

А.А. Акильдинова^{1,2}, Е.А. Үсенов^{1,2}, А.К. Бисенбаев³, М.Т. Габдуллин¹, М.Қ. Досболаев¹,
Т.Т. Данияров², Т.С. Рамазанов¹

¹ННЛОТ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 050040, Алматы, Казахстан

²Институт прикладных наук и информационных технологий, 050040, Алматы, Казахстан

³НИИ Проблем биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 050040, Алматы, Казахстан

akildinova@physics.kz

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПЛАЗМОЙ ДКПБР НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА α -АМИЛАЗЫ

Аннотация. В этой статье было изучено влияние плазменной обработки семян пшеницы на всхожесть семян и активность фермента α -амилазы. Исследованы оптические свойства диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда (ДКПБР). Результаты оптической эмиссионной спектроскопии показали наличие полос молекулярного азота в спектре излучения ДКПБР, а именно, второй положительной (N_2 (СВ)) и первой отрицательной (N_2^+ (ВХ)) систем, а также низкоинтенсивного ОН и линий NO. Также с целью определения температуры при разных подаваемых мощностях, а также для исключения тепловых эффектов диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда при дальнейших исследованиях по обработке агрокультур и полимерных материалов был проведен ряд экспериментов для измерения температуры поверхности экспериментальной установки. Данные измерения показали, что при дальнейших исследованиях по обработке полимеров и сельскохозяйственных культур влияние тепловых эффектов можно исключить. Результаты по обработке семян пшеницы плазмой диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда показали, что плазма ДКПБР оказывает положительное влияние на рост семян пшеницы и на активность фермента α -амилазы. Также показано, что биометрические показатели проросших семян оказались значительно выше после плазменной обработки.

Ключевые слова: диэлектрический барьерный разряд, диэлектрический копланарный поверхностный барьерный разряд, обработка семян пшеницы, α -амилаза.

Введение

Развитие агропромышленности в мире связано с новыми технологиями, необходимыми для выращивания и хранения сельскохозяйственных культур. Как известно, защита от болезней и вредителей, стимуляция роста семян - важная часть технологии выращивания агрокультур. Предпосевная обработка семян - один из важнейших элементов технологии выращивания агрокультур, позволяющий повышать их всхожесть и защищать от вредителей. Кроме того, предпосевная обработка семян предупреждает появление и распространение ряда заболеваний в период роста и развития растений. Тут возникает вполне резонный вопрос каким методом обработки предпосевных семян воспользоваться, ведь их очень много: биологический, химический, физический методы. На сегодняшний день зачастую исполь-

зуется химический метод, что связано с малыми затратами сравнительно с остальными методами. Среди мер, направленных на улучшение технологии возделывания пшеницы и способствовавших росту урожайности, было увеличение применения минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Однако, применение удобрений и химических средств защиты растений, механизация производства нарушает равновесие агроэкосистем и разрушает природную среду, что не может не оказывать негативного воздействия на плодородие почвы и качество получаемой продукции. Дальнейшая интенсификация возделывания сельскохозяйственных культур становится все более затратной и менее эффективной, обеспечивает все меньшие прибавки урожая и приводит к загрязнению окружающей среды [1]. Проблемы, возникающие при приме-

нении удобрений и химических средств защиты растений, вынуждают к поиску других, экологически более чистых методов воздействия на семена для увеличения всхожести семян и урожайности сельскохозяйственных культур. Также в настоящее время возрастает роль физических методов предпосевной обработки семян, что обусловлено острой необходимостью получения экологически безопасной продукции и снижения пестицидной нагрузки.

Существует ряд физических методов предпосевной обработки семян, такие как: «магнитное грунтование» (magneto-priming), облучение микроволнами или ионизирующим излучением [2-4]. Так называемое «магнитное грунтование» основано на использовании магнитных полей [3], ИК, как и γ -излучение и рентгеновские излучение, повышает процент всхожести [4].

