

COMPUTER SCIENCES

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ОБЛУЧЕНИЯ ИКРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

Титова Н.В.

*Национальный транспортный университет,
г. Киев, кафедра информационных систем и технологий, к.т.н., доцент*

Пиروتти Е.Л.

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков,
кафедра компьютерной математики и анализа данных, д.т.н., профессор*

SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING REPRODUCTION BY IRRADIATING CAVIAR WITH ELECTROMAGNETIC FIELDS

Titova N.

*National Transport University, Kyiv,
Department of Information systems and technologies, Cand.Sc.(Eng.), Assist.Prof.P*

Pirotti E.

*National Technical University «Kharkiv Politechnic Institute»,
Department of Computer mathematics and data analysis, Dr.Sc.(Eng.), Prof.*

Аннотация

В статье идет речь про обоснование возможности увеличения воспроизводства гидробионтов с помощью облучения икры магнитными полями. В настоящее время существует целый ряд методов, направленных на интенсификацию воспроизводства различных сортов рыбы, используемой в пищевой промышленности. Каждый из них имеет как свои преимущества, так и недостатки. Показано, что все жизненные процессы в организмах, как растительного, так и животного происхождения, сопровождаются переносом электрических зарядов и излучением слабых электромагнитных полей. Это служит причиной того, что электромагнитные поля различной частоты и интенсивности оказывают воздействие на биологические объекты разной природы, как на микроскопическом, так и на макроскопическом уровне.

Abstract

The article discusses the rationale for the possibility of increasing the multiplication of hydrobionts during irradiation of caviar by magnetic fields. Currently, there are a number of methods aimed at intensifying the reproduction of various fish varieties used in the food industry. Each of them has its advantages and disadvantages. It was shown that all life processes in organisms, both plant and animal, are accompanied by the transfer of electrical charges and the emission of weak electromagnetic fields. For this reason, electromagnetic fields of varying frequency and intensity affect biological objects of different nature at both microscopic and macroscopic levels.

Ключевые слова: биологический объект, электромагнитное поле, внешние оптические излучения, клеточная мембрана, электрические частицы, диэлектрическое поле.

Keywords: biological object, electromagnetic field, external optical radiation, cell membrane, electrical particles, dielectric field.

Существуют традиционные пути интенсификации жизнедеятельных процессов в биологических объектах. К ним относятся достижения генетики и биотехнологии. Они, конечно, помогают улучшить состояние рыбного хозяйства, но все они связаны со значительными финансовыми вложениями или вмешательством в положение окружающей среды.

В то же время следует иметь в виду, что все жизненные процессы в живых организмах, как растительного, так и животного происхождения, сопровождаются переносом электрических зарядов и излучением слабых электромагнитных полей. Следовательно, изменение характеристик внешней электромагнитной среды может повлиять на процессы жизнедеятельности в необходимом направлении.

Исходя из этого, с нашей точки зрения особый интерес представляет использование с этой целью электрофизических методов. Это связано с тем, что электромагнитные поля различной частоты и интенсивности оказывают воздействие на биологические объекты разной природы, как на микроскопическом, так и на макроскопическом уровне [1-4]. Иначе говоря, они оказывают воздействие на весь биологический объект в целом. В связи с вышесказанным электромагнитные поля при некоторых оптимальных биотропных параметрах могут оказывать стимулирующее воздействие как непосредственно на саму рыбу, так и на ее икру в процессе ее развития. При этом выбор указанных биотропных параметров в данном случае должен быть таким, чтобы минимизировать негативное влияние на окружающую водную среду.

Основная структурно-функциональная единица живого организма - клетка. Все значимые для биообъекта изменения начинаются и заканчиваются на клеточном уровне, клетка является универсальным комплексом, начальным и конечным этапом реализации всех биологических процессов.

Таким образом, одним из перспективных направлений по решению задачи стимулирования развития рыб, увеличения их численности, улучшения наследственности различных пород является использование влияния на них на клеточном уровне электромагнитных полей крайне высокочастотного и оптического диапазонов.

В работах [1–4] предложена гипотеза о фундаментальной роли электромагнитных полей как носителя информации в живой природе – внутри организмов, между организмами, между организмами и внешней средой.

Главная идея состояла в том, что, наряду с энергетическими взаимодействиями в биологических процессах существенную (если не главную) роль играют информационные взаимодействия.

Биологические эффекты, обусловленные этими взаимодействиями, зависят уже не от величины энергии, вносимой в ту или иную систему, а от вносимой в неё специфической информации.

Сигнал, несущий информацию, вызывает только перераспределение энергии в самой системе, управляет происходящими в ней процессами. Если чувствительность воспринимающих систем достаточно высока, передача информации может осуществляться при помощи весьма малой энергии. Информация может накапливаться в системе при повторении слабых сигналов.

Ритмы функционирования структурных элементов живого вещества находятся в высокочастотном диапазоне $10^8 - 10^{15}$ Гц. Это связано, вероятно, с эволюционным развитием всего живого на Земле за счет солнечной радиации, точнее, определенных ее спектров, достигающих земной поверхности. В атмосфере нашей планеты имеется оптическое «окно», пропускающее часть ультрафиолетовых лучей ($\lambda = 290 - 390$ нм), видимые ($\lambda = 390 - 760$ нм) и инфракрасные ($\lambda = 760 - 1500$ нм) электромагнитные волны.

Электромагнитное излучение, в том числе и оптического диапазона, оказывает разностороннее воздействие на целостный организм и, в первую очередь, на процессы регуляции и поддержания гомеостаза. Реализация этого воздействия в значительной мере обеспечивается за счет субклеточных, клеточных и гуморальных механизмов регуляции функций и обусловлена рядом особенностей. Таким образом, рассматриваемое излучение мобилизует резервные силы организма.

Влияние внешних оптических излучений на процессы жизнедеятельности икры рыбы объясняется тем, что основной электрической характеристикой биологической клетки является ее мембранный потенциал, который соответствует состоянию клетки во время физиологического покоя, когда обмен веществ находится в равновесном состоянии.

Живые структуры всегда имеют отрицательный заряд по отношению к окружающей среде. Мембранный потенциал определяет все типы электрической активности живых организмов, в том числе и процесс дыхания и обмена веществ.

Теория данного процесса предложена английским биохимиком П. Митчеллом [5]. Он высказал предположение, что поток электронов через систему молекул переносчиков сопровождается транспортом ионов H^+ через внутреннюю мембрану биологических клеток. В результате на мембране создается электрохимический потенциал ионов H^+ , включающий химический, или осмотический градиент (ΔpH) и электрический градиент (мембранный потенциал). Согласно хемоосмотической теории электрохимический трансмембранный потенциал ионов H^+ и является источником энергии для синтеза АТФ за счет обращения транспорта ионов H^+ через протонный канал мембранной H^+ -АТФазы.

Теория Митчелла исходит из того, что переносчики чередуются друг с другом. Таким образом, в одну сторону возможен перенос и электронов, и протонов, а в обратную – только электронов. В результате ионы H^+ накапливаются на одной стороне мембраны.

Из сказанного выше следует, что интенсивность дыхания и, следовательно, интенсивность обменных процессов зависит от того, насколько активно происходит перенос ионов и протонов через мембрану клеток. Возможность регуляции этого переноса, а именно его активация, должна привести к более интенсивному развитию зародышей рыбы.

Естественно предположить, что существенное влияние на процесс переноса электрически заряженных частиц через мембрану может оказать внешнее электромагнитное излучение.

Электрические поля являются нормальным фактором функционирования большинства биологических мембран. Вместе с тем, электромагнитные поля высокой интенсивности вызывают появление качественно новых явлений. Известно, что гиперполяризация клеточной мембраны до некоторого критического значения потенциала вызывает резкое увеличение трансмембранного тока – явление, аналогичное электрическому пробое диэлектриков. Однако в случае клеточных мембран пробой полностью обратим: при реполяризации клетки низкая проводимость мембраны восстанавливается, а само явление электрического пробоя можно наблюдать неоднократно [5].

Процесс разрушения мембран связан с достижением параметрами системы некоторых критических значений, после чего процесс отклонения становится необратимым и наступает разрушение как таковое. Липидные бислои устойчивы лишь при малых изменениях параметров, т. е. представляют собой метастабильные системы. Отклонение мембран от равновесия можно связать с возникновением дефектов в структуре мембран за счет случайного локального сжатия в продольном или поперечном

направлении. Случайное уменьшение толщины мембраны носит резко выраженный локальный характер, что следует рассматривать как начальный этап формирования локального углубления.

Кратковременное воздействие электрического поля на мембрану приводит к увеличению фоновой проводимости и появлению флуктуации проводимости. Это указывает на возможность формирования простейших каналов под действием поля, тем более что их появление на мембране удается регистрировать и при других модификациях липидов.

