

## ПРОТЕОЛІЗ РІЗНИХ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ МОНОХРОМАТИЧНИМ ОПТИЧНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ ЧЕРВОНОГО ДІАПАЗОНУ СПЕКТРА

Панкова О. В.

Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва,  
сел. Комуніст-1, Харківська обл., Україна  
oksana\_pankova@inbox.ru

*У статті приводяться результати вивчення протеолізу та вмісту білка в проростаючому насінні різних сортів ячменю залежно від його обробки монохроматичним оптичним випромінюванням червоного діапазону спектра (660 нм, 730 нм), що активізує фітохромну систему. Отримані результати дають підставу припустити, що гідролітичний розпад запасного білка знаходиться під впливом фітохромної системи, яка активізує білковий обмін в проростаючому насінні. Разом з тим, спостерігається різниця за вмістом білка та активності протеаз під впливом обробки насіння досліджених сортів, що свідчить про сортоспецифічність вивчених процесів.*

**Ключові слова:** ячмінь, монохроматичне оптичне випромінювання, фітохром, фотоморфогенез, ЧС (червоне світло), ДЧС (далеке червоне світло), протеоліз, вміст білка, гідролітичний розпад речовин.

### Вступ

Відомо, що шляхом використання різних видів допосівної обробки насіння можна значно прискорити процес активації метаболічних систем і систем регуляції. На деяких етапах онтогенезу рослинної клітини дія екзогенних факторів призводить до зміни факторів саморегуляції. Це, в свою чергу, призводить до структурної та метаболічної перебудови, зміни фізіологічного стану клітин і, як результат, — стимуляції росту і розвитку рослин [6]. Одним з таких екзогенних факторів є оптичне випромінювання — світло. Світло — є матеріальною та енергетичною базою для реалізації генетичних програм автотрофної рослини, виступає як зовнішній сигнал, за рахунок якого здійснюється взаємодія геному з навколишнім середовищем [11].

Монохроматичним оптичним випромінюванням через фоторегуляторні низькоенергетичні реакції, що збуджуються іншими, ніж хлорофіл, пігментами, контролюється індивідуальний розвиток рослини. Один з них — фітохром, що поглинає світло в червоній області оптичного спектрального діапазону. Фітохром може існувати в двох формах, які відповідають за поглинання біологічно активного світла при 660 і 730 нм, а їх взаємоперетворення ініціює подальший ланцюг подій [2, 3, 7].

Одним з важливих і складних етапів в онтогенезі рослин є проростання насіння. Цей період характеризується мобілізацією запасних живильних речовин і особливо інтенсивним обміном, у результаті якого значно зростає активність окислювально-відновних і гідролітичних ферментів і зменшується вміст запасних речовин [10].

**Метою** роботи є дослідження залежності протеолізу в проростаючому насінні різних сортів ячменю від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням червоного діапазону спектра.

### Матеріали і методика

У якості об'єктів дослідження були використані два сорти дворядного ярого пивоварного ячменю (*Hordeum vulgare* L.): Анабель і Пасадена. Оригігатор сорту Анабель — Saaden Union (Німеччина), оригігатор сорту Пасадена — LP (Німеччина).

Насіння ячменю перед обробкою замочували в дистильованій воді протягом 2-х годин та поміщали в ростильні на ложе з фільтрувального паперу. У кожен ростильню поміщали по 50 г насіння. Повторність 4-х кратна. Ростильні поміщали в термостат (BT-120) при  $t$  25°C на 6 діб. Для аналізу брали початкову пробу рослин (4-х денні), а потім 7-ми денні. Опромінювали проростки на 4-у добу протягом 10 хви-

лин червоним світлом (ЧС),  $\lambda = 660$  нм, а також далеким червоним світлом (ДЧС),  $\lambda = 730$  нм. Для цього ростильні з насінням поміщали в камеру розміром 22 см  $\times$  30 см  $\times$  24 см, внутрішня поверхня якої представляє собою світловідбиваючу поверхню. В якості відбивача використовували алюмінієву фольгу товщиною 10 мкм. Джерело світла — фотонна матриця (загальна потужність світлового потоку  $P = 120$  мВт), яка складається з 24 світлодіодів та розташовується в верхній частині над ростильнею. Експозиція обробки — 10 хвилин. Пророщування проводили в термостаті (ВТ-120) при  $t = 22 - 24^\circ\text{C}$ . Для контролю використовували неопромінені проростки.

