

Влияние на азотното торене върху мултипликационния ефект на бруто енергия и суров протеин по веригата „посевен материал – добив на зърно“ от сорго (*Sorghum bicolor L. Moench*)

Светла Костадинова*, Иван Велинов, Живко Тодоров, Димо Пенков

Аграрен университет – Пловдив, 4000 гр. Пловдив, бул. Менделеев 12

*E-mail: svetlak@au-plovdiv.bg

Резюме

Целта на изследването е да се установи влиянието на азотното торене върху добивите на бруто енергия и суров протеин от сорго. За целта са въведени „мултипликационни коефициенти“ представляващи съотношение между получената бруто енергия и суров протеин от единица площ и вложените такива чрез посевния материал. Изпитани са 6 норми на азотно торене (вложени kg азот /ha - N_0 ; N_{60} ; N_{120} ; N_{180} ; N_{240} ; N_{300}). Осреднените данни за 3 години са: За бруто енергията – съответно - 801.3; 832.5; 948.6; 1057.7; 1072.1 и 970 пъти. За суровия протеин – съответно 806.6; 943.7; 1087.5; 1213.4; 1229.6 и 1178 пъти. Като оптимални торови норми и за двата показателя се открояват N_{180} и N_{240} .

Ключови думи: азотно торене; бруто енергия; суров протеин; сорго зърно

Influence of the nitrogen fertilization on the multiplication effect of the gross energy and crude protein along the chain “seed material – yield of grain” of sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*)

Svetla Kostadinova*, Ivan Velinov, Zhivko Todorov, Dimo Penkov

Agricultural University of Plovdiv, 4000 Plovdiv, Mendeleev 12, bul.

*E-mail: svetlak@au-plovdiv.bg

Citation

Kostadinova, S., Velinov, I., Todorov, Zh., & Penkov, D. (2021). Influence of the nitrogen fertilization on the multiplication effect of the gross energy and crude protein along the chain “seed material – yield of grain” of sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*). *Rasteniadvani nauki*, 58(6) 37-42 (Bg).

Abstract

The aim of the study was to determine the effect of nitrogen fertilization on the yields of gross energy and crude protein from sorghum. For this purpose, “multiplication factors” have been introduced, representing the ratio between the gross energy and crude protein obtained per unit area and those input through the seeds. Six doses of nitrogen fertilization were tested (kg of nitrogen/ha - N_0 ; N_{60} ; N_{120} ; N_{180} ; N_{240} ; N_{300}). The average data for 3 years were: For gross energy - 801.3; 832.5; 948.6; 1057.7; 1072.1 and 970 times respectively. For crude protein - 806.6; 943.7; 1087.5; 1213.4; 1229.6 and 1178 times respectively. N_{180} and N_{240} stand out as the most optimal fertilizer requirements for both indicators.

Key words: crude protein; gross energy; nitrogen fertilization; sorghum grain

ВЪВЕДЕНИЕ

Соргото е сред предпочитаните за отглеждане житни култури в горещите и засушливи региони (Ciampitti et al., 2013). През последните години, то е и в листата на първите десет отглеждани култури в България, а модерните сортове са хибриди с висок потенциал за продуктивност (Kikindonov & Slanev, 2008). Соргото е с висока сухоустойчивост и продуктивният му потенциал е по-стабилен в сравнение с култури като царевичата и соята, (Wenzel, 1999), въпреки че е по-нисък от тях (Espinoza & Kelley, 2004; Wichmann, 1992).

Когато растениевъдната продукция е предназначена за пряка консумация от хора или животни, терминът „добив“ придобива различно значение, т.е. „снабдяване с хранителни вещества“. Това е необходимо, тъй като хората и животните получават енергия от храната за подпомагане на техните жизнени процеси, както и протеини, който е основен градивен елемент на живота). Тогава ефектът от добива по еко – техническата верига „посевен материал – почва – добив“ се измерва с тъй наречения „мултипликационен коефициент“, представляващ съотношението между вложените енергия/протеин от посевен материал и добивът на същите от единица площ (Kirchev & Penkov, 2010; Delibaltova & Penkov, 2010; Yanchev et al., 1999; Tarighaleslami et al., 2012; Camen et al., 2011).

