



**РАДИОЧУВСТВИТЕЛНОСТ ПРИ СУДАНСКА ТРЕВА [*SORGHUM SUDANENSE* (PIPER.) STAPF]  
I. ОПИТИ ПРИ ЛАБОРАТОРНИ УСЛОВИЯ  
RADIOSENSITIVITY IN SUDANGRASS (*SORGHUM SUDANENSE* (PIPER.) STAPF)  
I. EXPERIMENTS UNDER LABORATORY CONDITIONS**

**Ирена Голубинова  
Irena Golubanova**

Институт по фуражни култури – Плевен  
Institute of Forage Crops - Pleven

**E-mail: golubanova@abv.bg**

**Резюме**

С цел да се проучи радиочувствителността при три сорта суданска трева [*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.] с различен произход – Казитачи (Япония), Веркорс (САЩ) и Воронежская 9 (Русия), са облъчени семена с десет дози гама-лъчи ( $Cs^{137}$ ) – 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 Gy. Установено е, че гама-лъчите не оказват статистически значим ефект върху лабораторната кълняемост (признакът варира от 89,36% до 101,06% спрямо контролните варианти), което не позволява определянето на  $LD_{50}$  при лабораторни условия. Установени са отрицателни корелационни зависимости при скоростта на нарастване, натрупването на свежа биомаса и индекса на развитие на растенията (GI) спрямо приложените дози гама-лъчи.

**Abstract**

In order to study the radiosensitivity in three varieties of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) of different origin - *Kazitachi* (Japan), *Vercors* (USA) and *Voronezskaya 9* (Russia) dry seeds were irradiated with ten doses of gamma rays ( $Cs^{137}$ ) – 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 and 2000 Gy. It was found that gamma rays did not have a statistically significant effect on the laboratory germination (variation from 89.36% to 101.06% compared to the control treatments) which did not allow the determination of the  $LD_{50}$  under laboratory conditions. Negative correlations were established in the rate of growth and accumulation of fresh biomass, the index of development of plants (GI) depending on the doses of gamma rays applied.

**Ключови думи:** *Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf., гама-лъчи, радиочувствителност.

**Key words:** *Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf., gamma rays, radiosensitivity.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Мутационната селекция и до днес се разглежда като ефективна възможност за създаване и/или увеличаване на наследствената изменчивост, различна от тази, получена при генетичните рекомбинации (Maluszynski, 2001; Chopra, 2005). За разлика от класическата селекция, съчетаваща генетични комбинации от вече съществуващи родителски гени, мутационната селекция позволява създаването на нова наследствена плазма и генетични комбинации, като най-често използвани за тази цел са йонизиращите лъчения (Majeed et al., 2010). Широкото използване на различни мутагени в селекционните програми по целия свят е довело до официалното регистриране и използване в практиката на повече от 2700 растителни мутантни сортове, получени чрез експерименталния мутагенезис

или чрез хибридизация с участие на мутантни форми (Shu, 2009).

В селекционните практики за генетично подобряване на суданската трева експерименталният мутагенезис се очертава като метод, даващ обещаващи резултати (Kirillenko and Golovin, 1987; Golovin and Kirillenko, 1989). Въпреки това проучванията с индуциран мутагенезис при този вид са оскъдни, а данните, получени до този момент, са противоречиви, особено когато това се отнася до въздействие с йонизиращи лъчения (Lazányi, 1987; Preobrazhenskaya, 1971; Tabosa et al., 2007). Крайно ограничени при суданската трева са и данните за  $LD_{50}$  след облъчване с гама-лъчи, необходими при подбора на оптимални дози в мутационната селекция. Според Preobrazhenskaya (1971)  $LD_{50}$  при този вид е 250 Gy, а

според FAO/IAEA - 300 Gy (Anonimus, 1977). Някои автори (Kirillenko and Golovin, 1987; Kostina, 2000) съобщават за подобряване на ценни признаци и свойства при суданската трева, прилагайки гама-лъчи в широк диапазон от дози (от 50 до 600 Gy). Както е известно, гама-лъчите, приложени в определени дози, могат да окажат депресиращ ефект върху растежа и развитието на растенията, произтичащи от цитологични, физиологични и морфологични промени в клетките и тъканите (Thara, 2004). До момента не се срещат обобщени резултати относно физиологичната реакция и радиочувствителността на суданската трева след облъчване с гама-лъчи.

Целта на това изследване е да се установи при лабораторни условия радиочувствителността и да се определи LD<sub>50</sub> на три сорта суданска трева с различен произход.

### МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

През 2007 г. в Института по фуражните култури в Плевен е изведен лабораторен опит с три сорта суданска трева [*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.] с различен произход - Казитачи (Япония), Веркорс (САЩ) и Воронежская 9 (Русия). Въздушносухи семена от трите сорта са облъчени с десет дози гама-лъчи (Cs<sup>-137</sup>) - 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 Gy, в гама-облъчвателна установка ГОУ - 3М с мощност 146 Gy/h в Института по физиология на растенията и генетика – София. За контроли са използвани необлъчени семена за всеки от сортовете. Всеки вариант е залаган в четири повторения с по 100 броя ръчно калибрирани семена в петриевы блюда (Ø=90 mm) между филтърна хартия, с пипетирана дестилирана вода, съобразно с масата на семената (Golubanova and Vasilevska-Ivanova, 2008). Така подготвените проби са поставяни в термостат при температура 22 ± 2°C в продължение на осем дни.

Отчитани са следните показатели: лабораторна кълняемост, в % спрямо съответния контролен вариант; дължина на кълна и корена, в cm средно за един кълн и корен; тегло на кълна и корена, в g средно за едно растение. Скоростта на нарастване (K/cm/t<sub>g</sub>), cm за един кълн, и натрупване (K/g/t<sub>g</sub>) на свежа биомаса, в g за един кълн, е определяна по формулата на Mamonov and Kim (1978)  $K = (w_2 - w_1) / (t_2 - t_1)$ , където: w<sub>1</sub> е дължината/теглото на кълна и корена в контролния вариант, cm; w<sub>2</sub> – дължината/теглото на кълна и корена в съответния вариант, cm; t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub> – периодът от време за нарастване на кълна и корена, дни. Индексът на развитие на растенията (GI) е определян по формулата на Gariglio et al. (2002)  $GI = G/G_0 \times L/L_0 \times 100$ , където: G е процентът покълнали семена във варианта; G<sub>0</sub> – процентът покълнали семена в контролния вариант, приет за 100%; L – средната дължина (cm) на растенията

(кълн + корен) в процент спрямо контролния вариант; L<sub>0</sub> – средната дължина (cm) на растенията (кълн + корен) в контролния вариант, приет за 100%.

Достоверността на разликите между лабораторната кълняемост и приложените дози гама-лъчи е доказана чрез „Fφ” – критерий на Фишер (Plohinsky, 1970). Дисперсионният анализ на експерименталните данни е извършен с програмния продукт STATGRAPHICS Plus for Windows Version 2.1. За определяне на LD<sub>50</sub> е използван програмният продукт TRIMED SPEARMAN KARBET METOD, VERSION 1.5 (Hamilton et al., 1978), а корелационните зависимости са изчислени с Microsoft Office Excel 2003.

### РЕЗУЛТАТИ

Както се вижда от данните в таблица 1, приложените дози гама-лъчи не оказват статистически значим ефект върху лабораторната кълняемост на семената от *Sorghum sudanense*, която варира от 89,36 до 101,06% спрямо съответните контролни варианти. Установена е слаба корелация между лабораторната кълняемост и приложените дози гама-лъчи при Воронежская 9 (r е -0,277) и Веркорс (r е -0,678), а при Казитачи r е -0,896 (табл. 4). Изключение се установява при сорта Казитачи при 2000 Gy, където кълняемостта на семената статистически доказано намалява до 89,36%, което вероятно се дължи на специфична генотипна реакция. По-високата кълняемост на семената при по-ниски дози на облъчване в някои проучвания се обяснява с физиологични реакции за преодоляване на стресовите въздействия (Wi et al., 2007). Запазването на кълняемостта при по-високите дози гама-лъчи може да се дължи на активиране на синтеза на РНК и на протеини (Kuzin et al., 1975, 1976) или на потискане на развитието на налични бактериални популации спори и гъби върху повърхността на семената (Gruner et al., 1992).

И при трите сорта суданска трева не е установено статистически доказано 50% намаление на лабораторната кълняемост на семената спрямо приложените дози гама-лъчи, поради което не е възможно изчисляването на LD<sub>50</sub> при лабораторни условия (табл. 1).

За разлика от отчетената висока кълняемост на семената, нарастването на първичния кълн и корен се потиска с увеличаване на дозите на облъчване (фиг. 1). Дължината на кълна и при трите сорта суданска трева намалява достоверно с увеличаване на дозите на облъчване, като това най-силно е изразено при Казитачи и най-слабо - при Веркорс. Подобни резултати се съобщават и за други култури (Chaudhuri, 2002; Al-Salhi et al., 2004). Изключение от описаната зависимост се наблюдава при най-ниската доза (200 Gy) при Веркорс, където дължината на кълна превишава с 2,2%



**Таблица 1.** Лабораторна кълняемост на семената при различни сортове *Sorghum sudanense* в зависимост от дозите на облъчване на семената с гама-лъчи спрямо контролния вариант, %

