



## ВЛИЯНИЕ НА ПОЛИВНИЯ РЕЖИМ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА НА СЛЪНЧОГЛЕДА INFLUENCE OF THE IRRIGATION REGIME ON SUNFLOWER PRODUCTIVITY

Александър Матов  
Alexander Matev

Аграрен университет – Пловдив  
Agricultural University – Plovdiv

E-mail: sa6\_m@abv.bg

### Резюме

Целта на експеримента е да се установи ефектът от напояването на слънчогледа с различни по големина поливни норми върху неговата продуктивност.

Експериментът е проведен през периода 2006-2010 г. в района на УОП на катедра „Мелиорации и геодезия“ при АУ – Пловдив, върху алувиално-ливадна почва. Вариантите на опита са следните: 1) без напояване; 2, 3 и 4 – напояване съответно с 50, 100 и 150% от размера на поливната норма, определена за оптималния вариант. Резултатите показват, че слънчогледът дава максимален добив при поддържане на почвената влажност над 75% от ППВ, за слоя 0-80 cm, от началото на вегетацията до приключване на периода на наливане на семената (включително). Този поливен режим се осъществява чрез 2-3 поливки с поливна норма 80 mm и напоителна норма 160-240 mm, като в резултат на това добивът спрямо ненапоявания слънчоглед се увеличава с 46 до 97% (средно 74%). Редуцирането на поливните норми с 50% води до загуби на добив от 11 до 18%. Не се препоръчва напояването с норма, по-голяма от оптимално определената в настоящия експеримент, тъй като това не води до увеличаване на добива. Връзката добив–напоителна норма може да се изрази чрез квадратно уравнение при  $R^2 > 0.9$ .

### Abstract

The aim of this study is to determine the effect of sunflower irrigating at different rates on the yield.

The experiment was conducted during the 2006–2010 period in the experimental field of the Agricultural University – Plovdiv on alluvial-meadow soil (formerly waterlogged). The following variants were tasted: 1 – without irrigation; 2, 3 and 4 – irrigation with 50, 100 and 150% of the rate, determined by the optimal variant (pre-irrigation soil moisture 75% of FC for the 0–80 cm layer, from the beginning of the vegetation period to the period of seed filling). The results showed that optimum irrigation gives maximum yield for sunflower. That irrigation regime was performed through 2–3 applications at an irrigation rate of 80 mm and irrigation depth 160–240 mm. The yield increased by 46–97% as a result (an average of 74%). Irrigation at 50% of the irrigation rate caused yield reduction in the range of 11–18%, but given the high additional yield (as compared to the non-irrigated sunflower), an average of 51%, this irrigation regime could be used under conditions of limited water resources. CIWUE (crop irrigation water use efficiency) in this irrigation regime is higher – averagely 7.9 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>. An irrigation rate higher than 80 mm is not recommended because the yield does not increase. CIWUE at an irrigation rate of 150% is the lowest (3.6 kg.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>). The *yield-irrigation rate* relationship can be presented by a quadratic equation where  $R^2 > 0.9$ .

**Ключови думи:** слънчоглед, напояване, поливен режим, воден дефицит, добив.

**Key words:** sunflower, irrigation, irrigation regime, water deficit, yield.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Оптимизирането на поливния режим на селскостопанските култури в условията на воден дефицит през последните десетилетия е едно от основните направления в селскостопанската наука. Слънчогледът като стратегическа маслодайна култура също така е обект на изследвания от такъв тип, като

голяма част от тях са свързани с търсене на икономически оправдан поливен режим чрез оптимизиране размера на поливната норма или чрез проучване на чувствителността на културата към воден стрес през отделните периоди от вегетацията, като крайната цел е реализиране на икономия на поливна вода без съществени загуби на добив.

Отглеждането на културата при неполивни условия е предпоставка за допускане на воден стрес през по-голямата част от годините, благодарение на който растенията остават по-ниски, цъфтежът започва и приключва по-рано, по-рано настъпва узряването, а добивът намалява (Hang and Evans, 1985). Berglund (2003) установява, че напояването може да увеличи добива с близо 3 пъти. Според автора чрез напояването трябва да се поддържа почвена влажност над 80% ППВ през цъфтежа и над 70% от ППВ през останалата част от вегетацията. Като оптимална тази поливна схема е предложена от наши учени преди повече от 30 години. Delibaltov (1973) и Mihov (1974) установяват, че най-високи добиви от слънчогледа се получават, когато поливките се реализират по схема 70–80–70% от ППВ съответно за периода до бутонизацията, цъфтежа и наливането на семената. Plaut and Grava (1999) предлагат напояването на слънчогледа да се управлява по данни за изпарението от свободна водна повърхност (отчетено по изпарител „клас А“), като се компенсира 80% от него. Същите автори са установили съществено понижение на добива при напояване с 25% редуцирана поливна норма и отглеждане на слънчогледа върху глинеста почва. При леки по механичен състав почви съществено намаление на добива се наблюдава едва при 50% намаление на нормите.