Одной из перспективных физических методов предпосевной обработки семян является обработка низкотемпературной плазмой атмосферного давления. Плазменная обработка является альтернативой химической предпосевной обработке семян и обеспечивает экологически чистый метод устранения болезней семян. Для обработки семян используется широкий спектр источников плазмы, таких как радиочастотные разряды [5,6], объемные диэлектрический барьерный разряд (ДБР) [7-9], диффузный копланарный поверхностный барьерный разряд (ДКПБР) [10-12] и тд. На сегодняшний день из многочисленных видов физических методов предпосевной обработки семян ряд ученых выделяет обработку семян агрокультур плазмой диэлектрического барьерного разряда, так как данный тип разряда не требует громоздкого и дорогостоящего вакуумного оборудования, обладает высокой биологической активностью плазмы и имеет газокинетическую температуру около 300 К, что дает возможность исключить термальный эффект при обработке плазмой данного разряда семян агрокультур. В данном случае, неионизирующее излучение низкого уровня и многочисленные реактивные частицы, в том числе активные формы кислорода и азота, генерируемые плазмой, могут быть использованы, чтобы вызвать желательные измене-

ния в широком спектре развития физиологических процессов в растениях, повышение устойчивости семян к стрессу и болезням, изменение структуры семенного слоя [13], повышающее проницаемость семенного слоя и стимулирующее прорастание семян [14,15].

Согласно исследованиям ряда ученых плазма диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда может влиять на всхожесть семян агрокультур следующим образом: обеззараживание семян путем дезактивации вредоносных микроорганизмов и бактерий, что может значительно улучшить качество посева [16,17], внесение изменений в структуру поверхности семян, повышение гидрофильности, тем самым способствование поглощению воды семенем [14], изменение химического состава обработанных образцов путем внедрения радикалов [13,15], стимуляция роста семян за счет выработки ферментативных антиоксидантов, необходимых для устойчивости в различных стрессовых условиях. Растительные организмы вырабатывают особые вещества, называемые ферментами, или энзимами. Эти вещества обладают способностью вызывать и ускорять химические реакции, происходящие в живых организмах. Учеными исследуется один из видов ферментов каталаза, так как он расщепляет перекиси с образованием молекулярного кислорода, то есть, разлагает вредные для организма перекиси, тем самым защищая организм от внешних расстройств [15]. Также существует несколько видов ферментов, катализирующих реакции гидролиза, иначе гидролазы. К ним относится фермент альфа-амилаза, под действием которого происходит гидролиз крахмала с образованием декстринов и мальтозы, что влияет на дальнейший рост растений. Всхожесть и скорость прорастания семян растений зависят от многих факторов, таких как вода, кислород, температура и свет [18]. Кроме этого, показано, что физические факторы такие как лазерное облучение [19], магнитное поле [20,21], низкое давление [22], плазменная обработка [21-24], гамма-лучи, и УФ-излучение

оказывают значительное действие на эффективность прорастание зерна. Однако полученные данные противоречивые и механизм стимулирующего действия физических факторов на эффективность прорастания семян пшеницы исследован недостаточно полно.

В данной работе приведены результаты исследования обработки семян пшеницы плазмой ДКПБР. Актуальностью данной работы является изучение активности альфа-амилазы, так как активность альфа-амилазы является ключевым фактором роста семени и дальнейшей всхожести растения.

Экспериментальная установка

Эксперименты были проведены на установке RoplassRPS400. Система RPS400 использует копланарный поверхностный барьерный разряд для генерации плазмы атмосферного давления. ДКПБР может использоваться для обработки текстильных изделий, полимерных материалов, металлов, дерева, стекла, биоматериалов и др [10]. На рисунке 1 приведен общий вид экспериментальной установки RPS400.

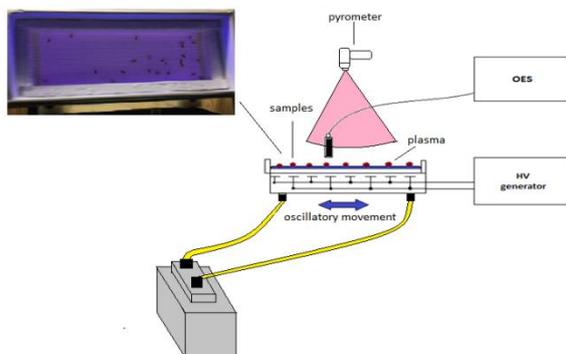


Рисунок 1 - Общий вид экспериментальной установки

Электродная система ДКПБР состоит из двух систем параллельных ленточных электродов шириной 1,8 мм, толщиной 0,1 мм и длиной 230 мм. Электроды покрыты керамическим слоем толщиной 0,4 мм [24]. Разряд включался синусоидальным высоковольтным напряжением (17 кГц, примерно 9 кВ от пика до пика), поставляемым с помощью плазменного источника питания НВ. В целях равномерной обработки поверхности семян

собиран осциллирующий механизм для приведения в движение разрядной ячейки (рис. 1 (в, г)).

