

**Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад**

**Интродукция, сохранение и использование
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада
Национальной академии наук Беларуси
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 2**

**Assessment, Conservation and Sustainable Use
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

**In two parts
Part 2**

Минск
2012

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

И73

Редакционная коллегия:

*Д-р биол. наук В.В. Титок (ответственный редактор);
д-р биол. наук, академик НАН Беларуси В.Н. Решетников;
д-р биол. наук, ч.-кор. НАН Беларуси Ж.А. Рупасова;
д-р биол. наук, чл.-кор. НАН Беларуси Е.А. Сидорович;
канд. биол. наук Ю.Б. Аношенко; канд. биол. наук А.В. Башилов;
канд. биол. наук А.А. Веевник; канд. биол. наук И.К. Володько;
канд. биол. наук И.М. Гаранович; канд. биол. наук Л.В. Гончарова;
канд. биол. наук А.А. Кузовкова; канд. биол. наук Л.В. Кухарева;
канд. биол. наук Н.М. Лунина; канд. биол. наук Е.В. Спиридович;
канд. биол. наук В.И. Торчик; канд. биол. наук О.В. Чижик;
канд. биол. наук А.Г. Шутова; канд. биол. наук А.П. Яковлев.*

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

И 73 **Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры;** Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 2 / Нац. акад. Наук Беларуси, Централ. ботан. сад; редкол.: В.В. Титок /и др./, Минск, 2012. – 492 с.

В сборнике представлены материалы Международной конференции «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры», посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

В 1-й части публикуются тезисы докладов секций «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и «Современные направления ландшафтного дизайна и зеленого строительства»

Во 2-й части представлены тезисы докладов секций «Экологическая физиология и биохимия интродуцированных растений», «Генетические и молекулярно-биологические аспекты изучения и использования биоразнообразия растений» и «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира».

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

Особенности влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения на активность пероксидазы у отдельных кормовых и лекарственных растений

Шиш С.Н.¹, Пушкина Н.В.³, Кайзинович К.Я.¹, Баханькова Е.А.¹, Мазец Ж.Э.¹, Грицкевич Е.Р.¹, Копач О.В.², Спиридович Е.В.², Карпович В.А.³

¹ Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка, г. Минск, Беларусь, e-mail: cazonovacs@mail.ru

² Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

³ НИИ ядерных проблем Белорусского государственного университета, г. Минск, Беларусь

Резюме. В данной статье обсуждаются результаты влияния различных режимов низкоинтенсивного электромагнитного излучения на активность пероксидазы и характер ростовых процессов отдельных кормовых и лекарственных растений. Повышение активности пероксидазы свидетельствует о стрессовой реакции и торможении ростовых процессов. Активность пероксидазы в данных случаях выступила как достоверный маркер стресса.

Summary. This article discusses the results of the effect of different low-intensity electromagnetic radiation regimes on peroxidase activity and the feature of the growth processes of certain forage crops and medicinal plants. Increased peroxidase activity shows the stress response and inhibition of growth processes. In these cases peroxidase activity acts as a reliable marker of stress.

Повысить качество и полевую всхожесть жизнеспособных семян можно различными способами воздействия на семена. Данные многочисленных исследований свидетельствуют о том, что различные виды воздействия на семена могут оказывать положительное влияние на активацию ростовых процессов растений. Поэтому в настоящее время в сельскохозяйственной практике достаточно широко применяются стимулирующие факторы, способствующие повышению агрономических качеств семян. При этом одним из многообещающих результатов из проведенных в последние годы работ стало то, что положительное влияние на всхожесть, рост, развитие растений, а соответственно, и на получаемый урожай и его качество оказывает обработка посевного материала различных сельскохозяйственных и лекарственных культур электромагнитными методами [1].

Однако воздействие электромагнитных полей на биологические объекты может приводить к различным эффектам, проявление которых зависит в основном от частоты, мощности излучения и времени воздействия. На сегодняшний день не до конца ясен сам механизм внешнего электромагнитного воздействия на биологические структуры. Ученые разных стран по-разному понимают, как действует электромагнитное излучение на ростовые и физиолого-биохимические процессы растений.