Целта на експеримента е да се установи ефектът от напояването на слънчогледа с различни по големина поливни норми върху неговата продуктивност.

### МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Анализът за влиянието на периодичния воден дефицит върху продуктивността на слънчогледа е направен въз основа на данни от полски експеримент, проведен през периода 2006-2010 г. в района на УОП на катедра „Мелиорации и геодезия“ при АУ – Пловдив, върху алувиално-ливадна почва (бивша заблатена).

Опитът е залаган по блоковия метод в четири повторения, с големина на опитните парцели 30 m<sup>2</sup>, а на реколтните – 10 m<sup>2</sup>. Използван е хибридът PR-64-E-83, отглеждан при гъстота на посева 5500 растения на 1 декар и междуредово разстояние 70 cm. Вариантите са следните: 1) без напояване; 2) напояване с 50% от размера на поливната норма, определена за оптималния вариант; 3) оптимално напояване (при предполивна влажност 75% от ППВ за слоя 0-80 cm); 4) напояване със 150% от размера на поливната норма, определена за оптималния вариант. Поливките при всички варианти са давани заедно с тези при вариант 3, при съответната корекция на размера на поливната норма. Напояването е извършвано гравитационно, по къси затворени бразди. Данните за добива по варианти и повторения са обработени чрез софтуерния продукт ANOVA – 1, като е установена степента на доказаност

на разликите между отделните варианти на опита. Продуктивността на напоителната норма е изчислена като отношение между допълнителния добив и съответната напоителна норма. През годините на експеримента са спазвани всички основни агротехнически мероприятия, свързани с възприетата за страната технология за отглеждането на културата (Terziev i dr., 2007; Yanchev i dr., 2011).

### РЕЗУЛТАТИ

Поливният режим на всяка селскостопанска култура, в т.ч. и на слънчогледа, се влияе съществено от характера на годината в метеорологично отношение (валежи, температура и дефицит на влажността на въздуха). По отношение на валежите 2006, 2008 и 2010 са средни години. Като много влажна се характеризира 2007 г., но в същото време тя е изключително суха през критичните периоди от вегетацията на слънчогледа. С обезпеченост от 69.4% 2009 г. може да бъде определена като средно суха. По отношение на температурната сума годините 2007, 2009 и 2010 са много топли. Много близки в метеорологично отношение са 2006 и 2008 г., като по този показател те се характеризират като средно топли. Въпреки че е много динамичен като стойности, дефицитът на влажността на въздуха има косвено влияние върху елементите на поливния режим, изразено чрез интензивността на ЕТ. По отношение на този показател много суха е 2007 г., а 2010 е средна. Останалите опитни години са средно сухи. Данните за обезпечеността на метеорологичните фактори по години са представени на таблица 1. Таблицата съдържа и сумарните абсолютни стойности на всеки от тях за периода V–IX, както и данни за средните стойности за многогодишен период.

При тези метеорологични условия, с изключение на 2007 г., на слънчогледа са подадени по три поливки, като разпределението им през вегетацията съвпада по отношение на фазите, в които те попадат (таблица 2). Поради значителните количества на валежите през растежния период на втората опитна (2007) година поливка през фаза „Бутонизация“ не е реализирана. Средната поливна норма при оптимално напоявания вариант е 79,4 mm, като варирането ѝ в хода на експеримента се дължи на факта, че при полски условия невинаги действителната предполивна влажност съответства на заложената в методиката. През годините с реализирани три поливки няма съществено различие в големината на напоителната норма, като същата варира в диапазона 231,3-268,7 mm при оптималния вариант. При останалите два варианта тя е приела съответните корекции. Средният поливен период е 32 дни, като варира от 12 дни при две поливки до 33-42 дни при три поливки. Междуполивният период варира в зависимост от ЕТ и количеството и



**Таблица 1.** Обезпеченост на метеорологичните фактори за района на Пловдив (V–IX)  
**Table 1.** Probability of meteorological factors for region of Plovdiv (V–IX)

