

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ДЕЙСТВИЕ АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКО- ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА НА СЕМЕНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

М.Г.Барышев, А.А.Касьяненко

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,
Подольское шоссе, 8/5, 113093, Москва, Россия*

Приведены результаты исследования влияния на всхожесть семян подсолнечника высокочастотных амплитудно-модулированных электромагнитных полей. Установлено, что семена, обработанные амплитудно-модулированным высокочастотным электромагнитным полем с несущими частотами в диапазоне 400-1000 МГц и модулирующей частотой 18,0 Гц, обладали всхожестью больше контроля на 12-40%.

В большинстве имеющихся в настоящее время работ, посвященных исследованию воздействия электромагнитного поля (ЭМП) на биосистемы, изменение параметров функционирования этих систем связывают с тепловыми эффектами [1]. Считается твердо установленным, что взаимодействие биополимеров, растворов биологических макромолекул с электромагнитными полями имеет релаксационный характер вплоть до частот ЭМП крайне высокочастотного диапазона (3-300 ГГц) [2].

Резонансное возбуждение колебаний в белках возможно на гипервысоких частотах (300-3000 ГГц) [3]. Для ДНК самая низкочастотная мода колебаний лежит в области сверхвысокочастотного диапазона (СВЧ) (3-30 ГГц) [4].

Таким образом, от диапазона длинных волн до диапазона СВЧ в биологических системах не должно наблюдаться резонансное взаимодействие с ЭМП. До настоящего времени исследовались, как правило, не модулированные ЭМП.

Вместе с тем на сегодняшний день у большинства исследователей не вызывает сомнения специфическое действие на различные биосистемы ЭМП крайне низкочастотного диапазона (3-30 Гц) [5]. Поэтому представляют интерес исследования воздействия модулированных электромагнитных полей, у которых в качестве несущих выбраны частоты, лежащие в диапазоне, еще не вызывающем резонансных явлений (до СВЧ), а в качестве модулирующих выбраны крайне низкие частоты.

Методика проведения эксперимента. Семена подсолнечника обрабатывались амплитудно-модулированным (АМ) ЭМП ультравысокочастотного диапазона. Для этого они помещались в заземленную металлическую камеру, в которой располагался полуволновой вибратор на расстоянии 30 см от емкости с семенами. На полуволновой вибратор, служивший в качестве излучателя ЭМП, поступали электрические колебания ультравысокочастотного диапазона с генератора Г4-37А. В качестве генератора модулирующей частоты служил Г3-118. Обработанные семена помещались в чашки Петри и по стандартной методике исследовалась всхожесть (V) семян.

Результаты и их обсуждение. Исследования, проведенные с семенами подсолнечника, показали высокую эффективность воздействия амплитудно-модулированного ЭМП ультравысокочастотного диапазона при уровне мощности, излучаемой антенной, $P = 10^{-3}$ Вт на процесс изменения всхожести семян. Семена, обработанные немодулированным ЭМП в течение 90 мин. с частотами, лежащими в диапазоне 400-1000 МГц, обладали всхожестью ниже контроля на 10-30% (рис. 1). Семена, обработанные амплитудно-модулированным ЭМП в течение 90 мин. при уровне мощности, поступающей на излучатель, $P = 10^{-3}$ Вт с несущими частотами (f_H), лежащими в том же диапазоне 400-1000 МГц, и модулирующей частотой $f_M = 18,0$ Гц обладали всхожестью больше контроля на 12-40% (рис. 2).

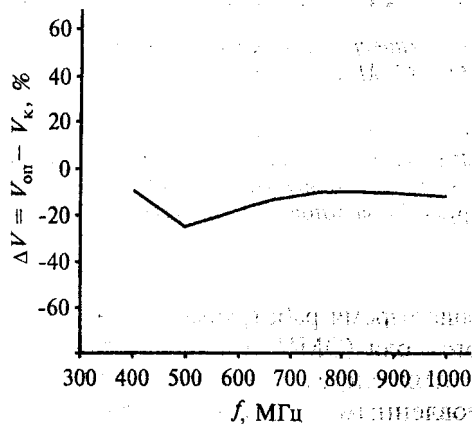


Рис. 1. Зависимость изменения всхожести семян от частоты f ЭМП при плотности потока мощности падающего излучения $P = 10^{-3}$ Вт/см² и времени воздействия $t = 90$ мин.

