

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ МЕТОДИКА ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН

Панкова О.В.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

В статье приведены результаты экспериментов по изучению влияния обработки семян оптическим излучением красного диапазона на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, динамику сухой массы эндоспермов и проростков, содержание крахмала и моносахаридов в прорастающих семенах ячменя. Установлено, что облучение оптическим диапазоном вызывает не только быстрый ответ, но и пролонгированное действие на физиологические и биохимические процессы в растениях.

*Исследования, проведенные на семенах ячменя (*Hordeum vulgare L.*) сорта «Джерело», обоснованные четырехкратным повторением опыта, состояли в предварительном замачивании семян в дистиллированной воде и последующей обработки семенного материала оптическим излучением красного диапазона при оптимальной температуре прорастания. Анализ полученных результатов показал, что оптическое излучение красного диапазона активизирует процесс прорастания семян, а именно повышает энергию прорастания на 27%, при этом лабораторная всхожесть повышается на 16%. Данный процесс можно объяснить тем, что оптическое излучение красного диапазона активизирует систему фитохромов, что и приводит к прорастанию семян.*

Интенсивность роста оценивалась по показателю сухой массы эндосперма и проростков. В ходе эксперимента наблюдалось уменьшение массы эндоспермов, что свидетельствует о более интенсивном использовании запасных питательных веществ проростками, и увеличение массы последних.

Сделанные выводы подтверждаются и в ходе определения содержания крахмала. Увеличивается содержание продуктов гидролиза крахмала, моносахаридов, начиная с 3-го дня прорастания, Это свидетельствует об активизации амилолитических ферментов. Таким образом, облучение семян оптическим излучением красного диапазона может рассматриваться как наиболее экологически безопасный и малозатратный метод предпосевной обработки семенного материала с целью активации биохимических процессов в растениях. В частности, его применение оправданно для обработки семенного материала с целью повышения всхожести, в том числе при размножении растений природной флоры, которая требует охраны и восстановления.

Ключевые слова: *фитохром, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, проростки, крахмал, моносахариды.*

Проблема обеспечения продуктами питания в мире в последнее время становится все более острой. Экономический бум в государствах Азии, с одной стороны, и уменьшение площади земельных угодий, пригодных для возделывания продуктов растениеводства, с другой стороны, вынуждают искать пути повышения урожайности растений. В связи с этим, в современном сельском хозяйстве актуальным направлением исследований является обработка семян и растений с целью активации их роста и развития, а значит, и повышения урожайности и устойчивости растительного организма к заболеваниям и вредителям [1]. Известно множество различных физических методов, которые используются в растениеводстве [2-5]. Среди различных методов активации физиолого-биохимических процессов в растениях наиболее экологически безопасным и малозатратным является световая активация растений, т.е. фоторегуляция [6].

Большое значение для фоторегуляции имеет спектр оптического излучения. Учеными проведены экспериментальные исследования устанавливающие, что при обработке семян овощных и зерновых культур наибольшей физиологической активностью обладает излучение, находящееся в красной области спектра: 630-660 нм [7-13]. Регуляция роста и развития растений красным светом осуществляется фоторецептором, который называется фитохром. Он существует в двух взаимопревращающихся формах. Известно, что фитохром является рецептором, регулирующим жизненно важные биохимические и физиологические процессы (активирует прорастание семян, деэтиоляцию при появлении проростка над поверхностью почвы, формирование фотосинтетического аппарата, фотопериодизм, индукцию цветения, распад запасных углеводов, жиров и белков, стимулирует деление клеток, влияет на биосинтез ДНК, РНК, белка, хлорофилла, каротиноидов и др., а также на активность значительного количества ферментов). Полученные показатели стимуляции прорастания семян, обработанных красным светом, позволяют сделать вывод, что предложенное экзогенное действие физического происхождения можно использовать для обработки семенного материала с целью повышения его всхожести при размножении растений природной флоры для решения вопросов сохранения природных ресурсов.

