



Аграрен университет – Пловдив, Научни трудове, т. LIX, кн. 4, 2015 г.
Юбилейна научна конференция с международно участие
Традиции и предизвикателства пред аграрното образование, наука и бизнес
Agricultural University – Plovdiv, Scientific Works, vol. LIX, book 4, 2015
Jubilee Scientific Conference with International Participation
Traditions and Challenges of Agricultural Education, Science and Business



**ВЛИЯНИЕ НА ПОЛИВНИЯ РЕЖИМ ВЪРХУ ФОТОСИНТЕТИЧНИЯ
ПОТЕНЦИАЛ НА ГРАДИНСКИ ФАСУЛ
INFLUENCE OF THE IRRIGATION REGIME ON THE PHOTOSYNTHETIC
POTENTIAL OF FRENCH BEANS**

Радост Калайджиева, Велика Кунева, Александър Матов*
Radost Kalaydjieva, Velika Kuneva, Alexander Matev*

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

*E-mail: sa6_m@abv.bg

Abstract

The aim of the study was to establish the influence of the pre-irrigation soil moisture on the photosynthetic potential (FSP) of French beans. The experiment was conducted during the 2010–2012 period in the experimental field of the Agricultural University – Plovdiv. The variants of the experiment were as follows: 1) without irrigation; 2) irrigation at 60% of FC (field capacity); 3) irrigation at 70% of FC; 4) irrigation at 80% of FC; 5) irrigation at 90% of FC. The dynamics of the FSP formation, the values for ten-day periods, for the phenophases and in total for the entire growing season were established. The results showed that during the three experimental years the highest total values of PSP were reported for variants 4 and 5, indicating that for the normal development of the beans leaf apparatus, soil moisture should not fall below 80% of FC throughout the growing season. There exists a linear relationship between the seasonal value of FSP and the seasonal evapotranspiration (ET). It is expressed by the following equations: $FSP = 374.5 ET - 4680.2$ and $ET = 0.002 FSP + 69.455$. In both cases the equations approximated the experimental points at $R^2 = 0.804$.

Key words: photosynthetic potential, irrigation regime, irrigation, French beans.

ВЪВЕДЕНИЕ

Ролята на листата като основни асимилиращи органи има изключително голямо значение, тъй като над 90–95% от биологичния добив се създава в процеса на фотосинтезата (Nikolov, 1973). От размера на листната площ, бързината на нейното формиране и продължителността на работата в голяма степен зависи размерът на биологичния и стопанския добив (Chervenкова et al., 2007; Georgiev, 1998). Пълна представа за величината на фотосинтезиращия листен апарат и продължителността на асимилиращата му дейност дава фотосинтетичният потенциал на посева

(ФСП). Nichiporovich (1961; 1982) предлага той да се отчита в хиляди квадратни метра листодни на хектар (декар) като сума от денонощните стойности на листната площ за един хектар (декар). За условията на България проучванията относно влиянието на поливния режим върху стойностите на този показател са правени от Nikolov (1973; 1974) за царевицата и за памука и от Matev et al. (2007) за захарното цвекло.

Целта на разработката е да се проучи влиянието на нивото на предполивната влажност върху стойностите на фотосинтетичния потенциал при градински фасул, отгледан в района на Пловдив.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Опитът е проведен през периода 2010–2012 г. в АУ – Пловдив върху алувиално-ливадна почва. Използван е сортът „Страйк“, който е високодобивен, с цилиндрични бобове и е предназначен основно за консервната промишленост. Вариантите на опита са следните: 1) без напояване; 2) напояване при влажност на почвата 60% от ППВ; 3) напояване при влажност на почвата 70% от ППВ; 4) напояване при влажност на почвата 80% от ППВ (оптимален); 5) напояване при влажност на почвата 90% от ППВ. Стойностите на предполивната влажност по варианти са валидни за слоя 0–40 cm и се отнасят за целия вегетационен период.