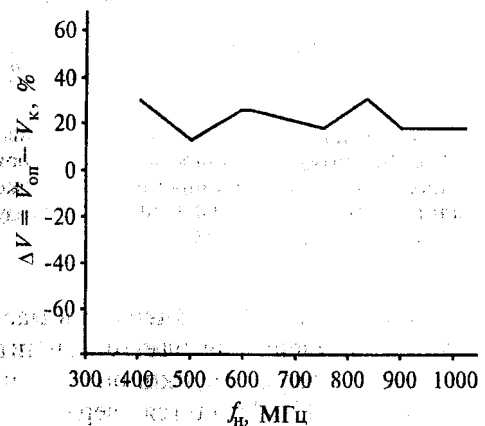


Рис. 2. Зависимость изменения всхожести семян от несущей частоты f_H амплитудно-модулированного ЭМП при модулирующей частоте $f_M = 18,0$ Гц, глубине модуляции $m = 70\%$, плотности потока мощности падающего излучения $P = 10^{-3}$ Вт/см² и времени воздействия $t = 90$ мин.

В ходе исследования было замечено, что изменение модулирующей частоты на несколько Гц приводит к уменьшению всхожести относительно контроля на 10-30%, что аналогично обработке немодулированным ЭМП. Таким образом эффект возрастания всхожести при обработке амплитудно-модулированным ЭМП связан с позитивным воздействием модулирующей частоты $f_M = 18,0$ Гц на семена подсолнечника.

На рис. 3 представлена зависимость, отображающая изменение всхожести от изменения глубины модуляции m^* при обработке семян подсолнечника амплитудно-модулированным ЭМП в течение 90 мин. с несущей частотой $f_H = 400$ МГц, модулирующей частотой $f_M = 18,0$ Гц и уровне падающей мощности $P = 10^{-3}$ Вт. При глубине модуляции $m = 50\%$ достигается оптимальное соотношение между максимальной и минимальной амплитудой амплитудно-модулированного ЭМП, при которой всхожесть максимальна.

В настоящее время известно, что существует класс химических реакций, на скорость которых магнитное поле может действовать заметным образом

* $m = [(U_{max} - U_{min}) / (U_{max} + U_{min})] \cdot 100\%$, где U_{max} и U_{min} — максимальная и минимальная амплитуда амплитудно-модулированного сигнала, поступающего на антенну, соответственно.

[5]. Это реакции проходящие через стадию взаимодействия пары парамагнитных частиц. Такая пара может находиться в разных электронных спиновых состояниях, которые определяют каналы реакции. В силу закона сохранения спина продукт реакции может образовываться лишь по некоторым каналам («спиновой запрет»). Взаимодействие же внешнего магнитного поля со спинами реагентов может привести к открытию новых или перераспределению старых каналов реакции. В результате в случае малого времени жизни пары по сравнению со временем ее спин-решеточной релаксации действие поля может изменить значение скорости прямой и обратной реакции [6].

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о наличии в обрабатываемых семенах нелинейной резонансной системы, взаимодействующей с ЭМП и являющейся ответственной за исследуемый этап развития семян. Как известно из радиотехники, из амплитудно-модулированных колебаний модулирующую частоту возможно выделить (т.е. продетектировать) только с помощью нелинейной системы. В свою очередь, простейшая модель приемника амплитудно-модулированных колебаний состоит из контура, настроенного на несущую частоту, сигнал с которого поступает на нелинейную систему и затем на контур, настроенный в резонанс с модулирующей частотой для ее выделения. В случае отсутствия резонансного контура, настроенного на несущую частоту, система будет детектировать весь спектр амплитудно-модулированных колебаний, но выделяться будут только колебания, частота которых равна или кратна резонансной (18,0 Гц), что, по всей видимости, и происходит в рассматриваемом случае.