В задачу исследований входило изучение влияния монохроматического оптического излучения красного диапазона на физиологические и биохимические процессы в растениях на примере ячменя сорта «Джерело» с целью предпосевной подготовки семян. Семена ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта «Джерело» перед обработкой замачивали в дистиллированной воде в течение 2 ч и помещали в растильни на ложе из фильтровальной бумаги, в каждую помещали по 100 семян. Повторяемость опыта 4-кратная. Растильни с семенами помещали в камеру размером 0,22x0,3x0,24 м, внутренняя поверхность которой имеет светоотражающую поверхность. В качестве отражателя использовали алюминиевую фольгу толщиной 10 мкм. Источник света - фотонная матрица ($\lambda=660$ нм, $P = 120$ мВт, $D = 11$ Дж/см²), состоящая из 24 светодиодов, располагалась в верхней части над растильней. Экспозиция обработки – 10 мин. Проращивание производили в термостате ВТ-120 при

температуре 22-24°C. Энергию прорастания семян определяли в соответствии со стандартом (ГОСТ 12038—66) [14].

Для определения сухой массы пробы брали на 3-и, 4-е, 5-е и 6-е сутки (по 100 семян на повторность), отделяя эндосперм от проростка и раскладывая отдельно в бумажные пакеты. Растительный материал фиксировали при 105°C в течение 30 мин для предотвращения деятельности ферментов и высушивали при 60°C до постоянного веса в течение 2 суток в сушильном шкафу 2В-151. Сухой растительный материал взвешивали на аналитических весах.

Содержание моносахаридов в эндосперме проростков определяли на 3-и, 4-е, 5-е и 6-е сутки проращивания методом, основанным на восстановлении редуцирующими сахарами раствора феррицианида в условиях щелочной среды при нагревании. Крахмал определяли по методу Х.Н.Починка [15]. Плотность окраски определяли на ФЭКе (КФК-2) с красным светофильтром (630 нм)..

Анализ полученных результатов показал, что оптическое излучение красного диапазона активирует процесс прорастания семян, что приводит к повышению энергии прорастания на 27%, при этом лабораторная всхожесть повышается на 16% (рис. 1).

По-видимому, активизируются различные физиолого-биохимические процессы, способствующие прорастанию семян. Аналогичная точка зрения подтверждена результатами других исследователей. Так, например, В.В. Полевой указывает, что действие излучения опосредовано гормональным балансом в тканях растения. Как известно, гиббереллины (ГА) стимулируют рост гипокотилия, а цитокинин активирует рост семядолей. Оптическое излучение красного диапазона способствует увеличению содержания ГА и цитокининов в тканях, что приводит к прорастанию семян [16].

