

## ХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ ДОБИВИ ОТ БЪЛГАРСКИ ГЕНОТИПИ ПОЛСКИ ФАСУЛ, ОТГЛЕЖДАНИ ПРИ ПОЛИВНИ И НЕПОЛИВНИ УСЛОВИЯ

ВЛАДИМИР КРЪСТЕВ, РАДОСТ КАЛАЙДЖИЕВА, АЛЕКСАНДЪР МАТЕВ\*, ДОЧКА ДИМОВА,  
ДИЯНА СВЕТЛЕВА

*Аграрен университет, Пловдив*

\*E-mail: sa6\_m@abv.bg

### Characterization of the Obtained Yields from Bulgarian Common Bean Genotypes, Grown in Irrigated and Non-irrigated Conditions

V. Krastev, R. Kalaydjieva, A. Matev\*, D. Dimova, D. Svetleva  
*Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria*

#### Abstract

Studies were carried out three years (2011 – 2013) to establish the effect of irrigation on the yield of formation in the common beans. The studies were carried out in 10 stable mutant lines (M<sub>20</sub>-generation) and 10 cultivars of common beans. Very well expressed positive effect of irrigation was found for the tested mutant lines № 5/D2-0.0062 M EMS and № 6/D2-0.0125 M EMS. Mutant line № 10/D2-0.0031 M NEU poorly responds to irrigation and average increasing in yield, as a result of it, is 15.4%. Most substantial relative increase in yields, after irrigation of the tested common bean cultivars, settled in the cultivars Plovdiv 2, Plovdiv 10 and Plovdiv 564.

Very weak effect of irrigation was reported in cultivar Plovdiv 15 M, in which the yield increased only by 6 – 9%. Interest to the breeding programmes represent mutant lines № 5/D2-0.0062 M EMS, № 6/D2-0.0125 M EMS and cultivars – Plovdiv 2, Plovdiv 10 and Plovdiv 564 they show high productivity without irrigation, but by irrigation conditions the yield may increase to 20 – 90%.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., yield, irrigation, drought tolerance

Научните изследвания по отношение на напояването на фасула в България са започнали през 70-те и 80-те години на миналия век. Резултатите по отношение реакцията на културата при различна интензификация на фактора напояване показват, че за условията на нашата страна той увеличава добивите с 30 – 50% в зависимост от условията на годината. Необходимостта на фасула от вода нараства от фаза бутонизация до образуване на бобовете Витков (1974). Потвърждение за положителното влияние на напояването върху продуктивността на фасула е направено от редица чуждестранни автори въз основа на проведени голям брой изследвания в различни точки на света и при различни почвени и климатични условия (El-Shamma et al., 2000; Erdem et al., 2006; Jadoski et al., 2003; Köksal et al., 2008 и др.). Поради съществените различия в усло-

вията на отглеждане данните за влиянието на напояването върху добива варират в широки граници. То е свързано с промените в темпа на развитие на растенията (листната площ, височина на стъблото, брой на разклоненията и др.) и в следствие с параметрите, характеризиращи отделните му структурни елементи (Jara et al., 1988; Isk et al., 2004; El-Noemani et al., 2010). Оптимално напояваните растения са значително по-високи и с много по-голяма листна площ (Sadek et al., 2002). Повечето от авторите отчитат увеличаване броя на бобовете и тяхната едрина, както и броя на зърната в един боб (Mehta et al., 1987; Stone et al., 1988). Нараства значително делът на напълно развитите бобове в сравнение с недоразвитите (De Pascale & Sifola, 1995). Степента на влияние на напояването върху растежа, развитието и структурните елементи на добива при фасула

зависи от генотипните особености по отношение на отзивчивостта към повишена почвена влажност и устойчивост към воден дефицит (Jara, 1990). Giralt (1979) препоръчва поливките да се подават при влажност на почвата 80% от ППВ, като в зависимост от характера на годината броят им е от 2 – 4 до 8 – 9. Тази предполивна влажност е посочена и от El-Shamma et al. (2000). Erdem et al. (2006) препоръчват напояването на фасула да се извършва при изчерпване на 50% от ДВ за слоя 0 – 60 cm. Lobo et al. (2004) установяват, че напояването на фасула трябва да започне при температурна разлика между повърхността на листата и околната среда между 3 и 4 °С.

