

## Відзив

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Федюк Ольги Миронівни** «**Структурно-функціональні особливості хлоропластів мітохондрій листків *galanthus nivalis* за низьких температур**», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.11 – цитологія, клітинна біологія, гістологія

**Актуальність теми дисертації.** Успішність адаптації рослин до низьких температур пов'язується з механізмами, що забезпечують, в першу чергу, дихання та фотосинтез, а на клітинному рівні – з функціонуванням мітохондрій та пластид. Оскільки ці клітинні органели чутливі до субоптимальних та низьких температур, то їх структурний стан, перебудови та поліморфізм можуть свідчити про стійкість та тенденції у адаптивних процесах (Kawamura and Uemura, 2013; Giełwanowska et al., 2015; та ін.). Дійсно, пластиди та мітохондрії являють собою динамічні групи органел, яким притаманна не тільки структурна, але й метаболічна різноманітність, що значною мірою сприяє пластичності розвитку рослинного організму протягом всього життя. Крім того, в природних умовах існує багато екологічних чинників, що регулюють диференціацію та перебудови цих органел. Однак, взаємозв'язок між структурними змінами мітохондрій та пластид, ефективністю дихання та функціонуванням фотосинтетичного апарату в ході адаптації до низьких температур залишаються недостатньо дослідженими. Вирішення цих питань сприятиме поглибленню існуючих уявлень щодо структурної та метаболічної адаптації рослинної клітини до низьких температур. Роботи такого напрямку мають важливе значення для пошуку шляхів підвищення ефективності енергетичного обміну і стійкості цінних дикорослих та культурних рослин до низьких температур. Отже, тема дисертаційної роботи Федюк Ольги Миронівни, безсумнівно, є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**  
Дисертаційна робота виконувалась в межах науково-дослідних тем відділу



мембранології та фітохімії Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України за темами: “Клітинні та молекулярні механізми адаптації рослин до несприятливих змін екологічних чинників (посуха, затоплення) в природі та експерименті” (2012-2016 рр.; № д/р 0112U000059), “Особливості енергетичного обміну в рослинних клітинах за різних рівнів вуглецевого забезпечення” (2012-2016 рр.; № д/р 0112U002315), “Координація біоенергетичних процесів у рослин за умов зростання вмісту атмосферного CO<sub>2</sub>” (2017-2021 рр.; № д/р 0117U000180); “Структурні та метаболічні реакції рослин на глобальні зміни клімату” (2017-2021 рр.; № д/р 0117U004131).

#### **Новизна дослідження та одержаних результатів.**

Вперше встановлено, що кількісні зміни в хлоропластах клітин мезофілу листків *G. nivalis* у весняний період забезпечують ефективне функціонування фотосинтетичного апарату за низьких температур. Показано, що кількісні та якісні зміни мітохондріуму мезофілу листків *G. nivalis* функціонально пов'язані з активацією ціанід-резистентного шляху дихання та забезпечують адаптацію до низьких температур. За результати дослідження фотосинтезу листків встановлено, що за низьких температур структурні зміни тилакоїдів і гран хлоропластів сприяють забезпеченню високого рівня ефективного квантового виходу фотохімічного перетворення енергії і запобігають руйнуванню фотосистеми II. Показано, що сахароза здатна запобігати руйнуванню та фотоінгібуванню ФСА шляхом модифікації ультраструктури гран хлоропластів в листках *G. nivalis* за мінусових температур (-15 °C). Вперше запропоновано використання рослин *G. nivalis* як модельного об'єкта для вивчення механізмів холодостійкості рослин. Новизна отриманих даних підтверджується публікаціями дисертанта у фахових журналах.

**Практичне значення результатів досліджень.** З'ясовано структурну складову механізму адаптації мітохондрій та хлоропластів листків до низьких температур. Виявлені закономірності перебудови мітохондрій і хлоропластів в мезофілі листків ефемероїдів можуть бути використані в подальших наукових дослідженнях, присвячених вивченню енергетичних механізмів клітин, пошуку



шляхів розв'язання проблем розвитку рослин в регіонах з холодним кліматом. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані у вищих навчальних закладах, зокрема, при викладанні курсів клітинної біології, цитології, фізіології та екології рослин. Пропонується використання рослин *G. nivalis* як модельного об'єкта для вивчення механізмів холодостійкості рослин. Створений автором "Пристрій для моніторингу температури листків рослин та фізико-кліматичних показників атмосферного повітря і ґрунту" (патент на корисну модель № 117136, зареєстрований в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12.06.2017 р.) може використовуватися у подальших наукових дослідженнях.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

Обґрунтоване планування досліджень дозволило дисертанту виконати поставлені завдання і одержати значний обсяг оригінального експериментального матеріалу, який послідовно викладений та обговорений у 4-х розділах власних досліджень (3-6 розділи). Результати досліджень обговорено та узагальнено в окремому розділі. Автором опрацьована значна кількість літературних джерел (361 найменування). Робота викладена на 185 сторінках, отримані дані підтверджено 43 рисунками, 5 таблицями і 2 додатками. Робота проілюстрована якісними мікрофотографіями. Достовірність результатів забезпечено використанням широкого арсеналу методів, а саме: світловою, трансмісійною та сканувальною електронною мікроскопією, морфометрією, полярографією, методом індукції флуоресценції хлорофілу, спектрометрії теплового електромагнітного випромінювання та методами варіаційної статистики. Дисертацію написано практично без технічних помилок. Висновки відповідають отриманим експериментальним даним. Автореферат відображує зміст дисертації.

**Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях та авторефераті.** За матеріалами дисертації опубліковано 16 наукових праць, у тому числі 7 статей у фахових виданнях, 9 – у збірниках матеріалів і тез



доповідей на наукових конференціях. Отримано один патент України на корисну модель. Матеріали дисертаційної роботи пройшли апробацію – були представлені на всеукраїнських і двох міжнародних наукових форумах.

**Особистий внесок здобувача.** Автором обґрунтовано мету і завдання дослідження, освоєно відповідні методи і проведено експерименти в природних і лабораторних умовах. Отримано всі основні експериментальні результати, проведено їх аналіз, статистичну обробку і узагальнення. Спільно з к.б.н. Поліщуком О.В. проводилися експерименти з визначення ролі ціанід-резистентного шляху дихання в адаптації ефемероїда до низьких температур. Спільно з науковим керівником визначено напрям дослідження, об'єкт і методи дослідження, виявлено структурні особливості поверхні листків і продихів, проведено обговорення, інтерпретацію, узагальнення отриманих результатів, а також підготовлено наукові статті. Викладені у дисертаційній роботі ідеї, наукові висновки були сформульовані автором у співавторстві з науковим керівником. Права співавторів не порушено. Частка особистої участі здобувача становить 85%.

**Недоліки дисертації та автореферату щодо їх змісту та оформлення.**

При високій позитивній оцінці роботи у мене є ряд запитань та зауважень:

1. Оскільки мета та основні завдання роботи були націлені на цитологічні дослідження, доцільнішим було б у літературному огляді більшу увагу сфокусувати на архітектурі та пластичності мітохондрій та пластид, в тому числі, біогенезі пластоглобул, модифікаціях будови мембран, компартменталізації органел, в тому числі, при стресовій відповіді, тим більше, що література стосовно цих питань досить велика.
2. В тексті дисертації, анотації та у висновках (4) стверджується: «Результати дослідження фотосинтезу листків показали, що за низьких температур структурні зміни тилакоїдів і гран хлоропластів сприяють забезпеченню високого рівня ефективного квантового виходу фотохімічного перетворення енергії і запобігають руйнуванню фотосистеми II.» або «...якісні та кількісні зміни у структурі та функціонуванні продихів, мітохондрій та хлоропластів,



які запезпечують (коректніше, відображають) адаптацію дихання і фотосинтезу в листах *G. nivalis* до впливу низьких температур.» (с.6). На мою думку, краще висловлюватись більш обережно, наприклад, про зв'язок (кореляцію) між показниками структурних перебудов хлоропластів та ефективністю ФСА за низьких температур, оскільки модифікації метаболічних процесів зазвичай передують структурним змінам.

3. На мій погляд, було б доречним у висновках та й рефераті акцентувати увагу на адаптивному значенні просторових перебудов компартментів органел за умов холодового стресу, саме, на виявленій автором тенденції до зближення, скупчення, збільшення контактів між органелами та інвагінаціях мембрани хлоропластів (stromулах та ін.) за умов дії низьких температур (с.112-114).

**З технічних зауважень можна відмітити наступне:**

Невідомо як визначались індекси пластичності (с.103, рис.4.9.,4.10).

В роботі зустрічаються повтори та некоректні посилання. Наприклад, в аналізі та узагальненні результатів (с.136, [341-343]) доцільніше було б посилатись на відомі наукові роботи. Загалом, у списку літератури досить рідко зустрічаються роботи останнього десятиліття.

Хоча дисертація добре вчитана і в її тексті майже не має технічних помилок, однак, зустрічаються невдалі вислови. В аналізі та узагальненні результатів є некоректна фраза: «Ці процеси (дихання), у свою чергу, вивільняють  $\text{CO}_2$  і перетворюють  $\text{O}_2$  на  $\text{H}_2\text{O}$ » (с.138).

Але вказані зауваження не мають принципового значення та не знижують наукової цінності роботи.

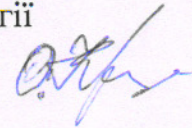
**Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам, які пред'являються до наукового ступеня кандидата біологічних наук.**

Дисертаційна робота Федюк Ольги Миронівни «Структурно-функціональні особливості хлоропластіві мітохондрій листків *galanthus nivalis* за низьких температур» є завершеним науковим дослідженням, оригінальним за задумом, професійно виконаним завдяки використанню



широкого арсеналу сучасних методів та підходів клітинної біології та фізіології рослин. Робота має вагомe теоретичне та практичне значення. За обсягом експериментального матеріалу, науково-теоретичною цінністю основних положень і висновків дисертація **Федюк Ольги Миронівни** відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її авторка заслуговує на присудження наукового ступеня **кандидата біологічних наук** за спеціальністю **03.00.11 – цитологія, клітинна біологія, гістологія.**

Провідний науковий співробітник  
відділу геноміки та молекулярної  
біотехнології ДУ «Інститут харчової біотехнології  
та геноміки НАН України», д.б.н., с.н.с.



О.А. Кравець

12 червня 2019 р.

*Людмила Я. Д.н., с.н.с. О.А. Кравець засвідчую.*  
*Ураїна секретар к.б.н., с.н.с. Г.В. Бірко*  
*ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»*

