

## АНОТАЦІЯ

**Батуєва Є.Д. Роль селективного світла в регуляції морфогенетичних та біосинтетичних процесів рослин різних фотоперіодичних груп на ранніх етапах онтогенезу.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія (Галузь знань 09 – Біологія). – Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, Харків, 2023.

Дисертацію присвячено дослідженню світлового сигналіngu через активацію фоторецепторних систем шляхом опромінення селективним світлом трьох спектрів (ЧС  $\lambda = 660$  нм, ЗС  $\lambda = 530$  нм, СС  $\lambda = 450$  нм) у прояві ростових, морфогенетичних та біосинтетичних реакцій осьових органів проростків бобових рослин різних фотоперіодичних груп (довгоденних - ДДР, короткоденних - КДР та нейтральноденних - НДР).

Світло в рослинному організмі є не тільки джерелом енергії, але виступає як інформаційний сигнал, що регулює процеси росту, морфогенезу та розвитку рослин. Відомо, що рослини сприймають світловий сигнал за допомогою п'яти фоторецепторних систем: системи фітохромів, що є сенсорами червоного (ЧС) і далеко-червоного (ДЧС) світла; криптохромів та фототропінів, білків сімейства ZEITLUPE, які реагують на синє (СС) світло; рецепторів UV-B спектру. Одним з основних фоторецепторних комплексів рослин є система фітохромів, яка сприймає сигнал в області червоного (660 нм) і далеко-червоного світла (730 нм). Фітохромна система контролює практично весь хід індивідуального розвитку рослин – від проростання насіння до зацвітання і плодоношення, а саме – процеси фотосинтезу, утворення продуктів асиміляції, біологічно активних речовин, перехід до цвітіння, спокою, продуктивність рослин та ін. Рецепторними системами, що сприймають синє світло, є криптохроми, комплекси фототропінів та білків

сімейства ZEITLUPE. Довгий час вважалося, що зелене світло є фізіологічно неактивною частиною спектра. Однак за сучасних досліджень було відзначено, що певний баланс зеленого і синього світла є дуже важливим для ефекту уникнення тіні. На даний час рецептор зеленого світла невідомий, проте припускається, що в рецепції цієї частини спектра бере участь фітохромна та криптохромна системи.

Інтеграція цих систем дозволяє рослинному організму отримувати інформацію про інтенсивність освітлення, його спектральний склад, тривалість світлового дня, а також температуру оточуючого середовища, присутність патогенів, сусідів-конкуrentів та іншу інформацію стосовно факторів оточення. Рослина, сприймаючи світло шляхом фоторецепції, синхронізує фактори довкілля з внутрішніми фізіолого-біохімічними процесами, що призводить до зміни перебігу процесів росту, морфогенезу та розвитку рослин.

Фоторецепторний сигналінг в рослинному організмі реалізується у взаємозв'язку з іншими сигнальними шляхами – трофічним, фітогормональним та через компоненти антиоксидантної системи. Крім того фізіологічна відповідь рослини залежить від взаємодій органів цілісного рослинного організму.

Трансдукція фотоперіодичного сигналу в рослинному організмі також здійснюється за участю фітохромів та криптохромів, які координують циркадну ритміку рослини і регулюють процес переходу до цвітіння. Але вивчення специфічної відповіді фоторецепторних систем на опромінення селективним світлом та їх зв'язку з фотоперіодичною реакцією рослинного організму на сьогодні є малодослідженим.

Як правило, переважна більшість досліджень ефектів активації фоторецепторів проведена з модельним об'єктом *Arabidopsis thaliana* та іншими рослинами без урахування їх фотоперіодичної реакції. Такий підхід, до певної міри, звужує уявлення щодо можливого прояву специфічності

ефектів активації фоторецепторів у рослин різних екологічних груп з різним типом фотоперіодичної реакції.

