

technique of spatial data analysis (PCNM) we have singled out the elements of spatial data autocorrelation of soil hardness and defined processes underlying its formation. It has been established that statistically significant phytoindicative scales describe from 6 to 42% of the variability of multidimensional measurements. The acidity of the soil solution mode is of value for the formation of the first coordinate axis and describes the presence in the plant community of steppe plant species, meadow plant species and heliormorphes. The axis marks the conditions determining soil hardness in layers of 0 – 10 cm as compared to those which are below the selected block. The second coordination axis reflects the opposing phenomena in the structure of the soil above and below the level of 25 cm from the surface. The highest value in its formation belongs to ombroclimate scale. The soil aeration scale and the contents of carbonate salts are essential for the formation of the third coordinate axis. Measurement points to such conditions under which the hardness of the soil in layers of 0–5, 15–25 and 40–50 cm is similar to each other, but differs from the hardness in layers 5–15 and 25–40 cm from the surface. In the process of fractionation of hardness variations of the soil under analysis we have established that environmental factors determine the 47 % of the total variability of the data. PCNM-variables describe 2% of the variation of indicators of soil hardness and spatial patterns deterministic environment – 27% of variability of feature. Herewith among the studied environmental factors the most important for the formation of large-scale variation in the spatial variability of hardness are the variability of moisture and thermoclimate. Both large-scale and small-scale spatial variations of soil hardness depend on the vegetation structure, i.e. the presence of trophomorphes of plants: steppe plant species and meadow plant species.

*Key words: soil hardness (hardness of the soil), phytoindicate, multidimensional scaling*

Рекомендує до друку

Надійшла 16.08.2016

В. В. Грубінко

УДК 575.224.477.84

М. А. КРИЖАНОВСЬКА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

## **ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ТА КРЕМЕНИСТОЇ**

У статті представлені результати щодо впливу іонізуючого опромінення дозами 5Гр, 10Гр, 15Гр, 20Гр на зміну довжини стебла та довжини качана вологого насіння кукурудзи цукрової та кременистої. Експериментально встановлено, що опромінення насіння дозою 5Гр стимулює ріст стебла у цукрової кукурудзи на 14 см, а кременистої – на 6 см. Всі обрані дози іонізуючого опромінення викликають мутагенні зміни качанів кукурудзи.

*Ключові слова: іонізуюче опромінення, радіація, мутагенна дія, цукрова та кремениста кукурудза*

Дія іонізуючого опромінення на організми спричиняє іонізацію атомів і молекул і призводить до деструктивних змін на всіх структурно-функціональних рівнях її організації, оскільки радіація здатна накопичуватися впродовж певного часу [7, 10]. Особливістю дії іонізуючого опромінення на живі істоти є невідповідність між незначною дозою енергії, яка поглинається біологічним об'єктом, та ступенем вираження біологічного ефекту, аж до летального наслідку [1, 3, 11].

Після впливу іонізуючого опромінювання розвивається радіаційний синдром, що на початку зародження має спільні риси у рослин і тварин, але у подальшому набуває своєї специфіки. Рослини – це перший екран, що приймає на себе дію подібного випромінювання,

стаючи небезпечним джерелом ураження для рослиноїдних тварин та людини [2, 4]. Оскільки у рослин всі органи формуються з меристем, то при їх опроміненні спостерігається ушкодження майже всіх органів – як вегетативних, так і генеративних. Променеве ураження виявляється у гальмуванні й затримці росту, зниженні урожайності та харчової якості врожаю, зменшенні репродуктивних властивостей насіння, бульб і коренеплодів [5, 6, 8].