В результате биофизических исследований в течение последних 25 лет установлено, что клеточная мембранная система является одним из наиболее перспективных объектов изучения механизмов биологического действия КВЧ-излучения. Одним из ферментов определяющих ферментативную активность мембранных систем в ответ на действие различных факторов является пероксидаза [2].

Пероксидаза (КФ 1.11.1.7. донор: H_2O_2 -оксидоредуктаза) – один из наиболее распространенных растительных ферментов. По своей природе фермент является гемсодержащим гликопротеидом. Наличие большого числа изоферментов, разнообразие механизмов действия фермента, способность катализировать реакции пероксидазного и оксидазного окисления субстратов обуславливают способность пероксидазы выполнять самые разнообразные функции в живых организмах [3].

Пероксидаза – один из ключевых ферментов, контролирующих рост растений, их дифференциацию и развитие. Этот фермент участвует в формировании, реологии и лигнификации клеточных стенок, биосинтезе этилена, метаболизме индолил-3-уксусной кислоты, дыхании растений, защите тканей от поражения и инфекции патогенными микроорганизмами.

Пероксидазам растений свойственна уникальная полифункциональность, что обуславливается молекулярной разнокачественностью отдельных ее изоформ, разнообразием механизмов действия фермента, способностью катализировать реакции оксидазного и пероксидазного окисления субстратов [3]. В растительной клетке субстратная специфичность, очевидно, ограничена компартиментализацией фермента и его субстратов, а также микроокружением, которое не всегда может обеспечить оптимальные условия для реакций, катализируемых пероксидазой. Различия изоферментов пероксидазы растений в степени предпочтения к субстратам,

структуре, оптимальным условиям, необходимым для проявления максимальной активности, обуславливают выполнение ими различных физиологических функций [4].

Пероксидаза катализирует большинство реакций, протекающих во всех типах тканей. Для этого фермента отмечается видовая, органогенная, тканевая и внутриклеточная специфичность распределения изопероксидаз.

Пероксидаза является индуцибельным ферментом, индукторами которого могут быть разнообразные физические, химические и биологические факторы [5]. Поэтому для определения характера стрессовой реакции обработанных растений были проведены биохимические исследования, где в качестве маркера использовали фермент пероксидазу.

В самом начале ответной реакции растения, очень быстро реагируя на любой стресс, активируются в основные пероксидазы как первый шаг ответа, а изменения, связанные с метаболизмом ауксина и этилена, индуцируют усиление синтеза кислых пероксидаз как второй, и более поздний, шаг ответа или защиты. Предполагаемая последовательность реакций, составленная по имеющимся с данным, показывает, что только два гормона тесно связаны посредством пероксидазы с процессами ответа на различные нарушения — ауксин и этилен, — регулирующие метаболизм растения и в целом активности пероксидазы на значительном расстоянии от пораженных клеток [5].

В связи со всем вышесказанным пероксидаза была взята в качестве маркера стресса, так как в литературе имеются сведения об использовании активности пероксидаз в качестве диагностического показателя устойчивости растений к стрессу.

Поэтому целью данного исследования является изучение влияния различных режимов низкоинтенсивного электромагнитного воздействия на пероксидазную активность некоторых кормовых и лекарственных растений.

Объектами исследования являлись проростки календулы лекарственной сорта «Махровый-2000» (*Calendula officinalis*), Melissa лекарственной (*Melissa officinalis* L.) и люпина узколистного сорта «Митан» (*Lupinus angustifolius* L.). Исследования проводились в лабораторных условиях. Семена были обработаны электромагнитным (ЭМИ) излучением в трех частотных режимах: Режим 1 (53–78 ГГц, 20 мин); Режим 2 (64–67 ГГц, 12 мин) и Режим 3 (64–66 ГГц, 8 мин). Обработка семян производилась в Институте ядерных проблем БГУ на лабораторной установке для микроволновой обработки семян различных сельскохозяйственных культур в широком частотном диапазоне (от 37 до 120 ГГц) с плавной регулировкой мощности от 1 до 10 мВт. Контролем для них служили необработанные семена.

