

УДК 58.037 + 633.854.78

ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ МАГНИТОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

Путько В.Ф., доктор технических наук, профессор,
(846) 262-41-12, v.putko@samgups.ru
ФГБОУ ВО Самарский ГУПС

Федорова И.Л., кандидат химических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-16, irinalfedorova@yandex.ru

Решетникова С.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-16, reset-69@mail.ru

Сергаченко С.Н., кандидат биологических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-16, ssergatenko@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: подсолнечник, обработка семян, магнитная обработка семян, озонирование семян, каталаза, липаза.

Работа посвящена изучению экспериментальных данных по обработке семян подсолнечника установкой комбинированного действия с одновременным воздействием физических факторов магнитного поля и озонирования на базе плазменного разряда. Исследовалось влияние обработки на посевные качества семян и активность ферментов при прорастании. Было установлено стимулирующее действие обработки на посевные качества семян подсолнечника. Набухающие семена после физического воздействия имеют более высокую активность ферментов каталазы и липазы.

Введение. Подсолнечник является одним из основных источников получения растительного масла для населения. Кроме того, это важная техническая культура, отходы переработки подсолнечника используются в кормовых целях. При возделывании подсолнечника по массовой технологии в настоящее время используется множество пестицидов, которые могут негативно действовать на почву и семена.

Одной из альтернатив использованию пестицидов может стать применение физических воздействий для обработки семян. С середины XX века были испытаны способы разнообразных физических воздействий на семена и растения, среди них воздействие магнитным полем, лазером, плазмой, ионизирующей радиацией. В тщательно подобранной дозе эти воздействия, как правило, отмечали положительный эффект на посевные качества семян и последующий рост растений. [1,2]. Эффект от применения физических воздействий на растения, по мнению А.М. Кузина, действуют подобно обрезке. Под действием физических факторов в семенах появляются в том числе активные молекулы – свободные радикалы, которые способствуют активизации ферментных систем [3]. Возросший интерес к использованию физических воздействий на семена обусловлен тем, что это позволит снизить пестицидную нагрузку и в перспективе получить экологически чистую продукцию [4,5].

Материалы и методы. Объектом изучения стали семена подсолнечника сорта Лимагрейн 59580, предварительно обработанные препаратами Апрон XL и Кипер КС в рекомендованной производителем дозе. Семена были облучены установкой магнитоплазменной обработки (УМПО), которая включает в себя мощный магнитный индуктор, создающий градиентное магнитное поле с регулируемым уровнем магнитной индукции от 100 до 500 Гс (0,01 - 0,05 Тл), а также электрический диффузный разряд, излучающий ультрафиолет с длиной волны $\lambda = 248-577$ нм. Под действием ультрафиолетового излучения в воздухе образуется озон. При обработке семена пропускаются через центральный канал диаметром 10 см, попадают в зону воздействия градиентного магнитного поля ультрафиолетового излучения и высокой концентрации озона (100 ПДК) 16 мг/м^3 [6].

Магнитное поле оказывает возбуждающее воздействие на зародыши семян и подавляет личинки насекомых. Ультрафиолет уничтожает бактерии на поверхности семян и разлагает консервирующие элементы в оболочке. Озон оказывает общее обеззараживающее бактерицидное действие.

Магнитоплазменная установка защищена тремя патентами Российской Федерации: № 2051 551, № 118161, № 117247 под названием «Устройство для предпосевной обработки семян».

Производительность установки от 2 до 5 тонн семян в час.
Питание от сети 220 В, потребляемый ток 5 А.

Габаритные размеры 200 x 200 x 1100 мм. Вес – 30 кг.

Установка совместима со шнековым транспортером зерна.

Семена были обработаны в следующих вариантах воздействия:

1. Контроль, без обработки;
2. УМПО, $V=200$ Гс ($I= 3A$), однократная обработка;
3. УМПО, $V=300$ Гс ($I= 4A$), однократная обработка.

После обработки семена прошли период «отлёжки» по инструкции к УМПО в течение 6 дней. Изучение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян проводилось на 3-й и 5-й день соответственно

Активность фермента каталазы в прорастающих семенах определялись в семенах методом титрования.

