

**ІНСТИТУТ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН І ГЕНЕТИКИ  
НАН УКРАЇНИ**

**ГЕРЦ Андрій Іванович**

**УДК 581.1:581.14:582.683.2:633.853.483**

**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ  
*Brassica napra* var. *ASTROPLANTS* У ЗМІННИХ СВІТЛОВИХ  
ПОЛЯХ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА СПЕКТРАЛЬНОГО  
СКЛАДУ**

**03.00.12 - фізіологія рослин**

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук**

**Київ-2009**

**Дисертацією є рукопис**

Робота виконана в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник**

доктор біологічних наук, професор  
**ГРУБІНКО Василь Васильович**,  
Тернопільський національний педагогічний  
університет імені Володимира Гнатюка  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри загальної біології

**Офіційні опоненти:**

доктор біологічних наук,  
старший науковий співробітник  
**КІРІЗІЙ Дмитро Анатолійович**,  
Інститут фізіології рослин і генетики НАН  
України

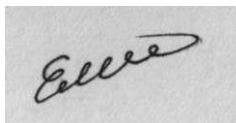
доктор біологічних наук, професор  
**КУР'ЯТА Володимир Григорович**,  
Вінницький державний педагогічний  
університет імені Михайла Коцюбинського  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри біології

Захист відбудеться „19” березня 2009 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.212.01 при Інституті фізіології рослин і генетики НАН України за адресою: 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 3 1/17

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, Київ, вул. Васильківська, 31/17

Автореферат розісланий „16” лютого 2009 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Мордерер Є.Ю.

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** В природних умовах близько 40-90% усієї світлової енергії рослина отримує у вигляді світлових імпульсів різної інтенсивності та тривалості (Pearsy R.W., 1990). Тому спектральний склад, інтенсивність світла та режим освітлення є визначальними при виборі параметрів світлового поля для росту і розвитку рослин.

В умовах світлокультури до штучного освітлення висуваються особливі вимоги: воно повинно забезпечувати отримання якісної рослинної продукції за умов максимально можливої економії енергоресурсів. Сучасні дослідження з вивчення впливу різних факторів на фотосинтетичний апарат рослин здійснені виключно за умов постійного освітлення з визначеним фотоперіодом. Гіпотетично підвищити економічну ефективність дії випромінювачів у світлокультурі дозволить використання змінного опромінення (Андрійчук, 2003). Сьогодні дані про комплексний вплив періоду зміни світлового поля різної інтенсивності на онтогенез рослинного організму відсутні. Недостатньо відомостей про роль спектрального складу штучних джерел світла у змінних світлових полях.

Актуальними є дослідження впливу параметрів змінного світлового поля на ріст і розвиток рослин, їх продуктивність і, особливо, біохімічний склад рослин на різних стадіях їх вегетації та пошук засобів регулювання цього впливу.

Дослідження в зазначеному напрямку дозволять: зрозуміти особливості реакції рослинного організму на параметри змінного світлового поля; визначити оптимальний діапазон частот зміни світлового поля; обґрунтувати оптимальні, економічно-ефективні штучні джерела світла для застосування їх у замкнутих біоекологічних системах з лімітованим енергозабезпеченням.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота проводилась в контексті вимог "Державної програми енергоощадності в агропромисловому комплексі" (затверджена Кабінетом Міністрів України 1 грудня 1997 р.) та згідно із програмними завданнями держбюджетної теми: "Розробка генеруючих систем для вивчення впливу магнітних та світлових полів на біологічні об'єкти та живі організми" (0193U039361), "Моделювання фотобіологічних процесів у змінних світлових полях" (0407/751) 2001 р.

**Мета і завдання дослідження.** Вивчити особливості впливу змінних світлових полів з різним спектральним складом та інтенсивністю на фітометричні й біохімічні характеристики рослин, параметри енергетичного метаболізму, кількісні і якісні показники урожаю насіння рослин *Brassica rapa* var. *Astroplants*.

У зв'язку з поставленою метою вирішувались такі завдання:  
- визначити діапазон оптимальних частот змінного світлового поля для

- росту і розвитку рослин;
- дослідити фітотетричні і біохімічні параметри росту та розвитку рослин, функціональний стан систем енергозабезпечення та урожай насіння рослин залежно від інтенсивності світла у змінному світловому полі;
  - дослідити фітотетричні і біохімічні параметри росту та розвитку рослин, функціональний стан системи енергозабезпечення й урожай насіння рослин залежно від спектрального складу змінного світлового поля.

**Об'єкт дослідження** - вплив постійних та змінних світлових полів різної інтенсивності та спектрального складу на фізіолого-біохімічні показники росту і розвитку *Brassica rapa* var. *Astroplants*.

**Предмет дослідження** - морфометричні, фізіологічні та біохімічні показники рослини *B. rapa*, показники активності сукцинатдегідрогенази і цитохромоксидази мітохондрій листків, перерозподіл та включення міченого <sup>14</sup>C-бікарбонату у продукти метаболізму, хімічний склад насіння.

**Методи дослідження** - загальноприйняті методи відбору досліджуваних тканин, морфометрія; ультрацентрифугування для виділення субклітинних фракцій (хлоропласти, мітохондрії); спектрофотометричні методи визначення вмісту метаболітів та активності ферментів (сукцинатдегідрогеназа, цитохромоксидаза); тонкошарова хроматографія для визначення фракційного складу ліпідів; газорідинна хроматографія для визначення вмісту вищих жирних кислот; сцинтиляційна радіометрія для визначення метаболічної динаміки бікарбонату *in vitro*; статистичні методи.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше вивчено особливості фізіологічних реакцій швидкоростучої рослини *B. rapa* на різні режими освітлення у змінних і постійних світлових полях різного спектрального складу.

Встановлено, що змінні світлові поля з періодом 40-70 с не чинять негативного впливу на вміст хлорофілів, активність ферментів дихального ланцюга, насінневу продуктивність, ріст та розвиток рослин *B. rapa* порівняно з режимом постійного освітлення. Виявлено, що за умов росту та розвитку рослин у змінних світлових полях, щодо постійного освітлення, роль спектрального складу світла зростає. Так, джерело освітлення з підвищеною часткою синього світла у спектрі випромінювання сприяло зростанню відносного вмісту ненасичених жирних кислот в насінні, а джерело з більшою часткою червоного світла інтенсифікувало білковий обмін у вегетативних органах.

**Практичне значення одержаних результатів.** Змінні світлові поля підвищують ефективність опромінювальних установок, зменшуючи енерговитрати на вирощування рослин в замкнутих біосистемах з лімітованим енергозабезпеченням у 1,7-2,2 рази.

Одержані результати можуть бути застосовані для розробки енергозберігаючих технологій в рослинництві.

Результати досліджень можуть використовуватися в освітніх цілях, зокрема, при викладанні нормативних і спецкурсів для студентів біологічних та екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів у курсах «Фізіологія рослин», «Екологія», «Біохімія» тощо.

