

<https://doi.org/10.61308/HZUF1414>

## Добив на зелена и суха биомаса от суданка (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) при поливни и неполивни условия

Радост Петрова\*, Биляна Харизанова-Петрова

Катедра „Мелиорации, земеустройство и агрофизика“,

Аграрен Университет – Пловдив, България

E-mail: [as.petrova@abv.bg](mailto:as.petrova@abv.bg)

**Резюме:** За установяване добива на биомаса от суданка (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) при поливни и неполивни условия е проведен полски експеримент в периода 2017 – 2019 г. Опитът е заложен в опитното поле на Аграрен Университет – Пловдив, върху алувиално-ливадна, бивша заблатена почва. Изпитана е суданка сорт Vercors при следните варианти: 1) при неполивни условия; 2) напояване при предполивна влажност 75% от ППВ, валидна за слоя 0 – 60 см. Опитът е заложен по блоковия метод в 4 повторения и е напояван гравитачно. В зависимост от характера на годината, добивът от зелена биомаса при неполивни условия варира от 857,8 kg/da до 11408,9 kg/da. През екстремни години напояването го увеличава над 9 пъти, като същият варира от 7749,8 kg/da до 18915,5 kg/da.

**Ключови думи:** суданка; напояване; добив; биомаса

## Production of fresh and dry biomass from Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) under irrigated and non-irrigated conditions

Radost Petrova\*, Bilyana Harizanova-Petrova

Department of Meliorations, Land Regulation and Agrophysics,

Agricultural University Plovdiv, Bulgaria

E-mail: [as.petrova@abv.bg](mailto:as.petrova@abv.bg)

**Citation:** Petrova, R., & Harizanova-Petrova, B. (2024). Production of fresh and dry biomass from Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) under irrigated and non-irrigated conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(6) 52-59 (Bg).

**Abstract:** In order to determine the biomass yield of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) under irrigated and non-irrigated conditions, a field experiment was conducted in the period 2017-2019. The experiment was carried out in an experimental field of the Agricultural University - Plovdiv, on an alluvial-meadow, former swampy ground. The Sudan grass variety Vercors was tested under the following variants: 1) under non-irrigated conditions; 2) irrigation at pre-irrigation humidity 75% of FC, valid for the layer 0-60 cm. The experiment was set up according to the block method in 4 replicates and was irrigated by gravity. Depending on the nature of the year, the yield of fresh biomass under non-irrigated conditions varies from 857.8 kg/da to 11408.9 kg/da. In extreme years, irrigation increases it more than 9 times, and the same varies from 7749.8 kg/da to 18915.5 kg/da.

**Keywords:** sudan grass; irrigation; yield; biomass

## ВЪВЕДЕНИЕ

Суданката (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) може да се отглежда в две производствени на-

правления – за семена и за зелена или суха биомаса, която се използва за изхранване на животни или за производство на биогорива.

Високата ѝ пластичност позволява да се извършва пролетна сеитба, когато се отглежда като основна култура или лятна сеитба – като втора култура. Може да се отглежда в условия на периодични засушавания, тъй като има добре развита коренова система, обхващаща почвен слой от около 60 – 70 cm, като отделни корени достигат до 1 m дълбочина. По данни на опити, проведени в района на Североизточна България, добива е сравнително устойчив през различни в метеорологично отношение години (Slaven & Enchev, 2014). Bazitov (2024), е на противоположно мнение – добивите при суданка като втора култура, отглеждана при неполивни условия, силно зависят от климатичните условия и варират от 9800 kg/ha до 11250 kg/ha. Напояването значително намалява влиянието на средата и стабилизира добивите – 11250 – 14050 kg/ha.

За условията на Стара Загора (Bazitov, 2021), за получаване на 1 kg зелена биомаса при неполивни условия са необходими 5,9 mm вода, а при поливни – 4,67 mm. Според Bazitov (2020), при неполивни условия за получаване на 0,17 kg/da суха биомаса е необходим 1 mm вода, а при оптимално напояване се получават 0,21kg/da/mm. Pejić et al. (2005), установяват, че при поддържане на предполивна влажност 60 – 65% от ППВ се получава максимален добив от зелена биомаса – 105,17 t/ha.

