

ВПЛИВ ЕКЗОГЕННОГО ГЕТЕРОАУКСИНУ (ІОК) НА ДИНАМІКУ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ КОЛЕОПТИЛІВ ВІВСА (*AVENA SATIVA L.*) ЗА УМОВ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Г. Д. Слинявчук

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ

Представлено результати аналізу дії екзогенного гетероауксину на ритміку ростових процесів колеоптилів вівса за умов дії іонізуючого випромінювання. Показано, що за умов присутності гетероауксину ритм приросту зберігається, хоч частота ритму при цьому уповільнюється. Це пояснюється тим, що за рахунок уповільнення частоти ритмічного приросту колеоптилів вівса клітина витрачає свою енергію на репаративні процеси. Проведено математичний аналіз розрахунків приблизної кількості генів і пар нуклеотидів, які, можливо, є відповідальними за ритмічні процеси в колеоптилях вівса.

1. Вступ

У наш час уже встановлено, що в клітині існує особливий клан ритмів, період та амплітуда яких незначною мірою залежить від зовнішніх факторів. Це так звані вільно перебігаючі ритми або клітинний (фізіологічний) годинник [1]. Ці коливання мало залежать від температури в широких інтервалах, сумісних із життям організму.

Температурний коефіцієнт Q_{10} для цих ритмів лежить у межах 0,8 – 1,3. Вони мало чутливі як до інгібіторів дихання, так і до інгібіторів синтезу нуклеїнових кислот та білків [2 - 4].

Ще вчені минулих століть помітили, що листки і квітки рослин здатні змінювати своє положення відносно денного й нічного періоду доби. У 1751 р. Карл Лінней назвав це явище "сном рослин", і цей термін зберігся до наших днів. Де Марен у 1727 р. наполягав на тому, що такі зміни є не що інше, як відповідь на зміну освітлення вдень і вночі. Але надалі він сам довів, що рухи листків відбуваються і в неперервній темряві, таким чином, не можуть бути відповіддю на зміни освітлення. Цей факт підтвердили Жінн у 1759 р. і Кондоле в 1853 р., які залишали рослини на всю ніч при штучному освітленні, але вони так само "засинали" і "просинались", так ніби освітлення мінялось відповідно до дня і ночі [5, 6].

Якщо квітку помістити в темряву, то вона буде й надалі відкриватися ранком і закриватися ввечері, що пов'язано з певними циклами. Ці цикли називають природними циклами ендogenousного добового ритму.

Положення фаз ендogenousного добового ритму визначається зовнішніми факторами, а також залежить від індивідуальної здатності організму та умов існування. Якщо виникає якийсь зовнішній подразнення, то настає поступова десинхронізація ритмічних процесів [7, 8].

Можна вплинути на процес, що залежить від ендogenousного ритму, але не на сам ритм. Порушення фізіологічного ритму можливе при пригніченні фізіологічного обміну [9].

Стимулювання ритмів хімічною енергією не свідчить про хімічну природу фізіологічного годинника. Дуже ймовірно, що в основі роботи біологічного годинника лежать зміни фізіологічного стану організму [10 - 12].

При постановці багатьох фізіологічних дослідів слід уточнити не тільки зовнішні умови, а важливо також знати, з якою фазою фізіологічного годинника співпадає час проведення дослідів.

Важливим показником часу є чергування світла і темряви, однак цю функцію можуть виконати й багато інших факторів [13, 14].

Попередні дослідження щодо локалізації фізіологічного годинника так і не дали точного визначення його місцезнаходження й залишається все-таки незрозумілою природа

цього механізму. Багато досліджень довели незалежність ритмічних процесів від температури та освітлення, а також було показано, що штучно ритмічні процеси не закріплюються [15, 16].

Нашим завданням було прослідкувати, як себе поведуть ритмічні процеси приросту колеоптилів вівса за умов присутності екзогенного гетероауксину.

ІОК (індоліл-3-оцтова кислота) та її похідні знайдено в усіх органах рослин. Особливо високий їх вміст у бруньках, що розвиваються, у молодих листках та їх зародках, в активному камбії та провідних пучках, у пилку і насінні, котре формується [17, 18]. У проростків злаків найбільша кількість гетероауксину знаходиться у верхівках колеоптилів. Після того як колеоптіль переходить до стадії старіння й клітини тільки розтягуються, а не діляться, вони починають і виконувати функції органа, що сприймає зовнішні подразнення й секретує ІОК у зону росту кореня. У молодих апікальних тканинах є в наявності велика кількість гетероауксину, а в більш зрілих тканинах наявність ІОК зменшується. Залежно від виду рослини, типу тканини та фізіологічного стану організму наявність ІОК коливається в межах від 1 до 1000 мкг на 1 кг сирової маси. Ауксин в основному міститься в апараті Гольджі й відповідає за ростові процеси та процеси розтягнення клітин. При дії радіації, як відомо [18, 19], порушуються процеси виробки ауксину.

На даний момент у доступній літературі немає посилань на роботи, які б були пов'язані з впливом іонізуючого випромінювання на ритміку ростових процесів за умов присутності гетерогенного ауксину.