В сучасних умовах глобальних змін клімату та нестабільних і несприятливих погодних умов все більшого розповсюдження набувають технології культивування рослин у контрольованих умовах. Поширені новітні технології світлокультури, що використовуються за розвитку «міського сільського господарства (urban agriculture)», культивування мікрогрину, технології гроубоксів, гідропоніки та ін. потребують теоретичного обґрунтування використання світлового фактору з урахуванням специфічної реакції рослин в залежності від їх екологічної групи в тому числі і фотоперіодичної реакції, що є також малодослідженим на наш час.

Отже вивчення ефектів світлового сигналіngu через активацію фоторецепторних систем шляхом фотоопромінення селективним світлом та прояв фізіологічної відповіді організму в залежності від фотоперіодичної реакції рослин має важливе теоретичне та практичне значення.

Тому метою даного дослідження було 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 за умов фотоіндукції та світлокультури.

Завдання роботи

- провести дослідження фотоопромінення у регуляції проліферативної активності корневих меристем за фотоіндуктивної дії 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.

У першому розділі роботи представлено аналітичний огляд сучасної наукової періодики щодо структури та механізмів фоторецепції фітохромів, криптохромів, сигнальних шляхів фоторецепторів та їх зв'язок з іншими сигнальними шляхами, у тому числі фітогормональним. Проаналізовані відомості стосовно морфогенетичної дії світла різного спектру та його вплив на біосинтетичні процеси. Проведено аналіз ролі світлового сигналіngu та фотоперіодичної реакції рослин в ініціації цвітіння, наведено дані про генетичний контроль фотоперіодизму у окремих представників Бобових – гороху посівного та сої культурної.

У другому розділі представлено дві моделі дизайну та методи досліджень, які використовували в роботі.

Модель 1 – дослідження проведені на етиольованих проростках за фотоіндуктивного впливу певного спектру, де реалізація фоторецепторного сигналу здійснюється через активацію фотолабільних форм фоторецепторів

Модель 2 – дослідження в умовах світлокультури, де прояв реакцій фізіологічної відповіді проростка через зміни ростових, морфогенетичних та біосинтетичних процесів відбувається через активацію фотостабільних форм фоторецепторів.

Представлено детальний опис цитогенетичних, мікроскопічних, біохімічних та статистичних методів дослідження, що використані в роботі для оцінки впливу селективного світла на ростову реакцію, зміни вмісту водорозчинних вуглеводів, білку, активності фітогормонів-антагоністів (ІОК

та АБК), стану деяких компонентів антиоксидантної системи (АОС) – вмісту перекису водню та активності ферментів її катаболізму - пероксидази та каталази.

У розділах 3-5 наведені результати експериментів за моделі дослідження фотоіндуктивного впливу селективного світла. Показано, що ростова реакція, проліферативна активність корневих меристем та біосинтетичні процеси у відповідь на фотоопромінення етиольованих проростків бобових залежать від їх фотоперіодичної реакції. Проростки ДДР гороху сорту Меценат максимально реагують на дію селективного світла ЗС  $\lambda = 530$  нм шляхом активації ростової реакції – збільшення біомаси обох осьових органів та стимуляції проліферативної активності корневих меристем. Біосинтетичні процеси також активуються за фотовпливу ЗС – збільшується вміст розчинних вуглеводів за рахунок їх основної транспортної форми – сахарози, яка також виступає в ролі сигнальної молекули, активується ІОК в кореневій системі проростків та збільшується вміст перекису водню і зростає активність ферментів антиоксидантної системи – каталази та пероксидази.

Встановлено, що у етиольованих проростках КДР сорту Хаджибей сої культурної найбільш виражені реакції спостерігалися за дії ЧС та СС. За опромінення СС спостерігалося збільшення довжини осьових органів проростків, у той час коли на біомасу проростків мало вплив опромінення ЧС. Встановлено чутливість корневих меристематичних клітин до опромінення ЧС та СС. За дії цих спектрів відбувається розкриття сім'ядолей, збільшення діаметру кореневої шийки та збільшення кількості бічних коренів, тобто фоторецептори ЧС та СС приймають участь у регуляції морфогенетичних процесів проростків КДР сої культурної.

