

**БІОТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 502.75(045)

<sup>1</sup>О.М. Міхєєв, д.б.н., проф.  
<sup>2</sup>О.М. Тихенко, асп.**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ УФ-С- ТА УФ-В-ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РОСЛИННІ ОБ'ЄКТИ**

Національний авіаційний університет

<sup>1</sup>E-mail: mikhalex7@yahoo.com<sup>2</sup>E-mail: okstih@ua.fm

Наведено результати порівняльного дослідження часових закономірностей ростових процесів гороху, вирощеного за нормальних умов та з застосуванням УФ-С- та УФ-В-опромінення стеблової частини. Виявлено дозові залежності цих опромінь за параметром швидкості росту кореня та стеблової частини проростків гороху сорту Ароніс. Розглянуто об'єкти дослідження впливу УФ-С- та УФ-В-опромінення на динаміку ростових параметрів рослин у кожній серії дослідів: зміни швидкості росту, особливості динаміки росту за різних досліджуваних умов, діапазону доз УФ-С- та УФ-В-опромінення, що стимулюють чи пригнічують ростові параметри проростків гороху. Визначено, що УФ-С-опромінення в 1,3 разів більш ефективно, ніж УФ-В-опромінення. Виявлено, що реакція кореня менш залежала від типу УФ-опромінення.

**Ключові слова:** динаміка росту, ефективність опромінення, інгібування, сонячна радіація, стимуляція, УФ-випромінювання.

**Постановка проблеми**

Останніми десятиліттями досить актуальною стала проблема впливу іонізуючих та неіонізуючих випромінювань на біологічні об'єкти. Це зумовлено невідомим зростанням кількості радіоактивних речовин у довкіллі й підвищенням інтенсивності ультрафіолетових променів [1].

До підвищення радіоактивності навколишнього середовища призводять насамперед розвиток ядерної енергетики, широке використання джерел іонізуючих випромінювань у медицині та промисловості.

Згубна дія ультрафіолетових променів посилюється також унаслідок руйнування озонового шару атмосфери, хімічний склад якої змінюється через техногенні забруднення.

Ультрафіолетове випромінювання (УФ) є частиною неіонізуючого електромагнітного спектра Сонця і становить близько 8–9 % енергетичного спектру сонячної радіації.

Ультрафіолетове випромінювання поділяють на три діапазони [2].

УФ-С (200–280 нм), який становить близько 1 % загального спектра, є небезпечним, проте за звичайних умов не досягає поверхні Землі.

УФ-В (280–320 нм), який становить 1,5 % сонячної радіації, може індукувати значні ушкодження біологічних макромолекул.

УФ-А (320–400 нм), який становить приблизно 6,3 % сонячної радіації, є безпечним для живих організмів.

Рослини не можуть уникнути впливу УФ-радіації.

Урахування негативного впливу УФ-радіації на вищі рослини, які є найважливішими компонентами природних екосистем та сільськогосподарських угідь, має важливе значення для прогнозування можливого зменшення врожайності сільськогосподарських культур та оцінки ризиків для біотичного компонента екосистем від виснаження озонового шару.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивчення впливу УФ-випромінювання на рослини відбувалося протягом більшої частини ХХ ст. Феноменологія і основні механізми впливу УФ-С-випромінювання були з'ясовані ще у 50–60-ті рр. [3].

Надалі більш вивчали вплив УФ-В-випромінювання.

Особливо інтенсивно дослідження впливу УФ-В-випромінювання на біологічні об'єкти почали проводитися з 80-х рр., коли над антарктичними областями були виявлені озонні діри.

Тенденція до зниження вмісту  $O_3$  в озоновому шарі у стратосфері є сталою протягом багатьох років, тому можна вважати, що потік найбільш біологічно ефективної короткохвильової частини УФ-В також зростатиме.

