вариант 75% m и около 30 дни при вариант 100% m. Тези стойности са оптимални за соята, а осигуряването им през периода на масов цъфтеж и бобообразуване, както и в началото на периода на наливане на зърното, е една от предпоставките за получаване на висок и качествен добив.

През 2005 г. ЕТ на соята е напълно обезпечена по естествен път до края на периода цъфтеж – бобообразуване (края на юли и началото на август). Дадената единствена поливка в края на цъфтежа и началото на периода на наливане на зърното променя несъществено стойностите на средноденонощната ЕТ както по отношение на абсолютните стойности, така и по време за настъпване на максимума. За условията на годината ЕТ при неполивни условия е с максимум 5,10 mm за денонощие и е през първата и втората десетдневки на юли, през периода цъфтеж и бобообразуване. С подобряване на водния режим при напояваните варианти стойностите достигат до 5,18 mm през втората десетдневка на юли. При напояване с норма 25% m и 50% m стойностите почти съвпадат с неполивния вариант, като се задържат над 4,5 mm за около 30 дни, като в началото на периода на наливане на зърното започват да намаляват. При вариантите, напоявани с по-големи норми средноденонощната ЕТ се задържа на нива над 4,5 mm за 35 – 40 дни и обхваща съществена част от периода на наливане на зърното (първата десетдневка на август). Поради благоприятната валежна обстановка през останалата част от вегетацията стойностите при двата

варианта практически съвпадат.

През средната по обезпеченост 2006 г. ЕТ е напълно обезпечена по естествен път до периода на масов цъфтеж и бобообразуване, когато средноденонощните стойности при всички варианти са 3,3 mm. В сравнение с 2004 г., тази е по-хладна и с по-нисък дефицит на влажността на въздуха, поради което интензивността на водоразхода е малко по-малка (фиг. 9). Засушаването през периода от втората десетдневка на юли до края на вегетацията повлиява съществено върху хода на ЕТ при напояваните варианти, като този с норма 25% се различават от ненапоявания само по това, че задържат определени стойности с около една десетдневка по-дълго, като времето на настъпване на максимумите при двата варианта съвпада. Поради настъпилото засушаване през юли ефектът върху ЕТ на подадените две поливки с норма 50% е съществен. Освен че стойностите нарастват, максимумът от 4,28 mm се измества с повече от една десетдневка напред във времето, като тази тенденция се запазва до края на вегетацията. При по-големите поливни норми интензивността на ЕТ нараства допълнително, като измества максимума с още една десетдневка по-късно при вариант 75% m, а при оптималния вариант той закъснява с още няколко дни. Максимумите при тези два варианта са през първата десетдневка на август, през периода на наливане на зърното.

На фиг. 10 е представено влиянието на различния поливен режим върху хода на средноденонощната ЕТ на соята средно за 2004 – 2006 г. През всички опитни години напояването с норма 25% не влияе съществено върху хода на ЕТ. През средно сухи години (като 2004 и 2006) съществени промени настъпват при напояване с  $\frac{1}{2}$  от поливната норма, като с нейното нарастване нарастват и стойностите на ЕТ. Средно за трите опитни години, максимумите на ЕТ при всички варианти настъпват през периода цъфтеж – бобообразуване, като разликата във времето на настъпването им при сравнение между ненапояваната и оптимално напояваната соя е около 2 десетдневки.

## ИЗВОДИ

Евапотранспирацията на ненапояваната соята се влияе значително от условията на годината, като през средни по обезпеченост на валежите години е в границите 275 – 348 mm, а през влажни и с равномерно разпределение на валежите години – над 420 mm. При поливни условия водоразходът на културата нараства и се стабилизира като стойности. Сумарната ЕТ на оптимално напояваната соя е от 416 до 472 mm (средно 449,4 mm).



Валежите осигуряват средно 73% от ЕТ на ненапомяваната соя. При поливни условия техният относителен дял намалява, като колкото по-голяма е поливната норма, толкова по-малко е тяхното участие във формирането на ЕТ. Средно за условията на опита началният воден запас формира 27% от ЕТ на ненапомяваната соя, а при оптимално напояване – 16%. С увеличаване размера на напоителната норма при равни други условия нейният дял в ЕТ също нараства, като средно за условията на опита изменението е от 9,4 до 30,9% (съответно за варианти 25% и 100% от напоителната норма). През средни по обезпеченост на валежите години напоителната норма при оптимално напояване формира 35 – 43% от сумарната ЕТ, а през влажни години – 16%.

Продуктивността на ЕТ при соята за условията на опита нараства с увеличаване на големината на напоителната норма.

При неполивни условия максимумът на средноденонощните стойности на ЕТ при соята настъпва най-често през първата десетдневка на юли по време на цъфтежа и е средно 4,2 mm. При напояване с норма 25% максимумът настъпва по същото време, но продължава и през втората десетдневка на юли при стойности около 4,3 mm за денонощие. Напояването с 50% от оптималната напоителна норма увеличава максималните средноденонощни стойности по-съществено (4,71 mm), като същите настъпват през третата десетдневка на юли. При

реализирането на 75% и 100% напоителна норма максимумът е също през третата десетдневка на юли (през периода на масов цъфтеж и бобообразуване), като стойностите надвишават 5,0 – 5,3 mm за денонощие. През периода на наливане на зърното ЕТ е все още висока, но средноденонощните ѝ стойности постепенно започват да намаляват, като към края на вегетацията са съизмерими с тези, характерни за нейното начало.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Енева, Ст., Д. Вълчанов.** 1986. Проучване върху биологически оптималните поливни норми при напояване на соята чрез дъждуване на чернозем-смолница. *Растениевъдни науки*; № 2, 40-45

**Меранзова, Р.** 1990. Вътрепочвено напояване на царевица с микропорести поливни шлаухи. Дисертация.

**Петрова, В.** 2010. Оценка на мелиоративните въздействия върху водния и топлинен режим на посеви от соя и пшеница. Дисертация. София.

**Червенкова, З., А. Матев.** 2005. Евапотранспирация на соята, отглеждана в района на Садово. Размер, формиране и коефициент на ефективност. – В: Селекционни и технологични аспекти при производството и преработката на соя и други бобови култури. с. 260-269

**Matev, A., G. Georgiev, H. Kirchev, A. Sevov, V. Delibaltova.** 2009. Soybean evapotranspiration depending on the meteorological conditions during the vegetation period. *Albalakes*. 09, p. 220-226