В зависимост от критерия за насрочване на поливките, почвения тип, дебелината на активния почвен слой и не на последно място изискванията на фасула към водата през отделните периоди от вегетацията, както и степента на интензификация на фактора „напояване“, в специализираната литература съществуват различни становища и препоръки по отношение на продължителността на междуполивния период, въпреки че Silveira et al. (1984) са установили, че добивът се влияе по-силно от поливната норма, отколкото от честотата на поливките. Sezen et al. (2005; 2008) също препоръчват интензивно напояване през 2 – 4 дни, като по-нататъшното увеличаване на междуполивния период води до намаляване на добива. За поддържане на оптимална почвена влажност на дълбочина до 25 – 30 cm фасулът, отглеждан в района на Неапол (Италия) трябва да се напоява през 4 – 6 дни с поливна норма 20 – 30 mm. Според данни, изнесени от Singh et al. (2001) при скъсяване на междуполивния период нараства височината на растенията, броят на разклоненията на едно растение, броят на бобовете и семената на едно растение, дължината на бобовете, а оттам и добивът.

Целта на проведеното изследване беше да се установи влиянието на водния режим на почвата върху добивите при някои български мутантни линии и сортове полски фасул.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2011 – 2013 г. в района на УОП на Катедра „Мелиорации и геодезия“ при АУ – Пловдив върху Алувиално-ливадна, бивша заблатена почва е проведен двуфакторен опит с полски фасул, като фактор **A** е воден

режим на почвата, а фактор **B** – сорт. Използвани са 20 български генотипа (10 мутантни линии и 10 сорта).

Опитът е заложен по блоков метод в четири повторения с големина на реколтните парцели 2,8 m<sup>2</sup>.

По отношение на фактор **A** са изпитани 2 варианта: 1) без напояване (С); 2) напояване при предполивна влажност 80% от ППВ за слоя 0 – 60 cm (Н).

Моментът за поливане е определян въз основа на данните за наличната почвена влажност в слоя 0 – 40 cm, а поливната норма е изчислявана на база навлажняване на почвения слой 0 – 60 cm. Използвана е формулата (Крафти и др., 1969; Стоянов и др., 1981; Георгиев и др., 1991):  $m = 10 \cdot H \cdot \alpha \cdot (\delta^{ППВ} - \delta^{нал})$  (mm), където **m** е размер на поливната норма (mm); **H** – дълбочина на активния почвен пласт (m); **α** – обемна плътност на почвата (t/m<sup>3</sup>); **δ<sup>ППВ</sup>** и **δ<sup>нал</sup>** – съответно влажност при ППВ и наличната влажност (%). Във връзка с това е проследявана динамиката на почвената влажност през период 5 – 7 дни по тегловния метод (Атанасов, 1972), послойно през 10 cm на дълбочина до 1 m.

Напояването е извършвано гравитационно по къси затворени бразди.

Данните за добива по варианти и повторения са обработени статистически чрез ANOVA, като е установена доказаността на разликите.

През вегетационния период са спазени всички агротехнически мероприятия, свързани с отглеждането на фасула, включително борба с плевели, болести и неприятели.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Подадените поливки по време на вегетационния период на растенията оказват положително влияние върху добива при изпитаните мутантни линии. Прави впечатление, че през отделните години увеличението на добива варира в широки граници, което е резултат от генотипните различия и промяната на метеорологичните условия на средата. Резултатите са представени съответно на фиг. 1 и табл. 1.

