

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ПОКРОВОВ СЕМЯН

Мазец Ж.Э.¹, Шиш С.Н.², Шутова А.Г.², Суша О.А.¹, Еловская Н.А.¹, Петров В.Н.¹,
Кайзинович К.Я.¹, Грицкевич Е.Р.³, Пушкина Н.В.⁴

¹Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, 220050 г. Минск, ул. Советская 18, Республика Беларусь, e-mail: zhannamazets@mail.ru

²ГНУ «Центральный ботанический сад» НАН Беларуси, 220012 г. Минск, ул.

Сурганова, 2в, Республика Беларусь

³Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова, 220070, г. Минск, ул. Долгобродская, 23, Республика Беларусь

⁴Научно исследовательское учреждение «Институт ядерных проблем» БГУ, 220030, г. Минск, ул. Бобруйская 11, Республика Беларусь

Ключевые слова: электромагнитное излучение, предпосевная обработка, анатомо-морфологическая структура покровов, всхожесть, энергия прорастания

Введение. В течение последних сорока лет в результате работ ряда исследователей установлена высокая чувствительность биологических систем к действию на них электромагнитным полем низкочастотного диапазона. Биологические системы, как растительного, так и животного происхождения, постоянно находятся под воздействием естественных и искусственных источников электромагнитного поля, а в ходе эволюции у них выработались механизмы восприятия информации о состоянии окружающей среды через взаимодействие с электромагнитным полем [1]. Несмотря на то, что в настоящее время существует значительное количество разнообразных способов применения электромагнитного поля (ЭМП) с целью повышения устойчивости и урожайности растений, механизмы его влияния на семена до конца остаются не выясненными.

В основном изучение влияния ЭМП на растительные объекты проводилось на сельскохозяйственных культурах. Установлено, что предпосевная электромагнитная обработка (ЭМО) семян способна улучшать их посевные качества, активизировать рост растений на самых ранних этапах онтогенеза, сокращая время между посевом и появлением всходов. Однако при изучении семян как посевного материала, мало уделяется внимания «стартовым» реакциям и продуктам промежуточного обмена, возникающих в зародышах семян. В этой связи, актуальны любые попытки получения соответствующей теории, позволяющей не только объяснить научную сущность предпосевной стимуляции семян, но и обосновать параметры магнитного поля для их предпосевной обработки [2,3]. Поэтому представляет заметный интерес исследование по выявлению влияния ЭМИ на первичные процессы прорастания семян сельскохозяйственных растений, обусловленные изменениями в анатомо-морфологической структуре покровов и мембран, определяющие сдвиги в процессах их проницаемости, изменение активности гидролитических и антиоксидантных ферментов. Накопленный многолетний сельскохозяйственный опыт показывает, что полевая всхожесть и соответственно урожайность растений в значительной степени связана с особенностями строения семенных покровов семенного материала, определяющих эффективность набухания и прорастания их в почве после посева. Используя данные по морфо-анатомической структуре семян, и сопоставляя их с особенностями протекания физиолого-биохимических процессов в них, происходящими при прорастании семян, мы можем уловить некоторую связь между структурными особенностями семян и некоторыми физиолого-биохимическими процессами. Каково, например, значение той или другой структуры семенных покровов в вопросах водопоглощения или набухания и прорастания семян. Структура семенных

покровов, их толщина, степень сложности и другие особенности, несомненно, могут объяснить ту или другую степень интенсивности протекания первичных процессов и состояние покоя. Наличие или отсутствие эндосперма, дифференциация зародыша, его развитие также различно сказывается на прорастании и жизнеспособности семян [4].

Поэтому целью данной работы являлось исследование влияния различных режимов низкоинтенсивного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на анатомо-морфологическое состояние покровов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) сорта Першацвет, Жодинский, Миртан, а также гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum gilib.*) диплоидной формы сорта Аметист и тетраплоидной формы Илия и календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) сорта Махровый.

Материалы и методы. Для исследований физического воздействия на семена люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.), гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum gilib.*), календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) были отобраны три режима электромагнитного воздействия СВЧ-диапазона - Режим 1 (54–78 ГГц); Режим 2 и 3 (64–66 ГГц) продолжительностью 20, 12 и 8 мин. соответственно. Электромагнитная обработка семян проводилась на базе НИУ «Ядерных проблем БГУ». Выбор режимов обусловлен ранее выполненными теоретическими и экспериментальными исследованиями взаимодействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения с биологической мембраной, которые подтвердили правильность выбранной в качестве объекта для электродинамического анализа модели структуры биологической мембраны [5].