С помощью оптико-эмиссионного спектрометра изучены оптические свойства ДКПБР. В спектре излучения ДКПБР наблюдались молекулярные полосы азота, вторая положительная (N_2 (C-B)) и первая отрицательная (N_2^+ (B-X)) системы. На рисунке 2 показаны наблюдаемые пиковые значения от 300 нм до 470 нм [10].

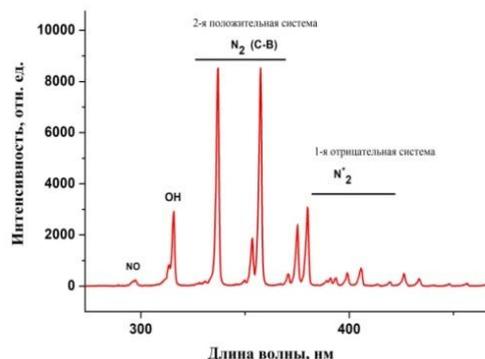


Рисунок 2 – Спектр излучения диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда в диапазоне волн 300-470 нм

С целью определения температуры при разных подаваемых мощностях, а также для исключения влияния тепловых эффектов ДКПБР при дальнейших исследованиях по обработке агрокультур проведены измерения температуры поверхности разрядной ячейки. Эксперименты проводились с помощью оптического пирометра при различных мощностях от 200 Вт до 260 Вт, с шагом 20 Вт. Результаты измерений показали, что с увеличением мощности температура возрастает (таблица 1). Можно предположить, что при дальнейших исследованиях по обработке сельскохозяйственных культур влияние тепловых эффектов при данном диапазоне мощностей можно исключить.

Таблица 1 Значения температур поверхности установки ДКПБР

P, Вт	200	220	240	260
<T>, °C	58	60	62	63

Выбор посевного материала и методики измерений

В работе использованы зерна яровой мягкой пшеницы сорта "Саратовская 29". Зерна пшеницы были получены из Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства МСХ РК, были визуально проверены и зерна без видимых дефектов отобраны для обработки плазмой.

Зерна пшеницы (*Triticum aestivum*) стерилизовали в растворе 1%-го гипохлорида натрия в течение 10 мин. Затем несколько раз промывались в стерилизованной воде. Было подготовлено несколько партий семян, каждая из которых содержала 25 зерен, затем их помещали в чашки Петри, содержащие 3-4 слоя бумаги (Ватман №1), смоченной дистиллированной водой. Одна партия подвергалась воздействию плазмы в течение 5, 10 и 15 секунд, а семена из другой партии использовались в качестве контроля. Зерна, подлежащие обработке плазмой, равномерно распределялись по чашке Петри, при этом отдельные зерна не касались друг друга. Проращивание семян проводили в течение четырех дней в условиях долгого светового дня при 22°C. Всхожесть семян определяли по следующей формуле: $\text{Всхожесть (\%)} = (\text{Количество проросших семян за 1 день} / \text{общее количество семян}) \times 100\%$. Массу проростков, показатели длины надземной части и корня определяли на 4-е сутки после начала проращивания при температуре +22°C в сравнении с контрольным вариантом без обработки. Достоверность результатов оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Морфология поверхности семян пшеницы до и после обработки плазмой ДКПБР изучена с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM). Для этого использован электронный микроскоп, позволяющий получать увеличенное изображение поверхности, благодаря использованию электронных пучков с большой энергией.

Также для изучения морфологических свойств семян пшеницы до/после обработки плазмой ДКПБР использован метод измерения контактного угла, так как контактный угол смачивания является количественной характеристикой процесса смачивания, его

величина определяет межмолекулярное взаимодействие частиц поверхности твердых тел с жидкостями.