Фактор Factor		Всички опитни години (All experimental years)					
		Средно за многогодишен период Average for multi years period	2006	2007	2008	2009	2010
ΣT°	°C	3181 °C (за 93-годишен период) (for 93 years)	3239	3367	3243	3326	3331
	P %		36,17	9,57	35,11	13,83	12,77
ΣD	hPa	1430 hPa (за 74-годишен период) (for 74 years)	1590	1794	1587	1629	1441
	P %		21,33	6,67	22,67	18,67	50,67
N	mm	241,9 mm (за 97-годишен период) (for 97 years)	228,0	463,2	231,0	190,2	234,3
	P %		50,00	2,04	45,92	69,39	43,88

ΣT° – температурна сума (Σ of temperature); ΣD – сума на дефицита на влажността на въздуха (Σ of water pressure deficit); N – валежи (precipitations); P% – емпирична обезпеченост (empirical probability)

**Таблица 2.** Разпределение на поливките през вегетационния период на слънчогледа по години. Поливни и напоителни норми по варианти

**Table 2.** Applications distribution during sunflowers vegetation period by years. Irrigation rates and depths by variants

Година Year	Брой поливки Number of irrig.	T	№	*m по варианти (mm) *m by variants (mm)			Период от вегетацията (фаза) Stage of vegetation	
				50%	100%	150%		
2006	3	26	1	40,0	80,0	120,0	бутонизация (начало)	R1-2
			2	40,0	80,0	120,0	масов цъфтеж и нарастване на питата	R5-6
			3	40,0	80,0	120,0	наливане на семената	R7-8
			M	120,0	240,0	360,0	общо за цялата вегетация	Σ
2007	2	12	1	36,0	72,0	108,0	масов цъфтеж и нарастване на питата	R5-6
			2	26,3	52,6	78,9	наливане на семената	R7-8
			M	62,3	124,6	186,9	общо за цялата вегетация	Σ
2008	3	16	1	44,0	88,0	132,0	бутонизация	R3-4
			2	50,0	99,0	149,0	масов цъфтеж и нарастване на питата	R5-6
			3	40,9	81,7	122,6	наливане на семената	R7-8
			M	134,9	268,7	403,6	общо за цялата вегетация	Σ
2009	3	17	1	41,2	82,3	123,5	бутонизация	R3-4
			2	37,8	75,6	113,4	масов цъфтеж и нарастване на питата	R5-6
			3	36,7	73,4	110,1	наливане на семената	R7-8
			M	115,7	231,3	347,0	общо за цялата вегетация	Σ
2010	3	15	1	41,2	82,3	123,5	бутонизация	R3-4
			2	41,2	82,3	123,5	масов цъфтеж и нарастване на питата	R5-6
			3	41,2	82,3	123,5	наливане на семената	R7-8
			M	123,6	246,9	370,5	общо за цялата вегетация	Σ
средно	2.8	32	M	111,3	222,3	333,6	общо за цялата вегетация	Σ

\*m – поливна норма (mm), irrigation rate (mm); M – напоителна норма, irrigation depth (mm);  
 T – междуполивен период (в дни), time between two irrigations (days);

разпределението на валежите между съответните две поливки. Неговата продължителност между първата и втората поливка (периода бутонизация – масов цъфтеж) е 15-26 дни, като през последните три години практически съвпада. Времето между поливката, дадена във фаза „масов цъфтеж“, и тази, реализирана през периода на наливане на семената, варира от 12 през 2007 г. до 16-21 дни през останалите години.

Данните за добивите, получени по години при отделните варианти на опита, са систематизирани в таблица 3. Действително за условията на експеримента

изпитаният хибрид дава сравнително високи добиви при неполивни условия, вариращи в интервала 1576-2071 kg/ha, като през екстремната 2007 г., която се характеризира с продължително лятно засушаване, добивът при ненапоения слънчоглед е сравнително по-нисък (1229 kg/ha). Въпреки това, относителните му стойности по години (спрямо вариант 3) варират в тесни граници – от 50,8 до 68,4% (колона 7 на таблица 3) и кореспондират с познатите от литературните източници.

Оптимизирането на почвената влажност през цялата вегетация допринася за съществено

