

<https://doi.org/10.61308/AHLH4356>

## Влияние на торенето върху качеството на фуража от суданка (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.)

Румен Базитов<sup>1</sup>, Милена Михайлова<sup>1</sup>, Митко Георгиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Земеделски институт Стара Загора, 6000, Селскостопанска академия, София

<sup>2</sup>Тракийски университет, Аграрен факултет, Стара Загора, 6000

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

ORCID Румен Базитов 0000-0001-7056-9225

ORCID Милена Михайлова 0000-0003-0908-1807

**Резюме:** Изследването е проведено за района на Стара Загора със суданка сорт Ендже-1 върху ливадно-канелена почва при следните варианти на торене: Вар. 1 – неторена контрола, ( $N_0P_0K_0$  kg/da); Вар. 2 – торене с  $N_9P_6K_4$  kg/da, Вар. 3 – торене с  $N_{18}P_{12}K_8$  kg/da. Химичният състав на фуражите е определен с апарат FOSS NIRS DS2500 в лабораторията на Земеделски институт – Стара Загора. Нето енергията за мляко, изразена в крѳмни единици за мляко (КЕМ) и крѳмните единици за растеж (КЕР) са определени по Todorov et al. (2007). При отглеждане на суданката без торене е установено, че добивът от суров протеин варира от 59.47 kg/da до 74.00 kg/da, а нето енергията за мляко и растеж (КЕМ и КЕР), съответно от 801 до 827 за декар за КЕМ и от 762 до 842 за КЕР. Приложеното минерално торене с  $N_9P_6K_4$  kg/da, увеличава количеството на добива от суров протеин средно с 37.2%, а на КЕМ и КЕР с 13.9 и 11.4% спрямо неторения вариант.

**Ключови думи:** суданка; енергия; протеин; азотно торене

## Effect of fertilisation on the quality of forage of sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.)

Rumen Bazitov<sup>1</sup>, Milena Mihaylova<sup>1</sup>, Mitko Georgiev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute Stara Zagora, 6000, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria

<sup>2</sup>Trakia University, Faculty of Agriculture, Stara Zagora, 6000

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

ORCID Rumen Bazitov 0000-0001-7056-9225,

ORCID Milena Mihaylova 0000-0003-0908-1807

**Citation:** Bazitov, R., Mihaylova, M., & Georgiev, M. (2024). Effect of fertilisation on the quality of forage of sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(6) 60-65 (Bg).

**Abstract:** The experiment was carried out in the region of Stara Zagora with sudangrass cultivar Endzhe-1 on meadow-muddy soil under the following fertilization variants: Var. 1 - unfertilized control, ( $N_0P_0K_0$  kg/da); Var. 2 - fertilization with  $N_9P_6K_4$  kg/da, Var. 3 - fertilization with  $N_{18}P_{12}K_8$  kg/da. The chemical composition of the forages was determined by FOSS NIRS DS 2500 in the laboratory of the Agricultural Institute - Stara Zagora. The net energy for milk expressed in forage milk units (FUM) and forage gain units (FUG) were determined according to Todorov et al. (2007). When the sudangrass was grown without fertilization, the crude protein yield was found to range from 59.47 kg/da to 74.00 kg/da and the net energy for milk and growth (FUM and FUG), from 801 to 827 per acre for FUM and 762 to 842 for FUG, respectively. Mineral fertilization applied with  $N_9P_6K_4$  kg/da increased the amount of crude protein yield by 37.2% on average, and FUM and FUG by 13.9 and 11.4% compared to the unfertilized alternative.

