

УДК 577.1

**Е.Н.Симонова**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
ДКГИПТиБ (филиал) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет  
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»  
(344002, г.Ростов-на-Дону, пр.Семашко 55; email: e.n.simonova@mail.ru)

## **АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЕНАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ**

Рассмотрены закономерности проявления активности пероксидазы в процессе набухания и прорастания семян пшеницы и показателей перекисного окисления липидов в проростках пшеницы после облучения УФ- источником (ртутно-кварцевой лампой БНПО 2-30-001У3,5) с интенсивностью облучения  $30 \text{ Вт/м}^2$ , на расстоянии 25 см от семян. Этот фермент участвует в синтезе ауксина и этилена, в азотном обмене, ростовых и дыхательных процессах.

Из-за широкой субстратной специфичности действие фермента может проявляться аналогично свойствам оксидазы. Поэтому активность пероксидазы возрастает с увеличением дыхания семян при выходе их из состояния вынужденного покоя. Для определения активности пероксидазы в семенах пшеницы сорта Ростовчанка 5 в зависимости от времени набухания при  $5^\circ \text{ C}$  (1) и  $23^\circ \text{ C}$  (2) замачивание проводили в дистиллированной воде, предварительно облучив семена УФ-источником ртутно-кварцевой лампой БНПО 2-30-001У3,5).

Интенсивность протекания перекисного окисления липидов (ПОЛ) в различных органах может служить критерием оценки неспецифических адаптационных возможностей организма. Использование ультрафиолетовых источников света (ртутно-кварцевых ламп) для облучения, в качестве индукторов посевных качеств и биохимических свойств семян, повышает в них уровень ПОЛ и содержание антиоксидантов. В результате проведенных экспериментов установлено, что снижение активности пероксидазы сопровождается увеличением уровня ПОЛ. Выбранные режимы облучения в течение 5 и 60 минут в ходе эксперимента позволили установить, что именно вариант длительного УФ облучения семян ртутно-кварцевым источником УФ-излучения БНПО2-30-001У3,5 в течение 60 минут повышает их всхожесть на 12-15%.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, ферменты, пероксидаза, семенной материал, УФ-облучение.

**E.N. Simonova**, Candidate of Agricultural Sciences, docent,  
The affiliate (subsidiary) of FSBEI HE “Moscow state university of technologies and  
management named after K.G. Razumovsky  
(344002, Rostov-on-Don, Semashko Av., 55; email: e.n.simonova@mail.ru)

## **THE ACTIVITY OF PEROXIDASE AND LIPID PEROXIDATION IN GERMINATING SEEDS OF WINTER WHEAT AFTER UV- IRRADIATION**

The article considers the regularities of peroxidase activity in the processes of swelling and germination of wheat seeds and the indexes of lipid peroxidase in wheat germs irradiated by UV-source of mercury-quartz lamp BNPO 2-30-001U3.5 (with irradiation of 30 W/m<sup>2</sup>) at a distance of 25 cm from the seeds. This ferment participates in the synthesis of auxin and ethylene, in nitrogen metabolism, growth and respiratory processes of the seeds. Due to vast substrate specificity the ferment's activity is able to appear similarly to the properties of oxidase. Therefore the activity of peroxidase increases with the seed respiratory process during the germination stage. To evaluate the activity of peroxidase in the seeds of the wheat variety ‘Rostovchanka 5’ in dependence on the time of swelling at 5°C(1) and at 23°C(2), we carried out soaking of the seeds preliminary irradiated by UV-source of mercury-quartz lamp BNPO 2-30-001U3.5 in distilled water. The intensity of lipid peroxidation (LPO) in various organs can serve as a criterion for assessing the nonspecific adaptive capabilities of the organism. The use of ultraviolet light sources (mercury-quartz lamps) for irradiation, as inductors of planting qualities and biochemical properties of seeds, increases their level of LPO and the content of antioxidants. The conducted trials showed that the decrease of peroxidase activity was accompanied with the increase of LPO level. The selected irradiation regimes during 5 and 60 minutes allowed establishing that it was the long irradiation of seeds by UV-source of mercury-quartz lamp BNPO 2-30-001U3.5 during 60 minutes that increased seed germination on 12-15%.

**Keywords:** *winter wheat, ferments, peroxidase, seed material, UF-irradiation.*

**Введение.** Катализатором процессов окисления неорганических и органических соединений служит окислительно-восстановительный фермент пероксидаза.