Завдання роботи було дослідження мутагенного впливу різних доз іонізуючого опромінювання на кукурудзу, яка є однією із найдавніших рослинних культур, що використовується як у тваринництві на зелену масу і на зерно, так і для харчових потреб людини.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на території агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка на кукурудзі кременистій та цукрової. Для дослідження відібрано по 200 насінин відповідних підвидів та розділено їх на 5 піддослідних груп. Піддослідний матеріал замочувався у проточній воді впродовж 12 год. Вологе насіння дослідних груп опромінювали на системі рентгенодіагностики HF – 51 у тубдиспансері м. Тернополя. Насіння першої дослідної групи (Дослід 1) отримало радіацію дозою 5Гр, другої (Дослід 2) – 10Гр, третьої (Дослід 3) – 15Гр, четвертої (Дослід 4) – 20Гр. Насіння контрольної групи не опромінювали. Піддослідне насіння висаджувалось у відкритий ґрунт по 20 насінин у рядок. Висадка і догляд відбувалися відповідно до агротехнічних вимог.

Оцінка продуктивних показників кукурудзи підвидів кременистої та цукрової включала аналіз: схожості насіння (на 14 день після посіву), середньої висоти стебла (відстань від основи стебла до волоті), кількості вузлів на стеблі (шляхом підрахунку), довжину початку (відстань від основи до верхівки).

Статистичний аналіз експериментальних результатів здійснено згідно з Рокицьким П. Ф. [9].

### Результати досліджень та їх обговорення

Висадка вологого опроміненого та контрольного насіння проводилася 28 травня 2015 року. На 14 день підраховували кількість проростків кожної піддослідної групи окремо по підвидах. Показник схожості суттєво не відрізнявся в обох підвидах та коливався у межах 96-98% ( $P > 0,95$ ). Результати дослідження середньої висоти стебла кукурудзи цукрової та кременистої наведені у таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Висота стебла кукурудзи цукрової, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	166,2±6,8	180,6±5,6	153,9±6,3	128,6±4,2	117,0±5
$\delta \pm m_\delta$	25,5±4,7	20,9±3,8	23,5±4,3	15,6±2,8	18,5±3,4
$t_d$	-	1,6	1,3	4,7	5,8
P	-	<0,95	<0,95	>0,999	>0,999
% до контролю	-	+8,3%	-7,4 %	-22,6%	-29,5%

Таблиця 2

Висота стебла кукурудзи кременистої, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	174,4±6,2	180,4±6,2	173,8±5,7	141,0±6,01	148,2±5,1
$\delta \pm m_\delta$	25,6±5,1	23,1±4,2	21,2±3,9	22,2±4,1	19,01±3,5
$t_d$	-	0,6	0,07	3,8	0,3
P	-	<0,95	<0,95	>0,99	>0,95
% до контролю	-	+3,4%	-0,3%	-19,5%	-15,02%

Щодо середньої висоти стебла у кукурудзи цукрової, то найбільше значення спостерігалось у рослин Дослід 1, що перевищує Контроль на 14 см (8,3 %) і свідчить про стимулюючий ефект опромінення дозою 5Гр ( $P < 0,95$ ). Висота стебла рослин Дослід 2 та Дослід 3 була менша від Контролю відповідно на 12,3 см і 37 см що складала 7,4% ( $P < 0,95$ ) та 22,6 % ( $P > 0,999$ ). Найменша середня висота стебла спостерігалась у рослин Дослід 4, яка становила 117 см і була меншою від контрольної групи на 49 см ( $P > 0,999$ ).

Аналізуючи середню висоту стебла кукурудзи кременистої треба відмітити, що найбільший показник даної ознаки спостерігався у рослин групи Дослід 1 і перевищував контрольну групу на 6 см ( $< 0,95$ ). Рослини дослідних груп Дослід 2, Дослід 3 і Дослід 4 демонструють зменшення росту відповідно на 0,6 см ( $P < 0,95$ ), 33,4см ( $P > 0,99$ ) і 26,2 см ( $P > 0,95$ ), що свідчить про пригнічуючу дію опромінення насіння у дозах 10Гр, 15Гр, 20Гр.

Співвідношення середніх значень висоти стебла дослідних груп до контрольної представлена на рис. 1.

