

## ВІДГУК

**на дисертаційну роботу Кривохижої Марини Вікторівни «Вплив іонізуючого та ультрафіолетового випромінювання на цвітіння рослин *Arabidopsis thaliana*», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.01- радіобіологія.**

Дисертаційна робота Кривохижої Марини Вікторівни виконана у відповідності до держбюджетних науково-дослідних тем Інституту клітинної біології і генетичної інженерії: II-3-12 «Розробка способів скерованого впливу на сигнальні системи і епігенетичну пластичність культурних рослин для підвищення їх продуктивності та стійкості» (2012-2016), державний реєстраційний номер роботи 0112U003077, III-4-13 «Роль епігеномних механізмів в адаптогенезі рослин» (2013-2017), державний реєстраційний номер роботи 0113U000228, III-4-18 «Вивчення молекулярно-біологічних механізмів стійкості і адаптації рослин до абіотичних і біотичних стресів» (2018-2022), державний реєстраційний номер роботи 0118U001105, а також в рамках проекту ID: 612587 «Plant DNA tolerance» програми міжнародних обмінів Марії Кюрі (FP7-PEOPLE-2013-IRSES).

**Актуальність теми дослідження.** Численні дослідження впливу іонізуючого опромінення, у тому числі хронічного опромінення низької потужності, вказують на високу вразливість репродуктивної функції у представників як тваринного, так і рослинного світу. Зниження фертильності рослин під впливом хронічного опромінення може призводити до втрати врожайності, що має значення при вирощуванні рослин, зокрема на забруднених радіонуклідами територіях. Крім того, все більш актуальним стає вивчення впливу УФ-випромінювання на рослини та екосистеми. Це свідчить про актуальність обраної теми дисертаційної роботи, яка присвячена розгляду дії іонізуючого та УФ-випромінювання на рослини.

Відомо, що однією з найбільш чутливою до стресових чинників стадією розвитку рослин - є стадія цвітіння. Крім того, час розмноження - ключова адаптивна стратегія у рослин. Розуміння механізмів, що регулюють час

цвітіння, та вивчення генетичної варіації цієї ознаки є важливим для вирішення багатьох питань сільського господарства. Молекулярно-генетичні механізми індукції переходу рослин до генеративної фази найбільш широко вивчені на модельному об'єкті *Arabidopsis thaliana*, який також використала дисертантка в своїх дослідженнях. Для вивчення впливу іонізуючого випромінювання на молекулярні процеси регуляції цвітіння рослин були обрані ключові гени цвітіння.

Враховуючи це можна відмітити, що виконана дисертаційна робота Кривохижої М. В. на тему «Вплив іонізуючого та ультрафіолетового випромінювання на цвітіння рослин *Arabidopsis thaliana*» є актуальною та становить науково-практичний інтерес як з фундаментальної, так і прикладної точки зору та сприятиме доповненню існуючих уявлень стосовно генетичних механізмів, які залучені до формування адаптивної відповіді за дії на рослини різних видів опромінення.

**Обґрунтованості наукових положень дисертації, її достовірності і новизна.**

Кривохижа Марина Вікторівна обґрунтувала актуальність обраної теми наукових досліджень як в практичному, так і практичному аспекті та основні положення дисертації, доказом достовірності і новизни яких є результати отримані на модельному об'єкті *Arabidopsis thaliana*. Вивчення змін експресії обраних генів цвітіння *CO*, *GI*, *FLC*, *FT*, *LFY* та *API*, а також генів проліферації *PCNA2* та репарації *RAD51*, дали змогу оцінити вплив іонізуючого та ультрафіолетового випромінювання на молекулярні процеси регуляції цвітіння рослин. Значний об'єм проведених досліджень дав змогу автору отримати нові та достовірні результати, на основі систематизації та узагальнення яких були сформульовані висновки. Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше показано високу супресію хронічного опромінення генів детермінації цвітіння, наявність нелінійної залежності зміни експресії генів фотоперіодичного механізму за дії сублетальних доз рідкоіонізуючого випромінювання.

## **Науково-практична значимість роботи та шляхи використання результатів досліджень.**

Дослідження активності генів фотоперіодичного шляху цвітіння дають змогу охарактеризувати вплив випромінювання на генеративну функцію у рослин. Цвітіння є одним з найбільш радіочутливих процесів у рослин. Тому вивчення радіобіологічної відповіді генетичного механізму регуляції цвітіння має важливе значення як для фундаментального розуміння проблеми, так і для агротехнічної практики. Крім того, отримані результати є важливими при розробці підходів регуляції цвітіння за використання впливу УФ-випромінювання. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані при викладанні навчальних дисциплін та спеціальних курсів з радіобіології, фізіології, молекулярної біології та генетики рослин у вищих навчальних закладах.

**Структура та об'єм дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота Кривохижої М. В. складається із наступних розділів: вступ, огляд літератури, матеріали і методи дослідження, результати дослідження, аналіз та узагальнення результатів дослідження.

Розділ «Вступ» містить всі необхідні підрозділи, в ньому наведено інформацію з актуальності теми дослідження, мета і завдання дослідження, теоретичне і практичне значення одержаних результатів, використані методи досліджень, перелік міжнародних наукових конференцій на яких оприлюднено результати досліджень.

Розділ «Огляд літератури» написано відповідно до проведених досліджень. Він складається із п'яти підрозділів в яких наведено аналіз наукових джерел, що описують вплив рентгенівського, гамма та ультрафіолетового випромінювання на рослини. Розглянуто механізми генетичної регуляції переходу до репродукції у *A. thaliana* за дії іонізуючого опромінення. Наведено опис фотоперіодичного механізму, який є основним шляхом регуляції переходу до генеративного розвитку у *A. thaliana*. Проаналізовано результати попередніх досліджень, щодо впливу різних типів випромінювання на генеративний розвиток рослин та активність ключових генів цвітіння. Огляд літератури відповідає темі та меті дисертації, а розгляд поставлених у роботі завдань є доцільним.