**Keywords:** sudangrass; energy; protein; nitrogen fertilization

## ВЪВЕДЕНИЕ

Производството на фураж е ключов ограничаващ фактор за отглеждането на селскостопанските животни в райони със засушаване (Kaplan et al., 2019; Nyawade et al., 2020; Seleiman et al., 2021). От единица площ при правилна технология на отглеждане, от суданката се получават високи и стабилни добиви зелена и суха биомаса с високо качество (Akash & Saoub, 2000; Djukic et al., 2003; Slanev, 2012). Торенето, като едно от важните агротехнически мероприятия оказва значително въздействие както върху добива, така и върху качеството на фуражите (хранителния състав на зърното от сорго) (Afzal et al., 2013). Суданката е подходяща фуражна култура за отглеждане в сухи региони, тъй като от нея се получава голям добив на биомаса при недостиг на вода (Ismail et al., 2018; Ibrahim et al., 2016). Тя е с висока отзивчивост към азотно торене (Abo-Zeid et al. 2017), което оказва положителен ефект върху процентното съдържание на суров протеин при суданката във всяко ниво на торене. Прилагането на еднократна доза азотен тор води до по-голямо увеличаване на съдържанието на азот (Mwadalu et al., 2022). С повишаване на нормите на азотно торене, Donaldson & Rootman (1977) установяват значително увеличение на съдържанието на азот във фуража. Получените от тях резултати са сходни с тези на Ochieng et al. (2021), които отбелязват, че рязкото повишаване на азотното торене повишава съдържанието на протеин при царевичката. Получените стойности на ADF и NDF са в зависимост от нивото на третиране, което потвърждава заключенията на Mut et al. (2017) и Nasar et al. (2022), които установяват, че тези показатели варират в зависимост от прилагането на азотни торове. Торенето оказва значително въздействие както върху добива, така и върху качеството на фуражните култури (Islam, 2012; Khelil et al., 2013) и хранителния състав на зърното от сорго (Afzal et al., 2013). Сравнително недостатъчни са проучванията у нас върху добива и качеството

на фураж от суданката, отглеждана както при неполивни условия (Krachunov & Ilieva, 2005), така и при поливни условия (Bazitov et al., 2017; Bazitov & Mihaylova, 2023). Целта на настоящото изследване е се да установи влиянието на торенето върху качеството на фуража (съдържание на енергия и суров протеин) от суданката.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2021 - 2023 г. в района на Стара Загора е проведен опит със суданка (български сорт Ендже-1) върху ливадно-канелена почва и гъстота на посева - 10000 растения на декар. Сортът е създаден в Земеделски институт - Шумен и представлява популация чрез кръстоска на местна популация (*Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Pippen) Stapf и захарна метла (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*). Отличава се с висока продуктивност, с бърз темп на растеж и средна устойчивост на листни болести. Почвата се характеризира със средно развит хумусен хоризонт, бедна на азот (31.3 – 38.1 mg/kg почва), слабо запасена с усвоим фосфор (3.1 – 4.3 mg/kg почва) и добре запасена с усвоим калий (42.3 – 481 mg/100 g почва). Този тип почва притежава следните воднофизични свойства: ППВ – 26,57%, коефициент на завяхване (КЗ) – 18.19%, порьозност – 47% и обемна маса – 1.45. Подготовката на почвата за сеитбата на суданката е извършвана чрез трикратно дискуване на площта, а сеитбата – в оптималния агротехнически срок за района. Опитът е заложен по блоковия метод в четири повторения с големина на реколтните парцели от 25 m<sup>2</sup>. Проучени са следните варианти на торене: Вар.1 – неторена контрола (N0P0K0 kg/da); Вар. 2 – торене с N9P6K4 kg/da, Вар. 3 – торене с N18P12K8 kg/da. Азотният тор е внесен по време на вегетацията на културата, във фаза 3 - 5 лист, а фосфорните и калиевите торове – с основната обработка на почвата през есента на предходната година. Сухата биомаса в проценти (%) от теглото на зелената биомаса (kg) е опреде-

лено чрез метода на изсушаване на зелената биомаса при температура 70°C в продължение на 24 часа. Химичният състав на фуражите – суров протеин, сурови мазнини, сурови влакнини, безазотни екстрактни вещества – е определен с апарат FOSS NIRS DS2500 в лабораторията на Земеделски институт – Стара Загора. Въз основа на резултатите от химичните анализи и добива на суха биомаса от 1 декар е изчислен добивът на суров протеин при отделните варианти. Нето енергията за мляко, изразена в крѐмни единици за мляко (КЕМ) и крѐмните единици за растеж (КЕР) са определени по Todorov et al. (2007).

