

The optimization of the species diversity for plant cover and green plantations of the park was suggested as the result of our study.

Key words: park, green plantations, phytomelioration efficiency, digression, recreational area.

Стаття надійшла 21. 09. 2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування

УДК 575.224.6

Стрижельчик Н.Г. ORCID 0000-0002-6188-9937

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГОРМЕЗИСУ, ІНДУКОВАНОГО НЕІОНІЗУЮЧИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ У РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТАХ

© Стрижельчик Н.Г.

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків,
Національний центр радіаційної медицини, Київ, Україна
marshs2009@gmail.com*

<http://doi.org/10.5281/zenodo.2543563>

Враховуючи порівняно високу енергію лазерного випромінювання, у порівнянні з видимим світлом, та її більш ефективного проходження через клітинні мембрани, важливо вивчати потенційні потужності лазерного випромінювання для індукції гормезису в еукаріотичних клітинах.

Метою дослідження було вивчення потужності випромінювання червоного лазера довжиною хвилі 655 нм та потужністю 2 мВт та 5 мВт для індукування гормезису у рослинних об'єктах. У ході проведення експериментальних досліджень доведено, що червоне лазерне випромінювання з довжиною хвилі 655 нм потужністю 2 мВт і 5 мВт в умовах опромінювання насіння гороху індукуює стимуляцію швидкості проростання та розвитку рослин. Виявлено достовірне збільшення довжини коріння та проростків гороху на п'ятий та сьомий день пророщування. Більш значні позитивні зміни (порівняно з неопроміненим насінням) виявлено у разі пророщування насіння обробленого лазерним випромінюванням потужністю 5 мВт.

Обговорювалися можливі механізми гормезису в клітинах, що включають активацію генів репарації ДНК та ініціювання синтезу білка у відповідь на стреси.

Ключові слова: лазерне випромінювання, потужність, рослини, опромінювання, гормезис, індукція, адаптивні ознаки, довжина коріння, довжина проростків.

ВСТУП

Відомо, що стимуляція будь-якої системи організму зовнішніми впливами, які мають силу недостатню для прояву шкідливих властивостей, отримала назву гормезис. Гормезис – стимулююча дія помірних доз стресорів [1, 7]. Причому явище гормезису може стосуватися не лише дії радіації «радіаційний гормезис», а й дії хімічних речовин та інших чинників (у тому числі й різних видів неіонізуючого випромінювання) [3, 10]. Саме вивчення можливості індукції гормезису в клітинах еукаріотів різними видами неіонізуючого випромінювання викликає великий інтерес завдяки їхньому широкому застосуванню в різних сферах життєдіяльності людини. З огляду на більшу енергію лазерного випромінювання (порівняно з видимим світлом) та значно ефективніше проходження через мембрани клітин, необхідним стає дослідження його потенційних модифікуючих можливостей.

У низці праць установлено позитивний вплив

лазерного випромінювання на схожість, зростання, врожайність рослин, що дозволяє використовувати лазерні технології в сільському господарстві [4]. Передпосівна обробка насіння лазерним випромінюванням забезпечує комплексну післядію на рослини, що дає підвищення продуктивності та сухостійкості ярої пшениці, ячменю, кукурудзи, рису та інших культур [2, 6].

У раніше проведених дослідженнях на рослинних об'єктах застосовувався гелій-неоновий лазер потужністю 10 мВт. Зараз у медицині та інших галузях використовується нове покоління лазерів (діодові лазери) з різною потужністю.

У наших дослідженнях (на дрозофілі) була встановлена залежність гормезису, індукованого червоним лазерним випромінюванням низької потужності, як від потужності випромінювання, так і від специфічності об'єкта. Випромінювання потужністю 2 мВт (при обробці личинок) стимулювало підвищення плодючості дрозофіли майже на 90%.

Проте достовірних змін у разі опромінювання імаго дрозофіли (дорослих мух) випромінюванням потужністю 2 мВт не виявлено. Водночас лазерне випромінювання потужністю 5 мВт (при обробці личинок) викликало підвищення плодючості дрозофіли лише на 23% [8].

У зв'язку з наведеними вище результатами, метою дослідження було вивчення спроможності червоного лазерного випромінювання з довжиною хвилі 655 нм низької потужності (2 мВт та 5 мВт) індукувати гормезис у рослинних об'єктах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на насінні гороху сорту «Царський» (врожаю 2015 року), яке зберігалось в кімнатних умовах. Культуру гороху було обрано у зв'язку зі зручністю проведення подібних експериментів. Для дослідів відбирали неушкоджене насіння близького розміру. Кількість насіння в кожній контрольній і дослідній групі становило 20 насінин. Сухе насіння опромінювали протягом 30 хвилин. Пророщування насіння проводили в чашках Петрі на фільтрувальному папері. В кожній чашці розміщували по 5 контрольних чи оброблених насінин. Насіння було заглиблено в чашках Петрі в воду на 1-2 мм. Воду додавали по мірі поглинання. Усі процедури проводили при температурі 20-21 градус. Довжину коріння та проростків замірювали на п'ятий день (за міжнародними правилами) та на сьомий день пророщування [9].

