

**В. В. БОЙКО**

Директор ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В. Т. Зайцева НАМН Украины», д-р мед. наук, проф.

П. Н. Замятин — зав. отделом травматического шока ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В. Т. Зайцева НАМН Украины», д-р мед. наук, проф.

В. И. Жуков — зав. кафедрой биологической химии Харьковского национального медицинского университета



П. Ф. Щапов — проф. кафедры измерительной техники Харьковского политехнического университета, д-р техн. наук

В. П. Невзоров — зав. лабораторией электронной микроскопии ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В. Т. Зайцева НАМН Украины», канд. биол. наук, старш. науч. сотрудник

Е. М. Климова — зав. диагностической лабораторией с иммуноферментным анализом, молекулярных и клеточных технологий ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В. Т. Зайцева НАМН Украины», д-р биол. наук, проф.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГИПЕРБИОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ

Гипербиотические реакции в биологических тканях представлены широким спектром разнообразных процессов, сопровождающихся увеличением массы их клеточных компонентов в процессе жизнедеятельности [14; 15]. Изучению механизмов биосинтеза посвящены многочисленные исследования в различных областях фундаментальных и прикладных наук, среди которых следует особо выделить биологию, медицину, биохимию, биофизику и др. [23; 27]. Интерес к подобным исследованиям вызван, в первую очередь, колоссальным экономическим эффектом создаваемых новых биотехнологий, повышением эффективности лечебных воздействий. На выяснение глубинных фундаментальных механизмов биологического и опухолевого роста, регенерации и заживления тканей, синтеза органических веществ выделяются огромные средства [23].

Наиболее показательны достижения биотехнологий при внедрении их в практику медицины, а именно онкологии и хирургии. Выяснение этиологии, патогенеза, канцерогенеза позволяет создавать более эффективные химиопрепараты и методы лучевой терапии. С учетом факторов, которые способствуют улучшению заживляемости и регенерации тканей, подверженных вынужденным хирургическим воздействиям, можно оптимизировать результаты лечения самых разнообразных заболеваний, снизить частоту осложнений и послеоперационную летальность.

В то же время, несмотря на несомненные успехи отдельных научных разработок, бесспорный интерес вызывают исследования, выполненные на стыке науки и практики, синтезирующие имеющийся фактический материал, а также позволяющие установить общебиологические свойства и закономерности явлений в природе живых объектов как растительного, так и животного происхождения [5; 14].

В свете приведенных выше утверждений относительно важности определения количественных показателей мониторинга и влияния на заживляемость поврежденных тканей, в ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В. Т. Зайцева НАМН Украины» на протяжении более 30 лет проводятся научные исследования, обобщается личный и коллективный опыт хирургов, а также научных сотрудников других специальностей [5].

Один из наиболее значимых результатов этого научного поиска — экспериментально обнаруженное и теоретически обоснованное неизвестное ранее явление пьезосинтетического эффекта в биологических тканях (пьезобиосинтез), которое заключается в синтезе органических веществ в объектах биологической природы под воздействием пьезоэлектричества, возникающего в жидкокристаллических структурах клеток, преимущественно в биологических мембранах, при их механической деформации [30].

Исходя из формулы открытия, получены новые знания относительно биосинтеза, основанные на ключевых представлениях в науке о сопротивлении материалов (механические деформация и напряжение), биофизике (наружная и внутренняя клеточные мембраны), биохимии (синтез органических веществ в биологических клетках); физиологии клеток и тканей; термо- и электродинамики живых организмов.

Некоторые общие положения зарегистрированной нами гипотезы, получившей подтверждение в отдельных ее аспектах, представлены в данном сообщении.

Мир биологических объектов живой природы состоит из чрезвычайно большого количества разнообразных растений, животных, вирусов, прокариотов, простейших и грибов [14]. Для их жизнедеятельности, поддержания структурной упорядоченности и функционирования необходимы строительные материалы и энергия [14; 29].

Строительные материалы в значительной степени представлены составляющими элементами белков, углеводов, жиров и воды [22; 25]. Энергия количественно и качественно отражает состояние биологических тел, определяет их движение в пространстве и времени, изменения структуры при взаимодействии с окружающей средой и в результате собственных преобразований.

В некоторой степени, энергия — это мера различных форм движения живой материи, возможность совершать определенные виды работы или приводить к изменениям в материи и пространстве за определенные промежутки времени [1; 14].

При этом любое физическое и биологическое явление (или химическая реакция) может быть выполнено только с затратами энергии, которую принято подразделять на тепловую, световую, электрическую, механическую и химическую [28].

В процессе жизнедеятельности, сопровождающейся определенными физико-химическими процессами, различные формы энергии могут превращаться друг в друга, однако суммарная энергия биологического объекта остается неизменной [14].

Считается общепринятым, что наиболее приемлемой для живых организмов является энергия химических связей, так как ее легко запасать, транспортировать и при необходимости превращать из одной формы в другую [27]. Учитывая это, весьма интересны механизмы трансформации других форм энергии, которые также участвуют в энергообеспечении биологических систем, в энергию постоянно синтезирующихся веществ, а также энергию, выделяющуюся при их разрушении.

При разрыве химических связей атомов органических молекул в том или ином виде высвобождается энергия, которая преобразуется и запасается в трех формах: 1) в виде протонного потенциала ($\Delta\mu\text{H}^+$) на внутренних мембранах митохондрий, хлоропластах или мезосомах — выростах мембран биологических клеток; 2) в виде натриевого потенциала ($\Delta\mu\text{Na}^+$) на плазматических мембранах клеток как одноклеточных,

так и многоклеточных организмов; 3) в виде макроэргических связей аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Следует отметить, что появление молекул АТФ, аккумулирующих в фосфодиэфирных связях химическую энергию, стало наиболее важным этапом эволюции живых организмов [29]. До этого ими использовалась энергия теплового движения молекул, энергия электрохимических градиентов ионов на биологических мембранах. Эволюционная целесообразность и предпочтительность использования АТФ в жизнеобеспечении клеток и организмов, извлечении и запасании энергии объясняются точной ее «дозировкой» для конкретного акта действия, экономичностью расходования, возможностью использования энергии в любых микрообъемах за счет мобильности АТФ и ее сравнительно небольших размеров, относительной легкостью ферментативного высвобождения энергии в довольно сжатые сроки [20; 25; 29].

На начальных этапах эволюции молекулы АТФ в небольших количествах образовывались из АДФ и неорганического фосфора в ходе малоэффективных процессов гликолиза и аналогичных ему процессов ферментации [14; 25]. Недостаток запасенной энергии сдерживал прогресс морфологического и функционального совершенствования живых организмов, их выживание, размножение и распространение.

