

Pcheva, G., 2016. Productivity of common bean grown under periodical water stress conditions. *Rastenievadni nauki (Bulgarian Journal of Crop Science)*, 53(5-6), pp. 36–42 (Bg)

Продуктивност на фасул отгледан в условията на периодичен воден дефицит

Гергана Илчева

Лесотехнически университет - София, България

E-mail: gery.p@abv.bg

Резюме

Целта на разработката е да се установи чувствителността на фасула към водния дефицит през отделните периоди от вегетацията, осъществен чрез отмяна на поливки. Експериментът е изведен през периода 2014 – 2016 година в Аграрен университет – Пловдив върху алувиално-ливадна почва. Използван е сорт Добруджански 7. Вариантите на опита са следните: 1) без напояване; 2) оптимално напояван при предполивна влажност 80% от ППВ за слоя 0-40 cm; 3) без напояване през вегетативния период; 4) без напояване през периода бутонизация и цъфтеж; 5) без напояване през периода бобообразуване и наливане на зърното. За условията на експеримента, до фаза „бутонизация” растенията на фасула задоволяват нуждите си по естествен път, поради което няма данни за чувствителността на растенията. Допускането на воден дефицит през периода „бутонизация - цъфтеж” води до намаляване на добива с 10-17% (средно 13%), а през периода „бобообразуване - наливане на зърното” – с 22-28% (средно 26%). Напояването само през периода „бобообразуване - наливане на зърното” увеличава добива с 41-76% (средно 56%), а през периода „бутонизация - цъфтеж” – с 22-52% (средно 32%).

Ключови думи: фасул, напояване, воден стрес, продуктивност

Productivity of common bean grown under periodical water stress conditions

Gergana Pcheva

University of Forestry, 1756 Sofia, Bulgaria

E-mail: gery.p@abv.bg

Abstract

The aim of the study is to establish the sensitivity of beans to water deficit during the different periods of vegetation carried by repealing of irrigations. The experiment was conducted in the period 2014 - 2016, at experimental field of Agricultural University - Plovdiv, on alluvial soil. The variety Dobrudjanski 7 was used. The variants of experience are the following: 1) without irrigation; 2) optimal irrigated at 80% of FC (field capacity) pre-irrigation soil moisture for the 0-40 cm layer; 3) without irrigation in vegetative period; 4) without irrigation during budding and flowering; 5) without irrigation during pod formation and grain pouring. For the conditions of the experiment, to phase “budding” bean plants satisfied their needs for water in a natural way, so there are no data of the sensitivity of plants. Water deficit during “budding - flowering” reduces the yield by 10-17% (average 13%) and during “pod formation - pouring of grain” - by 22-28% (average 26%). Irrigation only during “pod formation - pouring of grain” period increases yield by 41-76% (average 56%), and during „budding - flowering” period – by 22-52% (average 32%).

Key words: beans, irrigation, water stress, productivity

Постигането на максимален икономически ефект от напояването на земеделските култури не винаги е свързано с прилагане на биологически оптимален поливен режим. В този смисъл, отмяната на поливки (една или повече) намира широко приложение в практиката, като за постигане на желания резултат трябва да се определи критичността на всяка от фазите на културата по отношение на водния дефицит.

Анализирайки чувствителността на фасула към почвено засушаване, Gallegos and Shibata (1989) разделят вегетационния период на два подпериода – вегетативен и репродуктивен. Авторите съобщават, че за условията на Мексико отмяната на поливки през вегетативната фаза и оптимално напояване през репродуктивната води до намаляване на добива с 37-39%, а при напояване през растежния период и засушаване през репродуктивния добивът намалява с 42-50%. Съизмерими с тези са и резултатите, публикувани от Gunton and Evenson (1980), като авторите установяват тясна корелационна зависимост между добива и листната площ. Провеждайки опит в Колумбия с 12 сорта фасул, Bascur et al. (1985) потвърждават критичността на репродуктивния период и промените в LAI. Според изследване на Делибалтов и Саркизов (1974), при недостиг на поливна вода фасулът, отглеждан върху канелена горска почва в района на Пазарджик, трябва да се напоява във фазите масов цъфтеж и образуване на бобовете (1-2 поливки). Kirilova (1976) и Giralt (1979) също така обособяват като много важен периода на цъфтеж и формиране на бобовете, като отчитат по-малка чувствителност на растенията през периода до началото на цъфтежа. За условията на Сао Пауло (Бразилия) големи загуби се отчитат и при отмяна на поливките по време на цъфтежа, а при воден дефицит в следващите фази загубите са под 20% (Miorini et al., 2011). По данни на Nielsen and Nelson (1998) водният стрес през вегетативната фаза намалява височината на растенията и листната площ, а при допускането му през репродуктивния период намалява добива, поради намаляване броя на бобовете на едно растение и техния размер. Nuñez-Barrios et al. (2005) също регистрират съществено намаляване на добива, вследствие на прекратяване на поливките през репродуктивния период. Авторите отчитат намаляване броя на цветовете с