2. Матеріали та методика експерименту

Як об'єкт дослідження використовували колеоптіль вівса *Avena sativa* L. (сорт Чернігівський). Об'єкт було підібрано, виходячи з легкої доступності та наявності ритмічних процесів росту й мітотичної активності [20]. Колеоптіль являє собою перший листок, модифікований як захисна структура, і відіграє важливу роль у початковому розвитку злаків. Як об'єкт дослідження колеоптіль вівса мають перевагу у швидкості та якості вимірювання й мають просту будову. У колеоптилів вівса спостерігається чітка межа між процесами поділу й розтягнення. Вони дуже чутливі на зовнішні подразнення й досить добре вивчені з точки зору біохімії, анатомії та фізіології. На початку проростання колеоптіль ростуть в основному за рахунок процесів поділу, активність яких досить висока протягом 24 - 28 год. Приблизно через 30 год після проростання мітотична активність зменшується й рослини починають рости за рахунок клітин, що розтягуються. Чим активніший був процес поділу, тим більше клітин перейдуть до наступної стадії розтягнення як наслідку подальшого фізіологічного росту рослин. З переходом рослин у фазу розтягнення збільшується синтез білків, але зменшується активність ауксинсинтезуючого апарату, що найбільш активна під час поділу клітин. Колеоптіль стає чутливим до світла за рахунок росту стінок клітин залежно від напрямку освітлення. Через 120 год у колеоптилів вівса клітини відмирають. З розпадом клітин колеоптиля припиняється синтез ауксину та інших біологічно важливих речовин, у результаті чого колеоптіль стає нечутливим до зовнішніх подразників і перестає брати участь у подальшому рості рослин [21].

Враховуючи вищевикладене, було проведено дослідження ритміки ростових процесів протягом доби.

Насіння пророщували на зволоженому фільтрувальному папері в повній темряві при 25 °С. У дослідах використовували 4-денні проростки колеоптилів довжиною 2 - 3 мм. Сухе насіння опромінювали на установці "Исследователь" гамма-променями ⁶⁰Со в діапазоні доз від 10 до 200 Гр при потужності дози 5,4 · 10⁻² Гр/с. Діапазон доз було підібрано, виходячи з даних про напівлетальні дози гамма-опромінення для насіння вівса [22].

Спираючись на дослідження, проведені з ІОК [17 - 19, 21], принцип нашого методу полягав у тому, що після того, як колеоптіль проростків вівса досягли 3 мм, у них декапітували верхівку. Після чого на місце верхівки поміщали 3 %-ні агаризовані пластинки, що містили ІОК концентрацією 10⁻⁵ моль/л. Через 1 год після цього досліджували ростову

реакцію у колеоптилів, які не зазнали декапітації (контроль), і колеоптилів, котрі були декапітовані. Далі провели порівняльний аналіз контрольного варіанту й варіанту, в якому використовувалась ІОК. Разом з цим вивчали вплив гамма-випромінювання на ростові процеси у колеоптилів зазначених варіантів.

Дослідження проводили в трьох повторностях, і кожного разу використовували по 20 проростків. Насіння пророщували за вказаних вище умов.

Методика розрахунку за дозовими залежностями маси мішені, відповідальної за ритмічні процеси в колеоптилях вівса. Мішень будь-якої живої клітини - біологічна молекулярна структура, пошкодження якої веде за собою проявлення конкретного радіобіологічного ефекту. Променева реакція починається з випадкового акту попадання частинки або кванта в певну область клітини, де відбувається передача енергії речовині. Оскільки клітина відрізняється структурно функціональною гетерогенністю, то не будь-яке влучення в неї супроводжується променевим пошкодженням клітини, але лише влучення в певні структури клітини, що мають особливе значення у функціонуванні останньої. Такі структури й мають назву мішеней [19, 23].

За принципом влучення окремі акти взаємодії випромінювання з речовиною не залежать один від одного й підпорядковані розподілу Пуассона

$$P_{(n)} = \frac{(vD)^n \cdot e^{-vD}}{n!},$$

де v – об'єм мішені; D - доза; n - кількість попадань у мішень; $P(n)$ - імовірність влучення n ударів у мішень.

Припустимо, що для прояву тест-реакції потрібно не менше n влучень, і клітина, що одержала $(n - 1)$ або менше число влучень у мішень v , не виявляє тест-реакції. Для розрахунку частки клітин, що не виявляють тест-реакції, необхідно просумувати всі клітини, які одержали менше n влучень у мішень. Якщо число таких клітин N , а вихідна кількість клітин N_0 , то виживання клітин складає N/N_0 . У результаті підсумовування отримаємо

$$\frac{N}{N_0} = e^{-vD} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(vD)^k}{k!}.$$

При числі влучень, що дорівнює одиниці, рівняння має вигляд $N/N_0 = e^{-vD}$. Така залежність характерна для одноударної інактивації клітин.

Якщо число попадань, що інактивують клітину, більше за одиницю, то криві, які відповідають рівню виживання, мають сигмоїдальний характер. У таких кривих у напівлогарифмічному масштабі спостерігається "плече", розміри якого збільшуються із зростанням числа попадань.

Логарифмуючи останнє рівняння, отримаємо

$$\ln N/N_0 = -vD.$$

Числу e^{-1} відповідає виживання 37 % клітин. Позначимо дозу, при якій виживання складає 37 %, D_{37} . Тоді $vD_{37} = 1$, і об'єм мішені дорівнює величині оберненій дозі, тобто $v = 1/D_{37}$.

