

<https://doi.org/10.61308/QPBC1724>

## **Влияние на метеорологичните фактори върху добива и евапотранспирацията на суданка за силаж, отглеждана като втора култура при неполивни и поливни условия**

**Румен Базитов**

Селскостопанска академия – София, Земеделски институт, 6000 Стара Загора, България

E-mail: [rumen7588@abv.bg](mailto:rumen7588@abv.bg)

**Резюме:** Целта на експеримента беше да се установи влиянието на метеорологичните фактори през вегетационния период на суданка, отглеждана като втора култура върху добива и евапотранспирацията. Опитът е проведен през периода 2014 – 2017 г. на ливадно-канелена почва в опитното поле на Земеделски институт - Стара Загора. Използвани са данни от напоявана (при 75% от FC) и неполивна суданка. Установени са зависимости между добива на суха биомаса и метеорологичните фактори, както и обезводняването на почвения слой. Беше изчислена стойността на евапотранспирацията (168.3–183.7 mm без напояване и 264.3 – 283.8 mm при оптимално напояване). Получените добиви от суданката силно зависят от климатичните условия на отделните години на изследване, като варират от 9800 kg.ha<sup>-1</sup> до 11250 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Ключови думи:** суданка; добив; евапотанспирация; температура; валежи

## **Effect of meteorological factors on the yield and evapotranspiration of sudan grass for silage grown as a second crop under non-irrigated and irrigated conditions**

**Rumen Basitov**

Agricultural Academy –Sofia, Agricultural Institute, 6000 Stara Zagora, Bulgaria

E-mail: [rumen7588@abv.bg](mailto:rumen7588@abv.bg)

**Citation:** Bazitov, R. (2024). Effect of meteorological factors on the yield and evapotranspiration of sudan grass for silage grown as a second crop under non-irrigated and irrigated conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(1) 3-12 (Bg).

**Abstract:** The aim of experiment was to establish the influence of meteorological factors during the vegetation period of sudan grass, grown as a second crop on yield and evapotranspiration. The experiment was carried out during 2014 – 2017 period, on meadow – cinnamon soil in the experimental field of the Stara Zagora Agricultural Institute. The data from irrigated (by 75% of FC) and non irrigated Sudan grass have been used. Dependencies between yield of dry biomass and meteorological factors have been established, as well as soil layer water depletion. The value of evapotranspiration and its formatting have been calculated (168.3– 183.7 mm without irrigation and 264.3 – 283.8 mm by optimum irrigation). The obtained yields of the sudanka strongly depend on the climatic conditions of the individual years of research, varying from 9800 kg.ha<sup>-1</sup> to 11250 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** sudan grass; yield; evapotranspiration; temperature; precipitation

## ВЪВЕДЕНИЕ

За нашите почвено - климатични условия от най-голямо значение за получаване на сравнително високи добиви от суданка, отглеждана като втора култура е осигуряването на първа поливка, подадена веднага след поникването ѝ. Неподаването на тази поливка води до намаляване на добива с 12% - 13%. При правилно определяне на момента на подаване на поливката през вегетацията на суданката, добри резултати могат да се постигнат и само с две поливки (Bazitov, 2021). За получаването на 1 kg добив при неполивни условия се изразходват средно 5,9 mm вода, а при поливни условия – 4.67 mm. От 1 mm изразходена вода, при неполивни условия се получава средно 0.17 kg.da<sup>-1</sup> суха биомаса, а при оптимално напояване – 0.21 kg.da<sup>-1</sup> суха биомаса (Bazitov, 2020). В изследвания, проведени за района на Североизточна България е констатирано, че суданката запазва сравнително устойчиви добиви в условията на различни агроклиматични години (Slanev & Enchev, 2014). За Южен Централен район при опит със суданката за силаж, отглеждана като втора култура при нарушен поливен режим с отмяна на поредна поливка е получен най-висок добив на суров протеин от оптимално напоявания вариант, както при варианта без торене, така и при този с приложено торене, съответно 53.4 kg.da<sup>-1</sup> и 68.2 kg.da<sup>-1</sup> (Bazitov et al., 2017). Определянето на евапотранспирацията е от важно значение за изготвянето на проектен поливен режим на полските култури (Matev & Petrova, 2011; Matev et al., 2010). Евапотранспирацията (ET) на всяка селскостопанска култура (включително и тази на суданката) е основен разходен елемент във водния баланс на активния почвен слой и един от основните фактори, определящи параметрите на поливния режим (Bazitov & Kikindonov, 2016). За района на щатите Аризона и Калифорния, Knowles & Ottman (2015) установяват, че суданката, отглеждана на тежки глинести почви, изисква около 7-11 acre-inch вода на месец, подавана през 20-25 дни от май до август и около 6 до

