

ORIGINAL PAPER

**Влияние на Модус Ево върху кълняемостта на семената и първоначалното развитие на образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.**

**Пламен Маринов-Серафимов<sup>1</sup> • Ирена Голубинова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт по фуражните култури – Плевен, 5800, Плевен

**Автор за кореспонденция:**

Пламен Маринов-Серафимов; E-mail: plserafimov@abv.bg

**Effect of Modus Evo on the germination capacity of the seeds and initial development from *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. accessions**

**Plamen Marinov-Serafimov<sup>1</sup> • Irena Golubinova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Forage Crops – Pleven, 5800, Pleven, Bulgaria

**Corresponding Autor:**

Plamen Marinov-Serafimov; E-mail: plserafimov@abv.bg

Received: September 2019 / Accepted: September 2019 /

Published: September 2019 © Author(s)

**Abstract**

*Marinov-Serafimov, P. & Golubinova, I. (2019). Effect of Modus Evo on the germination capacity of the seeds and initial development from Sorghum bicolor (L.) Moench and Sorghum vulgare var. technicum Körn. accessions. Field Crops Studies, XII(3), 59-70.*

During the period 2017-2018 at the Institute of Forage Crops - Pleven was studied effect of pre-seed treatment (priming) of seeds with growth regulator Moddus Evo (250 g/l trinexapac-ethyl) on germination and the initial development of six accessions grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and four local populations and one variety of broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) under laboratory conditions, as a means of overcoming biologically delayed seed

---

emergence and the slow growing rate in the initial stages of their development.

It was found that: Pre-sowing treatment (priming) of grain sorghum seeds and broomcorn with growth regulator Moddus Evo applied at concentrations of 2.6, 3.0 and 3.8% w/v has statistically significant stimulating effect on seed germination, root growth and inhibition effect on growth of the coleoptile of all accessions included in the experiment. Moddus Evo can be used for pre-sowing treatment (priming) of seeds in grain sorghum and broomcorn at doses of 0.75 to 2.6% w/v - to overcome their biological delay in germination and initial development. Grain sorghum accessions 1643, 16113, and 16121, as well as local populations of broomcorn MI16A and GL15A differ from other specimens included in the study accessions and are suitable for inclusion in various breeding programs such as parental components.

**Key words:** Grain sorghum, Broomcorn, Genotypes, Priming of seeds, Moddus Evo

## Въведение

Видовете от род *Sorghum* (*Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) притежават висок продуктивен потенциал, многостранно приложение (храна за човека, фураж за животните, суровина за промишлеността, производството на биогорива и др.), имат широкообхватното икономическо, социално и екологично значение (Bibi et al. 2010; Serna-Saldívar et al., 2012; Cifuentes et al., 2014).

Високата екологична пластичност и повишена устойчивост към стресови абиотични фактори (атмосферно и почвено засушаване), определят *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. като перспективни култури за включване в сеитбообращения, в условия на глобално затопяне и засушаване (Moyer et al., 2003; Berenji and Dahlberg, 2004; Angelova et al., 2011; Stefaniak et al., 2012).

Според проучванията на Jamshidi et al. (2011), Fromme et al. (2012), Silva et al. (2014) реализирането на биологичния потенциал на видовете от род *Sorghum*, включително и *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.] е тясно свързан с преодоляване на биологично заложеното забавяне при поникване на семената и бавния темп на отрастване в началните етапи от развитието им.

През последните години научно-изследователската работа е насочена към повишаване жизнеността и кълняемостта на семената при редица селскостопански култури чрез използване на различни химични и физични методи (Afzal et al., 2016; Lutts et al., 2016; Zheng et al., 2016). Предсеитбеното третиране (грундиране) на семената цели да повиши и синхронизира

кълняемостта, както и повишаване устойчивостта на кълновете към абиотичен стрес.

Pourmohammad et al. (2013), Pirasteh-Anosheh et al. (2016) установяват, че предсеитбеното грундиране на семената с растежни регулатори (с ретардантна активност) оказват стимулиращ ефект при покълването на семената при редица селскостопански култури.

Целта на изследването е да се установи влиянието на предсеитбеното третиране (грундиране) на семената с Модус Ево (250 g/l тринексапак-етил) върху кълняемостта и първоначалното развитие на образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.

## Материали и методи

Изследването е проведено през 2017 - 2018 година при лабораторни условия в Институт по фуражните култури – Плевен. Използвани са семена от образци сорго за зърно (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) и техническо сорго (метла) *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn (Таблица 1), които са третирани (грундирани) с растежен регулаготор с ретардантна активност Модус Ево (250 g/l тринексапак-етил) в следните концентрации 0.0 (контрола), 0.75, 1.5, 2.6, 3.0 и 3.8% w/v. За установяване на грундиращият ефект на Модус Ево върху семената и първоначалното развитие на тестваните образци е използван адаптирания метод на Pourmohammad et al. (2013).