На вміст цукрів у проростках КДР сої культурної, як і на проростки ДДР гороху, впливало опромінення ЗС, але протилежним чином - сприяло зниженню їх вмісту. Опромінення ЧС та СС суттєво стимулювало збільшення кількості розчинного білку в осьових органах. На активність ІОК та АБК у проростках максимальний вплив відбувався за опромінення СС. Активність

АБК в обох частинах проростків знижувалася за дії СС. На вміст перекису водню також впливало в основному опромінення СС, хоча у підземній частині також спостерігалось збільшення вмісту за опромінення ЧС.

У проростків НДР була продемонстрована відсутність чутливості корневих меристематичних клітин до опромінення селективним світлом. Вміст розчинних вуглеводів у проростках НДР сої культурної зменшувався за опромінення селективним світлом у надземній частині проростку та водночас збільшувався у кореневій частині. Оскільки при цьому загальний вміст вуглеводів змінювався неістотно, ми припускаємо, що зміни вмісту в осьових органах проростків пов'язані лише з перерозподілом вуглеводів, а не їх додатковим синтезом. На відміну від інших процесів у проростках НДР сої культурної, на вміст розчинного білку найбільший ефект мало опромінення ЗС, хоча вплив за опромінення ЧС та СС також спостерігався. На активність ІОК також впливало опромінення СС, коли на активність АБК в осьових органах опромінення селективним світлом не впливало. Також не спостерігалось зміни вмісту перекису водню за дії селективного світла. На активність пероксидази впливало опромінення СС – у надземній частині, та ЧС – у підземній, у той час коли на активність каталази опромінення селективним світлом не впливало. Таким чином, окремі аспекти біохімічних процесів у проростках НДР не підлягають фоторецепторному контролю за фотоіндуктивного впливу, що можливо пов'язане саме з автономним шляхом розвитку фотоперіодично нейтральних рослин.

У шостому розділі продемонстровані результати дослідів за моделі дослідження впливу селективного світла в умовах світлокультури. За вирощування в умовах світлокультури ростова реакція проростків була однаковою, незалежно від фотоперіодичної реакції рослин. За опромінення ЗС та СС спостерігалось видовження проростків, коли реакція на опромінення ЧС була подібною до контролю – вирощування за дії БС, що ми можемо пов'язати з регуляторною дією саме фітохромної системи. Суха біомаса проростків з різною ФПР за опромінення селективним світлом була різною, хоча були

встановлені ефекти фотоперіодично-чутливих проростків до опромінення світлом усіх досліджуваних спектрів та нечутливість НДР проростків до опромінення ЗС.

Оскільки за вирощування в умовах світлокультури проростки переходили на автотрофне живлення, спостерігалось збільшення частки моноцукрів у проростках. Зміни вмісту розчинних вуглеводів відбувалися за дії селективного світла у всіх досліджуваних проростків, незалежно від їх ФПР. При цьому, як і у дослідженнях індуктивної дії світла, у пагонах проростків ДДР гороху посівного та КДР сої культурної реакція на опромінення ЗС була протилежною. За культивування проростків в умовах світлокультури спостерігалось також збільшення частки розчинних білків у надземній частині, що можливо пов'язано з збільшенням вмісту основного ферменту фотосинтезу РУБІСКО, а отже, й переходом проростків до фотосинтезу. Активність фітогормонів у надземній частині досліджуваних проростків змінювалась за дії опромінення світлом усіх досліджуваних спектрів, а у підземній частині спостерігався вплив світла конкретного спектра на активність ІОК та АБК: на проростки ДДР гороху впливало опромінення СС, на проростки КДР сої культурної – ЗС та СС, а на проростки НДР сої культурної – лише ЧС та лише на активність ІОК. Вміст перекису водню у проростках змінювався у фотоперіодично-чутливих рослинах за опромінення селективним світлом окремого спектру, коли у проростках НДР сої кількість перекису водню за опромінення селективним світлом була однаковою, змінювався лише розподіл між осьовими органами. Активність ферментів АОС при цьому також зазнавала змін за дії селективного світла, але яскраво-вираженого впливу ФПР досліджуваних проростків на стан АОС не виявлено.