Целта на разработката е да се установят продуктивните възможности на суданка (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) при производство на зелена и суха биомаса, отглеждана при поливни и неполивни условия.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В периода 2017 – 2019 г. е проведен полски опит със суданка (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.), заложен в опитно поле на Аграрен Университет – Пловдив, върху алувиално-ливадна, бивша заблатена почва, като е изпитан сорт Vercors. Установен е добива на биомаса при следните варианти: 1) при непо-

ливни условия; 2) напояване при предполивна влажност 75% от ППВ, валидна за слоя 0 – 60 cm. Опитът е заложен по блоковия метод в 4 повторения и е напояван гравитачно чрез система от лехи. Гъстотата на посева е 100 – 110 хил. растения/da, площта на всяка парцела е 6 m<sup>2</sup>, а на реколтната – 4 m<sup>2</sup>.

Времето за напояване е установявано по теглово-термостатен метод, при който се определя моментната почвена влажност. За целта през 7 – 10 дни са вземани почвени проби през 10 cm на дълбочина до 100 cm. Големината на поливната норма е определяна по формулата:

$$m = 10 \cdot H \cdot \alpha \cdot (\delta^{\text{ППВ}} - \delta^{\text{нал}}), \quad (\text{mm}), \quad \text{където}$$

$m$  – размер на поливната норма, mm;

$H$  – дълбочина на активния почвен пласт, m;

$\alpha$  – обемна плътност на почвата, t/m<sup>3</sup>;

$\delta^{\text{ППВ}}$  и  $\delta^{\text{нал}}$  – съответно влажност при ППВ и наличната влажност;

Добивът от зелена маса е отчитан чрез взимане на метровки от всяка опитна парцела, при достигане на фаза флагов лист. Сухата маса е получавана при изсушаване на средна проба до постоянно тегло в сушилня при поддържане на температура 60 – 65°C. При напояването суданка са извършвани три откоса, а при неполивни условия броят на откосите зависи от развитието на подраста. Направена е статистическа обработка на сумарният добив от всички подрасти с помощта на софтуерен продукт ANOVA – 1.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Условията на средата влияят съществено върху формирания добив, особено когато културата се отглежда при неполивни условия. Валежите са основен приходен елемент на влага, а температурните условия влияят върху темпа на изчерпването ѝ и развитието на растенията. На Таблица 1 са представени данни за падналите валежи, температурната сума в периода април – септември и характера на опитните години. По отношение на

валежите 2017 година се характеризира като суха със сума на валежите 169,3 mm и обезпеченост P=89,7%. Втората опитна година е средно влажна с P = 27,6% и валежна сума 394,3 mm, а 2019г. е влажна с P =17,2% и сумарно валежно количество - 410 mm.

През 2017 г. валежите са със значително по-малко количество от средните за периода април – септември, докато през 2018 г. и 2019г. са значително по-високи, като през третата година превишението е с 34%. През трите години валежите през април обезпечават началните фази от развитието на културата, като през първата опитна година до фаза 5 лист падат около 60% от вегетационните валежи. През 2019 г., преди сеитбата, измерените валежни количества през април са 73,0 mm, като те допълват водния запас на почвата на дълбочина до 60 – 70 cm и създават благоприятни условия за бързо поникване и начално развитие на растенията. Периода юни – август 2017 г., когато напрежението на метеорологичните фактори е най-голямо, преваляванията са незначителни. Това обуславя богатия поливен режим и съществените разлики при получените добиви при поливни и при неполивни условия. В края на септември (третата декада) падналите валежи (36 mm) са извън вегетационни, тъй като площите са реколтирани.

