

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Батуєвої Євгенії Дмитрівни
**«Роль селективного світла в регуляції морфогенетичних та біосинтетичних процесів
рослин різних фотоперіодичних груп на ранніх етапах онтогенезу»**
яка подається на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 09 – Біологія
за спеціальністю 091 – Біологія

1. Оцінка роботи здобувача у процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи.

Аспірант Батуєва Євгенія Дмитрівна виконала у повному обсязі Індивідуальний план Освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 40 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Вона успішно склала чотири заліки та два екзамени з наступних дисциплін:

Заліки:

- 1) «Філософські засади та методологія наукових досліджень» – 98 балів;
- 2) «Підготовка наукових публікацій та презентація результатів досліджень» – 85 балів;
- 3) «Багатомірна статистика» – 100 балів;
- 4) «Сучасна методологія біологічних досліджень» – 87 бали;

Екзамен:

- 5) «Іноземна мова для аспірантів (англійська мова)» – 92 бали.
- 6) «Системи регуляції росту і розвитку рослин» - 91 балів

Всі заплановані види робіт було виконано своєчасно. Здобувач плідно співпрацювала з науковим керівником протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

2. Обґрунтування вибору теми дослідження.

Дослідження регуляції процесів росту та розвитку рослин є актуальним завданням сучасної фітофізіології. Сімейство Бобові є дуже поширеними на Землі рослинами, серед яких культивується багато сільськогосподарських культур. Зернобобові використовуються для споживання людиною та тваринами як основне джерело рослинного білка, а також вуглеводів, вітамінів, необхідних мінеральних елементів тощо.

Одним із факторів, що регулює процеси росту і розвитку рослин та виконує функцію оптимізації перебігу морфогенетичних процесів зі зміною рівня напруги впливів середовища, є світло. Фоторецепторна система вищих рослин, включає в себе п'ять основних типів ідентифікованих фотосенсорів: системи фітохромів, що є сенсорами червоного (ЧС) і далекочервоного (ДЧС) світла; криптохромів та фототропінів, білків сімейства ZEITLUPE, які реагують на синє (СС) світло; рецепторів UV-B спектру. Сукупність цих фоторецепторів дозволяє рослинному організму орієнтуватися у навколишньому середовищі та реагувати на зміни, регулюючи процеси росту та розвитку. Подібна регуляція є можливою завдяки взаємодії фоторецепторних систем з фітогормональною та трофічною системами рослин, а також

сигнальними системами, пов'язаними з продукцією активних форм кисню (АФК) у клітинах.

Одним із важливих зовнішніх факторів зміни темпів індивідуального розвитку рослин є фотоперіод. Літературні дані, одержані у досліджах з модельним об'єктом *Arabidopsis thaliana*, що виступає факультативно довгоденною рослиною, повністю не розкривають біологічні механізми фоторецепторної регуляції розвитку рослин різних фотоперіодичних груп.

Використання світлодіодів надає можливість регулювати інтенсивність освітлення та тривалість фотовпливу, що дозволяє проводити дослідження з впливу окремих характеристик освітлення на ріст та розвиток, у тому числі продуктивність, рослин. При цьому, використання освітлення різного спектрального складу та різної інтенсивності на різних етапах онтогенезу може використовуватися для оптимізації ростових процесів рослин, що є досить важливим для вивчення.

Викладене свідчить про актуальність досліджень ефектів активації фоторецепторів на темпи розвитку, морфогенез та фізіолого-біохімічні процеси у рослин з контрастною фотоперіодичною реакцією за використання індуктивного впливу світла та умов світлокультури.