Встановлено, що за культивування проростків в умовах світлокультури, фотоперіодична реакція рослин не грає значної ролі у ростових та морфогенетичних процесах на ранніх етапах онтогенезу.

Таким чином, у роботі 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. 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 опромінення ЗС  $\lambda = 530$  нм, КДР соя культурна сорт Хаджибей – на фотовплив ЧС  $\lambda = 660$  нм. Проведено аналіз реакцій відповідей на опромінення селективним світлом у осьових органах проростків (надземній та підземній частинах) та встановлено органоспецифічність складу та активності фоторецепторів незалежно від фотоперіодичної реакції рослин – у гіпокотиллях переважають фітохроми, а у кореневій системі криптохроми та фототропіни. Проаналізовано зв'язок світлового сигналу проростків бобових різних фотоперіодичних груп з іншими сигнальними шляхами регуляції росту та розвитку рослинного організму – трофічним, фітогормональним сигналінгом та компонентами антиоксидантної системи. Показана переважна роль світлого сигналу певного спектру як джерела енергії, а не регуляторного фактору при культивуванні проростків за умов світлокультури.

**Ключові слова:** *Pisum sativum* L., *Glycine max* (L.) Merr., фотоопромінення, селективне світло ЧС  $\lambda = 660$  нм, ЗС  $\lambda = 530$  нм, СС  $\lambda = 450$  нм, фотоперіодична реакція, ростові процеси, мітотичний індекс, фотоморфогенез, розчинні вуглеводи, білок, фітогормони, антиоксидантна система, світлокультура.



## ABSTRACT

**Batuieva Y.D. The role of selective light in regulation of morphogenetic and biosynthetic processes of plants of different photoperiodic groups at the early stages of ontogenesis.** – Qualifying scientific work: a manuscript..

The dissertation for the Doctor of Philosophy's degree, the specialty 091 – Biology (field of knowledge 09 – Biology). - V. N. Karazin Kharkiv National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2023.

The dissertation is devoted to the study of light signaling through the activation of photoreceptor systems by selective light irradiation of three spectra (RL  $\lambda = 660$  nm, GL  $\lambda = 530$  nm, BL  $\lambda = 450$  nm) in the manifestation of growth, morphogenetic and biosynthetic reactions of the axial organs of legume seedlings of different photoperiodic groups (long-day plant LDP, short-day plant SDP and neutral-day plant NDP).

Light for a plant organism is not only a source of energy, but also acts as an information signal that regulates the processes of growth, morphogenesis and development. It is known that plants perceive a light signal with the help of five photoreceptor systems: the phytochrome system, which is a sensor of red (RL) and far-red (FRL) light; cryptochromes and phototropins, proteins of the ZEITLUPE family, that react to blue (SS) light; receptors of the UV-B spectrum. One of the main photoreceptor complexes of plants is the phytochrome system, which perceives a signal in the region of red (660 nm) and far-red light (730 nm). The phytochrome system controls almost the whole course of individual plant development - from seed germination to flowering and fruiting: the processes of photosynthesis, the formation of assimilation products, biologically active substances, transition to flowering, dormancy, plant productivity, etc. Receptor systems that perceive blue light are cryptochromes, complexes of phototropins and proteins of the ZEITLUPE family. For a long time, it was considered that green light is a physiologically inactive part of the spectrum. However, according to modern studies, a certain balance of green and blue light is very important for the shadow avoidance effect. Currently, the

receptor for green light is unknown, but it is assumed that the phytochrome and cryptochrome systems are involved in the reception of this part of the spectrum.