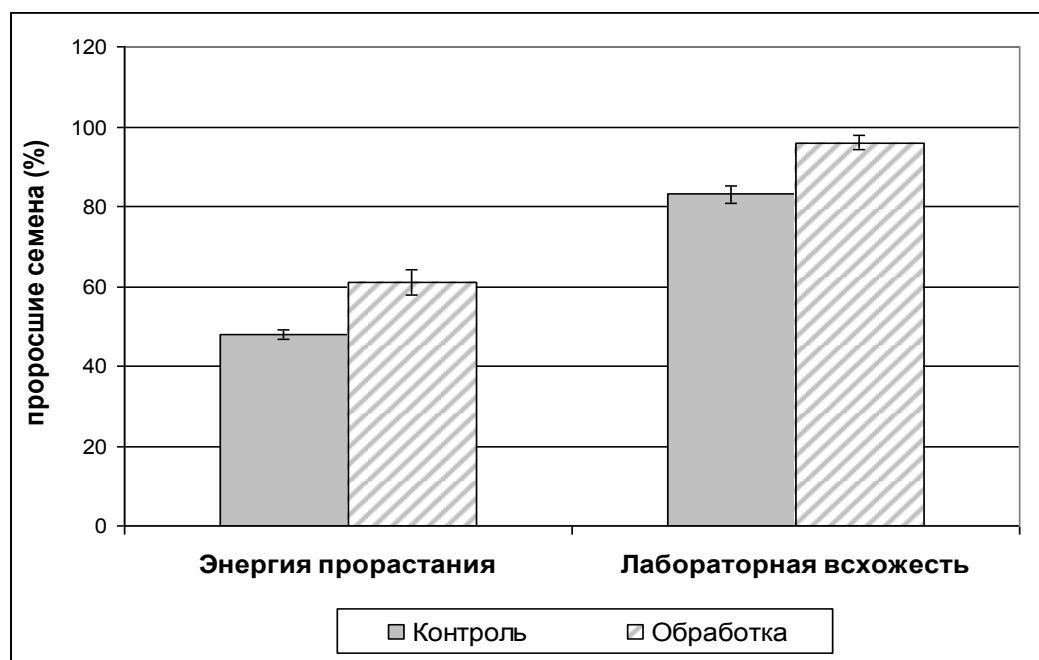


Рисунок 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян

Рост проростков - интегральный процесс и один из основных потребителей вещества и энергии. Рост проростка, прежде всего, оценивается по показателю сухой массы различных его частей, и предпосевная обработка сказывается на ее изменении. В ходе эксперимента наблюдалось уменьшение массы эндоспермов (рис. 2), что свидетельствует об использовании запасных питательных веществ на рост проростков, на что указывает увеличение массы последних (рис. 3).

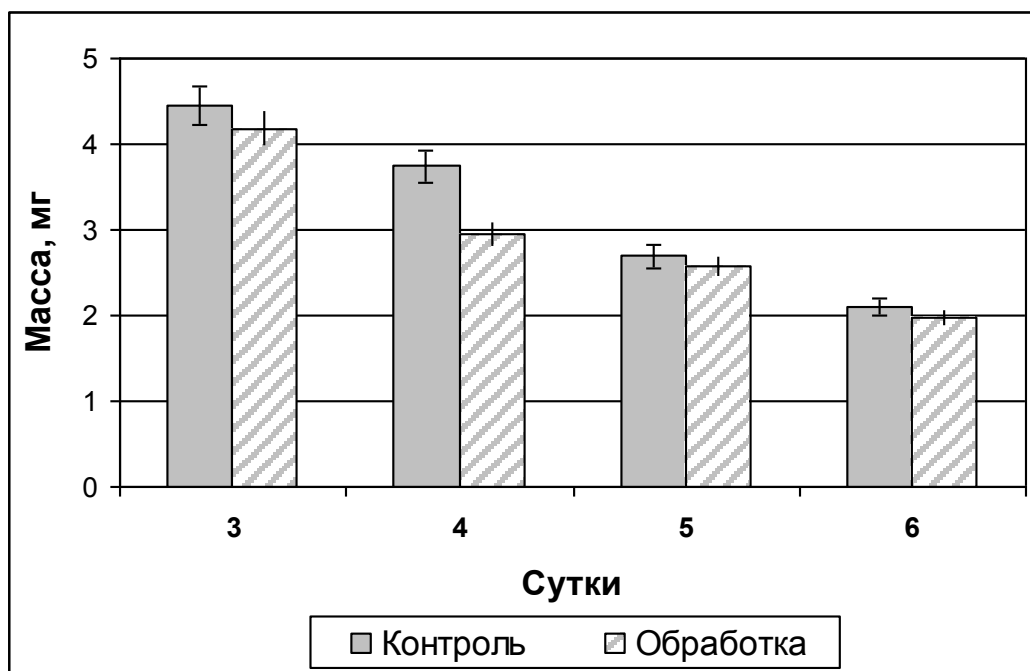


Рисунок 2 – Динамика изменения сухой массы эндоспермов ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян

При этом, масса эндоспермов обработанных семян меньше, чем не обработанных, в среднем на 11%, а масса этих проростков больше на 12%. Таким образом, вероятно, активация фитохрома стимулирует гидролитический распад питательных веществ эндосперма и использование их растущим проростком.

Сделанные выводы подтверждаются и в ходе определения содержания крахмала (рис. 4). В обработанных семенах содержание крахмала на протяжении всего опыта ниже, чем в необработанных образцах (в среднем на 12%).

Как известно, продуктами гидролиза крахмала являются различные сахара, прежде всего моносахариды. На 3-е сутки проращивания количество моносахаридов в варианте обработки возрастает, превышая контроль (на 47%), далее разрыв между вариантами опыта сокращается, но, тем не менее, содержание моносахаридов в варианте обработки семян остается выше, чем в контрольном (рис.5). Вероятно, это свидетельствует об усилении образования моносахаридов вследствие действия оптического излучения красного диапазона на систему фитохромов, которые в свою очередь оказывают влияние на амилолитические ферменты.

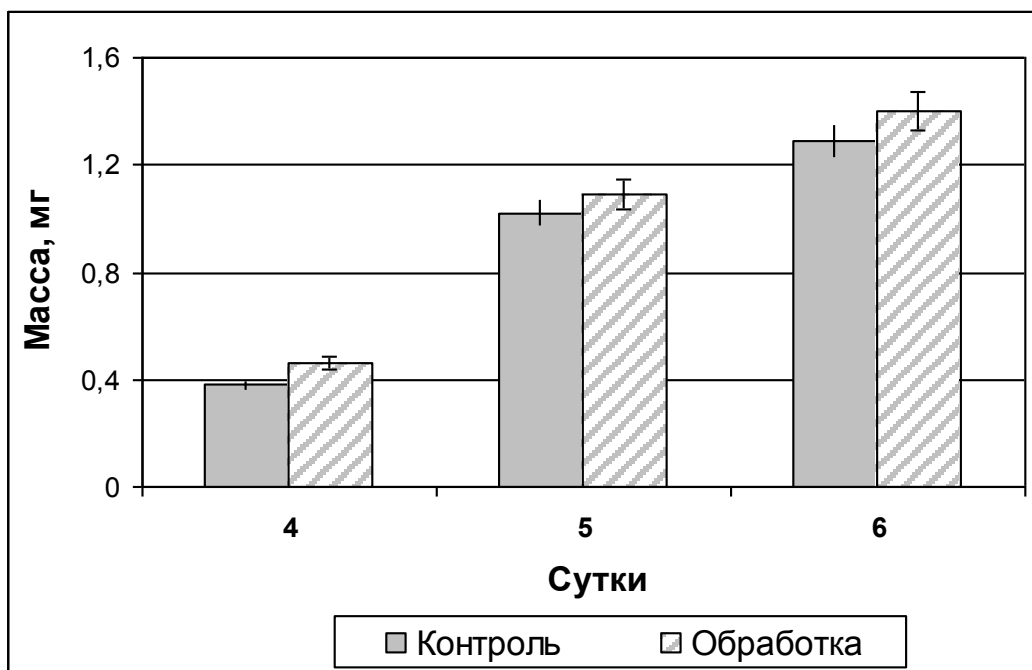


Рисунок 3 – Динамика изменения сухой массы проростков ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян

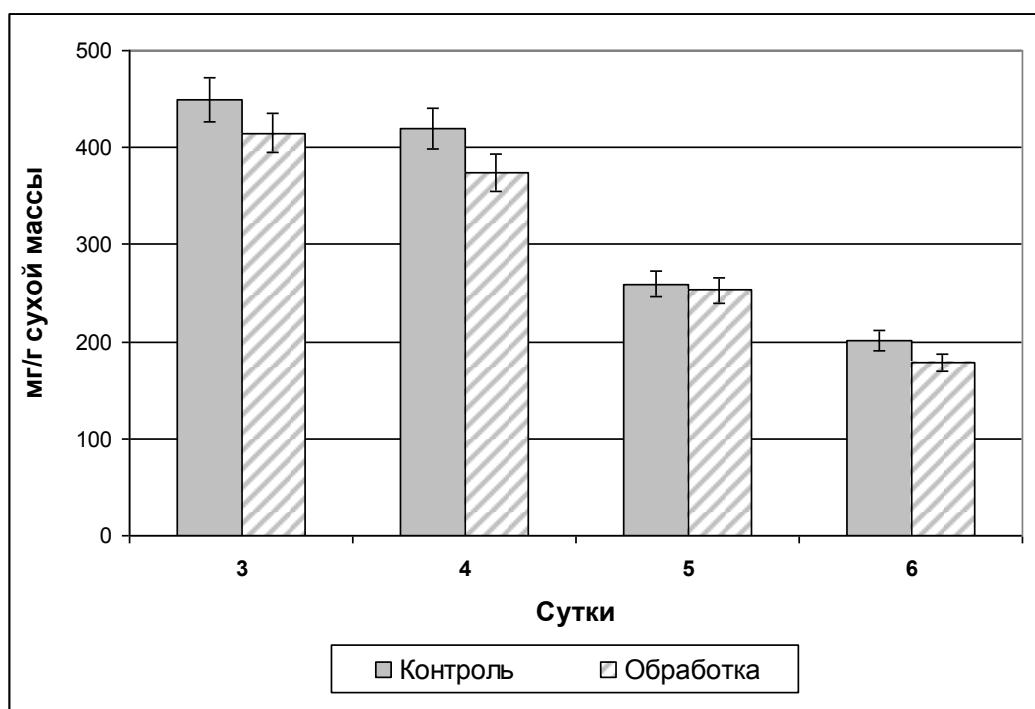


Рисунок 4 – Динамика содержания крахмала в эндосперме проростков ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян

Изложенные исследования подтверждаются и данными по изучению белкового обмена ячменя под действием оптического излучения красного диапазона [17].

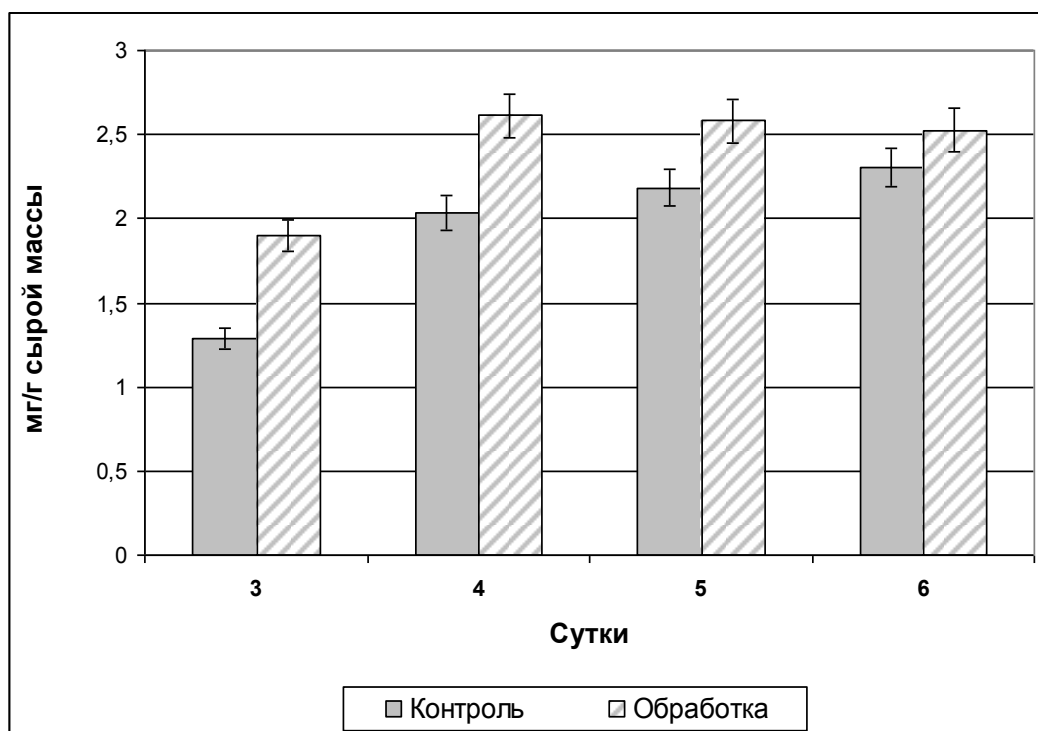


Рисунок 5 – Динамика содержания моносахаридов в эндосперме проростков ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян

Таким образом, в результате проведенной серии опытов экспериментально показано, что оптическое излучение красного диапазона ($\lambda=660$ нм) активизирует прорастание семян и ускоряет гидролитический распад запасных веществ вследствие стимуляции ферментативной активности. Это дает возможность говорить о том, что оптическое излучение красного диапазона приводит к повышению продуктивности растений.

Список використаних джерел

1. Крамона Ш. Сельское хозяйство Украины: кризис и восстановление / Под ред. Ш.Крамона. К.: КНЕУ, 2004. - 207 с. (Украина)
2. Бычкова З. Н. Особенности продукционного процесса растений в связи с предпосевной обработкой семян некоторыми физическими факторами. Тез. науч.-практ. конф. Географический анализ природных и социально-экономических образований. Рязань. Ч. 1-2. 1992. С. 161-164.
3. Панкова О. В. Індукована гамма-опроміненням мінливість пшениці у першому пострадіаційному поколінні / Панкова О. В. // Вісник Харківського національного аграрного університету – 2012. – Вип. 1 (25). – С. 96 – 99.
4. Панкова О.В. Схрещуваність різних видів злаків залежно від дії гамма-променів на материнську рослину / О.В. Панкова // Вісник Львівського національного університету ім. І. Франка. – 2011. – Вип. 57. – С. 236 - 241.
5. Панкова О.В. Особливості схрещування м'якої пшениці та жита залежно від дії різних доз гамма-променів / О.В. Панкова, В.К. Пузік // Селекція і насінництво: темат. наук. зб. – Х., 2013. – Вип. 102. – С. 99 -105.
6. Кулаева О.Н. Как свет регулирует жизнь растений. Соревский

- образовательный журнал. - 2001. - Т. 7, № 1, 6-12.
7. Щёголев А. С., Жмурко В. В. Влияние красного света на содержание углеводов в листьях томатов. «Вестник ХНУ им. В.Н.Каразина». - 2008. – С. 205-210
 8. Briggs W. R., Olney M. A. Photoreceptors in plant photomorphogenesis to date. Five phytochromes, two cryptochromes, one phototropin, and one superchrome. *Plant Physiology*. - 2001. - Vol. 125. 85–88.
 9. Волотовский И.Д. Фитохром – регуляторный фоторецептор растений. М.: Наука і техніка, 1992. 168 с.
 10. Harari-Steinberg O., Chamovitz D. A. Dissection of the light signal transduction pathways regulating the two early light-induced protein genes in *Arabidopsis*. *Plant Physiol*. 2001. - V. 127, N 3. 986-997
 11. Neff M. M., Fankhauser C., Chory J. Light: an indicator of time and place. *Genes and Develop*. 2000. - V. 14. 257-271.
 12. Peters J. L., Széll M., Kendrick R. E. The expression of light-regulated genes in the high-pigment-1 mutant of tomato. *Plant Physiol*. - 1998. - Vol.117. 797–807.
 13. Rieseberg L. H., Willis J. H. *Plant Speciation*. *Science*. 2007. - V. 317. 910—914.
 14. Фирсова М. К. Семенной контроль. 1969. - М.: Колос, 117-135.
 15. Тимошенко В.Ф., Жмурко. В.В. Методы анализа углеводов. Х.: ХНУ, 2000. - 30 с.
 16. Полевой В.В. Физиология роста и развития растений. Л.: изд. ЛГУ, 1991. - 240.
 17. Панкова О.В. Протеоліз різних сортів ячменю в залежності від обробки насіння монохроматичним оптичним випромінюванням червоного діапазону // Фотобіологія та фотомедицина – Харків: 2010, №3, 4. – С. 66 - 69.