8 inch вода за напояване, ако е отглеждана на фини текстурни почви. За региона на Египет, най-високи стойности на ефективността на използване на водата от 8,08 и 8,88 kg.m<sup>-3</sup> са получени от напояване със 125% ETo, съответно през 1-ва 2-ра година (Taha et al., 2019). Най-ниските стойности на водна ефективност (7.45 и 7.77 kg. m<sup>-3</sup>) са получени при 75% ETo. Този резултат се дължи на намалената наличност на вода и разпределението на полевите торове под 75% ETo. Установено е, че намаляването на потреблението на вода увеличава ефективността на водата на суданската трева при напояване (Ismail et al., 2017). В експеримент със суданска трева (*Sorghum sudanensis* L.) св. Калифорнийското злато и Перленото просо (*Pennisetum glaucum* L.) с три метода за напояване е установено, че ефективността на използване на напоителната вода е най-добрата при подпочвено капково напояване, последвано от повърхностно капково напояване и дъждуване (Ismail et al., 2018). В западен Канзас, отбелязват, че добивите от зърнено сорго се увеличават линейно с увеличаване на поливната норма (Klocke et al., 2012). За условията на Сърбия (Pejić et al., 2005) установяват, че при 60–65% от ППВ стойностите на евапотранспирацията достигат 570 mm и се получава най-висок добив на зелена маса – 105.17 t.ha<sup>-1</sup>.

**Целта** на настоящото изследване е да се установи влиянието на метеорологичните фактори и тяхното въздействие върху добива и евапоранспирацията на суданка сорт Ендже 1, отглеждана като втора култура за силаж върху ливадно канелена почва за района на Южна България при условията на напояване и без напояване.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2014 – 2016 г. в опитното поле на Земеделски институт - Стара Загора върху почвен тип ливадно-канелена почва беше проведен опит със суданка сорт Ендже 1, създаден в Земеделски институт - Шумен,

след предшественик ечемик. Почвеният тип се характеризира със следните водно-физични свойства: ППВ – 26.57%, коефициент на завяхване (КЗ) – 18.19%, порьозност - 47% и обемна плътност – 1.45 kg.m<sup>-3</sup>. Опитът беше заложен по блоковия метод в четири повторения, с големина на реколтните парцели от 25 m<sup>2</sup>. Суданката е прибирана във фаза изметляване. Напояването е извършено гравитачно със сезонни гъвкави полиетиленови тръбопроводи. Проучени са два варианта: Вариант 1 - без напояване (контрола); Вариант 2 - оптимално напояване, 70-75% от ППВ. Евапотранспирацията (ЕТ) за периода на вегетацията (поникване - изметляване) е установена чрез водобалансови изчисления при оптимално напоявания Вариант 2 за слоя 0-80 cm по формулата:  $ET = W_{нач} - W_{кр} + N + m$ , където: ЕТ е евапотранспирация в mm,  $W_{нач}$  – воден баланс в началото на изследвания период в mm,  $W_{кр}$  – воден баланс в края на изследвания период в mm, N – количество валежи, паднали в изследвания период в mm, m – поливна норма в mm. В началните етапи от развитие на суданката се поддържаеше 70% от ППВ, а при навлизане ѝ в периода на активен растеж с нарастване на нуждите на растенията от вода се поддържаеше 75% от ППВ. През периода на вегетация на суданката са реализирани три броя поливки при вариант 2 с големина на поливната норма 80 mm, с цел поддържане на 70-75 % от ППВ. Математиче-