Таблица 1. Образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.

Table 1. *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. accessions

Вид Species	Образци Accessions	Метод на създаване Creation method
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	1641	Хибридизация / Hybridization
	1643	Хибридизация / Hybridization
	1673	Хибридизация / Hybridization
	1651	Хибридизация / Hybridization
	16113	Хибридизация / Hybridization
	16121	Хибридизация / Hybridization
<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>technicum</i> Körn	Szegedi 1023	Сорт / Variety
	S14	Местна популация от Югоизточна България Local population of Southeast Bulgaria
	GL15A	Местни популации от Централна Северна България Local populations of Central Northern Bulgaria
	PL16	
	Mi 16N	

Определяни са следните показатели: Кълняемост на семената (%), дължина на корен, колеоптила и кълн (cm) за всички варианти на опита.

Коефициентът на инхибиране ( $IR$ ) е определян по формулата:

$$IR = [(C - T)/C].100 \quad IR = [(C - T)/C].100 \quad (1)$$

където  $C$  – отчетени показатели за всеки един от контролните варианти;  
 $T$  – отчетени показатели във всяко едно третиране;

Скорост на нарастване ( $K_{cm/d}$ ) е определяна по формулата на Mamonov and Kim (1978):

$$K_{cm/d} = \frac{(W_2 - W_1)}{t_d} K_{cm/d} = \frac{(W_2 - W_1)}{t_d} \quad (2)$$

където  $W_1$  – начален етап на отчитане,  $W_2$  – краен етап на отчитане,  $t_d$  – период от време в интервала  $W_2 - W_1$ .

Коефициент на алометрия ( $CA$ ) е определян по формулата на Nasr and Mansour (2005):

$$CA = \frac{L_r}{L_s} CA = \frac{L_r}{L_s} \quad (3)$$

където  $L_r$  – дължина (cm) на корена,  $L_s$  – дължина (cm) на колеоптила.

Жизненост на кълна ( $SVI$ ) е определян по формулата на Abdul Baki and Anderson (1973);

$$SVI = (RL_{cm} + SL_{cm}). GP \quad (4)$$

където  $RL_{cm}$  – дължина на корена (cm),  $L_s$  – дължина на стеблото (cm),  $GP$  – процент покълнали семена.

Кълняемостта на семената е изчислена след предварително  $arcsin$

- трансформиране по формулата,  $Y = arcsin \sqrt{\left(\frac{X\%}{100}\right)} Y = arcsin \sqrt{\left(\frac{X\%}{100}\right)}$ ,  
Hinkelmann and Kempthorne (1994).

Експерименталните данни са обработени математико-статистически с помощта на софтуерните продукти *Statgraphics Plus for Windows Ver. 2.1* и *Statistica Ver. 10*.

## Резултати и обсъждане

Предсеитбеното грундиране на семената на генотипове сорго за зърно (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) и техническо сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) с Модус Ево оказва стимулиращ ефект върху лабораторната кълняемост на всички включени в експеримента образци (Таблица 2).

Степента на стимулиране ( $IR$ ) при прокълване на семената при генотиповете сорго за зърно е в границите от 5.6 до 29.1%, а при техническо сорго (метла) е в диапазона 3.6 до 29.3% (Таблица 1). По отношение на концентрационните

зависимости е видно, че с увеличаване на концентрацията на Модус Ево (от 0.75 до 3.8% w/v) нараства непропорционално процента на покълналите семена при всички включени в експеримента образци в сравнение с контролните варианти, като разликите са статистически доказано ( $P=0.05\%$ ) увеличени.

Таблица 2. Влияние на предсеитбено третиране (грундиране) на семената от *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. с растежен регулатор Модус Ево върху лабораторната кълняемост на семената

Table 2. Effect of pre-seed treatment (priming) of seeds of *Sorghum bicolor* L. and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. with growth regulator Modus Evo on laboratory germination of seeds,%