У зародку визначали вміст білка, а також протеолітичну активність. Протеолітичну активність встановлювали за швидкістю автолізу (за зростанням амінного азоту). Білок визначали за методом Лоурі [8].

Результати оброблені статистично [1]. На рисунках представлені середні за чотири повторами значення показників та помилки вибіркового середнього.

### Результати та обговорення

Результати досліджень показали, що у сорту Анабель (рис. 1), активність протеаз у неопромінену насінні, а також при опроміненні його ЧС на четверту добу була однаковою, а при опроміненні ДЧС — нижче, ніж в інших варіантах дослідження. На сьому добу проростання активність протеаз підвищилася в контролі та при дії ЧС, але не змінилася під впливом ДЧС. Активність ферментів на сьому добу проростання була дуже високою в насінні, опромінену ЧС, а найбільш низькою в насінні, опромінену ДЧС.

Вміст білка (рис. 2) на четверту добу проростання був однаковим у всіх варіантах дослідження. На сьому добу в неопромінену і опромінену насінні вміст білка знижується порівняно з даними на четверту добу проростання. Це пов'язано, ймовірно, з розщепленням запасного білка для забезпечення формування проростка в процесі проростання. На сьому добу вміст білка в зародку насіння був дещо нижче при опроміненні ЧС, чим вміст в неопромінену насінні і при опроміненні ДЧС. У останніх двох варіантах вміст білка був однаковим. Таким чином, ЧС найбільш стимулює розпад білка в процесі росту проростку.

Таким чином, одержані дані дають підставу констатувати, що монохроматичне оптичне

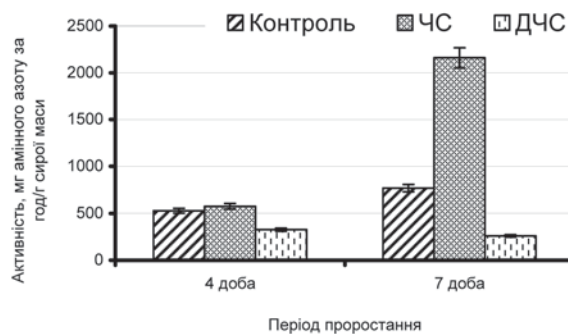


Рис. 1. Активність протеаз у зародку насіння сорту Анабель залежно від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням різного спектрального діапазону.

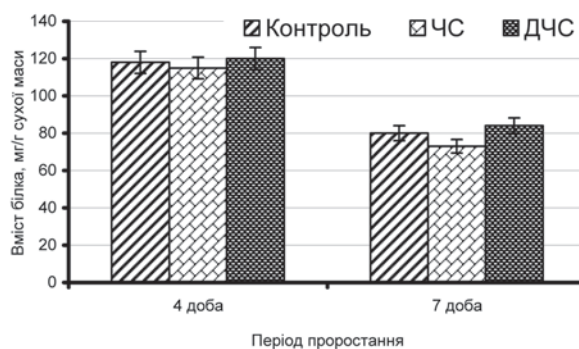


Рис. 2. Вміст білка у зародку насіння сорту Анабель залежно від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням різного спектрального діапазону.