Най-съществено относително увеличение на добива в резултат на оптимизирането на почвената влажност е отчетено при мутантната линия № 9/Д2-0,0125 М ЕМС, чийто добив нараства с 2,2 пъти през сравнително благоприятната 2011 година. През останалите две години на изследване допълнителният добив

Таблица 1. Добиви от изпитаните линии фасул при поливни и неполивни условия средно за 2011 – 2013 г.  
Table 1. Yields of the tested common bean mutant lines under irrigated and non-irrigated conditions, average for 2011 – 2013

№	Мутантна линия	Варианти	Добив, kg/da	±D kg/da	Относителен добив, %		Загуби на добив	
					към С	към Н	kg/da	%
1.	Д2-0,0062 М ЕМС	С	236,2	St.	100,0	90,4	-25,0	9,6
		Н	261,2	25,0	110,6	100,0	St.	St.
2.	Д2-0,0031 М НЕК	С	263,8	St.	100,0	87,6	-37,2	12,4
		Н	301,0	37,2	114,1	100,0	St.	St.
3.	Д2-0,0062 М ЕМС	С	246,0	St.	100,0	92,9	-18,7	7,1
		Н	264,7	18,7	107,6	100,0	St.	St.
4.	Д2-0,0125 М ЕМС	С	198,2	St.	100,0	81,0	-46,5	19,0
		Н	244,7	46,5	123,5	100,0	St.	St.
5.	Д2-0,0062 М ЕМС	С	199,8	St.	100,0	70,4	-84,0	29,6
		Н	283,8	84,0	142,0	100,0	St.	St.
6.	Д2-0,0125 М ЕМС	С	217,2	St.	100,0	75,4	-70,9	24,6
		Н	288,1	70,9	132,6	100,0	St.	St.
7.	Д2-0,0062 М ЕМС	С	230,1	St.	100,0	91,1	-22,5	8,9
		Н	252,6	22,5	109,8	100,0	St.	St.
8.	Д7-0,0125 М ЕМС	С	208,2	St.	100,0	89,8	-23,6	10,2
		Н	231,8	23,6	111,3	100,0	St.	St.
9.	Д2-0,0125 М ЕМС	С	208,7	St.	100,0	72,1	-80,8	27,9
		Н	289,5	80,8	138,7	100,0	St.	St.
10.	Д2-0,0031 М НЕК	С	221,4	St.	100,0	86,7	-34,1	13,3
		Н	255,5	34,1	115,4	100,0	St.	St.

С – без напояване (without irrigation); Н – напояван (irrigated)

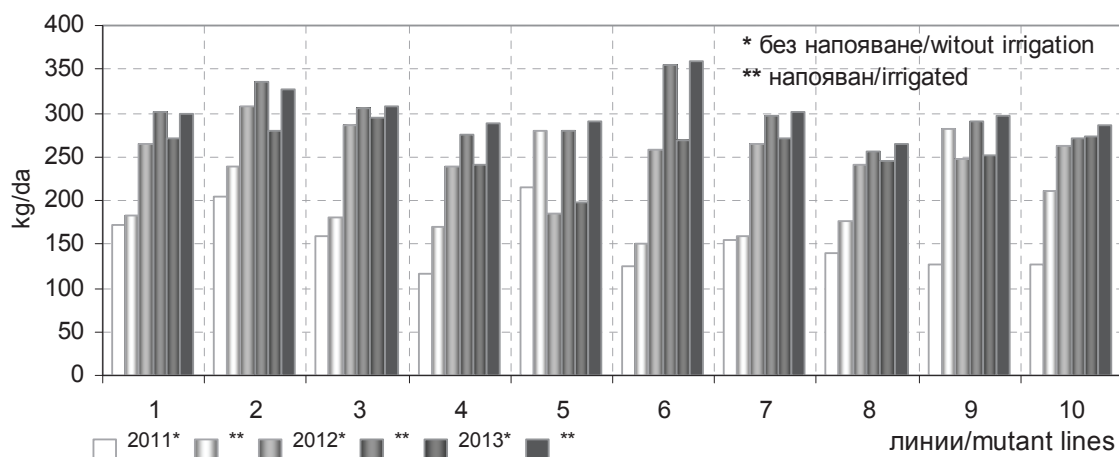
Таблица 2. Добиви от изпитаните сортове фасул при поливни и неполивни условия средно за 2011 – 2013 г.  
Table 2. Yields of the tested common bean cultivars under irrigated and non-irrigated conditions, average for 2011 – 2013