Вид Species	Образци Accessions	Концентрация, % w/v Concentration, % w/v					
		0.0	0.75	1.5	2.6	3.0	3.8
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	1641	73.6 <sup>a</sup> (0.0)*	78.5 <sup>b</sup> (-6.7)*	78.5 <sup>b</sup> (-6.7)*	78.5 <sup>b</sup> (-6.7)*	73.6 <sup>a</sup> (0.0)*	78.5 <sup>b</sup> (-6.7)*
	1643	73.6 <sup>a</sup> (0.0)*	90.0 <sup>b</sup> (-22.3)*	90.0 <sup>b</sup> (-22.3)*	78.5 <sup>ab</sup> (-6.7)*	78.5 <sup>ab</sup> (-6.7)*	90.0 <sup>b</sup> (-21.3)*
	1673	69.7 <sup>a</sup> (0.0)*	73.6 <sup>ab</sup> (-5.6)*	78.5 <sup>b</sup> (-12.6)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*
	1651	36.9 <sup>a</sup> (0.0)*	39.2 <sup>a</sup> (-6.2)*	39.2 <sup>a</sup> (-6.2)*	41.6 <sup>b</sup> (-12.7)*	43.9 <sup>bc</sup> (-19.0)*	46.1 <sup>c</sup> (-24.9)*
	16113	69.7 <sup>a</sup> (0.0)*	73.6 <sup>ab</sup> (-5.6)*	78.5 <sup>b</sup> (-12.2)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*
	16121	70.8 <sup>a</sup> (0.0)*	78.5 <sup>b</sup> (-10.9)*	90.0 <sup>c</sup> (-27.1)*	78.5 <sup>b</sup> (-10.9)*	78.5 <sup>b</sup> (-10.9)*	90.0 <sup>c</sup> (-27.1)*
	Средно Average	65.7 <sup>a</sup> (0.0)*	72.2 <sup>b</sup> (-9.5)*	75.8 <sup>b</sup> (-14.6)*	76.2 <sup>b</sup> (-15.9)*	75.8 <sup>b</sup> (-15.8)*	80.8 <sup>c</sup> (-23.2)*
<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>technicum</i> Körn.	Szegedi 1023	66.4 <sup>b</sup> (0.0)*	63.4 <sup>a</sup> (+4.5)*	73.6 <sup>c</sup> (-1.08)*	78.5 <sup>c</sup> (-18.2)*	78.5 <sup>c</sup> (-18.2)*	78.5 <sup>c</sup> (-18.2)*
	S14	60.7 <sup>a</sup> (0.0)*	60.7 <sup>a</sup> (0.0)*	66.4 <sup>b</sup> (-9.4)*	66.4 <sup>b</sup> (-9.4)*	73.6 <sup>c</sup> (-21.3)*	78.5 <sup>d</sup> (-29.3)*
	GL15A	63.4 <sup>a</sup> (0.0)*	66.4 <sup>b</sup> (-4.7)*	73.6 <sup>c</sup> (-16.1)*	78.5 <sup>c</sup> (-23.8)*	78.5 <sup>c</sup> (-23.8)*	78.5 <sup>c</sup> (-23.8)*
	PL16	66.4 <sup>a</sup> (0.0)*	69.7 <sup>b</sup> (-5.0)*	73.6 <sup>c</sup> (-10.8)*	72.0 <sup>c</sup> (-8.4)*	78.5 <sup>cd</sup> (-12.8)*	78.5 <sup>cd</sup> (-18.2)*
	MI16N	69.7 <sup>a</sup> (0.0)*	78.5 <sup>b</sup> (-12.6)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*	90.0 <sup>c</sup> (-29.1)*
	Средно Average	65.3 <sup>a</sup> (0.0)*	67.7 <sup>b</sup> (-3.6)*	75.4 <sup>bc</sup> (-15.3)*	77.1 <sup>d</sup> (-17.8)*	79.8 <sup>d</sup> (-22.1)*	80.8 <sup>c</sup> (-23.7)*

Легенда: a, b, c, d, e – статистически доказани разлики LSD при  $P=0.05\%$ ; \* IR – степен на инхибиране при покълването на семената, „-“ стимулиращ ефект, „+“ инхибиращ ефект  
Legend: a, b, c, d, e - statistically significantly different LSD at the  $P=0.05\%$  level; \* IR - degree of inhibition in the germination of seeds, „-“ stimulating effect, „+“ inhibitory effect.

Изключение се установява при по-ниските концентрации от 0.75 % w/v при соргото за зърно след грундиране на семената Модус Ево на образци 1673 и

16113 и при образец 1651 в концентрация 1.5% w/v, както и при техническото сорго (метла), но само при местна популация S14, където разликите при проучвания показател са статистически недоказани (Таблица 2).

Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Pirasteh-Anosheh et al. (2014) според които грундирането на семена със Цикоцел 750 СЛ предизвиква стимулиращ ефект при покълването на семената при пшеница, ечемик, царевица и рапица, докато при слънчоглед, не се установява първичен стимулиращ ефект.

Данните от биометричните измервания на нарастването на корена, стъблото и кълна дават възможност обективно да се оцени грундиращият ефект на семената от растежния регулатор с ретардантна активност Модус Ево и влиянието му върху началните етапи от развитието на тестваните образци сорго за зърно и техническо сорго (метла) (Таблица 3).

