

16. Гончарук Е.И., Вороненко Ю.В., Марценюк Н.И. Изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье населения / Под ред. Е.И. Гончарука. — К.: КМИ. — 1989. — 204 с.

17. Guideline for Industry Dose-Response Information to Support Drug Registration Federal Register.-1994. — Vol. 59, № 216. — Wednesday, November 9, 1994. — pages 55972-55976.

18. Чернюк В.И. Шум и вибрация в труде механизаторов сельского хозяйства как гигиеническая проблема: Дисс. докт. мед. наук. — К., КНИИ ГТиПЗ. — 1987. — 394 с.

19. Денисов Э.И. Методология дозной оценки шумов и вибраций в медицине труда: Автореф. дисс. докт. биол. наук. — М., ИМТ АМН РФ. — 1995.

20. Медицина труда в угольной промышленности (Под ред. В.В. Мухина). — Донецк, 2000. — 204 с.

21. Андреева Л.И., Кожемякин Л.А., Кишкун А.А. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой // Лабораторное дело. — 1988. — № 11. — С. 41-43.

22. McCord J.M., Fridovich I. Superoxide dismutase: an enzyme function for erythrocyte hemocuprein (hemocuprein) // J. Biol. Chem. — 1989. — V. 244, № 22. — P. 6049-6055.

23. Aebi H.E. Enzymes 1: oxidoreductases, transferases // In: Bergmeyer H., Ed. Methods of enzymatic analysis. — 1980. — V. III. — P. 273 — 282.

24. Чевари С., Андял Т., Яштренгер Я. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение (модификация метода Fraidt R) // Лаб. дело. — 1991. — № 10. — С. 9-13.

25. Зотов С.В. Поведінкові реакції тварин при дії ЕМП, які створюються засобами стільникового мобільного зв'язку стандарту GSM-900 // Матер. XIV з'їзду гігієністів України. — Дніпр.: АРТ-ПРЕС. — 2004. — Т.1. — С. 260-264.

26. Справочник: Лабораторные методы исследования в клинике / Под ред. Меньшикова В.В. — М.: Мед., 1987. — 368 с.

27. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Антистрессовые реакции и активационная терапия. — М., 1999. — 362 с.

Надійшла до редакції 19.06.2009.

BIOLOGICAL ACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION

Baran B.A., Boobenshchikova G.T., Kchryashchevsky V.N.

БІОЛОГІЧНА ДІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ



**БАРАН Б.А.,
БУБЕНЩИКОВА Г.Т.,
ХРЯЦЕВСЬКИЙ В.М.**

Хмельницький національний
університет

УДК 504.75(477)

Еволюція живої природи, як відомо, відбувалася у взаємодії з багатьма фізичними факторами, у тому числі і з геомагнітним полем. Однак науково-технічний прогрес суттєво змінює довкілля, зокрема це стосується електромагнітного фону. З кожним роком в усіх країнах світу зростають енергопотужності, внаслідок чого електромагнітне поле (ЕМП) антропогенного походження стало значущим екологічним фактором з високою біологічною активністю. 1995 року Всесвітньою організацією охорони здоров'я навіть було введено термін "глобальне електромагнітне забруднення довкілля". ЕМП антропогенного походження мають інші характеристики, ніж геомагнітне поле і призводять до десинхронізації міжклітинних та міжорганних взаємодій у біологічній системі, яка налаштована в унісон з природним електромагнітним фоном. На діяльність клітин, окремих органів та перебіг біохімічних реакцій справляють значний вплив ЕМП надвисокочастотного та інфранизкочастотного діапазонів [1, 2].

У роботі [3] наводяться можливі механізми дії магнітного

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Баран Б.А., Бубенщикова Г.Т., Хрящевский В.Н.

Электромагнитное излучение различных частот даже небольшой интенсивности может отрицательно влиять на биологические объекты растительного и животного происхождения. Экспериментально показано, что действие любых физических полей на биообъекты влияет как на молекулы воды, так и на клетки живых организмов.