27%, като техният брой по разклоненията намалява до 50%, като същевременно листната площ по стъблата намалява с 60,1%, а по разклоненията – с 10,4%. Usar et al. (2011) потвърждават критичността на периода на цъфтеж, образуване и нарастване на бобовете по отношение на почвената влажност, като отбелязват, че напояването преди и след преживян от растенията воден стрес през тази част от вегетацията, не е в състояние да повиши добива. На база полски експерименти, проведени в Калифорния (САЩ), Shen and Webster (1986) достигат до заключението, че фасулът е най-чувствителен към недостига на почвена влага през периода на прехода от вегетативната към репродуктивната част от вегетацията. Zerbi and Chiaranda (1984) установяват, че за условията на Неапол (Италия) снижаването на водния потенциал в почвата до 5 bar във фаза цъфтеж намалява добива с 10%, а броя на бобовете – с 30%. Според Işik et al. (2004) водният стрес след цъфтежа има най-неблагоприятно въздействие върху добива, поради което авторите препоръчват при недостиг на поливна вода да се предвиди напояване най-вече през тази част от вегетацията. Това становище се потвърждава и от публикация на Ritter and Scarborough (1992), според която напояването само през репродуктивния период увеличава добива средно с 47% в сравнение с ненапоявания фасул. Въз основа на задълбочени проучвания, проведени в Зимбабве, Manjeru et al. (2007) установяват, че водният стрес значително намалява добива при фасула, като във фаза цъфтеж (с продължителност 2 седмици от началото на цъфтежа) растенията са най-чувствителни, а най-малка е чувствителността към засушаване през вегетативния период.

Целта на разработката е да се установи чувствителността на фасула към водния дефицит през отделните периоди от вегетацията, осъществен чрез отмяна на поливки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За целта на разработката са използвани данни от тригодишен полски опит за проучване на поливния режим на фасул, сорт Добруджански 7. Опитът е проведен в опитното поле на Аграрен университет – Пловдив през периода 2014–

2016 година върху алувиално-ливадна почва. Опитът е залаган по блоковия метод в четири повторения, като за целта са използвани данните от следните варианти: 1) без напояване; 2) с оптимално напояване при предполивна влажност 80% от ППВ; 3) без напояване през вегетативния период; 4) без напояване през периода на бутонизация и цъфтеж; 5) без напояване през периода на бобообразуване и наливане на зърното. Посочената предполивна влажност при Вариант 2 е валидна за слоя 0-40 cm, а поливните норми са изчислявани за навлажняване на почвения слой 0-60 cm. Динамиката на почвената влажност е установявана през интервал от 7–10 дни по тегловния метод. Поливките при Вариантите 3, 4 и 5 са извършвани едновременно с тези при оптималния и съобразно конкретните изисквания. За целта вегетационният период на фасула е разделен условно на следните подпериоди: 1 – до бутонизация, 2 – бутонизация и цъфтеж, 3 – бобообразуване и наливане на зърното, 4 – до узряване (попада извън поливния период). Напояването е извършвано гравитачно по къси затворени бразди. При отглеждането на фасула са спазвани всички агротехнически мероприятия, включително борба с плевели, болести и неприятели. Данните за добива по варианти и повторения са обработени чрез дисперсионен анализ с помощта на специализираната компютърната програма БИОСТАТ (Пенчев, 1988), като е установена степента на доказаност на разликите между тях.