Напояването е извършвано гравитационно, по къси затворени бразди, като поливните норми са изчислявани за навлажняване на почвата до ППВ на дълбочина до 60 cm. Опитът е залаган по блоковия метод, в четири повторения, с големина на опитните парцели 17,5 m², а на реколтните – 10 m², и схема на засяване 50x5 cm (20 растения на 1 линеен метър). Величината на фотосинтезиращия листен апарат и продължителността на асимилиращата му дейност е изразена чрез фотосинтетичния потенциал на посева (ФСП). Изчислен е като сума на листната повърхност на посева за всеки ден от вегетационния период (Nichiporovich, 1961; 1963; 1982). Отчетен е в квадратни метра листодни на декар. Използвана е формулата

$$FSP = \frac{LA_1 + LA_2}{2} \cdot N$$

където: FSP е фотосинтетичният потенциал;

LA₁ и LA₂ – листната площ съответно в началото и в края на периода на отчитане;

N – броят на дните, за които се изчислява.

Листната площ е установена чрез сканиране на листата на 10 растения от вариант и определяне на площта им посредством специализирана компютърна програма.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Експериментът включва три коренно различни в метеорологично отношение години, в резултат на което стойностите на ФСП по варианти и години са повлияни в значителна степен. Във връзка с това е направена

статистическа оценка на експерименталните години по отношение на валежите и температурната сума за периода май–юли, като са използвани данни за многогодишен период.

Таблица 1. Метеорологични фактори за периода V–VII за района на Пловдив
Table 1. Meteorological factors (for the period May–July) in Plovdiv region

Фактор		Средно/Average	2010	2011	2012
ΣN	mm	170.2 mm (за 101 г./for 101 years)	197.8	96.9	205.6
	P %		24.8	89.2	23.5
ΣT°	°C	1910 C (за 101 г./for 101 years)	1960	1993	2089
	P %		30.4	21.6	4.9

*ΣN – паднали валежи; ΣT – температура; P% – обезпеченост на метеорологичния фактор

Първата опитна година е средно влажна, с обезпеченост 24.8% и сума на валежите 197.8 mm. През тази година същите обезпечават растенията до фаза бутонизация. През периода на цъфтеж и начало на формиране на бобовете валежите са незначителни, а падналите над 100 mm в края на беритбения период са без агрономическо значение. Подобно е разпределението на вегетационните валежи и през 2011 г., когато над 50% от тях падат до началото на репродуктивния период. По време на цъфтежа е налице засушаване, а падналите в края на вегетацията около 40 mm са също така неефективни. Годината се характеризира като суха, с обезпеченост 89.2%. Третата опитна година (2012) е средно влажна, с обезпеченост 23.5%, но 98% от валежите падат в началния етап от развитието на културата и поддържат почвената влажност в оптимални граници до фаза “бутонизация”.

Сумата на средноденонощната температура на въздуха за периода май–юли през първата опитна година е 1960°C, през втората – 1993°C, а през третата е в размер на 2089°C. Обезпечеността е съответно 30.4%, 21.6% и 4.9%, т.е. първите две години са средно топли, а третата е топла.

Динамика на формиране на ФСП

Поливният режим влияе съществено върху размера на листната площ при фасула, като това влияние е налице и през трите опитни години – твърде различни в метеорологично отношение. Тъй като фотосинтетичният потенциал се определя на база на стойностите на листната площ, би следвало и той да бъде също така повлиян от степента на водообезпеченост на растенията. Неговото формиране в зависимост от предполивната влажност е представено нагледно (по години) на фигури 1, 2 и 3, а в таблица 2 са нанесени по периоди стойностите на ФСП за всички варианти и опитни години.

Поради сравнително благоприятното разпределение на валежите ходът на формиране на ФСП при поддържане на различна предполивна влажност през първата опитна година е сходен, като все пак допускането на воден дефицит при неполивния вариант и тези, напоявани при 60 и 70% от ППВ, дава отражение върху стойностите по декади. Със значително по-висок

ФСП (особено през периода на плодобразуването) се отличават вариантите, напоявани при 80 и 90% от ППВ.

Таблица 2. Фотосинтетичен потенциал (m^2 листодни/da) по десетдневки на посев от градински фасул по години в зависимост от поливния режим