При повече от изследваните образци, грундирането на семената стимулира в по-голяма степен нарастването на корена при соргото за зърно –  $IR$  е в границите от -5.1 до -11.4%, средно -8.9%, а при техническото сорго (метла)  $IR$  е в диапазона от -4.2 до -9.2%, средно -6.0% и инхибира нарастването на колеоптила на всички включени в експеримента образци  $IR$  е в границите от +15.9 до +43.2%. Под въздействие на растежния регулатор Модус Ево намалява интензивността на нарастване на кълновете (при по-високите проучвани концентрации – 2.6÷3.8%), като се установяват значителни генотипни различия. В резултат на грундирането на семената с Модус Ево в най-слаба степен се редуцира дължината на кълна при соргото за зърно при образци 1643 и 16113 и местни популации S14 и GL15A при техническото сорго (метла), при по-ниските приложени концентрации 0.75 и 1.5%.

Най-високи коефициенти на депресия, т.е. висока чувствителност към грундиране на семената са установени при сорго за зърно образци 1641, 1673 и 1651 и при техническото сорго (метла) - сорт Szegedi 1023 и местна популация PL16, а като индиферентни условно могат да се определят образец 16121 и местна популация MI16N.

Установени са статистически доказани регресионни зависимости между взаимовръзката дължина на корена и колеоптила, която се описват с уравнението от типа  $y = 1/(a+b/x)$  за всички включени в експеримента образци сорго за зърно  $y_{(кълна)} = 1/(0.0051+0,5501/x)$ ;  $r=0.964$ ,  $R^2=93.05$  ( $P<0.01$ ) и при техническото сорго (метла)  $y_{(кълна)} = 1/(0.0052+0,5533/x)$ ;  $r=0.913$ ,  $R^2=83.29$  ( $P<0.01$ ).

Скоростта на нарастване ( $K_{cm/d}$ ) на корена, колеоптила и кълна следват установените зависимости по отношение динамиката на нарастване в зависимост от приложените концентрации Модус Ево при грундирането на семената (Таблица 4).

Таблица 3. Влияние на предсеитбено третиране (грундиране) на семената с растежен регулатор Модус Ево върху нарастването на кълна при образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.  
Table 3. Effect of pre-seed treatment (priming) of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. with growth regulator Modo Evo on the growth of seedlings accessions