Более эффективный механизм образования АТФ в больших количествах получил свое развитие с появлением специализированных «машин производства — ферментов» — АТФ-синтетаз [23; 29]. Вполне вероятно, что эти структуры изначально возникли у фотосинтезирующих организмов на внутренних мембранах хлоропластов как механизм использования электрохимического градиента протонов при фотосинтезе. Во всех последующих эволюционных линиях организмов, по-видимому, вследствие симбиоза «митохондриейподобных» бактерий и одноклеточных эукариот, электрический потенциал мембран создавался в результате окислительных процессов и использовался с помощью H^+ -транспортных АТФ-синтетаз [14]. Появление способности к окислительному фосфорилированию за счет водородного генератора H^+ - АТФ и АТФ-синтетаз (сочетание ферментативного механизма массивированного преобразования энергии и массового производства АТФ) обеспечило дальнейший неуклонный прогресс живых клеток, их развитие и распространение в окружающей среде [14; 20].

К основным энергетическим процессам в живых системах относятся фотосинтез и биологическое (анаэробное и аэробное) окисление.

При фотосинтезе фотоны электромагнитной энергии в видимом диапазоне поглощаются

пигмент-белковыми комплексами растений (в качестве пигментов выступают различные вещества, среди которых наиболее распространен хлорофилл). В результате сложных ферментативных процессов их энергия преобразуется в протонный градиент хлоропластов, а затем посредством H^+ -транспортной АТФ-синтетазы — в энергию химических связей АТФ [20]. Последняя используется для синтеза из неорганических молекул углекислого газа и воды первичных органических веществ, в химических связях которых аккумулируется энергия фотонов. Образующиеся первичные органические вещества поедаются растительными животными и преобразуются в органические вещества животных [14; 20].

Животные не обладают способностью к фотосинтезу, а поэтому не могут использовать непосредственно солнечную энергию для синтеза необходимых органических веществ. Поэтому поглощенные ими первичные органические вещества в клетках окисляются, а высвободившаяся энергия химических связей превращается в энергию фосфатных связей АТФ. Совокупность этих процессов называется клеточным дыханием, которое протекает во всех клетках любых организмов животного происхождения, исключая анаэробные [29].

Процесс извлечения энергии из органических веществ и молекул условно разделяют на следующие этапы:

- ✓ подготовительный этап (макромолекулы пищи с помощью ферментов-гидролаз пищеварительного канала расщепляются до мономеров — аминокислот, глюкозы, нуклеотидов, жирных кислот);
- ✓ анаэробный этап (частичный распад мономеров до отдельных ключевых промежуточных низкомолекулярных продуктов — преимущественно ацетил-КоА и несколько карбоновых кислот);
- ✓ аэробный этап (в митохондриях в метаболическом цикле Кребса происходят окончательное окисление и распад ацетильных остатков органических веществ до углекислоты и воды): с помощью ферментов отщепляется водород; углеродный скелет разрушается до углекислоты; отщепленный водород как универсальное энергетическое топливо соединяется с кислородом (окисляется) в конце дыхательной цепи митохондрий с образованием конечного продукта окисления — воды.

Такой процесс окисления органических веществ в клетках, сопровождающийся потреблением кислорода и образованием воды, называется тканевым дыханием, а система переноса электронов внутренней мембраны митохондрий — дыхательной цепью [8; 19; 29].

Известны следующие наиболее распространенные метаболические пути химических реакций в клетке:

- ✓ метаболический путь гликолиза (совокупность 10 последовательных реакций разрушения глюкозы), ферменты которого расположены в цитозоле клеток;
- ✓ метаболический путь превращения лимонной кислоты (совокупность 8 взаимосвязанных биохимических реакций разрушения углеводородных цепей практически любых органических веществ через ацетил-КоА до углекислого газа и ионов водорода), ферменты которого расположены в матриксе митохондрий [25; 27].

Исходя из изложенного выше, живой организм — это своего рода изотермический «хемодинамический двигатель» с высоким коэффициентом полезного действия до 60—70%, в отличие от тепловых машин, коэффициент полезного действия которых составляет не более 25%. Однако возникает вопрос: за счет каких механизмов живой клетке удастся предотвратить неизбежные потери энергии, постулируемые законами термодинамики и теоремой Карно?

В изложении базовых данных для объяснения механизмов пьезобиосинтеза необходимо остановиться на другом аспекте затронутой проблемы.

Жизнедеятельность биологических объектов с момента рождения и до смерти отдельных клеток и организмов сопровождается постоянным изменением их массы и объемными деформациями [21]. Процессы, связанные с изменением массы клеток и их популяций, называются гипер- и гипобиотическими [15].

В изменении массы биологических объектов определяющую роль играют процессы биосинтеза, энергетического обмена, ассимиляции и диссимиляции, апоптоза и др. Известно также, что изменение массы во многом зависит от естественного и индуцированного напряжения в биологических структурах [24]. Напряжение, как и поверхностная нагрузка, выражается в ньютонах на метр квадратный (H/m^2).

Термин «механическая деформация» определен наукой о сопротивлении материалов, теорией упругости и пластичности, теорией прочности и разрушения. В основе их лежат опыты Л. да Винчи (1452—1519), исследования Р. Гука (1636—1703) и Т. Юнга (1773—1829). Термины «напряжение и деформация» и «модуль упругости» были детально рассмотрены в работах О. Коши (1789—1857) и С. Пуассон (1781—1840), классической теории упругости де Сен-Венана (1797—1886). В дальнейшем в объектах неживой природы эти процессы рассматриваются с точки зрения теории кручения и изгиба стержней призматического сечения, а также теории

Гриффитса—Ирвина — линейной механики разрушения.

Однако для объектов живой природы подобные процессы изучены недостаточно, что объясняется отсутствием количественных характеристик гипер- и гипобиотических процессов.

Говоря о биологическом росте и регенерации биологических тканей, следует подчеркнуть, что они являются строго контролируемые процессами, механизмы которых зависят от уровня организации живых объектов: геномного, клеточного, тканевого, органного и центрального (нервной и гуморальной систем) [30]. Многочисленные исследования прошлых лет и клинические наблюдения свидетельствуют об отчетливой связи между биологическим ростом и механической деформацией растущих тканей.