През 2018 г. по време на периода „поникване – трети лист“ са регистрирани валежни суми около 100 mm, а в края на месец юни във фаза 7-8 лист – 105,5 mm. Във фаза флагов лист измерените валежни количества са 55 mm, а в края на август (третата декада), около 25 mm. Тази благоприятна валежна обстановка позволи формирането на три откоса и при двата варианта, като смекчи разликите в получените добиви при поливни и неполивни условия. Пикът на вегетационните валежи през 2019 г. е регистриран през първата десетдневка на юни, когато в рамките на три дни пада 125 mm валеж. Периодът юни – първата половина на юли се характеризира като влажен, като сумата на валежите е 260 mm, т.е 63% от сумарните валежи за IV – IX. Поради високата интензивност и големината им, значителна част от валежите са неефективни, поради голям повърхностен отток и подхранване на подпочвените води. Въпреки това, те обезпечават добива от първия откос и развитието на втори при неполивни условия.

По отношение на натрупаната температурна сума за април – септември, първите две опитните години се характеризират като топли, с обезпеченост съответно P=20,7 % и T=3817,8°C (2017 г.) и P=17,2% и T = 3874,1°C (2018 г.). Третата опитната година е малко по-хладна с температурна сума T=3745°C и обезпеченост P=34,5% и се характеризира

**Таблица 1.** Метеорологична характеристика на опитните години за периода април – септември  
**Table 1.** Meteorological characteristic of the experimental years for the period april - september

Година/ Year	Валежи/Precipitation		Температурна сума/Temperature sum	
	mm	Обезпеченост/ Probability	°C	Обезпеченост/ Probability
2017	169,3	P=89,7% Суха/Dry	3817,8	P=20,7% Топла/Warm
2018	394,3	P=27,6% Средно влажна/ Average humid	3847,1	P=17,2% Топла/Warm
2019	410,0	P=17,2% Влажна/Humid	3745,0	P=34,5% Средно топла/ Average warm

като средно топла. През по-голямата част от вегетацията на суданката, стойностите на сумарната средноденонощна температура на въздуха се колебаят в тесни граници, като през 2017 г. пика е през третата декада на юни и първата на август, когато средната температура е съответно 28,0 °C и 28,1 °C. През 2018 г. най-съществени отклонения се наблюдават през април и началото на май, когато средноденонощната температура на въздуха е със завишени стойности – 32 % над средните. По-малки отклонения са налице през 2019 г., когато се наблюдават повишени стойности (с около 10%) през втората декада на май и третата на август.

Таблично е представена информацията относно използваемите валежи, големината на напоителната норма и броят на реализираните поливки по години и средно за периода (Таблица 2). През 2017 г. за напояваната суданка използваемите валежи са 135,2 mm, докато при неполивни условия, същите са 94,2 mm. При този вариант вегетацията приключва три месеца по-рано, поради липсата на валежи след първия откос и ниската почвена влажност, което доведе до загиване на растенията. При поливни условия са реализирани 8 поливки, като напоителната норма е 508 mm, а средната поливна норма е 63,5 mm. Втората година е средно влажна, реализирани са 7 поливки, големината на напоителната норма е 412 mm, а средната поливна норма е 58,9 mm. При неполивни условия се усвоява по-голя-

ма част от валежите, защото влажността на почвата варира в много широки граници и повече валежна вода попива в активния почвен пласт. Последната година е най-влажна. При неполивни условия се усвояват 246,5 mm от падналите валежи, а при поливни същите са 260,1 mm. Разлика се дължи основно на факта, че след втори откос влажността на почвата е много ниска и в съчетание с отсъствието на валежи и високи температури, води до отмиране на растенията при неполивния вариант. За поддържане на оптимална предполивна влажност са реализирани 5 поливки с напоителна норма 305 mm, при средна поливна норма 61 mm.

В Таблица 3 са представени данни за добивите на суданка при поливни и неполивни условия. Както бе упоменато по-горе, първата опитна година се характеризира като суха, поради което при неполивни условия е извършен само един откос. Това е основната причина през тази вегетация добива от зелена биомаса да е едва 13,4% от средния при неполивни условия. Втората (2018 г.) е средно влажна със сравнително добро разпределение на валежите и са извършени 3 откоса, формиращи добив от 11408,9 kg/da или със 78,4% повече от средния за тези условия. Въпреки, че в метеорологично отношение 2019 г. е влажна, броят на откосите без напояване е по-малък – два. Както бе споменато по-горе, това се дължи на липсата на валежи и ниската почвена влажност след втори откос, при което расте-