Семена проращивали в лабораторных условиях в течение 14 суток при температуре 21°С: по 50 семян в трех повторностях для каждой экспозиции и контроля.

На протяжении первых 5 дней онтогенеза измерялась энергия прорастания, а на 7 и 14 сутки определялась всхожесть и были сделаны измерения морфометрических параметров ювенильных растений: измерили длину и массу корней и проростков.

Для дальнейших биохимических исследований были получены *crude*-экстракты из семи- и четырнадцатидневных проростков исследуемых растений. В полученных экстрактах определена пероксидазная активность (Е/мл) и содержание общего белка (мг/мл), а также рассчитана удельная активность пероксидазы (Е/мг белка) (табл. 1).

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований установлено, что Режимы 1 и 2 повышают всхожесть семян календулы в среднем на 18–20%, а Режим 3 – на 12% по сравнению с контролем (рис. 1).

Отмечены незначительные колебания ростовых процессов у ювенильных растений календулы, данные различаются в пределах ошибки опыта, однако стимулирующий рост эффект отмечен при воздействии Режимом 2 и некоторое угнетение отмечается после воздействия Режимом 3 (рис. 2).

Масса корней и проростков колеблется в больших пределах. Ярко выраженный стимулирующий эффект оказывает Режим 2, угнетение на разных этапах отмечено все тем же Режимом 3 и Режимом 1 (рис. 3). Данные исследований позволяют говорить о возможном стрессовом воздействии Режима 3.

В ходе работы установлено, что исследуемые образцы сильно различаются по уровню пероксидазной активности (табл. 1). Так, нами выявлено снижение пероксидазной активности и удельной активности пероксидазы в семидневных проростках календулы при воздействии ЭМИ Режимом 1 и 2 и существенное повышение активности при обработке Режимом 3.

К четырнадцатому дню активность пероксидазы снижается относительно контроля. Эти результаты свидетельствуют о том, что резкое увеличение пероксидазной активности тормозит ростовые процессы, и Режим 3 является сильным стрессогенным фактором. У двух-