№	Мутантна линия	Варианти	Добив, kg/da	±D kg/da	Относителен добив, %		Загуби на добив	
					към С	към Н	kg/da	%
1.	Пловдив 11М	С	201,0	St.	100,0	79,3	-52,6	20,7
		Н	253,6	52,6	126,2	100,0	St.	St.
2.	Пловдив 10	С	229,3	St.	100,0	85,2	-39,9	14,8
		Н	269,2	39,9	117,4	100,0	St.	St.
3.	Абритус	С	215,3	St.	100,0	83,9	-41,2	16,1
		Н	256,5	41,2	119,1	100,0	St.	St.
4.	Пловдив 2	С	167,9	St.	100,0	52,6	-151,0	47,4
		Н	318,9	151,0	189,9	100,0	St.	St.
5.	Добруджански ран	С	246,2	St.	100,0	88,7	-31,3	11,3
		Н	277,5	31,3	112,7	100,0	St.	St.
6.	Добруджански 7	С	282,8	St.	100,0	81,4	-64,8	18,6
		Н	347,6	64,8	122,9	100,0	St.	St.
7.	Пловдив 15М	С	249,8	St.	100,0	92,8	-19,4	7,2
		Н	269,2	19,4	107,8	100,0	St.	St.
8.	Пловдив 564	С	194,5	St.	100,0	73,3	-70,8	26,7
		Н	265,3	70,8	136,4	100,0	St.	St.
9.	Добруджански 2	С	190,7	St.	100,0	74,2	-66,2	25,8
		Н	256,9	66,2	134,7	100,0	St.	St.
10.	ВАТ 477	С	247,3	St.	100,0	92,0	-21,4	8,0
		Н	268,7	21,4	108,7	100,0	St.	St.

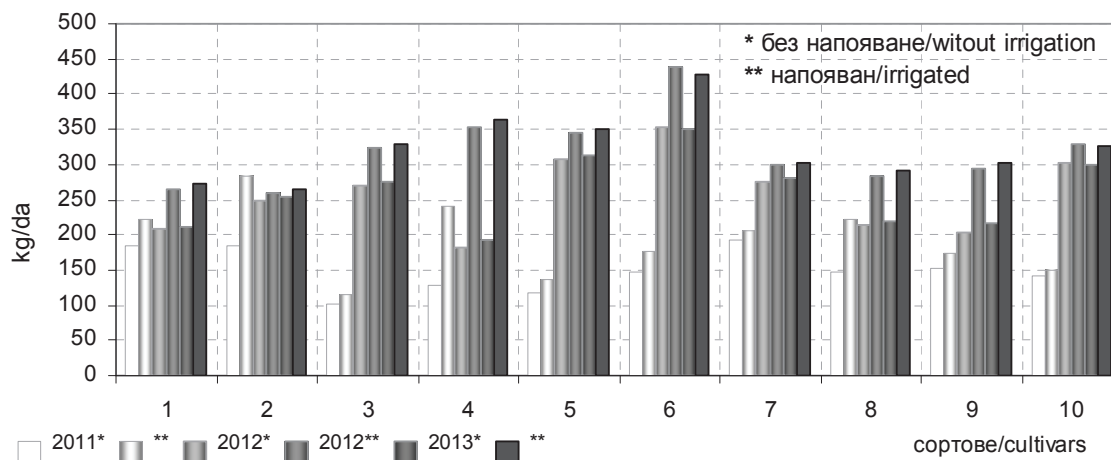
Таблица 3. Причини за варирането и определяне силата на влияние на проучваните фактори от проведения дисперсионен анализ

Table 3. Reasons for the variation and determination strength of the factor's influence from the ANOVA