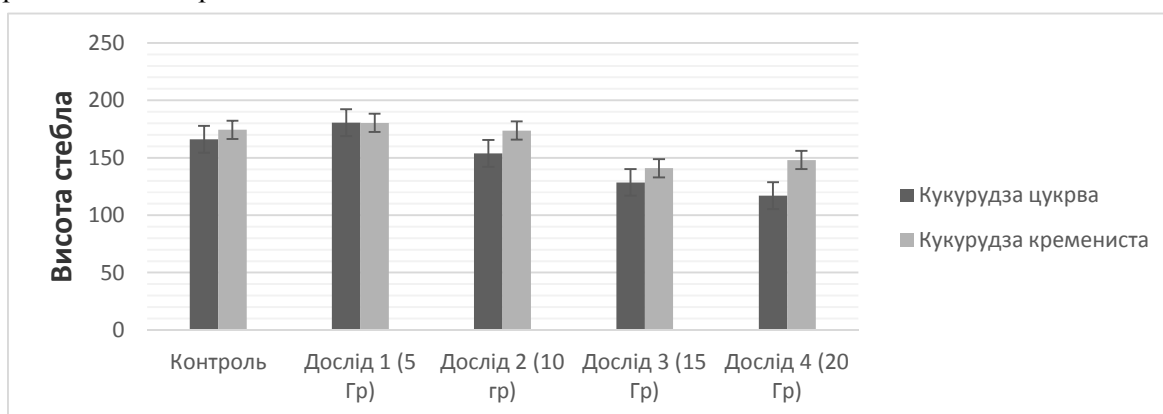


Рис. 1. Порівняння середніх значень висоти стебла кукурудзи

Якщо порівняти одержані результати двох підвидів кукурудзи, то можна констатувати, що опромінення насіння дозою 5Гр призводить до стимулюючого ефекту розвитку ознаки. Підвищення доз опромінення (10Гр, 15Гр і 20Гр) викликає негативні мутагенні зміни.

Результати досліджень впливу іонізуючого опромінення на показники середньої довжини качана у двох підвидах кукурудзи наведені у таблицях 5 і 6 та їх співвідношення на рис. 2.

Таблиця 5

Середня довжина качана кукурудзи цукрової, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	11,6 $\pm$ 0,1	9,7 $\pm$ 0,1	10,9 $\pm$ 0,2	9,3 $\pm$ 0,2	6,0 $\pm$ 0,2
$\delta \pm m_\delta$	0,3 $\pm$ 0,07	0,4 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,1
$t_d$	-	10,9	3,4	10,6	22,4
P	-	>0,999	<0,99	>0,999	>0,999
% до контролю	-	-16,3%	-6,4%	-20,1%	-48,0%

Жодна із досліджувальних доз не дає стимулюючої дії, а викликає пригнічення параметрів ознаки. Різниця довжини качана дослідних груп до Контролю складає: у Досліді 1 – 1,9 см (16,3 %), Досліді 2 – 0,79 см (6,43 %), Досліді 3 – 2,38 см (20,7%), Досліді 4 – 5,6 см (48,06%).

Дані таблиці 6 засвідчують аналогічну тенденцію до зменшення довжин качана кукурудзи кременистої. Так у групи рослин Дослід 1 вона менша на 1,9 см (16,0%), Досліді 2 на 1,75см (14,4%), Досліді 3 на 4,05см (33,3%), Дослід 4 на 7,9 см (65,0%). Цей показник у всіх дослідних групах має високий рівень вірогідності прояву ознаки і підтвердження значенням критерію Стьюдента.

