

ЭКОЛОГИЯ

УДК 582.6/9:576.353:537.8

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПРОЛИФЕРАЦИЮ КЛЕТОК АПИКАЛЬНЫХ КОРНЕВЫХ МЕРИСТЕМ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Ю.А. Беляченко, А.Д. Усанов, В.С. Тырнов, Д.А. Усанов

Саратовский государственный университет,
кафедра генетики
E-mail: biofac@sgu.ru

Показано стимулирующее действие переменного магнитного поля с частотами 6 и 12 Гц и индукцией 25 мТл на митотическую активность апикальных корневых меристем проростков двудольных растений при экспозиции в поле покоящихся и прорастающих семян в течение 1 часа. При хранении семян до прорщивания отмеченный эффект сохраняется в течение 3 суток после воздействия поля. Дополнительные воздействия, осуществляемые с интервалами в двое суток, не приводят к существенному изменению уровня стимуляции меристем у проростков.

Ключевые слова: переменное магнитное поле, двудольные растения, апикальные корневые меристемы, митотическая активность, стимулирующее действие.

Alternating Magnetic Field Influence on Cell Proliferation in Apical Root Meristems

Yu. A. Belyachenko, A.D. Usanov, V.S. Tugnov, D.A. Usanov

The article shows the stimulating effect of alternating magnetic field at the frequency of 6 and 12 Hz and induction of 25 mT on mitotic activity in apical root meristems of dicotyledon germs at one-hour exposure of latent and sprouting seeds. The effect is observed if the seeds germinate during 3 days after the exposition. Additional impacts with 2 days range do not cause significant stimulation level alteration in germs.

Key words: alternating magnetic field, dicotyledons, apical root meristems, mitotic activity, stimulating effect.

Изучению влияния магнитных полей (МП) на биологические объекты посвящено значительное число работ [1, 2]. У растений при действии МП с различными параметрами отмечались повышение, понижение митотической активности (МА) меристематических тканей, а также отсутствие изменения уровня активности меристем под действием поля [3–5]. Такое разнообразие результатов определяется как особенностями исследуемых биологических объектов, так и различиями в биотропных параметрах используемых МП, причем в большинстве работ, к сожалению, регистрируются только один или два параметра МП. Учитывая важность наблюдения за большим числом параметров [1], в работе регистрировались индукция МП, частота и длительность экспозиции.



Материалы и методы

Для изучения влияния МП на МА апикальных корневых меристем проростков экспериментальному воздействию подвергались покоящиеся или прорастающие семена двудольных растений – подсолнечника (сорт Саратовский 85), укропа (сорт Грибовский) и редиса (сорт «18 дней»). В ранее опубликованных работах отмечалось стимулирующее влияние МП на МА меристем однодольных растений [6, 7].

В качестве источника переменного МП с частотами 6 и 12 Гц использовался врачающийся диск, на который радиально были прикреплены чередующиеся по полярности постоянные магниты с осью намагничивания, перпендикулярной плоскости диска. Над диском находилась чашка Петри с семенами или проростками. Индукция МП составляла 25 мТл. Экспозиция осуществлялась в течение 1 часа.

Действию поля подвергались сухие или предварительно замоченные в воде (в течение 18 ч) семена, которые сортировались по размеру на крупную, среднюю и мелкую фракции (количественно представленные равными долями семян). Разделение на фракции было сделано в связи с имеющимися в литературе указаниями, что стимулирующий эффект может отчетливее проявляться при использовании семян более низкого качества. Для цитологического анализа фиксировались кончики корешков, достигших длины 1–1,5 см. Подсчет клеток на разных стадиях клеточного цикла осуществлялся на времен-

ных давленых ацетокарминовых препаратах [8]. В каждой из трех повторностей было проанализировано не менее 3000 клеток и определены значения МИ.

Результаты и их обсуждение

Для подсолнечника и укропа получены воспроизводимые эффекты стимуляции МА в среднем от 10 до 18% при действии МП с частотой 6 Гц на покоящиеся и прорастающие семена (рис. 1). Воздействие поля на покоящиеся семянки подсолнечника сопровождалось повышением МА на 22% у проростков из крупных семянок, на 3 и 23% – из средних и мелких соответственно. При действии МП на прорастающие семянки максимальный эффект (20%) наблюдался у проростков из семянок мелкой фракции. Невысокие значения стимуляции МА отмечены для проростков из семянок крупной (6%) и средней (3%) фракции. В целом воздействие на сухие семянки подсолнечника более эффективно, чем на прорастающие (16% по сравнению с 10%).

Экспозиция в МП покоящихся семян укропа сопровождается повышением МА в среднем на 16%, при этом наибольший эффект отмечен для проростков из крупных и средних семян. Несколько большее среднее значение наблюдается в эксперименте с прорастающими семенами – 18%. В этом случае максимальный эффект проявляется у проростков из мелких семян. Для прочих проростков этот показатель составляет 14–15%.