Радіочутливість клітин різних видів організмів коливається в широких межах. Вважають, що мішенями для радіаційної інактивації клітин є структури ядра. Характер пошкодження, нанесеного іонізуючим випромінюванням клітині, залежить від об'єму ядра, числа та розміру хромосом, вмісту ДНК в ядрі клітини. Про радіочутливість ядер можна судити лише в тому випадку, якщо вони знаходяться в одному стані, бо якщо порівнювати клітини в стані глибокої диференціації і клітини, які діляться, то останні виявляються більш радіочутливими, хоч ядра за розмірами були в даному випадку однаковими.

Для того щоб розрахувати розмір мішені, необхідно вибрати відповідну розмірність одиниці дози опромінення. Так, при дозі 1 Гр поглинена енергія складає $6,24 \cdot 10^{15} \text{ eV} \cdot \text{г}^{-1}$ речовини. Якщо припустити, що середня енергія, яка витрачається на пошкодження мішені, складає 60 eV, то поглинена доза в числі попадань складає

$$1\text{Гр} = \frac{6,24 \cdot 10^{15}}{60} = 1,04 \cdot 10^{14} \text{ г}^{-1}.$$

Масу мішені (г) можна розрахувати, використовуючи співвідношення

$$m = \frac{0,96 \cdot 10^{-14}}{\rho \cdot D_{37}(\text{Гр})} \text{ г},$$

де ρ – щільність рослинного ядра, дорівнює приблизно $1,2 \text{ см}^3$ [24].

Криві, що мають “плече”, крім величини D_0 , яка визначає нахил їх лінійної частини, характеризуються ще так званім екстраполяційним числом n . Воно визначається на місці перетину ординати з екстрапольованою прямолінійною частиною кривої виживаності.

Мірою здатності клітин до виживання є величина “плеча”, що кількісно вимірюється квазіпороговою дозою D_q . Вона вимірюється значенням дози, що відповідає відрізку прямої, паралельної осі абсцис, проведеної на рівні 100 %-ного виживання від осі ординат до точки перетину з екстрапольованою ділянкою кривої виживання.

Із збільшенням опромінення збільшується не тільки (і навіть не стільки) ступінь враження всіх опромінених клітин, скільки частка вражених, тобто клітин, що загинули. Іншими словами, з одного боку, навіть при найменших дозах може бути зареєстровано екстремальний ефект – загибель клітин (з малою ймовірністю), а з іншого боку – при дуже високих дозах (знову ж таки з малою ймовірністю) можуть зберігатися окремі життєздатні клітини [25].

Виходячи з вищевказаних розрахунків і параметрів дозової кривої (D_{37} , D_q , n), було обчислено розміри мішені для досліджуваного об'єкта.

Для побудови дозової кривої було розраховано ступінь пригнічення ростової активності колеоптилів пшениці залежно від дози, тобто інтеграл, що відповідає загальній площі приросту колеоптилів вівса, обмеженої кривою та віссю абсцис $S = \frac{S_b}{S_a}$, де S_b і S_a – площі для опроміненого та контрольного варіантів відповідно.

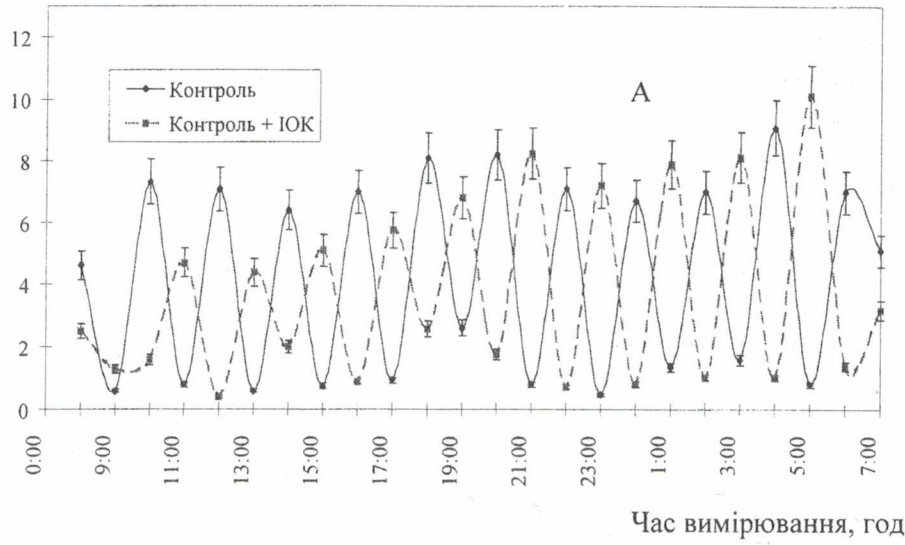
3. Аналіз результатів та їх обговорення

Було проведено порівняльний аналіз між приростами колеоптилів вівса, де апікальні меристеми було замінено агаровими пластинками з ауксином, що містили ІОК з концентрацією 10^{-5} моль/л і проростками, де меристема колеоптилів не була декапітована.

На рис. 1А видно, що в перші години після початку експерименту ритмічний приріст колеоптилів вівса, де були агарові пластинки з гетероауксином, пригнічувався, але до кінця експерименту досягав контрольного варіанту і навіть перевищував його. На нашу думку, пригнічення було тому, що мав місце ефект поранення рослини, тобто апікальна частина колеоптиля була декапітована й замінена агаровими пластинками. Тому перші години дослідження спостерігалось пригнічення, а пізніше - стимуляція росту колеоптилів, що пояснюється відновленням та посиленням синтезу РНК, білка і зміною інтенсивності новоутворень окремих білків [26]. Декапітація верхівки колеоптиля вівса ніяк не вплинула на ритмічний приріст, якщо не брати до уваги механічне поранення рослини.