Середня довжина качана кукурудзи кременистої, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
M±m <sub>M</sub>	12,1±0,3	10,2±0,2	10,7±0,2	8,1±0,4	4,2±0,3
δ±m <sub>δ</sub>	0,9±0,2	0,7±0,1	0,8±0,1	1,2±0,2	0,9±0,2
t <sub>d</sub>	-	5,1	3,4	8,1	18,3
P	-	>0,999	>0,99	>0,999	>0,999
% до контролю	-	-16,0%	-14,4%	-33,3%	-65,0%

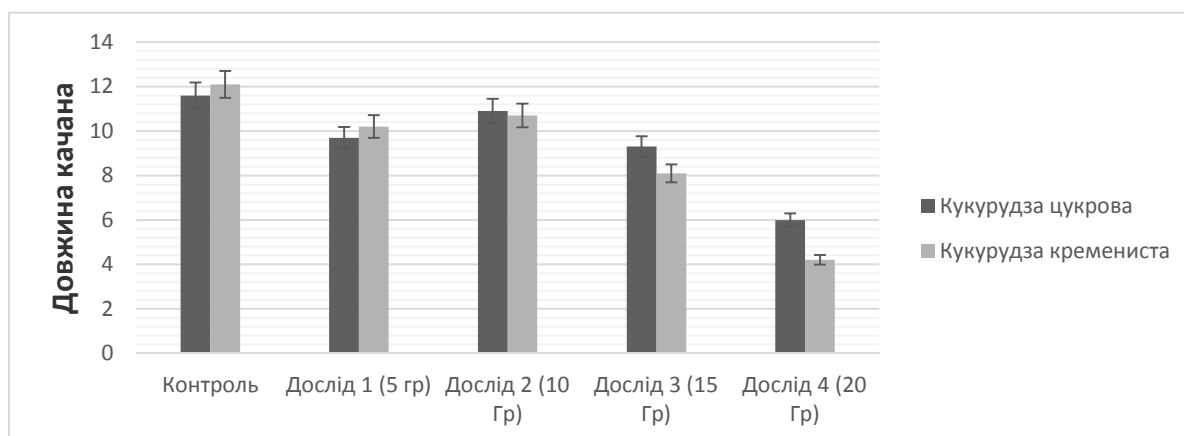


Рис. 3. Порівняння середніх значень довжини качана кукурудзи

### Висновки

В результаті дослідження встановлено, що дози іонізуючого опромінення 5Гр, 10Гр, 15Гр і 20Гр на вологе насіння кукурудзи підвидів цукрової та кременистої мають як позитивну так і негативну дію. На показник довжини стебла стимулююча дія опромінення спостерігалася лише при дозі 5Гр і спричиняє його збільшення на 6 – 14 см. На довжину качана всі досліджувані дози продемонстрували негативний вплив, що призвело до вірогідного зменшення його довжини на 0,79 – 5,6 см у цукрової та на 1,75 – 7,9 см у кременистої кукурудзи.

1. *Абрахамсон С.* Возможный подход к оценке опасности мутагенов окружающей среды / С. Абрахамсон // Генетические последствия загрязнения окружающей среды. — М.: Наука, 1997. — С. 20—25.
2. *Барабой В. А.* От Хиросимы до Чернобыля / В.А. Барабой. — К.: Наук. думка, 1991. — 128 с.
3. *Дружина М.* Радіаційні ураження і радіопротектори / М. Дружина // Вісник НАН України. — 2005. — № 4. С. 17—24.
4. *Дубинин Н. П.* Мутагены среды и наследственность человека / Н. П. Дубинин // Генетические последствия загрязнения окружающей среды. Общие вопросы и методики исследования. М.: Наука. — 1977. С. 3—25.
5. *Іванов Є. А.* Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник / Є.А. Іванов. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. — 149 с.
6. *Кравець А. П.* Радиологические последствия радионуклидного загрязнения почв и растений / А. П. Кравець. — К.: Логос, 2006. — 180 с.
7. *Орлова Н. Н.* Генетический анализ / Н. Н. Орлова. — М.: Издательство МГУ, 1991. — С. 255—279.
8. *Радіоекологія: навч. посіб.* / [І. М. Гудков, В. А. Гайченко, В. О. Кашпаров та ін.]; ред. І. М. Гудков ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. — Херсон: ОЛДІ-плюс, 2013. — 468 с.
9. *Рокицкий П. Ф.* Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. — Минск: Вышшая школа, 1978. — 226 с.
10. *Стрельчук С. И.* Основы экспериментального мутагенеза : [Учеб. пособие для биол. фак. ун-тов] / С. И. Стрельчук. — Киев: Вища школа, 1981. — 215 с.
11. *Яковець І. І.* Радиационные повреждения в живых организмах: механизмы и пороги / И. И. Яковець // Агроэкологический журнал. — 2006. — № 2. — С. 31—38.