**Особистий внесок здобувача** полягає в самостійному опрацюванні літератури, оволодінні необхідними методами досліджень, безпосередній участі у плануванні і проведенні експериментів, обґрунтуванні та статистичній обробці результатів досліджень, підготовці до друку наукових робіт. Матеріали дисертаційної роботи отримані автором самостійно або спільно зі співробітниками Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень доповідались на I - III Міжнародних конференціях "Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі" (Львів, 1998, 2004, 2007); I Всеукраїнській науковій конференції "Екологічний стрес і адаптації в біологічних системах" (Тернопіль, 1998); II Міжнародному Смакуловому симпозіумі "Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної фізики" (Тернопіль, 2000); Міжнародних конференціях "Growth, Development and Productivity of Plants. Theoretical and Practical Problems" (Литва, Бабтай, 2000, 2004); VIII Українському біохімічному з'їзді (Чернівці, 2002); VIII конференції молодих вчених "Сучасні напрямки у фізіології та генетиці рослин" (Київ, 2002); Міжнародній науковій конференції "Наука і молодь" (Київ, 2002); 7-й Пушинській школах-конференціях молодих вчених "Биология — наука XXI века" (Російська Федерація, Пушино, 2003); II міжнародній науково-технічній конференції "Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми й перспективи" (Тернопіль, 2005); науковій конференції молодих вчених "Сучасні проблеми фізіології рослин і біотехнології" (Ужгород, 2005), Міжнародній конференції молодих учених-ботаніків "Актуальні проблеми ботаніки та екології" (Київ, 2007).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 21 працю, з яких 7 - у фахових виданнях, 1 навчально-методичний посібник та 13 у матеріалах і тезах конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація викладена на 133 сторінках і складається зі вступу, огляду літератури, опису матеріалів та методів дослідження, трьох розділів власних досліджень, аналізу й узагальнення результатів досліджень, висновків, списку використаних літературних джерел (загалом 237 найменувань), з них 122 кирилицею та 115 латиницею. Робота проілюстрована 25 таблицями та 17 рисунками.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Огляд літератури.** Зібрано, проаналізовано та систематизовано сучасну інформацію про регуляторний вплив світла на продуктивність рослин як систему, що сама розвивається та здатна проходити повний детермінований цикл онтогенезу. Зібрані дані свідчать, що рослини чутливі до променів різних ділянок спектра і використовують їх в різних співвідношеннях відповідно до особливостей метаболізму, росту, необхідних для оптимального проходження кожної фази онтогенезу в певних умовах середовища.

Окремо акцентовано увагу на науково-практичних підходах щодо реалізації продуктивності рослин в модельних умовах. Поряд із існуючими шляхами підвищення продуктивності рослинництва закритого ґрунту на основі покращення опромінювальних установок, проаналізовано й охарактеризовано новий напрямок, а саме: використання змінних світлових полів, що дозволяє значно підвищити ефективність дії випромінювання.

На основі літературного огляду зроблено висновок, що зміна режимів освітлення може впливати на біохімічний склад вегетативних і генеративних органів рослин.

**Матеріали та методи досліджень.** В роботі використано рослини *Brassica rapa* var. *Astrolants* - представник швидкоростучої популяції Хрестоцвітних (RCBP's — rapid-cycling *Brassica* populations) (Williams, P. H., 1989, Musgrave M. E., 2000). Насіння було отримане із лабораторії Вісконсинського університету, США (University of Wisconsin-Madison, College of Agricultural and Life Sciences Department of Plant Physiology, 1630 Linden Drive, Madison, WI 537069).

Рослини вирощували у вегетаційно-кліматичних камерах за цілодобового штучного опромінювання. Для опромінювання використовувалися опромінювачі з лампами ДНаТ-250 (натрієві лампи, Полтавський завод ГРЛ, Україна) зі збільшеною часткою червоних променів у спектрі випромінювання та ДРИ-250-5 (металогалогенні лампи, Полтавський завод ГРЛ, Україна) зі збільшеною часткою синіх променів.

Змінне опромінювання забезпечувалося за допомогою установки зі зворотно-поступальним рухом опромінювача (Андрійчук В.А., 2003). Необхідний рівень опромінювання (40-80 Вт/м<sup>2</sup>) задавався висотою опромінювача відносно рослин. Температурний режим знаходився в межах 22±2 °С.

При досягненні відповідного етапу життєвого циклу, окремі вегетативні органи рослин зрізали, визначали їх сиру біомасу та площу поверхні листків. Інша частина рослин продовжувала свій ріст до наступного відбору проб.

Досліджено такі показники: сира та суха біомаса вегетативних органів, частка сухої речовини в листках рослин, їх площу; вміст

хлорофілів, каротиноїдів; активність цитохромоксидази та сукцинатдегідрогенази в мітохондрійній фракції клітин; включення <sup>14</sup>С-бікарбонату у вуглеводи, білки та ліпіди листків рослини *in vitro*; вміст білків, ліпідів у насінні; фракційний склад ліпідів та вміст вищих жирних кислот.

Сушу біомасу рослини отримували висушуванням сирого матеріалу при 80-95 °С. Площу листків визначали, створюючи їх цифрове зображення, методом фотографування чи сканування, після чого, аналізували за допомогою ПЗ UTHSCSA ImageTool for Windows Version 3.00.

Вивчення вмісту хлорофілів та каротиноїдів здійснювалося методом спектрофотометрії екстрактів, отриманих з тканин відомої маси та площі (Починок Х.Н., 1976).

Активність цитохромоксидази (ЦХО) і сукцинатдегідрогенази (СДГ) вивчалася у мітохондріальній фракції клітин листків рослини за (Straus W., 1954) та (Совр. методи..., 1977) відповідно.

Вміст білків в мітохондріальній фракції визначали за Lowry O.H. et al. (1951).

Визначення включення <sup>14</sup>С-бікарбонату у вуглеводи, білки та ліпіди листкових тканин здійснювали за модифікованою методикою (Вовк С. И., Янович В. Г., 1988). Радіоактивність визначали на сцинтиляційному лічильнику LKB (Швеція).

Екстракцію, розділення та кількісне визначення ліпідів проводили за модифікованою методикою Нічолса (Nichols B.W., 1963). Нейтральні ліпіди розділяли методом ТШХ на пластиках "Silufol UV-154" (Кавалер, Чехія). Розділення метилових ефірів жирних кислот здійснювали на газорідному хроматографі з використанням як нерухомої рідкої фази 3 % Silar на хроматоні N-A WHMDS при температурі випаровувача 240° С, термостата колонки - 200° С.

Статистичну обробку результатів здійснювали згідно зі стандартними методиками.

## МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ

### В. тара ЗА РІЗНИХ УМОВ ОСВІТЛЕННЯ

**Динаміка фітотометричних показників та пігментного складу листків *B. rapa* за різних режимів освітлення.** Оцінка ступеня зміни фітотометричних показників та пігментного складу була проведена з використанням постійних та змінних режимів освітлення об'єкта, при двох інтенсивностях світлового потоку 40 та 80 Вт/м<sup>2</sup>. Дослідження показали зміну динаміки фітотометричних показників листкової пластинки протягом онтогенезу, їх залежність від рівнів та джерел опромінювання.