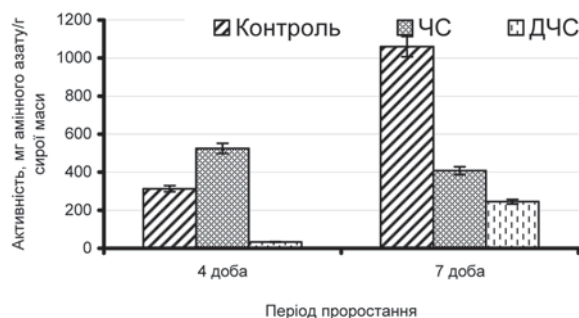


Рис. 3. Активність протеаз у зародку насіння сорту Пасадена залежно від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням різного спектрального діапазону.

випромінювання червоного діапазону спектра обумовлює посилення гідролітичного розпаду білка в насінні сорту Анабель. Найбільшою мірою це виявляється при опроміненні ЧС.

Вивчення активності протеолітичних ферментів у насінні сорту Пасадена (рис. 3) показало, що на четверту добу проростання вона при опроміненні ЧС була істотним чином вище, а при опроміненні ДЧС — суттєво нижче,

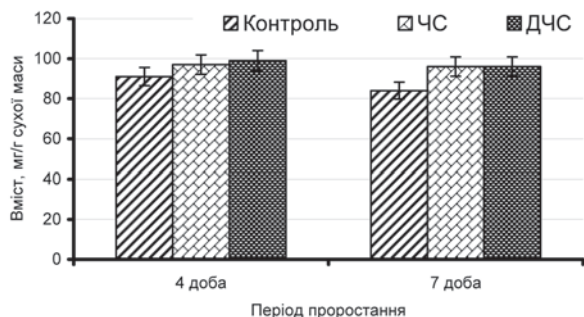


Рис. 4. Вміст білка у зародку насіння сорту Пасадена залежно від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням різного спектрального діапазону.

ніж в неопромінену насінні. На сьому добу проростання активність ферментів в опромінену насінні була значно нижчою, ніж в неопромінену. Опромінювання ДЧС пригнічувало активність протеаз, порівняно з активністю в інших варіантах дослідю.

Визначення вмісту білка в насінні сорту Пасадена (рис. 4) показало, що в неопромінену насінні і при опромінюванні ЧС і ДЧС воно було однаковим. На сьому добу проростання вміст білка в насінні варіантів дослідю знижувався порівняно з вмістом на четверту добу проростання. Найбільш низький вміст білка був в неопромінену насінні. У варіантах з опромінюванням воно було практично однаковим.

Таким чином, можливо зробити припущення, що активність протеаз в насінні сорту Пасадена також, як і у сорті Анабель (рис. 1, 2), знаходиться в залежності від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням червоного діапазону спектра, що активує фітохромну систему. Найбільшою мірою на гідролітичний розпад білка впливає опромінювання ДЧС (рис. 3). Вміст білка в насінні сорту Пасадена при опромінюванні змінюється не суттєво (рис. 4).

Виявлену в наших дослідях залежність протеолізу в насінні ячменю від обробки монохроматичним оптичним випромінюванням червоного діапазону ми пояснюємо наступним. Відомо, що стимулюючий ефект від опромінення насіння виникає в результаті дії на оболонку мембрани, завдяки чому активізується ряд ферментів, посилюються окисні ферментативні процеси, починається більш швидка мобілізація поживних речовин насіння, посилюється гідроліз складних запасних речовин ендосперму до більш простих, легкозасвоюваних зародком та проростком [9].

Разом з тим, спостерігається сортоспецифічність за вмістом білка та активністю протеаз. Сорт в межах виду — це генотип зі специфічним типом метаболізму. Саме завдяки генотиповій специфічності можлива індивідуальність сорту і виду, яка проявляється на морфологічному та метаболічному рівнях. Для генотипу на рівні сорту чи виду характерний специфічний метаболізм, який і визначає якісний і кількісний склад продуктів життєдіяльності на біохімічному рівні. Вірогідно, що саме цим і обумовлена різниця у отриманих результатах досліджених сортів [4, 5].