№	Причини за варирането Reasons for the variation	SQ	FG	s <sup>2</sup>	F	F	η %
1.	Общо/Total	138323.27	119				
2.	Повторения Replicates	23403.52	2	11701.76	77.00	3.11	16
3.	Воден Режим/water regime	43811.34	1	43811.34	288.36	3.96	32
4.	Генотипи Genotypes	35892.01	19	1889.05	12.43	1.70	26
5.	WW (3 x 4)	23365.90	19	1229.78	8.09	1.70	17
6.	<b>Грешки/Errors</b>	<b>11850.50</b>	<b>78</b>	<b>151.93</b>			<b>9</b>



Фиг. 1. Добиви от изпитваните мутантни линии при поливни и неполивни условия по години  
Fig. 1. Yield of test mutant lines in irrigated and non-irrigated conditions by years



Фиг. 2. Добиви от изпитваните сортове фасул при поливни и неполивни условия по години  
Fig. 2. Yield of test cultivars in irrigated and non-irrigated conditions by years

е под 20%. И през трите опитни години обаче абсолютният добив е приблизително еднакъв (281 – 297 kg/da). Много добре изразен положителен ефект от напояването е налице при линия № 5/Д2-0,0062М ЕМС, като абсолютният добив средно достига 284 kg/da (от 280 до 291 kg/da), но тук поради по-малкото варира-

не на добивите получени при неполивни условия, относителната разлика е от 29,7 до 51,3% (средно 42%).

Сравнително високо и относително постоянно за трите опитни години е увеличението на добива при линия № 6/Д2-0,0125 М ЕМС. Същото е в границите 30 – 37% (средно 32,6%),

но като абсолютен добив разликите по години са съществени, както по отношение на неполивния, така и по отношение на напоявания вариант. Близки до тези са и резултатите, получени при линия №4/Д2-0,0125 М ЕМС. Въпреки ниския абсолютен добив и при двата варианта през 2011 г. относителното му увеличение в резултат на напояването е 47,6%. През останалите две години надбавката е под 20%, а добивът, получен при неполивни условия е около и над 200 kg/da. Още по-слабо реагира на напояването мутантната линия №10/Д2-0,0031 М НЕК, при която средното увеличение на добива в резултат на напояването е 15,4%. Тази относителна разлика обаче е много голяма през 2011 г. (64,5%) и незначителна – през 2012 и 2013 година (съответно 3,0% и 4,5%).

Въпреки посочените различия средно за трите експериментални години коментираните пет генотипа фасул не се различават съществено по абсолютен добив (табл. 1). Независимо от това, резултатите дават основание да се смята, че всъщност по-неблагоприятна за развитието и продуктивността на повечето от изпитаните линии фасул е 2011 г. поради факта, че по-значителни валежи падат едва в края на репродуктивния период, като в съчетание с това евапотранспирацията има нетипичните за културата ниски стойности, което дава отражение върху добива както при ненапоявания, така и при напоявания фасул.

При останалите пет генотипа фасул влиянието на напояването е доста по-слабо изразено, а максималното относително нарастване на добива е под 20%. Много добри резултати и през трите години демонстрира линията №2/Д2-0,0031 М НЕ), от която добивът е над 200 kg/da и достига до над 330 kg/da при оптимално напояване.

Данните за добива и неговото изменение в резултат на напояването при изпитаните сортове фасул са представени по години и средно на фиг. 2 и табл. 2.

Като стандарт е използван сорт Добруджански 7, който показва постоянно относително нарастване на добива в резултат на напояването от 20,9 – 24,3% (средно 22,9%). Въпреки това добивът през 2011 г. е нисък. В сравнение с всички останали варианти обаче през втората и третата опитна година той е най-висок, както при неполивни (над 350 kg/da), така и при поливни условия (над 420 kg/da).