Активность α -амилазы определяли с использованием растворимого крахмала в качестве субстрата и путем измерения количества редуцирующих сахаров методом ДНС (3,5-динитросалициловая кислота) с использованием D-глюкозы в качестве стандарта. Для анализа 0.5 мл гомогената растений в качестве источника фермента перемешали с равным объемом 0.15% крахмала в 0,1М натрий ацетатном буфере (рН₆) и в течение 30 мин при 60°C. После инкубации реакцию остановили добавлением 3 мл реагента DNS и кипячением в течение 15 минут. За единицу активности принимали количество фермента, которое образует 1 мкМ восстанавливающих сахаров за 1 мин в расчете на 1 мг тотального белка, при данных условиях реакции.

Результаты и обсуждения

Влияние плазмы на всхожесть семян пшеницы варьировалась в зависимости от продолжительности обработки (рис. 3). Всхожесть зерна при воздействии на зерна пшеницы в течение 5, 10 и 15 секунд составила 100, 96 и 98% соответственно. Значительное достоверное различие наблюдалось между обработанными и контрольными вариантами (7-12%) ($p < 0.05$). При этом, не наблюдались значительные различия между результатами, полученными при обработке плазмой в течение 5, 10 и 15 секунд. Обработка зерна пшеницы в течение 30 и выше секунд приводило к полной остановке роста растений (данные не представлены).

Результаты биометрического анализа структурных элементов растений представлены в таблице 2 (Приложение 1). Как видно из представленных данных, проростки яровой пшеницы, семена которых были обработаны плазмой, имели массу приблизительно на 15–18% выше, чем необработанные растения. При этом увеличение надземной биомассы растений яровой мягкой пшеницы колебалось в пределах от 22% до 44%, тогда как масса корневой системы увеличилась от 60% до 80% в пересчете на 1 растение. Необходимо отметить, что в представленном

эксперименте преимущество имели варианты обработки растений в течение 15 секунд. Для определения влияния плазмы на рост проростков в следующих экспериментах определяли длину корневой системы и первого настоящего листа (побега) в возрасте 4 суток. На рисунке 4 показаны биометрические показатели проростков пшеницы после плазменной обработки.

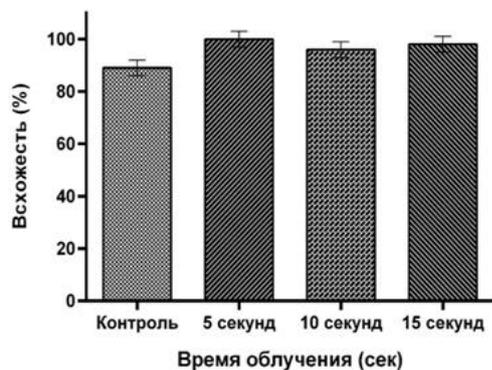


Рисунок 3 Влияние плазмы на всхожесть зерна пшеницы

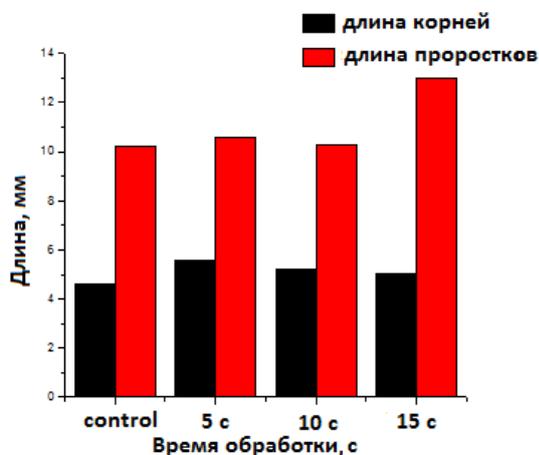


Рисунок 4 Биометрические показатели проростков пшеницы после плазменной обработки

Наибольшая длина побегов и корней пшеницы при обработке плазмой проявилась при обработке в течение 15 секунд (13 см). При обработке семян в течение 5 и 10 секунд длина побегов и корней составила, 10,6 и 10,29 см соответственно.

Настоящее исследование показало, что плазма оказывает положительное влияние на прорастание зерна пшеницы. Всхожесть зерна и биометрические показатели оказались значительно выше при обработке плазмой.

При этом эффективность зависела от продолжительности действия плазмы. Обработка зерна в течение 15 секунд вызвала наибольший стимулирующий эффект на всхожесть и биометрические показатели проростка пшеницы. Процесс обработки плазмой возможно обеспечивает поглощение воды и активирует ферментативные и другие биологические реакции в растительной клетке, что приводит к более быстрому и равномерному прорастанию.