Система, в которой резонанс обусловлен магнито-спиновыми эффектами, должна обладать высокой добротностью и соответственно узким диапазоном частоты, в котором наблюдается эффект, что подтверждается нашими исследованиями (изменение частоты на 0,2 Гц критично для наблюдения эффекта).

Обработка семян ЭМП, промодулированным частотой 18,0 Гц, приводит к резонансному взаимодействию электронных оболочек атома (обладающего парамагнитными свойствами), совершающих синхронные колебания с колебаниями ядра. Амплитуда колебаний электронных оболочек атома должна зависеть от количества энергии, вносимой в систему внешним амплитудно-модулированным ЭМП, то есть от глубины модуляции амплитудно-модулированного ЭМП.

Таким образом, полученные зависимости укладываются в рамки современных представлений о взаимодействии биосистем со слабым ЭМП.

Установленные закономерности влияния модулированных ЭМП на семена подсолнечника требуют нового подхода к оценкам существующих санитар-

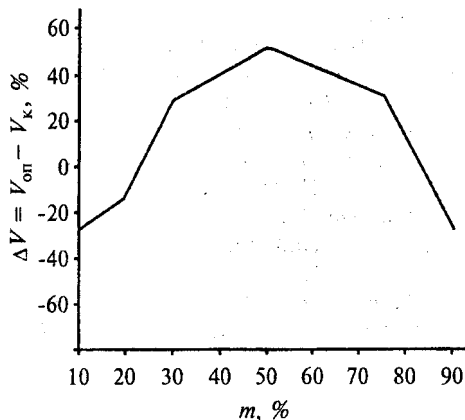


Рис. 3. Зависимость изменения всхожести семян от глубины модуляции m воздействующего амплитудно-модулированного ЭМП с несущей частотой $f_n = 400$ МГц и модулирующей частотой $f_m = 18,0$ Гц при плотности потока мощности падающего излучения $P = 10^{-3}$ Вт/см² и времени воздействия $t = 90$ мин.

ных норм, т.к. в настоящее время стандартами не регламентируются модулирующие частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковешникова И.В., Антипенко Е.Н. Генетические эффекты микроволн в биологических системах различных уровней организации // Успехи современной биологии. — 1988. — Т. 105. — Вып. 3. — С. 363-373.
2. Гапеева А.Б., Якушкина В.С., Чемерис Н.К., Фесенко Е.Е. Электромагнитное излучение крайне высоких частот низкой интенсивности активирует или ингибирует респираторный взрыв нейтрофилов в зависимости от частоты модуляции // Биофизика. — 1997. — Т. 42. — Вып. 5. — С. 1125-1133.
3. Гарибов Р.Э., Островский А.В. Изменяет ли микроволновое излучение динамическое поведение биологических макромолекул // Успехи современной биологии. — 1990. — Т. 110. — Вып. 2(5). — С. 306-320.
4. Потапченко Н.Г., Савлук О.С. Антимикробное действие электромагнитных излучений и обеззараживание воды // Химия и технология воды. — 1990. — Т. 12. — №10. — С. 939-951.
5. Пирузян Л.А., Кузнецов А.Н. Действие постоянных и низкочастотных магнитных полей на биологические системы // Известия АН СССР. Сер. биологическая. — 1983. — №6. — С. 805-819.
6. Кузнецов А.Н., Ванаг В.К. Механизм действия магнитных полей на биологические системы // Известия АН СССР. Сер. биологическая. — 1987. — №6. — С. 814-825.

THE INFLUENCE OF AMPLITUDE-MODULATED ELECTROMAGNETIC FIELD OF HIGH-FREQUENCY GAMUT ON THE SEEDS OF AGRICULTURAL PLANTS

M.G.Baryshev, A.A.Kasianenko

*Ecological Faculty, Peoples' Friendship Russian University,
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia*

The results of study of amplitude-modulated electromagnetic fields influence on the sunflower seeds sprouting are presented. It was shown that the treatment of the sunflower seeds by amplitude-modulated high-frequency electromagnetic field with carrier frequencies in gamut 400-1000 MHz and modulating frequency 18 Hz increased their sprouting on 12-40%.