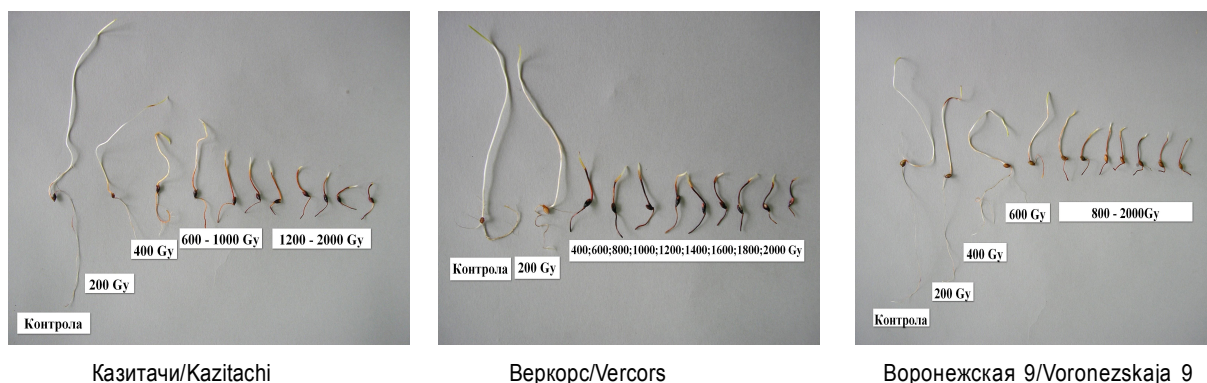
**Table 1.** Laboratory germination in different varieties of *Sorghum sudanense* depending on the dose of irradiation of seeds with gamma rays, compared to the control variant, %

| Дози,<br>Gy/<br>Doses,<br>Gy | Сортове/ Varieties          |      |                  |                             |      |                  |                              |      |                  |
|------------------------------|-----------------------------|------|------------------|-----------------------------|------|------------------|------------------------------|------|------------------|
|                              | Казитачи/Kazitachi          |      |                  | Веркорс/Vercors             |      |                  | Воронежская 9/Voronezskaja 9 |      |                  |
|                              | Кълняемост,%<br>Germination | Fφ   | LD <sub>50</sub> | Кълняемост,%<br>Germination | Fφ   | LD <sub>50</sub> | Кълняемост,%<br>Germination  | Fφ   | LD <sub>50</sub> |
| 200                          | 100.53                      | 0.00 |                  | 97.92                       | 0.60 |                  | 100.00                       | 0.00 |                  |
| 400                          | 101.06                      | 0.00 |                  | 97.92                       | 0.60 |                  | 97.96                        | 0.57 |                  |
| 600                          | 99.47                       | 0.27 |                  | 100.0                       | 0.00 |                  | 97.96                        | 0.57 |                  |
| 800                          | 97.87                       | 0.60 |                  | 99.45                       | 0.27 |                  | 98.98                        | 0.28 |                  |
| 1000                         | 98.94                       | 0.31 | *                | 98.44                       | 0.46 | *                | 99.49                        | 0.30 | *                |
| 1200                         | 97.34                       | 0.77 |                  | 97.40                       | 0.74 |                  | 99.49                        | 0.30 |                  |
| 1400                         | 94.68                       | 1.53 |                  | 96.35                       | 1.03 |                  | 99.49                        | 0.30 |                  |
| 1600                         | 96.28                       | 1.06 |                  | 94.27                       | 1.64 |                  | 101.02                       | 0.00 |                  |
| 1800                         | 94.15                       | 1.67 |                  | 97.40                       | 0.74 |                  | 99.49                        | 0.30 |                  |
| 2000                         | 89.36                       | 3.11 |                  | 96.88                       | 0.89 |                  | 94.90                        | 1.47 |                  |

t крит. / t crit. 2.0; 2.7;3.6

Легенда: \* - Високата лабораторна кълняемост не позволява определянето на LD<sub>50</sub> LSD=0.05%

Legend: \* - The high laboratory germination does not allow LD<sub>50</sub> LSD=0.05%



**Фиг. 1.** Влияние на дозите гама-лъчи върху покълването на семената и първоначалното развитие до 8-я ден при *Sorghum sudanense* при лабораторни условия

**Fig. 1.** Effect of gamma rays doses on seed germination and initial development to eight days in *Sorghum sudanense* under laboratory conditions

контролния вариант. Получените експериментални данни са в унисон с публикуваните резултати от Wi et al. (2007) и Melki and Marouani (2009), според които по-ниските дози на облъчване предизвикват стимулиращ ефект върху растежа на кълна.