Был проведен ряд экспериментов по изучению морфологических свойств, а именно, смачиваемости семян пшеницы, обработанных плазмой ДКПБР. Образцы обрабатывались в течение 5, 10, 15, 30 секунд, 1 и 3 минут, мощность составляла 220 Вт. Результаты измерения контактного угла смачиваемости образцов были следующими: контактный угол смачиваемости контрольного образца 70°, при 5 с облучения угол смачиваемости снизился до 68°, при 10 с облучения до 43°, при 15 с облучения до 54°, при 30 с облучения до 48°, при 1 мин облучения до 30°, при 3 мин облучения до 0° (таблица 3).

Таблица 3 Результаты измерения контактного угла смачиваемости образцов

Время облучения	Контактный угол, °
Контрольный	70°
5 с	68°
10 с	43°
15 с	54°
30 с	48°
1 мин	30°
3 мин	0°

Как видно из этих результатов, после обработки плазмой ДКПБР образцы стали гидрофильными, то есть, смачиваемость данных образцов стала выше, что способствует дальнейшей всхожести семян. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами других исследований [24].

Морфология поверхности семян пшеницы после обработки плазмой ДКПБР также была изучена с помощью сканирующей электронной микроскопией (SEM). Семена пшеницы обработаны плазмой ДКПБР в течение 15 секунд, обработанные семена срав-

нивали с необработанными образцами (рис. 5). Как показывают результаты, особо заметных структурных повреждений не наблюдается.

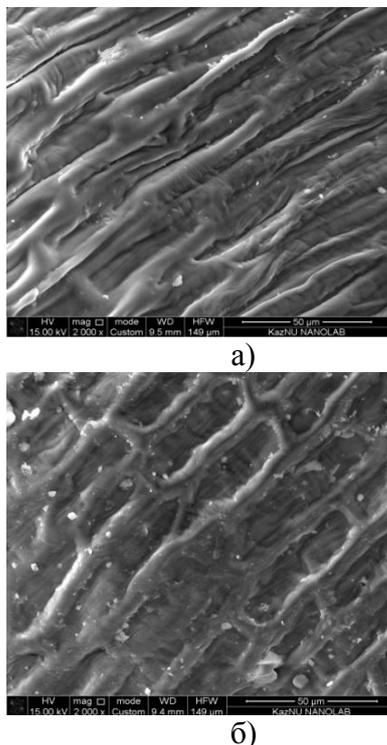


Рисунок 5 – Поверхностная морфология необработанного (а) и обработанного плазмой в течение 15 с образцов (б). Магнификация 2000

Известно, что прорастание семян является одним из важных этапов в жизни растения. На самых ранних этапах прорастания эмбрион гетеротрофен и требует наличия поддерживающей системы для продолжения роста до тех пор, пока растения не достигнут фотосинтетического, аутоτροφного статуса. У злаков эта поддерживающая система, как правило, представлена крахмальным эндоспермом. Альфа-амилаза – основной фермент зерна злаковых, участвующий в мобилизации крахмала и, следовательно, скорости прорастания и роста проростков. Альфа-амилаза образуется в ходе прорастания зерна. Без активной α -амилазы зерно злаковых теряет способность к прорастанию.

Активность фермента альфа-амилазы была измерена с помощью метода ДНС (рис. 6). Метод проверки активности фермента альфа-амилазы методом DNS показал, что

наибольшая активность альфа-амилазы в первый день достигается при обработке плазмой 5 с, а во второй и третий дни при обработке плазмой 15 секунд. Как было сказано выше, активность альфа-амилазы является ключевым фактором роста эмбриона и дальнейшей всхожести растения, следовательно, наибольшая активность альфа-амилазы способствует наилучшей всхожести семян, и обработка плазмой атмосферного давления семян дает лучший результат по сравнению с контрольным образцом.