**Таблица 3.** Добив от слънчогледа по варианти и години  
**Table 3.** Yield of sunflowers crop by variants and years

Вариант variant	Добив Yield kg/ha	Спрямо ненапооявания To no irrigated			Спрямо 100% m To optimum irrigated (100% m)			GD (kg/ha)	
		± kg/ha	%	доказаност warranted	± kg/ha	%	доказаност warranted		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2006 година (year)									
1	сух	1576	St.	100,0	St.	- 727	68,4	C	P 5% = 104 P 1% = 140 P 0,1% = 186
2	50% m	1985	+409	126,0	C	- 318	86,2	C	
3	100% m	2303	+727	146,1	C	St.	100,0	St.	
4	150% m	2234	+658	141,8	C	- 69	97,0	n.s.	
2007 година (year)									
1	сух	1229	St.	100,0	St.	- 644	54,0	C	P 5% = 200 P 1% = 277 P 0,1% = 382
2	50% m	1873	+ 644	152,4	C	- 40.1	82,4	C	
3	100% m	2274	+1045	185,0	C	St.	100,0	St.	
4	150% m	2316	+1087	188,4	C	+ 42	101,8	n.s.	
2008 година (year)									
1	сух	2057	St.	100,0	St.	- 962	68,1	C	P 5% = 246 P 1% = 333 P 0,1% = 443
2	50% m	2680	+ 623	130,3	C	- 339	88,8	B	
3	100% m	3019	+ 962	146,8	C	St.	100,0	St.	
4	150% m	2944	+ 887	143,1	C	- 75	97,5	n.s.	
2009 година (year)									
1	сух	1698	St.	100,0	St.	- 1636	50,9	C	P 5% = 262 P 1% = 353 P 0,1% = 471
2	50% m	2911	+1213	171,4	C	- 423	87,3	B	
3	100% m	3334	+1636	196,3	C	St.	100,0	St.	
4	150% m	3149	+1451	185,5	C	- 185	94,5	n.s.	
2010 година (year)									
1	сух	2071	St.	100,0	St.	- 2003	50,8	C	P 5% = 246 P 1% = 332 P 0,1% = 442
2	50% m	3597	+1526	173,7	C	- 477	88,3	C	
3	100% m	4074	+2003	196,7	C	St.	100,0	St.	
4	150% m	4072	+2001	196,6	C	- 2	100,0	n.s.	

\*m – поливна норма (mm), irrigation rate

повишаване и стабилизиране на добивите, като спрямо ненапооявания слънчоглед относителното увеличение е в границите от 46,1 до 96,7%, а разликите са с най-висок ранг на статистическа доказаност. Тези резултати са потвърждение на становището, изказано от редица автори, че слънчогледът реагира много добре на напояване. Това се вижда добре и от резултатите, получени при напояване с намалени норми (вариант 2), когато въпреки навлажняването на по-тънък почвен слой и постоянно нарастващ във времето воден дефицит, допълнителният добив спрямо ненапооявания слънчоглед е значителен (26,0-73,7%) и се доказва статистически през всички опитни години. Все пак, редуцирането на поливната (респективно напоителната) норма с 50% дава негативно отражение върху продуктивността на слънчогледа. Добивът при този вариант, спрямо получения при оптимално напояване, намалява от 17,6% през неблагоприятната 2007 г. до 11,2-13,8% през останалите години, като разликите се доказват статистически през всички опитни години. Тези близки стойности на загубите са доказателство, че въпреки по-малките поливни норми редовното

напояване на слънчогледа в съчетание с валежите създава условия за получаване на високи добиви, като при недостиг на поливна вода и техническа възможност за подаване на поливни норми с размер около 40 mm този поливен режим може да бъде успешно използван в практиката.

В специализираната научна литература се посочва различна дълбочина, на която кореновата система на слънчогледовите растения прониква и проявява значителна активност. Plaut & Grava (1999) са установили, че след изчерпване на леснодостъпната влага в плитките почвени слоеве слънчогледът усвоява цялата достъпна влага на дълбочина до 1,2 m, а според Stone et al. (2002) тази дълбочина е до 3,1 m. Terziev i dr. (2007) и Yanchev i dr. (2011) също считат, че кореновата система на слънчогледа достига до 2,5 m, но уточняват, че най-силна усвояваща способност към хранителни вещества и вода има кореновата маса, разположена в слоя 20–30 cm. Освен това авторите отбелязват, че след съществени валежни количества или след поливка в горния влажен почвен слой се образуват множество активни адвентивни коренчета,



чрез които растенията значително подобряват водния и хранителния си режим. Този факт обяснява в голяма степен добрите резултати, получени при малките поливни норми.

Всяка от поливните норми при варианта, считан в рамките на опита за оптимален (вариант 3), е изчислявана за навлажняване на слоя 0-80 cm, съобразно с конкретните показания за наличната влага непосредствено преди поливката. Вследствие на реализирането на норма 150% (вариант 4) почвата се навлажнява на дълбочина под 1 m, т.е. резултатите при този поливен режим дават отговор на въпроса за дълбочината, на която почвата трябва да се навлажнява при напояване на слънчогледа. В колони 2, 3 и 4 на таблица 3 се вижда, че добивът при напояване с най-голямата поливна норма практически не се променя в сравнение с този при оптимално напояване, като в някои от случаите дори е по-нисък. Тези разлики от -5,5 до +1,8% не се доказват статистически в нито един от случаите, т.е. навлажняването на дълбочина под 80 cm при напояване на слънчогледа чрез реализирането на големи поливни норми – от 100-120 mm и повече, е неоправдано.