Целта на настоящото изследване е да се проучи влиянието на влагането на различни норми азотен тор върху мултипликационния коефициент на бруто енергията и суровия протеин при сорго за зърно (*Sorghum bicolor* L. Moench).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изведен е полски торев опит в експерименталната база на катедра Растениевъдство, Аграрен Университет – Пловдив в периода 2017-2019 г. Проучваното азотното торене е в норми 0, 60, 120, 180 и 240 kg N/ha при сорго за зърно хибрид ЕС Alize. Предшественик на соргото е пшеница. Азотното торене се извърши предсеитбено с NH_4NO_3 и за фоново торене са внесени 50 kg P_2O_5 /ha и 50 kg K_2O /ha като троен суперфосфат и калиев хлорид, съответно. Опитът е заложен

по блоков метод в 4 повторения с размер на опитната парцелка 20.16 m² (7.20 m дължина x 2.80 m ширина). Почвата е алувиално ливадна почва *Mollic Fluvisols* (FAO, 2006) със слабо алкална реакция $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}=7.80$. Преди сеитбата на соргото в почвата се съдържат средно: 31.1 mg Nmin/kg почва; 16.7 mg P_2O_5 /100 g почва; 23.6 mg K_2O /100 g почва. Резултатите посочват слаба запасеност на почвата с минерален азот и добра запасеност с подвижен фосфор и усвоим калий. Определянето на минерален азот (амониев+нитратен) е в извлек с 1% KCl и дестилация в апарата на Парнас-Вагнер; подвижните фосфати са определени по Егнер-Рийм; усвоимият калий в извлек с 2N HCl киселина и реакцията на почвата (pH) - потенциометрично във воден извлек (Tomov et al., 2009). Химичният състав бе определен в АЛК при АУ Пловдив по Веенде - метод (АОАС, 2007). Съдържанията на органични вещества са преизчислени на база абсолютно сухо вещество (105°C). Бруто енергията на 1 kg абсолютно суто вещество (АСВ) е изчислена по формулата на Schiemann et al., (1971): БЕ (в MJ) = 0.0242 СП + 0.0366 СМ + 0.0209 СВЛ + 0.017 БЕВ, където СП, СМ, СВЛ и БЕВ са в g/kg нативно/сухо вещество.

Добивите на бруто енергията и суровия протеин в зърното са изчислени като произведение между добива на сухо вещество от декар и съдържанието им в 1 kg сухо вещество.

Мултипликационните коефициенти са изчислени по формулата:

Добив на енергия(протеин) от хектар/вложени чрез посева енергия(протеин).

За математическа обработка на получените резултати е приложен дисперсионен анализ (ANOVA) за еднофакторни опити и тест за многофакторно сравняване на Duncan (1955). За доказани са приети само разликите при $\alpha = 0.95$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Добивът зърно средно от изпитваните норми на азотно торене е най-нисък през засушливата 2017 г. и най-висок през 2018 г., като експерименталната 2019 г. заема междинно положение (Табл. 1).

Добивът на зърно е най-висок при торене на соргото с N_{180} и N_{240} . При тези норми се получа-

ва среден добив от 30.0 – 32.7% повече, спрямо неторените растения. Подобни данни също е получил и Wortmann et al., (2007). Въпреки по-ниските добиви зърно при норми N_{120} и N_{300} разликите са несъществени сравнени с N_{180} и N_{240} . В резултат на естественото почвено плодородие (без азотно торене) соргото формира добив зърно в граници 4570 – 5020 kg/ha или 4827 kg/ha средно за периода.

В таблица 2 е отразен химичният състав на зърното по години и в зависимост от торенето. Сухото вещество не варира съществено в зависимост от торенето – между 88 и 89.2%. Няма съществени различия и при съдържанията на сурови мазнини (между 3.25 и 4.1% в сухото вещество) и сурови влакнини (между 2.42 и 2.65

% в сухото вещество). Торенето влияе по-съществено върху съдържанията на суров протеин, който е от 12.41% при N_0 до 15.02% в сухото вещество при N_{300} .