Зменшення озонового шару на 1 % призводить до збільшення на 1,3–2 % потоку УФ-В-випромінювання, який досягає поверхні Землі. У 1979–1990 рр. фіксували 0,7–1,0 % збільшення УФ-В на рік, що збіглося зі зміною концентрації озону в північній півкулі [4].

Отже, УФ-випромінювання є вагомим стресовим фактором для живих систем, зокрема для рослин. Під дією УФ-випромінювання змінюються деякі морфологічні та біохімічні параметри рослинних організмів. Ці зміни залежать від біологічної структури, що аналізується, стадії розвитку організму, його генотипу та умов опромінення:

- дози;
- потужності;
- спектрального складу.

Випромінювання з різною довжиною хвилі по-різному діє на рослинні клітини.

Мішенню короткохвильової УФ-радіації в клітині є переважно ДНК, мішенню УФ-В-опромінення – білки [5]

**Мета** роботи – порівняльне дослідження часових закономірностей ростових процесів у рослин (гороху), вирощеного за нормальних умов та із застосуванням різних способів впливу на їх ріст за рахунок УФ-В- та УФ-С-опромінення стеблової частини, а

також виявлення дозових залежностей цих опромінь за параметром швидкості росту кореня та стеблової частини проростків гороху сорту Ароніс.

### Дослідження динаміки ростових параметрів рослин

Об'єктом дослідження впливу УФ-В- та УФ-С-опромінення на динаміку ростових параметрів рослин у кожній серії дослідів були:

– зміни швидкості росту, які визначали на основі вимірювання добового приросту коренів та стеблової частини проростків перед опроміненням та після опромінення на 3, 5 та 7-му добу;

– особливості динаміки росту за різних досліджуваних умов на основі аналізу дозових залежностей УФ-В- та УФ-С-опромінення проростків гороху та маси сухої речовини після завершення дослідів;

– виявлення діапазону доз УФ-В- та УФ-С-опромінення, що стимулюють чи пригнічують ростові параметри проростків гороху.

УФ-С-опромінення проростків гороху Ароніс, врожаю 2006 р. здійснювали за допомогою лампи типу ОБМ-150м за потужності  $3,4 \text{ Вт/м}^2$  на відстані 25 см від джерела до верхівки стебел проростків.

УФ-В-опромінення проростків гороху здійснювали за допомогою лампи типу Philips TL 20W/12RS на відстані 34 см від джерела до верхівки стебел.

У процесі проведення кожного дослідів з насіння гороху формували 10 груп (по 50 насінин у варіанті), які вирощували у 10 ростильнях, намочували у відстояній воді з водогону (по 100 мл на одну ростильню).

Через 1 добу після пророщування насіння проводили вилучення пошкоджених, а через 2 доби – відбір пошкоджених проростків.

Чотиридобові проростки розміщували на півлітрових судинах, наповнених відстояною водою з водогону.

Перед опроміненням виміряли довжину коренів та стебел, опромінювали та перенесли ємності із досліджуваними рослинами в термостат з постійним освітленням та температурою  $24^\circ\text{C}$ .

Вимірювання довжини органів проростків проводили за 3, 5 та 7-му добу після опромінення та порівнювали відповідні прирости дослідних і контрольних варіантів.

Первинна кількісна обробка отриманих даних експерименту полягала в усередненні сукупностей вимірів (25–32 повтори), отриманих в однакові моменти часу.

Середні арифметичні значення приросту рослин використовували як вихідний матеріал для обчислення та аналізу індексу росту, як відношення поточної довжини органу до вихідної, у відсотках до контролю та інших узагальнюючих показників.

### Результати досліджень

Фактичне пригнічення росту стеблової частини у 4-добових проростків гороху Ароніс (рис. 1) спостерігається при дозах УФ-С-опромінення більших за  $8,2 \text{ кДж/м}^2$  (інгібування понад 40 % від контролю).

Ефект стимуляції ростових характеристик кореня чи стеблової частини проростків у цьому діапазоні доз не спостерігався.

УФ-С-опромінення наземної частини 4-добових проростків гороху пригнічує ростові характеристики як стеблової, так і кореневої частин рослини.