В таблица 4 са представени данните в абсолютни и относителни стойности за влиянието на изпитаните поливни режими върху добива средно за

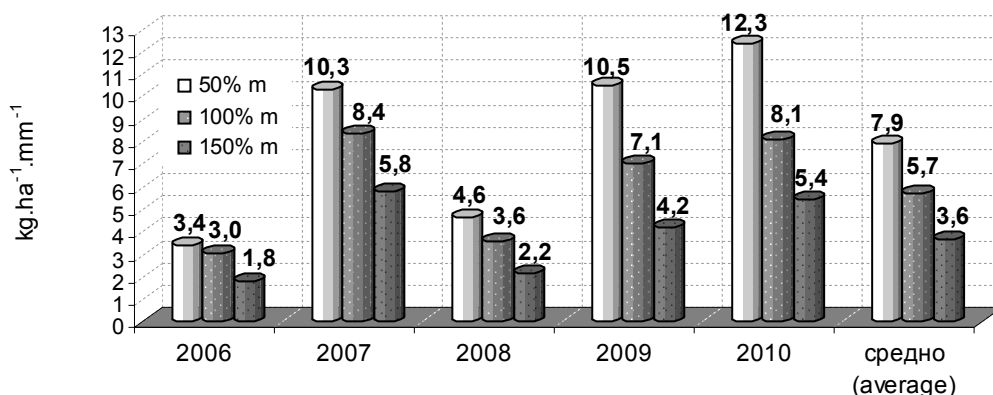
целия опитен период. Същите по категоричен начин утвърждават вариант 3 като оптимален. Вариант 2 може да се реализира при недостиг на поливна вода, като допълнителният добив спрямо неполивния слънчоглед е над 50%, а загубите вследствие на намалената норма са приемливи (13%). Поливен режим, съответстващ на вариант 4, не се препоръчва дори при неограничени водни количества, тъй като не води до повишаване на добива.

Друг важен показател, характеризиращ ефективността на напояването, е продуктивността на напоителната норма, показваща допълнителния добив за 1 mm от напоителната норма и с мярна единица  $kg \cdot ha^{-1} \cdot mm^{-1}$ . Данните по варианти за всички опитни години и средно за експерименталния период са представени нагледно на фиг. 1. Въпреки различията в абсолютните стойности през отделните години, тенденцията е еднопосочна, като най-висока продуктивност има редуцираната наполовина напоителна норма поради високите стойности на допълнителния добив. Обратно, при завишаване на нормата с 50% над оптималната продуктивността ѝ рязко се понижава, тъй като тя не води до получаване на по-висок допълнителен добив от този при оптимално напояване.

Изменението на добива при слънчогледа с нарастване на големината на напоителната норма може

**Таблица 4.** Добив от слънчогледа по варианти средно за 2006-2010 г.  
**Table 4.** Yield of sunflowers crop by variants, average for 2006-2010 period

Варианти Variants	Добив Yield kg/ha	Към вариант 1 To variant 1		Към вариант 3 To variant 3	
		± kg/ha	%	± kg/ha	%
1 Без напояване (without irrigation)	1726	St.	100,0	- 1275	57,5
2 Напояване с (irrigation with) 50% m	2609	+ 883	151,2	- 392	86,9
3 Напояване със (irrigation with) 100% m	3001	+ 1275	173,9	St.	100,0
4 Напояване със (irrigation with) 150% m	2943	+ 1217	170,5	- 58	98,1



**Фиг. 1.** Продуктивност на напоителната норма по варианти  
**Fig. 1.** Irrigation water use efficiency by variants

да се представи графично чрез квадратна зависимост. Същата се получава, като относителните данни за добива (в диапазона 0,0-1,0) и данните за напоителната норма (от 0,0 до 1,5) се обработят по метода на най-малките квадрати. Получената графика представлява крива, съответстваща на уравнение от вида:  $y = ax^2 + bx + c$ , като свободният член на уравнението е относителният добив, получен при неполивни условия. Стойностите на „y“ представляват относителния добив ( $Y_i/Y_0$ ), а „x“ е съответната относителна напоителна норма ( $M_i/M_0$ ). Изходните данни за установяване на параметрите на зависимостта са поместени в таблица 5. Друг еквивалентен начин за представяне на връзката добив–напоителна норма е чрез използване на данните за изменението на допълнителния добив с нарастване на напоителната норма. Тъй като при неполивния вариант няма допълнителен добив, то уравнението е без свободен член и има вида  $y = ax^2 + bx$ . В случая стойностите на „y“ представляват относителния добив ( $\Delta Y_i/\Delta Y_0$ ).