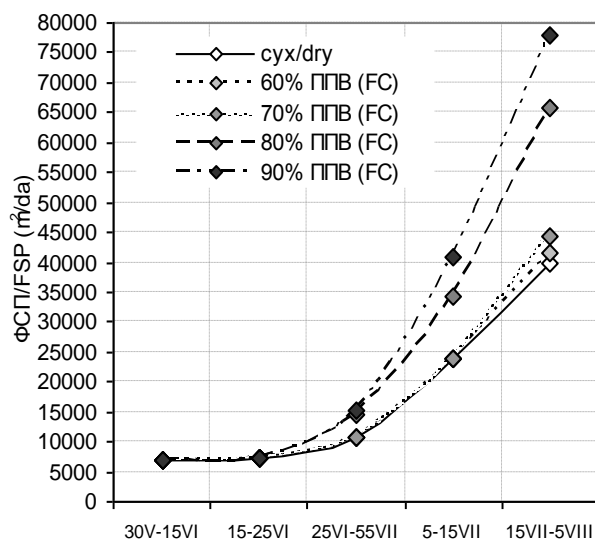
Table 2. FSP of french beans by decades depending on the irrigation regime (m^2 /da-day)

Период/ Period	Дни/ Days	Варианти/Variants				
		1	2	3	4	5
2010						
30V-15VI	16	6936	6936	6936	6936	6936
15-25VI	10	7230	7230	7230	7230	7230
25VI-05VII	10	10 710	10 710	10 710	14 680	15 268
5-15VII	10	23 922	23 922	23 922	34 390	40 694
15VII-5VIII	11	39 772	41 424	44 167	65 815	77 909
2011						
20-30V	10	2144	2144	2144	2144	2416
30V-10VI	11	6118	6118	6118	8725	10 822
10-20VI	10	8380	8380	8380	18 000	20 634
20-30VI	10	8562	8562	12 576	28 070	30 086
30VI-10VII	10	14 086	16 530	27 134	45 542	46 272
10-20VII	10	19 654	26 966	39 880	60 938	60 080
2012						
20-30V	10	4202	4202	4202	4202	4202
30V-10VI	11	8829	8829	8829	8829	8829
10-20VI	10	12 920	12 920	12 920	12 920	16 968
20-30VI	10	14 354	14 354	14 354	25 718	32 224
30VI-10VII	10	13 286	13 286	18 882	36 576	48 688
10-20VII	10	11 076	18 382	24 600	41 366	62 448

През втората експериментална година (в сравнение с предходната) засушаването увеличава разликата между отделните варианти, като в същото време в резултат на падналите през първата и втората декада на юли валежи стойностите при предполивна влажност 80% ППВ стават на практика равни с тези при по-високата влажност (90% ППВ).

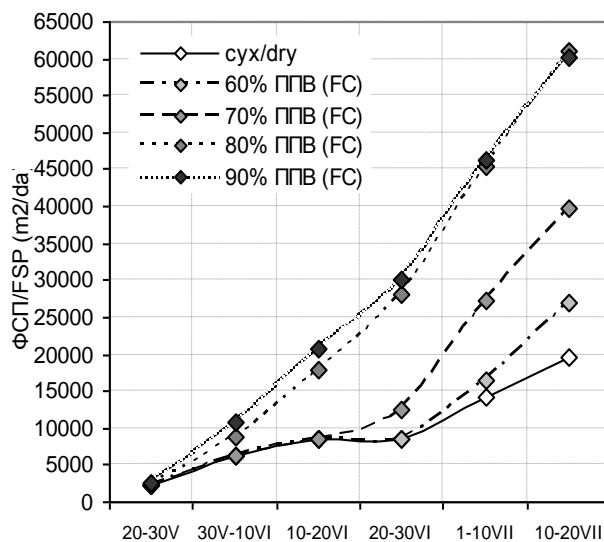
Екстремните условия през третата опитна година (2012) оказват отрицателно влияние и върху формирането на ФСП дори при считания за оптимален вариант (80% ППВ). Единствено при поддържането на 90% ППВ поради честите поливки стойностите на показателя по декади остават сравнително високи и съизмерими с установените през предходната година.

При неполивни условия, след втората десетдневка на юли, когато на практика вече е изчерпана леснодостъпната почвена влажност, натрупана вследствие на валежите през първата и втората десетдневка на месеца, ФСП започва постепенно да намалява.