Так, в 1976 г. было открыто явление возникновения собственного и индуцированного напряжения между отдельными клеточными элементами, в частности, в костях человека и животных [24]. В 1987 г. было показано, что механическое напряжение в биологических тканях играет чрезвычайно важную роль в процессах жизнедеятельности, функционирования, репродукции и процессах бластоогенеза [26]. В 1988 г. выявлено общебиологическое свойство тканей отвечать на возникающее в них дозированное напряжение, преимущественно растяжение, ростом и регенерацией, обусловленными стимуляцией процессов биосинтеза в тканях. В 1986 г. были обнаружены изменения митоза в клетках растений в условиях невесомости, что подтвердило правильность утверждений в данном направлении [12]. Рассматривая процесс формирования механического напряжения в биологических тканях, следует отметить его колебательный характер, а также связанную, по-видимому, с этим генерацию собственного излучения (в частности, митогенетического излучения в ультрафиолетовом диапазоне как необходимого условия митоза, а также теплового — в инфракрасном диапазоне, сопровождающего различные химические реакции в живых клетках) [11].

Известна также физиологическая потребность живых организмов, их отдельных органов, тканей и клеток в постоянном движении, изменчивости формы [5; 29]. Свидетельством этого у животных могут быть биение сердца, пульсация сосудов, перистальтика кишечника, экскурсия легких и др. Однако, несмотря на некоторую очевидность энергетической сопряженности их с биологическими процессами, энергетическая целесообразность этих многогранных процессов не доказана, общая концепция фундаментальных закономерностей естественных и индуцированных изменений объема, формы и массы биологических объектов не разработана.

Тем не менее, мы вынуждены констатировать тот факт, что в объектах неживой природы накопление механического напряжения является основой всех разрушительных процессов, в то время как в объектах живой природы дозированное напряжение, а следовательно, и энергия упругодеформированных структур, используется для жизнедеятельности [18; 21].

Биологические объекты, в частности, биологические мембраны, состоят из липидов, белков, углеводов, растворенных электролитов и воды [1; 3; 8; 9].

В 1970 г. было доказано, что некоторые из них имеют жидкокристаллическую структуру, для которой в определенных условиях воздействия свойственно вырабатывать пьезоэлектричество [2; 10].

Пьезоэлектрический эффект впервые был обнаружен на кристаллах кварца Ж. и П. Кюри в 1880 г. [32]. На сегодняшний день пьезоэлектрические свойства выявлены более чем у 1500 веществ, у других — продолжают активно изучаться. Этот эффект наблюдается в анизотропных диэлектриках, преимущественно в кристаллах веществ, обладающих достаточно низкой симметрией и имеющих полярные направления — оси. Внешние механические силы, действуя на такие кристаллы, вызывают в них не только механическое напряжение и деформацию, но и электрическую поляризацию, а следовательно, и появление на поверхностях связанных электрических зарядов разных знаков. В основе пьезоэлектрического эффекта лежит некоторая деформация кристаллической решетки — она сжимается, как пружина, за счет параллельных плоскостей кристалла. Возникающий при этом индуктивный эффект состоит во взаимном влиянии атомов и заключается в перераспределении электронной плотности в молекуле, при котором плотность электриков (плотность заряда) может измениться возле ковалентной связи на функциональной группе, на активном центре или на каком-либо рассматриваемом атоме. Сжатие от внешнего импульса, деформируя вначале атомы, деформирует и кристаллическую решетку, уплотняя ее. Атомы при сжатии получают некоторое количество энергии, достаточное для излучения избытка энергии, которая передается дальше, меняя форму решетки и свою собственную.

В связи с сопротивлением материала (упругостью) этот процесс затухающий, а изменение собственной формы атома влечет за собой изменение скорости его вращения, что приводит к изменению свойств: изменению магнитного поля атома — оно тоже сжимается и вытягивается во взаимоперпендикулярных плоскостях; изменению его взаимодействия в системе атомов кристаллической решетки; изменению

спектра его излучения; диэлектрик, ранее не проводивший ток, на короткое время становится проводником в локальной поверхностной области приложения механической силы. С этой точки зрения явление пьезоэффекта объясняется как резонансное (или синхронное) поглощение энергии внешнего воздействия атомом и кристаллической решеткой. При частом периодическом повторении импульсов локальная деформация медленно нарастает, а общая деформация перемещается к концу кристалла, причем размеры кристалла и расположение осей имеют большое значение при таком поглощении, а собственная частота вращения атомов и геометрия решетки определяют собственную частоту колебаний кристалла. К частным случаям пьезоэффекта принято относить эффект Поккельса (преобразование лазерного излучения в пьезоэффект кристалла при импульсном режиме воздействия большой мощности); пироэлектрический эффект (обнаруживается по возникновению заряда на их поверхности при нагревании или охлаждении); явление спонтанной поляризации в лиотропном жидком кристалле — липидах, холестерине, стероидах и их производных; акустикоэлектрический эффект (возникновение постоянного тока либо электродвижущей силы в металлах или полупроводниках под воздействием интенсивной упругой волны высокой частоты: ультразвук и гиперзвук в направлении его возникновения).

Если пьезоэлемент помещен между металлическими обкладками или на противоположные грани пьезоэлемента нанесены металлические пленки, то эту систему можно рассматривать как конденсатор с диэлектриком из пьезоэлектрика. При подведении к такому пьезоэлементу переменного напряжения он за счет обратного пьезоэффекта будет сжиматься и расширяться, т. е. совершать механические колебания. При воздействии же внешней переменной механической силы на пьезоэлементе возникает переменное напряжение той же частоты: механическая энергия преобразуется в электрическую, и пьезоэлемент становится генератором электродвижущей силы и колебательной системой (в отношении электромагнитных колебаний пьезоэлемент эквивалентен колебательному контуру).

Пьезоэлектрические материалы, проявляющие свои свойства при механических воздействиях, можно разделить на монокристаллы (природные минералы кварца, дигидрофосфата калия и аммония, сегнетовой соли, ниобата лития, силикоселенита) и поликристаллические сегнетоэлектрические твердые растворы, подвергнутые после синтеза поляризации (пьезо-керамика). В настоящее время изучены такие биологические пьезоэлектрики, как холестерин и его производные [32].

К отдельной разновидности сегнетоэлектриков относятся пироэлектрики — вещества, в которых вырабатывается электрический потенциал при температурном воздействии (природный минерал турмалин, триглицинсульфат, титанат бария, титанат свинца, сегнетоэлектрические цирконаты, моногидрат сульфата лития и др.).