Резултатите по години са представени на фиг. 2, а апроксимацията на всички опитни точки (едновременно) е отразена на фиг. 3. Според двете графики добивът нараства интензивно при изменение на нормата в диапазона 0-0,5, след което интензивността на нарастване намалява и при норма 1,0 спира. При нарастването й до около 1,3 добивът се задържа на същото положение, след което започва постепенно да намалява. Според кривата на фиг. 3 при норма 0,75 може да се получи около 95% от максималния добив. Всички криви осредняват съответстващите им опитни точки при много висок коефициент на детерминация (таблица 6).

На фигури 4 и 5 е представена графично зависимостта между допълнителния добив и напоителната норма, съответно по години и на база обобщените за целия период данни.

Аналогично на първия случай и тук относителният допълнителен добив нараства с нарастване на нормата до 1,00. В диапазона 0,75-1,00 нарастването се забавя,

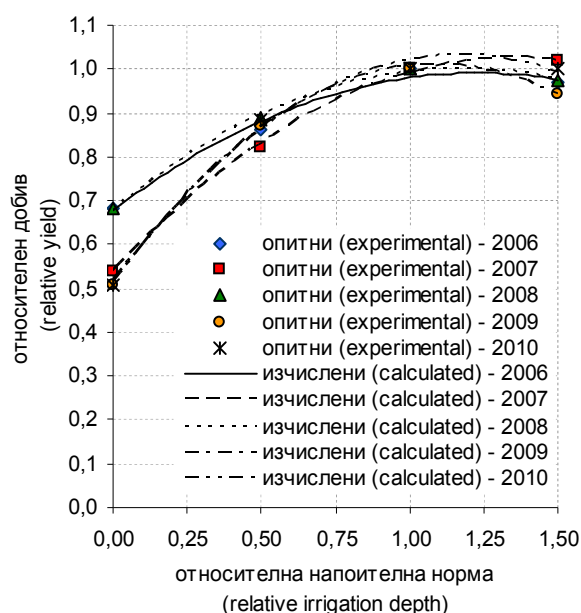
**Таблица 5.** Изходни данни за определяне на връзката добив–напоителна норма  
**Table 5.** Source data to determine the relationship Yield–irrigation depth

Вариант Variant	Година Year	$\frac{M_i}{M_0}$	$\frac{Y_i}{Y_0}$	$\frac{\Delta Y_i}{\Delta Y_0}$	Година Year	$\frac{M_i}{M_0}$	$\frac{Y_i}{Y_0}$	$\frac{\Delta Y_i}{\Delta Y_0}$
Сух (no irrigation)	2006	0,00	0,6843	0,0000	2009	0,00	0,5093	0,0000
50%m		0,50	0,8619	0,5626		0,50	0,8731	0,7414
100%m		1,00	1,0000	1,0000		1,00	1,0000	1,0000
150%m		1,50	0,9700	0,9051		1,50	0,9445	0,8869
Сух (no irrigation)	2007	0,00	0,5405	0,0000	2010	0,00	0,5083	0,0000
50%m		0,50	0,8237	0,6163		0,50	0,8829	0,7619
100%m		1,00	1,0000	1,0000		1,00	1,0000	1,0000
150%m		1,50	1,0185	1,0402		1,50	0,9995	0,9990
Сух (no irrigation)	2008	0,00	0,6814	0,0000	средно (average)	0,00	0,5751	0,0000
50%m		0,50	0,8877	0,6476		0,50	0,8694	0,6925
100%m		1,00	1,0000	1,0000		1,00	1,0000	1,0000
150%m		1,50	0,9752	0,9220		1,50	0,9807	0,9545