$$BE = 0.0242 \text{ СП} + 0.0366 \text{ СМ} + 0.0209 \text{ СВл} + 0.017 \text{ БЕВ}$$

$$OE = 0.0152 \text{ Смп} + 0.0342 \text{ Смм} + 0.0128 \text{ Смл} + 0.0159 \text{ СмБЕВ}$$

$$q = OE / BE$$

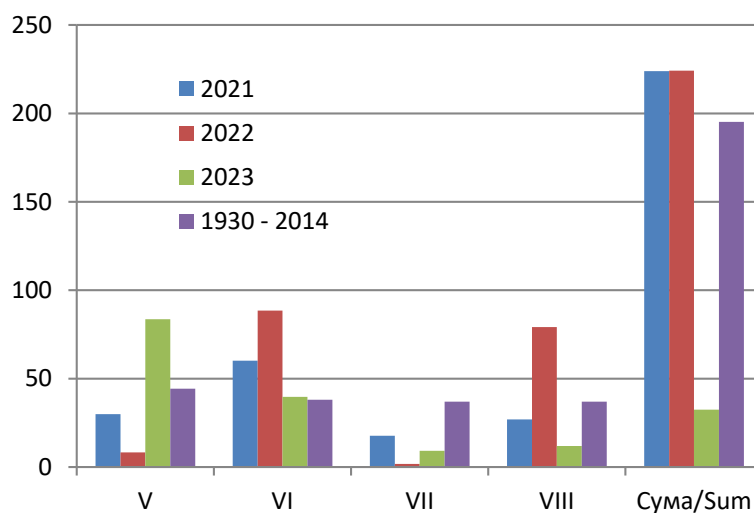
$$КЕМ = OE (0.075 + 0.039q)$$

$$КЕР = OE (0.0382 + 0.104q)$$

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Количеството на валежите, паднали през периода на активна вегетация и температурата са основните и важни метеорологични фак-

тори, от които зависи получаването на стабилни добиви от културите. Сумата на валежите през този период на отглеждане на суданката през опитните години (2021 г., 2022 г. и 2023 г.) е неравномерно разпределена. От съществено значение за нормалното развитие на културата е количеството на валежите, паднали през месеците на активна вегетация (VI - VIII). Обезпечеността на валежите (P%) за месеците юни, юли и август за 2021г., които имат най-съществен принос за формирането на добива от суданка, са съответно: 46.51%, 88.78% и 65.11%, т.е. юни е средно влажен, юли - сух, а август - средно сух месец. По обезпеченост на валежите (P%) същите месеци за 2022 г. са съответно: 25.3%, 99.2% и 13.33 %, т.е. юни е средно влажен, юли - сух, а август – влажен, а за 2023 - обезпечеността на валежите за месеците юни, юли и август са съответно: 71.9%, 92.0% и 87.8%, т.е. юни е средно сух, а юли и август са сухи (Фигура 1). Температурата е другият основен фактор, който оказва влияние върху развитието на културите и размера на добива. През периода на изследване, среднодневните температури през вегетацията на суданката са близки до многогодишните им стойности за м. юни, но за м. май, юли и август са с около 1 – 2°C по високи (Фигура 2).

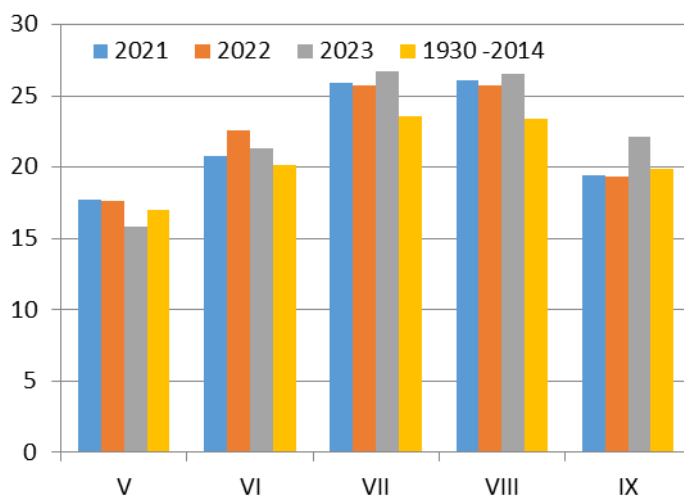


Фигура 1. Сума на валежите през вегетацията на суданката  
 Figure 1. Sum of precipitation during the growing season of the sudan grass

Въз основа на данните от химичния анализ и добива на суха биомаса от един декар е изчислен полученият добив на суров протеин, като резултатите за представени в Таблица 1.