Розділ «Матеріали і методи» включає інформацію стосовно схеми і умов проведення експериментів. Зокрема, детально описані умови опромінення рослин. У розділі викладена інформація, яка стосується об'єкту, предмету, матеріалів та методів досліджень. Вибрані автором методи досліджень є сучасними, а одержані за їх допомогою результати досліджень є достовірними.

Розділ «Результати досліджень» містить 5 підрозділів, в яких викладено основні результати досліджень автора. Зокрема наведено результати впливу рентгенівського опромінення на експресію генів фотоперіодичного механізму, залучення жасмонової кислоти у регуляцію генів цвітіння *A. thaliana* за дії іонізуючого опромінення. Значна роль приділена дослідженню впливу хронічного іонізуючого опромінення, а також ультрафіолетового випромінювання на фотоперіодичний шлях регуляції детермінації цвітіння арабідопсиса. Автором показано, що експресія ключових генів фотоперіодичного механізму, репарації та проліферації по різному реагує на хронічне та гостре опромінення. Дані фенологічних спостережень узгоджуються також з даними молекулярно-генетичних досліджень. Матеріал викладено грамотно, лаконічно, а до його обговорення залучені дані інших авторів, які досліджували зміни в активності ключових генів цвітіння за дії іонізуючої радіації.

Аналізуючи одержані результати слід вказати на їх актуальність, важливе теоретичне і практичне значення, відповідність поставленій меті і завданням роботи, достатній об'єм, який вимагається для кандидатської дисертації, практичне значення.

Важливий висновок, який можна зробити опираючись на отримані результати, підтверджує загально-біологічні механізми реакції на дію іонізуючої радіації. В роботі показано, що характер змін активності генів фотоперіодичного механізму, репарації та проліферації відрізняється для хронічного та гострого опромінення (залежить як від дози, так і режиму опромінення). Негативний (ушкоджуючий) ефект хронічного опромінення проявляється при набагато менших дозах (на один-два порядки) у порівнянні з гострим. Схожі дані отримано при вивченні відповіді геному на низькі дози хронічного та гострого опромінення у мишей. Крім того, подібна залежність спостерігається при дослідженні біохімічних шляхів впливу іонізуючої радіації (зокрема структурно-функціонального стану клітинних мембран чи проокисно-антиоксидантного статусу різних тканин щурів). На даний час доведена висока біологічна ефективність іонізуючої радіації в малих дозах та низької потужності, чому сприяють, зокрема, біохімічні чи, використані в дисертаційній роботі молекулярно-генетичні підходи.

Представлена до захисту експериментальна робота Кривохижої М. В. за обсягом отриманих результатів відповідає вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій, а автореферат відповідає результатам досліджень наведених у дисертації.

Висновки випливають із одержаних результатів, достовірність яких підтверджується застосуванням статистичного аналізу. Основні положення

дисертаційної роботи викладено у 17 наукових працях, з яких 8 статей (дві статті включено до міжнародних наукометричних баз даних та 5 у виданнях, що є у переліку ДАК), 7 тез у збірках конференцій та розділи 1 монографії.

Оцінюючи дисертаційну роботу Кривохижої М. в цілому позитивно, слід вказати на ряд зауважень та побажань:

1. Основний метод дослідження полягає у визначенні відносного рівня експресії генів за допомогою ПЛР у реальному часі, однак, на мій погляд, недостатньо уваги приділено поясненню підходів щодо визначення достовірності та релевантності отриманих цим методом результатів.

2. Для визначення часу цвітіння рослин в роботі використовувалася фенологічна та фенотипічна класифікація за Бойесом, обґрунтуйте, чому ви обрали для характеристики фаз розвитку рослин арабідопсиса дану класифікацію при фенологічних спостереженнях груп експериментальних рослин.

3. При обговоренні отриманих результатів та практичного значення роботи ви підкреслюєте, що дослідження можуть сприяти зменшенню втрати врожайності сільськогосподарських культур за рекультивації радіаційно забруднених земель, у тому числі Чорнобильської зони відчуження. Яким чином дослідження процесу цвітіння може сприяти цьому, якщо у формуванні продуктивності рослин приймають участь також інші процеси, такі як розвиток насінин, наповненість, склад поживних речовин та інше. Наскільки, за вашу думку, вивчення впливу іонізуючого та УФ-випромінювання на цвітіння буде відображати вплив цих чинників на продукційний процес сільськогосподарських рослин при вирощуванні на територіях, що мають підвищений радіаційний фон?

4. В роботі зустрічаються некоректні висловлювання, у тому числі у підписах до рисунків, зокрема фраза «Взаємозв'язок між часом цвітіння і експресією генів цвітіння в *A. thaliana*».

Однак, вказані зауваження та побажання не впливають на її теоретичне і практичне значення роботи.

На основі вищевикладеного вважаю, що за обсягом, актуальністю та науковим значенням виконаних досліджень дисертаційна робота Кривохижої Марини Вікторівни «Вплив іонізуючого та ультрафіолетового випромінювання на цвітіння рослин *Arabidopsis thaliana*» є завершеною науковою роботою, відповідає вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., а її автор, Кривохижа Марина Вікторівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.01 – радіобіологія.

Провідний науковий співробітник  
Української лабораторії якості та  
безпеки продукції АПК Національного університету  
біоресурсів і природокористування України,  
доктор біологічних наук, професор

С.В. Хижняк



ЗАСВІДЧУЮ  
відділу кадрів  
М.В. Михайліченко  
2019 р.