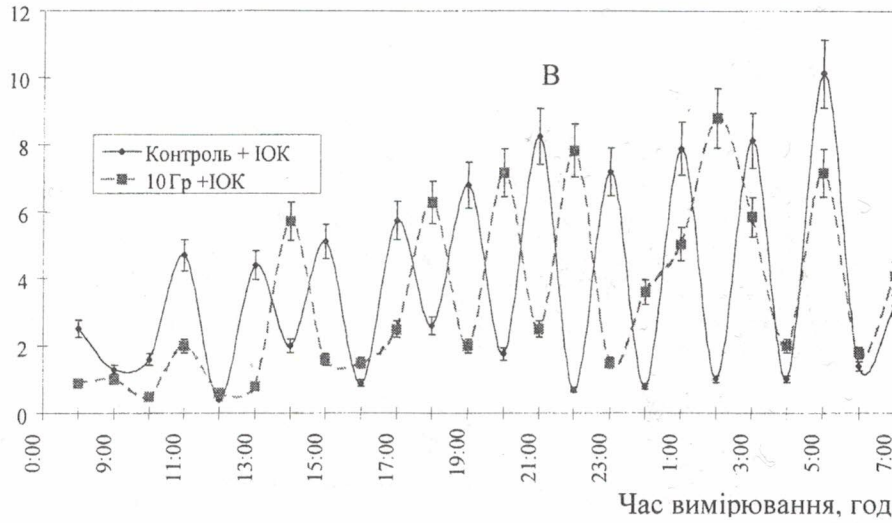
Порівнюючи колеоптилі вівса з екзогенним гетероауксином, які було опромінено з колеоптилями, де опромінення не було застосовано (рис. 2 і 3), ми спостерігали, що ритмічний процес росту після опромінення в незначних (як для насіння) дозах порушувався,