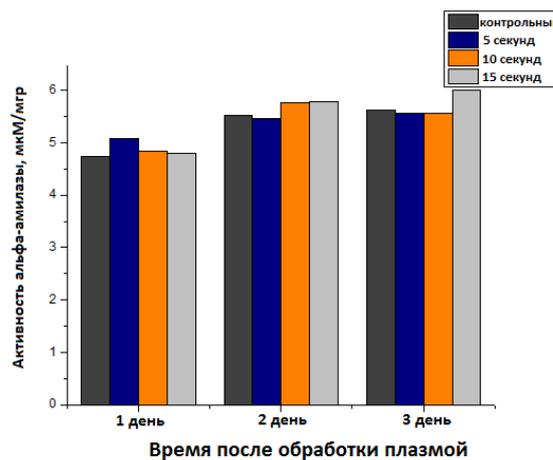


Рисунок 6 Результаты проверки активности альфа-амилазы методом ДНС

Это исследование было поддержано проектом ИРН AP05134280, финансируемым Министерством образования и науки Республики Казахстан.

Список литературы

1. S. de Sousa Araújo, S.Paparella D.Dondi, Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology // Front Plant Sci. - 2016; 7: 646.
2. Afzal I., Mukhtar K., Qasim M., Magnetic stimulation of marigold seed // Int. Agrophys. (2012) 26 335–339.
3. Abdel-Hady M. S., Okasha E. M., Soliman S. S. A., Talaat M. Effect of gamma radiation and gibberellic acid on germination and alkaloid production in Atropa belladonna // L. Aust. J. Basic Appl. Sci. (2008)2. 401–405.
4. E.Bormashenko, Ye.Shapira,R.Grynyov Interaction of cold radiofrequency plasma with seeds of beans (Phaseolus vulgaris) // Journal of Experimental Botany, 2015,66, 4013–4021.
5. A.Gholami, H. Ghomi, N.NavabSafa Effect of Low Pressure Radio Frequency Plasma on

- Ajwain Seed Germination // Plasma Medicine, 2017, 6(3).
6. Guo Q, Meng Y, Qu G, Wang T, Yang F, Liang D, Hu S Improvement of wheat seed vitality by dielectric barrier discharge plasma treatment // Bioelectromagnetics. 2018 39(2):120-131.
7. [Ye. Park](#), [K. Suk Oh](#), [J. Oh](#) The biological effects of surface dielectric barrier discharge on seed germination and plant growth with barley // Processes and Polymers, 2016. 15(2).
8. [QiaoGuo](#), [Ying Wang](#), [Haoran Zhang](#) Alleviation of adverse effects of drought stress on wheat seed germination using atmospheric dielectric barrier discharge plasma treatment // Scientific Reports, 2017, 7(1).
9. V.Štěpánová, P.Slavíček, J.Kelar, J.Prášil, M.Smékal, M.Stupavská, J.Jurmanová, M.Černák Atmospheric pressure plasma treatment of agricultural seeds of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and pepper (*Capsicum annuum* L.) with effect on reduction of diseases and germination improvement // Plasma Process Polym. 2017;e1700076.
10. Акильдинова А.К., Усенов Е.А., Пазыл А.С., Габдуллин М.Т., Досболаев М.К., Рамазанов Т.С., Данияров Т.Т., Электрические и оптические свойства диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда // Вестник. Серия физическая. – 2018. – №2 (65). – 58-65 с.
11. N.Puač, M.Gherardi, M.Shiratani Plasma agriculture: A rapidly emerging field // Plasma Process Polym. 2017;e1700174.
12. M.Henselová, L.Slováková, M.Martinka & A.Zahoranová Growth, anatomy and enzyme activity changes in maize roots induced by treatment of seeds with low-temperature plasma // Biologia, 2012, 67/3: 490–497.
13. R. Zhou, R. Zhou, X. Zhang, J. Zhuang, S. Yang, K. Bazaka & K. (Ken) Ostrikov Effects of Atmospheric-Pressure N₂, He, Air, and O₂ Microplasmas on Mung Bean Seed Germination and Seedling Growth // Scientific Reports | 6:32603 | DOI: 10.1038/srep32603.
14. Li Ling, Li Jiangang, Shen Minchong, Zhang Chunlei & Dong Yuanhua Cold plasma treatment enhances oilseed rape seed germination under drought stress // Scientific Reports | 5:13033 | DOI: 10.1038/srep13033.
15. S. I. Hosseini, S. Mohsenimehr, J. Hadian, Physico-chemical induced modification of seed germination and early development in artichoke (*Cynarascolymus* L.) using low energy plasma technology // Phys. Plasmas 25, 013525 (2018).
16. M. Shiratani, M. Hori, Current status and future prospects of agricultural applications using atmospheric-pressure plasma technologies // Plasma Process Polym. 2017; doi: 10.1002/ppap.20170007.
17. S. Mošovská, A. Zahoranová Cold atmospheric pressure ambient air plasma inhibition of pathogenic bacteria on the surface of black pepper // Food Research International 2018, 106862–869.
18. Černák M., Kováčik D., Ráhel' J., Šťáhel' P., Zahoranová A., Kubincová J., Tóth A., Černáková L.: Generation of a high-density highly non-equilibrium air plasma for high-speed large-area flat surface processing, Plasma Phys. Control. Fusion 53 (2011) 124031 (8pp).
19. Offerhaus B., Lackmann J., Kogelheide F., Spatially resolved measurements of the physical plasma parameters and the chemical modifications in a twin surface dielectric barrier discharge for gas flow purification // Plasma Process Polym. 2017. P. 1-14.
20. Mounir Laroussi, From Killing Bacteria to Destroying Cancer Cells: 20 Years of Plasma Medicine // Plasma Process. Polym. – 2014. – Vol. 11, No. 1138. – P. 345.
21. Michael Keidar, Plasma for cancer treatment // Plasma Sources Sci. Technol. – 2015. Vol. 24, No. 033001. – P. 138.
22. Ebrahim M. K., Stress/tolerance responses of two cotton cultivars exposed to ultraviolet-A (366 nm): Photosynthetic performance and some chemical constituents // Agrochimica. – 2004. – Vol. 48, No. 5/6. – P. 177–191.
23. Stanislav Kyzek, Ludmila Holubova, Veronika Medveck, Juliana Tomekova, Eliška Galova, Anna Zahoranova Cold Atmospheric Pressure Plasma Can Induce Adaptive Response in Pea Seeds // Plasma Chemistry and Plasma Processing, 2018. – <https://doi.org/10.1007/s11090-018-9951-x>.
24. Daniela Dobrin, Monica Magureanu, Nicolae Bogdan Mandache, Maria-Daniela Ionita The effect of non-thermal plasma treatment on wheat germination and early growth // Innovative Food Science and Emerging Technologies, doi: 10.1016/j.ifset.2015.02.006