Добивът на суров протеин (kg/da), изчислен въз основа на данните за съдържанието на суров протеин в сухото вещество на зелената маса от суданка, при естествена запасеност на почвата варира в границите от 59.47 kg/da (получен през 2023 г.) до 74.00 kg/da (получен през 2021 г.) (Таблица 1). При комбинираното използване на азот, фосфор и калий продуктивността на суданката значително се увеличава. С внасянето на нормата N<sub>9</sub>P<sub>6</sub>K<sub>4</sub> kg/da се получава увеличение на суровия протеин спрямо неторения вариант с 25.02 kg/da, което изразено в относителни стойности представлява 37.2%. С увеличение на норма-

та на торене се повишават и продуктивните възможности на суданката. Нарастването на добива на суров протеин, получен от варианта с приложена удвоена норма на торене спрямо неторената контрола е съответно 88.52%, а спрямо единичната норма на торене, увеличението е 51.3%. Резултатите от проучване на Ochieng et al. (2021) разкриват също значително повишение в продуктивността на царевичката (параметри на растежа, добиви, компоненти на добива и съдържание на протеин) въз основа на различията в третирането с азотни форми и норми. Повишаването на протеиновото съдържание на сорго в рамките на повишаването на нивото на азота при торене, според Afzal et al. (2013) може да се дължи на факта, че прилагането на азот е подобрило образуването на аминокиселини и в резултат на



Фигура 2. Сума на средноденонощна температура на въздуха в °C  
 Figure 2. Sum of the average daily air temperature °C

Таблица 1. Добив на суров протеин по години и средно за периода 2021 – 2023, kg/da  
 Table 1. Crude protein yield by year and average for the period 2021-2023, kg/da

Варианти/ Variants	2021	2022	2023	Средно / % Average	%
1.N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	74.00	68.18	59.47	67.21	100
2.N <sub>9</sub> P <sub>6</sub> K <sub>4</sub>	106.00	90.90	79.80	92.23	137.20
3.N <sub>18</sub> P <sub>12</sub> K <sub>8</sub>	134.25	118.5	119.18	126.71	188.52

това е повишило протеиновото съдържание. Тези резултати кореспондират с констатациите на Neylon & Kung (2003), които отчитат значителни разлики в съдържанието на суров протеин сред сорговите сортове и значително повишение на съдържанието на суров протеин. Подобни резултати са отчетени и от Almodares & Hadi (2009), Khalid et al. (2010) и Duraisami et al. (2002).

В Таблица 2 са дадени стойностите за съдържание на КЕМ и КЕР в получената суха биомаса на декар при различните варианти на торене. Промените в добивите на КЕМ и КЕР, получени под влияние на приложеното торене са аналогични с тези на суровия протеин. Най-високи стойности са получени при варианта с норма на торене  $N_{18}P_{12}K_8$  – 1079 КЕМ и 1028 КЕР за 2021 година, 945 КЕМ и 900 КЕР за 2022 година и 926 КЕМ и 882 КЕР за 2023 година. Средно за целия период, съдържанието на КЕМ в сухата биомаса е 983 kg/da, а съдържанието на КЕР в сухата биомаса - 937 kg/da. Най-ниско съдържание на нето енергия за мляко - КЕМ има при вариантите без торене – 817 КЕМ за 2021 година, 827 КЕМ за 2022 година, 801 КЕМ за 2023 година и средно за целия период – 815 КЕМ на декар. Съдържанието на нето енергия за растеж в сухата биомаса на декар е 842 КЕР за 2021 година, 787 КЕР за 2022 година, 762 за 2023 година и средно за периода – 797 КЕР, при вариантите без торене. Прилагането на единична норма на торене повишава добива на КЕМ И КЕР, съответно с 13.9 % и 11.4% спрямо неторения вариант. С удвояване нормата на торене, увеличението на

КЕМ е 20.6 %, а на КЕР -17.5 % спрямо неторената контрола. Повишената норма на торене увеличава добивана на КЕМ с 5.8% и на КЕР с 5.5 % спрямо единичната норма на торене.