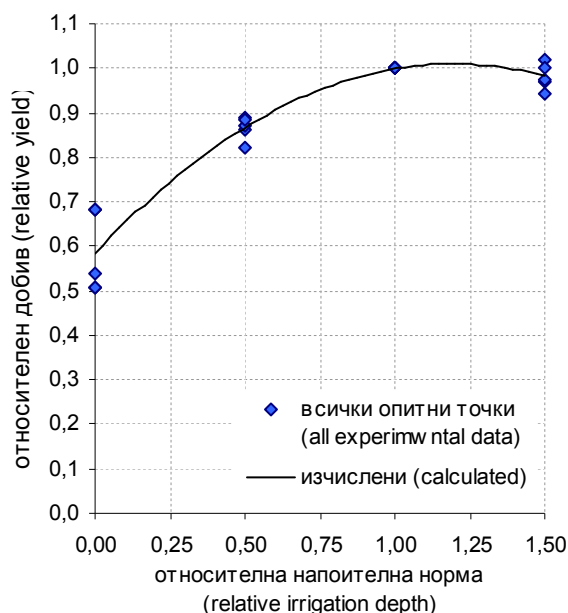
$\Delta Y$  – допълнителен добив (additional yield);  $M_i/M_0$  – относителна напоителна норма (relative irrigation depth);  $Y_i/Y_0$  – относителен общ добив (relative yield);  $\Delta Y_i/\Delta Y_0$  – относителен допълнителен добив (relative additional yield)

**Таблица 6.** Параметри на зависимостта между добива и напоителната норма при слънчогледа  
**Table 6.** Parameters of relation Yield–irrigation depth for sunflower

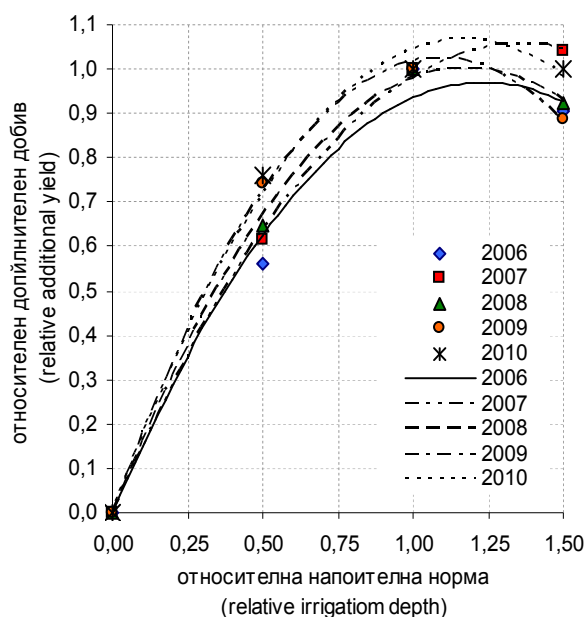
Година	Уравнение на кривата Curve equation	R <sup>2</sup>	Година	Уравнение на кривата Curve equation	R <sup>2</sup>
Връзка „Добив–напоителна норма“ (Relation “Yield–irrigation depth”)					
2006	$Y = -0.208x^2 + 0.510x + 0.678$	0.986	2009	$Y = -0.419x^2 + 0.915x + 0.512$	0.999
2007	$Y = -0.265x^2 + 0.719x + 0.538$	0.999	2010	$Y = -0.375x^2 + 0.881x + 0.515$	0.994
2008	$Y = -0.231x^2 + 0.546x + 0.679$	0.999	общо	$Y = -0.300x^2 + 0.714x + 0.584$	0.935
Връзка „Допълнителен добив–напоителна норма“ (Relation “Additional yield–irrigation depth”)					
2006	$Y = -0.636x^2 + 1.572x$	0.986	2009	$Y = -0.860x^2 + 1.878x$	0.999
2007	$Y = -0.571x^2 + 1.553x$	0.999	2010	$Y = -0.778x^2 + 1.823x$	0.994
2008	$Y = -0.718x^2 + 1.697x$	0.998	общо	$Y = -0.713x^2 + 1.704x$	0.986



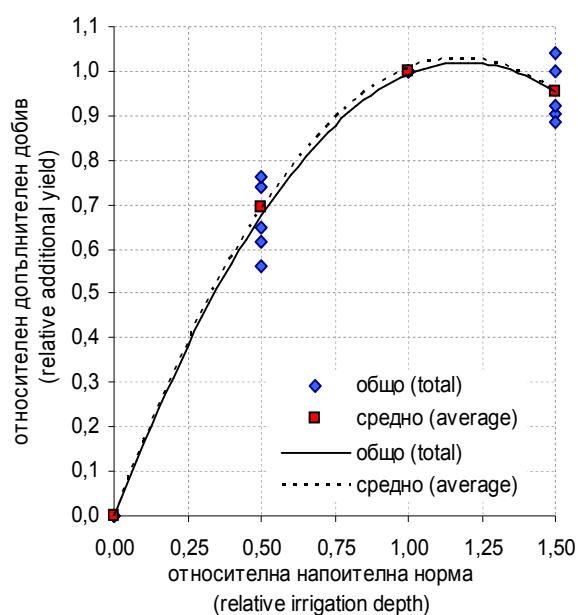
**Фиг. 2.** Връзка добив-напоителна норма – по години  
**Fig. 2.** Relation Yield-irrigation depth – by years