Същата отрицателна корелационна зависимост е отчетена и при дължината на корена ( $r$  е от -0,845 до -0,872) спрямо приложените дози гама-лъчи (табл. 4). С увеличаване на дозите на облъчване над 400 Gy дължината на корена доказано намалява при Казитачи и Веркорс, а над 200 Gy – при Воронежская 9. Забавянето в растежа на корена и кълна след облъчване с по-високи дози гама-лъчи се обяснява от някои автори като следствие от намаляването на митотичната активност в меристемните тъкани и съдържанието на вода в семената (Zhu et al., 1993; Kawamura et al., 1992; Wang and You, 2000).

Потискащият ефект на гама-лъчите върху нарастването на кълна и корена се изразява и в доказаното намаляване на тяхното тегло (табл. 2). Най-слабо е влиянието на гама-лъчите при най-ниската доза (200 Gy), където е отчетено и недоказано намаление на теглото на корена при Воронежская 9 и теглото на кълна при Казитачи. При най-високите дози теглото на кълна се редуцира най-силно, като при Воронежская 9 достига до 90,2% спрямо контролния вариант, а при теглото на корена – до 95,2% при Казитачи, което може да се обясни с различната чувствителност на сортовете суданска трева към гама-лъчите. Според проучванията на Tabasum et al. (2011) облъчване с гама-лъчи над 400 Gy при ориз доказано намалява теглото на кълна и корена.

Изучаването на скоростта на нарастване ( $K \text{ cm/t}_8$ ) и натрупването на свежа биомаса ( $K \text{ g/t}_8$ ) на кълна и

корена дава възможност обективно да се оценят разликите в началните етапи от развитието на растенията в зависимост от използваните дози гамалъчи (табл. 3). Скоростта на нарастване и натрупване на свежа биомаса най-слабо се влияе при 200 Gy и непропорционално намалява с увеличаване на дозата на облъчване до 2000 Gy. Установена е силна отрицателна корелационна зависимост между дозите на облъчване и скоростта на нарастване (r варира от -0,846 до -0,855) и натрупване на свежа биомаса (r варира от -0,718 до -0,767) (табл. 4).

За по-пълното оценяване на въздействието на гама-лъчите върху сортовете *Sorghum sudanense* е използван индексът на първоначалното развитие на растенията (GI) (табл. 3). Задържащият ефект на гамалъчите върху развитието на растенията при всички тествани сортове *Sorghum sudanense* е по-слабо изразен при най-ниската доза на облъчване - GI е в интервала от 97,95 до 76,03%. С нарастване на дозите на облъчване развитието на растенията се потиска и при най-високата доза GI варира от 18,27 до 12,70% спрямо контролните варианти. Направените анализи

**Таблица 2.** Влияние на дозите на облъчване на семената с гама-лъчи върху нарастването (cm) и натрупването (g) на свежа биомаса върху кълна и корена при *Sorghum sudanense*

**Table 2.** Effects of radiation exposure of seeds with gamma rays on growth (cm) and accumulation (g) of fresh biomass on germ and root for *Sorghum sudanense*