## ИЗВОДИ

При отглеждане на суданката в условията на естествена запасеност на почвата, добивът от суров протеин варира от 59.47 kg/da до 74.00 kg/da, а нето енергията за мляко и растеж (КЕМ и КЕР), съответно от 801 до 827 за декар за КЕМ и от 762 до 842 за КЕР.

Минералното торене с  $N_9P_6K_4$  kg/da, увеличава количеството на добива от суров протеин средно с 37.2%, а на КЕМ и КЕР с 13.9 и 11.4 % спрямо неторения вариант.

Прилагането на удвоена торова норма -  $N_{18}P_{12}K_8$  kg/da повишава добива на суров протеин средно с 88.52% спрямо варианта с естествена запасеност на почвата с хранителни вещества.

**Проучването е докладвано на международна научна конференция „Предизвикателства пред животновъдната наука в условията на глобални климатични промени“, проведена през 2024 г. в Земеделски институт - Стара Загора, България.**

## ЛИТЕРАТУРА

Abo-Zeid, S. T., Amal, L., EL-Latif, A. & Elshafey, S. (2017). Effect of sources and rates of Nitrogen fertil-

**Таблица 2.** Добив КЕМ и КЕР в сухата биомаса на декар по години и средно за периода 2021 – 2023, kg/da  
**Table 2.** FUM and FUG yields in dry biomass per ha by year and average for the period 2021 – 2023, kg/da

Варианти/ Variants	2021		2022		2023		Средно / Average			
	КЕМ FUM	КЕР FUG	КЕМ FUM	КЕР FUG	КЕМ FUM	КЕР FUG	КЕМ FUM	%	КЕР FUG	%
1. $N_0P_0K_0$	817	842	827	787	801	762	815	100	797	100
2. $N_9P_6K_4$	1036	986	901	858	851	820	929	113,9	888	111.4
3. $N_{18}P_{12}K_8$	1079	1028	945	900	926	882	983	120,6	937	117.5