Спектральні характеристики джерела типу ДНаТ-250 сприяли збільшенню асиміляційної поверхні листків та накопиченню в них сухої біомаси. В період бутонізації ці показники у змінних світлових полях

несуттєво відрізнялись від таких у постійних світлових полях. Загалом, частка сухої речовини в листках та маса одиниці їх площі у *V. gara*, яка вирощувалась під лампами ДРИ-250-5, є нижчими, порівняно з рослинами, що опромінювались ДНаТ-250 джерелом випромінювання. У змінних світлових полях тенденції, зумовлені спектральними характеристиками джерел, зберігаються.

Зміни фітотричних показників супроводжувались змінами пігментного складу (рис. 1). Реакцією на підвищення рівня освітлення є зростання вмісту хлорофілу *a* в перерахунку на площу листової пластинки на фоні збільшення співвідношення *chl. a/b*. Загальною реакцією рослин на дію синього спектра ламп ДРИ-250-5 як у змінних, так і в постійних світлових полях, є збільшення сумарного вмісту хлорофілів у листовій пластинці у всіх досліджуваних варіантах порівняно з натрієвими лампами високого тиску ДНаТ-250. Змінні світлові поля сприяють більшому накопиченню хлорофілів *a* і *b* у перерахунку на площу листової пластинки, хоча співвідношення хлорофілу *a/b* знижується. Очевидно, що рослини за таких умов освітлення перебудовують свій фотосинтетичний апарат в напрямку підвищення ефективності використання світлової енергії.

Протягом онтогенезу вміст хлорофілів у листках зменшується (рис. 1). Найзначніше це проявляється у зміні вмісту хлорофілу *a*. Його вміст практично у 1,5-2 рази зменшується порівняно з періодом бутонізації.

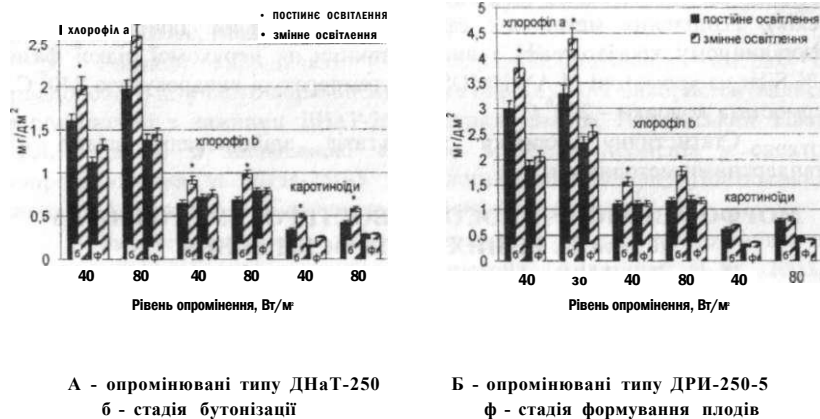


Рис. 1. Вміст хлорофілів та каротиноїдів у листках *V. gara* у змінних та постійних світлових полях за використання джерел освітлення типу ДНаТ-250 та ДРИ-250-5,  $M \pm t$ ,  $p=5$

Отже, відмінності у спектральних характеристиках джерел випромінювання призводять до змін фотосинтетичної продуктивності рослин. За використання штучних джерел світла з більшою відносною часткою світла в червоному спектральному діапазоні (лампи ДНаТ-250 порівняно з лампою ДРИ 250-5) загальна біомаса рослини є вищою.

**Вплив періоду зміни світлових полів на ріст і розвиток рослини.** Змінні світлові поля поряд з основними оптичними характеристиками світла (інтенсивність, спектральний склад), мають часову компоненту характеру дії. Це вносить ряд особливостей стосовно впливу на пігментні та фітотричні параметри рослин.

За умов зменшення тривалості періоду зміни світлового поля від 180 с до 70 с накопичення сухої біомаси збільшується (рис. 2.). В межах періоду від 70 с до 40 с показники вмісту сирої, сухої біомаси сягають значень, характерних для постійного світлового поля. Схожу залежність отримано за показниками вмісту зелених пігментів у листках рослин, морфометричних характеристик плодів. Це дає змогу зробити висновок про те, що вирощування рослини *V. gara* у змінному світловому полі з періодом в межах 40-70 с є найоптимальнішим з огляду на енергоощадність, порівняно з постійними світловими полями. Подальше збільшення періоду не є доцільним і призводить до виникнення змін, інколи незворотних, обумовлених низьким рівнем отриманої рослиною світлової енергії.

Отже, змінні світлові поля з періодом в діапазоні 40-70 с несуттєво змінюють показники росту і розвитку рослин *V. gara* (біомаси, розмірів організму або окремих його частин, терміну вегетації) порівняно з режимом постійного освітлення.

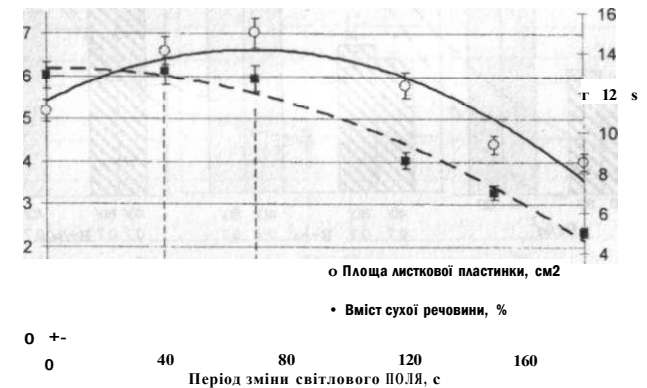


Рис. 2. Вплив періоду зміни світлового поля на площу листової пластинки та частку сухої речовини в листках *V. gara* Б. (ДНаТ-250, інтенсивність світла  $80 \text{ W/m}^2$ ),  $M \pm t$ ,  $p=5$

**Особливості включення  $^{14}\text{C}$ -бікарбонату в продукти метаболізму *in vitro*.** Рівень включення  $^{14}\text{C}$ -бікарбонату у білки, вуглеводи та ліпіди листків рослин, що характеризує здатність організму до асиміляційних процесів, залежить від інтенсивності освітлення, джерела та типу опромінювання рослинного організму загалом (рис. 3).

Випромінювачі типу ДРИ-250-5 більшою мірою сприяють включенню  $^{14}\text{C}$ -бікарбонату у розчинні вуглеводи, близько 50-60% від загальної радіоактивності усіх фракцій. ДНаТ-250 випромінювачі активізують метаболічні шляхи у клітинах листків рослин, які скеровані на синтез у них білків. Близько 60-65% від загальної радіоактивності міченого вуглецю усіх фракцій знаходиться у складі білків.

Частка розподілу  $\text{C}^{14}$  між фракціями білків, вуглеводів, ліпідів, характерна для того чи іншого джерела випромінювання, зберігається як у змінних, так і у постійних світлових полях. Змінні світлові поля призводили до підвищення включення  $^{14}\text{C}$  у білки та вуглеводи на 5-20%.

Отже, рівень включення  $^{14}\text{C}$ -бікарбонату у білки, вуглеводи та ліпіди листків рослин визначається, в основному, спектральним складом джерела освітлення. Спектр джерел світла визначає частку включення  $^{14}\text{C}$ -бікарбонату у вуглеводи, за умови використання джерел типу ДРИ-250-5, та білки, за умов використання ДНаТ-250.

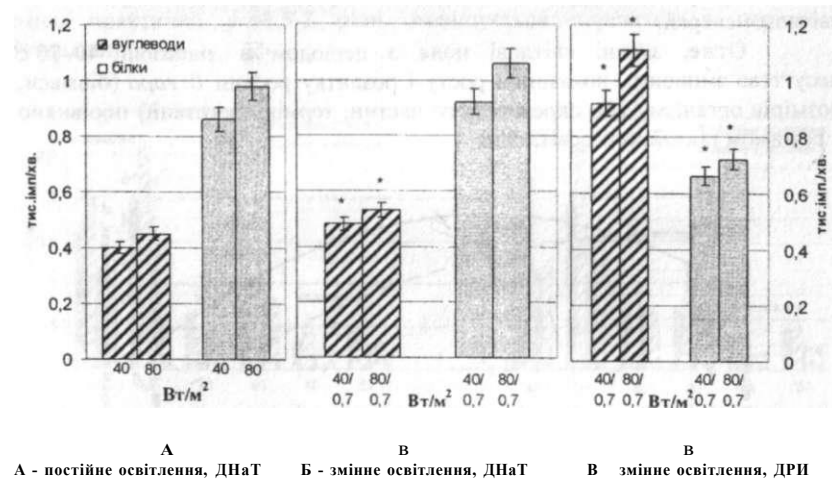
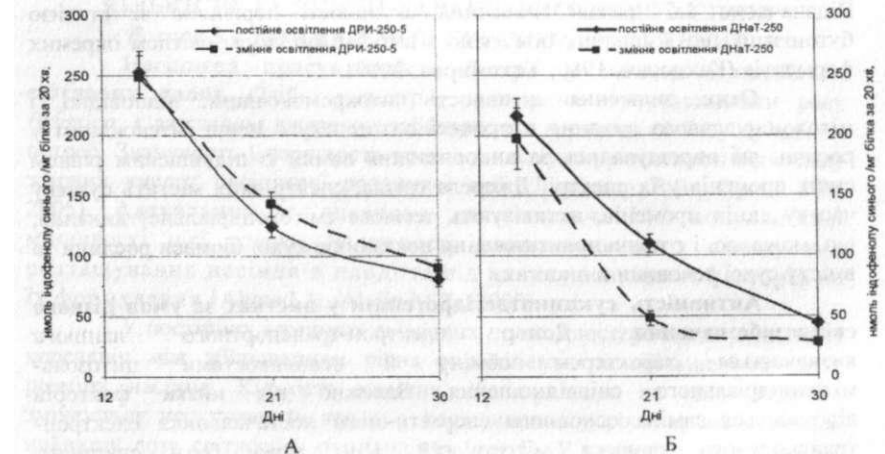


Рис. 3. Включення  $^{14}\text{C}$ -бікарбонату у білки та вуглеводи в листках *V. gaza* залежно від типу світлового поля, його інтенсивності та спектрального складу,  $M \pm t$ ,  $n=5$

#### ДИХАЛЬНІ ФЕРМЕНТИ У *V. gaza* ЗА УМОВ РІЗНОГО ОСВІТЛЕННЯ

**АКТИВНІСТЬ цитохромоксидази у листках за умов різного світлозабезпечення.** Відомо, що при включенні реакцій фотофосфорилювання, роль мітохондріального дихання в загальному енергетичному забезпеченні клітини зменшується (Филипова Л.А. и др., 1989), але при високій швидкості утилізації АТФ його інгібування не відбувається (Hampp R., 1985). Дослідження вказують на те, що не лише фотосинтез, а й дихальний енергообмін бере участь у зростанні вмісту макроергічних сполук (Scheibe R., 1990). Висновки про особливості впливу світла на енергетичний статус клітин робили на основі активності цитохромоксидази як одного з основних ферментів дихального ланцюга, та сукцинатдегідрогенази - регуляторного ферменту циклу трикарбонових кислот.

Аналіз даних активності цитохромоксидази листків *V. gaza* в постійних світлових полях з використанням ламп з підвищеною частотою синього спектра показує активацію ферменту у відповідь на збільшення інтенсивності освітлення. Це може бути наслідком специфіки дії спектрального складу світла на фотосинтетичний апарат рослини, а отже, і на енергозабезпечення клітини та її окисно-відновний статус.



А - опромінювані типу ДРИ-250-5      Б - опромінювані типу ДНаТ-250

Рис. 4. Динаміка активності цитохромоксидази у листках протягом онтогенезу в постійних та змінних світлових полях різного спектрального складу (інтенсивність світла 80 Вт/м²),  $M \pm t$ ,  $n=5$

У змінних світлових полях спостерігається незначна активація цитохромоксидази при зниженні освітлення. Ця тенденція характерна для обох джерел опромінення. Це, з одного боку, може слугувати доказом деякого інгібування темного дихання (термінальної оксидази) рослин за даних умов вирощування у відповідь на збільшення освітлення. З іншого боку, відповідність рівня активності ферменту у рослин в змінному світловому полі, при опроміненні 80 Вт/м<sup>2</sup>, такому ж рівню у постійному світловому полі на початку вегетації свідчить про відсутність інгібування функціонування електрон-транспортного ланцюга мітохондрій змінними світловими полями та вказує на однаковий статус енергозабезпечення клітин.

Інтенсивність дихання значно змінюється в процесі онтогенезу. Цитохромоксидаза залишається активною протягом всього онтогенезу рослин (Рахманкулова З.Ф., 2001). Відзначаємо високу активність цитохромоксидази в період переходу рослини до генеративного етапу її розвитку та подальше зниження активності в період дозрівання насіння (рис.4).

Характерною ознакою вікових змін активності ЦХО в листках *B. гара* є її чотириразове зниження у випадку використання джерел типу ДНАТ-250. Особливо це виражено у змінних світлових полях. За умов зростання частки синіх променів у загальному світлопотіці, функціонування цитохромоксидази у рослин зазнає менших вікових змін. Відзначаємо 1,5-2-разове зниження активності порівняно зі стадією бутонізації, що, ймовірно, пов'язано з активацією синім світлом окремих ферментів (Кахнович, 1980; Тихомиров, 2000).