Активность кислых и щелочных липаз определялась по Третьякову [7]. Расчет активности липаз делали по формуле

$$AL = (aT - bT) / H,$$

где a и b – количество 0,1 н спиртового раствора NaOH, затраченного на титрование опытного и контрольного образца, мл; T – поправка к титру 0,1 н раствора NaOH; H – масса навески семян в гр.

Результаты исследований. Испытание энергии прорастания и лабораторной всхожести семян показали, что семена, обработанные прибором УМПО дозой $V=200$ Гс ($I= 3A$), имеют результаты прорастания на уровне контроля, на пятый день есть небольшое преимущество в 1,5% (табл.1). На семенах, обработанные УМПО магнетоплазменным облучением в большей дозировке $V=300$ Гс ($I= 4A$), имеет место стимулирующий эффект, энергия прорастания семян увеличилась на 6,25%, лабораторная всхожесть семян на 5,5% по сравнению с контролем.

Таблица 1 - Посевные качества семян подсолнечника

№ п/п	Вариант опыта	Энергия прорастания, % 3-й день	Лабораторная всхожесть, % 5-й день
1.	Контроль	64,50	85,00
2.	УМПО, $V=200$ Гс ($I= 3A$)	63,25	86,50
3.	УМПО, $V=300$ Гс ($I= 4A$)	70,75	90,50

В набухающих и прорастающих семенах, как правило, увеличивается активность окислительно-восстановительных ферментов, участвующих в энергетическом обмене, в том числе фермента каталазы. В наших опытах активность каталазы растёт с 1-го по 3-й день измерения (табл.2). В семенах, подвергнутых физическому воздействию, активность каталазы выше, чем в контроле. Вариант с обработкой УМПО в дозе В=300 Гс (I= 4А), имеет более высокую активность каталазы в 1-й и 2-й день измерения, далее активность каталазы у обработанных вариантов между собой выравнивается, но превышает контроль.

Таблица 2 – Активность фермента каталазы (в мкмоль Н₂О₂, разложившейся за 1 мин на 1 г сухого вещества семян)

№ п/п	Вариант опыта	1 день (24 часа)	2 день (48 часов)	3 день (72 часа)
1.	Контроль	2,9	11,2	13,6
2.	УМПО, В=200 Гс (I= 3А),	4,9	11,7	14,6
3.	УМПО, В=300 Гс (I= 4А)	5,5	13,6	14,6

В прорастающих семенах запасные вещества подвергаются активному гидролизу. В семенах масличных культур большая часть запасных веществ представлена жирами, в расщеплении которых участвуют ферменты липазы. Липаза (стеапсин, трибутираза, липаза триглицеридов, КФ 3.1.1.3) это фермент, катализирующий гидролитическое расщепление сложных эфиров триацилглицеринов до глицерина и жирных кислот [8]. В сухих покоящихся семенах ферменты находятся в латентном, неактивном состоянии, при набухании семян они активируются.

Определение активности липаз в наших исследования показало, что их активность за три дня наблюдений возрастает, как кислой, так и щелочной (табл.3). Опытные варианты имеют активность липаз выше контрольной в первые сутки. На 2 и 3 сутки показатели кислой липазы в целом равны контролю, а показатели щелочной липазы несколько ниже контроля.

Таблица 3 – Активность липаз в семенах подсолнечника (в мл 0,1 н NaOH, пошедших на нейтрализацию жирных кислот, образовавшихся в результате действия липаз на 1 г сухих семян)

№ п/п	Вариант опыта	Время	Кислая липаза	Щелочная липаза	Общая активность липаз
1.	Контроль	24 часа	4,7	3,4	8,1
		48 часов	8,6	7,6	16,2
		72 часа	9,6	9,3	18,9
		среднее	7,6	6,8	14,4
2.	УМПО, В=200 Гс (I= 3А)	24 часа	6,0	4,5	10,5
		48 часов	8,6	6,9	15,5
		72 часа	9,6	9,4	19,0
		среднее	8,1	6,9	15,0
3.	УМПО, В=300 Гс (I= 4А)	24 часа	5,4	5,5	10,9
		48 часов	8,0	6,6	14,6
		72 часа	9,6	8,5	18,1
		среднее	7,7	6,9	14,6