Анотація

ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТА МЕТОДИКА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ

Панкова О.В.

У статті наведені результати експериментів з вивчення впливу обробки насіння оптичним випромінюванням червоного діапазону на енергію проростання і лабораторну схожість насіння, динаміку сухої маси ендосперми і проростків, вміст крохмалю і моносахаридів в проростають насінні ячменю. Встановлено, що опромінення оптичним діапазоном викликає не тільки швидку відповідь, але і пролонговану дію на фізіологічні та біохімічні процеси в рослинах.

*Дослідження, проведені на насінні ячменю (*Hordeum vulgare L.*) сорту «Джерело», обґрунтовані чотириразовим повторенням досвіду, склалися в попередньому замочуванні насіння в дистильованій воді і подальшої обробки насінневого матеріалу оптичним випромінюванням червоного діапазону при оптимальній температурі проростання. Аналіз отриманих результатів показав, що оптичне випромінювання червоного діапазону активує процес проростання насіння, а саме підвищує енергію проростання на 27%, при цьому лабораторна схожість підвищується на 16%. Даний процес можна пояснити тим, що оптичне випромінювання червоного діапазону активує систему фітохромів, що і призводить до проростання насіння.*

Інтенсивність зростання оцінювалася за показником сухої маси ендосперми і проростків. В ході експерименту спостерігалось зменшення маси ендосперми, що свідчить про більш інтенсивному використанні запасних поживних речовин проростками, і збільшення маси останніх.

Зроблені висновки підтверджуються і в ході визначення вмісту крохмалю. Збільшується вміст продуктів гідролізу крохмалю, моносахаридів, починаючи з 3-го дня проростання. Це свідчить про активізацію амілолітичних ферментів. Таким чином, опромінення насіння оптичним випромінюванням червоного діапазону може розглядатися як найбільш екологічно безпечний і з незначними витратами метод передпосівної обробки насінневого матеріалу з метою активації біохімічних процесів в рослинах. Зокрема, його застосування виправдане для обробки насінневого матеріалу з метою підвищення схожості, в тому числі при розмноженні рослин природної флори, яка вимагає охорони і відновлення.

Ключові слова: фітохром, енергія проростання, лабораторна схожість, проростки, крохмаль, моносахариди.

Abstract

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRE-SOWING PREPARATION OF SEEDS

O. Pankova

In the article, the results of experiments are given on the study of influence of seed treatment by optical radiation of a red range on germination energy and laboratory germination of seeds, dynamics of endosperm dry mass and sprouts, the starch content and monosaccharides content in endosperm of barley seeds.

The irradiation of the optical range causes not only a quick response but also a prolonged effect on the physiological and biochemical processes in plants.

*Studies were carried out on the barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) varieties of "Dzherelo". The experiment was conducted four times. The seeds were preliminary soaked in distilled water and then material was irradiated by optical red range at the optimum germination temperature. Analysis of the results has showed that the red band of optical radiation activates the process of germination, resulting in increased germination energy by 27%, the laboratory germination is increased by 16%.*

This process can be explained by the fact that the optical radiation of a red range increases the system of phytochroms, which leads to germination of seeds.

The growth of sprouts was estimated by means of the dry mass of their parts. The experiment has shown decreasing of the mass of endosperm. This indicates a more intensive using of spare nutrients by the sprouts, and increasing of the sprouts mass.

These conclusions are supported during the determination of the starch content. The hydrolysis products of starch, monosaccharides, increase its content, since the third day of germination. This indicates the activation of amylolytic enzymes.

Thus, the irradiation of the seeds by red range of optical radiation can be considered as the most cost-effective and environmentally safe method of activation of biochemical processes in plants. In particular, its application is relevant for the treatment of seed to improve the germination in reproduction of the natural flora, which requires the protection and restoration.

On the basic of the investigation we conclude that optical radiation of a red range activates of seeds germination and hydrolytic disassimilation.

Key words: phytochrome, energy of germination, laboratory germination, sprouts, starch, monosaccharides.