**Таблица 2.** Използваеми валежи, напоителна норма и брой реализирани поливки

**Table 2.** Usable precipitations, irrigation rate and number of realized irrigations

Година/Year	Валежи /Precipitation (mm)	Напоителна норма/ Irrigation rate (mm)	Брой поливки/ Number of irrigations
2017	135,2	508	8
2018	313,0	412	7
2019	260,1	305	5
Средно за периода/ Average for the period 2017 – 2019	236,1	408,3	6,7

нията отмират и не се формира нов подраст. Сумарно от двата откоса е получен добив от 6916,9 kg/da.

Суданската трева реагира много добре на напояване, добивите нарастват значително и са формирани по три откоса през всяка от опитните години. Поради характера на 2017 година, разликата спрямо неполивния вариант е най-съществена – добивът нараства над 9 пъти. Предвид това, през такива екстремни години е недопустимо суданката да се отглежда при неполивни условия. Втората опитна година е най-благоприятна и въпреки най-високия добив при неполивни условия, същият е 60,3% от получения при поливни условия. През години с подобно разпределение на валежите и при недостиг на поливна вода е допустимо суданката да се отглежда при неполивни условия или в условия на перио-

дичен воден дефицит. Вследствие на доброто разпределение на валежите през тази опитна година е реализиран най-висок добив при поливни условия 18915,5 kg/da, което е 38,6% повече от средните за разглеждания тригодишен период. През третата опитна година разликата между разглежданите варианти е над два пъти в полза на поливната суданка. През влажни години с недобро разпределение на валежите е препоръчително, при липса на валежи и ниска почвена влажност, да се подаде поливка след всеки откос, което да гарантира формирането на нов подраст.

Статистическата обработка на опитните данни показва, че през трите опитни години, разликата между изпитаните варианти е статистически доказана при най-висок ранг на доказаност.

**Таблица 3.** Добив на зелена биомаса от суданка при поливни и неполивни условия  
**Table 3.** Production of fresh biomass from Sudan grass under irrigated and non-irrigated conditions

Вариант/ Variant	Добив/ Yield kg/da	Спрямо 1 вариант/ To variant 1		Спрямо 2 вариант/ To variant 2	
		± Y	%	± Y	%
2017					
Неполивен/ Non-irrigated	857,8	St.	100,0	-6892,0	11,1
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	7749,8	6892,0	903,5	St.	100,0
Gd P5% = 284,6 kg/da	P1% = 656,4 kg/da	P0,1% = 2089,9 kg/da			
2018					
Неполивен/ Non-irrigated	11408,9	St.	100,0	-7506,6	60,3
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	18915,5	7506,6	165,8	St.	100,0
Gd P5% = 489,1 kg/da	P1% = 1820,1 kg/da	P0,1% = 5794,8 kg/da			
2019					
Неполивен/ Non-irrigated	6916,9	St.	100,0	-7348,8	48,5
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	14265,7	7348,8	206,2	St.	100,0
Gd P5% = 334,5 kg/da	P1% = 794,7 kg/da	P0,1% = 2530,2 kg/da			
Средно 2017 - 2019/ Average for the period 2017-2019					
Неполивен/ Non-irrigated	6394,5	St.	100,0	-7249,2	46,9
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	13643,7	7249,2	213,4	St.	100



Суданската трева може да служи за фураж в прясно състояние за директно изхранване на животните или да се преработи, чрез силажиране или изсушаването ѝ. В настоящата разработка е определен добива от суха биомаса, като средна проба от всяка опитна парцела при всеки откос е изсушавана до постоянно тегло в сушилня при температура 60 - 65°C. Данните са поместени в Таблица 4, като се запазват тенденциите в разликите по години и варианти. При неполивни условия добивът от суха маса варира от 183,6 kg/da през 2017 година до 2685,0 kg/da през най-благоприятната в метеорологично отношение 2018 г. Напояването увеличава добива от 53,3% до 8,7 пъти спрямо получения при неполивни условия и достига до 4373,5 kg/da.