Факторы физического, химического и биологического происхождения могут являться индукторами пероксидазы. Участие этого фермента доказано в образовании ауксина и этилена, в азотном обмене, ростовых и дыхательных процессах[1,2].

Процессы гидроксирования пролина, входящего в состав клеточных стенок, регуляции проницаемости клеточных мембран катализирует пероксидаза [3].

Критерием оценки неспецифических адаптационных возможностей организма является интенсивность протекания перекисного окисления липидов (ПОЛ) в различных органах. Использование ультрафиолетовых источников света (ртутно-кварцевых ламп) для облучения семян перед посевом повышает в них уровень ПОЛ и содержание антиоксидантов.

В результате, можно добиться увеличения ПОЛ в зародыше семян до 5,5 раз, эндосперме – до 4,9 раз, в щитке – до 2,5 раза. Антиоксидантная активность при этом увеличивалась в эндосперме в 1,5 раза, а в зародыше на 5- 8%. За счет активации компенсаторных механизмов, повышения содержания антиоксидантов продолжительное воздействие УФ-излучения на семенной материал, стимулирует повышение всхожести [5].

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования служили семена пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Ростовчанка 5. Исследования активности пероксидазы и интенсивности ПОЛ после УФ-облучения семян пшеницы проводили в период 2015-2016 гг.

Показатели влажности и всхожести семян определяли согласно методике ГОСТа: всхожесть – ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести»; влажность – ГОСТ 12041-82 «Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности».

Общую активность пероксидазы (ОАП) определяли по методу Бояркина, основанного на способности бензидина окисляться перекисью водорода при участии пероксидазы [4].

Растительный материал массой 0,2г растирали в ступке с ацетатным буфером pH 4,7, после чего переносили в мерную колбу емкостью 50 мл. По прошествии 10 минут настаивали с помешиванием, пероксидаза при этом переходила в раствор, вытяжку подвергали центрифугированию при 3000 об/мин 10 минут. Определение активности фермента проводили в надосадочной жидкости, измеряя на фотоэлектроколориметре (КФК-2) с использованием красного светофильтра при длине волны 590нм. Измерения вели в сравнении с контрольным вариантом, не содержащим перекись водорода. Активность фермента вычисляли по скорости реакции в относительных единицах и выражали на 1 г растительного материала.

Влияние УФ-облучения на прорастание семян пшеницы изучали, проращивая семена после УФ-облучения и замачивания в дистиллированной воде на 24 ч как контрольные, так и опытные, с последующим проращиванием в чашках Петри при 22° на свету, увлажняя их дистиллированной водой (10 мл на чашку Петри). В чашку Петри помещали по 100 зерен в четырех кратной повторности. С целью индуцирования

перекисного окисления липидов, семена с влажностью 5-6 % в чашках Петри облучали ртутно-кварцевой лампой БНПО2-30-001У3,5 с интенсивностью облучения 30 Вт/м<sup>2</sup>, на расстоянии 25 см от семян. На седьмые сутки прорастания определяли всхожесть семян. В каждую чашку Петри помещали по 100 зерен, в четырех кратной повторности.

**Результаты.** Цель исследования заключалась в изучении активности пероксидазы и интенсивности ПОЛ в процессе прорастания после УФ - облучения семян пшеницы.

Интенсивность аэробных метаболических процессов возрастает в процессе набухания и прорастания семян, благодаря пероксидазе, входящей в состав комплекса ферментов, катализирующих процессы окисления различных соединений.

Являясь показателем протекания аэробных метаболических процессов в семенах пероксидаза проявляет активность при их прорастании, снижение активности фермента служит критерием углубления покоя семян.

Воздействие низких положительных температур на семена во время их замачивания влечет активирование пероксидазы в прорастающих семенах и проростках пшеницы, что является подтверждением проявления реактивности проростков.

Изучение активности пероксидазы в динамике в набухающих семенах пшеницы в течение 24 часов при 5°С (1 вариант) и 23 °С (2 вариант) показало, что этот процесс сопровождается увеличением активности фермента. Активность пероксидазы в зародыше у семян 1 группы было выше в 1,5 раза. У этих же семян в процессе набухания повышается активность пероксидазы в эндосперме в 1,5 раза (см. таблицу).