Приріст, мм/год



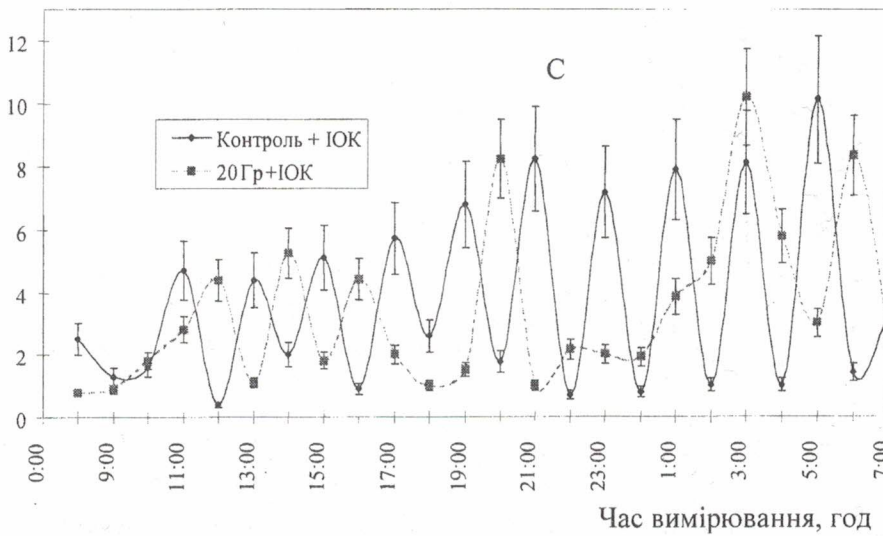
Час вимірювання, год

Приріст, мм/год



Час вимірювання, год

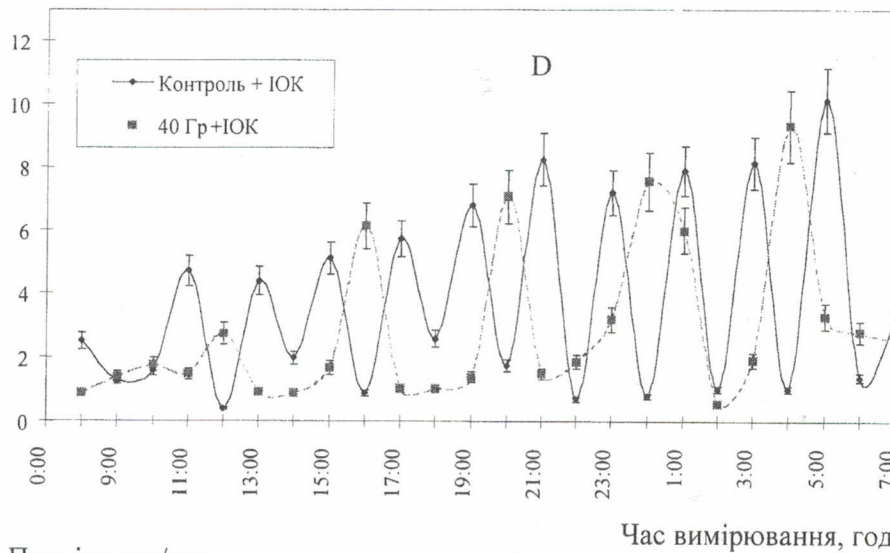
Приріст, мм/год



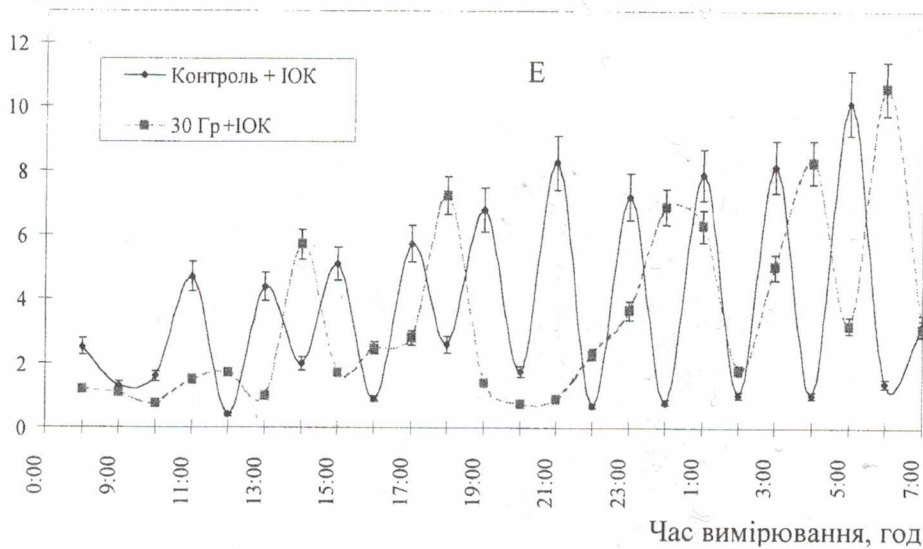
Час вимірювання, год

Рис. 1. Приріст колеоптилів вівса за умов впливу екзогенного гетероауксину та іонізуючого випромінювання.

Приріст, мм/год



Приріст, мм/год



Приріст, мм/год

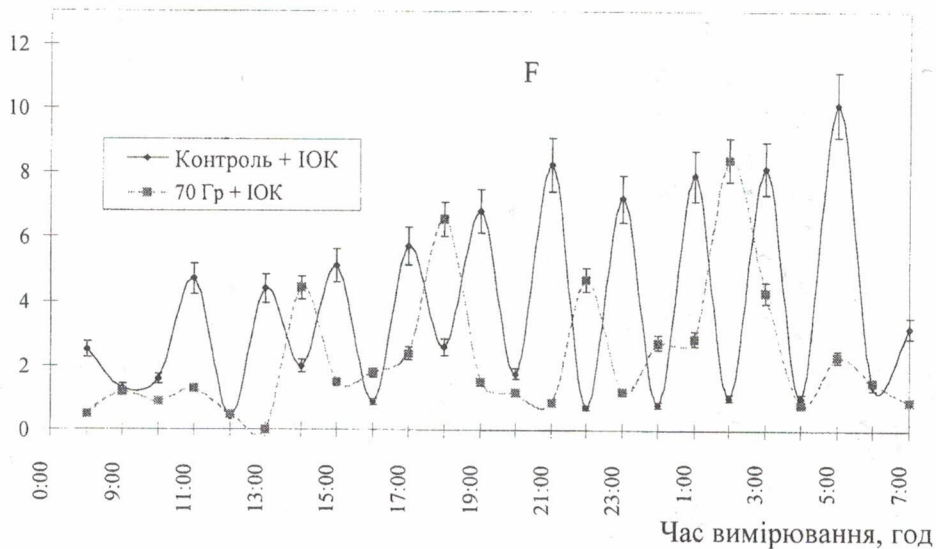


Рис. 2. Приріст колеоптилів вівса за умов впливу екзогенного гетероауксину та іонізуючого випромінювання.