ската обработка на данните е извършена чрез софтуерен продукт ANOVA – 1.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При отглеждането на суданката като втора култура при напояване от голямо значение за формирането на високи и стабилни добиви са количеството валежи, паднали през месеците на активна вегетация (VII-VIII). През трите години на изследване разпределението на валежите през вегетационния период на суданката е неравномерно. По отношение на обезпечеността с валежи (P%), месеците юли и август, които имат най-значителен принос за формирането на добива на суданката през 2014 г. се характеризират, съответно юли като средно влажен - 33,0% и август влажен месец -20.0%. За втората година (2015 г.) юли беше сух (89.8%), а август - средно сух месец (62.4%). През последната експериментална година (2016) юли и август бяха сухи, 95% и 90.1%. Същите месеци от преходния 50-годишен период по отношение на вероятността от валежи се характеризират като умерено влажни, съответно юли с 25.4% и август с 37.20% (Таблица 1). Влажността на почвата след засяването на суданската трева през трите експериментални години беше достатъчна за равномерния ѝ растеж. По време на вегетационния период на суданката за експеримен-

**Таблица 1.** Валежи по месеци и години на суданката  
**Table 1.** Precipitation amount by months and years of the Sudan grass

Години/ Years	Месеци/ Monts			Активна вегетация/ Active Vegetation			
	VI, mm	VII, mm	P,%	VIII, mm	P, %	IX, mm	VII – VIII, mm
2014	36.5	48.4	33	62.5	20.0	146.5	110.9
2015	125.8	34.9	89.8	26.0	62.4	33.4	60.9
2016	50.8	3.0	95	14.5	90.1	11.7	17.5
1963 -2013	60.1	55.3	25.4	48.6	37.6	52.8	103.9

талните години бяха приложени три поливки при вариант 1 - 100% (поливна норма). Поливките са реализирани с поливна норма от 80 mm, при спадане на почвената влага до 75-80% от пределната полска влагоемност (ППВ). Данните за извършените поливки и поливни норми са представени в Таблица 2. Температурата е другият основен фактор, който оказва влияние върху развитието на суданката през вегетацията и размера на добива ѝ (Фигура 1). През 2014 г. среднодневните температури през вегетацията на суданката са максимално близки до многогодишните им стойности за отделните месеци, а през 2015 и 2016 г. среднодневните температури през вегетацията ѝ за юли и август са с около 1.5 – 2 °C по-високи спрямо многогодишния период.

Добивите, получени от суданката като втора култура са резултат от съвместното действие на метеорологичните и агротехнически фактори, установени през трите опитни години. Действието на факторите температура на въздуха и валежи е много по-силно изразено при неполивната култура - Таблица 3. През периода на активна вегетация, независимо от неравномерното количество валежи и през трите опитни години получихме сравнително стабилни добиви на суха биомаса от 9800 kg.ha<sup>-1</sup> до 11250 kg.ha<sup>-1</sup>, което се дължи на добрата сухоустойчивост на проучения сорт суданка Ендже – 1. Чрез опти-

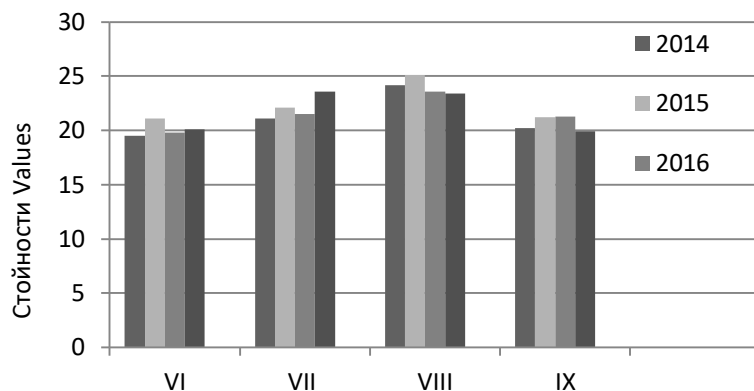
мизиране на фактора влажност се получиха високи и стабилни добиви, които не се различаваха съществено през отделните години на изследване. При напояваната суданка увеличението на добива е средно с 24.2% по-голямо спрямо не напояваната. Получените добиви по години между отделните варианти и средно за разглеждания период са с много добра доказаност.