Принято к печати 15.04.2018

Приложение 1

Таблица 2 –Эффективность обработки плазмой семян яровой мягкой пшеницы

	Число растений	Масса проростков (г/растение)	Масса надземной части (г/растение)	Масса корней (г/растение)
Контроль	33	1.47±0.012	0.75±0,023	0.3±0.015
Обработка плазмой				
5 секунд	50	1.7±0.015*	0.92±0,009	0.48±0.023*
10 секунд	42	1.68±0.018*	1.0±0,011*	0.43±0.018*
15 секунд	48	1.74±0,02*	1.08±0,005*	0.54±0.021*

*p<0,005 по сравнению с контролем.

А.А. Акильдинова^{1,2}, Е.А. Үсенов^{1,2}, А.К. Бисенбаев³, М.Т. Габдуллин¹, М.Қ. Досболаев¹, Т.Т. Данияров², Т.С. Рамазанов¹

¹АТҰНЗ, ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қолданбалы ғылымдар және ақпараттық технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан

³Биология және биотехнология мәселелері ҒЗИ, ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

akildinova@physics.kz

ДКББР ПЛАЗМАСЫМЕН ӨНДЕУДІҢ БИДАЙ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ӨСУІ МЕН α -АМИЛАЗА БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Аннотация. Бұл мақалада диэлектрлік копланар беттік барьер разрядының плазмасымен өңдеудің бидай тұқымдарының өсуі мен α -амилаза белсенділігіне әсері зерттелді. Диэлектрлік копланар беттік барьер разрядының (ДКББР) оптикалық қасиеттері зерттелді. Оптикалық эмиссиялық спектроскопияның нәтижесі ДКББР сәулелену спектрінде молекулярлық азот сызықтары бар екенін көрсетті, атап өткенде, екінші оң (N_2 (CB)) және бірінші теріс (N_2^+ (BX)) жүйелері, сонымен бірге төмен интенсивті ОН және NO сызықтары. Сондай-ақ, әртүрлі қуат беру кезіндегі температураны анықтау үшін, сондай-ақ термиялық әсерлерін болдырмау үшін эксперименттік қондырғының бетінің температурасын өлшеу зерттеулері жүргізілді. Өлшеу нәтижелері полимер беттері мен ауылшаруашылық дақылдарын өңдеу кезінде термиялық эффектін ескермеуге болатынын көрсетті. Диэлектрлік копланар беттік барьер разрядының плазмасымен бидай тұқымдарын өңдеу нәтижелері ДКББР плазмасы бидай дақылдарының өсуі мен α -амилаза белсенділігіне оң әсерін тигізетінін көрсетті. Сондай-ақ, өсірілген тұқымдардың биометриялық көрсеткіштері плазмалық өңдеуден кейін айтарлықтай жоғары болды.