Концентрация, % w/v Concentration, % w/v		<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench						<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>technicum</i> Körn.				
Образци Accessions		1641	1643	1673	1651	16113	16121	Szegedi 1023	S14	GL15A	PL16	MI16N
0.0	Корен Root	7.9 <sup>a</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.8 <sup>ab</sup>	9.7 <sup>c</sup>	9.3 <sup>a</sup>	8.9 <sup>ab</sup>	9.3 <sup>c</sup>	9.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>b</sup>	10.3 <sup>b</sup>	10.2 <sup>c</sup>
0.75		8.1 <sup>a</sup>	9.2 <sup>c</sup>	8.4 <sup>ab</sup>	6.7 <sup>bc</sup>	10.7 <sup>ab</sup>	8.2 <sup>a</sup>	8.4 <sup>a-c</sup>	9.9 <sup>a</sup>	10.1 <sup>b</sup>	10.2 <sup>b</sup>	10.1 <sup>c</sup>
1.5		9.3 <sup>a</sup>	8.5 <sup>bc</sup>	7.6 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>ab</sup>	9.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>ab</sup>	8.7 <sup>bc</sup>	9.7 <sup>a</sup>	9.6 <sup>ab</sup>	10.1 <sup>b</sup>	10.3 <sup>b</sup>
2.6		8.4 <sup>a</sup>	7.1 <sup>b</sup>	8.9 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>a</sup>	10.6 <sup>ab</sup>	10.3 <sup>ab</sup>	7.1 <sup>ab</sup>	9.4 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>
3.0		8.6 <sup>a</sup>	7.2 <sup>b</sup>	9.3 <sup>b</sup>	2.9 <sup>a</sup>	9.6 <sup>a</sup>	11.0 <sup>b</sup>	9.5 <sup>c</sup>	10.1 <sup>a</sup>	9.7 <sup>ab</sup>	9.1 <sup>b</sup>	10.5 <sup>b</sup>
3.8		9.2 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>ab</sup>	11.3 <sup>b</sup>	10.0 <sup>ab</sup>	6.4 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>	8.8 <sup>ab</sup>	9.2 <sup>b</sup>	9.1 <sup>a</sup>
0.0		Колеоцит Coleoptil	8.2 <sup>d</sup>	9.1 <sup>c</sup>	9.9 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>	8.0 <sup>d</sup>	10.5 <sup>b</sup>	8.4 <sup>d</sup>	9.5 <sup>c</sup>	9.6 <sup>b</sup>
0.75	4.7 <sup>bc</sup>		7.1 <sup>b</sup>	5.2 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	4.6 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	7.1 <sup>bc</sup>	8.7 <sup>b</sup>	6.5 <sup>a</sup>	11.5 <sup>c</sup>
1.5	5.7 <sup>c</sup>		7.0 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	6.6 <sup>b</sup>	6.2 <sup>c</sup>	6.0 <sup>a</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	6.9 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	11.8 <sup>b</sup>
2.6	5.4 <sup>bc</sup>		5.4 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	7.5 <sup>d</sup>	6.6 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	9.1 <sup>ab</sup>
3.0	3.2 <sup>a</sup>		5.4 <sup>a</sup>	5.9 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	5.5 <sup>bc</sup>	5.9 <sup>a</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	5.4 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>	11.0 <sup>b</sup>
3.8	4.3 <sup>ab</sup>		6.3 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>ab</sup>	5.0 <sup>ab</sup>	5.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>c</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>
0.0	Кълин Seedling	16.1 <sup>c</sup>	16.1 <sup>b</sup>	17.7 <sup>c</sup>	16.5 <sup>c</sup>	16.1 <sup>ab</sup>	16.9 <sup>bc</sup>	19.8 <sup>c</sup>	17.9 <sup>ab</sup>	18.0 <sup>c</sup>	19.9 <sup>c</sup>	21.6 <sup>b</sup>
0.75		12.8 <sup>a</sup>	16.3 <sup>b</sup>	13.5 <sup>ab</sup>	10.0 <sup>b</sup>	17.2 <sup>b</sup>	12.7 <sup>a</sup>	13.7 <sup>ab</sup>	17.0 <sup>ab</sup>	18.8 <sup>bc</sup>	16.7 <sup>b</sup>	21.6 <sup>b</sup>
1.5		15.0 <sup>bc</sup>	15.5 <sup>b</sup>	13.4 <sup>ab</sup>	7.6 <sup>a</sup>	16.1 <sup>ab</sup>	16.1 <sup>bc</sup>	14.7 <sup>b</sup>	15.6 <sup>a</sup>	16.5 <sup>ab</sup>	15.3 <sup>ab</sup>	22.1 <sup>b</sup>
2.6		13.8 <sup>ab</sup>	12.5 <sup>a</sup>	14.4 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>a</sup>	16.5 <sup>ab</sup>	17.8 <sup>c</sup>	13.7 <sup>ab</sup>	14.8 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup>	12.9 <sup>a</sup>	18.2 <sup>ab</sup>
3.0		11.8 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a</sup>	15.2 <sup>b</sup>	4.9 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	16.4 <sup>ab</sup>	15.3 <sup>b</sup>	15.9 <sup>a</sup>	15.1 <sup>a</sup>	14.6 <sup>ab</sup>	21.5 <sup>b</sup>
3.8		13.5 <sup>ab</sup>	11.1 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	8.4 <sup>ab</sup>	16.4 <sup>ab</sup>	15.0 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	18.9 <sup>a</sup>	15.2 <sup>a</sup>	15.4 <sup>ab</sup>	17.6 <sup>a</sup>

Легенда: a, b, c, d, e – статистически доказани разлики LSD при P= 0.05%  
Legend: a, b, c, d, e - statistically significantly different LSD at the P = 0.05% level

В резултат на приложените концентрации при грундирането на семената с Модус Ево се променя и коефициентът на алометрия (CA) (Таблица 5).

При повечето от включените в изследването образци коефициентът на алометрия нараства (от 0.98 до 2.80) в сравнение с най-ниската приложена концентрация 0.75 % w/v, непропорционално с увеличаване концентрацията на растежния регулатор. Коефициентът на алометрия (CA) под въздействие на Модус Ево е най-голям при образци 1641, 1467, 1673, 16133 сорго за зърно, а при техническото сорго (метла) при местни популации S14 и PL16, където се установява в най-голяма степен потискането при нарастването на кълновете, т.е при тях грундирането на семената оказва негативен ефект върху първоначалното развитие на растенията.



Таблица 4. Влияние на предсеитбено третиране (грундиране) на семената с растежен регулатор Модус Ево върху скоростта на нарастването на кълна ( $K_{cm/d}$ ) при образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.