| Дози, Gy/<br>Doses, Gy       | Параметри/ Parameters |       |                    |       |                     |       |                     |       |
|------------------------------|-----------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|
|                              | Дължина/ Length       |       |                    |       | Тегло/ Weight       |       |                     |       |
|                              | Кълн/ germ            |       | Корен/ root        |       | Кълн/ germ          |       | Корен/ root         |       |
|                              | cm                    | %     | cm                 | %     | g                   | %     | g                   | %     |
| Казитачи/Kazitachi           |                       |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| 0                            | 15.47 <sup>e</sup>    | 100.0 | 7.77 <sup>d</sup>  | 100.0 | 0.068 <sup>c</sup>  | 100.0 | 0.042 <sup>b</sup>  | 100.0 |
| 200                          | 10.35 <sup>d</sup>    | 66.9  | 7.51 <sup>d</sup>  | 96.7  | 0.046 <sup>bc</sup> | 67.5  | 0.015 <sup>a</sup>  | 35.7  |
| 400                          | 8.49 <sup>c</sup>     | 54.9  | 4.46 <sup>c</sup>  | 57.4  | 0.033 <sup>ab</sup> | 48.5  | 0.005 <sup>a</sup>  | 11.9  |
| 600                          | 4.66 <sup>b</sup>     | 30.1  | 2.41 <sup>b</sup>  | 31.0  | 0.020 <sup>ab</sup> | 29.4  | 0.003 <sup>a</sup>  | 7.1   |
| 800                          | 3.20 <sup>ab</sup>    | 20.7  | 1.82 <sup>ab</sup> | 23.5  | 0.014 <sup>a</sup>  | 20.6  | 0.004 <sup>a</sup>  | 9.5   |
| 1000                         | 2.86 <sup>ab</sup>    | 18.5  | 1.83 <sup>ab</sup> | 23.6  | 0.013 <sup>a</sup>  | 19.1  | 0.004 <sup>a</sup>  | 9.5   |
| 1200                         | 2.35 <sup>a</sup>     | 15.2  | 1.60 <sup>ab</sup> | 20.6  | 0.011 <sup>a</sup>  | 16.2  | 0.002 <sup>a</sup>  | 4.8   |
| 1400                         | 2.35 <sup>a</sup>     | 15.2  | 1.45 <sup>ab</sup> | 18.6  | 0.010 <sup>a</sup>  | 14.7  | 0.003 <sup>a</sup>  | 7.1   |
| 1600                         | 2.2 <sup>a</sup>      | 14.3  | 1.42 <sup>ab</sup> | 18.3  | 0.010 <sup>a</sup>  | 14.7  | 0.002 <sup>a</sup>  | 4.8   |
| 1800                         | 2.13 <sup>a</sup>     | 13.8  | 1.46 <sup>ab</sup> | 18.8  | 0.010 <sup>a</sup>  | 14.7  | 0.003 <sup>a</sup>  | 7.1   |
| 2000                         | 2.04 <sup>a</sup>     | 13.2  | 1.27 <sup>a</sup>  | 16.3  | 0.010 <sup>a</sup>  | 14.7  | 0.002 <sup>a</sup>  | 4.8   |
| Веркорс/Vercors              |                       |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| 0                            | 10.91 <sup>e</sup>    | 100.0 | 10.90 <sup>d</sup> | 100.0 | 0.100 <sup>d</sup>  | 100.0 | 0.024 <sup>c</sup>  | 100.0 |
| 200                          | 11.15 <sup>e</sup>    | 102.2 | 10.66 <sup>d</sup> | 97.8  | 0.052 <sup>c</sup>  | 52.0  | 0.011 <sup>b</sup>  | 45.8  |
| 400                          | 7.90 <sup>c</sup>     | 72.4  | 5.64 <sup>c</sup>  | 51.7  | 0.033 <sup>b</sup>  | 33.0  | 0.007 <sup>ab</sup> | 29.1  |
| 600                          | 4.30 <sup>c</sup>     | 39.4  | 3.36 <sup>b</sup>  | 30.8  | 0.020 <sup>a</sup>  | 20.0  | 0.004 <sup>a</sup>  | 16.7  |
| 800                          | 3.88 <sup>bc</sup>    | 35.6  | 2.69 <sup>ab</sup> | 24.7  | 0.016 <sup>a</sup>  | 16.0  | 0.003 <sup>a</sup>  | 12.5  |
| 1000                         | 2.96 <sup>abc</sup>   | 27.1  | 2.31 <sup>ab</sup> | 21.2  | 0.012 <sup>a</sup>  | 12.0  | 0.003 <sup>a</sup>  | 12.5  |
| 1200                         | 2.99 <sup>abc</sup>   | 27.4  | 2.17 <sup>ab</sup> | 19.9  | 0.015 <sup>a</sup>  | 15.0  | 0.004 <sup>a</sup>  | 16.7  |
| 1400                         | 2.77 <sup>abc</sup>   | 25.4  | 1.98 <sup>a</sup>  | 18.2  | 0.014 <sup>a</sup>  | 14.0  | 0.004 <sup>a</sup>  | 16.7  |
| 1600                         | 2.54 <sup>abc</sup>   | 23.3  | 1.84 <sup>a</sup>  | 16.9  | 0.012 <sup>a</sup>  | 12.0  | 0.004 <sup>a</sup>  | 16.7  |
| 1800                         | 2.10 <sup>a</sup>     | 19.2  | 1.52 <sup>a</sup>  | 13.9  | 0.010 <sup>a</sup>  | 10.0  | 0.004 <sup>a</sup>  | 16.7  |
| 2000                         | 2.33 <sup>ab</sup>    | 21.4  | 1.78 <sup>a</sup>  | 16.3  | 0.011 <sup>a</sup>  | 11.0  | 0.004 <sup>a</sup>  | 16.7  |
| Воронежская 9/Voronezskaja 9 |                       |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| 0                            | 13.72 <sup>e</sup>    | 100.0 | 10.68 <sup>c</sup> | 100.0 | 0.112 <sup>d</sup>  | 100.0 | 0.026 <sup>b</sup>  | 100.0 |
| 200                          | 11.38 <sup>d</sup>    | 82.9  | 7.17 <sup>b</sup>  | 67.1  | 0.057 <sup>c</sup>  | 50.9  | 0.013 <sup>ab</sup> | 50.0  |
| 400                          | 9.01 <sup>c</sup>     | 65.7  | 6.87 <sup>b</sup>  | 64.3  | 0.041 <sup>b</sup>  | 36.6  | 0.010 <sup>a</sup>  | 38.5  |
| 600                          | 4.57 <sup>b</sup>     | 33.3  | 2.71 <sup>a</sup>  | 25.4  | 0.021 <sup>a</sup>  | 18.8  | 0.005 <sup>a</sup>  | 19.2  |
| 800                          | 3.33 <sup>ab</sup>    | 24.2  | 1.99 <sup>a</sup>  | 18.6  | 0.017 <sup>a</sup>  | 15.2  | 0.004 <sup>a</sup>  | 15.4  |
| 1000                         | 3.00 <sup>ab</sup>    | 21.8  | 1.84 <sup>a</sup>  | 17.2  | 0.014 <sup>a</sup>  | 12.5  | 0.008 <sup>a</sup>  | 30.8  |
| 1200                         | 2.71 <sup>ab</sup>    | 19.7  | 1.63 <sup>a</sup>  | 15.3  | 0.013 <sup>a</sup>  | 11.6  | 0.010 <sup>a</sup>  | 38.5  |
| 1400                         | 2.31 <sup>ab</sup>    | 16.8  | 1.54 <sup>a</sup>  | 14.4  | 0.013 <sup>a</sup>  | 11.6  | 0.004 <sup>a</sup>  | 15.4  |
| 1600                         | 2.02 <sup>a</sup>     | 14.7  | 1.39 <sup>a</sup>  | 13.0  | 0.011 <sup>a</sup>  | 9.8   | 0.004 <sup>a</sup>  | 15.4  |
| 1800                         | 2.18 <sup>a</sup>     | 15.9  | 1.48 <sup>a</sup>  | 13.9  | 0.011 <sup>a</sup>  | 9.8   | 0.004 <sup>a</sup>  | 15.4  |
| 2000                         | 2.16 <sup>a</sup>     | 15.7  | 1.38 <sup>a</sup>  | 12.9  | 0.011 <sup>a</sup>  | 9.8   | 0.003 <sup>a</sup>  | 11.5  |