Түйін сөздер: диэлектрлік барьер разряды, диэлектрлік копланар беттік барьер разряды, бидай тұқымдарын өңдеу, α -амилаза.

А.А. Акильдинова^{1,2}, Е.А. Усенов^{1,2}, А.К. Бисенбаев³, М.Т. Габдуллин¹, М.К. Досболаев¹,
Т.Т. Данияров², Т.С. Рамазанов¹

¹ННЛОТ, Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
050040, Алматы, Казахстан

²Институт прикладных наук и информационных технологий, 050040, Алматы, Казахстан

³НИИ Проблем биологии и биотехнологии, Казахский национальный
университет им. аль-Фараби, 050040, Алматы, Казахстан

akildinova@physics.kz

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПЛАЗМОЙ ДКПБР НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА α -АМИЛАЗЫ

Аннотация. В этой статье были изучены влияние плазменной обработки семян пшеницы на всхожесть семян и активность фермента α -амилазы. Были исследованы оптические свойства диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда (ДКПБР). Результаты оптической эмиссионной спектроскопии показали наличие полос молекулярного азота в спектре излучения ДКПБР, а именно, второй положительной (N_2 (CB)) и первой отрицательной (N_2^+ (BX)) систем, а также низкоинтенсивного ОН и линий NO. Также с целью определения температуры при разных подаваемых мощностях, а также для исключения тепловых эффектов диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда при дальнейших исследованиях по обработке агрокультур и полимерных материалов был проведен ряд экспериментов для измерения температуры поверхности экспериментальной установки. Данные измерения показали, что при дальнейших исследованиях по обработке полимеров и сельскохозяйственных культур тепловые эффекты можно исключить. Результаты по обработке семян пшеницы плазмой диэлектрического копланарного поверхностного барьерного разряда показали, что плазма ДКПБР оказывает положительное влияние на рост семян пшеницы и на активность фермента α -амилазы. Также было показано, что биометрические показатели проросших семян были значительно выше после плазменной обработки.

Ключевые слова: диэлектрический барьерный разряд, диэлектрический копланарный поверхностный барьерный разряд, обработка семян пшеницы, α -амилаза.

A. Akildinova^{1,2}, Y. Ussenov^{1,2}, A.K. Bissenbaev³, M.T. Gabdullin¹, M.K. Dosbolayev¹, T.T. Daniyarov², T.S. Ramazanov¹

¹NNLOT, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Applied Sciences and Information Technologies, Almaty, Kazakhstan

³SRI Of Biology and Biotechnology Problems, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

THE EFFECT OF DCSBD PLASMA TREATMENT ON WHEAT SEED GERMINATION AND α -AMYLASE ENZYME ACTIVITY

Abstract: In this paper, we studied the effects of plasma treatment of wheat seeds on germination and α -amylase enzyme activity. In order to characterize the plasma the optical properties of the dielectric coplanar surface barrier discharge (DCSBD) were investigated. The results of optical emission spectroscopy showed the presence of molecular nitrogen bands in the emission spectrum of the DCSBD, namely, the second positive (N_2 (C-B)) and the first negative (N_2^+ (B-X)) systems, and low-intensity OH and NO lines. Also, in order to determine the temperature at different supplied powers, as well as to exclude thermal effects of a dielectric coplanar surface barrier discharge, further studies on the processing of agricultural crops and polymeric materials were carried out to measure the surface temperature of the experimental setup. These measurements have shown that with further research on the processing of polymers and crops, thermal effects can be excluded. The results showed that the plasma of DCSBD has a positive effect on germination rate of wheat seed and α -amylase enzyme activity during the growth. Also, the biometric indicators of germinated seeds were significantly higher after the plasma processing.

Keywords: plasma treatment, dielectric coplanar surface barrier discharge, wheat seed, α -amylase.