

УДК 631.588.9

РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЙ ПЛАЗМЫ НА СЕМЕНА С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКОВ O_2 И CO_2

А.Р. Цыганов, Ю.А. Гордеев, О.В. Поддубная, И.В. Ковалева
*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее распространенных гипотез, объясняющих ускорение прорастания семян под действием лазерного излучения определенной длины волны, является гипотеза об активации красным светом светочувствительного пигмента – фитохрома, открытого в 50-е годы прошлого столетия исследователями Болтевиллской сельскохозяйственной станции США Н.А. Borthwick, S.B. Hendricks, M.W. Parker [7]. Названными авторами высказывается предположение о возможности индуцирования фоторегуляторных процессов у растений посредством активирования фитохромной системы. Это находится в полном соответствии с результатами исследований Н.М. Числова и В.П. Кукушкина [5], когда при облучении семян огурца сорта Московский тепличным дальним красным светом длинной волны $\lambda = 730$ нм, они не проросли, в то время как при облучении красным светом $\lambda = 660$ нм энергия прорастания равнялась 80% (в контроле – 50%).

В соответствии с результатами исследований М. Nakayima [8], можно предполагать, что под влиянием излучения в биологических системах происходят изменения функциональной активности клеток, обусловленных изменением колебательных и конформационных состояний макромолекул. Под действием излучения отмечается увеличение проницаемости и скорости движения цитоплазмы, активность фермента каталазы возрастает в 3,7 раза.

А.А. Шахов, В.М. Инюшин и др. [6] делают вывод, что семена после обработки имеют больший энергетический потенциал, в них происходят структурно-функциональные перестройки мембранных образований и макромолекул, в результате чего в растениях возникает широкий спектр физиологических изменений, вызванных фотоактивацией.

Одним из компонентов механизмов покоя семян является антиоксидантная система, поддерживающая жизнеспособность организма при проявлении его пониженной функциональной активности. При этом ее компоненты могут не только обеспечивать продолжительность состояния покоя, но и при создании благоприятных условий активировать выход из состояния гипобиоза. Ведущим звеном этой системы являются процессы перекисного окисления липидов

(ПОЛ), запускающие у покоящихся организмов основные процессы жизнедеятельности. Однако предварительно у них должно активироваться дыхание[4].

В покоящихся семенах дыхание крайне ослаблено, отмечаются изменения в составе жирных кислот и функционально активных веществ мембран митохондриальной системы, за счет которых обеспечивается разобщение механизмов окислительного фосфорилирования. Однако поступивший кислород активирует пусковые механизмы процессов ПОЛ. Контроль за этими процессами осуществляет антиоксидантная система, в составе низкомолекулярных (аскорбиновая кислота, гидрохинон, мочевая кислота, мочевины, глутатион и др.) и высокомолекулярных (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза) соединений. Причем между компонентами системы рассматривается взаимная зависимость[2].

Среди ферментов следует выделить пероксидазу, которая обладает широкой субстратной специфичностью, способна катализировать реакции окисления различных органических соединений. Причем особенностью механизма действия пероксидазы является способность фермента катализировать окисление органических субстратов с участием кислорода, т.е. фермент может выполнять роль оксидазы[1]. Оксидазными субстратами фермента служат индолил-3-уксусная кислота(ИУК), диоксифумаровая кислота и др. Продуктами окисления в оксидазных реакциях являются супероксид анион-радикал (O_2^-) и катион-радикал ИУК, последний в кислой среде декарбоксилируется. Поэтому генерация свободных радикалов пероксидазой в оксидазных реакциях фермента может быть условием для его участия в процессах свободнорадикального окисления в семенах, а фермент может исполнять роль инициатора образования свободных радикалов.[2,[4].]

Было установлено, что взаимное влияние пероксидазы и низкомолекулярных антиоксидантов при прорастании семян пшеницы. Показано, что пероксидаза активно участвует в формировании пусковых механизмов прорастания семян, поскольку в реакциях пероксидазного окисления различных субстратов, в том числе и антиоксидантов, могут образовываться свободные радикалы, способные ускорять процессы свободнорадикального окисления, инициирующие ПОЛ на начальных этапах прорастания семян. Таким способом пероксидаза, являясь окислительно-восстановительным ферментом, по-видимому, осуществляет контроль за уровнем перекиси водорода и содержанием антиоксидантов в семенах и проростках[6].

Естественно, первой на плазменное облучение должна реагировать пероксидаза, прежде всего своей активностью. Однако химический контроль за окислительно-восстановительными процессами довольно сложен и длителен, вследствие чего не может быть достаточно достоверным.

МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА

Целью исследования является разработка чувствительного экспресс-метода оценки влияния излучений плазмы на семена на основании оценки биологической активности семян сельскохозяйственных растений по активизации процессов дыхания.

Мы решили использовать для контроля окислительно-восстановительных процессов (ОВП) физические приборы, способные с достаточной точностью определять содержание кислорода и углекислого газа в малых объемах воздуха (рис.1).

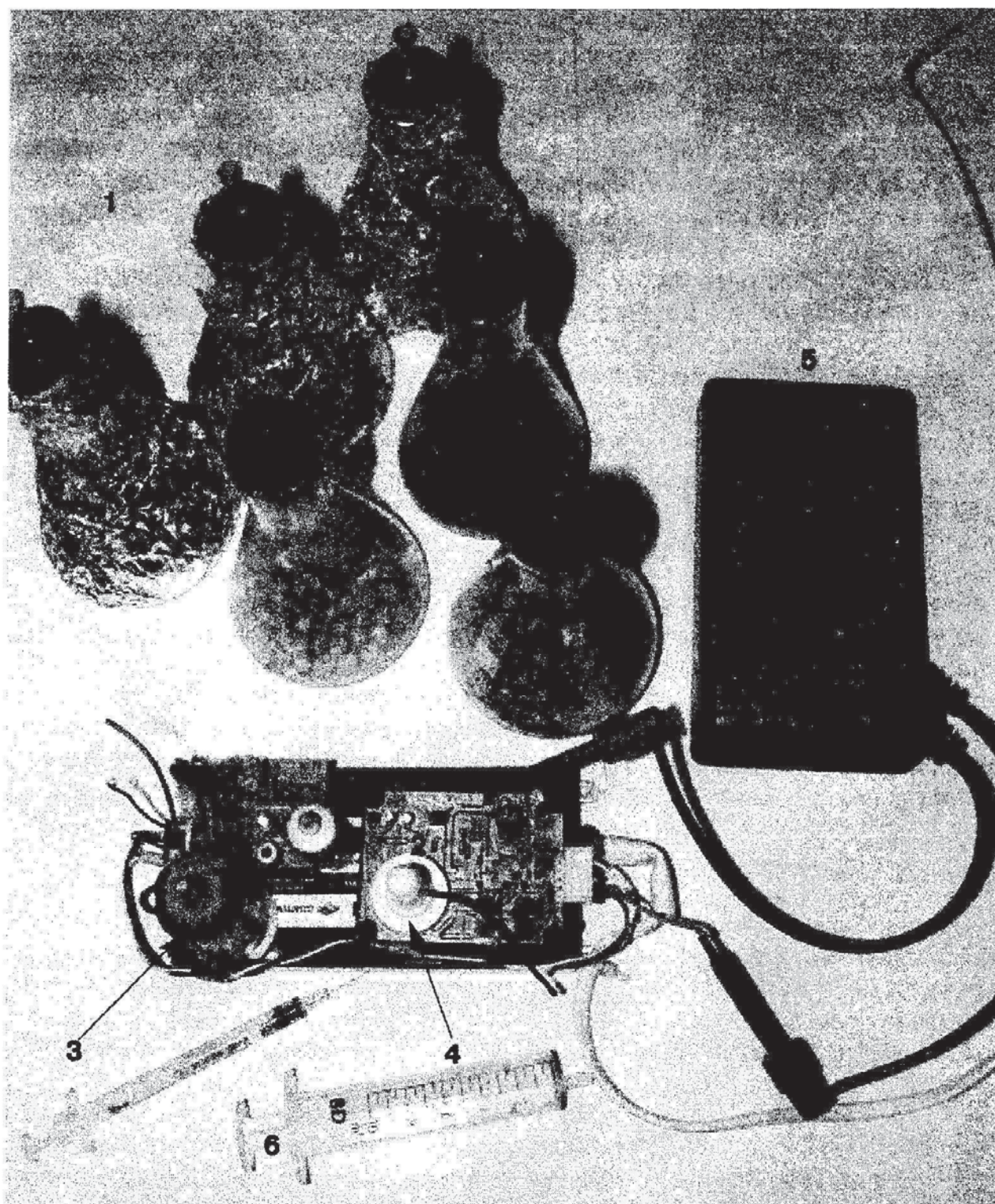


Рис. 1. Внешний вид прибора для определения активности дыхания семян, по выделению O_2 и CO_2
 1 – герметично закрытые колбы с семенами; 2 – монтажная плата; 3 – датчик O_2 ;
 4 – датчик CO_2 ; 5 – мультиметр для снятия показаний датчиков;
 6 – шприцы для забора проб воздуха

Результаты первых измерений показали обнадеживающие результаты. Так, при облучении семян яровой пшеницы и кукурузы плазмой, поглощение кислорода через 4 часа после помещения их во влажную среду и термошкаф увеличивалось на 65-70%, а выделение углекислого газа возрастало примерно на столько же [3].