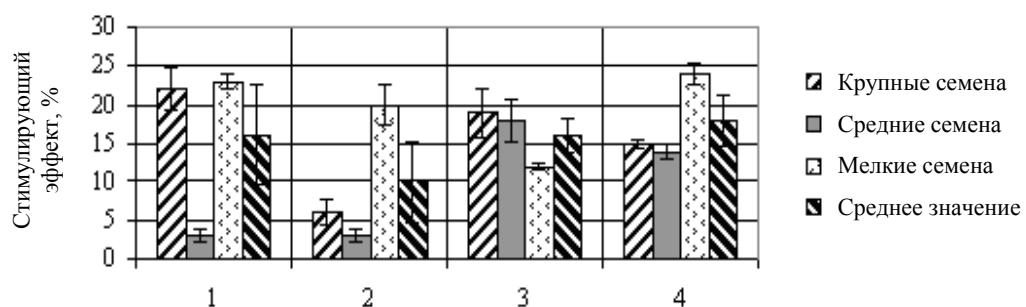


Рис. 1. Средний уровень стимуляции МА апикальных меристем корней подсолнечника (1, 2) и укропа (3, 4) при воздействии МП 6 Гц с индукцией 25 мТл в течение 1 ч на покоящиеся (1, 3) и прорастающие (2, 4) семена

Таким образом, при воздействии на покоящиеся семена максимальный эффект наблюдается у проростков из крупных семян, а при воздействии на прорастающие – из мелких. Подобная закономерность может наблюдаться вследствие разных причин. Например, можно предположить разную степень чувствительности мелких и крупных семян к воздействию МП при разных условиях на покоящиеся или прорастающие семена. Причиной также может быть асинхронность развития проростков из семян разного размера, в результате чего экспозиция в поле прорастающих семян приходится на разные стадии развития проростков (например, проростки из мелких семян в этот момент могут несколько опережать в развитии проростки из крупных и мелких). При этом во время воздействия МП на покоящие-

ся семена последние находились практически на одной стадии развития независимо от их размера.

Влияние МП с частотами 6 и 12 Гц исследовалось при экспозиции покоящихся семян редиса (рис. 2). В апикальных корневых меристемах редиса более значительный стимулирующий эффект наблюдался при действии МП с частотой 6 Гц (в среднем – 27 %). При действии МП с частотой 12 Гц среднее значение стимулирующего эффекта составило 17 %. Отметим, что проростки из разных по размеру семян в разной степени реагируют на воздействие МП. Так, при действии МП с частотой 6 Гц наибольший стимулирующий эффект выявлен у проростков из мелких семян, а при действии МП с частотой 12 Гц – у средних.

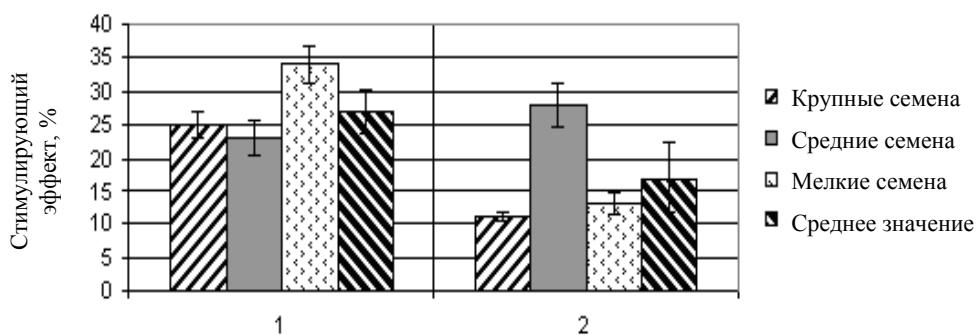


Рис. 2. Стимулирующее действие МП с индукцией 25 мТл и частотами 6 Гц (1) и 12 Гц (2) на МА апикальных корневых меристем редиса при экспозиции покоящихся семян в течение 1 ч

Для исследования вопроса о том, будет ли многократное повторное воздействие МП приводить к какому-либо изменению уровня стимуляции по сравнению с однократным воздействием, была проведена особая серия экспериментов на подсолнечнике (рис. 3). Она заключалась в повторении с интервалами в двое суток одночасовых экспозиций покоящихся семян в МП с частотой 6 Гц. На протяжении 5 экспозиций не наблюдается четкой тенденции изменения уровня МА апикальных корневых меристем у опытных растений. Значения стимулирующего эффекта на протяжении 5 фиксаций находились в

пределах 13–22% (среднее значение составило 17%). Таким образом, для достижения стимулирующего эффекта оказывается достаточным однократного воздействия МП.

В наших предыдущих экспериментах на сорго было показано, что стимулирующий эффект не наблюдается у растений, полученных из семян, находившихся в МП неделю назад и раньше. В связи с важностью исследования данного вопроса мы осуществили проверку универсальности этой закономерности на других объектах – подсолнечнике и укропе (рис. 4).