\*Статистически значими разлики (LSD) при P=0.001%  
Least Significant Difference (LSD) at P = 0.001%



**Таблица 3.** Индекс на развитие (GI), скорост на нарастване (K/cm/t<sub>8</sub>) и натрупване на свежа биомаса (K/g/t<sub>8</sub>) на кълна и корена при *Sorghum sudanense* в зависимост от дозите на облъчване на семената с гама-лъчи при лабораторни условия

**Table 3.** Index of development (GI), speed of growth (K/cm/t<sub>8</sub>) and accumulation of fresh biomass (K/g/t<sub>8</sub>) of germ and root for *Sorghum sudanense* depending on the dose of irradiation of seeds with gamma rays in laboratory conditions

| Дози, Gy<br>Doses, Gy | Сортове/ Varieties  |                    |        |                     |                    |        |                                 |                    |        |
|-----------------------|---------------------|--------------------|--------|---------------------|--------------------|--------|---------------------------------|--------------------|--------|
|                       | Казитачи/Kazitachi  |                    |        | Веркорс/Vercors     |                    |        | Воронежская 9<br>Voronezskaja 9 |                    |        |
|                       | K/cm/t <sub>8</sub> | K/g/t <sub>8</sub> | GI     | K/cm/t <sub>8</sub> | K/g/t <sub>8</sub> | GI     | K/cm/t <sub>8</sub>             | K/g/t <sub>8</sub> | GI     |
| 0                     | 2.904               | 0.0014             | 100.00 | 2.726               | 0.0155             | 100.00 | 3.050                           | 0.0178             | 100.00 |
| 200                   | 2.233               | 0.0006             | 77.29  | 2.727               | 0.0078             | 97.95  | 2.319                           | 0.0087             | 76.03  |
| 400                   | 1.620               | 0.0005             | 56.35  | 1.693               | 0.0049             | 60.79  | 1.984                           | 0.0063             | 63.74  |
| 600                   | 0.884               | 0.0003             | 30.27  | 0.957               | 0.0030             | 35.12  | 0.911                           | 0.0032             | 29.25  |
| 800                   | 0.627               | 0.0002             | 21.14  | 0.821               | 0.0023             | 29.68  | 0.665                           | 0.0027             | 21.56  |
| 1000                  | 0.587               | 0.0002             | 19.98  | 0.658               | 0.0018             | 23.77  | 0.604                           | 0.0027             | 19.72  |
| 1200                  | 0.493               | 0.0002             | 16.53  | 0.645               | 0.0024             | 21.94  | 0.542                           | 0.0028             | 17.69  |
| 1400                  | 0.475               | 0.0002             | 15.49  | 0.594               | 0.0022             | 20.97  | 0.481                           | 0.0021             | 15.69  |
| 1600                  | 0.444               | 0.0002             | 15.24  | 0.547               | 0.0020             | 18.93  | 0.426                           | 0.0018             | 14.10  |
| 1800                  | 0.460               | 0.0002             | 14.39  | 0.452               | 0.0017             | 16.14  | 0.457                           | 0.0019             | 14.91  |
| 2000                  | 0.413               | 0.0002             | 12.70  | 0.514               | 0.0018             | 18.27  | 0.443                           | 0.0016             | 13.77  |