Аналіз впливу УФ-В-опромінення на 4-добові проростки гороху Ароніс показав, що опромінення стеблової частини проростків призводить до досить суттєвого інгібування ростових характеристик кореня та стебла проростків (рис. 2).

Рис. 1, 2 вказують на те, що в застосованому діапазоні доз УФ-С-опромінення стеблової частини здійснює суттєво більший інгібуючий вплив, ніж ті ж самі дози УФ-В опромінення.

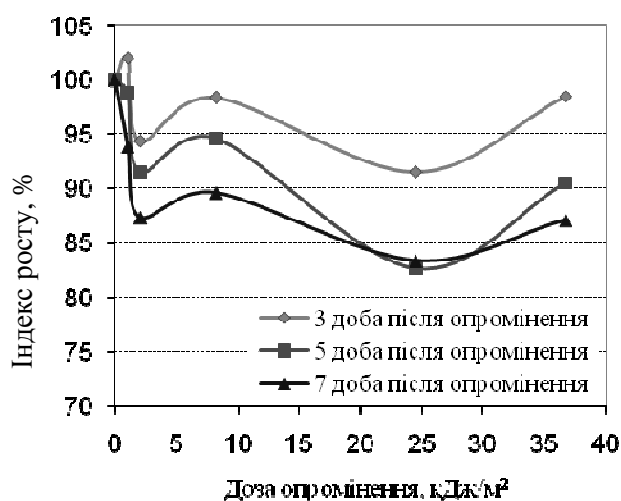
Отже, УФ-С-опромінення виявилось в 1,3 рази більш ефективним, ніж УФ-В-опромінення.

Більший інгібуючий вплив УФ-С-опромінення на кореневу систему проявляється пізніше, ніж відповідний вплив на стеблову частину.

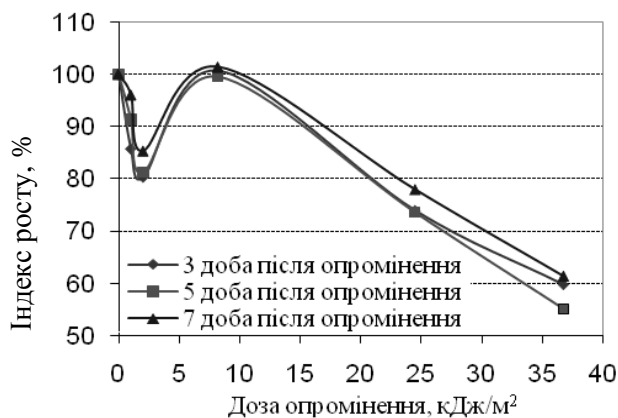
Очевидно, тут опромінена стеблова частина дистанційно впливає на кореневу, бо вона безпосередньо не опромінюється.

Механізм дистанційної взаємодії між стебловою та кореневою частиною проростків спеціально не досліджували, але можна зробити припущення щодо його природи.

Домінуючою (поряд з фітогормональною, електрофізіологічною та ін.) є модифікація трофічної взаємодії органів проростків за умови дії УФ-випромінювання.



а



б

Рис. 1. Дозова залежність дії УФ-С-опромінення на кореневу (а) та стеблову (б) частини проростків гороху Ароніс