The integration of these systems allows the plant organism to receive information about the intensity of light, its spectral composition, the duration of the daylight hours, as well as the temperature of the surrounding environment, the presence of pathogens, competing neighbors and other information about environmental factors. The plant perceiving light through photoreception, synchronizes environmental factors with internal physiological and biochemical processes, that leads to changes in the course of growth processes, morphogenesis and plant development.

Photoreceptor signaling in plants is realized in connection with other signaling pathways – trophic, phytohormonal, and through the components of the antioxidant system. In addition, the physiological response of the plant depends on the interactions of the organs of the whole plant organism.

Transduction of the photoperiodic signal in the plant organism is also carried out with the participation of phytochromes and cryptochromes, which coordinate the plant's circadian rhythm and regulate the transition to flowering. But the study of the specific response of photoreceptor systems to irradiation with selective light and their connection with the photoperiodic response of the plant organism is currently poorly researched.

The vast majority of studies of photoreceptor's activation effects have been conducted with the model object *Arabidopsis thaliana* and other plants without counting their photoperiodic response. This approach, to a certain extent, narrows the idea of the possible manifestation of specificity of photoreceptor activation's effects in plants of different ecological groups with different photoperiodic response.

In today's conditions of global climate changes and unstable and adverse weather conditions, technologies for cultivating plants in controlled conditions are becoming increasingly widespread. The latest technologies of light culture, which are used for the development of "urban agriculture", cultivation of microgreens, technologies of «grow boxes», hydroponics, etc., are widespread. need a theoretical

justification for the use of the light factor, taking into account the specific reaction of plants depending on their ecological group, including the photoperiodic reaction, which is also poorly researched at the moment.

So, the study of the effects of light signaling through the activation of photoreceptor systems by photoirradiation with selective light and the manifestation of the physiological response of the organism depending on the photoperiodic response of plants has important theoretical and practical significance.

Therefore, the purpose of this study was to conduct a comprehensive study of the effects of photoirradiation with selective light of three spectra - red (RL  $\lambda = 660$  nm), green (GL  $\lambda = 530$  nm) and blue (BL  $\lambda = 450$  nm) on growth, morphogenetic and biosynthetic processes in seedlings of leguminous plants with different photoperiodic response under conditions of photoinduction and light culture.

Research tasks:

- conduct research of role of photoirradiation in the regulation of the proliferative activity of root meristems under the photoinductive effect of selective light of three spectra;
- to study the influence of selective light irradiation on growth processes and photomorphogenesis in the axial organs of legums with different photoperiodic response under photoinduction and light culture conditions;
- to investigate the role of photoreceptor activation and cultivation under light culture conditions in the regulation of biosynthetic processes - the content of soluble carbohydrates and proteins in the seedlings of leguminous plants with a contrasting photoperiodic response
- to investigate changes in the phytohormonal balance in the axial organs of seedlings of different photoperiodic groups under the action of selective light of three spectra (RL  $\lambda = 660$  nm, GL  $\lambda = 530$  nm, BL  $\lambda = 450$  nm).
- to analyze the prolonged response of the antioxidant system (AOS) of the studied seedlings on the action of monochromatic light of different spectrum under inductive influence of photoirradiation and light culture conditions.

In the first chapter the work presents an analytical review of modern scientific periodicals on the structure and mechanisms of photoreception of phytochromes, cryptochromes, signaling pathways of photoreceptors and their connection with other signaling pathways, including phytohormonal signaling pathways. Information about the morphogenetic effect of light of different spectrum and its influence on biosynthetic processes is analyzed. The analysis of the role of light signaling and the photoperiodic reaction of plants in the initiation of flowering is carried out, data on the genetic control of photoperiodism in certain representatives of Legumes - pea and soybean - were provided.