Метою дисертації є провести комплексне дослідження ефектів дії фотоопромінення селективним світлом трьох спектрів – червоного (ЧС $\lambda = 660$ нм), зеленого (ЗС $\lambda = 530$ нм) та синього (СС $\lambda = 450$ нм) на ростові, морфогенетичні та біосинтетичні процеси в проростках бобових рослин з різною фотоперіодичною реакцією.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні ключові завдання:

- провести дослідження фотоопромінення у регуляції проліферативної активності корневих меристем за фотоіндуктивною дією селективного світла трьох спектрів;
- вивчити вплив опромінення селективним світлом на процеси росту та фотоморфогенезу в осьових органах бобових рослин різних фотоперіодичних груп за фотоіндукції та умов світлокультури;
- дослідити роль активації фоторецепторів та культивування в умовах світлокультури в регуляції біосинтетичних процесів - вмісту розчинних вуглеводів та білків у проростків бобових рослин з контрастною фотоперіодичною реакцією
- дослідити зміни фітогормонального балансу в осьових органах проростків різних фотоперіодичних груп за дії селективного світла трьох спектрів (ЧС $\lambda = 660$ нм, ЗС $\lambda = 530$ нм, СС $\lambda = 450$ нм).
- проаналізувати пролонговану відповідь антиоксидантної системи (АОС) досліджуваних проростків за індуктивного впливу фотоопромінення та умов світлокультури на дію монохроматичного світла різного спектру.

Об'єктом дослідження є вивчення світлового сигналінгу через активацію фоторецепторних систем шляхом опромінення селективним світлом трьох спектрів рослин різних фотоперіодичних груп та його зв'язок з іншими сигнальними шляхами в рослинному організмі.

Предметом дослідження є формування фізіологічної відповіді на світловий сигналінг різного спектру у проростків бобових рослин контрастних фотоперіодичних груп шляхом зміни ростових, морфогенетичних та біосинтетичних процесів.

Методи дослідження - цитогенетичні, мікроскопічні та фотографічні – для визначення проліферативної активності корневих меристем; лабораторні та вегетаційні досліді;

морфологічні – для аналізу ростової реакції (довжина та біомаса осьових органів проростків) та фотоморфогенезу надземної та кореневої частини проростків; біохімічні – для аналізу вмісту водорозчинних вуглеводів, білків та неферментативних (вміст перекису водню) і ферментативних компонентів (активність пероксидази та каталази) антиоксидантної системи, біотестування – для аналізу активності фітогормонів (ІОК та АБК); статистичні – для визначення ступеня достовірності отриманих результатів дослідження.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась в рамках держбюджетних тем науково-дослідних робіт кафедри фізіології та біохімії рослин і мікроорганізмів біологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна «Дослідження молекулярно-генетичних та фізіолого-біохімічних механізмів яровизаційного та фотоперіодичного контролю онтогенезу рослин *in vivo* та *in vitro*» (№ державної реєстрації 0118U 002104, 01.01.2018-31.12.2020), «Методологія дослідження біологічної природи фотоперіодичної чутливості рослин за використання комплексної системи генетичних, фізіологічних та біохімічних показників» (№ Держреєстрації 0121U111506, 01.05.2021-31.12.2023) та науково-дослідної роботи за рахунок Фонду розвитку і модернізації наукового та навчально-наукового обладнання Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна «Модернізація наукового та навчально-наукового обладнання лабораторії анатомо-цитологічних досліджень рослин за умов *in vivo* та *in vitro*» (шифр 11Н/8 02.01.2019-27.12.2019).

4. Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна.

Дисертаційне дослідження було виконано аспірантом самостійно – проведено пошук та аналіз наукової літератури, виконано експериментальну роботу, здійснено статистичну обробку отриманих результатів, усі сформульовані в роботі положення та висновки є обґрунтованими на основі особистих досліджень аспіранта. За участі наукового керівника к.б.н., доц. Авксентьєвої О.О. обґрунтовано мету і завдання досліджень, сплановано проведення експериментів, здійснено аналіз отриманих результатів та підготовлені рукописи наукових публікацій.

Наукова новизна одержаних результатів.

Під час виконання роботи отримані такі наукові результати.