*М. А. Крыжановская*

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ  
КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ И КРЕМНИСТОЙ**

В статье представлены результаты влияния ионизирующего облучения на изменение длины стебля и початка влажных семян кукурузы сахарной и кремнистой дозами 5Гр, 10Гр, 15Гр, 20Гр. Экспериментально установлено, что облучение семян дозой 5Гр стимулирует рост стебля и вызывает его увеличение в сахарной кукурузы на 14 см, а кремнистой – на 6 см. Все выбранные дозы ионизирующего облучения приводят к мутагенным изменениям длины початков кукурузы.

*Ключевые слова: ионизирующее облучение, радиация, мутагенез, сахарная и кремнистая кукуруза*

*М. А. Kryzhanovska*

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

**THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON PRODUCTIVITY DATA OF SWEET  
CORN AND FLINT CORN**

Interaction of ionizing radiation with living matter, causing ionization of atoms and molecules, leads to destructive changes at all the levels of structural and functional organization and, consequently, to the death. The intensive testing of nuclear weapons in the mid-twentieth century, the use of nuclear energy and the current stage of development of our society, with the application of new technologies helps create dangerous situations that lead to increased background radiation environment, which negatively affects living systems. Plants - are the first screen that accepts the action of this radiation, becoming a dangerous source of destruction for herbivorous animals and humans.

Understanding of this point determines the relevance of the chosen topic of our research. The object of our research was based on stimulating and depressing mutagenic effect of different doses of ionizing radiation. Corn is one of the oldest crops used as livestock in the green mass and grain and food needs. The question of experimental study of changes of the productivity of different subspecies of maize under the influence of certain doses of ionizing radiation was of our primary investigation.

Scientific research was conducted on the territory of agrobiological laboratories TNPU after Volodymyr Hnatiuk. Corn was chosen as the object of study. Sweet corn and flint corn were chosen. Test material has been soaked in running water for 12 hours. Wet seeds under research have been irradiated in TB clinic in Ternopil. Seeds of the first experimental group received a radiation dose of 5Hr, the second – 10Hr, the third - 15Hr, the fourth - 20Hr. Seeds of a control group have not been irradiated. Test seeds were planted in the ground according to the farming requirements.

The results of the study show that these doses did not significantly affect the rate of similarity of corn of both subspecies, which varies within 96-98% ( $P > 0,95$ ). Experimentally it was established that irradiation of seeds with the dose of 5g shows a stimulating effect on the growth of the stem and causes it to increase in sweet corn for 14 cm, and flint corn - 6 cm and increases the number of lumps on the stem (14.9% and 10.0% respectively) . 10g dose irradiation stimulates only increase of lumps of both corn subspecies within 7.4% -12.5%. Depressing mutagenic effect of ionizing radiation on the stem height at doses of 10Hr, 15Hr and 20Hr was recorded, the number of lumps on the stem - with 15Hr and 20Hr. All researched radiation doses demonstrated the negative impact on the length of the corn cob, leading to a probable reduction of its length to 0.79 - 5.6 cm of sweet corn and 1.75 -7.9 cm of flint corn ( $P > 0,999$ ).

*Key words: ionizing radiation, stimulating and depressing effects of radiation, mutagenic change indicators, sweetcorn, flint corn*

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 22.11.2016