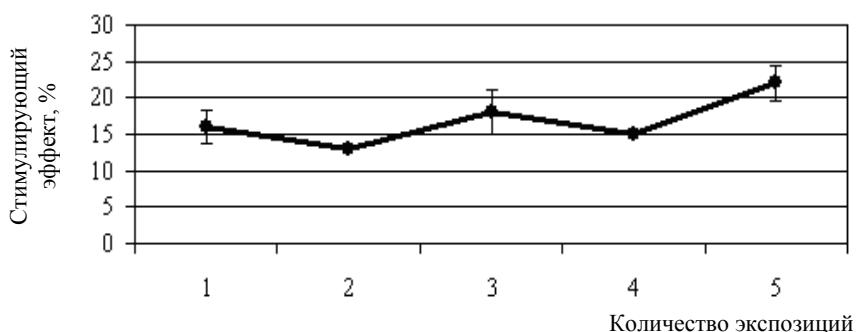


Рис. 3. Изменение величины стимулирующего воздействия МП с частотой 6 Гц и индукцией 25 мТл на МА апикальных корневых меристем подсолнечника при многократных одночасовых экспозициях сухих семянок с интервалами вдвое сут

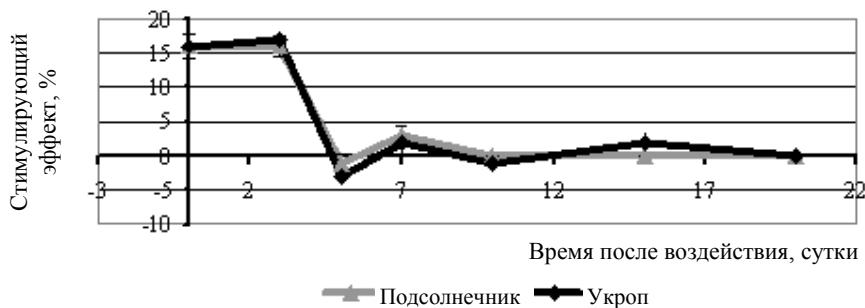


Рис. 4. Угасание стимулирующего эффекта на МА апикальных корневых меристем, вызываемого воздействием МП 6 Гц 1 ч на покоящиеся семена при проращивании непосредственно после этого воздействия, а также через 3, 5, 7, 10, 15 и 20 сут

У подсолнечника отмечаются одинаковые уровни стимуляции при проращивании семянок после экспозиции, а также через 3 суток. При хранении семянок в течение 5 сут после воздействия в меристемах опытных растений МА оказывается ниже контрольного показателя на 1%. Через 10 суток МА в опыте превышает МА в контроле на 3%. Последующие фиксации сопровождаются одинаковым уровнем МА у опытных и контрольных растений. При хранении семян укропа в течение 3 сут после экспозиции в МП стимулирующий эффект в меристемах проростков также сходен с таковым для проростков, полученных при проращивании семян непосредственно после воздействия. Таким образом, при хранении семян для всех исследованных объектов характерно сохранение стимулирующего эффекта в течение 3 сут после одночасового воздействия МП с частотой

6 Гц и индукцией 25 мТл и его исчезновение при более длительном хранении.

В целом проведенные эксперименты подтверждают универсальность действия переменного МП на митоз в растительных меристемах. В связи с этим представляется возможным использование апикальных корневых меристем однодольных и двудольных растений в качестве удобных модельных объектов для изучения действия МП на растения, и на процесс митоза, в частности. Дальнейшее накопление данных должно привести к чрезвычайно важному для магнитобиологии пониманию механизма биологического действия магнитных полей. Результаты исследования также имеют возможность практического применения выявленного стимулирующего действия МП на МА в различных клеточных технологиях, требующих повышения числа делящихся клеток.



Библиографический список

1. Холодов Ю.А. Магнетизм в биологии. М.: Наука, 1970. 96 с.
2. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // УФН. 2003. Т.173, вып.3. С.265–300.
3. Стрекова В.Ю. Влияние постоянных магнитных полей высокой напряженности на митоз в корнях бобов // Электронная обработка материалов. 1967. Вып.6(18). С.76–78.
4. Стрекова В.Ю. Митоз и магнитное поле // Проблемы космической биологии / Под ред. В.Н. Черниговского. М.: Наука, 1973. Т.18. С.200–204.
5. Шрагер Л.Н. Цитогенетический эффект действия ослабленного магнитного поля на правые и левые изомеры лука // Влияние магнитных полей на биологические объекты: Материалы Третьего Всесоюз. симп. Калининград, 17–19 июня 1975 г. Калининград: Изд-во Калинингр. гос. ун-та, 1975. С.194–195.
6. Тырнов В.С., Смирнова Ю.А., Усанов А.Д. и др. Стимулирующее влияние переменного магнитного поля на митотическую активность и рост кукурузы // Вавиловские чтения – 2004: Материал Всерос. конф. Секция генетики и селекции. Саратов: Изд-во Сарат. гос. аграрного ун-та, 2004. С.65–67.
7. Беляченко Ю.А., Усанов А.Д., Тырнов В.С., Усанов Д.А. Влияние низкочастотного магнитного поля на митотическую активность клеток сорго // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2007. Вып.11. С.57–60.
8. Пухальский В.А., Соловьев А.А., Юрцев В.Н. Цитология и цитогенетика растений. М.: Изд-во МСХА, 2004. 118 с.