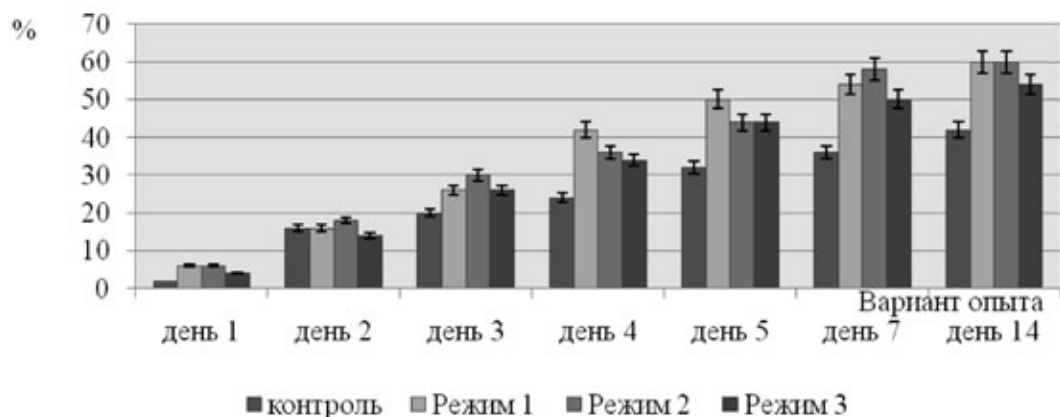
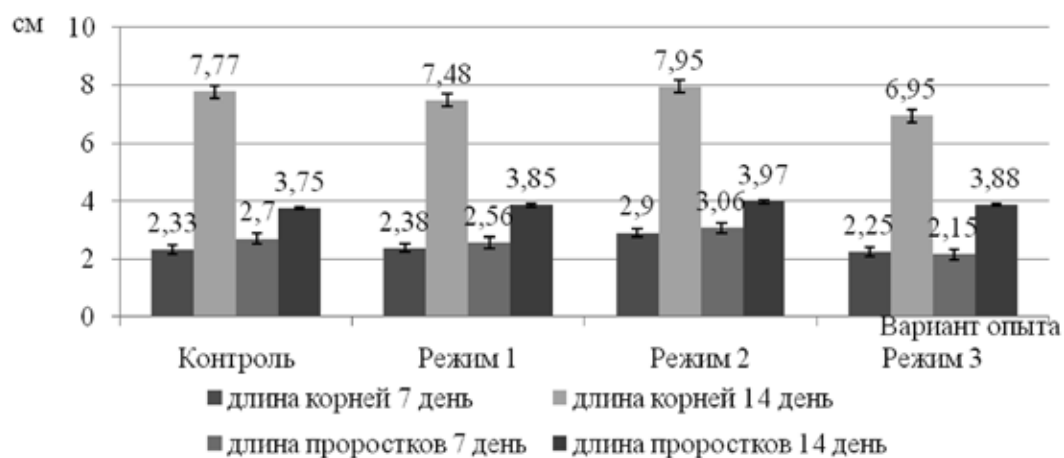
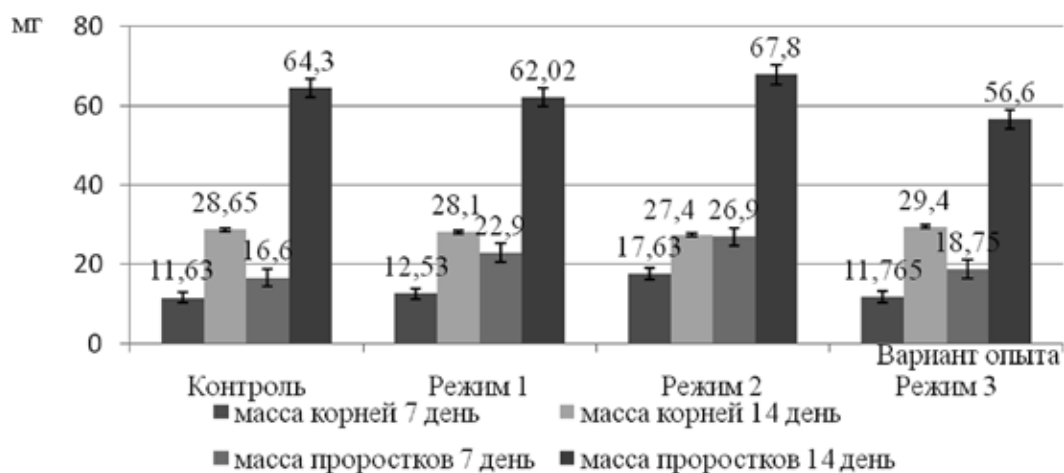
Рис. 1. Особенности всхожести *Calendula officinalis*, подвергнутой различным режимам ЭМИ.Рис. 2. Изменения длины корней и проростков *Calendula officinalis*, в результате ЭМИ-воздействия.Рис. 3. Особенности изменения массы корней и проростков *Calendula officinalis* в результате предпосевного ЭМИ-воздействия.

Таблица 1. Влияние различных физических воздействий на общую и удельную активность пероксидазы в проростках *Calendula officinalis*

№ п/п	Вариант опыта	Активность пероксидазы, Е\мл	Концентрация белка, мг\мл	Удельная активность пероксидазы, Е/мг белка
1.	Контроль 7 день	21,04	1,78350	11,79
2.	Режим 1 7 день	8,52	1,76095	4,84
3.	Режим 2 7 день	14,44	1,6346	8,83
4.	Режим 3 7 день	57,93	0,95828	60,45
5.	Контроль 14 день	27,4	1,2398	22,1
6.	Режим 1 14 день	21,12	1,1509	18,35
7.	Режим 2 14 день	4,68	0,7506	6,24
8.	Режим 3 14 день	8,96	0,7387	12,13