1. Биохимические показатели частей зерновки пшеницы Ростовчанка 5 при разных температурах замачивания зерен и облучения ультрафиолетовым источником

Показатель	ОАП мкмоль/мин г сухой массы		ПОЛ нмоль/ г сухой массы	
	Температура, С			
	5	23	5	23
Целая зерновка	3,70	3,60	25,3	21,8
Зародыш	59,3	39,0	95,3	117,4
Эндосперм	0,42	0,28	19,6	20,7

Влияние низкой температуры (+5°С) во время набухания семян в течение 24 ч проявлялось в изменении уровня ПОЛ, и активности пероксидазы в проростках пшеницы в течение 3-5 суток прорастания, было установлено, что исследуемые параметры

находятся во взаимной зависимости, причем снижение активности пероксидазы сопровождается увеличением уровня ПОЛ.

Одним из факторов - индукторов всхожести семян, является УФ излучение. Малые дозы УФ-облучения инициируют эффект образования свободных радикалов, стимулирующих процессы прорастания семян пшеницы. В качестве вариантов проведенных исследований были выбраны режимы 5 и 60 минутного облучения ртутно-кварцевым источником УФ-излучения БНПО2-30-001У3,5 с интенсивностью облучения  $30 \text{ Вт/м}^2$  на прорастающие семена пшеницы сорта Ростовчанка 5.

Результаты проведенных экспериментов позволили установить, что вариант длительного УФ облучения семян ртутно –кварцевым источником УФ-излучения БНПО2-30-001У3,5 в течение 60 минут повышает их всхожесть на 12-15%.

### **Выводы**

В результате проведенных исследований было установлено, что

- при набухании и прорастании семян пшеницы активность пероксидазы в семенах и проростках возрастает;

-понижение активности пероксидазы сопровождается возрастанием уровня ПОЛ;

-всхожесть семян повышается на 12-15%. при длительном, в течение 60 минут, УФ облучении ртутно –кварцевым источником УФ-излучения БНПО2-30-001У3,5 .

### **Литература**

1. . Рубин, Б.А. Альтернативные пути биологического окисления / Б.А. Рубин, Л.Н. Логинова // Итоги науки и техники. Биологическая химия.– М.:ВИНИТИ, – 1973.–Т. 6.– С. 1-196.

2. Сергеева, М.И. Изменение в ИУК-оксидазной активности в табаке *Trapeson* при переходе к цветению /М.И. Сергеева // Физиология растений. – 1987. – Т. 34. – № 2. – С. 329-334.

3. Рубин, Б.А. Об участии пероксидазы в окислительных превращениях НАДФ •  $\text{H}_2$  / Б.А. Рубин, Л.А. Воронков, Г.И. Капустина // Биохимия. —1968.–Т. 33.– Вып. 1.– С. 121-125.

4. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков. – Ленинград: Агропромиздат, 1987. –430 с.

5. Рогожин, В.В. Влияние ультрафиолетового облучения семян на процессы перекисного окисления липидов в проростках пшеницы / В.В. Рогожин, Т.Т. Курилюк // Биохимия. – 1996.– Т.61.– № 8.– С. 1432-1439.

### **Literature**

1. Rubin, B.A. Alternative ways of biological oxidation / B.A. Rubin, L.N. Loginova // Results of science and technologies. Biological chemistry. – M.: VISITI.– 1973.– T. 6.– C. 1-196.
2. Sergeeva, M.I. Change in IAA-oxidase activity in tobacco *Trapeson* in the transition to flowering / M.I. Sergeeva // Plant physiology.– 1987. – V. 34. – № 2. – PP. 329-334.
3. Rubin, B.A. On the participation of peroxidase in oxidative transformations of  $\text{NADP} \cdot \text{H}_2$  / B.A. Rubin, L.A. Voronkov, G.I. Kapustina // Biochemistry. –1968.–V. 33.–Iss.1.– PP. 121-125.
4. Ermakov, A.I. Methods of biochemical research of plants / A.I. Ermakov. – Leningrad: Agropromizdat, 1987. – P. 430.
5. Rogozhin, V.V., Kurilyuk T.T. Influence of ultraviolet irradiation of seeds on processes of lipid peroxidation in sprouts of wheat // Biochemistry. –1996.– V.61.– № 8.– PP. 1432-1439.