In the second chapter two design models and methods, that were used in the work, are presented.

Model 1 – studies were conducted on etiolated seedlings under the photoinductive influence of a certain spectrum, where the photoreceptor signal is implemented through the activation of photolabile forms of photoreceptors

Model 2 – research in the conditions of light culture, where the manifestation of the reactions of the seedling's physiological response due to changes in growth, morphogenetic and biosynthetic processes occurs through the activation of photostable forms of photoreceptors.

A detailed description of the cytogenetic, microscopic, biochemical and statistical research methods used in the work to assess the effect of selective light on the growth response, changes in the content of soluble carbohydrates, proteins, the activity of phytohormones-antagonists (IAA and ABA), the state of some components of the antioxidant system (AOS) – the content of hydrogen peroxide and the activity of its catabolism enzymes - peroxidase and catalase.

In chapters 3-5 the results of experiments based on research models of the photoinductive effect of selective light are given. It was shown that the growth response, proliferative activity of root meristems and biosynthetic processes in response to photoirradiation of etiolated legume seedlings depend on their photoperiodic response. LDP pea seedlings of the Mecenat variety maximally respond to the action of selective light of GL  $\lambda = 530$  nm by activating the growth

reaction - increasing the biomass of both axial organs and stimulating the proliferative activity of root meristems. Biosynthetic processes are also activated under the photo-influence of GL - the content of soluble carbohydrates increases due to their main transport form - sucrose, which also acts signal role.

It was established that the most pronounced reactions were observed in the etiolated SDP seedlings of the Hajibey variety of soybean under the effects of RL and BL. An increase in the length of the axial organs of seedlings was observed during BL irradiation, while the biomass of seedlings was not affected by RL irradiation. The sensitivity of root meristematic cells to RL and BL irradiation was established. Under the action of these spectra, the cotyledons open, the diameter of the root neck increases, and the number of lateral roots increases, that is, photoreceptors RL and BL participate in the regulation of morphogenetic processes of SDP seedlings of soybean.

The content of sugars in the seedlings of SDP of soybean, as well as the seedlings of LDP of pea, was affected by the irradiation of GL, but in the opposite way - it contributed to a decrease in their content. Irradiation of RL and BL significantly stimulated an increase in the amount of soluble protein in axial organs. The maximum effect on the activity of IAA and ABA in seedlings occurred during BL irradiation. The activity of ABA in both parts of seedlings decreased under the influence of BL. The content of hydrogen peroxide was also mainly affected by BL exposure, although an increase in the content was also observed in the underground part due to exposure to RL.

The lack of sensitivity of root meristematic cells to irradiation with selective light was demonstrated in NDP seedlings. The content of soluble carbohydrates in the NDP seedlings of soybean decreased under exposure to selective light in the aerial part of the seedling and at the same time increased in the root part. Since at the same time the total content of carbohydrates changed insignificantly, we assume that the changes in the content in the axial organs of the seedlings are related only to the redistribution of carbohydrates, and not to their additional synthesis. In contrast to other processes in the seedlings of soybean, the soluble protein content had the

greatest effect of exposure to GL, although the effect of exposure to RL and BL was also observed. IAA activity was also affected by BL irradiation, while ABA activity in axial organs was not affected by selective light irradiation. Also, there was no change in the content of hydrogen peroxide under the influence of selective light. The activity of peroxidase was affected by irradiation of BL - in the above-ground part of seedlings, and RL - in the underground part, while the activity of catalase was not affected by irradiation with selective light. Thus, certain aspects of biochemical processes in the seedlings of the NDP are not subject to photoreceptor control under photoinductive influence, which is possibly related to the autonomous development path of photoperiodically neutral plants.