1. *Вперше* проведено комплексне дослідження фотоопромінення трьох спектрів (ЧС $\lambda = 660$ нм, ЗС $\lambda = 530$ нм, СС $\lambda = 450$ нм) на взаємозв'язок ростових, морфогенетичних та біосинтетичних процесів в осьових органах етиольованих проростків Бобових рослин з різною фотоперіодичною реакцією. Встановлено, що біологічні ефекти ростових та біосинтетичних процесів на фотоіндуктивний вплив селективного світла залежать від фотоперіодичної реакції рослин та проявляються вже на ранніх етапах їх онтогенетичного розвитку.

2. *Вперше* показано, що активація фоторецепторних систем у проростків бобових рослин з контрастною фотоперіодичною реакцією здійснюється селективним світлом певного спектру – ДДР горох посівний сорт Меценат реагує на фотоопромінення ЗС $\lambda = 530$ нм, КДР соя культурна сорт Хаджибей – на фотовплив ЧС $\lambda = 660$ нм.

3. *Вперше* проаналізовано зв'язок світлового сигналу проростків бобових різних фотоперіодичних груп з іншими сигнальними шляхами регуляції росту та розвитку рослинного організму – цукровим, фітогормональним сигналінгом та антиоксидантною системою.

4. *Розширено* існуючі уявлення стосовно переважної ролі світлого сигналу певного спектру як джерела енергії, а не регуляторного фактору при культивуванні проростків за умов світлокультури.

5. *Продовжено* дослідження аналізу реакцій відповідей на фотоопромінення селективним світлом у осьових органах проростків (надземній та підземній частинах) та встановлено органоспецифічність складу та активності фоторецепторів незалежно від фотоперіодичної реакції рослин – у гіпокотиліях переважають фітохроми, а у кореневій системі криптохроми та фототропіни.

6. *Продовжено* дослідження програми фотоморфогенезу етиольованих проростків при фотоіндуктивній активації фоторецепторних систем з урахуванням їх фотоперіодичної реакції.

7. *Продовжено* дослідження регуляторної ролі зеленого світла на процеси росту та розвитку рослин на ранніх етапах онтогенезу. Продемонстрована значна роль зеленого світла у симуляції ростових та біосинтетичних процесаів проростків ДДР гороху посівного за фотоіндуктивного впливу та регуляторна роль у проростках з різною фотоперіодичною реакцією за умов світлокультури

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

На основі тексту дисертації та наукових публікацій Батуєвої Є.Д. можна стверджувати, що результати, представлені в дисертації, обґрунтовані, достовірні та відповідають меті і завданням дисертаційної роботи. Обґрунтованість і достовірність представлених результатів забезпечується:

- застосуванням двох експериментальних моделей дослідження, за якими проведено достатню кількість серій експериментів;
- використанням статистичних методів аналізу результатів дослідження;
- аналізом та порівнянням отриманих результатів з сучасними дослідженнями інших авторів світових наукових центрів за тематикою дослідження;
- публікацією результатів дисертаційного дослідження в фахових наукових виданнях (в тому числі, що індексуються у Scopus);
- чисельною апробацією отриманих результатів дисертаційного дослідження на наукових міжнародних та Всеукраїнських конференціях.

6. Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Результати дисертаційного дослідження можуть бути використані для обґрунтування нових методів регуляції росту та розвитку через світловий сигналінг у проростків бобових рослин на ранніх етапах онтогенезу.

Встановлені результати дисертаційного дослідження дозволяють визначити специфічні особливості дії селективного світла певного спектру на прояв ростових, морфогенетичних та біосинтетичних процесів у рослин різних фотоперіодичних груп. Це є підґрунтям для удосконалення технологій культивування рослин в контрольованих умовах та умовах світлокультури з обов'язковим врахуванням фотоперіодичної реакції бобових культур, що культивуються.

Результати роботи впроваджені у навчальний процес та використовуються при викладанні з нормативного курсу «Фізіологія та біохімія рослин» (лекційні та лабораторні заняття); спеціальних курсів «Внутрішньоклітинні сигнальні системи рослин та механізми адаптивності

рослин і мікроорганізмів» та «Системність регуляції онтогенезу рослин», спецпрактикуму «Методи культури in vitro вищих рослин» для студентів біологічного факультету першого (бакалаврського) та другого (магістерського) освітньо-кваліфікаційного рівня за освітньо-професійною програмою підготовки спеціальність 091 – «Біологія» та при викладанні спеціального курсу «Фітобіотехнології» (лекційні та практичні заняття) для студентів першого (бакалаврського) освітньо-кваліфікаційного рівня за освітньо-професійною програмою підготовки спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія».