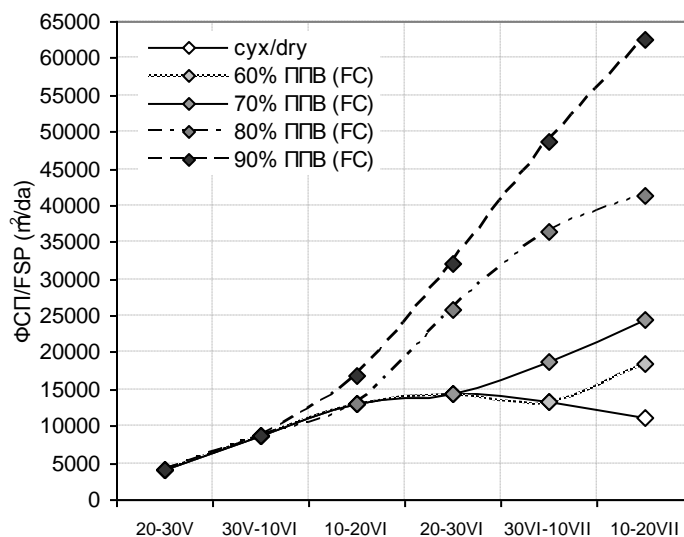
Фиг. 1. Формиране на ФСП в зависимост от предполивната влажност през 2010 г.

Fig. 1. Trend of FSP depending on pre-irrigation soil moisture during 2010



Фиг. 2. Формиране на ФСП в зависимост от предполивната влажност през 2011 г.

Fig. 2. Trend of FSP depending on pre-irrigation soil moisture during 2011



Фиг. 3. Формиране на ФСП в зависимост от предполивната влажност през 2012 г.

Fig. 3. Trend of FSP depending on pre-irrigation soil moisture during 2012

Сумарен ФСП

В таблица 3 са нанесени стойностите на сумарния ФСП общо за всички варианти – по години и средно. Напояването при предполивна влажност 60% ППВ води до незначително увеличаване на ФСП – от 2% през по-влажната 2010 г. до 11–17% през по-неблагоприятните 2011 и 2012 г. Основната причина е достигането на заложената предполивна влажност почти в края на вегетацията, поради което влиянието на реализираната поливка (въпреки по-голямата поливна норма) върху стойностите на показателя е слабо.

При този вариант, в сравнение със заложената като оптимален (вариант 4), формираният за 60 дни ФСП е средно 54,7%, като дори през най-благоприятната от трите опитни години (2010) достига едва 70% от еталона. Поддържането на по-висока предполивна влажност при вариант 3 (70% от ППВ) води до по-съществено нарастване на ФСП, но в сравнение с вариантите 4 и 5 то е твърде малко – средно 28,7% (от 5 до 63%). Отнесени към стойностите при вариант 4, те отново са много ниски – средно 64,7%. Тези резултати в голяма степен дават обяснение за незадоволителните добиви при този и при предходния вариант.

И през трите опитни години най-високи сумарни стойности на ФСП са установени при вариантите 4 и 5, което по безспорен начин показва, че за нормалното развитие на листния апарат при градинския фасул почвената влажност не трябва да спада под 80% от ППВ през цялата вегетация. Спрямо отчетения при ненапоявания фасул средно за трите години ФСП при тези два варианта е съответно 2 и 2.3 пъти по-голям. Честите поливки за поддържане

на почвената влажност над 90% от ППВ (вариант 5) смекчават отрицателното въздействие на високите температури и ниската атмосферна влажност в приземния слой на въздуха, което наред със създадения благоприятен воден и хранителен режим е предпоставка за интензивно листообразуване и натрупване на биомаса. Въпреки това разликата в стойностите на сумарния ФСП спрямо напоявания при 80% от ППВ фасул са твърде малки, с изключение на екстремната 2012 г., когато същата е 34% и се дължи на по-горе посочените причини.

Таблица 3. Сумарен фотосинтетичен потенциал на градинския фасул по варианти, години и средно за опитния период

Table 3. Seasonal FSP of french beans by variants, years and average for all experimental period