Среднее арифметическое значение активности липаз за три дня показывает большее значение у обработанных физическими факторами вариантов. Суммарная общая активность липаз показывает более высокие значения первые 24 часа набухания, семена варианта УМПО В=200 Гс имеют активность на 29,6% выше контроля, а семена варианта УМПО В=300 Гс имеют на 34,6% большую активность кислой и щелочной липаз. На 2 и 3 сутки общая активность липаз снижается в основном за счет снижения активности щелочной липазы.

Закключение. Проведенные исследования показывают, что магнитоплазменная обработка семян подсолнечника прибором УМПО в дозе В=300 Гс (I= 4А) оказывает благоприятное воздействие, энергия прорастания увеличивается на 6,25%, всхожесть на 5,5%. Исследование активности ферментов в прорастающих семенах выявили увеличение активности каталазы, а также кислой и щелочной липаз. Особенно значительное увеличение активности ферментов имеет место первые 24 часа набухания, семена варианта УМПО В=200 Гс имеют суммарную активность липаз на 29,6% выше контроля, а семена варианта УМПО В=300 Гс имеют на 34,6% большую активность. Увеличение активности каталазы по сравнению с контролем отмечается также на 2-е и 3-и сутки измерений. Обработка семян с помощью УМПО имеет перспективы для стимуляции начальных этапов онтогенеза растений.

Библиографический список:

1. Волхонов, М.С., Мамаева И.А., Беляков М.М. Классификация и определение эффективности известных способов предпосевной обработки семян // Вестник НГИЭИ. 2022. №8 (135). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-opredelenie-effektivnosti-izvestnyh-sposobov-predposevnoy-obrabotki-semyan> (дата обращения: 27.02.2023).

2. Решетникова, С.Н. Урожайность и качество яровой пшеницы в зависимости от ионизирующей радиации и микроэлементов в лесостепи Поволжья : специальность 06.01.07 "Защита растений" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / С. Н. Решетникова. – Пенза, 2002. – 22 с.

3. Кузин, А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. – М.: Наука, 1986. – 282 с.

4. Иваненко, В. В. Предпосевная электромагнитная обработка семян как один из наиболее безопасных и перспективных приёмов рационального природопользования / В. В. Иваненко, Е. А. Кравцов, А. А. Немыкин // Современные тенденции развития науки и технологий, Ставрополь, 04–08 апреля 2016 года. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2016. – С. 72-76.

5. Чайкин, Н.И. Предпосевная стимуляция семян электроозонированием / Н. И. Чайкин // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг., Волгоград, 03–05 февраля 2015 года / Главный редактор А.С. Овчинников. Том 2. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. – С. 408-411.

6. Установка магнитоплазменной обработки семян сельскохозяйственных культур «УМПО». Руководство по эксплуатации. - 19 с.

7. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

8. Грачева, Н.М. Технология ферментных препаратов / Н. М. Грачева, А. Ю. Кривова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Элевар, 2000. – 512 с.

CHANGES IN THE ACTIVITY OF ENZYMES IN SUNFLOWER SEEDS UNDER THE INFLUENCE OF MAGNETOPLASMIC TREATMENT

Putko V.F., Fedorova I.L., Reshetnikova S.N., Sergatenko S.N.

Key words: *sunflower, seed treatment, magnetic seed treatment, seed ozonation, catalase, lipase.*

The work is devoted to the study of experimental data on the treatment of sunflower seeds with a combined action unit with simultaneous exposure to physical factors of the magnetic field and ozonation based on a plasma discharge. The effect of the treatment on the sowing qualities of seeds and the activity of enzymes during germination was studied. The stimulating effect of the treatment on the sowing qualities of sunflower seeds was established. Swelling seeds after physical exposure have a higher activity of catalase and lipase enzymes.