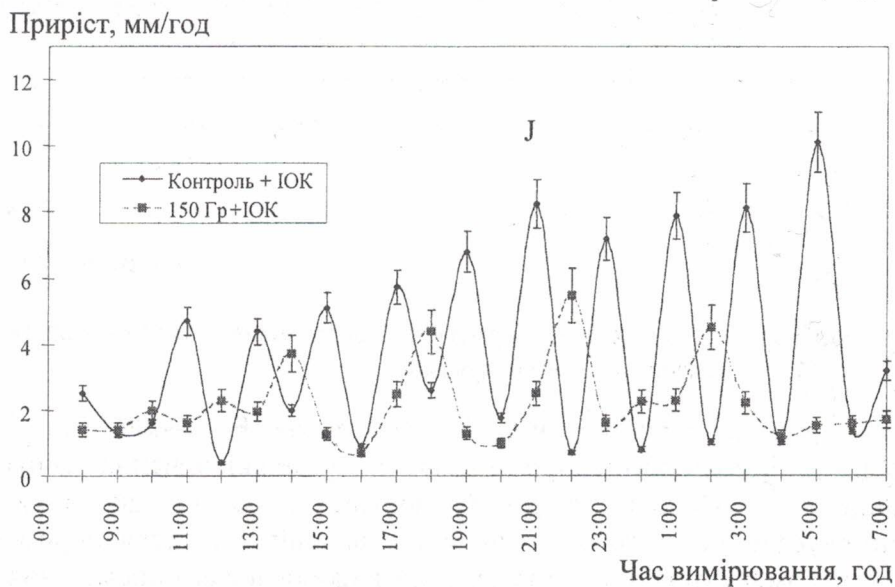
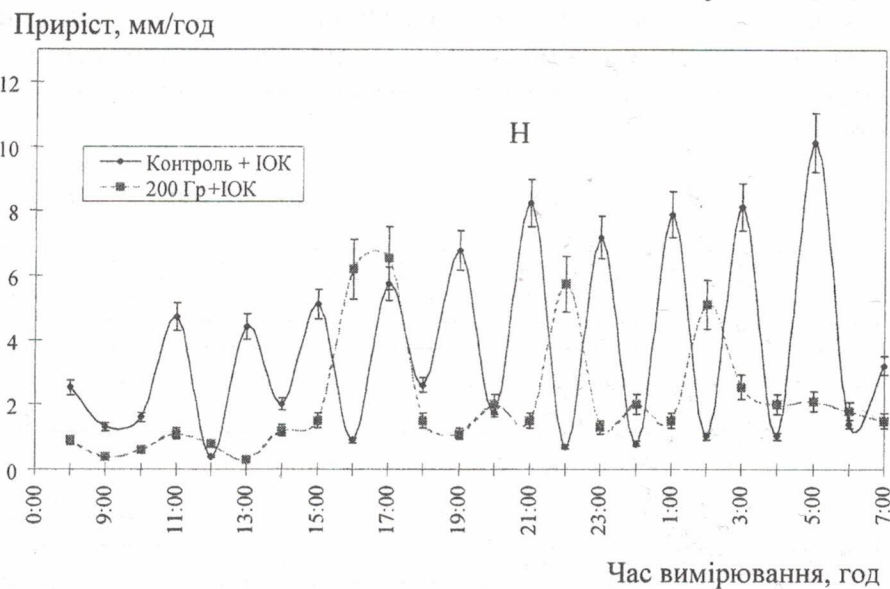
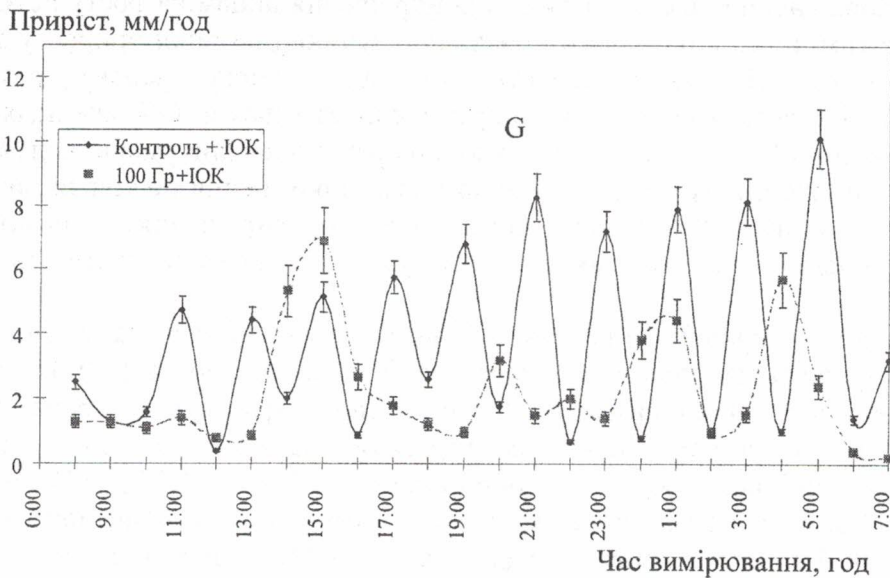


Рис. 3. Приріст колеоптилів вівса за умов дії екзогенного гетероауксину та іонізуючого випромінювання.

але все ж таки, хоч уповільнений, але ритм був. Такі порушення динаміки росту не залежать від дози. Але, разом з тим, не спостерігалось і очевидної зупинки ритміки приросту залежно від дози опромінення. Це свідчить на користь того, що ймовірно “задавач ритму” не локалізований у верхівці колеоптиля вівса, де, зокрема, синтезується й ІОК, яка надходить у рослину певними “порціями”. У свою чергу, було створено постійні умови надходження гетероауксину в рослину. Це в результаті порушило після опромінення не тільки ритмічний процес, але й інгібувало синтез РНК і білка, що привело до пригнічення активації клітин гетероауксином. Чим вищою була доза, тим більшим був період адаптації колеоптиля після декапітації.

Що стосується дозової кривої для ростових процесів колеоптилів вівса за умов впливу екзогенної ІОК (рис. 4), вона має нелінійний характер. У діапазоні доз від 10 до 40 Гр на кривій дозової залежності спостерігалось “плече”, що характеризує репопуляційні властивості клітини, які після опромінення не втратили здатність до поділу, а здатні відновити свої репопуляційні властивості після опромінення, тобто $D_q = 24$ Гр, а D_{37} у даному випадку дорівнює 60 Гр. Далі крива починає падати, тобто іде реалізація пошкодження. Починаючи з 70 і до 200 Гр, дозова крива виходить на плато. Очевидно, це свідчить про те, що клітини колеоптилів втратили свою здатність до сприйняття гетероауксину внаслідок втрати відповідних рецепторів до ІОК. Система сприйняття відповіді на дію гетероауксину є багатоланковою й складається з таких компонентів, як рецепторна помпа, система передачі сигналу, система ефектор [1, 2, 26].