Як індуктор гормезису, використовували червоне лазерне випромінювання з довжиною хвилі 655 нм низької потужності (2 мВт та 5 мВт).

Дослідження проводили у трьох варіантах: 1 – неопромінене насіння; 2 – опромінене потужністю 2 мВт; 3 – опромінене потужністю 5 мВт.

Досліджували ефект стимуляції швидкості проростання і подальшого розвитку рослин в умовах обробки насіння лазерним випромінюванням різної потужності. Проаналізовано показники: довжина коріння та довжина проростків (на п'ятий і сьомий день пророщування). Статистичний аналіз одержаних результатів проводили з використанням критерію Стьюдента t [5].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Одержані результати експериментальних досліджень наведено на рис. 1–2. Встановлено, що у другому та третьому варіантах дослідів у насіння, обробленого лазерним випромінюванням потужністю 2 мВт чи 5 мВт, схожість статистично значуще не відрізнялася від першого варіанту (необроблене насіння).

За результатами дослідів необроблене насіння проростало повільніше, ніж насіння опромінене лазером. На п'яту добу проростання довжина коренів контрольного варіанту становила 4.8 ± 0.47 см, що на 22.5% менше від довжини коренів проростків, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 2 мВт ($t_1 = 2.37$; $p < 0.05$), і на 26.1% менше, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 5 мВт ($t_2 = 2.42$; $p < 0.05$).

На сьому добу проростання довжина коренів контрольного варіанту становила 5.5 ± 0.50 см, що

на 21.5% менше від довжини коренів проростків отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 2 мВт ($t_3 = 2.30$; $p < 0.05$), і на 35.2% менше, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 5 мВт ($t_4 = 4.22$; $p < 0.05$).

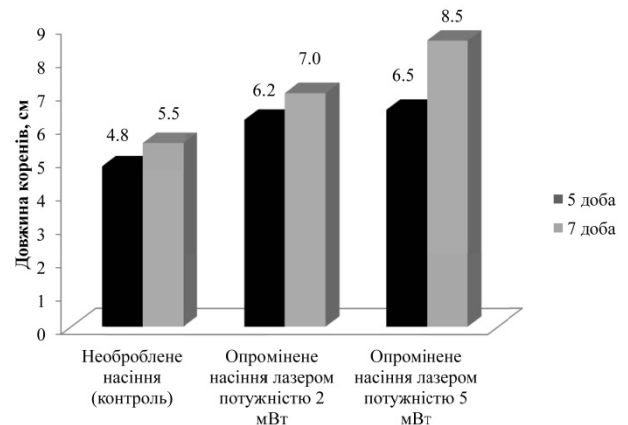


Рис. 1. Вплив лазерного випромінювання низької потужності 2 мВт і 5 мВт на довжину коренів проростків гороху

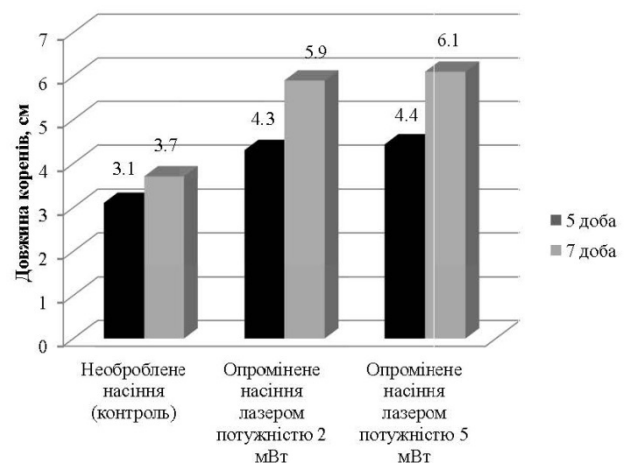


Рис. 2. Вплив лазерного випромінювання низької потужності 2 мВт і 5 мВт на довжину проростків гороху

Подібні дані отримані у результаті аналізу показників довжини проростків.

Довжина проростків контрольного варіанту на п'яту добу проростання становила 3.1 ± 0.30 см, що на 27.9% менше від довжини проростків, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 2 мВт ($t_5 = 2.4$; $p < 0.05$), і на 30.1% менше проростків, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 5 мВт ($t_6 = 2.29$; $p < 0.05$).

На сьому добу проростання, довжина проростків контрольного варіанту становила 3.7 ± 0.45 см, що на 47.4% менше від довжини проростків, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 2 мВт ($t_7 = 3.0$; $p < 0.01$), і на 39.3% менше довжини проростків, отриманих із насіння, обробленого лазером потужністю 5 мВт ($t_8 = 4.0$; $p < 0.01$).