Table 4. Effect of pre-seed treatment (priming) of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. with growth regulator Modo Evo on the on the rate of germination ( $K_{cm/d}$ ) accessions

Концентрация, % w/v Concentration, % w/v		<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench						<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>technicum</i> Körn.				
Образци Accessions		1641	1643	1673	1651	16113	16121	Szegedi 1023	S14	GL15A	PL16	MI16N
0.75	Корен Root	0.03	0.31	0.09	-0.43	0.20	-0.10	-0.13	0.06	0.23	-0.01	-0.01
1.5		0.20	0.21	-0.03	-0.73	0.04	0.16	-0.09	0.03	0.16	-0.03	0.01
2.6		0.07	0.01	0.16	-0.99	0.19	0.20	-0.31	-0.01	-0.04	-0.41	-0.16
3.0		0.10	0.03	0.21	-0.97	0.04	0.30	0.03	0.09	0.17	-0.17	0.04
3.8		0.19	-0.31	-0.07	-0.66	0.29	0.16	-0.41	0.13	0.04	-0.16	-0.16
0.75	Колеоптил Coleoptil	-0.50	-0.29	-0.67	-0.51	-0.06	-0.49	-0.74	-0.19	-0.11	-0.44	0.01
1.5		-0.36	-0.30	-0.59	-0.56	-0.04	-0.26	-0.64	-0.36	-0.37	-0.63	0.06
2.6		-0.40	-0.53	-0.63	-0.70	-0.14	-0.07	-0.56	-0.43	-0.44	-0.57	-0.33
3.0		-0.71	-0.53	-0.57	-0.69	-0.29	-0.36	-0.66	-0.37	-0.59	-0.59	-0.06
3.8		-0.56	-0.40	-0.60	-0.51	-0.26	-0.43	-0.71	0.01	-0.44	-0.49	-0.41
0.75	Кълин Seedling	-0.47	0.03	-0.60	-0.93	0.16	-0.60	-0.87	-0.13	0.11	-0.46	0.00
1.5		-0.16	-0.09	-0.61	-1.27	0.00	-0.11	-0.73	-0.33	-0.21	-0.66	0.07
2.6		-0.33	-0.51	-0.47	-1.67	0.06	0.13	-0.87	-0.44	-0.49	-1.00	-0.49
3.0		-0.61	-0.50	-0.36	-1.66	-0.23	-0.07	-0.64	-0.29	-0.41	-0.76	-0.01
3.8		-0.37	-0.71	-0.67	-1.16	0.04	-0.27	-1.13	0.14	-0.40	-0.64	-0.57

При соргото за зърно, образец 1643 и местна популация техническото сорго (метла) MI16N коефициентът на алометрия, средно за всички проучвани концентрации нараства относително слабо, съответно  $CA$  е 1.11 и 0.95, при които практически нарастването не се влияе от приложените концентрации, а коефициентът на алометрия ( $CA$ ) в третираните варианти е в интервала от 1.56 до 2.69 при соргото за зърно и от 0.87 до 1.07 при техническото сорго (метла) (Таблица 5) т.е. при тях не се установява негативен ефект в динамика на нарастване и пропорционалното отношение на корена и колеоптила от предсеитбеното третиране (грундиране) на семената с Модус Ево.

Под въздействие на приложените концентрации на Модус Ево се намалява (от 0.8 до 3.0 пъти) жизнеността ( $SVI$ ) на всички образци, като са налице значителни генотипни различия (Таблица 6).



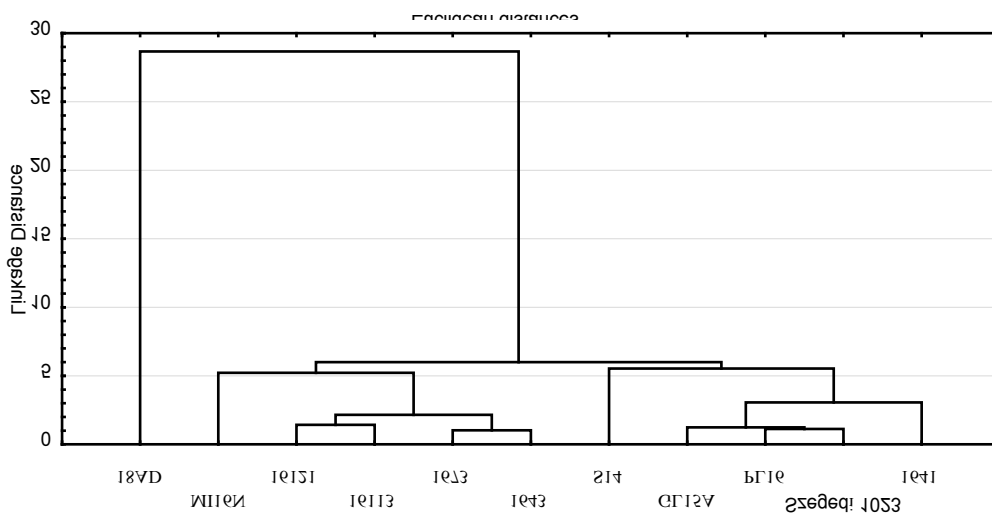
Таблица 5. Влияние на предсеитбеното третиране на семената с растежен регулатор Модус Ево върху коефициентите на алометрия (*CA*) на образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.  
Table 5. Effect of pre-seed treatment (priming) of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. with growth regulator Modo Evo on the coefficient of allometry (*CA*) accessions