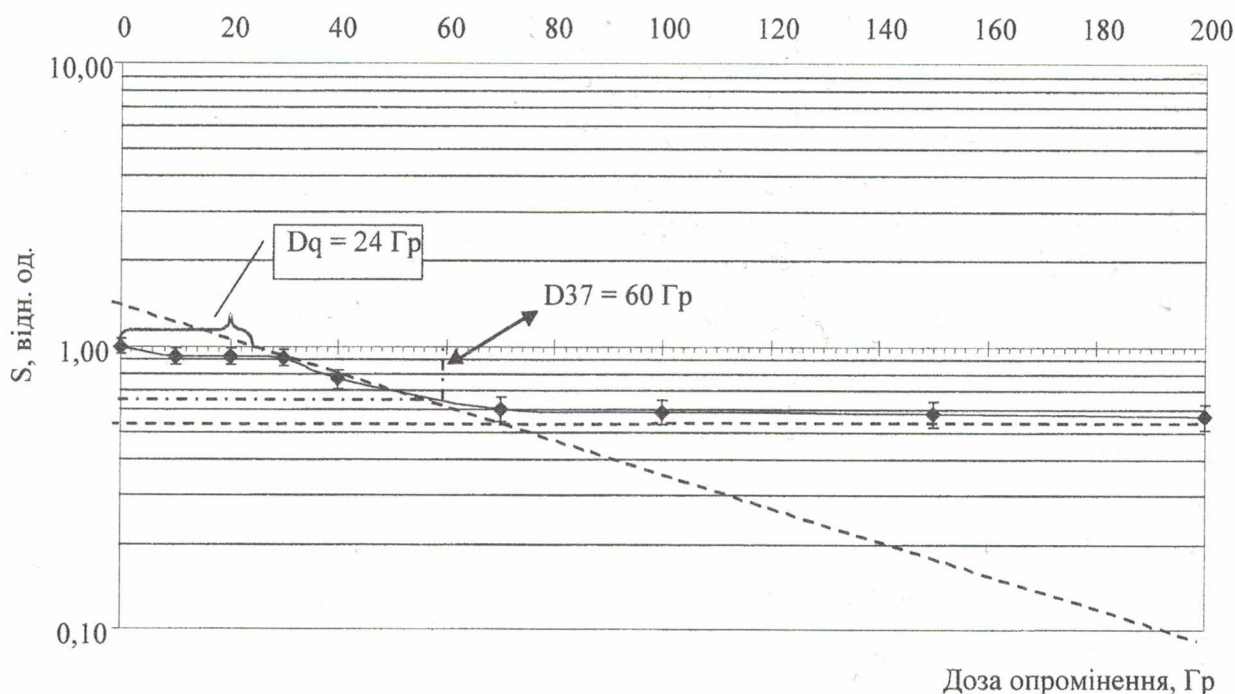


Рис. 4. Дозова залежність пригнічення ступеня росту колеоптилів вівса за умов впливу екзогенної гетероауксину.

ІОК активує два процеси: поділ клітин та їх розтягнення. Будь-який з цих процесів може стати мішенню для дії іонізуючого випромінювання. Проте виключення різних ділянок цього складного ланцюга призводить до різних порушень. Беручи до уваги те, що гетероауксин використовували після того, як пройшов певний час після опромінення, а значить, гетероауксин дав змогу ділитися клітинам, що вижили після опромінення. Це має велике значення, адже для нас важлива не швидкість, а здатність клітин ділитися після опромінення, що ми й спостерігали на відрізку кривої в діапазоні від 10 до 40 Гр. У діапазоні від 40 до 70 Гр ІОК виступає в ролі радіосинсібілізатора, очевидно, у даному випадку

мішенню для дії гамма-випромінювання є ІОК-залежний білковий синтез, але не пошкоджено рецепторну ланку та механізм передачі сигналу, що запускають даний синтез. При збільшенні дози на критичну перетворюється система, що відповідає за зв'язування гетероауксину та передачу сигналу на відповідну систему ефектор.

Маса можливої мішені, яка б відповідала за ритмічні процеси в колеоптилях вівса при наявності екзогенного гетероауксину і дії іонізуючого випромінювання, виходячи з вищезгаданої формули, приблизно дорівнює $1,6 \cdot 10^{-16}$ г. Це означає, що радіація пошкоджує механізм набагато менший ніж клітинне ядро, маса якого для рослин дорівнює приблизно 10^{-13} г. А значить, якщо ядро має 10^5 генів, а маса одного гена приблизно $10^{-18} - 10^{-19}$ г, то з усього вищенаведеного можемо припустити, що це зазнало модифікації приблизно від 100 до 1000 генів, розташованих у ядрі. Пошкодження хоч одного з них і порушує ритмічний процес у колеоптилях вівса, а значить, і роботу ритмозадавача. Виходячи з цих даних, ми приблизно розрахували, скільки пар нуклеотидів відповідає масі $1,6 \cdot 10^{-16}$ г, тобто, якщо ядро, як уже згадувалось вище, має приблизно 10^5 генів, то при середньому розмірі кодуєчого гена 1200 пар нуклеотидів геном повинен містити всього лише приблизно $1,2 \cdot 10^8$ пар нуклеотидів [27]. У даному випадку зазнали пошкодження приблизно $1,2 \cdot 10^5 - 10^6$ пар нуклеотидів.