Отже, у результаті проведених досліджень на рослинних об'єктах (насіння гороху) було встановлено залежність гормезису від потужності випромінювання та

специфічності об'єкта. Як було вказано вище, у проведених раніше дослідженнях на дрозофілі більший позитивний ефект було встановлено унаслідок дії випромінювання потужністю 2 мВт (підвищення плодючості дрозофіли при обробці личинок майже на 90%), ніж 5 мВт (підвищення плодючості на 23%). У дослідях на рослинних об'єктах, навпаки, більші позитивні зміни викликало випромінювання потужністю 5 мВт, ніж 2 мВт. Це може бути пов'язано з наявністю в насінні гороху оболонки. В цьому разі випромінювання потужністю 2 мВт може мати меншу проникну силу порівняно з потужністю 5 мВт.

Прийнято вважати, що механізм гормезису на рівні клітини полягає в ініціюванні синтезу білка, активації генів реплікації ДНК і поділу клітин у відповідь на стрес [1, 3, 7].

ВИСНОВКИ

1. У ході проведення експериментальних досліджень доведено спроможність лазерного випромінювання з довжиною хвилі 655 нм низької потужності 2 мВт і 5 мВт індукувати гормезис – стимуляцію швидкості проростання та розвитку рослин порівняно з контролем (в умовах опромінення насіння).

2. Виявлено достовірне збільшення довжини коріння та проростків гороху на п'ятий та сьомий день пророщування. Більш значні позитивні зміни порівняно з неопроміненим насінням виявлено при пророщуванні насіння обробленого випромінюванням потужністю 5 мВт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиационное воздействие на организм. Положительные эффекты: учебн. пособие. Москва : ИНФОРМ-АТОМ; 2005. 245 с.

2. Калиев А.Х. Фотомутагенез и фотостимуляция в семенах пшеницы : [автореф. Дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.05, 03.00.15]. Харьков; 1991. 49 с.

3. Кузин А.М. Проблема малых доз идеи гормезиса в радиобиологии. Радиобиология. 1991; 31(1): 16–21.

4. Кутянина И.М., Рымарчук Ю.А. Опыт воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на агромонокультуру. Применение лазеров в медицине и биологии: материалы XXXIV Междунар. науч.-практ. конф. (6–9 окт. 2010 г.) Судак; [Харьков]; 2010, с. 215.

5. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Наука; 1990. 352 с.

6. Никифорова Л.Е., Мартыненко А.И. Общность природы микроволн и лазерного излучения и их влияние на растительные биосистемы. Применение лазеров в медицине и биологии: Первые Шахбазовские чтения: материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф. (11–14 окт. 2006 г.). Ялта; [Харьков]; 2006, с. 158.

7. Петин В.Г., Пронкевич М.Д. Радиационный гормезис при действии малых доз ионизирующей радиации : учебн. пособие. Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ; 2007. 156 с.

8. Стрижельчик Н.Г., Воробйова Л.І. Мутагенні та модифікуючі властивості неіонізуючих видів випромінювання (*Drosophila melanogaster*). Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна; 2015. 175 с..

9. ISTA (International Seed Testing Association) International rules for seed testing rules. Seed Sci Technol. 1996; 24(1): 29–34.

10. Jargin S.V. Hormesis and radiation safety norms. Human & experimental toxicology. 2012; 31: 671–675.

UDC 575.224.6

THE STUDY OF HORMESIS PECULIARITIES INDUCED BY NON-IONIZING RADIATION IN PLANT OBJECTS

Stryzhelchik N.G.

The wide application of non-ionizing radiation in various spheres of human activity leads to the necessity to investigate its modifying capacities.

Considering the higher energy of laser radiation (as compared to the visible light) and its more effective passage through cell membranes, it is important to study potential capacities of laser radiation to induce the hormesis in eucariotic cells.

The investigation purpose was to study the capacity of red laser radiation of 655 nm wave length and 2 mW and 5 mW power to induce the hormesis in plant objects. Studies were conducted with pea seeds. Dry seeds were irradiated during 30 min. The seed sprouting took place in Petri flasks on filter paper. The stimulating effect of laser radiation of various power on sprouting and further development rates was studied. The following indices were analysed: the root length and the sprout length on the 5th and 7th sprouting days.

Following the pea seeds laser irradiation of 2 mW power, on the 5th and 7th sprouting days the root length exceeded the references by 27.2% and 29%, and the sprout length – by 38.7% and 59.4% respectively. Following the pea seeds laser irradiation of 5 mW power, on the 5th and 7th sprouting days the root length exceeded the references by 35.4% and 54.4%, and sprout length – by 42.9% and 64.8% respectively.

Thus, the conducted experimental studies proved the red laser radiation capacity of 655 nm wave length and low power (2 mW and 5 mW) to induce the hormesis - the stimulation of sprouting and plant development rates (after seed irradiation). The reliable rise of the root and sprout length on the 5th and 7th days of sprouting has been detected. More pronounced changes have been detected after seed laser irradiation with 5 mW power.

Possible mechanisms of the hormesis in cells involving the activation of DNA repair genes and the initiation of the protein synthesis in response to stresses were discussed.

Key words: laser radiation, power, plants, irradiation, hormesis, induction, adaptive signs, root length, sprout length.

Стаття надійшла 22. 09. 2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування