
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

С.Н. Маслоброд, Э.И. Клейман*, В.Н. Лысиков

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ И СВЕЧЕНИЯ КИРЛИАН ЛИСТЬЕВ ПРОРОСТКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПОСЕВНОЙ γ -ОБРАБОТКИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ И ПШЕНИЦЫ

*Институт генетики АН РМ,
ул. Пэдурий, 20, г. Кишинев, MD-2002, Республика Молдова
*Институт физиологии и биохимии растений АН РМ,
ул. Пэдурий, 22, г. Кишинев, MD-2002, Республика Молдова*

Исследования в этом направлении уже получили отражение в наших публикациях [1–3]. В настоящем сообщении вопрос ставится более широко: 1) с привлечением прежних неопубликованных и новых экспериментальных данных, 2) с более детальной их трактовкой, 3) с обоснованием необходимости продолжения аналогичных экспериментов на новом уровне методического обеспечения.

Ранее нами [4] в согласии с [5] было показано, что электрическая карта нативного растительного организма, получаемая при измерении топографии его биоэлектрических потенциалов (БЭП), является его энерго-информационным “образом” или “матрицей”, то есть стационарные или медленно меняющиеся БЭП выполняют в организме морфогенетическую функцию и могут выступать в качестве теста его ростовой активности и продуктивности [2]. В этой связи БЭП правомерно использовать и в качестве теста оптимальных режимов воздействия на растения внешними факторами, вызывающими стимуляционные эффекты различного назначения [2]. В то же время наряду с БЭП энерго-информационный образ растительного организма, как это следует из данных литературы, отражает и свечение объекта в поле высоковольтного разряда (эффект Кирлиан) [6–9]. Прогностические возможности данного метода уже были апробированы нами в 1962 году [10] и в работах автора метода [6–8], где анализ структурно-физиологического состояния растительного объекта (листа) проводился по фотографии объекта в поле высоковольтного разряда. При этом картина свечения объекта в норме и при физиологическом стрессе оценивалась визуально, то есть качественно. В настоящей работе была предпринята попытка дать количественную оценку эффекта по интенсивности свечения Кирлиан (ИСК), для чего одним из авторов (Э.И. Клейманом) была смонтирована специальная установка (подробности в методике). В качестве фактора, изменяющего ростовую активность и продуктивность растений, было использовано γ -излучение. Методы регистрации БЭП и ИСК были совмещены в одном эксперименте с тем, чтобы можно было проводить сопоставительный анализ их информативности при выборе стимуляционных доз предпосевного γ -облучения семян сельскохозяйственных растений. Насколько известно, данные такого плана в литературе отсутствуют.

Методика

Семена кукурузы (гибрид ВИР 42) и пшеницы (сорт Одесская 51) облучали на установке ГУБЭ 60 Со при мощности 0,18 Гр/мин разными дозами с учетом наличия у этих культур стимуляционных доз (5–7,5 Гр – для кукурузы и 15 Гр для пшеницы), что выражается в повышении вегетативной и зерновой продуктивности взрослых растений [11–12]. Для проверки влияния морфологической полярности (диссимметрии) семян на проявление стимуляционного эффекта семена

кукурузы до облучения разделяли на фракции левых (*l*), симметричных (*S*) и правых (*d*) семян по сдвигу зародыша по отношению к оси семени [4, 13]. Облученные семена кукурузы и пшеницы проращивали на фитотроне в растильнях с прокаленным речным песком до получения 15–20-дневных проростков. У проростков отщипывали вторые листья, измеряли их длину (ДЛ), а затем регистрировали на них БЭП и ИСК. БЭП измеряли с помощью смонтированной нами 24-канальной установки [14]. Листья основанием спускали в ванну с водопроводной водой, куда помещался общий индифферентный электрод, измерительный электрод находился на середине листа у его центральной жилки (топографически эта точка характеризует некий средний БЭП листа и проростка [14]). В расчет принимались только установившиеся значения БЭП. У этих же листьев в аналогичных участках измеряли ИСК. В нашей установке (рис. 1) был использован высокочастотный генератор на базе генератора строчной развертки телевизора [15]. Он обеспечивал подачу на объект через электроды (верхний – водопроводная вода, нижний – металл) импульсов с амплитудой 10–15 кВ и с частотой следования порядка 15 кГц. Сила тока составляла порядка единиц микроампер. Такой режим подачи фактора не оказывал травмирующего действия на объект. Воздушный зазор между верхней стеклянной прокладкой и объектом составлял доли миллиметров. Регистрируемая область свечения представляла собой круг с диаметром 10 мм. Свечение улавливалось фотоэлектронным умножителем, усиливалось потенциометром типа Н3012 или У1-5 и записывалось на самописце типа КСП-4 (рис. 1). В качестве критерия ИСК использовался коэффициент, вычисленный как отношение ИСК опыта к ИСК контроля. В *S*-варианте определяли содержание в листьях триптофана (ТФ) по [16]. Число повторностей для параметров БЭП, ИСК, ТФ и ДЛ – не менее 20.

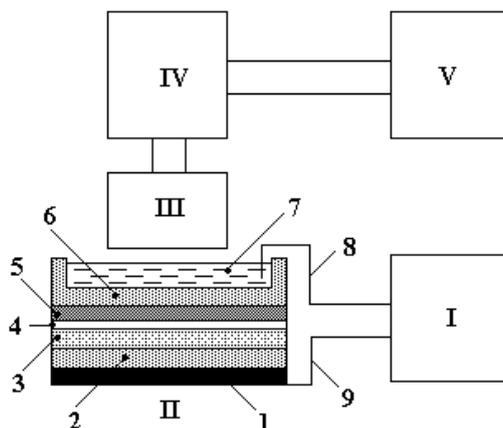


Рис. 1. Схема установки для измерения интенсивности свечения Кирлиан листьев растений.

I – генератор импульсов высокого напряжения; *II* – электродный блок с объектом (листом): *1* – нижний электрод (металлический); *2* – стеклянная подложка; *3* – объект; *4* – воздушный зазор; *5* – первое покровное стекло; *6* – второе покровное стекло (дно стеклянного стакана); *7* – верхний электрод (водопроводная вода в стеклянном стакане); *8* – провод верхнего электрода; *9* – провод нижнего электрода; *III* – фотоэлектронный умножитель (ФЭУ); *IV* – электрометрический усилитель постоянного тока; *V* – самописец.

Результаты и обсуждение

Опыт с использованием семян кукурузы показал следующее.

1. Дозовые кривые ИСК и БЭП в целом по всем вариантам диссимметрии семян сходны и имеют двухфазный характер с первым пиком на дозе 5–7,5 Гр и вторым пиком на дозе 20 Гр. На дозовой кривой ДЛ просматривается только первый пик. Как видно, первый пик как раз совпадает со значением стимуляционной дозы для семян кукурузы 5–7,5 Гр. Вместе с тем различия параметров на этой дозе по сравнению с контролем лучше выражены только для ИСК. Для ДЛ они вообще незначительны (по-видимому, для получения существенных различий по ДЛ необходимо использовать значительно большее число повторностей). Следовательно, биофизические параметры ИСК и БЭП имеют более высокую разрешающую способность по сравнению с морфологическими параметрами. Кстати, высокой разрешающей способностью обладают и биохимические параметры листа, связанные с его ростовой активностью (в нашем случае, с содержанием в листьях триптофана, предшественника основного ростового вещества ауксина [16]) (рис. 2). Наличие двух пиков и на дозовой

кривой триптофана наталкивает на предположение о том, что доза 20 Гр для кукурузы также является стимуляционной.

2. На характер дозовой кривой параметров существенно влияет диссимметрия семян. Соответственно по *l*, *s* и *d* вариантам первый пик для ИСК приходится на дозы 7,5; 5 и 7,5 Гр, для БЭП и ДЛ – 7,5; 5 и 5 Гр (рис. 2). Создается впечатление, что рекомендуемая по данным литературы для кукурузы “размытая” стимуляционная доза предпосевного облучения (5–7,5 Гр) в неявной форме отражает различную восприимчивость к γ -фактору диссимметричных фракций семян. По нашим данным, различная восприимчивость к этому фактору диссимметричных форм кукурузы наблюдается уже на уровне семян – по содержанию в *l*, *s* и *d* семенах γ -индуцированных свободных радикалов, причем пик радикалов приходится тоже на стимуляционные дозы 5–7,5 Гр [3]. Как известно, в норме в популяции конкретного вида и генотипа растения существует определенное соотношение диссимметричных форм, на которое могут влиять внешние факторы [13]. Поэтому стимуляционные дозы содержания свободных радикалов в диссимметричных семенах у разных гибридов кукурузы могут не совпадать [3].

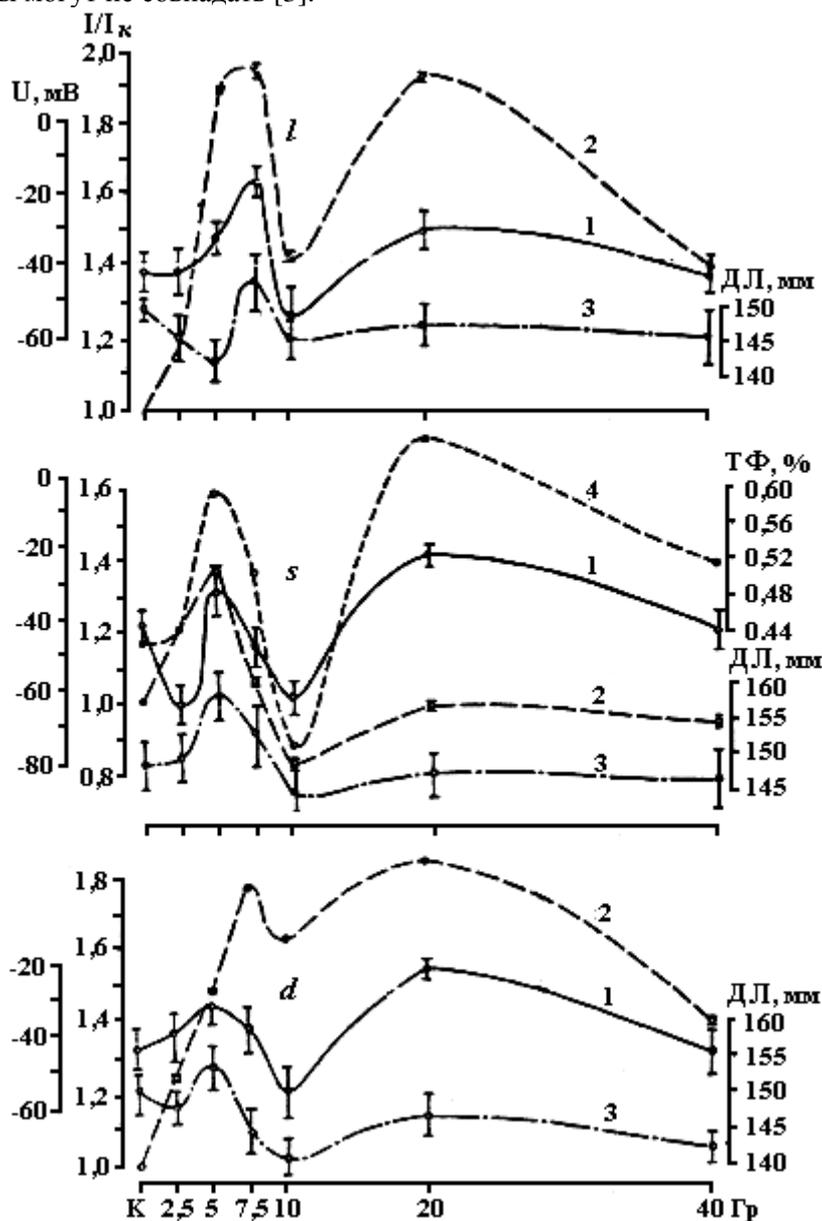


Рис. 2. Влияние предпосевной γ -обработки диссимметричных семян кукурузы на биофизические и морфо-физиологические параметры листьев проростков.

l, *s*, *d* – листья проростков, выросших соответственно из левых, симметричных и правых семян; 1 – биоэлектрический потенциал, (*U*); 2 – относительная интенсивность свечения Кирлиан, (I/I_k); 3 – длина листьев, (ДЛ); 4 – содержание триптофана в листьях (ТФ).

По пшенице получено аналогичное совпадение пика ИСК и БЭП со стимуляционными дозами для этой культуры 15 Гр (рис. 3). Следовательно, биофизический эффект от облучения семян присущ разным генотипам и сопровождается повышением положительных значений БЭП и увеличением коэффициента ИСК у проростков в вариантах стимуляционной обработки семян. Кстати, 15–20-дневный возраст проростков является оптимальным для получения электрофизиологических различий между вариантами при действии внешних факторов [2].

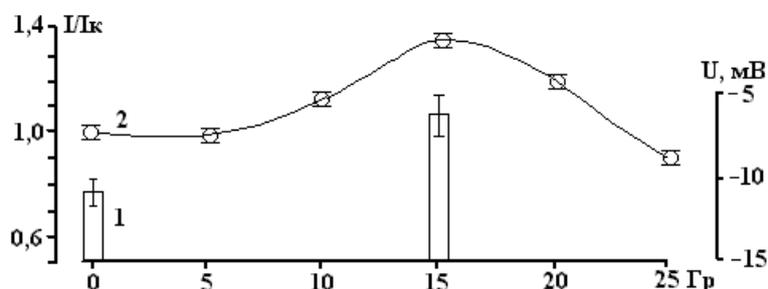


Рис. 3. Влияние предпосевной γ -обработки семян пшеницы на биофизические параметры листьев проростков: 1 – биоэлектрический потенциал; 2 – относительная интенсивность свечения Кирлиан.

Важнейшим элементом технологии предпосевного γ -облучения семян является соблюдение правила кратковременной выдержки семян от облучения до посева. По данным полевых опытов облученные семена рекомендуется высевать сразу после их γ -обработки или спустя непродолжительное время, так как при хранении таких семян эффект стимуляции резко падает и может полностью исчезнуть [11, 12].

С этим согласуется и факт снижения со временем содержания γ -индуцированных свободных радикалов в облученных семенах [17]. В связи с этим нами был проведен специальный опыт, в котором семена кукурузы, облученные стимуляционной дозой 5 Гр, выдерживались перед посевом в течение от 1 до 10 дней. Как видно из рис. 4, исходный уровень ИСК и БЭП листьев проростков из таких семян не меняется в течение первых 3 дней, затем он начинает снижаться вплоть до уровня контроля. Из этого логически следует, что использованный нами объект способен сохранять стимуляционный эффект не более 3 дней, после чего семена теряют свойство давать прибавку урожая. Из этого также следует, что ИСК и БЭП могут выступать и в качестве теста продолжительности хранения облученных семян.

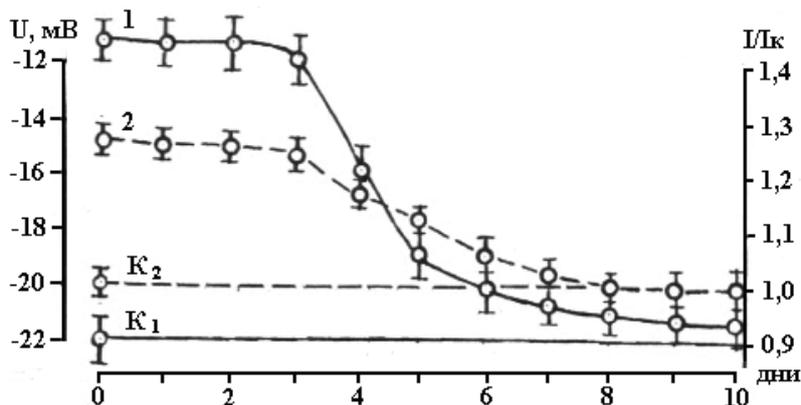


Рис. 4. Влияние срока выдержки семян кукурузы после γ -обработки стимуляционной дозой на биофизические характеристики листьев проростков.

1 – биоэлектрический потенциал; 2 – интенсивность свечения Кирлиан; K_1 , K_2 – соответственно биоэлектрический потенциал и относительная интенсивность свечения Кирлиан контрольных листьев проростков (из необлученных семян).

Таким образом, параметры ИСК и БЭП как бы предсказывают, каким будет структурно-функциональный статус взрослого растения, обеспечивающий ему ту или иную продуктивность, то есть эти параметры несут упомянутую выше матричную функцию. Причем сигналом этой пролонги-

рованной связи выступает корреляции ИСК и БЭП с размерами проростков (в нашем случае, с длиной листа). И то, что стимуляционный эффект выражен ярче по биофизическим параметрам по сравнению с морфологическими, еще раз свидетельствует в пользу доминантной регуляторной роли первых по отношению ко вторым.

Обращает на себя внимание, что качественную идентичность информации показывают параметры, резко различающиеся по механизмам происхождения. БЭП является следствием квазистационарной асимметрии ионов по обе стороны мембран клеток и клеточных органелл (эту асимметрию в растениях поддерживают мембранные протонные насосы – белки) [18]. На уровне организма они формируют его “электрическую архитектуру”, которая, по нашим данным, есть результирующая эндогенных электрических осцилляторов органов, тканей, отдельных физиологических процессов [19, 20]. Картины свечения Кирлиан создают лавинный и скользящий разряды, индуцированные в объекте внешним электрическим полем высокого напряжения [21]. Кирлиановские разряды включают в себя заряженные частицы (электроны, радикалы) и фотоны обширного класса – от УФ до фотонов красной области спектра [21–23], а при регистрации свечения Кирлиан в вакууме в спектре появляется и рентгеновская компонента [23]. Биологическую сущность эффекта Кирлиан, по мнению Инюшина, можно понять в рамках концепции “биоплазмы”, – специфического поля живого [9]. Эта концепция дополняет известные концепции биоэлектрического поля [24] и биологического поля [25]. Последнее, по-видимому, кроме электромагнитной компоненты, содержит компоненты неизвестной природы, к которым можно отнести и так называемые торсионные поля, проявляющиеся через “эффект формы” ([26], обзор см. в [27]).

Как видно, БЭП и ИСК свечение Кирлиан резко различаются и по природе происхождения. БЭП присущи нативному невозбужденному объекту организму, а свечение Кирлиан – организму, подвергаемому воздействию электрического поля высокого напряжения. В первом случае мы имеем дело как бы со статус-кво объекта, во втором случае – с его реакцией на стресс-фактор. Тут с помощью БЭП мы получаем характеристики 1) ростовой активности и продуктивности объекта (как это видно на рис. 2, 3) и 2) его экологической устойчивости – общей и специфической (так, по нашим данным, жаростойкие и холодостойкие формы можно четко дифференцировать по амплитудам изменения БЭП на действие высокой и низкой температур [28, 29]). Но тогда возникает вопрос, связано ли с устойчивостью объекта к стрессу его свечение в поле высокого напряжения? Ведь использованный нами параметр ИСК как раз показывает соответствие свечения со стационарным БЭП, при том даже со значительной степенью предпочтительности по точности отражения морфогенетической информации. Не исключено, что и другие неиспользованные нами параметры свечения Кирлиан, такие как спектр, площадь, фрактальность также “работают” на раскрытие энергоинформационного образа объекта. Вместе с тем примем во внимание следующее соображение. Поскольку по условиям методики Кирлиан необходимо обеспечить шалющий, нетравмирующий режим подачи на объект электрического поля с целью получения надежных воспроизводимых результатов, то свечение Кирлиан в отсутствии других стрессов можно, по-видимому, считать проявлением некоего нативного состояния объекта, тем более, что живые клетки и в норме способны “светиться” в УФ и видимой области [25, 30]. Тогда информацию об экологической устойчивости объекта можно получать по анализу динамики параметров свечения (ИСК и других) в процессе непосредственного действия на объект конкретного экологического фактора. Количественная регистрация таких параметров уже осуществлена в приборе Короткова (Корона – ТВ), где используются схемы современных компьютерных технологий [21]. Уже наши первые опыты показали, что с помощью этого прибора можно получить уникальную информацию о психофизическом состоянии человека [31, 32]. Назрела настоятельная необходимость применить этот прибор для проведения исследований в системе растение – внешний фактор, где в качестве фактора может выступить не только абиотическая среда, но и биотическая – другое растение, а также человек. Перспективность такого направления исследований уже показана нами с использованием метода регистрации БЭП [20, 33].

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслоброд С.Н., Лысиков В.Н., Духовный А.И., Олоер Ф.Г. Электрофизиология кукурузы. Кишинев, 1978.
2. Маслоброд С.Н. Пространственно-временная организация поверхностных биоэлектрических потенциалов растительного организма. IV. Научные и прикладные аспекты // Электронная обработка материалов. 2000. № 3. С. 52–63.

3. Краснобаев Е.Н., Маслоброд С.Н. Влияние диссимметрии семян кукурузы на характер дозовой кривой выхода гамма-индуцированных свободных радикалов // Радиобиология, 1979. Т. 19. № 3. С. 451–455.
4. Маслоброд С.Н. Пространственно-временная организация поверхностных биоэлектрических потенциалов растительного организма. I. Электрофизиологическая стереополярность // Электронная обработка материалов. 1999. № 4–6. С. 49–64.
5. Jaffe L.F. Control of development by ionic currents // Membrane transduction mechanisms / Ed. R.A. Cone and J.E. Dowling. New York, 1979. P. 199–231.
6. Кирлиан С.Д., Кирлиан В.Х. Фотографирование и визуальное наблюдение при посредстве токов высокой частоты // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. 1961. Т. 6. Вып. 6. С. 397–403.
7. Кирлиан В.Х., Кирлиан С.Д. В мире чудесных разрядов. М., 1964.
8. Шишина Ю. Тайнопись светящихся иероглифов // Наука и жизнь. 1974. № 8. С. 75–80.
9. Инюшин В.М. и др. О биологической сущности эффекта Кирлиан. Алма-Ата, 1968.
10. Лысиков В.Н., Мачулан В.И., Кружкин К.А. Фотографирование биологических объектов в токах высокой частоты. Экспресс-информация. Кишинев, 1962.
11. Березина И.М. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных растений. М., 1964.
12. Кузин А.М. Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы. М., 1977.
13. Сулима Ю.Г. Биосимметрические и биоритмические явления и процессы у сельскохозяйственных растений. Кишинев, 1970.
14. Маслоброд С.Н. Электрофизиологическая полярность растений. Кишинев, 1973.
15. Иванов Э.В. и др. Применение высокочастотного генератора на базе строчной развертки для излучения свечения биологических объектов в высокочастотном разряде // Биологические науки. 1970. № 1. С. 117–118.
16. Балтага С.В., Смыкова Н.А. // Полисахариды плодов и овощей и их изменчивость при созревании и переработке. Кишинев, 1965. С. 31–34.
17. Краснобаев Е.Н., Сукач К.И. Изучение методом ЭПР свободных радикалов в γ -облученных семенах // Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур в Молдавии. Кишинев, 1976. С. 8–21.
18. Медведев С.С. Электрофизиология растений. Санкт-Петербург, 1998.
19. Шабала С.Н., Маслоброд С.Н. Осцилляторная модель высшего растения, описывающая закономерности вынужденных колебаний светозависимых биопотенциалов // Электронная обработка материалов. 1990. № 2. С. 76–80.
20. Маслоброд С.Н. Пространственно-временная организация поверхностных биоэлектрических потенциалов растительного организма. III. Системы электрофизиологической регуляции растительного организма // Электронная обработка материалов. 2000. № 2. С. 55–66.
21. От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии / Ред. К.Г. Коротков. Санкт-Петербург, 1998.
22. Адаменко В.Г., Инюшин В.М., Кирлиан С.Д., Кирлиан В.Х. К вопросу изучения спектра биоэлектр люминесценции // Вопросы биоэнергетики (мат. н.- п. конф.). Алма-Ата, 1969. С. 6–12.
23. Лидоренко Н.С. и др. Некоторые физические аспекты визуализации объектов в высокочастотных полях высокой напряженности // Конференция, посвященная юбилею С.Д. Кирлиана. Краснодар, 1978. С. 10–18.
24. Lund E.I. Bioelectric fields and growth. Texas, 1947.
25. Гурвич А.Г. Теория биологического поля. М., 1944.
26. Сознание и физический мир. Вып.1. М., 1995.
27. Ханцеверов Ф.Р. Эниология. Чудеса без мистики. Т. 2. М., 1999.
28. Балденкова С.И., Маслоброд С.Н., Мустафаев Т.Г. Оценка линий кукурузы с различной жаростойкостью по биоэлектрической реакции проростков // Известия ТСХА. 1989. Вып. 5. С. 88–95.
29. Маслоброд С.Н., Пирожок Е.Ф., Лысиков В.Н. Электрофизиологическая характеристика линий и гибридов кукурузы с различной холодостойкостью // Известия ТСХА. 1989. Вып. 4. С. 76–86.
30. Popp F.A. Electromagnetic Bio-Information. München, 1989. P. 144–167.
31. Маслоброд С.Н., Каранфил В.Г., Каранфил В.В. Оценка некоторых мысленных программ с помощью метода газоразрядной визуализации по соотношению левое-правое // Труды IX Международного Симпозиума. “Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье.” Симферополь, 2000. С. 650–651.

32. Маслоброд С.Н., Каранфил В.В., Каранфил В.Г. Использование метода газоразрядной визуализации для оценки энерго-информационного состояния человека при выполнении им упражнений по системе Цигун // Цигун: синтез знаний Востока и Запада на рубеже тысячелетий / Мат. I Международная конференция. Екатеринбург, 2001. С. 33–34.

33. Маслоброд С.Н., Каранфил В.Г. и др. Электрическая реакция растений на мысленные энерго-информационные воздействия // Труды IX Международной конференции “Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье.” Симферополь, 2000. С. 656–657.

Поступила 22.03.2001

Summary

The γ -irradiation of seeds of maize and wheat with the stimulative doses causes the lowering of the negative significance of the surface bioelectrical potentials and the increase of the intensity of Kirlian luminescence of the leaves of 15–20 days old seedlings. The effect maintains during 3 days after the level of control. The marked biophysical parameters can be used for the express-appraisal of the stimulative doses of the pre-sowing γ -irradiation of seeds of agricultural plants.

П.К. Хиженков, М.В. Нецветов, В.В. Соболев, Д.В. Соболев

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕЧЕНИЕ ГНОЙНОГО РАНЕВОГО ПРОЦЕССА И ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН У МЫШЕЙ

*Донецкий национальный университет,
ул. Щорса, 46, г. Донецк, 83050, Украина*

В настоящее время известен ряд работ по влиянию искусственных магнитных полей на репаративную регенерацию травмированных органов и тканей. Однако большинство из них касается применения постоянных магнитных полей H_0 [1–5] и лишь отдельные – переменных [6, 7], причем на частоте f только 50 Гц. В этой связи представляется интересным выяснить, действительно ли $f=50$ Гц является наиболее биологически активной частотой, а также, какое влияние окажет эта частота на обменные процессы в организме, в частности на водно-солевой обмен.

В ряде работ, например [8, 10], показано, что магнитные поля различной природы оказывают заметное влияние на проницаемость клеточных мембран для ионов и молекул. В то же время многие магнитобиологические эффекты – изменение медикаментозной резистентности патогенных организмов [11], скорости регенерации конечностей у тритонов [12] и др. – так же, хотя и косвенно, свидетельствуют о магнитореактивности клеточных мембран. Однако имеющихся экспериментальных и клинических данных явно недостаточно для полного понимания механизма явления. В этой связи одной из целей настоящей работы явилось исследование влияния переменных магнитных полей H_A на водно-солевой обмен белых мышей по тесту на выживаемость. В то же время настоящая работа представляет собой продолжение ранее начатых исследований, в которых было показано, что процесс заживления травм кожи мягких тканей у мышей в H_A с $f=50$ Гц идет быстрее, чем в контроле, а при одновременном с H_A действии $H_0=160 \cdot 10^3$ А/м – медленнее [12, 13].

Объекты и методы исследований

Эксперименты первой серии проводили на белых мышах одного возраста и веса. Рана наносилась под легким эфирным наркозом путем иссечения со спины кожного лоскута диаметром ~ 20 мм. С целью максимального приближения к условиям клиники (речь идет о больных с гнойными осложнениями) раны не обрабатывали, как в [12, 13] хлорным железом, а наоборот, загрязняли густым водным настоем мусора и помета, взятых из вольера, где содержали животных. На следующий день после операции раны становились гнойными.