Както по химичен състав, така и по съдържание на бруто енергия, получените данни не се различават съществено от осреднените такива, цитирани от Todorov et al. (2007).

Средно за периода, добивът на бруто енергия от сорго в зависимост от азотно торене се изменя в граници 79075 – 105798 MJ/ha (Табл. 3).

Най-малко е количеството бруто енергия в зърното при контролата и по-ниската норма на торене N_{60} . Установява се, че зърното на соргото съдържа най-големи количества енергия при растенията отглеждани с повишените нива на

Таблица 1. Добив на зърно от сорго (kg/ha) в зависимост от азотното торене

Table 1. Yield of grain (kg/ha), depending of N – fertilization

А. Торене/ Fertilization	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017-2019 г.
N_0	4570 ^{d*}	5020 ^d	4890 ^e	4827 ^c
N_{60}	4900 ^c	5440 ^c	5160 ^d	5167 ^{bc}
N_{120}	5380 ^b	6090 ^b	5760 ^{bc}	5743 ^{ab}
N_{180}	5750 ^a	6810 ^a	6340 ^a	6300 ^a
N_{240}	5450 ^b	6950 ^a	6580 ^a	6327 ^a
N_{300}	5360 ^b	6180 ^b	5940 ^b	5827 ^{ab}
Б. Година/Year	5230 ^b	6080 ^a	5780 ^{ab}	

Посевна норма/ Sowing rate - 6.5 kg/ha

*Стойности с еднакви букви във всяка колона не се различават съществено при $p < 0.05$ / Values with identical letters within each column are not significantly different at $p < 0.05$

Таблица 2. Химичен състав на сорго – зърно (осреднени проби от 3 години)

Table 2. Chemical composition of sorghum grain (average samples from 3 years)

Торене/ Fertilization	Абсолютно сухо вещество (ACB)/ Dry matter (DM)-%	Сурови мазнини в ACB/ Crude fats in DM-%	Сурови влакнини в ACB/ Crude fiber in DM -%	Пепели в ACB/ Ash in DM - %	Суров протеин в ACB/ Crude protein in DM - %
N_0	88.7 ns	3.42 ns	2.42 ns	1.44 ^b	12.41
N_{60}	86.4	3.48	2.69	1.71 ^a	13.57
N_{120}	87.9	3.25	2.52	1.65 ^a	14.07
N_{180}	88.8	3.73	2.54	1.58 ^{ab}	14.31
N_{240}	89.2	4.01	2.42	1.56 ^{ab}	14.44
N_{300}	88.0	3.74	2.65	1.68 ^a	15.02
Химичен състав на посевния материал/ Chemical composition of the seed material	86.5	3.85	2.48	1.86	13.21

азотно торене N_{180} , N_{240} и N_{300} и разликите между тях не е доказана. При тези азотни норми добива на бруто енергия е в границите от 104378 до 105798 MJ/ha. Според Suman et al (2006) получената енергия като добив от сорго за зърно от един хектар варира от 117900 до 144100 MJ/ha, което е малко повече в сравнение с нашите данни.

Вложената бруто енергия (Табл. 3) и суров протеин (Табл. 4) като посевна норма са едни и същи през трите години (съответно 98.68 MJ и 0.743 kg), тъй като са вложени едни и същи килограми посевен материал на единица площ – 6.5 kg, или 5.62 kg сухо вещество (Табл. 1).

Добивът на суров протеин от един хектар площ е еднакво важен с добивът на бруто енергия. В нашите изследвания той се движи от 599.03 kg, с разлики по години от 567.14 до 622.98 kg (контролна група – N_0) до 913.2 kg с

разлики по години от 787 до 1003.58 kg (група N_{240}) – Таблица 4.

Данните от настоящия опит потвърждават факта, че при по-обилно азотно торене се увеличава както съдържанието на суров протеин в зърното, така и добивът му от единица площ, но до определени граници (Todorov et al., 1995).

Мултипликационните коефициенти (ефекта на мултипликация) са отразени в Таблица 5. Най-ниски коефициенти, както за бруто енергията, така и за суровия протеин показва контролата – съответно 801.3 (с варирания по години от 786.3 до 809.9 пъти) и 806.2 (с варирания от 769.3 до 838.5 пъти).