7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором.

За результатами дисертаційної роботи було опубліковано 17 наукових праць, з яких 5 статей у фахових виданнях України (1 стаття у виданні, що індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus), 1 видання, що додатково відображає результати дослідження та 11 робіт апробаційного характеру.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Публікації у наукових фахових періодичних виданнях України:

1. Авксентьєва О.О., Батуєва Є.Д. Вплив червоного світла (660 нм) на проліферативну активність та ростові реакції у проростків рослин з контрастною фотоперіодичною реакцією. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія». 2020. № 34 (34). С. 151-162. DOI: 10.26565/2075-5457-2020-34-16 9 *(Особистий внесок здобувача: аналіз літературних джерел, проведення експериментів з дослідження МІ за фотовпливу ЧС (660 нм), статистичний аналіз та обговорення отриманих результатів, участь у написанні окремих розділів статті)*

2. Авксентьєва О.О., Батуєва Є.Д. Вплив селективного світла на ростову реакцію та антиоксидантну систему проростків *Pisum sativum* L. Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук.пр. К.: Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавілова, 2021. Т 29. С. 179-184. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v29.1428> *(Особистий внесок здобувача: аналіз літературних джерел, участь в експериментальній частині роботи з визначення ростових параметрів та стану антиоксидантної системи за фотовпливу, аналіз та обговорення результатів досліджень, участь у написанні окремих розділів статті)*

3. Батуєва Є.Д., Авксентьєва О.О. Регуляція селективним світлом мітотичної активності кореневих меристем та ростових процесів проростків сої культурної з контрастною фотоперіодичною реакцією. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія». 2022. № 38 (38). С.53-61. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2022-38-6>. *(Особистий внесок здобувача: аналіз літературних джерел, проведення досліджень проліферативної активності кореневих меристематичних клітин та ростової реакції за дії селективного світла, статистичний аналіз та обговорення результатів досліджень, участь у написанні окремих розділів статті)*

4. Батуєва Є.Д., Авксентьєва О.О. Вміст розчинних вуглеводів та білків в проростках сортів сої з контрастною фотоперіодичною реакцією за впливу селективного світла. Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук.пр. К.: Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавілова, 2023. Т 33. С. 158-163. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v33.1585> *(Особистий внесок здобувача: аналіз літературних даних за темою, проведення досліджень впливу опромінення на вміст розчинних вуглеводів та білків, статистичний аналіз та обговорення результатів)*

досліджень, участь у написанні окремих розділів статті)

Публікації у наукових фахових виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus або Web of Science:

5. Жмурко В.В., Авксентьєва О.О., Батуєва Є.Д. Фотоморфогенез та вміст вуглеводів у осьових органах проростків гороху посівного за дії селективного світла. Біофізичний вісник. Biophysical Bulletin. 2022. Т.47. С.27–39. <https://doi.org/10.26565/2075-3810-2022-47-03> (Scopus) (Особистий внесок здобувача: аналіз літературних джерел за темою, проведення експериментів з визначення ростових і морфогенетичних характеристик та вмісту розчинних вуглеводів за фотовпливу, статистичний аналіз та обговорення результатів досліджень, участь у написанні окремих розділів статті)

Наукові публікації, що додатково відображають результати дослідження:

6. Avksentieva O.O., Batuyeva Y.D. Influence of selective light on rhyso-genesis in seedling of plants contrasted by photoperiodic reaction. Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph. Baltija Publishing. 2020. P. 1-17. (Глава у колективній монографії) (Особистий внесок здобувача: аналіз літературних джерел, участь в експериментальній частині роботи з вивчення параметрів ризогенезу за опромінення селективним світлом, аналіз та обговорення результатів досліджень, участь у написанні окремих розділів статті)

8. Апробація матеріалів дисертації.