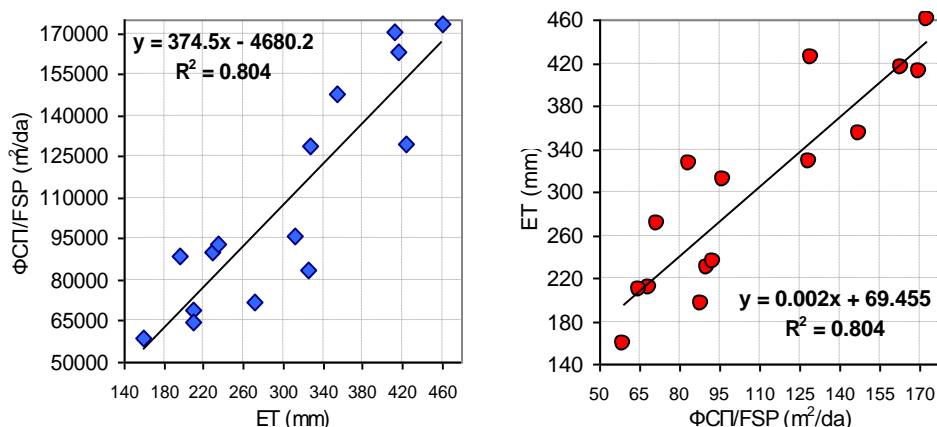
Вариант Variant	ФСП/ FSP m ² /da	към вариант 1/ to variant 1		към вариант 4/ to variant 4		ФСП/ FSP m ² /da	към вариант 1 to variant 1		към вариант 4 to variant 4	
		±	%	±	%		±	%	±	%
2010 за 57 дни (for 57 days)						2011 за 61 дни /for 61 days/				
1	88570	St.	100,0	-40482	68,6	58944	St.	100,0	-104475	36,1
2	90222	1652	101,9	-38829	69,9	68700	9756	116,6	-94720	42,0
3	92965	4396	105,0	-36086	72,0	96232	37288	163,3	-67188	58,9
4	129051	40482	145,7	St.	100,0	163419	104475	277,2	St.	100,0
5	148037	59467	167,1	18985	114,7	170309	111365	288,9	6890	104,2
2012 за 61 дни (for 61 days)						средно/average 2010–2012 (for 60 days)				
1	64667	St.	100,0	-64944	49,9	70727	St.	100,0	-69967	50,3
2	71973	7306	111,3	-57638	55,5	76965	6238	108,8	-63729	54,7
3	83787	19120	129,6	-45824	64,6	90995	20268	128,7	-49699	64,7
4	129611	64944	200,4	St.	100,0	140694	69967	198,9	St.	100,0
5	173359	108692	268,1	43748	133,8	163902	93175	231,7	23208	116,5

Тъй като листата са основните изпаряващи вода органи в растителния организъм, би следвало размерът на листната площ (респективно ФСП) да има решаващо значение за интензивността на евапотранспирацията и нейните сумарни стойности. Като са използвани данните за двата показателя (ЕТ и ФСП), при всички варианти (от 1 до 5) е установена линейна зависимост между тях при $R^2 = 0.804$ (фиг. 2). Освен че тази зависимост е потвърждение на казаното по-горе, представените на двете графики линейни уравнения може да послужат за изчисляване на приблизителните стойности на сумарната ЕТ при градинския фасул по данни за ФСП, и обратно.

Формиране на ФСП по периоди

За установяване на ФСП по периоди вегетационният период на фасула е разделен, както следва: I период – до бутонизация; II период – от

бутонизация до първи завръз; III период – от първи завръз до края на беритбения период. Данните (по години и средно) са представени в таблица 4. През вегетативния период, който има най-голяма продължителност, абсолютните стойности на показателя при отделните варианти са в зависимост това дали са реализирани поливки, тъй като през тази част от вегетацията водоразходът е все още нисък и наличната почвена влажност в голяма степен обезпечава растенията. В този смисъл показателна е 2012 г., когато през първия период е напояван само вариант 5 и промени в ЛП и ФСП са отчетени само при него. През първите две опитни години до бутонизацията не са напоявани само вариантите 2 и 3, поради което в зависимост от степента на водообезпеченост са отчетени различни стойности на ФСП. През втория период, който е много къс като продължителност (10-12 дни), обикновено първа поливка получава вариант 3.



Фиг. 2. Зависимост между сумарния ФСП и сумарната ET
Fig. 2. Relationship between seasonal FSP and seasonal ET

През третия период, когато листната площ достига максимални стойности в условията на високо напрежение на метеорологични фактори, се реализират поливки при всички варианти на опита. По отношение на абсолютните стойности тенденциите, установени при сумарния ФСП, се запазват и през отделните подпериоди, като с напредването на вегетацията разликите между отделните варианти се увеличават.