Най-високи мултипликационни коефициенти и за двата показателя са отчетени при азотно торене N_{240} - за бруто енергията – 1072.1, с варирания по години от 1007.4 до 1311.6 пъти и за

Таблица 3. Добив на бруто енергия (БЕ) от сорго, MJ/ha в зависимост от азотното торене

Table 3. Yield of gross energy (GE) of sorghum, MJ/ha, depending of N – fertilization

А. Торене/ Fertilization	2017	2018	2019	2017-2019
N_0	77591 ^{d*}	79922 ^f	79711 ^e	79075 ^c
N_{60}	80729 ^c	84409 ^e	81324 ^e	82154 ^c
N_{120}	91594 ^b	95966 ^d	93265 ^d	93608 ^b
N_{180}	97913 ^a	110265 ^b	104955 ^b	104378 ^a
N_{240}	92798 ^b	114266 ^a	110330 ^a	105798 ^a
N_{300}	91417 ^b	99948 ^c	95789 ^c	95718 ^a
Б. Година/ Year	88673 ^{ns}	99849	94229	
Вложена БЕ в посева/ GE input with the seed material – 98.68 MJ				

*Стойности с еднакви букви във всяка колона не се различават съществено при $p < 0.05$ / Values with identical letters within each column are not significantly different at $p < 0.05$

Таблица 4. Добив на суров протеин (СП) от сорго, kg/ha в зависимост от азотното торене

Table 4. Yield of crude protein (CP) of sorghum, kg/ha, depending of N – fertilization

А. Торене/ Fertilization	2017	2018	2019	2017-2019
N_0	567.14 ^{d*}	622.98 ^f	606.85 ^e	599.03 ^c
N_{60}	664.93 ^c	738.21 ^e	700.21 ^e	701.16 ^c
N_{120}	756.97 ^b	856.86 ^d	810.43 ^d	808.04 ^b
N_{180}	822.83 ^a	974.51 ^b	907.25 ^b	901.53 ^a
N_{240}	787.0 ^b	1003.58 ^a	950.15 ^a	913.62 ^a
N_{300}	805.07 ^b	928.24 ^c	892.19 ^c	875.22 ^a
Б. Година/ Year	733.99 ^a	750.23	811.18 ^a	
Вложен СП в посева/ CP input with the seed material - 0.743 kg				

*Стойности с еднакви букви във всяка колона не се различават съществено при $p < 0.05$ /Values with identical letters within each column are not significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

Таблица 5. Мултипликационни коефициенти по веригата „посевен материал – почва – зърно“ в зависимост от азотното торене – пъти

Table 5. Coefficients of multiplication in the chain “seed material-ground-grain yield” depending from N fertilization – times

A. Торене/ Fertilization	2017	2018	2019	2017-2019
За бруто енергията/ For the gross energy				
N ₀	786.3	809.9	807.8	801.3
N ₆	818.1	855.4	824.1	832.5
N ₁₂	928.2	972.5	945.1	948.6
N ₁₈	992.9	1117.4	1063.6	1057.7
N ₂₄	940.4	1157.9	1115.1	1072.1
N ₃₀	926.4	1012.9	970.7	970.0
За суровия протеин/ For the crude protein				
N ₀	769.3	838.5	816.8	806.2
N ₆	894.9	993.6	942.4	943.7
N ₁₂	1018.81	1153.2	1090.8	1087.5
N ₁₈	1007.4	1311.6	1221.1	1213.4
N ₂₄	1059.2	1350.7	1278.8	1229.6
N ₃₀	1083.5	1249.3	1200.7	1178.0

суровия протеин – 1229.6, с вариация по години от 1059.2 до 1350.7 пъти. Близки до тези стойности са и коефициентите, получени при азотно торене N₁₈. Ето защо, за условията на Южна България, препоръчваме именно тези норми на торене на соргото.

ИЗВОДИ

Отглеждането на сорго без азотно торене води до получаване на ниски стойности на коефициентите за бруто енергията и за суровия протеин, които са съответно 801.3 (с вариация по години от 786.3 до 809.9 пъти) и 806.2 (с вариация от 769.3 до 838.5 пъти).