Основні результати досліджень були представлені, обговорені і опубліковані в тезах доповідей вітчизняних та міжнародних наукових конференцій:

- II Міжнародна наукова конференція «Сьогодення біологічної науки» (09-11 листопада 2018 р., м. Суми)
- Міжнародна конференція молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Харків, 6-9 вересня, 2019 р.)
- V Міжнародна наукова конференція «Сучасна біологія рослин: теоретичні та прикладні аспекти» (Харків, 12-13 лютого, 2020 р.)
- XVI Міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології» (Львів, 27–29 квітня 2020 р.)
- International scientific and practical conference «Ideas and innovations in natural sciences.» (March 12-13, 2021. Lublin)
- Al-Farabi International Congress on Applied Sciences. “Nakhchivan” University (Azerbaijan. May 2-4, 2021)
- 14th International conference on engineering & natural sciences. Turkey Sivas Science and Technology University (Sivas, July 18-19, 2022)
- International scientific conference “Natural resource potential, ecology, and sustainable development of administrative units of the Republic of Latvia and Ukraine amidst EU legislative requirements”: (August 30–31, 2022. Riga, the Republic of Latvia)
- XIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Євро-Волинь» (Житомир, 10–11 жовтня 2022 р.)
- VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» (Умань, 4 листопада 2022р.)

- International scientific conference “Natural sciences: history, the present time, the future, EU experience”: conference proceedings (September 6–7, 2023, Wloclawek, the Republic of Poland)

9. Дотримання академічної доброчесності

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній інтернет системі StrikePlagiarism.com) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності. Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

10. Оцінка мови та стилю дисертації.

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступний для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення, структура дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам відповідно постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 21.03.2022 року № 341), Наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України від 31.05.2019 року № 759).

11. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Батуєвої Євгенії «Роль селективного світла в регуляції морфогенетичних та біосинтетичних процесів рослин різних фотоперіодичних груп на ранніх етапах онтогенезу» відповідає спеціальності 091 – Біологія. Здобувачем повністю виконана освітня та наукова складові індивідуального плану освітньо-наукової програми навчання третього рівня вищої освіти на здобуття ступеня доктора філософії.

12. Відомості щодо проведення біоетичної експертизи дисертації

Розглянувши матеріали науково-дослідної роботи Батуєвої Є.Д. «Роль селективного світла в регуляції морфогенетичних та біосинтетичних процесів рослин різних фотоперіодичних груп на ранніх етапах онтогенезу», комісія Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна ухвалила, що дисертаційна робота Батуєвої Євгенії Дмитрівни на тему: «Роль селективного світла в регуляції морфогенетичних та біосинтетичних процесів рослин різних фотоперіодичних груп на ранніх етапах онтогенезу» виконана без порушень міжнародно визнаних біоетичних норм досліджень за законодавства України (протокол №2 від 18.10.2023).

13. Результати обговорення та проведення презентації. Рекомендація дисертації до захисту.

Здобувач представила основні результати досліджень своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів біологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 5 від 19 жовтня 2023 року) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення.

Враховуючи високий рівень виконаних досліджень, а також актуальність теми роботи, наукову новизну результатів та їх наукове і практичне значення, на розширеному засіданні кафедри було одностайно ухвалене рішення про рекомендацію дисертації Батуєвої Є.Д. «Роль селективного світла в регуляції морфогенетичних та біосинтетичних процесів рослин різних фотоперіодичних груп на ранніх етапах онтогенезу» до захисту в спеціалізованій вченій раді на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія з галузі знань 09 – Біологія.

Головуючий розширеного засідання кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, доктор біологічних наук, професор каф. молекулярної біології та біотехнології

Підпис А.І. Божкова засвідчую
Начальник відділу
кадрів Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна



Анатолій БОЖКОВ



Олена ГРОМИКО