### Література

1. Атраментова Л. О. Статистичні методи в біології / Атраментова Л. О., Утевська О. М. — Горлівка: «Видавництво Ліхтар», 2008. — 248 с.
2. Волотовский И. Д. Фитохром — регуляторный фоторецептор растений. — М.: Наука і техніка, 1992. — 168 с.
3. Воскресенская Н. П. Фоторегуляторные реакции и активность фотосинтетического аппарата. // Физиология растений. — 1987. — Т. 34, вып. 4., М.: «Наука», — С. 669–683.
4. Драгавцев В. А. Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству: Метод. Рекомендации (новые подходы). — Спб., 1997. — 50 с.
5. Драгавцев В. А. Некоторые фундаментальные подходы в экологической генетике растений // Сельскохозяйственная биология. — 2000. — № 1. — С. 34.
6. Калинин Ф. Л. Теоретические основы управления ростом, развитием и продуктивностью растений эндогенными регуляторами роста // Физиология и биохимия культ. растений. — 1986. — Т. 18, № 6. — С. 537–555.
7. Кулаева О. Н. Как свет регулирует жизнь растений // Соревский образовательный журнал. — 2001. — Т. 7, № 1 — С. 6–12.
8. Методы биохимического исследования растений/под ред. А. И. Ермакова. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. — 430 с.
9. Светоимпульсная стимуляция растений. Под ред. А. А. Шахова. «Наука», 1971г.
10. Овчаров К. Е. Витамины растений. М.: Колос, 1964. — 250 с.
11. Якушенкова Т. П. Свет различного спектрального состава и резистентность проростков

яровой пшеницы при действии супероптимальной температуры // Якушенкова Т. П., Лосева Н. Л., Альбьев А. Ю. // Вестник Башкирского университета. — 2001. — №2 (1). — С.94–96.

12. Friend D.J.C. Interaction of red and far-red radiation with the vernalization process in winter rye. — Plant research institute, Canadian department of Agriculture, Ottawa, Canada, 1994. — 134 p.

**ПРОТЕОЛИЗ РАЗНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ СЕМЯН  
МОНОХРОМАТИЧЕСКИМ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ  
КРАСНОГО ДИАПАЗОНА СПЕКТРА**

*Панкова О.В.*

*Харьковский национальный аграрный университет имени В.В.Докучаева*

*В статье приведены результаты изучения протеолиза и содержания белка в прорастающих семенах разных сортов ячменя в зависимости от его обработки монохроматическим оптическим излучением красного диапазона спектра (660 нм, 730 нм), который активизирует фитохромную систему. Полученные результаты дают основание предположить, что гидролитический распад запасного белка находится под влиянием фитохромной системы, которая активизирует белковый обмен в прорастающих семенах. Вместе с тем, наблюдается разница в содержании белка и активности протеаз под воздействием обработки семян изучаемых сортов, которая говорит о сортоспецифичности исследуемых процессов.*

**Ключевые слова:** *ячмень, монохроматическое оптическое излучение, фитохром, фотоморфогенез, КС (красный свет), ДКС (дальний красный свет), протеолиз, содержание белка, гидролитический распад веществ.*

**PROTEOLYSIS OF DIFFERENT SORTS OF BARLEY IN DEPENDENCE ON TREATMENT  
OF SEEDS BY MONOCHROMATIC OPTICAL RADIATION  
OF RED RANGE OF SPECTRUM**

*Pankova O.V.*

*The article studies maintenance of albumen and proteolysis in the germinating seed of different sorts of barley depending on treatment by monochromatic optical radiation of red range (660 nm, 730 nm) which activates the system of phytochrom. The got results ground to suppose that hydrolysis disintegration of spare albumen is under influence of the phytochrom system which activates a proteometabolism in germinating seed. At the same time, there is a difference in maintenance of albumen and activity of proteases under act of treatment of seeds of the studied sorts, which talks about specificity of sorts of the investigated processes.*

**Keywords:** *barley, monochromatic optical radiation, phytochrome, photomorphogenesis, RL (red light), DRL (distant red light), proteolysis, maintenance of albumen, hydrolysis disintegration of substances.*