Установена е оводнеността на тъканите на суданската трева при поливни и неполивни

условия, като за целта е определено водното съдържание в проценти:

$$\text{водно съдържание (\%)} = \frac{(\text{зелена маса} - \text{суха маса})}{\text{суха маса}} \cdot 100$$

Данните са представени графично на Фигура 1. В зависимост от моментната влажност на почвата при прибиране на съответния откос и метеорологичните условия, водното съдържание при неполивни условия варира от 243 % до 367,3 % или средно 310,8%. По-малки отклонения са налице при напояваната суданка - от 275,1 % до 386,9%. Логично при поливни условия съдържанието на вода в тъканите е по-високо със средно 6,7% и в зависимост от годината е с 4,7% през най-благоприятната в метеорологично отношение година до 11,7% през третата опитна година.

Установен е допълнителният добив от зелена маса вследствие на приложения поливен

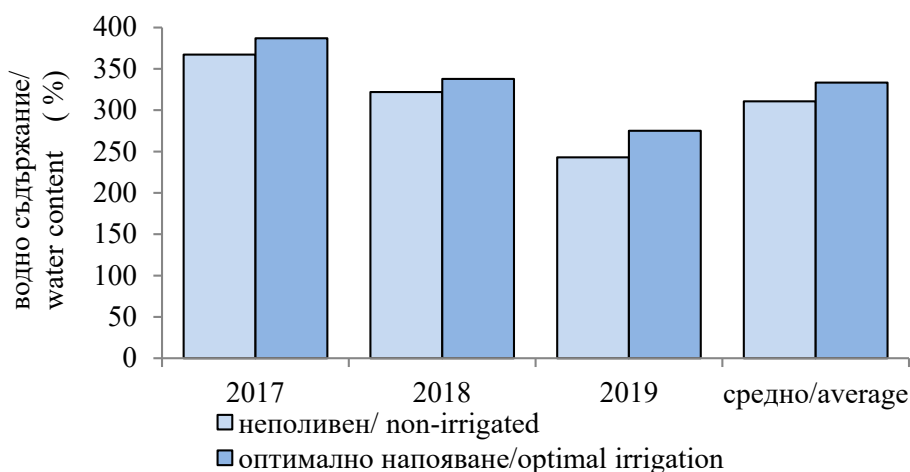
**Таблица 4.** Добив на суха биомаса от суданка при поливни и неполивни условия  
**Table 4.** Production of dry biomass from Sudan grass under irrigated and non-irrigated conditions

Вариант/ variant	Добив/ Yield kg/da	Спрямо 1 вариант/ To variant 1		Спрямо 1 вариант/ To variant 1	
		± Y	%	± Y	%
2017					
Неполивен/ Non-irrigated	183,6	St.	100,0	-1408,2	11,5
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	1591,8	1408,2	867,2	St.	100,0
Gd P 5% = 58,03 kg/da	P 1% = 133,8 kg/da	P 0,1% = 426,1 kg/da			
2018					
Неполивен/ Non-irrigated	2685,0	St.	100,0	-1688,5	61,4
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	4373,5	1688,5	162,9	St.	100,0
Gd P 5% = 217,6 kg/da	P 1% = 501,9 kg/da	P 0,1% = 1597,8 kg/da			
2019					
Неполивен/ Non-irrigated	2128,2	St.	100,0	-2054,4	50,9
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	4182,7	2054,4	196,5	St.	100,0
Gd P 5% = 328,7 kg/da	P 1% = 758,2 kg/da	P 0,1% = 1413,9 kg/da			
Средно 2017 – 2019/ Average for the period 2017-2019					
Неполивен/ Non-irrigated	1665,6	St.	100,0	-1717,1	49,2
Оптимално напояване/ Optimal irrigation	3382,7	1717,1	203,1	St.	100

режим, загубата на добив при отглеждане на културата при неполивни условия и продуктивността на напоителната норма. Данните са представени таблично по години и средно за периода (Таблица 5). Допълнителния добив по години варира в тесни граници от 6892,0 kg/da през сухата 2017 г. до 7506,7 kg/da през най-благоприятната година. В относителни стойности той варира от 165,8% до 903,5% и е средно 425,2%. Разликата в абсолютни и относителни стойности се дължи на големия диапазон на вариране на общия добив при неполивни условия.