Концентрация, % w/v Concentration, % w/v	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench						<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>technicum</i> Körn.				
	Образци Accessions	1641	1643	1673	1651	16113	16121	Szegedi 1023	S14	GL15A	PL16
0.0	0.96	0.77	0.79	1.41	1.35	1.11	0.77	0.74	0.81	0.96	0.64
0.75	1.72	1.30	1.62	2.03	1.65	1.78	1.39	1.58	1.28	1.57	1.07
1.5	1.63	1.21	1.31	1.53	1.45	1.61	1.64	1.45	1.80	1.94	0.87
2.6	1.56	1.31	1.62	1.40	1.80	1.37	1.74	1.08	1.16	1.32	1.00
3.0	2.69	1.33	1.58	1.38	1.96	2.00	1.74	1.61	1.39	1.65	0.95
3.8	2.14	0.76	1.28	1.55	2.22	2.00	1.22	1.16	1.38	1.48	1.07

Таблица 6. Влияние на предсеитбеното третиране на семената с растежен регулатор Модус Ево върху жизнеността на кълна (*SVI*) при образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench и *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.  
Table 6. Effect of pre-seed treatment (priming) of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. with growth regulator Modo Evo on the seedling vigour index (*SVI*) accessions

Концентрация, % w/v Concentration, % w/v	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench						<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>technicum</i> Körn.				
	Образци Accessions	1641	1643	1673	1651	16113	16121	Szegedi 1023	S14	GL15A	PL16
0.75	1185.0	1228.4	1233.7	608.9	1122.2	1196.5	1314.7	1086.5	1141.2	1321.4	1505.5
1.5	1004.8	1467.0	993.6	392.0	1265.9	9912.4	868.6	1031.9	1248.3	1164.0	1695.6
2.6	1177.5	1395.0	1051.9	297.9	1263.9	1449.0	1081.9	1035.8	1214.4	1126.1	1989.0
3.0	1083.3	981.3	1296.0	199.7	1485.0	1397.3	1075.5	982.7	1146.1	928.8	1638.0
3.8	868.5	989.1	1368.0	215.1	1305.0	1287.4	1201.1	1170.2	1185.4	1146.1	1935.0

На Фигура 1 е показана генетичната отдалеченост на включените в изследването генотипове по средни стойности на признаците свързани с влиянието на предсеитбеното третиране (грундиране) на семената върху лабораторната кълняемост и нарастването на корена, калеоптила и кълна при образци сорго за зърно и техническо сорго (метла) с растежния регулатор Модус Ево.



Фигура 1. Дендограми на селекционни образци *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. по признаци свързани с влиянието на грундиране на семената с растежен регулатор Модус Ево  
Figure 1. Dendrograms of breeding accessions *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn. by indicators associated with the effect of pre-seed treatment (priming) with growth regulator Modus Evo

Изследваните образци от сорго за зърно и техническото сорго (метла) се групират в три кластера (А, В и С). В първи кластер „А“, самостоятелно е разположен образец 1651 сорго за зърно. В кластер „В“ се оформят три подгрупи. В първата самостоятелно е представена местна популация MI16N техническото сорго (метла) от Централна Северна България, докато втора (образци 16121 и 16113) и трета (1673 и 1643) са формирани изцяло от сорго за зърно. В група „С“ самостоятелно са разположени местна популация S14 техническото сорго (метла) от Югоизточна България и образец 1641 сорго за зърно, втора и трета са представени от техническото сорго (метла) сорт Szegedi 1023 и местни популации GL15A и PL16 техническото сорго (метла) от Централна Северна България.

Образци сорго за зърно 1643, 16113 и 16121, както и местни популации техническото сорго (метла) MI16A и GL15A се отличават доказано от останалите включени в изследването образци и са подходящи за включване в различни селекционни програми, като родителски компоненти.

## Изводи

1. Предсеитбеното третиране (грундиране) на семена от сорго за зърно (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) и местни популации техническо сорго (метла) (*Sorghum vulgare* var. *technicum* Körn.) с растежния регулатор Модус Ево оказва стимулиращ ефект (от 3.6 до 29.3% спрямо контролните варианти) върху покълването на семената, като разликите са статистически доказано увеличени (при  $P=0.05\%$ ) само при по-високите приложени концентрации (2.6, 3.0 и 3.8% w/v).