Евапотранспирацията на суданката зависи в голяма степен както от приложения при отделните варианти поливен режим, така и от метеорологичната обстановка през опитните години. Стойностите на сумарната ЕТ от слоя 0 – 80 cm при неполивни и поливни условия са представени по години и средно за периода в Таблица 4. При неполивния вариант влиянието на метеорологичните условия е по-сил-

**Таблица 2.** Брой поливки и поливна норма по години

**Table 2.** Number of irrigations and irrigation rate by years

Години/ Years	Брой поливки/ Number of irrigations	Напоителна норма (mm)/ Irrigation rate (mm)
2014	3	80.0
2015	3	80.0
2016	3	80.0



**Фигура 1.** Сума на средноденонощните температури на въздуха в °C

**Figure 1.** Sum of the average daily air temperature

но през годината с по-неблагоприятно разпределение на валежите, като най-ниската сумарна стойност е през 2016 г. (168.3 mm).

Стойностите на ЕТ са по-високи през втората 2015 г., което се дължи до голяма степен на по-голямото количество валежи, падна-

**Таблица 3.** Добиви на суха биомаса по варианти и години

**Table 3.** Dry biomass yields by variant and years

Варианти/ Variants	Добив kg/ha/ Yieldkg/ha	Към вариант1/ To Variant 1		Към вариант 2/ To Variant 2	
		+/-Y	%	+/-Y	%
2014					
1.Без напояване / Non-irrigated	9800	St.	100.0	- 2230	81
2.Оптимално напояване/ Optimal irrigation	12030	+ 2230	122.7	St.	100.0
GD P 5% = 172..71 kg/ha P1% = 255.53kg/ha		P 0.1% =394.47 kg/ha			
2015					
1.Без напояване /Non-irrigated	11250	St.	100.0	-	
2.Оптимално напояване/ Optimal irrigation	14050	+	124.8	St.	100.0
GD P 5% = 109.34kg/ha P1% = 161.61 kg/ha		P 0.1% = 249.64 kg/ha			
2016					
1.Без напояване / Non-irrigated	10020	St.	100.0	- 2390	
2.Оптимално напояване/ Optimal irrigation	12550	+	125.2	St.	100.0
GD P 5% = 77.24 kg/ha P1% = 114.27 kg/ha		P 0.1% = 176.65kg/ha			
2014-2016					
1. Без напояване/ Non-irrigated	10360	St.	100.0	- 7180	40.5
2.Оптимално напояване/ Optimal irrigation	12870	+ 7180	124.2	St.	100.0
GD P 5% = 119.76 kg/ha P1% =177.13 kg/ha		P 0.1% =273.58 kg/ha			

**Таблица 4.** Сумарна евапотранспирация на суданката по години и средно за 2014 – 2016

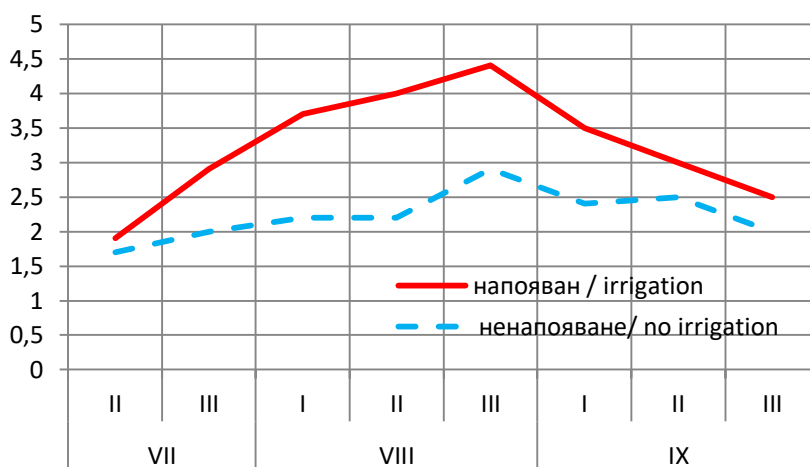
**Table 4.** Summary evapotranspiration of sudan grass by year and average for 2014 – 2016