През по-благоприятната в метеорологично отношение 2010 г. при всички варианти на опита относителният дял на ФСП, формиран през първия период, е най-малък по отношение на сумарния за цялата вегетация (12-18% и средна ЛП за 1 денонощие 340–360 m²/da). През втората опитна година при вариантите 1 и 2 се наблюдава по-интензивно листообразуване през първия период в сравнение с втория, в резултат на което ФСП е по-голям (съответно 24,0 и 20,6%). Основната причина за това са по-ниските при тези варианти

сумарни абсолютни стойности на ФСП вследствие на нарушеното листообразуване през репродуктивния период. Листната площ средно за едно денонощие нараства от 283 (при вариантите 1, 2 и 3) до 469 и 554 m²/da (съответно за вариантите 4 и 5).

През екстремната 2012 г. първият период преминава в условията на благоприятно естествено влагообезпечаване на растенията, поради което ФСП по варианти не се различава съществено, като средноденонощната ЛП е 630-720 m²/da (таблица 5). Относителните стойности на ФСП за този период обаче се различават съществено поради рязката промяна на условията на средата през следващите два периода и приложения поливен режим. С подобряване на водообезпечеността на растенията същите намаляват поради значителното повишение на абсолютните сумарни стойности.

Таблица 4. Формиране на ФСП по периоди
Table 4. FSP formation by periods

Година/ Year	Вариант/ Variant	I период/period		II период/period		III период/period	
		m ² /da	%	m ² /da	%	m ² /da	%
2010	1	16308	18.4	18137	20.5	54125	61.1
	2	16308	18.1	18137	20.1	55777	61.8
	3	16308	17.5	18137	19.5	58520	62.9
	4	17102	13.3	25500	19.8	86449	67.0
	5	17220	11.6	28492	19.2	102325	69.1
2011	1	14128	24.0	11076	18.8	33740	57.2
	2	14128	20.6	11076	16.1	43496	63.3
	3	14128	14.7	15090	15.7	67014	69.6
	4	23469	14.4	33470	20.5	106480	65.2
	5	27682	16.3	36276	21.3	106352	62.4
2012	1	23367	36.1	14067	21.8	27233	42.1
	2	23367	32.5	14067	19.5	34539	48.0
	3	23367	27.9	14067	16.8	46353	55.3
	4	23367	18.0	23158	17.9	83086	64.1
	5	26605	15.3	29173	16.8	117581	67.8
Средно Average	1	17934	25.4	14427	20.4	38366	54.2
	2	17934	23.3	14427	18.7	44604	58.0
	3	17934	19.7	15765	17.3	57296	63.0
	4	21313	15.1	27376	19.5	92005	65.4
	5	23835	14.5	31314	19.1	108752	66.4

През втория период отново се формира значителен процент от ФСП при вариантите 1 и 2, като това става за сметка на ФСП през третия период. Като цяло разликите между отделните варианти през тази част от вегетацията не са много големи, най-вече поради малката му продължителност. Относителните стойности на ФСП през този кратък период

(10-12 дни) са показателни за интензивността на формиране на листния апарат при фасула, а абсолютните са отражение на приложения поливен режим (общо през първия и втория период) и метеорологичните условия. Средно за трите опитни години през втория период (бутонизация–първи завръз) се формира около 1/5 от сумарния ФСП на градинския фасул. През тази част от вегетацията на фасула средната ЛП за денонощие варира в широки граници – от 1000 до 3000 m²/da и, както се вижда от таблицата, въздействието на поливния режим е много силно изразено, като в същото време се запазва и влиянието на условията на отглеждане през предходния период.

Таблица 5. Средни денонощни стойности на ФСП по периоди
Table 5. Average daily values FSP by periods

Вариант/ Variant	Периоди/Periods			Средно/ Average m ² /da	Периоди/Periods			Средно/ Average m ² /da
	I	II	III		I	II	III	
	m ² /da	m ² /da	m ² /da		m ² /da	m ² /da	m ² /da	
2010				2011				
1	340	1511	2082	1030	283	923	1687	719
2	340	1511	2145	1049	283	923	2175	838
3	340	1511	2251	1081	283	1258	3351	1174
4	356	2125	3325	1501	469	2789	5324	1993
5	359	2374	3936	1721	554	3023	5318	2077
2012				средно/average 2010-2012				
1	632	1407	1602	1010	399	1312	1827	919
2	632	1407	2032	1125	399	1312	2124	1000
3	632	1407	2727	1309	399	1433	2728	1182
4	632	2316	4887	2025	474	2489	4381	1827
5	719	2917	6917	2709	530	2847	5179	2129

Интензивността на натрупване на листна маса и площ през третия подпериод продължава да нараства и при всички варианти и години заема най-голям относителен дял в сумарния ФСП.