Отже, зниження активності цитохромоксидази, відповідно, і мітохондріального дихання в процесі онтогенезу є менш інтенсивним у рослин, які вирощувались за використання лампи із підвищеним рівнем синіх променів у їх спектрі. Джерела світла, спектр яких містить суттєву частку синіх променів, активізують темнове (мітохондріальне) дихання, що, можливо, і є причиною зниження показників сухої біомаси рослини та вмісту сухої речовини в листках.

**Активність сукцинатдегідрогенази у листках за умов різного світлозабезпечення.** Донор електрон-транспортного ланцюга визначається характером обміну й особливостями цитозоль-мітохондріального співвідношення. Залежно від низки факторів відбувається заміна основного енергетичного постачальника електрон-транспортного ланцюга мітохондрій. Ним може бути сукцинат, гліцерофосфат та екзогенний НАДН (Шугаєв А.Г., Вьскребенцева З.И., 1988).

Загалом, динаміка зміни активності сукцинатдегідрогенази у постійних та змінних світлових полях деякою мірою відображає функціонування цитохромоксидази. Зниження активності сукцинатдегідрогенази в період бутонізації за умов використання як

опромінювачів ламп ДРИ-250-5, можливо, обумовлено тим, що окиснення бурштинової кислоти не буде відігравати домінуючу роль. Це місце займе НАД-залежний субстрат, наприклад, малат, що є одним із основних субстратів в мітохондріях рослин (Шугаєв А.Г., Вьскребенцева З.И., 1988), або екзогенний НАДН (Звягильская Р.А. и др., 1983), який при окисненні на внутрішній мембрані мітохондрій може значно змінювати АТФ/АДФ баланс цитозолю. Перехід до наступної стадії онтогенезу рослин - формування плодів - збільшує активність СДГ рослин у 2,5-3 рази за умов використання джерел світла типу ДРИ-250-5, особливо в постійних світлових полях. Зменшення променів синього спектра у світлопотіці знижує у 2-3 рази активність ферменту. На цій стадії розвитку рослин спостерігається зниження ролі комплексу II мітохондрій у функціонуванні електронтранспортного ланцюга, що і є причиною різкого зниження активності цитохромоксидази на стадії формування плодів.

У змінних світлових полях із періодом 40-70 с та за оптимальної інтенсивності світла активність сукцинатдегідрогенази достовірно не відрізняється від показників рослин, вирощених у постійних світлових полях. За умови використання змінних світлових полів у світлокультури, слід враховувати спектральні характеристики, рівень опромінення джерел освітлення та видоспецифічні потреби рослин в рівнях ФАР.

## КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСІННЯ

### *B. гара* ЗА РІЗНИХ УМОВ СВІТЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Насіннєва продуктивність *B. гара* у змінних і постійних світлових полях.** Олійні культури, у тому числі представники роду *Brassica*, є важливим джерелом забезпечення харчових та індустріальних потреб. Значущість і корисність врожаю цих культур залежить від складу жирних кислот насіннєвої рослинної олії (Лихочвар В.В., Проць Р.Р., 2005). Актуальним є вивчення онтогенетичної і популяційної мінливості цієї ознаки, залежності жирнокислотного складу від розташування насіння в плоді та від впливу зовнішніх факторів на їх формування (Ahmad A., Abdin M.Z., 2000).

У постійних і змінних світлових полях спостерігається позитивна кореляція між збільшенням рівня опромінення та збільшенням маси, розміру насіння. Кількість насіння, що припадає на один стручок, змінюється несуттєво, та все ж є дещо вищою у рослин, які отримали найвищу дозу світлового опромінення (рис.5). У насінні помітно зростає вміст білків та ліпідів у відповідь на підвищення рівня освітлення. Таку тенденцію зумовлюють обидва досліджених нами джерела освітлення.

На основі порівняння двох спектрально відмінних між собою джерел опромінення встановлено, що ДРИ-250-5 тип випромінювача зумовлює збільшення відносного вмісту білків та ліпідів у насінні *B. гара*. Частка білків, в більшій мірі ніж ліпідів, залежить від рівня опромінення.

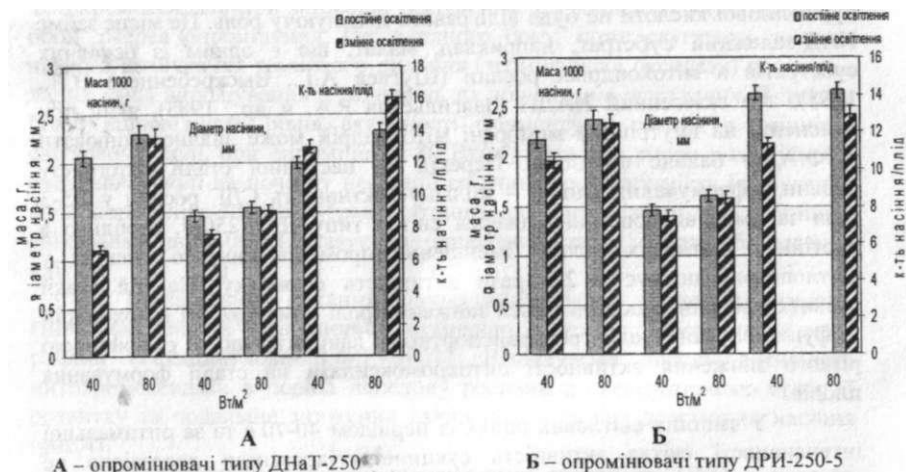


Рис. 5. Морфометричні характеристики насіння *V. gara* за умов різного спектрального складу джерел випромінювання (інтенсивність світла 80 Вт/м<sup>2</sup>),  $M \pm t$ ,  $n=15$

**Мінливість жирнокислотного складу насіння *V. gara* у змінних і постійних світлових полях.** Порівняльний аналіз вмісту окремих класів ліпідів, проведений в розрахунку на відсотковий вміст від суми ліпідів, показав (табл. 1), що нейтральні ліпіди, а серед них тригліцериди, представлені найбільш вагомо, а це закономірно для сформованого насіння (Perry H.J., Harwood J.L., 1993). Рівень опромінення і, як наслідок, сумарна кількість світлової енергії, отриманої рослиною протягом вегетації, впливає на співвідношення у насінні вмісту окремих класів ліпідів (табл. 1). У насінні *V. gara* ненасичені ЖК представлені еруковою (22:1), олеїною (18:1), лінолевою (18:2), ліноленою (18:3) кислотами. Важливою групою ненасичених ЖК є довголанцюгові (C<sub>18</sub>-C<sub>20</sub>) поліненасичені жирні кислоти, зокрема ω3, ω6, — незамінні жирні кислоти. Серед них: ліолева (ω6, 18:2, D<sup>9</sup>), α-ліноленова (ω3, 18:3, D<sup>9,12,15</sup>), відносна частка яких сягає 9-13% (табл. 2).

Жирнокислотний склад насіння *V. gara* у змінних та постійних світлових полях характеризується такими особливостями: серед жирних кислот *V. gara* найбільшою кількістю представлена ерукова (22:1), частка якої сягає близько 50%. Як і олеїнова кислота (18:1), відносний вміст якої коливається в межах 10-18%, вміст ерукової кислоти змінюється відповідно до режимів і рівнів опромінення (табл. 2).