РЕЗУЛТАТИ

Ефектът от прилагането на нарушен поливен режим, както и неговите елементи, зависят

в голяма степен от метеорологичните условия през вегетационния период, като с най-съществено значение са валежите (като количество и разпределение) и температурата на въздуха. Данните за тези два показателя по години и средно за дългогодишен период са представени на Таблица 1, а на Фигура 1 е представено нагледно разпределението на валежите по десетдневки.

Първата опитна година (2014) е средно влажна (с обезпеченост 19.8%) със засушаване през третата десетдневка на юни и първата на юли, което календарно съвпада с края на растежния период и периода на бутонизация и начало на цъфтеж. Количеството на валежите през периода на бобообразуване и наливане на зърното са в диапазона 30-40 mm за десетдневка, като същите обезпечават в голяма степен водоразхода на растенията. По отношение на температурната сума, годината е средно топла с обезпеченост 46.5%.

Втората опитна година (2015) се характеризира като влажна с обезпеченост 13.2%. Въпреки това, през периода от третата десетдневка на юни до втората на август (включително) е налице засушаване, като сумата на валежите през целия този период е едва 44 mm. Това на практика означава, че през репродуктивния период на фасула годината е суха. Съществени са валежите през третата декада на август (136 mm), но те нямат практическо значение за добива. По отношение на температурната сума годината е средно топла до топла с обезпеченост 19.2%.

За периода май – август третата година на опита (2016) е средна по обезпеченост на валежите (41.5%) и топла по обезпеченост на температурната сума (14.1%). През тази година се наблюдава сравнително равномерно разпределение на

Таблица 1. Метеорологични фактори за периода V – VIII за района на Пловдив

Table 1. Meteorological factors for V – VIII period for the region of Plovdiv

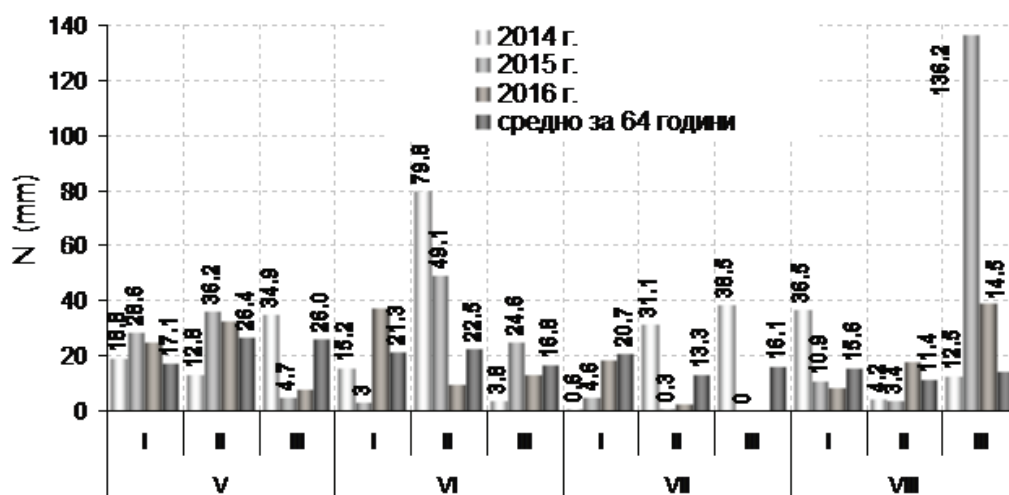
Фактор/Factor		Средно за 64 години Average for 64 years	2014	2015	2016
ΣN	mm	221.5 mm	288.7	301.6	210.3
	P %		19.8	13.2	41.5
ΣT°	°C	2625°C	2631	2748	2775
	P %		46.5	19.2	14.1

*ΣN – валежу/precipitations; ΣT° – температура/temperature; P% – обезпеченост/probability

валежите по десетдневки, въпреки че като количество те са крайно недостатъчни. По време на репродуктивния период са паднали едва 70 mm.