Отже, з усього вищенаведеного, можна зробити висновок, що ритміку колеоптилів вівса контролює досить масивна молекулярна структура.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Полевой В. В. Фитогормоны. – Л., 1982. – 247 с.
2. Полевой В. В. Физиология растений. – М., 1989. – 464 с.
3. Чайхалян М. Х. Целостность организма в растительном мире // Физиология растений. – 1982. – Т. 27, № 5. – С. 917 - 940.
4. Wareing P. F. Growth studies in woody spaced // *Physiol. Planetarium*. – 1953. – No. 6. – P. 692 – 706.
5. Бюнинг Э. Ритмы физиологических процессов / Пер. с англ. С. Э. Шноля. - М.: Мир, 1961. – 184 с.
6. Ehret C. F., Trucco E. -J. Molecular models for the circadian clock // *J. Theor. Biol.* – 1967. – Vol. 15, No. 2. – P. 240 – 262.
7. Albersheim P., McNeil M., Labavitsch J. M. Plant growth regulation. - Springer-Ver., 1977. – 45 p.
8. Taylor W. Transcription regulation by a circadian rhythm // *J. Pl. Cell.* – 1989. – No. 1. – P. 259 – 264.
9. Edmunds L. N., Adams K. J. Clocked cell cycle clocks // *Science*. – 1981. – No. 211. – P. 1002 – 1012.
10. Morse D. S., Fritz L., Hastings J. W. What is the clock? Translational regulation of circadian bioluminescence // *Trends Biochem. Sci.* – 1990. – No. 15. – P. 262 – 265.
11. Pittendrigh C. S. Temporal organization: reflections of a Darwinian clock-watcher // *Ann. Rev. Physiol.* – 1993. – Vol. 55, No. 1. – P. 17 – 54.
12. Ziegeihoffer A. The molecular clock the biological clock and general physiology and biophysics // *Plant Physiology*. – 1999. – Vol. 18, No. 2. – P. 103 – 105.
13. Carpenter B. H., Hamner K. C. Effect of light quality on rhythmic flowering response of Biloxi Sou Bean. // *Plant Physiol.* – 1963. – No. 38. – P. 698 – 703.
14. Queiroz O. Circadian rhythms and metabolic patterns // *Ann. Rev. Plant Physiol.* – 1974. – Vol. 25. – P. 115 – 134.
15. Frank A., Brown J. R. Biological clock: endogenous cycles synchronized by subtle geophysical rhythms // *BioSystems*. – 1982. – No. 8. – P. 67 - 81.
16. Вент Ф. В мире растений: Пер. с англ. / Под ред. В. И. Кефели. – М.: Мир, 1972. – 192 с.
17. Гёринг Х., Блейсс В. О. О механизме роста, индуцированного ауксином и кратковременным стрессом. Рост растений и дифференцировка / Под ред. В. И. Кефели. – М., 1981. – С. 40 – 57.
18. Гуськов А. В. О механизме действия ауксинов на процессы роста и организации растений // *Успехи современной биологии*. – 1975. – Т. 80, вып. 1(4). – С. 135 – 140.
19. Гродзинский Д. М. Радиобиология растений. – К.: Наук. думка, 1989. – 384 с.
20. Сабинин Д. А. Физиология развития растений. – М., 1963. – 265 с.

21. *Schifino M. -T., Winge H.* Circadian rhythms of mitotic division in seedling meristem of *Avena sativa L.* // *Rev. Brasil. Genet.* – 1983. – Vol. 6, No. 3. – P. 575 – 578.
22. *Преображенская Е. И.* Радиоустойчивость семян растений. – М., 1971. – 232 с.
23. *Окада Ш.* Радиационная биохимия клетки: Пер. с англ. / Под ред. С. Э. Шноля – М., 1974. – 407 с.
24. *Епифанова О. И., Терских В. В.* Метод радиоавтографии в изучении клеточных циклов. – М., 1969. – 246 с.
25. *Ярмоненко С. П.* Радиобиология человека и животных. – М., 1988. – 424 с.
26. *Кулаева О. Н.* Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка: Тимирязевские чтения ХLI, 3 июня 1980 г. – М., 1982. – 83 с.
27. *Сингер М., Берг П.* Гены и геномы: Пер. с англ. / Под ред. Н. К. Янковского. – М., 1998. – Т. 2. – 387 с.

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННОГО ГЕТЕРОАУКСИНА (ИОК) НА ДИНАМИКУ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ КОЛЕОПТЕЛЕЙ ОВСА (*AVENA SATIVA L.*) В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Г. Д. Слиявчук

Представлены результаты анализа влияния экзогенного гетероауксина на ритмику ростовых процессов в coleoptile овса в условиях действия ионизирующего излучения. Показано, что в присутствии гетероауксина ритмика прироста coleoptile овса сохраняется, хотя частота ритма при этом замедляется, что есть весьма характерным для начала в клетках репаративных процессов ценой сохранения энергии за счет замедления частоты ритмического прироста coleoptile. Проведен математический расчет приблизительного количества генов и пар нуклеотидов, которые, по всей вероятности, отвечают за ритмический ростовой процесс в coleoptile овса.

INFLUENCE EXOGENIC INDOLYL-3-ACETIC ACID (IAA) ON KINETIC GROWTH OF AVENA-COLEOPTILE PROCESS UNDER IONIZING RADIATION

G. D. Slinyavchuk

The impact of exogenic IAA on rhythm growth in Avena-coleoptile under ionising radiation was studied. It was revealed saving rhythm growth in presence of IAA but the rhythm frequency is slowed in this case. These results are typical start in cells reparation process, that save energy by slowing rhythm growth of coleoptile. The number of gene and nucleotide pairs have been accounted that might be responsible for the rhythm growth in coleoptile.

Надійшла до редакції 09.07.01,
після доопрацювання – 20.02.02.