Таблица 2. Влияние различных физических воздействий на общую и удельную активность пероксидазы в проростках *Melissa officinalis*

№ п/п	Вариант опыта	Активность пероксидазы, Е/мл	Концентрация белка, мг/мл	Удельная активность пероксидазы, Е/мг белка
1.	Контроль 14 день	20,9	0,3755	55,7
2.	Режим 1 14 день	11,88	0,797	14,9
3.	Режим 2 14 день	18,96	0,704	26,9
4.	Режим 3 14 день	10,34	0,856	12,08

недельных проростков происходит адаптация к предпосевному ЭМИ-воздействию Режимом 3, что отражается в меньшем отставании ростовых процессов от контрольных значений (см. рис. 1–3). В ходе исследований отмечено, что некоторое снижение активности пероксидазы приводит к активации ростовых процессов у календулы лекарственной.

Анализ влияния различных режимов низкоинтенсивного электромагнитного излучения на пероксидазную активность четырнадцатидневных проростков Melissa показала, что в результате воздействия отмечено снижение данного параметра под влиянием всех трех режимов (табл. 2). Кроме того, была отмечена стимуляция ростовых процессов под влиянием всех изучаемых режимов (данные не приводятся). Таким образом, все используемые режимы оказали благоприятное действие на развитие растений Melissa.

В ходе исследования установлено, что режим 3 вызывает резкое увеличение пероксидазной активности и торможение роста опытных растений (рис. 4).

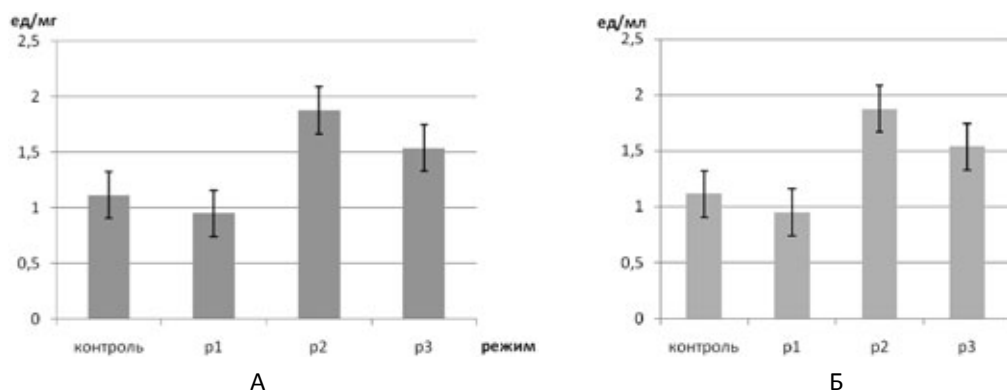


Рис. 4. Влияние различных режимов ЭМИ на пероксидазную активность 7- (А) и 14-дневных (Б) проростков *Lupinus angustifolius* L.

Таким образом, выявлена избирательная реакция растений на различные режимы электромагнитного воздействия. Повышение активности пероксидазы свидетельствует о стрессовой реакции и торможении ростовых процессов. Активность пероксидазы в данных случаях выступила как достоверный маркер стресса.

Список литературы:

1. Городецкая Е.А., Спиридович Е.В., Коревко И.А., Ажаронек В.В., Филатова И.И. Влияние плазменно-радиоволновой обработки на агрономические качества семян. // Теор. и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и нар. хоз-ва. – Материалы Междунар. научн. конф., посвященной 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси, Мн., 12–15 июня 2007 г., Т. 1, с. 143–145.
2. Андреева В. А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений. / В. А. Андреева. – М.: Наука, 1988, с. 128.
3. Полифункциональность растительных пероксидаз и их практическое использование. / Е. Р. Карташова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 5, с. 63–69.
4. Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. / В. В. Рогожин. – СПб.: ГИОРД, 2004, с. 240.
5. Савич И. М. Пероксидазы – стрессовые белки растений. / И. М. Савич // Успехи современной биологии. – 1989. – Т. 107. № 3.