Прибор состоит из закупоривающихся сосудов, куда помещаются испытываемые семена, системы пробоотбора, калибровочных модулей датчиков диоксида углерода (CO_2) и кислорода (O_2), блока измерения и индикации и блоков управления и питания.

В качестве датчиков концентрации измеряемых газов используются датчики KE-25 и TGS-4161, производимые фирмой «Figaго» (Япония). Чувствительные элементы датчиков выполнены на основе твердых электролитов, что позволяет обеспечивать их высокую чувствительность и избирательность.

Работает прибор следующим образом. Испытываемые семена помещаются в сосуды и увлажняются. Колбы закупориваются. С помощью системы пробоотбора производится отбор проб воздуха объемом не менее 0,5 мл поочередно из каждой колбы. Пробы пропускаются через калибровочные модули, где с помощью специализированных датчиков концентрации CO_2 и O_2 преобразуются в напряжение электрического сигнала. Выходные сигналы модулей поступают на вход блока измерения и индикации результатов. Система пробоотбора перед очередным измерением вентилирует газовые каналы и капсулы датчиков. Кроме этого имеется возможность вентиляции сосудов, куда помещаются семена через заданные промежутки времени, что дает возможность поддерживать газообмен семян близким к естественному при длительных измерениях.

Время минимального цикла измерения составляет 5 мин. Это ограничение обусловлено временем заполнения газовых каналов и временем установления показаний датчиков. С другой стороны цикл измерения ограничивается интенсивностью дыхания семян, то есть временем изменения концентрации измеряемых газов в колбах до порога чувствительности датчиков. Погрешность измерений минимизирована за счет использования одного измерительного тракта.

ВЫВОДЫ

Результаты измерений показали обнадеживающие результаты. Разработанный экспресс-метод оценки влияния излучений плазмы на семена на основании оценки биологической активности семян сельскохозяйственных растений по активизации процессов дыхания является достаточно чувствительным и достоверным. Может использоваться для оценки влияния излучений плазмы на семена

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев, А.М. Влияние отдельных участков спектра оптического излучения на параметры прорастания семян/ А.М. Гордеев [и др.] // Источники биоактивных излучений (минералы, электрическое поле, растения) «Московское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова». – М., 2006.
2. Гордеев, Ю.А. Стимулирование биологических процессов в семенах растений излучениями низкотемпературной плазмы: монография / Ю.А. Гордеев. – Смоленск: РГУТиС, 2007. – 196 с.
3. Готовский, Ю.В. Особенности биологического действия физических факторов малых и сверхмалых интенсивностей и доз / Ю.В. Готовский, Ю.Ф. Перов. – М.: Имедис, 2000. – 192 с.
4. Рубин, А.Б. Биофизика / А.Б. Рубин. – М., 2000. – Т. 2: Биофизика клеточных процессов -468 с.

5. Числов, Н.М. Управление процессом прорастания семян огурца и томатов монохроматическим красным светом / Н.М. Числов, В.П. Кукушкин // Тез. Всес. науч. конф. – Киров, 1989. – С. 49-50.

6. Шахов, А.А. Фотостимулирующее и фотомутагенное действие лазерного света / А.А. Шахов [и др.] – М.: Колос, 1972. – С. 45-50.

7. Borthwick, H.A. Nat. Acad. Sci. USA. / H.A. Borthwick, S.B. Hendricks, M.W. – Parker et. al, 1952. – № 8. – P. 662-666.

8. Nakayima, M. Cytogenetic effects of argon laser radiation / M. Nakayima //1. American Med. Assoc., 1964. – №11. – Vol. 187 – P. 842-847.

WORKING OUT OF THE EXPRESS METHOD OF ESTIMATION OF INFLUENCE OF RADIATIONS OF PLASMA ON SEEDS BY MEANS OF GAUGES O₂ AND CO₂

A.R. Tsyganov, U.A. Gordeev, O.V. Poddubnaya, I.V. Kovaleva

Summary

The express method of an estimation of influence of radiations of plasma on seeds is based on measurement oxidation-reduction processes of breath of the seeds irradiated with plasma. The developed device by means of gauges with sufficient accuracy defines the maintenance of oxygen and carbonic gas in small volumes of air.

Поступила 10 августа 2009 г.