**Таблица 4.** Корелационни зависимости между приложените дози гама-лъчи и отчетените параметри и показатели при *Sorghum sudanense* в лабораторни условия

**Table 4.** Correlations between the administered doses of gamma rays reported parameters and indicators in *Sorghum sudanense* in the laboratory conditions

| Параметри/Parameters                             | Сортове/ Varieties |                 |                                 |
|--|--------------------|-----------------|---------------------------------|
|  | Казитачи/Kazitachi | Веркорс/Vercors | Воронежская 9<br>Voronezskaja 9 |
| Лабораторна кълняемост<br>Laboratory germination | -0.896             | -0.678          | -0.277                          |
| Кълн, cm/ germ, cm                               | -0.845             | -0.872          | -0.865                          |
| Корен, cm/ root, cm                              | -0.833             | -0.833          | -0.833                          |
| Кълн, g/ germ, g                                 | -0.829             | -0.760          | -0.772                          |
| Корен, g/ root, g                                | -0.653             | -0.547          | -0.738                          |
| K/cm/t <sub>8</sub>                              | -0.846             | -0.855          | -0.853                          |
| K/g/t <sub>8</sub>                               | -0.718             | -0.741          | -0.767                          |
| GI   | -0.853             | -0.858          | -0.853                          |

показват, че приложените дози гама-лъчи проявяват силен потискащ ефект върху развитието на растенията (GI > 80% - Tiquia et al., 1996), който е в отрицателна корелационна зависимост спрямо приложените дози гама-лъчи (r е от -0,853 до -0,858) (табл. 4).

### ИЗВОДИ

1. Приложените дози гама-лъчи (200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 Gy) не оказват статистически значимо влияние върху лабораторната кълняемост на семената при тестваните сортове *Sorghum sudanense*, която варира от 89,36% до 101,06% спрямо контролните варианти, с изключение на сорта Казитачи при 2000 Gy, където кълняемостта доказано намалява до 89,36%. При всички сортове не е установено

статистически доказано 50%-ово намаление на кълняемостта на семената в зависимост от приложените дози гама-лъчи, което не позволява използването на този критерий за определяне на LD<sub>50</sub>.

2. Приложените дози гама-лъчи оказват статистически доказано намаление на дължината и теглото на кълна и корена спрямо контролните варианти. Установени са силни отрицателни корелационни зависимости по отношение на скоростта на нарастване (r варира от -0,846 до -0,855), скоростта на натрупване на свежа биомаса (r варира от -0,718 до -0,767) и индекса на развитие на растенията (GI) (r е от -0,853 до -0,858) в зависимост от дозите на облъчване на семената с гама-лъчи.