Микроскопическое исследование состояния покровов семян. Для улучшения результатов микроскопирования был произведен подбор красителя из группы красителей, поглощающих свет в видимой части спектра: нильский синий, эриохром черный; из группы флюорохромов: нильский красный. Для окрашивания семян была модифицирована методика окраски покровов раствором красителем Нильским синим (Нильский синий для микроскопии FL72480, уп/10г (72480 Fluka Nile Blue A, Standard Fluka, indicator (pH 10.2-13.0), for microscopy (Bact., Hist., Vit.). Нильский синий в водных растворах диссоциирует на синюю соль (окрашивающую в синий цвет ядра и протоплазму клеток) и красное основание (растворимое в жирах). Эта краска неодинаково окрашивает жиры и различные жироподобные вещества: нейтральные жиры — в розовый цвет, фосфатиды и цереброзиды — в голубой, жирные кислоты и мыла — в темно-синий. Окраска имеет ориентировочное значение — позволяет разбираться в природе жировых веществ и служит дополнением к другим способам окраски. Она заслуживает внимания в тех случаях, когда нет возможности использовать для дифференцировки жиров и жироподобных веществ более совершенные способы, например, исследование в поляризованном свете. Применяется в микроскопии в качестве жирорастворимого красителя для выявления липидов. Реже применяется в качестве витального (прижизненного красителя) в разведении 1:1000. Готовили раствор красителя Нильского синего в 96% этаноле (0,01 г на 1 мл). Непосредственно перед окрашиванием семян растворяли 100 - 600 мкл спиртового раствора красителя в 10 мл дистиллированной воды. Семена люпина, гречихи, календулы помещали в раствор на 18 – 20 ч. Затем семена промывали в дистиллированной воде, просушивали с помощью фильтровальной бумаги, готовили срезы с помощью лезвия и подвергали микроскопированию. При изготовлении временных препаратов срезы производились перпендикулярно через микропиле при температуре -20°C и при комнатной температуре. Просмотр препаратов проводился на световом микроскопе Axioskop 2 plus (Carl Zeiss, Германия) с использованием объективов A-Plan 10x/0,25 и A-Plan 20x/0,45 (окуляр WPI 10x/23). Видимое изображение срезов, полученное в результате микроскопирования изготовленных препаратов, фиксировалось при помощи фотоаппарата Canon PowerShot G5 на цифровой носитель. Было проведено определение величины микроскопических

изменений в структуре покровов семян при помощи окуляр-микрометра и сделан пересчет размеров шкалы с учетом увеличения микроскопа. Повторность опыта 5–10 кратная.

Результаты и обсуждение. Изучение анатомического строения семенной оболочки семян бобовых культур, подвергнутых высокочастотной ЭМО, показало, что после воздействия верхняя световая линия либо растворялась (исчезала), либо передвигалась ближе к кутикуле. По-видимому, роль этой линии заключается в создании экранирующего защитного слоя, предотвращающего быстрое прорастание семян, так как твердость кожуры семян как эволюционно сформированный признак имеет важное биологическое значение, способствуя высокой выживаемости диких форм за счет синхронизации их жизненного цикла с условиями вегетации в экологических нишах произрастания. В процессе доместификации диких видов растений удается получить «мягкокожурные» семена, что является положительным хозяйственным признаком. Это обеспечивает быстрое и равномерное набухание семян, дружность и равномерность их всходов, высокую продуктивность посевов [6]. Кроме того, в кожеуре семян после ЭМО отмечались изменения конфигурации и размера клеток гиподермы: их объем увеличивался, и они становились менее сжатыми, толщина клеточных оболочек уменьшалась. Отмечены изменения и в структуре многослойной паренхимы: все три ее слоя (первый, или наружный, – толстостенный паренхимный, второй (мелкоклеточный) – тонкостенный с проводящими пучками и третий – сходный с первым, но более сильно сдавленный) становились более рыхлыми, стенки клеток – более тонкими, проницаемыми, толщина слоя увеличивалась. По нашему мнению, обнаруженные изменения кожуры семян должны способствовать быстрому проникновению влаги и набуханию семян. Исследование показало, что после воздействия низкоинтенсивного ЭМИ СВЧ - диапазона верхняя световая линия исчезала либо полностью, либо частично. **Выводы.** Подводя итог анализу микроскопического состояния покровов изучаемых сортов *Lupinus angustifolius L.* можно сказать, что появление небольших полостей в паренхимном слое клеток, вероятно, обусловлено эволюционными физиологическими процессами, сдерживающими интенсивное и быстрое набухание, что характерно для данного вида растений. Однако, при воздействии режима 2, особенно у сорта «Жодинский», выявлены значительные полости, заполненные воздухом, которые заметным образом сдерживают поступление воды в семя, что подтверждается полученными нами данными по набуханию семян. Для люпина узколистного сорта «Миртан» установлены специфические количественные сдвиги в размерах отдельных слоев семенной кожуры под влиянием изучаемых режимов. Так отмечены существенные сдвиги в толщине наружной и внутренней палисадной ткани, размеров входа в фуникулус, расстояния от семязачатка до устья группы трахеид, диаметра открытого устья на уровне семенного рубчика, определяющее поступление воды и O₂ к зародышу. В семенах календулы и гречихи также были отмечены видоспецифические изменения в структуре покровов под влиянием ЭМИ, вероятно, определяющие интенсивности метаболических процессов у обработанных растений.