Като оптимални азотни норми за соргото, отглеждано при условията на Южна България, могат да се препоръчат норми N₁₈₀ и N₂₄₀. При тези норми се установяват високи стойности на мултипликационните коефициенти, които превишават неторената контрола средно с 32.1 – 33.8% за коефициента за бруто енергия и 50.5–52.5% за коефициента за суров протеин.

ЛИТЕРАТУРА

- AOAC international** (2007). *Official methods of analysis of AOAC* (18 edition, rev. 2), Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Camen, D., Sumalan, R., Beinsan, C., Viliga, F., Suci, L. & Bruznican, D.** (2011). Research regarding the main production and quality indices of some corn hybrids cultivated in the Banat area. *Agronomy Series of Scientific Research/Lucrari Stiintifice Seria Agronomie*, 54(2), pp. 50-52.
- Ciampitti, I., Balboa, G., Mahama, G., & Vara Prasad, P.** (2013). Nitrogen Use Efficiency and Related Plant N Mechanisms in *Corn & Sorghum*, Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA, 1-3.
- Delibaltova, V. & Penkov, D.** (2010). Yield of energy and protein from grain maize hybrids using agrotechnical system, optimal for the conditions in the Plovdiv region, *J. of Central European Agriculture*, 11(3), 265-270.
- Duncan, D. B.** (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, Vol. 11, pp. 1-42.
- Espinoza, L., & Kelley, J.** (2004) *Grain Sorghum*, Handbook (University of Arkansas, 2004) <http://www.uaex.edu/publications/MP-297.aspx>.
- FAO** (2006). Guidelines for soil description, Fourth edition, Rome, Italy.

- Kikindinov, Ts., & Slanev, K.** (2008). Productivity and chemical composition of grain of different varieties of sorghum. *Bulgarian Journal of Crop Sciences*, 42(3), 218-221.
- Kirchev, Chr., & Penkov, D.** (2010). Yield of total and digestible amino acids from triticale by experiments with Muscovy ducks. *Scientific works Agricultural University Plovdiv*, 55, 1, 113-118.
- Schiemann, R., Niering, K., Hoffmann, L., Jench, W., & Chudy, A.** (1971). *Energetische Fuetterung und Energienormen*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Suman, M., Singh, M., & Suman, L. B.** (2006) Source of energy input and output for sustainable sorghum cultivation Division of Agricultural Engineering, Indian Grassland & Fodder Research Institute, Jhansi-284 003, I Source of energy in sorghum cultivation. *Indian J. Crop Science*, 1(1-2), 135-137.
- Tarighaleslami, M., Zarghami, R., Boojar, M. M. A., & Oveysi, M.** (2012). Effects of drought stress and different nitrogen levels on morphological traits of proline in leaf and protein of corn seed (*Zea mays* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12, pp. 49-56.
- Tomov, T., Rachovski, G., Kostadinova, S., & Manolov, I.** (2009). Guide for exercises in agrochemistry. Academic Publishing House of the Agrarian University, Plovdiv.
- Todorov, N., Marinov, B., & Alexiev, A.** (1995). *Basic animal nutrition*, ISBN 9544670122, (Bg).
- Todorov, N., Krachunov, I., Djuvinov, D., & Alexandrov, A.** (2007). *A. Reference book of animal nutrition*, Matcom, Sofia, ISBN 9789549930474 (Bg).
- Wenzel, W.G.** (1999). The inheritance of drought resistance characteristics in grain sorghum seedlings. *South African journal of Plant and Soil Science*, 8, pp. 169-171.
- Wichmann, W.** (1992). *World Fertilizing Manual* (1992) BASF AG, Germany, IFA, France, pp. 258-259.
- Wortmann, C.S., Mamo, M., & Dobermann, A.** (2007). Nitrogen response to grain sorghum in rotation with soybean. *Agron. J.* 99, pp. 808-813.
- Yanchev, I., Penkov, D., & Terziev, J.** (1999). Yield of crude nutritional substances and energy from maize – second culture in compacted land use, *Bulgarian Journal of Crop Science*, 36, pp. 475-477.