**Фиг. 3.** Връзка добив-напоителна норма – общо  
**Fig. 3.** Relation Yield-irrigation depth – total



**Фиг. 4.** Допълнителен добив-напоителна норма – по години  
**Fig. 4.** Additional yield-irrigation depth – by years



**Фиг. 5.** Допълнителен добив-напоителна норма – общо  
**Fig. 5.** Additional yield-irrigation depth – total

като според графиката през последните две експериментални години максимален добив се достига още в диапазона 80-85%. Координатите на едноименните точки, изграждащи кривите за отделните опитни години, се различават с не повече от 10% по отношение на ординатата. Това говори за наличието на определена

степен на влияние на конкретния поливен режим върху размера на относителния добив. Всички криви от фигури 4 и 5 осредняват съответните им експериментални точки при изключително висок коефициент на детерминация  $R^2 > 0,98$ . Уравненията на кривите, описващи връзката допълнителен добив-напоителна норма и съответстващите им стойности на R, са нанесени в таблица 6.

### ИЗВОДИ

1. За условията на Пловдив слънчогледът дава максимален добив при поддържане на почвената влажност над 75% от ППВ за слоя 0-80 см от началото на вегетацията до приключване на периода на наливане на семената (включително). Този поливен режим се осъществява чрез 2-3 поливки с поливна норма 80 mm и напоителна норма 160-240 mm, като в резултат на това добивът спрямо ненапоивания слънчоглед се увеличава с от 46 до 97% (средно 74%).
2. Редуцирането на поливните норми с 50% води до загуби на добив от 11 до 18%, но като се имат предвид високите стойности на допълнителния добив спрямо ненапоивания слънчоглед (средно 51,2%), този поливен режим може да се прилага в условията на ограничени водни ресурси. При този вариант продуктивността на напоителната норма е най-висока – средно 7,9 kg·ha<sup>-1</sup>·mm<sup>-1</sup>.
3. Не се препоръчва напояване с норма, по-голяма от оптимално определената в настоящия експеримент, тъй като това не води до увеличаване на добива. Продуктивността на поливната вода при норма 150% е най-ниска – 3,6 kg·ha<sup>-1</sup>·mm<sup>-1</sup>.
4. Изменението на относителния добив с нарастване на относителната напоителна норма може да се изрази чрез квадратно уравнение при R<sup>2</sup>>0,9.

### LITERATURA

- Delibaltov, Y. et al.*, 1973. Vliyanie na napoyavaneto i toreneto varhu kolichestvoto i kachestvoto na slanchogleda. – *Rastenievadni nauki*, 7, (57–68).
- Mihov, I.*, 1974. Varhu polivnia rezhim na slanchogleda pri usloviyata na Yugoiztochna Bulgaria. – *Rastenievadni nauki*, 3, (99–109).

- Terziev, Zh., B. Yankov, H. Yancheva, R. Ivanova, I. Yanchev, I. Dimitrov, T. Georgieva, T. Kolev*, 2007. *Rastenievadstvo*, Akademichno izdatelstvo na AU – Plovdiv (240-250).
- Yanchev, I., H. Kirchev, V. Delibaltova, Zh. Todorov, A. Sevov*, 2011. *Rakovodstvo za uprazhnenia po rastenievadstvo na tropika i subtropika*. Akademichno izdatelstvo na AU – Plovdiv (s. 96).
- Berglund, Duane R.*, 2003. *Irrigated Sunflower*; NDSU Extension Agronomist, retired.
- Hang, A. N., D. W. Evans*, 1985. Deficit Sprinkler Irrigation of Sunflower and Safflower. – *Agron. J.*, 77: (588-592).
- Plaut, Z., A. Grava*, 1999. Response of Sunflowers to Quantities of Irrigation Water, Irrigation Regimes and Salinities in the Water and Soil. – *Journal of Crop Production: agricultural management in global context*, 2, Issue: 2, (299-315).
- Stone, L. R., D. E. Goodrum, A.J. Schlegel, M.N. Jaafar, A.H. Khan*, 2002. Water Depletion Depth of Grain Sorghum and Sunflower in the Central High Plains. – *Agronomy Journal*, 94, 4, (936-943).

Статията е приета на 20.09.2012 г.  
Рецензент – доц. д-р Танко Колев  
E-mail: tanko.kolev@abv.bg