In the sixth chapter the results of experiments based on research models of the influence of selective light in conditions of light culture are demonstrated. During growing in light culture, the growth response of seedlings was the same, regardless of the photoperiodic response of the plants. Elongation of seedlings was observed under GL and BL irradiation, when the reaction to RL irradiation was similar to the control - growing under the action of white light, which we can associate with the regulatory action of the phytochrome system itself. The dry biomass of seedlings with different PPR under selective light irradiation was different, although the effects of photoperiodically sensitive seedlings to light irradiation of all studied spectra and the insensitivity of NDP seedlings to GL irradiation were established.

Since as the seedlings switched to autotrophic nutrition during cultivation in light culture, an increase in the proportion of monosaccharides in the seedlings was observed. Changes in the content of soluble carbohydrates occurred under the influence of selective light in all studied seedlings, regardless of their PPR. At the same time, as in the studies of the inductive effect of light, in the shoots of the seedlings of the LDP of pea and the SDP of soybean, the cultural reaction to the irradiation of GL was the opposite. An increase in the proportion of soluble proteins in the above-ground part was also observed during the cultivation of seedlings in light culture, which may be associated with an increase in the content of the main enzyme of photosynthesis RUBISCO, and therefore, the transition of seedlings to

photosynthesis. The activity of phytohormones in the above-ground part of the studied plants changed under the action of light irradiation of all studied spectra, and in the underground part, the influence of light of a specific spectrum on the activity of IAA and ABA was observed: the LDP seedlings of pea were affected by BL irradiation, the SDP seedlings of soybean were affected by GL and BL, and the seedlings of NDP of soybean were affected only by RL and only on the activity of IAA. The content of hydrogen peroxide in seedlings changed in photoperiodically sensitive plants under selective light irradiation of different spectrum, when in NDP soybean seedlings the amount of hydrogen peroxide under selective light irradiation was the same, only the distribution between axial organs changed. At the same time, the activity of AOS enzymes also underwent changes under the influence of selective light, but no pronounced influence of PPR of the studied seedlings on the state of AOS was found.

It was established that during the cultivation of seedlings in light culture, the photoperiodic reaction of plants does not play a significant role in growth and morphogenetic processes at the early stages of ontogenesis.

Thus, for the first time, the work carried out a comprehensive study of photoirradiation of three spectra (RL  $\lambda = 660$  nm, GL  $\lambda = 530$  nm, BL  $\lambda = 450$  nm) on the relationship of growth, morphogenetic and biosynthetic processes in the axial organs of etiolated seedlings of legumes with different photoperiodic reaction. It has been established that the biological effects of growth and biosynthetic processes on the photoinductive effect of selective light depend on the photoperiodic response of plants and are manifested already at the early stages of their ontogenetic development. It was shown for the first time that the activation of photoreceptor systems in the seedlings of leguminous plants with a contrasting photoperiodic reaction is carried out by selective light of a certain spectrum - the LDP of pea Maecenat variety reacts to the irradiation of GL  $\lambda = 530$  nm, the SDP soybean of Hajibey variety reacts to the photoinfluence of the RL  $\lambda = 660$  nm. An analysis of responses to selective light irradiation in the axial organs of seedlings (aboveground and underground parts) was carried out, and the organ specificity of the composition

and activity of photoreceptors was established, regardless of the photoperiodic response of plants - phytochromes prevail in hypocotyls, and cryptochromes and phototropins prevail in the root system. The connection of the light signal of leguminous seedlings of different photoperiodic groups with other signaling pathways regulating the growth and development of the plant organism - trophic, phytohormonal signaling and components of the antioxidant system - was analyzed. The predominant role of a light signal of a certain spectrum as a source of energy, rather than a regulatory factor in the cultivation of seedlings in light culture conditions, is shown.

**Keywords:** *Pisum sativum* L., *Glycine max* (L.) Merr., photoirradiation, selective light RL  $\lambda = 660$  nm, GL  $\lambda = 530$  nm, BL  $\lambda = 450$  nm, photoperiodic response, growth processes, mitotic index, photomorphogenesis, soluble carbohydrates, protein, phytohormones, antioxidant system, light culture.