Таблиця 1

**Відносний вміст окремих класів ліпідів у насінні *V. gara* за умов різного світлозабезпечення**  
(% від загальної кількості ліпідів,  $M \pm t$ ,  $n=5$ )

Ліпіди	Постійне світлове поле		Змінне світлове поле	
	40 Вт/м <sup>2</sup>	80 Вт/м <sup>2</sup>	40 Вт/м <sup>2</sup>	80 Вт/м <sup>2</sup>
Фосфоліпіди	0,34±0,08	0,62±0,10	0,31±0,05	0,48±0,09
ВЖК	8,60±0,20	15,0±0,70	7,36±0,30*	12,60±0,70*
Тригліцериди	63,57±1,30	70,0±2,33	65,26±1,17	69,90±0,71
Стерини та ін.	27,49±1,35	14,47±0,70	27,07±1,50	17,02±1,80

Примітка. \* - різниця, порівняно з постійним світловим полем, достовірна при  $p < 0,05$ ;

Рівень опромінення у постійних та змінних світлових полях суттєво не впливає на співвідношення вмісту насичених і ненасичених жирних кислот (и/8) в насінні рослин. Підвищення частки синіх променів в світловому потоці у постійних і змінних світлових полях призводить до зниження рівня суми насичених ЖК та, відповідно, до зростання співвідношення и/8. Збільшення рівня суми ненасичених жирних кислот відбувається переважно за рахунок збільшення частки олеїнової (18:1) кислоти. Негативна кореляція між вмістом ерукової (22:1) та олеїнової (18:1) кислот, що спостерігається у наших дослідженнях, вказує на існування деякої взаємозалежності між їх накопиченням за принципом зворотного зв'язку.

Кількісний аналіз окремих видів жирних кислот в окремо взятому варіанті, зокрема у ділянці їх біосинтетичного шляху C<sub>18:1</sub>-\*C<sub>18:2</sub> ~ C<sub>18:3</sub>, — C<sub>18:2</sub> — \*C<sub>18:3</sub>, показує наявність як позитивних, так і негативних кореляційних зв'язків (табл. 2). Отже, існують так звані попередники (пули), за які здійснюється метаболічна конкуренція. Присутність у наших дослідах як позитивних, так і негативних кореляційних зв'язків, свідчить про залежність біосинтезу цих кислот насамперед від умов освітлення.

Отже, результати дослідження показують залежність формування, дозрівання та біохімічного складу насіння рослини *V. gara* від рівня опромінення і спектрального складу світла. Рівень опромінення більшою мірою визначає морфометричні показники плодів, спектр - біохімічні показники. У змінних світлових полях насіння за якісними і кількісними показниками не поступається насінню, сформованому за умов постійного освітлення.



Таблиця 2

Вміст жирних кислот у насінні *B. gara*, вирощеного у постійних і змінних світлових полях різного спектрального складу (інтенсивність світла 80 Вт/м<sup>2</sup>; мас. % від суми жирних кислот, М±т, n=5)

Код	Жирині кислоти	Постійне світлове поле		Змінне світлове поле	
		ДНаТ-250	ДРИ-250-5	ДНаТ-250	ДРИ-250-5
14:0	міристинова	0,25+0,05	0,067+0,01	0,23+0,05	0,09+0,004
16:0	пальмітинова	3,55+0,19	2,47±0,03	3,31+0,19	2,38+0,02
16:1	пальмітолеїнова	0,42+0,07	0,29±0,02	0,50+0,05	0,26+0,01
18:0	стеаринова	1,14+0,17	1,01 ±0,01	1,43+0,31	1,53+0,11*
18:1	олеїнова	10,88±0,29	18,17±0,59	13,00+1,69	18,03+0,26
18:2	лінолева	15,40±0,36	12,40±0,27	13,36±0,80	12,62+0,32
18:3	ліноленова	13,53±0,05	8,64±0,26	12,65±1,01	10,25+0,15*
20:1	гадолеїнова	2,01+0,12	7,79+0,41	2,67+0,43	6,68+0,39
22:1	ерукова	50,31± 1,60	48,82+0,76	50,44+1,12	47,31+0,75
и		93,42	96,38	93,57	95,85
S		6,57	3,61	6,42	4,14
U/S		14,21	26,68	14,57	23,13

Примітка, и — сума ненасичених жирних кислот, s — сума насичених жирних кислот, и/5 — співвідношення суми ненасичених жирних кислот до суми насичених.

Примітка. \* - різниця, порівняно з постійним світловим полем, достовірна при p<0,05;

## ВИСНОВКИ

1. Змінні світлові поля з періодом в діапазоні 40-70 с не змінюють показників росту і розвитку рослин *B. gara* (фітометричних характеристик та терміну вегетації) порівняно з режимом постійного освітлення.
2. Вміст хлорофілу та активність ферментів дихального ланцюга мітохондрій (цитохромоксидази та сукцинатдегідрогенази) у рослин *B. gara*, вирощених у змінних світлових полях з періодом 40-70 с та за оптимальної інтенсивності світла, достовірно не відрізняються від таких показників у рослин, вирощених у постійних світлових полях.
3. Змінні світлові поля впливають на вуглеводний обмін в більшій мірі, ніж білковий і призводять до підвищення включення <sup>14</sup>C у білки на 5-10%, вуглеводи - на 15-20%.
4. Збільшення відносної частки світла в червоному спектральному діапазоні при використанні лампи ДНаТ-250 порівняно з лампами типу

ДРИ-250-5 призводить до збільшення кількості включеного міченого бікарбонату у білки.

5. Зниження активності цитохромоксидази, що спостерігається в онтогенезі, у постійному світловому полі менш інтенсивне у рослин, які вирощувалися з використанням ламп, у спектрі яких підвищена частка синього світла (ДРИ-250-5) (у 1,5-2 рази), ніж при використанні ламп, у спектрі яких переважає червоне світло (ДНаТ-250) (у 2,5—4 рази).

6. При використанні ДНаТ-250 типу опромінювача активність сукцинатдегідрогенази впродовж онтогенезу знижувалася, тоді як при використанні ДРИ-250-5 типу опромінювача активність сукцинатдегідрогенази в період формування плодів зростала.

7. Відмінності у спектральних характеристиках джерел випромінювання призводять до змін фотосинтетичної продуктивності рослин. За використання штучних джерел світла з більшою відносною часткою світла в червоному спектральному діапазоні (зокрема, лампи ДНаТ-250 порівняно з лампою ДРИ-250-5) загальна біомаса рослини є вищою.

8. Збільшення частки червоного світла у спектрі джерела освітлення призводило до зменшення вмісту олії та ненасичених жирних кислот в насінні. Зростання частки синіх променів у спектрі електричних джерел випромінювання сприяло зростанню відносного вмісту ненасичених жирних кислот в насінні, серед яких у *B. gara* майже 50% припадає на ерукову кислоту (22:1).