Елементите на поливния режим през трите експериментални години са в синхрон с метеорологичната обстановка, като данните са представени нагледно на Таблица 2. И през трите експериментални години вегетативният период протича в условията на естествено овлажняване на активния почвен пласт, т.е. не са извършвани

поливки (не е реализиран Вариант 3). В резултат на това липсват данни за реакцията на културата при засушаване през тази част от вегетацията. Нуждата от напояване през периода на цъфтеж е налице през всяка една от експерименталните години, като за реализирането на Вариант 4 са отменени 1-2 поливки, в зависимост от условията на годината. Въпреки че като продължителност е по-голям, периодът на бобообразуване и наливане на зърното също изисква подаването



Фигура 1. Количество и разпределение на валежите по десетдневки
Figure 1. Amount and distribution of precipitations in ten-day periods

Таблица 2. Елементи на поливния режим при оптимално напояване
Table 2. Optimum irrigation regime components

Година Year	Дата Date	m (mm)	M (mm)	T (days)	Фаза/Phase	
2014	06 VII	50	100	7	цъфтеж (flowering)	
	13 VII	50			бобообразуване (pod formation)	
2015	15 VI	50	200	21	цъфтеж (flowering)	
	06 VII	50			7	бобообразуване – наливане на зърното (pod formation & grain filling)
	13 VII	50				
21 VII	50	8				
2016	21 VI	50	150	15	начало на цъфтеж (beginning of flowering)	
	6 VII	50			16	край на цъфтежа – начало на бобообразуване (end of flowering - beginning of grain filling)
	22 VII	50				наливане на зърното (grain filling)

m – поливна норма (irrigation rate); M – напоителна норма (irrigation depth); T – междуполивен период (period between two irrigations)

на 1 или 2 поливки, като това се дължи основно на постепенното затихване на интензивността на жизнените процеси в растенията и понижаването на средноденонощните стойности на евапотранспирацията.

В резултат от прилагането на оптимален и нарушен поливен режим (Варианти 2-5) фасулът реагира положително чрез значително (статистически доказано) увеличаване на добива. От друга страна, всяко едно лишаване на посева от напояване с доказана необходимост е съпроводено с ясно изразен отрицателен ефект спрямо добива, като този ефект е в съответствие с фенофазата, в която е допуснат водният дефицит. Данните за добива по варианти и години са представени на Таблица 3. Както бе отбелязано по-горе, първата експериментална година (2014) е най-благоприятна в метеорологично отношение и най-вече що се отнася до количеството на вегетационните валежи. При тези условия отмяната на една единствена поливка през цъфтежа води до редуциране на добива с 10%, като разликата спрямо оптимално напоявания вариант е 24 kg/da и не се доказва статистически. Резултатите при този вариант, получени през втората експериментална година (2015) са идентични,

въпреки че през цъфтежа са отменени две поливки, а не една. На практика, обаче, непосредствено след отмяната на първата поливка падат валежи с количество 25 mm, които намаляват отрицателното въздействие на засушаването, което би се получило при липса на валежи. Въпреки сравнително малката разлика в добива спрямо оптималния вариант, същата през тази опитна година се доказва статистически. Периодът преди бутонизацията и по време на цъфтежа през третата опитна година (2016) протича при сравнително малки десетдневни количества на валежите (15-20 mm), като в резултат на това отмяната на поливки при Вариант 4 е реализирана в началото и в края на фенофазата. През тази опитна година може да се счита, че чувствителността на растенията към засушаване през периода на цъфтеж се предопределя от отменената първа поливка, тъй като ефектът от отмяната на втората поливка в самия край на фазата може да се отнесе към следващата фаза – бобообразуване и наливане на зърното. При тези условия добивът представлява 83% от този, получен при оптимално напояване, а разликата между двата варианта се доказва статистически.