Поддържането на оптимален водно-въздушен режим в активния почвен слой на фасула през тази част от вегетацията изравнява относителните стойности на показателя, независимо от характера на годината. Същите са в границите 64-67% при предполивна влажност 80% ППВ и 62–69% при предполивна влажност 90% ППВ, което означава, че около 2/3 от ФСП на оптимално напоявания градински фасул се формира през периода на образуване и нарастване на бобовете.

Значително е предимството на тези два варианта и по отношение на средните денонощни стойности – съответно 4381 (от 3325 до 5324 m²/da) и 5179 m²/da (от 3936 до 6917 m²/da).

При сравнение между отделните варианти на опита тези с поддържане на по-ниска предполивна влажност (варианти 2 и 3) са повлияни

силно от условията на годината и стойностите варират в по-големи граници. Най-силно е варирането при ненапооявания фасул – от 42 до 61%.

ИЗВОДИ

1. Нивото на предполивната влажност оказва съществено влияние върху интензивността на нарастване на листната площ при фасула, а от там – и върху стойностите на фотосинтетичния потенциал (в динамика, по периоди и сумарно за цялата вегетация). Спрямо ненапооявания фасул, напоояваният при предполивна влажност 60% от ППВ формира средно с 9% по-голям сумарен ФСП. Напоояването при 70% от ППВ осигурява нарастване на ФСП с 29%, а поддържането на оптимална почвена влажност през цялата вегетация (над 80% от ППВ) го удвоява.

2. С подобряване на водния режим на растенията чрез повишаване на нивото на предполивната влажност относителният дял ФСП, формиран през вегетативния период, намалява от 25% при неполивни условия до 15% при оптимално напоояване. Това се дължи на значителното нарастване на абсолютните му стойности при оптимизиране на почвената влажност. Поради малката продължителност на периода от бутонизация до първи завръз относителният дял на ФСП е приблизително еднакъв при всички поливни режими (17-20%), но с подобряване на водообезпечеността абсолютните му стойности може да нараснат с над 2 пъти (варианти 4 и 5 спрямо вариант 1). През третия период (до последна беритба) се формира основната част от ФСП на градинския фасул, независимо от поливния режим (от 54% при неполивни условия до 65–66% при оптимално напоояване). При абсолютните стойности нарастването е с 2,5–3,0 пъти.

3. Съществува линейна зависимост между абсолютните стойности на сумарния ФСП и сумарната евапотранспирация при $R^2 = 0,804$.

REFERENCES

Georgiev, G., A. Matev, 1998. Vliyanie na listnata plosht varhu dobiva na zarno ot soyata. SSA – Nauchni trudove, 5, 1, pp. 136–137.

Matev, A., Z. Chervenкова, Hr. Kirchev, G. Gotsis, 2007. Fotosintetichen potentsial na zaharnoto tsvetlo v zavisimost ot vodoobezpechenostta. Sbornik dokladi, IRGR – Sadovo, 2-3, pp. 555-557.

Nikolov, G., 1973. Formirane na fotosintetichniya potentsial na napoyavaniya tsarevichen posev v zavisimost ot nyakoi meropriyatiya na agrotehnicheskiya kompleks. Rasteniyevadni nauki, 2, pp. 23-35.

Nikolov, G., 1974. Fotosintetichen potentsial na napoyavaniya pamuk. Rasteniyevadni nauki, 6, pp. 25-34.

Nichiporovich, A., 1961. Fotosinteticheskaya deyatelnosty rasteniy v posevah. Izd. AN SSSR, Moskva.

Nichiporovich, A., 1982. Sbornik "Fiziologiya fotosinteza". Pp. 7–13.

Nichiporovich, A., 1963. Fotosinteticheskaya deyatelnosty rasteniy v posevah. Izd. AN SSSR, Moskva.

Chervenkova, Z., A. Matev, Hr. Kirchev, G. Gotsis, 2007. Formirane na listnata plosht na zaharnoto tsveklo v zavisimost ot vodoobezpechenostta. Sbornik dokladi, IRGR – Sadovo, 2-3, pp. 551-554.

*Kalaydjieva, R., A. Matev, Zl. Zlatev, 2015. Influence of irrigation regime on the leaf area and leaf area index of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Emirates Journal of Food and Agriculture, vol. 27, 2, pp. 171–177.*