Най-съществен относително увеличаване на

добива се отчита при сорт Пловдив 2 – средно 89,9% (от 86,7 до 92,6%). Освен че относителното изменение на добива по години варира в много тесни граници, този сорт показва и по-стабилни абсолютни стойности, което вероятно се дължи и на по-добрата му приспособимост към условията на средата. Висок ефект от напояването е отчетен и през трите години на експеримента при сорт Пловдив 564. Добивът нараства средно с 36,4% (от 32 до 49%) и има сравнително стабилни абсолютни стойности през годините на изпитване.

Подобни са и резултатите при сорт Пловдив 11М, при който повишението на добива е от 21 до 29% (средно 26,2%). Най-добре изразено стабилизиране на добива, благодарение на напояването, демонстрира сорт Пловдив 10. Освен че е висок при неполивни условия и през трите години на проучване, при оптимално напояване по години, добивът се променя в много тесни граници – от 258 до 284 kg/da.

Много слаб ефект от напояването е отчетен при сорт Пловдив 15М, като добивът нараства едва с 6 – 9%. Същият е сравнително висок и през трите години на проучване – около и над 200 kg/da при неполивни и до 300 kg/da при оптимално напояване.

Между 15 и 20% нараства добивът при сорт Арбитус, като за разлика от пловдивските сортове през 2011 г. той е нисък (100 kg/da), а през останалите две – изключително висок. Близки до тези, но малко по-добри са резултатите, получени при ВАТ 477, като е налице слаб ефект от напояването – под 10% нарастване на добива.

Данните от проведените експерименти са обработени статистически по метода ANOVA и са третираны като двуфакторен комплекс. За повторения са взети резултатите за получените добиви през трите години на изследване.

Резултатите от анализа на варирането (табл. 3) показват, че са доказани разликите, както между включените в изследването генотипи, режимите на тяхното отглеждане (при поливни и неполивни условия), а така също и взаимодействието между тях.

С най-голяма сила на влияние – 32% се отличава режимът на отглеждане.

Изпитваните генотипи имат също своята специфична реакция по отношение формирането на добивите и силата им на влияние е 26%.

Взаимодействието между двата проучвани фактора (режим на отглеждане x генотипи)

върху формирането на добивите и условията през годините на проучване имат по-слабо приблизително еднакво влияние (17% и 16%, съответно).

Поддържането на почвената влажност в активния почвен слой на фасула (0 – 60 cm) над 80% от ППВ е свързано с подаване на 1 – 2 поливки по 50 mm през периода цъфтеж – боообразуване.

## ИЗВОДИ

От изпитаните генотипи много добре изразен положителен ефект от напояването е установен при мутантните линии №5/Д2-0,0062 М ЕМС и №6/Д2-0,0125 М ЕМС.

Мутантната линия № 10/Д2-0,0031 М НЕК слабо реагира на напояване и средното увеличение на добива в резултат на напояването е 15,4%.

От изпитаните сортове фасул най-съществено относително увеличаване на добива в резултат на напояването се установява при сортовете Пловдив 2, Пловдив 10 и Пловдив 564.

Много слаб ефект от напояването е отчетен при сорт Пловдив 15М, при който добивът нараства само с 6 – 9%.

Интерес за селекцията представляват мутантните линии №5/Д2-0,0062 М ЕМС и №6/Д2-0,0125 М ЕМС и сортовете Пловдив 2, Пловдив 10 и Пловдив 564, които са високопродуктивни при неполивни условия, но реагират положително на напояване, като добивът нараства с 20 – 90%.

## ЛИТЕРАТУРА

**Атанасов, И.** 1972. Ръководство за практически упражнения по почвознание. „Хр. Г. Данов“, Пловдив.

**Витков, М.** 1974. Влияние на напояването и торенето върху величината на добива от фасула на оподзолен чернозем в района на СНИ „Образцов Чифлик“. *Растениевъдни науки*, № 10, 101-106

**Георгиев, Г. В., К. Даржанов, Сл. Дулов, Н. Узунов, А. Овчарова.** 1991. Ръководство за упражнения по мелиорации. „Земля“, София.