- izers on forage yield and nitrate accumulation for Sudangrass. *Egypt. J. Soil Sci.*, 57, pp. 23–30. [CrossRef]
- Afzal, M., Ahmad, A. U. H. & Zamir, S. I.** (2013). Performance of multicut forage sorghum under various sowing methods and nitrogen application rates. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(1), 232-239.
- Akash, M. W., & Saoub, H. M.** (2000). Forage yield of three sudangrass varieties as influenced by seeding rate and cutting frequency. *International refereed Research Journal-Dirasat (Jordan). Agricultural Sciences*, 27(2), 158-164 (Ru).
- Almodares, A. & Hadi, M. R.** (2009). Production of bioethanol from sweet sorghum. A review. *Afr. J. Agric. Res.*, 4(9), 772-780
- Bazitov, R., Mihaylova, M., & Enchev, S.** (2017). Productive capacity of sudan grass grown as secondary crop on irrigation. *Plant Sciences*, 54(5), 30-35 (Bg).
- Bazitov, R., & Mihaylova, M.** (2023). Productive Capacity of Sudan Grass Grown under Irrigation. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 26(6), 128-139.
- Djukić, D., R. Stanisavljević, I. Stojanović, J. Milenković, R. Petrović, & Aleksić, O.** (2003). Yield, quality and energy in fodder sorghum and Sudan grass. Optimal forage systems for animal production and the environment. *Proceedings of the 12th Symposium of the European Grassland Federation*, Pleven, Bulgaria, pp. 326 – 329.
- Donaldson, C. H., & Rootman, G. T.** (1977). Evaluation of *Cenchrus ciliaris*: Effects of nitrogen level and cutting frequency on digestibility and voluntary intake. *Proc. Annu. Congr. Grassl. Soc. S. Afr.*, 12, 91–93.
- Duraisami, V., Raniperumal, D., & Mani, A. K.** (2002). Grain quality as influenced by fertilizer nitrogen, coirpith and biofertilizer in sole and intercropped sorghum maize soybean sequence. *Mysore J. Agric. Sci.*, 36(2), 97-103.
- Ibrahim, A., Zeidan, E. M., Gweifel, H. G. M., & Mahfouz, S. A.** (2016). Influence of planting density and nitrogen fertilizer levels on fresh forage yield and quality of some forage sorghum genotypes. *Zagazig J. Agric. Res.*, 43, pp. 729–743. [CrossRef]
- Islam, M. R.** (2012). Effects of irrigation and rates and timing of nitrogen fertilizer on dry matter yield, proportions of plant fractions of maize and nutritive value and in vitro gas production characteristics of whole crop maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, Vol.172, pp. 125-135.
- Ismail, S. M., El-Nakhlawy, F. S., & Basahi, J. M.** (2018). Sudangrass and pearl millets productivity under different irrigation methods with full irrigation and stresses in arid regions. *Grass Sci.*, 64, 29–39. [CrossRef]
- Kaplan, M., Kara, K., Unlukara, A., Kale, H., Buyukkilic Beyzi, S., Varol, I.S., Kizilsimsek, M., & Kamalak, A.** (2019). Water deficit and nitrogen affects yield and feed value of sorghum Sudangrass silage. *Agric. Water Manag.* 218, 30–36.
- Khalid, M., I. Ahmad, I., & Ayub, M.** (2010). Effect of Nitrogen and Phosphorus on the Fodder Yield and Quality of Two Sorghum Cultivars (*Sorghum bicolor* L). *Int. J. Agri. Biol.* 5(1), 61-63.
- Kheli, M. K., Rejeb, S., Henchi, B., & Destain, J. P.** (2013). Effects of Irrigation Water Quality and Nitrogen Rate on the Recovery of 15N Fertilizer by Sorghum in Field Study. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Volume 44, Issue 18, pp. 2647-2655. <https://doi.org/10.1080/00103624.2013.813032>
- Krachunov, I., & Ilieva, A.** (2005). Changes in the quality of fodder in Sudanese. I. Composition and digestibility. *Animal Science*, 42(2), 21-27 (Bg).
- Mut, H., Gulumser, E., Dogrusoz, M. C., & Basaran, U.** (2017). Effect of Different Nitrogen Levels on Hay Yield and Some Quality Traits of Sudan Grass and Sorghum-Sudan Grass Hybrids. *Anim. Nut. Feed Technol.* 17, pp. 269–278.
- Mwadalu, R., Mochoge, B., & Mwangi, M.** (2022). Heightening sorghum nitrogen uptake while maintaining optimal soil nutrient levels through mineral fertiliser application. *J. Appl. Life Sci. Environ.* 54, pp. 458–472.
- Nasar, J., Wang, G.Y., Zhou, F. J., Gitari, H., Zhou, X. B., Tabl, K. M., Hasan, M.E., Ali, H., Waqas, M. M., & Ali I.** (2022). Nitrogen fertilization coupled with foliar application of iron and molybdenum improves shade tolerance of soybean under maize-soybean intercropping. *Front. Plant Sci.* 13, 1014640. [CrossRef] [PubMed]
- Neylon, J. M., & Kung, A.** (2003). The effect of height of cutting, hybrid and stage of maturity at harvest on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86(6), pp. 2163-2169.
- Nyawade, S., Gitari, H. I., Karanja, N. N., Gachene, C. K., Schulte-Geldermann, E., Ochieng', I. O., Gitari, H. I., Mochoge, B., Rezaei-Chiyaneh, E., & Gweyi-Onyango, J. P.** (2021). Optimizing maize yield, nitrogen efficacy and grain protein content under different N forms and rates. *J. Soil Sci. Plant Nut.* 21, pp. 1867–1880.
- Seleiman, M. F., Aslam, M. T., Alhammad, B. A., Hassan, M. U., Maqbool, R., Chattha, M. U., ... & Battaglia, M. L.** (2022). Salinity stress in wheat: effects, mechanisms and management strategies. *Phyton (0031-9457)*, 91(4).
- Sharma, K., & Parker, M.** (2020). Enhancing climate resilience of rain-fed potato through legume intercropping and silicon application. *Front. Sustain. Food Syst.*, 4, 566345 [CrossRef]
- Slanev, K.** (2012). Productivity and green matter quality of sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids. *Agricultural Science*, 45(3), 13 – 17 (Bg).
- Todorov, N., Krachunov, I., Djuvinov, D., & Alexandrov, A.** (2007). Reference Book of Animal Nutrition, Matcom, Sofia, ISBN 9789549930474 (Bg).