Години/ Years	Варианти/ Variants	Σ ET mm	± (mm - към вар. 1/ to var. 1		към вар. 2/ to var. 2	
			%	± (mm)	%	
2014	1. без напояване /without irrigation	183.7	0.0	100	- 80.6	69.5
	2. напояван/ irrigated	264.3	80.6	143.8	0.0	100
2015	1. без напояване/ without irrigation	173.7	0.0	100	110.1	61.2
	2. напояван/ irrigated	283.8	110.1	168.6	0.0	100
2016	1. без напояване/ without irrigation	168.3	0.0	100	-109.5	60.5
	2. напояван/ irrigated	277.8	109.5	165.0	0.0	100
Средно/ Average	1. без напояване/ without irrigation	175.2	0.0	100	100.1	60.6
	2. напояван /irrigated	275.3	100.1	159.1	0.0	100

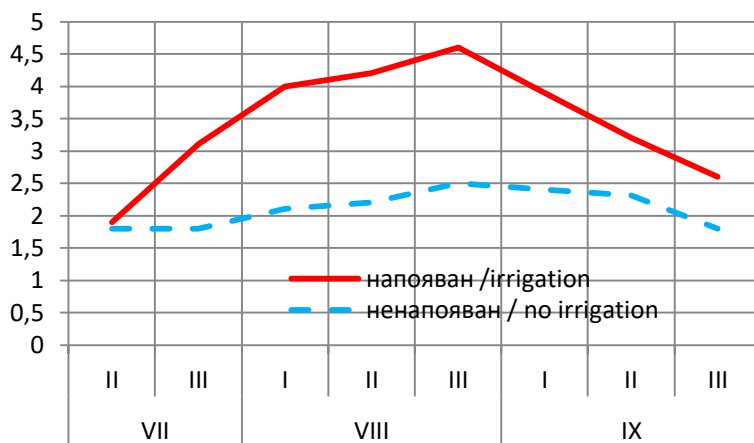
ΣET – сумарна евапотранспирация, mm (total evapotranspiration, mm)

ли месец юли – началото на август (периода на активна вегетация на културата). Най-голямото потребление на вода при неполивната суданка е отчетено през 2014 г., която се оказва много благоприятна по отношение и на разпределението на вегетационните валежи. Сумарната евпотранспирация при оптимална поливна норма варира в рамките на 264.3 – 283.8 mm, като за нейното определяне за условията на експеримента в известна степен дават отражение температурата и продължителността на периода, за който е изчислен балансът на влажността на почвата.

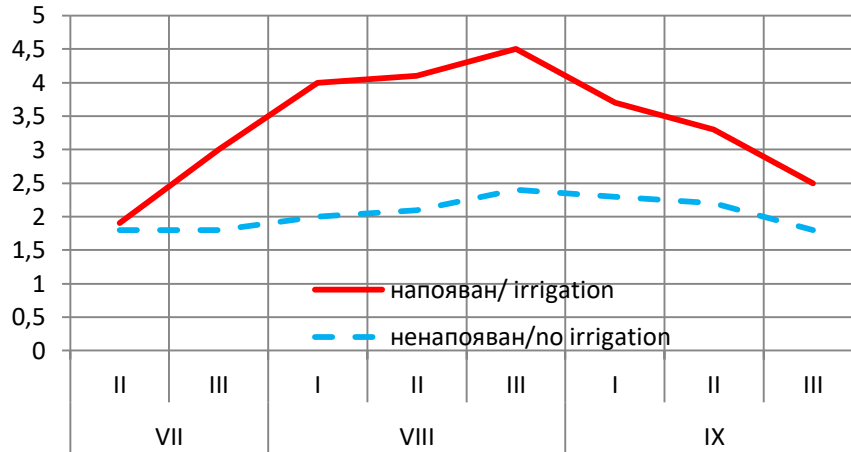
Суданката втора култура за силаж се развива при различни условия от суданката първа култура. Докато при пролетното засяване, температурата на въздуха в началото на вегетацията е по-ниска и след това постепенно се повишава, при следжътвените култури в началните фази, тя е най-висока, след това постепенно се понижава, намалява продължителността на фотопериода. При тези условия суданковите растения имат по-бърз растеж и развитие и изметляването настъпва по-рано в сравнение с отглеждането им като първа култура. За целите на напояването