Таблица 3. Добив по варианти и години

Table 3. Yield for variants and years

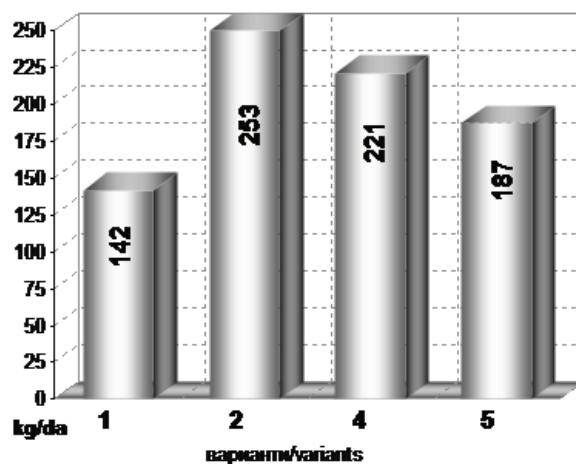
Година Year	№	Вариант Variant	Добив Yield kg/da	към (to) 1			към (to) 2			GD kg/da
				± kg/ da	%	Доказаност Warranted	± kg/ da	%	Доказаност Warranted	
2014	1	0 0	153	st.	100	st.	-86	64	C	
	2	++	239	86	156	C	st.	100	st.	5%=28 1%=37
	4	0 +	215	62	141	C	-24	90	n.s.	0.1%=51
	5	+ 0	187	34	122	A	-52	78	C	
2015	1	0 0 0 0	147	st.	100	st.	-105	58	C	
	2	++++	252	105	171	C	st.	100	st.	5%=24 1%=32
	4	0 0 ++	226	79	154	C	-26	90	A	0.1%=43
	5	++ 0 0	184	37	125	B	-68	73	C	
2016	1	0 0 0	126	st.	100	st.	-141	47	C	
	2	+++	267	141	212	C	st.	100	st.	5%=23 1%=31
	4	0 ++	222	96	176	C	-45	83	C	0.1%=42
	5	+ 0 0	191	65	152	C	-76	72	C	

За условията на експеримента и през трите експериментални години допуснатият воден дефицит през периода на бобообразуване и наливане на зърното (Вариант 5) води до по-съществено намаление на добива в сравнение с предходния период, като дори през по-благоприятната 2014 година при този вариант загубите на добив са над 20%. През втората и третата опитни години, когато през тази част от вегетацията на фасула са отменени две поливки, загубите на добив са съответно 27 и 28%. И през трите експериментални години разликите спрямо Вариант 2 са статистически доказани с най-висок ранг.

Въпреки че нарушеният поливен режим води до загуби на добив, в условията на ограничени водни ресурси или невъзможност за провеждане на оптимален поливен режим, напояването само в определени фази води до нарастване на добива спрямо този при ненапоявания фасул. Промените в добива са в зависимост от условията на годината, като през по-благоприятната 2014 година напояването само във фаза цъфтеж осигурява допълнителен добив от 22%. Поради това, че през тази част от вегетацията втората опитна година (2015) не се различава съществено от първата, допълнителният добив е приблизително същият (25%). Както бе отбелязано по-горе, валежите през третата експериментална година са сравнително равномерно разпределени, но рядко достигат 20 mm сумарно за една десетдневка. Поради това ефективността на поливките от биологична гледна точка е по-висока. Подадената в началото на цъфтежа поливка, благоприятно съчетана с валежите през тази фаза, увеличава добива с 52%. В края на фазата е реализирана още една поливка, но ефектът от нея се проявява през следващата фаза – бобообразуване. И през трите опитни години раз-

ликите в добива спрямо този при ненапоявания фасул са статистически доказани.

Освен че демонстрира голяма чувствителност към воден стрес през периода на бобообразуване и наливане на зърното, фасулът реагира изключително добре и на напояване. Това се доказва по категоричен начин чрез резултатите от първата опитна година, когато валежите през този период надвишават 100 mm и въпреки това подадената една поливка увеличава добива с над 40%. През 2015 година нуждите от вода по време на бобообразуването и наливането на зърното са основно за сметка на напояването, като ефектът от подадените две поливки се изразява в нарастване на добива с 54%. Абсолютният добив при този поливен режим през 2016 година е съизмерим с този, получен през предходните две години. Тъй като през тази опитна година при неполивни условия добивът е по-нисък, ефектът от подадените две поливки (в



Фигура 2. Добив средно за 2014-2016 г.

Figure 2. Yield average for the period 2014-2016

Таблица 4. Добив по варианти средно за трите години

Table 4. Yield average for the three experimental years

Вариант Variant	Yield kg/da	към (to) 1		към (to) 2	
		± kg/da	%	± kg/da	%
1	142	st.	100	-111	56
2	253	111	178	st.	100
4	221	79	156	-32	87
5	187	45	132	-66	74

началото на бобообразуването и по време на наливането на зърното) е по-голям, като допълнителният добив е 76%. Всички посочени разлики са статистически доказани с най-висок ранг.