9. Використання змінних світлових полів підвищує ефективність опромінювальних установок, сприяє зменшенню енерговитрат на вирощування рослин в модельних умовах приблизно у 1,7-2,2 рази за відсутності якісних змін морфо-фізіологічних показників в онтогенезі рослини.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Астророслина *Brassica gapa* та її використання в біологічній освіті. [Андрійчук В. А., Герц А. І., Стефанишин Л. М., Герц І. І., Грубінко В. В.]. - Тернопіль: Мандрівець, 2000. - 100 с. (*Дисертант є автором частини навчально-методичного посібника*).
2. Герц А. І. Біосинтетична активність та ріст астророслини *Brassica gapa* L. за різних режимів освітлення / В. А. Андрійчук, І. І. Герц // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. -2001. - №2 (13). — С. 71-76. (*Дисертант брав участь у плануванні експерименту, виконав дослідження з вивчення пігментного складу, зі співавторами здійснював обговорення результатів, написав рукопис статті*).
3. Герц А. І. Зміна дихальної активності *Brassica gapa* L. за різних умов освітлення / А. І. Герц, В. В. Грубінко // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені

- Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. - 2002. - №4 (19). - С. 43-47. *(Дисертант брав участь у плануванні експерименту, виконав дослідження, зі співавторами здійснював обговорення результатів, написав рукопис статті).*
4. Герц А. І. Жирнокислотний склад насіння *Brassica rapa* L. за різних умов світлозабезпечення / А. І. Герц // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. - 2005. - Випуск 16. - С. 74—78.
5. Герц А. І. Вміст олії в насінні *Brassica rapa*, *Astroplants* та *Brassica rapa*, *Yellow-green* в залежності від умов освітлення / А. І. Герц // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Біологічні науки. - 2008. - №83. — С. 10 - 16.
6. Herts A. Biosynthetic activity *Brassica rapa* L. at different lighting modes in model conditions / A. Herts, V. Grubinko // Horticulture and vegetable growing. - 2000. - Vol. 19, №3(1). - P. 234 - 241. *(Дисертант брав участь у плануванні експерименту, виконав дослідження, зі співавторами здійснював обговорення результатів, написав рукопис статті).*
7. Герц А. І. Включення С-бікарбонату листками *Brassica rapa* L. у інтермедіати фотосинтезу in vitro / А. І. Герц, І. І. Кужда, Д. Ф. Гуфрій, 8. М. Гунчак, О. І. Канкісо // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарних наук ім. С.З. Гжицького. - 2005 - Т.7, №2. - С. 43—50. *(Дисертант брав участь у плануванні експерименту, виконав дослідження, зі співавторами здійснював обговорення результатів, написав рукопис статті).*
8. Герц А. І. Ріст і розвиток *Brassica rapa* L. var. rapide cycling у змінних світлових полях / А. І. Герц, В. А. Андрійчук, В. В. Грубінко // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологічні науки. - 2006. - №1 (40). - С. 5-12. *(Дисертант брав участь у плануванні експерименту, виконав дослідження, зі співавторами здійснював обговорення результатів, написав рукопис статті).*
9. Андрійчук В. А. Вплив світлового режиму на ріст і розвиток астророслини *Brassica rapa*. / В. А. Андрійчук, І. І. Герц, Л. М. Стефанишин, А. І. Герц, В. В. Грубінко // Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі: Міжнарод. конф., 1-4 липня 1998 р.: тези доповідей. - Львів, 1998.-С. 103-104.
10. Герц А. І. Вплив світлового режиму на фотосинтетичну активність астророслини *Brassica rapa* I А. І. Герц, В. А. Андрійчук, І. І. Герц, Л. М. Стефанишин, В. В. Грубінко // Екологічний стрес і адаптації в біологічних системах: I Всеукр. наук, конф., 27-29 жовтня 1998 р.: матеріали конф. - Тернопіль, 1998. - С. 44—46.
11. Герц А. І. Фоторегуляція біосинтезу хлорофілів рослини *Brassica rapa* в модельних умовах / А. І. Герц, В. А. Андрійчук, І. І. Герц, В. В. Грубінко // Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної фізики: II Міжнарод. Смакулового симпозиуму, 6-10 вересня 2000 р.: матеріали конф. - Тернопіль, 2000. - С. 237-238.

12. Герц А. І. Особливості реакції цитохромоксидази *Brassica rapa* L. на освітлення постійними та змінними світловими полями / А. І. Герц, В. А. Андрійчук // Укр. біохім. журн. [матеріали VIII Українського біохімічного з'їзду]. - 2001. - Т.74, №4 б. - С. 121.
13. Герц А. І. Особливості метаболізму у рослин в постійних та змінних світлових полях / А. І. Герц // Сучасні напрямки у фізіології та генетиці рослин: VIII конф. молодих вчених, 23-25 жовтня 2002 р.: тези доповідей. - К., 2002. - С. 45.
14. Герц А. І. Регуляція метаболізму рослин штучними джерелами освітлення / А. І. Герц // Наука і молодь: Міжнарод. наук, конф., 11-12 квітня 2002 р.: матеріали конф. - К., 2002. - С. 195.
15. Герц А. И. Активность дыхательного метаболизма *Brassica rapa* L / А. И Герц. // Биология - наука XXI века: сборник тезисов 7-й Путинской школы-конф. молодых ученых, 14-18 апреля 2003 г.: тезисы, докл. - Пушино (РФ), 2003. - С. 161.
16. Герц А. Фізіолого-біохімічні особливості росту і розвитку "швидкоростучої" рослини *Brassica rapa* за різних режимів освітлення / А. Герц // Онтогенез рослин у природному трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти: II Міжнарод. конф., 18-21 серпня 2004 р.: тези доповідей. - Львів, 2004 - С. 103.
17. Herts A. Influence of variable light fields on some parties of a plants metabolism / Herts A. // Growth and development of plants. Theoretical and practical problems: abstracts, Lithuanian Institute of Horticulture, 7-9 June, 2004. - P. 39.
18. Андрійчук В. Вплив параметрів змінного світлового поля на ріст і розвиток рослин на закритому ґрунті / В. Андрійчук, С. Воркун] А. Герц, Л. Костик // Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми й перспективи: II Міжнарод. наук.-тех. конф., 24-27 травня 2005 р.: матеріали конф. - Тернопіль, 2005. - С. 54-55.
19. Герц А. І. Перспективи використання змінних світлових полів в рослинництві закритого типу / А. І. Герц, В. А. Андрійчук, В. В. Грубінко // Сучасні проблеми фізіології рослин і біотехнології: матеріали наук. конф. молодих вчених, 1-3 грудня 2005 р.: тези доповідей. - Ужгород, 2005. - С. 37-38.
20. Герц А. І. Регуляція метаболізму рослинного організму штучними джерелами випромінювання / А. І. Герц // Онтогенез рослин у природному трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти: III Міжнарод. конф., 4-6 жовтня 2007 р.: тези доповідей. - Львів, 2007 - С. 63.
21. Герц А. І. Жирнокислотний склад насіння деяких видів представників швидкоростучої популяції хрестоцвітих (RCBr) в залежності від умов світлозабезпечення / А. І. Герц // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Міжнарод. конф. молодих учених-ботаніків, 17-20 вересня 2007 р.: матеріали конф. - К., 2007. - С. 54-55.