## LITERATURA

- Kostina, G. I., 2000. Selektсия sorgovyih kultur s izpolzobaniem eksperimentalnogo mutageneza v zasushlivom Povolzhie. Avtoreferat. Disertatsii d-ra s.-h. nauk. Saratov.
- Al-Salhi, M., M. Ghannam, M. Al-Ayed, S. El-Kameesy, S. Roshdy, 2004. Effect of gamma irradiation on the biophysical and morphological properties of corn. – *Nahrung*, 48(2): 95-98.
- Anonymous, 1977. Manual on Mutation Breeding. Second Edition. *Technical Report Series*, № 119, IAEA, Vienna, Austria.
- Chopra, V., 2005. Mutagenesis: Investigating the process and processing the outcome for crop improvement. – *Current science*, 89 (2):353-359.
- Gariglio, N., M. Buyatti, R. Pillati, D. Rossa, M. Acosta, 2002. Use a germination bioassay to test compost maturity of willow (*Salix sp.*) sawdust. – *Journal of Crop of Horticultural Science*, 30(2):135-139.
- Chaudhuri, K., 2002. A simple and reliable method to detect gamma irradiated lentil (*Lens culinaris Medik.*) seeds by germination efficiency and seedling growth test. – *Radiation Physics and Chemistry*, 64:131-136.
- Golovin, V., S. Kirillenko, 1989. Mutant lines of Sudan grass. – *Selektсия i Semenovodstvo*, No 2 p. 24.
- Golubina, I., R. Vasilevska-Ivanova, 2008. Temperature effect on seed imbibition in Sorghum. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 61(11):1491-1496.
- Gruner, M., M. Horvatic D. Kujundzic, B. Magdalenic, 1992. Effect of gamma irradiation on the lipid components of soy protein products. – *Nahrung*, 36: 443-450.
- Hamilton, M. A., R.C. Russo, R.V. Thurston, 1978. Trimmed Spearman-Kärber Method for Estimating Median Lethal Concentrations in Toxicity Bioassays. – *Environ. – Sci. Technol.*, 12(4):417.
- Kawamura, Y., N. Suzuki, S. Uchiyama, Y. Saito, 1992. Germination test for identification of gamma-irradiated wheat. – *Radiation Physics and Chemistry*, 40:17-22.
- Kirillenko, S., V. Golovin, 1987. Effect of radiation and chemical mutagens on changes in morphological and economically useful traits in Sudan grass varieties. – In: *Doklady Vsesoyuznoi Ordena Lenina i Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Akademii Selskokhozyaistvennykh Nauk Imeni V. I. Lenina*, No 10, 26-28.
- Kuzin, A. M., M. E. Vagabova, V. N. Prinak-Mirolyubov, 1975. Molecular mechanisms of the stimulating effect of ionizing radiation on seed. Activation of RNA synthesis. – *Radiobiologiya*, 15:747-750.
- Kuzin A. M., M. E. Vagabova, A. F. Revin, 1976. Molecular mechanisms of the stimulating action of ionizing radiation on seeds. 2. Activation of protein and high molecular RNA synthesis. – *Radiobiologiya*, 16:259-261.
- Lazányi, 1987. J. Improved growing-rack method for small-seeded cereals to determine the effects of mutagenic seed treatments. – *International Agrophysics*, 3(4): 283-289.
- Majeed, A., A. Khan, H. Ahmad, Z. Muhammad, 2010. Gamma irradiation effect on some growth parameters of *Lepidium sativum L.* – *Journal of Agricultural and Biological Science*, 5(1): 39-42.
- Maluszynski, M., 2001. Officially released mutant varieties – the FAO/IAEA database. – *Plant cell, tissue and organ culture*, 65:175-177.
- Mamonov, L. and G. Kim, 1978. Mathematical modeling of physiological processes of plants. Academy of Sciences of Kazakh SSR, Botany Institute, Science of Kazakh SSR, Alma Ata, 88-89.
- Melki, M., and A. Marouani, 2009. Effects of gamma rays irradiation on seed germination and growth of hard wheat. *Environmental Chemistry Letters*, Doi:10.1007/s10311-009-0222-1.
- Plohinsky, N. A., 1970. Algorithms of the biometry. Moscow: Moscow State University, 74-78.
- Preobrazhenskaya, E., 1971. Radioresistance of plant seeds. Atomizdat, Moscow, 232. (Ru).
- Shu, Q. Y., 2009. Induced plant mutation in the genomics era. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, 48-54.
- Tabasum, A., A. Cheema, A. Hameed, M. Rashid, M. Ashraf, 2011. Radio sensitivity of rice genotypes to gamma radiation radiations based on seedling traits and physiological indices. – *Pak. J. Bot.*, 43(2):1211-1222.
- Tabosa, J., W. Colaco, O. Reis, J. Simplicio, F. Dias, 2007. Sorghum genotypes tolerant to soil salinity – progenies developed under gamma rays doses. – *Journal of SAT Agricultural Research* 5(1):1-5.
- Thapa, C., 2004. Effect of acute exposure of gamma rays on seed germination and seedling growth of *Pinus kesiya* gord and *P. Wallichiana* A.B. Jacks. – *Our Nature*, 2:13-17.
- Tiquia, S. M., N. F. Y. Tam, I.G. Hodgkiss, 1996. Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter. – *Environmental Pollution*, 93(3):249-256.
- Wang, Z., R. L. You, 2000. Changes in wheat germination following g-ray irradiation: An in vivo electronic paramagnetic resonance spin-probe study. – *Environmental and Experimental Botany*, 43(3):219-225.
- Wi, S.G., B.Y. Chung, J.S. Kim, et al., 2007. Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. – *Micron*, 38(6):553-564.
- Zhu, S., T. Kume, I. Ishigak, 1993. Detection of irradiated wheat by germination. – *Radiation Physics and Chemistry*, 42(1-3):421-424.

Статията е приета на 5.10.2011 г.

Рецензент – проф. д-н Диана Светлева

E-mail: svetleva@yahoo.com