Исходя из общепринятой на сегодняшний день трехмерной схемы жидкостно-мозаичной модели клеточной мембраны Сингера—Николсона, значительное место в ее строении занимают липиды; они представляют собой смесь из нескольких сотен различных соединений, расположенных в виде липидного бислоя [22; 33]. Все структурообразующие липиды (фосфо- и гликопротеиды) обладают ярко выраженной анизотропией вследствие пространственного разделения гидрофильной и гидрофобной частей, что позволяет предположить наличие у них пьезо- и пироэлектрических свойств. Так, полярные гидрофильные «головки» глицерофосфолипидов (фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, сфингомиелин) несут положительный и отрицательный заряды, а гидрофобные части липидных молекул представлены остатками жирных кислот, содержащими от 14 до 24 атомов углерода. В процессе изучения липидного бислоя мембран обнаружено асимметричное распределение липидов между внутренним и наружным монослоями липидного матрикса, которое присуще всем мембранам и является базовым условием для формирования пиро- и пьезоэлектричества. Кроме того, структура мембран рассматривается не как застывшая, а как постоянно изменяющаяся за счет световых, pH и механической флуктуаций, что с учетом значительного разнообразия липидов позволяет предположить наличие у большинства из них пьезоэлектрических свойств. Подтверждением этого может служить тот факт, что практически все мембраны содержат фосфолипиды — фосфорилированные производные липидов [34]. Молекулы фосфолипидов представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот с длинными углеводородными радикалами, а одним из производных является холестерин (а также его производные, особенно холестерол), обладающий ярко выраженными свойствами пьезоэлектриков. Он относится к обязательным компонентам плазматических мембран клеток животных, присутствует в значительных количествах в свободном виде и в виде эфиров с жирными кислотами, влияет на текучесть биологических мембран (при температуре ниже фазового перехода нарушает правильную «упаковку» молекул фосфолипидов в бислое, ослабляя гидрофобные связи, тем самым «разжижая» мембрану, а при температуре выше фазового перехода, когда межмолекулярные

расстояния увеличены, холестерин заполняет пустоты между молекулами липидов, оказывая «конденсирующий» эффект на мембрану [9; 22].

К этому необходимо добавить, что в жидком кристалле за счет теплового движения возможны структурные переходы: «хвосты» молекул изгибаются, нарушается их параллельность друг другу (особенно внутри мембраны), толщина мембраны в гель-фазе увеличивается по сравнению с жидким кристаллом. При переходе из твердого в жидкокристаллическое состояние объем клетки несколько возрастает, увеличивается и площадь мембраны (на одну молекулу приходится 0,48—0,58 нм²).

Наряду с этим, согласно теориям Г. Линга [23], стойкое сжатие клетки под воздействием концентрированных веществ, проникающих в нее, является результатом сочетанного влияния следующих факторов: 1) перманентной способности клеточных белков адсорбировать новые и новые слои воды, вызывая набухание; 2) образования в клеточных белках внутри- и межмолекулярных солевых связей, сдерживающих набухание; 3) низкой растворяющей способности внутриклеточной воды, благодаря которой в клетке меньше осмотически активных веществ (Na⁺, Cl⁻ и других свободных компонентов), чем во внешней среде (активность клеточной воды оказывается выше, чем снаружи — в гипертоническом растворе, вследствие чего она оттекает во внешнюю среду, а клетка начинает сжиматься).

Огромная роль мембран в биологических процессах связана с их относительно большой площадью в организме человека, в совокупности достигающей десятков тысяч квадратных метров. В результате исследований Коул и Керрис (1935) установили некоторые электрические параметры биологических мембран: высокое электрическое сопротивление — 107 Ом/м², большую емкость — 0,5·10⁻² Ф/м². Это дало основание рассматривать биологическую мембрану как электрический конденсатор: проводниковые пластины образованы электролитами наружного и внутреннего растворов (внеклеточного и цитоплазмы), проводники разделены липидным бислоем, в котором липиды выполняют функцию диэлектриков, а расстояние между пластинами конденсатора соответствует толщине липидного бислоя [3; 23; 28].

Недавно установлено, что при переходе из гель-фазы в жидкокристаллическое состояние и обратно в липидном бислое образуются сквозные каналы радиусом 1—3 нм, по которым через мембрану могут переноситься ионы и низкомолекулярные вещества, вследствие чего при температуре фазового перехода резко увеличивается ионная проводимость мембраны [3; 9].

Такое явление было названо электрополяризацией мембраны, что напрямую связано с пьезоэлектричеством, а при более высоких энергиях — электропробоем мембраны с ее необратимым повреждением [3; 9]. По-видимому, эти явления лежат в основе многих патологических гипербиотических процессов, однако данный вопрос нуждается в дополнительном изучении.

Современная наука полагается на многочисленные исследования, положенные в основу мембранной теории, главными положениями которой являются следующие фундаментальные свойства цитоплазматической мембраны: 1) полупроницаемость клетки (одни вещества легко проникают в клетку, другие — труднее, третьи практически в нее не попадают); 2) неравномерное распределение ионов и веществ (например, K⁺ и Na⁺ между клеткой и внешней средой — свойство избирательности мембран); 3) способность клетки генерировать электрические потенциалы (покоя и действия); 4) способность клетки поддерживать осмотическое равновесие со средой [23]. В то же время некоторые ученые подвергают сомнению эти краеугольные постулаты теории, приводят результаты собственных исследований, в которых показано, что энергии АТФ для функционирования ионных насосов явно недостаточно, а образование протонного потенциала за счет только ферментных систем, функция которых также энергозатратна, подвергается сомнению, что является весьма веским аргументом к поиску других систем энергообеспечения и формирования потенциалов покоя и действия [23; 31]. В определенной степени эти кажущиеся противоречия современной мембранологии были разрешены в теории фиксированных зарядов (Г. Линг, 1952), теории многослойной организации поляризованной воды в клетке (Г. Линг, 1952) и теории ассоциации индукции (Г. Линг, 1962). Вот основные аргументы, приведенные этим исследователем, а также в ссылках на другие научные источники.

Минимальная потребность в энергии гипотетического натриевого насоса в мышце лягушки в 15—30 раз превышает максимальное количество энергии, которое клетка способна выработать, что противоречит основному закону физики — закону сохранения энергии. Натриевый насос (за его открытие Б. К. Скоу в 1997 г. удостоен Нобелевской премии по химии) — только один из множества насосов, обеспечивающих жизнедеятельность клетки, существование которых было теоретически обосновано. Неполный список таких насосов насчитывает 18, в том числе «насосные ансамбли — станции» и насосы для сахаров и свободных аминокислот без учета насосов органелл клетки. Одному только натриевому

насосу саркоплазматического ретикула поперечнополосатых мышечных волокон, площадь мембраны которого огромна, потребовалось бы в 50 раз больше энергии, чем всем насосам на поверхности клетки, хотя клетка не в состоянии обеспечить энергией работу даже одного насоса поверхностной мембраны. В экспериментах по определению минимальной энергии, необходимой для работы натриевого насоса, с использованием гликолитических и дыхательных ядов получены убедительные доказательства явного несоответствия энергообеспечения такого механизма только за счет фосфорсодержащих веществ путем аэробного фосфорилирования и анаэробного гликолиза.

За год до того как Скоу представил теорию натриевого насоса, Подольский и Моралес показали явное преувеличение значимости макроэргических связей [23]. Они установили, что так называемая высокоэнергетическая фосфатная связь не аккумулирует в себе много энергии, более точно измерили теплоту гидролиза АТФ и сделали поправку на теплоту нейтрализации кислоты, высвобождающуюся при гидролизе. Эти данные были подтверждены Джорджем и Рутманом: в высокоэнергетической фосфатной связи «высокой» энергии не оказалось. Na^+ , K^+ -зависимая АТФаза, как и любая другая АТФаза, не может совершать работу по перекачиванию Na^+ и K^+ , поэтому концепция высокоэнергетической фосфатной связи и мембранная теория несостоятельны [23; 31].

Анализ этих аргументов и данных литературы позволил нам сделать три исключительно важных гипотетических вывода: 1) мембранный потенциал и его изменения, вероятно, имеют другую природу, не связанную с работой мембранных насосов; 2) в клетке помимо фосфорсодержащих веществ есть другие источники аккумуляции энергии; 3) фосфорсодержащие вещества могут быть не аккумуляторами энергии, а посредниками преобразования и использования энергии, вырабатываемой клеткой с помощью других механизмов.

Однако однозначного ответа на все эти и другие противоречивые вопросы цитофизиологии, объяснения имеющихся фактов в рамках единой теории, к сожалению, нет. К одному из них может быть отнесен и вопрос о преобразовании энергии при механической деформации мембран, о влиянии остаточного напряжения сжатия, растяжения и сдвига на эти процессы.

В настоящее время мировая наука вышла на новый уровень своего развития, который характеризуется созданием интегративного знания, получаемого за счет развития и активной работы особых комплексных научных направлений, синтезирующих в себе знания, принципы и методы многих научных дисциплин, так как только

на такой основе могут быть решены узловые вопросы современного естествознания.

Именно такой синтезной наукой стала теория квантовой энтропийной логики Т. ван Хоуэна, построенная на основе разнородных знаний, принципов, аксиом и постулатов современной науки: от теории информации, квантовой механики, термодинамики, теории относительности до философии, психологии, социологии, экологии, теории катастроф и других дисциплин (цит. по [5]). В своей теории ван Хоуэн рассматривает информационную функцию как материальную категорию, отражающую уровень внутренней структурной организации объекта и находящуюся во взаимосвязи с такими основополагающими характеристиками, как энергия и масса объекта.

Профессор Х. Токугава впервые высказал предположение, что спину частицы, характеризующему вращение вокруг собственной оси, соответствует специфическое физическое поле, которое в дальнейшем стало известно как квантовое поле энтропии, или терминальное поле Келли. Это предположение вполне соответствовало электронно-позитронной модели вакуума, предложенной П. Дираком в виде пространственной структуры, состоящей из пакета электронов и позитронов, и источника возмущения массы, которое проявляется инерционной некомпенсированностью этих частиц, воспринимаемой как гравитационное поле. С. Торн и Ю. Уолтон пытались на опыте обнаружить поле, обусловленное взаимодействием спинов. Эти исследования не увенчались однозначным успехом (цит. по [5]).

Т. ван Хоуэн, исходя из принципа конвергентности действия сил гравитации и энтропии, построил математическую модель квантового поля энтропии, которое представляет собой квазиполе, генерируемое вызванной деформацией пространства — времени. Он же высказал гипотезу, согласно которой величина потери системной организации материальной системы, находящейся во взаимодействии с электромагнитным излучением, не может принимать произвольные значения, а также быть равной нулю. Плотность энтропии элементарных систем обязательно должна быть равной целому числу, кратному определенному количеству энергии системы. Тем самым была выявлена связь между степенью деструкции системы и максимальным количеством энергии, которое эта система может излучать или поглощать; показано, что любая материальная система может находиться только в таких стационарных состояниях, в которых энергия внутренней связи компонентов превышает энергетический фон полей энтропии окружающей среды.

В соответствии с постулатами квантово-энтропийной логики всякое событие, даже в

очень малом масштабе времени, при кажущейся непрерывности происходит дискретно, путем изменения фазовых состояний системы. Если величина стимула, под которым понимается любое внешнее воздействие, превышает критический порог, величина энтропии системы скачкообразно возрастает.

Исходя из понятий гипотезы квантово-энтропийной логики Т. ван Хоуэна, первопричину развития каких-либо патологических состояний в организме на любом уровне организации можно рассматривать как реакцию живой системы на увеличение ее энтропии и угрозу достижения некоторого критического порога энтропии, который определяет ее жизнеспособность.

К этому тезису также следует добавить другое критическое состояние клетки, угрожающее ее жизни, — избыток свободной энергии, что приводит к тепловому повреждению, утрате нормальной структуры и функции, а в конечном итоге — к гибели.

В некоторой степени в унисон с данной теорией звучат результаты исследований Г. Линга. В 1962 г. он предложил теорию ассоциации-индукции — первую физико-химическую теорию, объясняющую жизнь на молекулярном и электронном уровнях. Эта теория связывает воедино три основных компонента живых клеток: белки, воду и ионы, а также указывает на индукцию (вызванные изменения электронной плотности в молекулах) как на основной механизм, координирующий и регулирующий свойства функциональных групп белка и различные клеточные функции. Согласно теории ассоциации-индукции, клетка или протоплазма в состоянии покоя характеризуется высоким содержанием (запасом) свободной энергии и низкой энтропией. При переходе клетки в активное состояние энтропия системы возрастает, энергия высвобождается и расходуется на выполнение различных видов работы.

Весьма важным компонентом клетки является адсорбированная вода, впитанная гидрофильными коллоидами. Белки обладают большой поглощающей способностью, крахмал и целлюлоза — в меньшей степени. Адсорбированная вода увеличивает объем поглощающего ее материала; при набухании давление может быть очень значительным.

При этом наблюдается явление аутокооперативной адсорбции, вследствие которой связывание адсорбата одним центром адсорбции усиливает сродство не менее двух соседних центров к данному адсорбату: с каждым актом адсорбции сродство адсорбента к адсорбату стремительно возрастает.

Согласно теории Г. Линга, в клетке имеется основной кардинальный адсорбат (например, АТФ), способный вносить ключевые изменения в

свойства сорбентов, с которыми он взаимодействует (белки). К таким изменениям относятся глубокие конформационные нарушения в молекуле сорбента, вызванные перераспределением в ней электронной плотности, что приводит к исключительно важным изменениям свойств различных функциональных групп белка, включая фиксированные заряды. В клетке также имеется вспомогательный кардинальный адсорбат, выполняющий роль модификатора состояния клетки. Как правило, он действует совместно с основным кардинальным адсорбатом (АТФ), играющим ключевую роль в поддержании живого состояния клетки.

В 2012 г. зарегистрировано открытие явления пьезобиосинтеза в биологических тканях [30]. Суть его состоит в том, что в биологических тканях под воздействием пьезоэлектричества происходит синтез органических веществ. Пьезоэлектричество возникает в жидкокристаллических структурах клеток, преимущественно в мембранах, при их механической деформации, обусловленной преобразованием механического напряжения в химическую энергию органических, в том числе фосфорсодержащих, веществ, которые участвуют в синтезе липидов, белков и углеводов.

В данной статье предпринята попытка объяснить процесс биосинтеза с позиций квантово-энтропийной логики Т. ван Хоуэна, теории ассоциации-индукции Г. Линга и явления пьезобиосинтеза. В основе такого подхода лежит представление о значении энтропии системы как основополагающего условия жизнеспособности биологического объекта; адаптативно-приспособительной реакции живых объектов на возникающие в них колебания уровня энтропии в виде ассоциации-индукции и уровня АТФ как кардинального адсорбата; входа и выхода воды из клетки как фактора, деформирующего мембраны клеток; возникновения в жидкокристаллических структурах клеток (прежде всего в липидном слое мембран) пьезоэффекта, энергия которого при некоторых пороговых значениях энтропии системы используется клеткой для синтеза фосфорсодержащих веществ, уменьшающих энтропию и позволяющих в последующем выделять свободную энергию для выполнения необходимой и генетически детерминированной работы.

Для доказательства достоверности существования явления пьезобиосинтеза научный поиск проводится в следующих направлениях: исследование пьезоэффекта в различных биологических средах; качественные и количественные доказательства синтеза фосфорсодержащих веществ под действием пьезо- и пироэффектов, возникающих в жидких кристаллах; возникновение мышечного сокращения под воздействием

механической деформации; возникновение сокращений сердечной мышцы экспериментальных животных под воздействием ультразвуковых напряжений сжатия и растяжения; электронно-микроскопическая характеристика субклеточных структур при их механической деформации; состояние электрических, физико-химических и структурно-метаболических свойств биологических клеток у больных со злокачественными новообразованиями.

Первая серия экспериментов предусматривала выделение из биологического материала очищенных веществ с пьезоэлектрическими свойствами, нанесение их на тефлоновую пластинку с микроперфорациями в минимально возможном объеме. К краевым дефектам пластинки прикрепляли электрические проводники — микроэлектроды из высокопроводимого материала, электрические потенциалы которых регистрировали с помощью гальванометра. Механической деформации помещенных в лунки образцов (липидов и их производных) достигали в результате воздействия стандартизованными ультразвуковыми колебаниями [17]. Путем измерения разности потенциалов в различных биологических жидкостях определяли параметры воздействия, которое максимально воспроизводит пьезоэффект, регистрируемый гальванометром. Наиболее обнадеживающие результаты получены в образцах лецитина, желчи и крови онкобольных [17].

Исследования в качестве образца фосфолипидов (на примере лецитина) с другими веществами (вода, кислоты и водные растворы солей) позволили подтвердить процессы электролиза воды при пьезоэффекте, диссоциацию кислот и солевых растворов.

Эти данные согласуются с результатами опытов Понамперума (облучение ультрафиолетовым спектром видимого света запаянной в ампулу синильной кислоты) с образованием аденина и других азотистых оснований, а в сочетании с этилметафосфатом — АТФ; а также с гипотезой В. П. Скулачева и соавторов (1989) об адениновом фотосинтезе, где квант ультрафиолетового спектра поглощается адениновой частью АДФ с образованием ФАДФ, а затем АТФ [28].

Установлено возникновение электрического потенциала действия в нервной ткани седалищного нерва экспериментальных животных в ответ на оказываемое механическое воздействие.

Серию экспериментов выполнили на препарате сердца экспериментальных животных с приданием механических напряжений и регистрацией потенциалов в проекции синусного узла — месте впадения верхней полой вены в правое предсердие. Подтверждена связь между механическим напряжением сжатия и возникновением потенциала действия в сердечной

мышце, что мы объясняли наличием пьезоэффекта при регистрации потенциалов высокочувствительным гальванометром.

В процессе изучения электронно-микроскопических характеристик субклеточных структур различных тканей человека в условиях их механической деформации выявлена корреляция механической объемной деформации и активности метаболических и репаративно-синтетических процессов, протекающих на уровне мембран и макромолекул [4; 6; 7; 13; 16; 17].

Экспериментально доказано ухудшение диэлектрических свойств (уменьшение емкости и сопротивления) клеточных микроструктур биологических тканей под воздействием механического давления. При этом тангенс угла диэлектрических потерь увеличивался (в среднем с 9,85 до 10,02, т. е. на 1,7 %), что свидетельствовало о дополнительном поглощении тканью образца тепловой мощности от источника факторного влияния. Это означает, что механическая (например, звуковая) энергия преобразуется в тепловую непосредственно клеточными и субклеточными компонентами (в частности, мембранами), следствием чего могут быть эффекты химико-биологической активации энергетических процессов живого организма, когда в нем активизированы электромагнитные поля [17].

Измерительный эксперимент проводили следующим образом: осесимметричный образец (макрообъект — кровь) помещали в диэлектрический цилиндрический сосуд объемом 1,5 см³ с упругими стенками (диаметр сосуда — 10 мм, высота — 20 мм), а последний — в гибкую диэлектрическую трубку объемом 0,1 см³ (диаметр трубки — 1,5 мм, длина — 140 мм). Регистрацию пьезобиопотенциала осуществляли с помощью позолоченных электродов диаметром 1,5 мм и фотогальванометрического потенциометра напряжения Р 363 с ценой деления шкалы $C = 10^{-9}$ В/дел., $\gamma = 1,5 \pm 6$ %. При изучении модели последовательно-параллельной структуры пьезобиопотенциала локального множества клеток получены такие количественные характеристики: $\Delta U_{\Sigma} = 1,5 \pm 1,0$ мВ для популяций клеток (ткани) и $\Delta U_{\Sigma} = 0,02$ мВ — для одной клетки.

На основании результатов количественного эксперимента нами сделаны следующие выводы: 1) пьезоэффект в биологических макрообъектах носит кумулятивный характер и возникает как в твердых, так и жидких структурах; 2) пьезоэффект в клеточных мембранах существует, однако величина его очень мала и составляет приблизительно 0,02 % общего электрического потенциала клетки; 3) экспериментально подтверждена адекватность последовательно-параллельной структуры кумулятивного пьезобиопотенциала в распределенных по длине клеточных образованиях (например, кровеносных сосудах); 4) с по-

мощью последовательно-параллельной модели клеточной макроструктуры и в эксперименте доказано, что накопленный (кумулятивный) пьезопотенциал может достигать несколько десятков милливольт, что теоретически может активизировать цепочку биохимических реакций и изменений в априори известных структурах биологической ткани [6; 17].

С учетом проведенных исследований нами разработана концепция пьезобиосинтетического эффекта.

Пьезобиосинтез — это частный вариант явления электромагнитного биосинтеза (как и фотосинтез в зеленых растениях). В его основе лежит флексоэлектрический эффект Мейера. Пьезобиосинтез возможен в двух пограничных областях электромагнитного излучения видимого света: ультрафиолетовом спектре, где посредниками преобразования энергии являются пьезоэлектрики (10^{-7} — 10^{-9} м, $3 \cdot 10^{11}$ — $3 \cdot 10^{14}$ Гц), и инфракрасном спектре, где посредниками служат пирозлектрики (10^{-3} — 10^{-6} м, $3 \cdot 10^{11}$ — $3 \cdot 10^{14}$ Гц). Синтез фосфорсодержащих веществ, белков, липидов и углеводов — строго контролируемый процесс: движение их составляющих, ионов и воды осуществляется через поры в мембране с участием мембранных потенциалов, электролитных насосов и пьезоэлектричества в жидких кристаллах мембран, возникающего под воздействием мембранного потенциала или механического напряжения. Процесс обратимого открытия и закрытия ионных каналов в мембранах клетки и органелл описывается явлением электропорации (сжатие и растяжение мембран определяют двунаправленность транспорта ионов, электропорация уменьшает деформацию мембран, и возникающие поры под действием пьезоэффекта самостоятельно закрываются). Ввиду малой толщины мембраны типичное для клеток трансмембранное напряжение в несколько десятков милливольт обуславливает очень высокую напряженность электрического поля ($\sim 10^5$ В/см), что сравнимо с критическим напряжением пробоя жидких углеводов. В сильных электрических полях в мембранах и протоплазме наблюдается значительное увеличение проводимости и проницаемости бислоев. Процесс необратимого и обратимого электропробоя мембран сопровождается повреждением липидного бислоя, что приводит к различной клеточной патологии.

Выводы

1. В процессе естественного и индуцированного механического напряжения в биологических объектах возникает деформация жидкокристаллических структур (жидкие кристаллы липидов, некоторых белков — углеводов, которые в условиях деформации кристаллической решетки обладают свойством к пьезоэффекту).

2. Возникающая поляризация мембран и протоплазмы, электрического потенциала обуславливает такие явления, как электропорация и электропробой клеточных и субклеточных мембран, направленное движение ионов в мембране и клетке, клеточная патология.

3. Учитывая колебательный характер деформаций жидкокристаллических структур, явления резонанса, имеются физические предпосылки для перемены знаков заряда и, следовательно, возникновения как постоянного, так и переменного тока в клетке.

4. Благодаря металлопротеидам клеточные и субклеточные двуслойные мембраны выступают в роли биологических конденсаторов электрической энергии.

5. Повышение энтропии биологической системы, проявляющееся снижением концентрации фосфорсодержащих органических веществ (прежде всего АТФ), а также концентрации ионов в мембранах и протоплазме служат предпосылкой для разряда биологических конденсаторов.

6. При этом возникают электродиссоциация воды и солей с образованием свободных ионов, участвующих в формировании потенциалов покоя и действия, а также окислительно-восстановительные процессы в клетке, итогом которых является восполнение дефицита АТФ в результате его синтеза в ходе окислительного и анаэробного фосфорилирования на АТФ-синтетазах (в условиях гипоксии за счет окисления липидов).

7. Вновь синтезированная АТФ участвует в синтезе основных веществ в клетке, в том числе липидов, углеводов и белков.

8. Дальнейшее исследование этих направлений позволит разработать принципиально новые технологии в области медицины, техники, а также получить весьма значительный экономический эффект.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонов В. Ф. Биофизика мембран / В. Ф. Антонов // Соросовский образоват. журн. — 1986. — № 6. — С. 4—12.
2. Базаров И. П. Статистическая физика жидких кристаллов / И. П. Базаров, Э. В. Геворкян. — М.: Изд-во МГУ, 1992. — 496 с.
3. Биофизика клеточных мембран / Е. А. Гордиенко, В. В. Товстяк, Е. П. Сведенцов, А. А. Костяев. — Сыктывкар, 2009. — 304 с.
4. Бойко В. В. Деформация внутриклеточных органелл, возникающая в процессе развития различных патологических состояний / В. В. Бойко, В. П. Невзоров // Эксперим. і клініч. медицина. — 2002. — № 4. — С. 49—54.
5. Бойко В. В. Диагностически значимые метаболические критерии у больных с неотложными и жизненно опасными состояниями / В. В. Бойко, Е. М. Климова, Л. А. Дроздова // Клініч. генетика. — 2011. — Вип. 1—2. — С. 194—195.
6. Бойко В. В. Квантово-биологическая теория / В. В. Бойко [и др.]. — Харьков: Факт, 2003. — 968 с.
7. Бойко В. В. Ультраструктура гладких миоцитов мышечного слоя кишечника экспериментальных животных с моделированной гипоксией / В. В. Бойко, В. Г. Грома, В. П. Невзоров // Эксперим. і клініч. медицина. — 2011. — № 3. — С. 22—25.
8. Болдырев А. А. Биохимия мембран: в 8 кн. / А. А. Болдырев. — М.: Высш. шк., 1986—1990.
9. Гордієнко Є. О. Фізика біомембран / Є. О. Гордієнко. — К.: Наук. думка, 2009. — 272 с.
10. Горс Е. Ф. Экситон в полупроводниках и диэлектриках / Е. Ф. Горс // Материалы заявки на открытие. — Диплом № 105. — 1970.
11. Гурвич А. А. Проблема митогенетического излучения как аспект молекулярной биологии / А. А. Гурвич. — М.: Медицина, 1968. — 240 с.
12. Делоне Н. Л. Явление изменения митоза в клетках растений в условиях невесомости / Н. Л. Делоне, Г. П. Парфенова // Материалы заявки на открытие. — Диплом № 318. — 1986.
13. Динамика деформационных трансформаций внутриклеточных мембран при экспериментальном моделировании травматических повреждений печени крыс / В. В. Бойко, П. Н. Замятин, О. Ф. Невзорова [и др.] // Харк. хір. школа. — 2013. — № 3 (60). — С. 61—66.
14. Жегунов Г. Ф. Законы биологии (природа жизни) / Г. Ф. Жегунов. — Харьков: Консум, 2006. — 304 с.
15. Зайко Н. Н. Патологическая физиология / Н. Н. Зайко. — К.: Вища шк., 1977. — 213 с.
16. Замятин П. Н. Изменения ультраструктуры тканей сердца крыс при экспериментальном моделировании политравмы / П. Н. Замятин, О. Ф. Невзорова // Харк. хір. школа. — 2003. — № 1. — С. 104—106.
17. Изменение электрических параметров клеточных мембран биологических тканей при механических факторных влияниях / В. В. Бойко, П. Н. Замятин, В. И. Жуков [и др.] // Харк. хір. школа. — 2012. — № 5 (56). — С. 9—11.
18. Илизаров Г. А. Общебиологическое свойство биологических тканей отвечать ростом и регенерацией на дозированные напряжения / Г. А. Илизаров // Материалы заявки на открытие. — Диплом № 355. — 1988.
19. Кагава Я. Биомембраны / Я. Кагава. — М.: Мир, 1985. — 216 с.
20. Кемп П. Введение в биологию / П. Кемп, К. Армс. — М.: Мир, 1988. — 671 с.
21. Конев С. В. Структурная лабильность биологических мембран / С. В. Конев. — Минск: Наука и техника, 1987. — 240 с.
22. Крепс Е. М. Липиды клеточных мембран. Эволюция липидов мозга. Адапционная функция липидов / Е. М. Крепс. — Л.: Наука, 1981. — 339 с.
23. Линг Г. Физическая теория живой клетки (незамеченная революция) / Г. Линг. — СПб: Наука, 2008. — 376 с.
24. Лоцилов В. И. и соавт. // Материалы заявки на открытие. — Диплом № 181. — 1976.
25. Мак-Мюррей У. Обмен веществ у человека / У. Мак-Мюррей. — М.: Мир, 1980. — 368 с.
26. Маленков А. Г. // Материалы заявки на открытие. — Диплом № 330. — 1987.
27. Мушкабаров Н. Н. Метаболизм: структурно-химический и термодинамический анализ: в 3 т. — М.: Химия, 1988. — 1020 с.
28. Скулачев В. П. Энергетика биологических мембран / В. П. Скулачев. — М.: Наука, 1989. — 564 с.
29. Эккерт Р. Физиология животных: механизмы и адаптация: в 2 т. / Р. Эккерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин; пер. с англ. — М.: Мир, 1991. — 424 с.
30. Явление пьезобиосинтеза в биологических тканях / В. В. Бойко, П. Н. Замятин, В. И. Жуков, П. Ф. Щапов, В. П. Невзоров, Е. М. Климова // Материалы заявки на открытие. — Диплом № 454. — 2012.
31. George P. The "high energy phosphate bond" concept / P. George, R.J. Rutman // Prog. Biophys. Mol. Biol. — 1960. — N 10. — P. 1—53.
32. Meyer R. B. Piezoelectric effects in liquid crystals / R. B. Meyer // Physical Rev. Lett. — 1969. — Vol. 22, N 18. — P. 212—215.
33. Singer S.J. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes / S.J. Singer, G.L. Nicolson // Science. — 1972. — Vol. 175 (4023). — P. 720—731.
34. Vasnovsky V. E. URTJC of phospholipids micstures containing phosphotidyl glycerol / V. E. Vasnovsky // J. High. Res. Chromatog. — 1979. — Vol. 2, N 11. — P. 671—672.

РЕЗЮМЕ

**ДЕЯКІ АСПЕКТИ
ГІПЕРБІОТИЧНИХ
ПРОЦЕСІВ У БІОЛОГІЧНИХ
ТКАНИНАХ**

*В. В. Бойко, П. Н. Замятин, В. І. Жуков,
П. Ф. Щапов, В. П. Невзоров,
К. М. Климова*

У цій статті зроблено спробу пояснити процес біосинтезу з позицій різних наукових теорій. В основі такого підходу лежить уявлення про значення ентропії системи як основної умови життєздатності біологічного об'єкта, а також виникнення в рідкокристалічних структурах клітин (насамперед ліпідному бішарі мембран) п'єзоефекту, енергія якого при деяких порогових значеннях ентропії системи використовується клітиною для синтезу фосфоровмісних речовин, що зменшують ентропію і дають змогу надалі виділяти вільну енергію для виконання необхідної і генетично детермінованої роботи. На підставі проведених досліджень авторами розроблено концепцію п'єзобіосинтетичного ефекту. Подальше дослідження цих напрямів уможливить розроблення принципово нових технологій в галузі медицини і техніки, а також дасть змогу отримати досить значний економічний ефект.

Ключові слова: гіпербіотичні процеси, біотехнології, біологічні тканини, п'єзобіосинтез, енергія, п'єзоефект.

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ
ГИПЕРБИОТИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В
БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ**

*В. В. Бойко, П. Н. Замятин, В. И. Жуков,
П. Ф. Щапов, В. П. Невзоров,
Е. М. Климова*

В данной статье предпринята попытка объяснить процесс биосинтеза с позиций различных научных теорий. В основе такого подхода лежит представление о значении энтропии системы как основополагающего условия жизнеспособности биологического объекта, а также возникновения в жидкокристаллических структурах клеток (прежде всего липидном бислое мембран) пьезоэффекта, энергия которого при некоторых пороговых значениях энтропии системы используется клеткой для синтеза фосфорсодержащих веществ, уменьшающих энтропию и позволяющих в последующем выделять свободную энергию для выполнения необходимой и генетически детерминированной работы. На основании проведенных исследований авторами разработана концепция пьезобиосинтетического эффекта. Дальнейшее исследование этих направлений позволит разработать принципиально новые технологии в области медицины, техники, а также получить весьма значительный экономический эффект.

Ключевые слова: гипербиотические процессы, биотехнологии, биологические ткани, пьезобиосинтез, энергия, пьезоэффект.

**SOME ASPECTS OF
HYPERBIOTIC PROCESSES
IN BIOLOGICAL
TISSUE**

*V. V. Boiko, P. N. Zamiatin, V. I. Zhukov,
P. F. Shchapov, V. P. Nevzorov,
K. M. Klimova*

In this paper the authors attempt to explain the process of biosynthesis from the standpoint of various scientific theories. The basis of this approach is the idea of the importance of system entropy as a fundamental condition for the viability of a biological object and the occurrence of liquid crystal cell structure (primarily the membrane lipid bilayer) piezoelectric effect, whose energy is used by the cell under certain threshold of system entropy for the synthesis of phosphorus-containing compounds that reduce the entropy and allow subsequent allocation of free energy to perform the necessary work and are genetically determined. On the basis of these studies, the authors developed the concept of piezobiosynthesis effect. Further investigation of these areas will provide a number of innovative technologies in the field of medicine, engineering, and produce a very significant economic impact.

Keywords: hyperbiotic processes, biotechnology, biological tissue, piezobiosynthesis, energy, piezoelectric.