Эффекты, вызываемые действием электрических полей на клеточные мембраны могут быть классифицированы следующим образом: электропорация, электрослияние, движения в электрическом поле (электрофорез, диэлектрофорез и электровращение), деформации мембран, электротрансфекция, электроактивация мембранных белков. Естественно, что на таком обширном фоне исследований по воздействию электромагнитных полей с различными характеристиками на биологические мембраны нас будут интересовать эффекты, приводящие к ускорению и повышению эффективности протекающих в них процессов. Именно данному вопросу и посвящены проведенные исследования.

Как известно, переменное электрическое поле вызывает перемещение клеток, имеющих поверхностный заряд. Механизм движения состоит во взаимодействии наведенного дипольного момента с внешним полем. Дипольный момент для такой частицы записывается в виде [6]:

$$D = \frac{\omega^2 \varepsilon_0^2 A_1 + j\omega \varepsilon_0 B_1 + C_1}{\omega^2 \varepsilon_0^2 A_2 + j\omega \varepsilon_0 B_2 + C_2}, \quad (1)$$

где j – мнимая единица;

$\omega = 2\pi f$ – круговая частота;

f – частота падающего излучения.

Параметры A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , C_1 и C_2 определяются независимыми от частоты значениями проводимости и диэлектрической проницаемости наружной и внутренней сред и разделяющей оболочки:

$$A_1 = \frac{\varepsilon_e \varepsilon_i}{r} + \frac{C(\varepsilon_e - \varepsilon_i)}{\varepsilon_0}$$

$$A_2 = -2 \frac{\varepsilon_e \varepsilon_i}{r} - \frac{C(2\varepsilon_e + \varepsilon_i)}{\varepsilon_0}$$

$$B_1 = \frac{C(\sigma_i - \sigma_e)}{\varepsilon_0}$$

$$B_2 = \frac{C(\sigma_i + 2\sigma_e)}{\varepsilon_0}$$

$$C_1 = \rho(\sigma_i - \sigma_e) - \frac{\sigma_i \sigma_e}{r}$$

$$C_2 = \rho(\sigma_i + 2\sigma_e) + \frac{2\sigma_i \sigma_e}{r}, \quad (2)$$

где r , C , ρ , ε_e , ε_i , σ_e , σ_i , и ε_0 обозначают радиус клетки, емкость мембраны, удельную проводимость мембраны, диэлектрические проницаемости наружной и внутренней среды клетки, проводимости ее наружной и внутренней среды и абсолютную диэлектрическую проницаемость вакуума, соответственно.

При воздействии высокочастотного поля проводимость мембраны высока; и так как электропроводность внутриклеточной среды выше электропроводности внеклеточной среды, ток протекает преимущественно через клетку. В этих условиях распределение индуцированных зарядов на поверхности частиц соответствует параллельной ориентации дипольного момента по отношению к внешнему полю.

Естественно, что выбор биотропных параметров облучающего электромагнитного поля должен быть таким, чтобы наличие внешних электромагнитных полей не сопровождалось нагревом тканей организма рыбы или ее икринок, что может привести к их разрушению, а лишь вело к специфическому стимулирующему воздействию, которое называется информационным. Кроме того, электромагнитное поле в качестве физического фактора воздействия на поголовье рыбы обладает рядом положительных особенностей: энергосбережением, экологической чистотой, экономичностью, технической и структурной простотой.

Таким образом, с точки зрения электродинамики задачи подобного типа сводятся к задачам рассеяния и проникновения внутрь электромагнитного поля на диэлектрических телах, с потерями или без них. Учитывая форму икринок рыб, в качестве рассеивателя в данном случае можно взять тело в виде слоистой сферы. Данная частная задача, кроме общих подходов к нахождению внутренних полей, ставит дополнительные требования к соотношению линейных размеров рассеивателей и длины падающей волны; к внутренней структуре, связанной со слоистостью строения икринки; с изменением величины потерь в различных точках объекта.

Литература

1. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа / А. С. Пресман. – М. : Наука, 1968. – 288 с.
2. Девятков Н. Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н. Д. Девятков, М. Б. Голант, О. В. Бецкий. – М. : Радио и связь, 1991. – 168 с.
3. Arber S. L. Cell effects of microwave electromagnetic fields / S. L. Arber // *Physiol. and phys. and med.* – 1986. – V. 18, No 1. – P. 49–50.
4. Бинги В. Н. Принципы электромагнитной биофизики / В. Н. Бинги. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 592 с.
5. Трухан Э.М. Введение в биофизику: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2008. – 241 с.
6. Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн / М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 558 с.