**Крафти, Г., Г. Георгиев.** 1969. Ръководство за упражнения по мелиорации. *Земиздат*, София.

**Стоянов, З., Г. Георгиев, Р. Рафаилов, К. Даржанов, Сл. Дулов.** 1981. Ръководство за упражнения по селскостопански мелиорации. *Земиздат*, София.

**De Pascale, S., M. I. Sifola.** 1995. Gas exchanges - yield and yield quality of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by irrigation regime and harvest form in greenhouse. *Campania*, v. 24 (6), p. 71-75

**EI-Noemani, A., H. EI-Zeiny, A. EI-Gindy, E. EI-Sahhar, M. EI-Shawadfy.** 2010. Performance of some bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties under different irrigation systems

and regimes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(12): 6185-6196

**El-Shamma H, A. Shahien, S. Awad.** 2000. Studies on the influence of varying soil moisture regimes, phosphorus and potassium fertilization rates on common bean plants: B – green pods and dry seed yield and quality. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 38(4): 2473-2492

**Erdem, Y., S. Sehirali, T. Erdem, D. Kenar.** 2006. Determination of crop water stress index for irrigation scheduling of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, (3), 195-202

**Giralt, E.** 1979. Regimen de riego del cultivo del frijol negro (*P. vulgaris* L.). *Cienc. Tecn. en Agr. Riego Dren.*, 2, 1: 2-23

**Isk, M., Z. Önceler, S. Cakr, F. Altay.** 2004. Effects of different irrigation regimes on the yield and yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Acta Agronomica Hungarica*, 52(4): 381-389

**Jadoski, S., R. Carlesso, G. Melo, M. Rodrigues, Z. Frizzo.** 2003. Irrigation water management to maximum bean grain yield. *Irriga*, 8(1): 1-9

**Jara, R.** 1990. Drought response of five bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). Preliminary study Agro-Ciencia (Chile), v. 6(2), p. 95-101

**Jara, R. J., Izquierdo, F. J., Matta, C. R.** 1988. Physio-morphological and yield response of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to water deficit. *Agro-Ciencia*; 4(1): 21-26

**Köksal, E., Kara, T., Apan, M., Üstün, H., İlbeyi, A.** 2008. Estimation of green bean yield, water deficiency and productivity using spectral indexes during the growing season. *Irrigation & Drainage Systems*, 22, (3/4), 209-223

**Lobo, F. de A., Oliva, M. A., Resende, M., Lopes, N. F., Maestri, M.** 2004. Infrared thermometry to schedule irrigation of common bean Embrapa *Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 39, № 2.

**Mehta, O. P., K. P. Singh, R. S. Malik, J. Singh.** 1987. Response of summer black gram (*Vigna Mungo Happer*) to irrigation and phosphorus levels. *Agr. Sc. Dig.*, 7, 2: 91-93

**Sadek, I., U. El-Behairy, M. El-Shinawy, I. El-Oksh.** 2002. Response of snap bean plants to irrigation regimes. *Egyptian Journal of Horticulture*, 29(3/4): 473-485

**Sezen, S., A. Yazar, A. Akyildiz, H. Dasgan, B. Gencel.** 2008. Yield and quality response of drip irrigated green beans under full and deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 117, (2), 95-102

**Sezen, S., A. Yazar, M. Canbolat, S. Eker, G. Celikel.** 2005. Effect of drip irrigation management on yield and quality of field grown green beans. *Agricultural Water Management*, 71, (3), 243-255

**Silveira, P. M., S. Steinmetz, C. Guimaraes, H. Aidar, J. Carvalho.** 1984. Laminas de agua e turnos de rega na cultura do feijoeiro de inverno. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 19, (2), 193-223

**Singh, S., S. Prasad, K. Sinha.** 2001. Response of french bean (*Phaseolus vulgaris*) to irrigation and weed management in Calciotrents of north Bihar. *Indian Journal of Agronomy* [serial online], 46(2): 282-286

**Stone, L. F., J. A. A. Moreira, S. C. Da Silva.** 1988. Efiientos da tensao da agua do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. 1. Produtividade. *Pesquisa Agropec. Brasil.*, 23, 2: 161-167