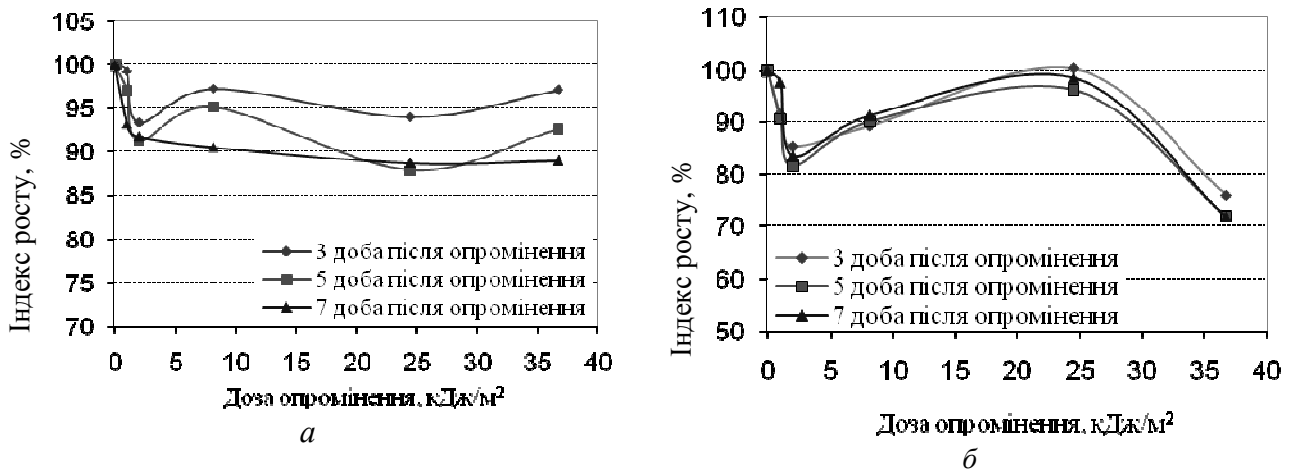


Рис. 2. Дозова залежність дії УФ-В-опромінення на кореневу (а) та стеблову (б) частини проростків гороху Ароніс

Ефект більшої пошкоджуючої дії УФ-С-опромінення порівняно з дією УФ-В-опромінення можна пояснити тим, що мішенню дії першого є ядра ДНК, пошкодження яких більш важливе для виживання клітини, ніж пошкодження білків [6].

### Висновки

У ході порівняння інгібуючого впливу УФ-С- та УФ-В-опромінення на стеблову частину проростків, беручи до уваги ефект максимальної застосованої дози (36,7 кДж/м<sup>2</sup>), виявили, що УФ-С-опромінення в 1,3 рази ефективніше, ніж УФ-В-опромінення. Реакція кореня менше залежала від типу УФ-опромінення. Але на рослини часто впливають два чи більше стресових факторів навколишнього середовища. Через це для адекватної відповіді необхідна координація взаємодії сиг-нальних систем, що активуються за дії окремого стресора [2].

Науковий пошук у цих напрямках дозволить зрозуміти природу генетичної варіабельності УФ-чутливості в популяціях рослин та розробити методи підвищення їх толерантності до УФ-опромінення.

Отже, людині необхідно протидіяти увагу негативному впливу іонізуючих випромінювань на біологічні системи і на свій організм.

Разом з тим численні ефекти дії іонізуючої радіації є вигідними для людини і мають велике практичне значення.

Цілковите розуміння суті процесів, які відбуваються в опромінених біологічних системах, дозволяє найефективніше використовувати дію іонізуючих випромінювань у медицині, генетиці, сільському господарстві, біотехнології.

### Література

1. Гродзинський Д.М. Радіобіологія: підруч. / Д.М. Гродзинський. – К.: Либідь, 2000. – 448 с.
2. Дмитрієв О.П. УФ-В радіація і рослини / О.П. Дмитрієв., С.О. Поляковський // Вісник Харківського національного аграрного університету. – 2007. – Вип. 1(10). – С. 7–23.
3. Дубров А.П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения / А.П. Дубров. – М.: Наука, 1968. – 256 с.
4. Jordan B.R. The effect of ultraviolet-B radiation on plants: a molecular perspective / B.R. Jordan // Advan. Bot. Res. – 1996. – Vol.122. – P. 97–162.
5. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: підруч. / М.М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
6. Гродзинський Д.М. Радіобіологічні ефекти хронічного опромінення рослин у зоні впливу Чорнобильської катастрофи / Д.М. Гродзинський. – К.: Наукова думка, 2008. – 543 с.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2011.