Фигура 2. Средноденоношна евапотанспирация през 2014  
 Figure 2. Daily evapotranspiration during 2014



Фигура 3. Средноденоношна евапотанспирация през 2015  
 Figure 3. Daily evapotranspiration during 2015



Фигура 4. Средноденонощна евапотанспирация през 2016  
 Figure 4. Daily evapotranspiration during 2016

освен сумарната ET от особено значение е и ET през отделните периоди от развитието на културата, изразена чрез средноденонощния ѝ ход. Данните по години са представени на фигурите 2, 3 и 4, съответно при неполивни и поливни условия. При неполивни условия и през трите опитни години, независимо от метеорологичните различия, ходът на ET зависи

от водозапасаеността на почвата и използваните валежи през вегетацията на суданката. ET в началните етапи от развитието на културата е ниска, но влагообезпечаването е било достатъчно за нормалното ѝ протичане. Независимо от количеството на валежите при вариантите с естествено овлажняване, средноденонощните стойности на ET не надвишават

Таблица 5. Формиране на ET при суданка по години при поливни и неполивни условия  
 Table 5. ET formation in Sudan grass by years under irrigation and non-irrigation conditions

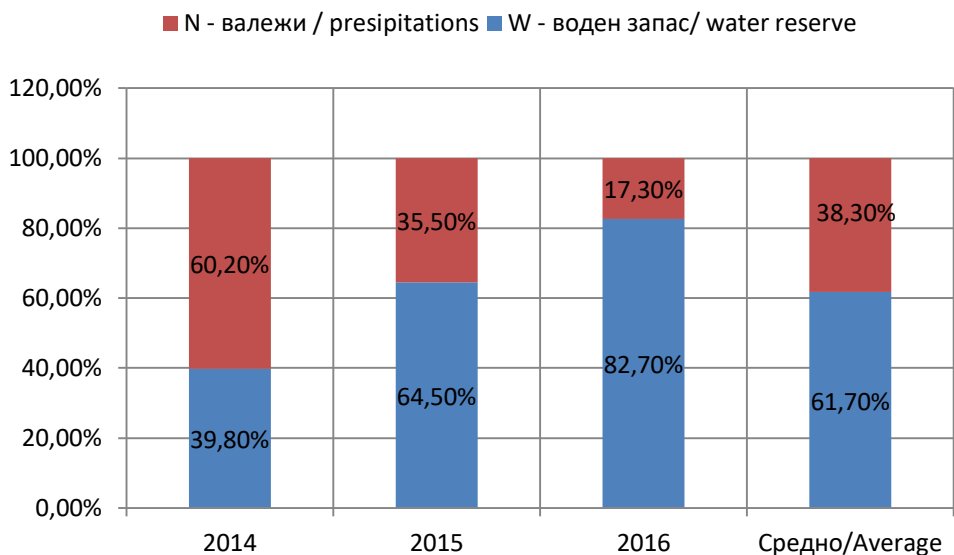
Показатели/ Indicators	Без напояване/ No irrigation		Напояван/ Irrigation		Без напояване/ No irrigation		Напояван/ Irrigation	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
	2014				2015			
ΣET	183.7	100	264.3	100	173.7	100	283.8	100
W	73.2	39.8	2.2	0.8	112.1	64.5	12.7	4.3
N	110.5	60.2	22.1	8.4	61.6	35.5	32.1	11.3
M	-	-	240	90.8	-	-	240	84.4
	2016				Средно 2014 – 2016 г			
ΣET	168.3	100	277.8	100	175.2	100%	275.3	100%
W	139.1	82.7	8.6	3.1	108.1	61.7	7.8	2.8
N валежи	29.2	17.3	29.2	10.5	67.1	38.3	27.8	10.1
M	-	-	240	86.3	-	0.0	240	87.1

ΣET – сумарна евапотанспирация (total evapotranspiration)  
 W – начален воден запас (initial water supply)  
 N – вегетационни валежи (precipitations during vegetation period)  
 M – напоятелна норма (irrigation depth)



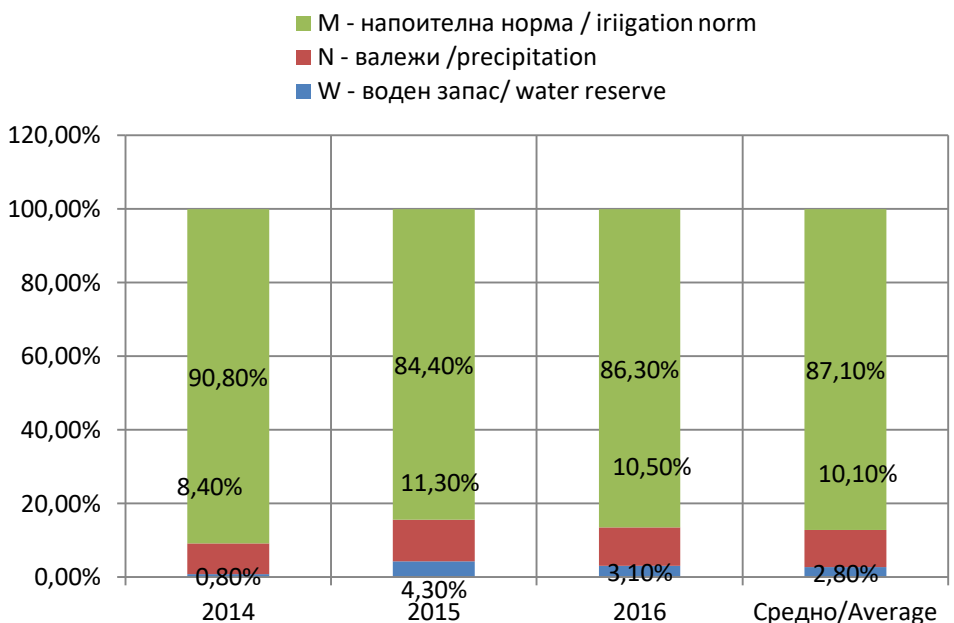
2.9 mm (третата десетдневка на август – 2014 г.). До началото на поливния период ЕТ при двата варианта е почти еднаква, след което при напоявания вариант стойностите рязко се увеличават, благодарение на създадените от

напояването благоприятни влажностни условия. Максимумът при напояваната суданка се отчита през трета десетдневка на месец август на 2015 г. – 4.6 mm, след което постепенно започва да намалява и към края на веге-



Фигура 5. Формиране на евапотранспирацията в слоя 0 - 80 cm при неполивни условия

Figure 5. Formation of evapotranspiration in the layer 0 - 80 cm under non-irrigated conditions



Фигура 6. Формиране на евапотанспирацията в слоя 0 - 80 cm при оптимално напояване

Figure 6. Formation of evapotranspiration in the layer 0 - 80 cm under optimal irrigated conditions



тацията достига стойности, близки до тези в началото на вегетационния период. През третата опитна година (2016) получените стойности на средноденоношната евапотранспирация не се различават съществено от тези на предходните две години.

При отглеждане на открити площи ЕТ на суданката, отглеждана като втора култура се формира основно от вегетационните валежи, началния воден запас (натрупан след прибиране на предшественика) и напоителната норма (ако културата се отглежда при поливни условия) - Таблица 5.

На Фигури 4 и 5 е представено формирането на ЕТ в относителни стойности (%). Независимо от условията на отглеждане, основната част от ЕТ на суданката втора култура, за условията на опитните години, се осигурява основно от началния воден баланс на почвата през вегетацията на културата (Таблица 2).

При неполивни условия вегетационните валежи осигуряват средно за периода 38.30% от ЕТ за слоя 0 – 80 cm, като останалите 61.70% са за сметка на запасите от влага, натрупани в почвата след прибиране на предшественика (Фиг. 5). В условията на напояване основен дял във формирането на водоразхода на суданката се пада на напоителната норма – средно за годините на изследване 87.1% - Фигура 6.

## ИЗВОДИ

Суданката като втора култура е високопродуктивна при неполивни условия, но въпреки това добивите ѝ силно зависят от климатичните условия на отделните години на изследване, като варират от 9800 kg.ha<sup>-1</sup> до 11250 kg.ha<sup>-1</sup>. Напояването значително намалява влиянието на метеорологичните фактори и допринася за повече стабилни добиви (от 11250 до 14050 kg.ha<sup>-1</sup>).

Сумарната евапотранспирация при неполивната суданка варира в границите от 168.3 до 183.7 mm. Максималните ѝ среднодено-

нощни стойности достигат до 2.9 mm през третата десетдневка на август в зависимост от метеорологичните условия.

При напояваната суданка, сумарната евапотранспирация варира от 264.3 до 283.8 mm. Максималните ѝ средноденонощни стойности, вариращи от 2.0 до 4.6 mm, са получени в третата десетдневка на месец август.

Средно за трите години на експеримента валежите образуват повече от половината от ЕТ при неполивна суданка и незначителна част при суданката при напояване. Значителен дял има поливната норма – над 87.10 %, което потвърди значението на напояването при отглеждането на културата за района на Стара Загора.

## 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., & Kikindonov, Tz.** (2016). Evapotranspiration of a Sudan grass cultivated as a second irrigation crop. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 53, 85-89 (Bg).
- Bazitov, R., Mihaylova, M., & Enchev, S.** (2017). Productive capacity of Sudan grass grown as secondary crop on irrigation. *Bulgarian journal of crop science*, 54(5), 30-35.
- Ismail, S. M., E-Nakhlawy, F. S., & Basahi, J. M.** (2018). Sudan grass and pearl millets productivity under different irrigation methods with fully irrigation and stresses in arid regions. *Grassland science*, 64, 1, pp. 29-39. <https://doi.org/10.1111/grs.12179>
- Knowles, T. C., & Ottman, M. J.** (2015). Sudangrass hay production in the irrigated deserts of Arizona and California. *College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ)*, pp 1- 5.
- Klocke, N. R., Currie, Tomsicek, D., & Koehn, J.** (2012). Sorghum yield response to deficit irrigation. *Trans. ASABE*, 55(3), 947-955. <https://doi.org/10.13031/2013.41526>
- Matev, A., Kirchev, H., Petrova, R., Sevov, A., & Delibaltova, V.** (2010). Influence of meteorological factors

- during vegetation period on the yield and evapotranspiration of Irrigated and non-Irrigated grain *BALWOIS 2010* - Ohrid, Republic of Macedonia - 25, 29 May 2010, 1-6.
- Matev, A., & Petrova, R.** (2011). Evapotranspiration of grain maize grown in the region of Plovdiv. *Journal of mountain agriculture on the Balkans*, 14, 740-752 (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, 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), pp. 182-185.
- Taha, A. M., Salemand, A. K., & Mekhaile, N. E. G.** (2019). Maximizing land and water productivity of Sudan grass undersprinkler irrigation in sandy soil. *Journal of Soils and Crops*, 29, 207-217.

Received: September 07 2023; Approved: November 19 2023; Published: February 2024