Литература

1. Старухин, Р.С. Метод предпосевной обработки семян с использованием эллиптического электромагнитного поля / С.Р. Старухин, И.В. Белицын, О.И. Хомутов. – Ползуновский вестник № 4, 2009. – С. 97 – 103.
2. Стародубцева, Г.П. Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (ИЭП) и экономическое обоснование его использования / Г.П. Стародубцева, Е.П. Рубцова, Е.Н. Лапина и [др.] // Научный журнал КубГАУ. – № 75 (01) –2012. – С 1–15.

3. Ксенз, Н.В. Анализ электрических и магнитных воздействий на семена // Механизация и электрификация сельского хозяйства / Н.В. Ксенз, С.В. Качеишвили.– 2000. – №5. – С 10–12.

4. Ионесова, А.С. Физиология семян дикорастущих растений пустыни / АН Уз ССР Ин-т ботаники- Ташкент.– Фан., 1970. — С.24.

5. Карпович, В.А., Родионова В.Н. Патент РБ №5580 Способ предпосевной обработки семян овощных или зерновых культур. Выд. 23.06.2003г.

6. Ажаронок, В.В. Влияние высокочастотной электромагнитной обработки семенного материала зернобобовых культур на их посевные качества и продуктивность / В.В. Ажаронок, С.В. Гончарик, И.И.Филатова и [др.]// Электронная обработка материалов.– № 4.–2009.– С. 76-86.

СОХРАНЕНИЕ *GENTIANA ACAULIS* L. (GENTIANACEAE) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ *IN VITRO*

О.Ю. Майорова, М.З. Мосула, Л.Р. Грицак, Н.М. Дробык

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира

Гнатюка, ул. М. Кривоноса, 2, г. Тернополь, 46027, Украина,

e-mail: majorova@i.ua, drobyk.n@gmail.com

*Ключевые слова: *Gentiana acaulis* L., микрклональное размножение, укоренение *in vitro**

Введение. Метод микрклонального размножения, как один из методов биоконсервации *in vitro*, можно с успехом использовать для массового размножения разных групп ценных растений, и, особенно, для восстановления популяций редких, исчезающих и полезных видов в естественных условиях их произрастания [2]. Поэтому цель нашей работы состоит в подборе условий для микрклонального размножения редкого вида *Gentiana acaulis* L. [4] и укоренения полученных побегов *in vitro*.

Материалы и методы. В работе использовали асептические растения *G. acaulis*, пророщенные из собранных на двух популяциях в Украинских Карпатах (г. Ребра, г. Туркул) семян. Микроразмножение *G. acaulis* проводили путем прямого морфогенеза, используя для этого участки побегов 2-3 месячных растений с пазушными почками. Эффективность микрклонального размножения оценивали через 1-2 месяца, определяя среднее количество черенков с микрклонами и среднее количество сформированных побегов в расчете на один черенок.

Микрклональное размножение проводили на агаризованных и жидких питательных средах Мурасиге, Скуга (1962) с половинным содержанием макро- и микросолей (МС/2) и среде МС/2 с увеличенной вдвое концентрацией CaCl_2 (МС/2_{мод}). Среды дополняли комбинациями различных концентраций 6-бензиламинопурина (БАП) (0,05-0,5 мг/л) и кинетина (Кин) (0,1 и 0,2 мг/л).

Полученные путем микрклонального размножения растения выращивали в течение 1,5-3 месяца и по достижению высоты 1,5-2,0 см их использовали для подбора условий укоренения *in vitro*. С этой целью были протестированы десять вариантов сред с разным содержанием макро- и микросолей, сахарозы, маннита, дополненных 1-нафтилуксусной кислотой (НУК).

Для каждой модификации питательной среды использовали два поддерживающих субстрата: агар (8 г/л) (I-III); агар (4 г/л) и перлит (16 г/л) (IV-X). На питательных средах с указанными субстратами растения культивировали в течение 90 суток. Часть растений, инфицированных а в процессе пересадок или не образующих корней на питательных средах, пересаживали в водопроводную воду.