2. Модус Ево в приложените дози, статистически доказано стимулира нарастването на корена при соргото за зърно ( $IR$  е от -5.1 до -11.4%) и при техническото сорго (метла) ( $IR$  е в диапазона от -4.2 до -9.2%), и инхибира нарастването на колеоптила на всички включени в експеримента образци ( $IR$  е в границите от +15.9 до +43.2%).

3. Модус Ево може да се прилага за предсеитбена обработка (грундиране) на семена при сорго за зърно и при техническо сорго (метла) в дози от 0.75 до 2.6% w/v –за преодоляване на биологично заложеното им забавяне при покълването и първоначално развитие на растенията.

4. Образци сорго за зърно 1643, 16113 и 16121, както и местни популации техническото сорго (метла) М116А и GL15А се отличават доказано от останалите включени в изследването образци и са подходящи за включване в различни селекционни програми, като родителски компоненти.

## Литература

### References

- Abdul-Baki, A.A. & Anderson, J.D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13, 630-633.
- Angelova, V., Ivanova, R. Delibaltova V. K. Ivanov, I. (2011). Use of Sorghum Crops for in Situ Phytoremediation of Polluted Soils. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A1, 693-702.
- Afzal, I, Basara, S., Farooq, M. & Nawaz A. (2006). Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8, 23-28.
- Berenji, J. & Dahlberg, J. (2004). Perspectives of Sorghum in Europe. *J. Agronomy & Crop Science*, 190, 332-338.
- Bibi, A. & Ali, S. (2012). Combining ability analysis for green forage associated traits in sorghum-sudangrass hybrids under water stress. *International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences*, 6(2), 115-137.
- Cifuentes, R., Bressani, R. & Rolz, C. (2014). The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein. *Energy for Sustainable Development*, 21, 13–19.

- Fromme, D., Dotray, P., Grichar, W. & Fernandez, C. (2012). Weed Control and Grain Sorghum (*Sorghum bicolor*) Tolerance to Pyrasulfotole plus Bromoxynil. International Journal of Agronomy, Article ID 951454, 10 pages.
- Hinkelmann, K. & Kempthorne, O. (1994). Design and analysis of experiments. Vol. I: Introduction to experimental design. New York: John Wiley and Sons. Inc, pp. 495.
- Jamshidi, S., Hashemizadeh, S. & Shahrokhi, Sh. (2011). Assessment of Auto-allelopathic Potential of Broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum*). International Conference on Asia Agriculture and Animal IPCBEE, 13, 116-120.
- Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, L., Kubala S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M. & Garnczarska M (2016) Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique, new challenges in seed biology. In: Susana Araújo S, Balestrazzi A (eds) Basic and translational research driving seed technology. InTech, Open, Rijeka.
- Mamonov, L., & Kim, G. (1978). Mathematical modeling of physiological processes in plants of the ANK SSR, Science of the Kazakh SSR, Almaty, pp. 88-89 (Rs).
- Moyer, J., Fritz, J. & Higgins, J. (2003). Relationships among forage yield and quality factors of hay-tipe sorghum. Online. Crops Management doi:10.1094/CM-2003-1209-01-RS.
- Nasr, M. & Mansour, S. (2005). The use of allelochemicals to delay germination of *Astragalus cycluphyllus* seeds. Journal of Agronomy, 4(2), 147-150.
- Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y & Khaliq, A. (2016). Response of cereals to cycocel application. Iran Agricultural Research, 35 (1), 1-12.
- Pourmohammad, A., Shekari F. & Soltaniband, V. (2013). Effects of cycocel priming on growth and early development of rapeseed under drought stress. Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment, 5, (2013) 5-18.
- Serna-Saldívar, S. O., Chuck-Hernández, C., Pérez-Carillo, E. & Heredia-Olea, E. (2012). Sorghum as a multifunction crop for the production of fuel ethanol: current status and future trends. in *Bioethanol*, ed M.A.P. Lima (London, UK: InTech).
- Stefaniak, T., Dahlberg, J., Bean, B., Dighe, N., Wolfrum, E. & Rooney, W. (2012). Variation in biomass composition components among forage, biomass, sorghum-sudangrass, and sweet sorghum types. *Crop Science*, 52, 1949–1954.
- Silva, C., da Silva, Al., do Vale, W., Galon, L., Petter, F., May, A. & Karam, D. (2014). Weed interference in the sweet sorghum crop. *Bragantia*, Campinas, 73(4), 438-445.
- Zheng, M, Tao, Y., Hussain, S., Jiang, Q., Peng, S., Huang, J., Cui, K. & Nie L. (2016) Seed priming in dry direct-seeded rice: consequences for emergence, seedling growth and associated metabolic events under drought stress. *Plant Growth Regulation*, 78:167-178. DOI: 0.1007/s10725-015-0083-5.