На Фигура 2 и на Таблица 4 са представени осреднените от трите опитни години данни за добива. Същите са представителни за фасула като култура и за района на Пловдив, и могат да бъдат използвани за определяне на икономическия ефект от прилагането на нарушен поливен режим чрез отмяна на поливки по фази.

ИЗВОДИ

За условията на експеримента, до фаза „бутонизация”, растенията на фасула задоволяват нуждите си от вода чрез водния запас, натрупан в активния почвен слой през есенно-зимния и ранно-пролетния период, поради което не е необходимо извършването на поливки. Репродуктивният период на фасула съвпада календарно с най-сухите и горещи месеци на годината, като още в началото му се отчита изчерпване на леснодостъпната вода в активния почвен слой. Поради това напояването е задължително агротехническо мероприятие. В зависимост от количеството и разпределението на валежите, отмяната на поливки през тази част от вегетацията води до загуби на добив, както следва:

– през периода на бутонизация и цъфтеж - 10-17% (средно 13%);

– през периода на бобообразуване и наливане на зърното - 22-28% (средно 26%).

Положителният ефект (спрямо ненапоявания фасул) от прилагане на нарушен поливен режим чрез отмяна на поливки и напояване в определени фази е следният:

– при напояване само през периода „бобообразуване - наливане на зърното” добивът нараства с 41-76% (средно 56%);

– при напояване само през периода „бутонизация – цъфтеж” добивът нараства с 22-52% (средно 32%).

ЛИТЕРАТУРА

Делибалтов, Й., Саркизов, М., 1974. Влияние на нарушения поливен режим върху добива на фасула. *Растениевъдни науки*, 11(3), с. 123-132.

Пенчев, Е., 1988. Оценка на продуктивността и показателите на качеството на пшеницата с математически модели. Автореферат.

Gallegos, J.A.A. and Shibata, J.K., 1989. Effect of water stress on growth and yield of indeterminate dry-bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. *Field Crops Research*, 20(2), pp. 81-93.

Bascur, G., Oliva, M.A. and Laing, D., 1985. Termometria infrarroja en selección de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía. I. Bases fisiológicas. *Turrialba*, 35(1), pp. 43-47.

Giralt, P.E., 1979. Régimen de riego del cultivo del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*). *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje (Cuba)*, 2(1), pp. 5-28.

Gunton, J.L. and Evenson, J.P., 1980. Moisture stress in Navy beans. 1. Effect of withholding irrigation at different phenological stages on growth and yield. *Irrigation Science*, 2 (1), pp. 49-65.

Işik, M., Önceler, Z., Cakir, S. and Altay, F., 2005. Effects of different irrigation regimes on the yield and yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Acta Agronomica Hungarica*, 52(4), pp. 381-389.

Kirilova, L., 1976. Sobre el regimen de riego optimo y alterado del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Inform. Express Agr. La Habana*, (5), pp. 1-24.

Manjeru, P., Madanzi, T., Makeredza, B., Nciizah, A. and Sithole, M., 2007. Effects of water stress at different growth stages on components and grain yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In *African Crop Science Conference Proceedings* (Vol. 8, pp. 299-303).

Miorini, T.J.J., Saad, J.C.C. and Menegale, M.L., 2011. Water suppression in different phenological stages of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *IRRIGA*, 16(4), pp. 360-368.

Nielsen, D.C. and Nelson, N.O., 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Science*, 38(2), pp. 422-427.

Núñez Barrios, A., Hoogenboom, G. and Nesmith, D.S., 2005. Drought stress and the distribution of vegetative and reproductive traits of a bean cultivar. *Scientia Agrícola*, 62(1), pp. 18-22.

Ritter, W.F. and Scarborough, R.W., 1992. Response of lima beans to irrigation on the Delmarva Peninsula. *American Society of Agricultural Engineers*, 8(1), pp. 23-27.

Shen, X.Y. and Webster, B.D., 1986. Effects of water stress on pollen of *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111(5), pp. 807-810.

Ucar, Y., Kadayifci, A., Yilmaz, H.I., Tuylu, G.I. and Yardimci, N., 2011. The effect of deficit irrigation on the grain yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in semiarid regions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(2), pp.474-485.

Zerbi, G. and Chiaranda, F.Q., 1984. L'importanza della gestione irrigua per il fagiolo in ambiente meridionale. *L'informatore Agrario*, 40(48), pp. 45-47.