Загубата на добив в следствие на отглеждането на културата при неполивни условия е средно 60% и варира от 39,7% през влажни години с добро разпределение на валежите до 88,9% през сухи години.

Изчислена е продуктивността на напоителната норма като допълнителен добив в kg/da получен при подаването на 1 mm поливна вода. IWUE варира от 13,6 kg/da/m<sup>3</sup> през сухата 2017 г. до 24,1 kg/da/m<sup>3</sup> през годината с най-ниска напоителна норма. Разликата се дължи на факта, че през сухата 2017 г. е реализирана напоителна норма с 200 mm по-голяма от тази



**Фигура 1.** Оводненост на тъканите при суданка по години и средно за периода  
**Figure 1.** Tissue hydration in Sudan grass by years and period average

**Таблица 5.** Допълнителен добив от зелена маса, загуба на добив и продуктивност на напоителната норма

**Table 5.** Additional yield of fresh mass, loss of yield and Irrigation water-use efficiency (IWUE)

Година/ Year	Общ добив/ Total yield		Допълнителен добив/ Additional yield		Загуба на добив/ Loss of yield		Напоителна норма/ Irrigation rate	Продуктивност на нап. норма/ IWUE
	1 вар./ 1 variant	2 вар./ 2 variant	kg/da	%	kg/da	%		
2017	857,8	7749,8	6892,0	903,5	-6892,0	-88,9	508	13,6
2018	11408,9	18915,6	7506,7	165,8	-7506,7	-39,7	412	18,2
2019	6916,9	14265,8	7348,9	206,2	-7348,9	-51,5	305	24,1
Средно/Average	6394,5	13643,7	7249,2	425,2	-7249,2	-60,0	408,3	18,6

през влажната 2019 г., но са получени почти идентични нива на допълнителен добив. Това потвърждава твърдението, че метеорологичната обстановка силно влияе на добивите.

## ИЗВОДИ

В зависимост от характера на годината добивът от зелена биомаса при неполивни условия варира от 857,8 kg/da до 11408,9 kg/da. През екстремни години напояването го увеличава над 9 пъти, като същият варира от 7749,8 kg/da до 18915,5 kg/da.

Добивът на суха биомаса при неполивни условия е средно 1665,6 kg/da. При оптимално напояване същият се удвоява и достига средно 3382,7 kg/da.

За условията на Пловдив, отглеждането на суданка при неполивни условия води до 60% загуба на добив от зелена биомаса.

В зависимост от метеорологичните условия продуктивността на напоителната норма варира от 13,6 до 24,1 kg/da/m<sup>3</sup>.

**Проучването е докладвано на международна научна конференция „Предизви-**

**кателства пред животновъдната наука в условията на глобални климатични промени“, проведена през 2024 г. в Земеделски институт - Стара Загора, България.**

## ЛИТЕРАТУРА

- Bazitov, R.** (2020). Evapotranspiration in Sudan grass second culture grown under non – irrigated and optimal irrigated conditions. *Agricultural science and technology*, vol. 12, no 4, pp. 335-339.
- Bazitov, R.** (2021). Influence of the violated irrigation regime on the yield of sudan grass grown as a second culture for the conditions of Southern Bulgaria. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 55(3-4), 74-82.
- Bazitov, R.** (2024). Effect of meteorological factors on the yield and evapotranspiration of sudangrass for silage grown as a second crop under non-irrigated and irrigated conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(1), 3-12 (Bg).
- Pejić, B., Maksimović, L., Karagić, Đ., Mihajlović, V., & Dragović, S.** (2005). Yield and evapotranspiration of Sudanese grass depending on pre-flood soil moisture. *Vodoprivreda*, 37, pp. 245-249 (Sr).
- Slanev, S., & Enchev, S.** (2014). Influence of variety and crop productivity of sorghum x Sudan grass hybrids in flowering stage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(1), 182-185.

*Received:* August, 24, 2024; *Approved:* October, 28, 2024; *Published:* December, 2024