### Анотація

**Герц А.І. Особливості росту і розвитку *Brassica rapa* var. *Astroplants* у змінних світлових полях різної інтенсивності та спектрального складу.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.12 - фізіологія рослин. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. Київ, 2009

Дисертація присвячена дослідженню проблеми вирощування швидкоростучої рослини *Brassica rapa* var. *Astroplants* у змінних світлових полях. В роботі вперше ґрунтовно досліджено дію постійних і змінних світлових полів на фітотметричні і біохімічні параметри росту та розвитку рослин, функціональний стан систем енергозабезпечення та урожай насіння рослин залежно від інтенсивності та спектрального складу світла змінного світлового поля.

Окремі характеристики та їх інтегральний аналіз показали, що змінні світлові поля з періодом 40-70 с не чинять суттєвого впливу на ріст, розвиток, вміст хлорофілів та активність ферментів дихального ланцюга рослин *B. rapa* порівняно з режимом постійного освітлення. Виявлено, що за умов росту та розвитку рослин у змінних світлових полях, щодо постійного освітлення, роль спектрального складу світла зростає. Показано зміни напрямку асиміляційних процесів залежно від джерел випромінювання. Досліджено й описано морфометричні та біохімічні характеристики насіння *B. rapa*, зокрема, жирнокислотний склад, відносний вміст білків та фракційний склад ліпідів насіння.

В роботі експериментально доведено біологічну й економічну ефективності змінних світлових полів у світлокультурі рослин.

**Ключові слова:** *Brassica rapa* var. *Astroplants*, постійне світлове поле, змінне світлове поле, спектральний склад світла, цитохромоксидаза, сукцинатдегідрогеназа, ліпіди, жирні кислоти, <sup>14</sup>С-бікарбонат.

### Анотация

**Герц А.И. Особенности роста и развития *Brassica rapa* var. *Astroplants* в переменных световых полях разной интенсивности и спектрального состава.** - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.12 - физиология растений. Институт физиологии растений и генетики НАН Украины. Киев, 2009

Диссертация посвящена исследованию выращивания быстрорастущего растения *Brassica rapa* var. *Astroplants* в переменных световых полях. В работе впервые исследовано действие постоянных и переменных световых полей на фитотметрические и биохимические параметры роста и развития растений, функциональное состояние систем энергообеспечения и урожай семян растений в зависимости от интенсивности и спектрального состава света переменного светового поля.

Отдельные характеристики и их интегральный анализ показали, что переменные световые поля с периодом 40-70 с существенно не влияли на рост, развитие, содержание хлорофиллов и активность ферментов дыхательной цепи растений *B. rapa* в сравнении с режимом постоянного освещения.

Отмечено, что в условиях роста и развития растений в переменных световых полях по отношению к постоянному освещению, роль спектрального состава света возрастает. Количественное возрастание синего света в общем световом потоке ФАР приводит к уменьшению ассимиляционной поверхности и сухой биомассы листьев, как в постоянных, так и переменных световых полях. В то же время данный спектр уменьшает уровень онтогенетической деградации пигментного фонда растений.

Показаны изменения направленности ассимиляционных процессов в зависимости от ИСТОЧНИКОВ излучения. Уровень содержания <sup>14</sup>С-бикарбоната в белках, углеводах и липидах листьев растений определяется спектральным составом света. Возрастание уровня <sup>14</sup>С-бикарбоната в углеводах наблюдается при использовании источников света ДРИ-250-5, в белках при использовании - ДН'Г-250.

Снижение активности цитохромоксидазы, соответственно и митохондриального дыхания, в онтогенезе менее интенсивное у растений выращенных с использованием ламп с повышенным содержанием синих лучей в их спектре. Переменные световые поля в диапазоне 40-70 с, несущественно влияли на активность цитохромоксидазы.

Исследованы и описаны морфометрические и биохимические характеристики семян *B. rapa*: жирнокислотный состав, относительное содержание белков и фракционный состав липидов семян. Синие лучи электрических источников света (лампы типа ДРИ-250-5) способствуют возрастанию ненасыщенных жирных кислот в семенах. Анализ морфометрических, физиолого-биохимических показателей семян растений *B. rapa* показал, что в переменных световых полях семена по качественному и количественному показателям не уступают семенам, которые сформированы в постоянных световых полях.

В работе экспериментально доказано биологическую и экономическую эффективность переменных световых полей в светокультуре растений.

**Ключевые слова:** *Brassica rapa* var. *Astroplants*, переменное световое поле, спектральный состав света, цитохромоксидаза, сукцинатдегідрогеназа, ліпіди, жирні кислоти, <sup>14</sup>С-бікарбонат.

### Annotation

Herts A.I. Features of growth and development *Brassica rapa* var. *Astroplants* in fluctuating light fields of different intensity and spectral distribution. - Manuscript.

Thesis for Ph. D. Degree (Biology) on specialty 03.00.12 - plant physiology - Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2009.

The dissertation is devoted research of cultivation of fast-growing plant *Brassica rapa* var. *Astroplants* in fluctuating light fields.

For the first time action of constants and fluctuating light fields on phytometric and biochemical parameters of growth and development of plants is investigated.

The functional condition of systems of power supply and crop of plants seeds depending on intensity, spectral structure of light of a fluctuating light field was investigated.

The separate characteristics and their integrated analysis demonstrate that fluctuating light fields with the period of 40-70 seconds of the essential did not influence growth, development, the maintenance of a chlorophyll and activity of enzymes of a respiratory chain of plants *B. rapa* in comparison with a mode of constant illumination. In the conditions of growth and development of plants in fluctuating light fields in relation to constant illumination, the role of spectral structure of light increases.

Changes of anabolic processes depending on source of light are shown. Morphometric and biochemical characteristics of seeds *B.rapa*: fatty-acid structure, relative content of protein and breakup lipids of seeds are investigated and described.

In work it is experimentally proved biological and economic efficiency of fluctuating light fields in light-culture plants.

Keywords: *Brassica rapa* var. *Astroplants*, a fluctuating light fields, spectral structure of light, cytochrome-c-oxidase, succinate dehydrogenase, lipids, fatty acids, <sup>14</sup>C-bicarbonate.

Підписано до друку 28.01.2009 р. Формат 60x90/16  
Гарнітура Times New Roman. Друк RESO.  
Папір друк. Ум. друк. арк. 0,9.  
Наклад 110 прим. Зам. № 5

Редакційно-видавничий відділ  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка  
Реєстраційне свідоцтво ТР № 241, від 18.11.1992  
вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027