BIOLOGICAL ACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION

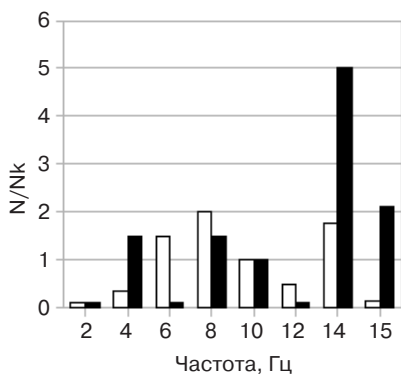
Baran B.A., Boobenshchikova G.T., Kchryashchevsky V.N.

Electromagnetic radiation of various frequencies though of small intensity, can affect the biological objects of vegetable origin as well as animal origin in negative way. It has been shown experimentally that action of any physical fields on bioobjects affects water molecules as well as cells of live organisms.

© Баран Б.А., Бубенщикова Г.Т., Хрящевський В.Н.
СТАТТЯ, 2009.

(електромагнітного) поля на біологічні системи. У більшості з них вода розглядається як майже нейтральний розчинник, в якому відбуваються біохімічні реакції. Однак вода бере безпосередню участь в обміні речовин, які полягають в основі всіх процесів життєдіяльності. Наприклад, основні компоненти їжі — білки, жири та вуглеводи — мають бути розщепленими на дрібніші фрагменти. Це відбувається у результаті гідролізу — взаємодії цих сполук з водою. Суттєва частка енергетичних процесів у клітинах організму забезпечується молекулами аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ). Для здійснення будь-якого акту життєдіяльності, наприклад м'язового скорочення, молекула АТФ повинна розділитися на два фрагменти — аденозиндифосфорну кислоту (АДФ) та фосфатний залишок, тобто також вступити у реакцію гідролізу. А щоб накопичити енергію у молекулі АТФ, її необхідно синтезувати, з'єднавши молекулу АДФ з залишком фосфорної кислоти, при цьому молекула води виділяється. Кінетика та-

Рисунок 1
Залежність відносної схожості насіння квасолі від частоти електромагнітного поля у випадку дії його на воду (□) та розчин мінеральних добрив (■)



ких процесів залежатиме від енергетичного стану води у першому і другому випадках. Тобто основу біохімічного механізму впливу сонячної активності або антропогенних ЕМП на процеси життєдіяльності становлять зміни фізико-хімічних властивостей води клітин і тканин організму. Такі уявлення дозволяють краще зрозуміти явища, що відбуваються на молекулярному і надмолекулярному рівнях у живих системах, які реагують на зміну напруженості ЕМП будь-якого походження, та пояснити у загальній формі природу деяких геліобіологічних ефектів.

На підставі цього у цій роботі основна увага приділяється ролі води у стабілізації біосистем.

Об'єктом дослідження було обрано насіння квасолі. Пророщування проводилося за однією із стандартних методик: у чашки Петрі поміщали по 30 насінин і заливали дистильованою водою або розчином комплексного добрива (0,2 г/л). Результати оцінювали за кількістю паростків у контрольному досліді (без дії магнітного поля) та після омагнічування з індуктивністю 2 мТл. На рис. 1 показано результати дослідів з впливу електромагнітного поля на відносну схожість насіння квасолі (співвідношення кількості паростків після омагнічування N та кількості паростків у контрольному досліді N_k).

З рисунка 1 видно, що схожість квасолі великою мірою залежить від частоти ЕМП, тобто під дією деяких частот схожість квасолі є кращою, ніж у контрольному досліді або навпаки — меншою. Окрім того спостерігається суттєва різниця між схожістю квасолі після обробки її ЕМП у дистильованій воді та у розчині мінеральних добрив. Наприклад, після обробки квасолі ЕМП з частотою 14 Гц її схожість у 5 разів вища, ніж у контрольному досліді. Водночас схожість квасолі після її обробки ЕМП з індукцією 2 мТл і частотою 50 Гц (на рис. 1 не показано) в обох випадках дорівнювала нулю. Після обробки ЕМП з індукцією 30 мТл, частотою 50 Гц значення N/N_k становило 0,2 для дистильованої води, 0,3 — для розчину мінеральних добрив. Це свідчить про негативний вплив ЕМП промислової частоти

на біологічні об'єкти, що було неодноразово відзначено у науковій літературі.

Нами були проведені досліди з впливу високочастотного електричного поля (110 кГц, 10 кВ) на схожість квасолі у дистильованій воді та у розчині мінеральних добрив. Тривалість експозиції — 20 хв. Дія такого поля на воду певною мірою нагадує дію магнітного поля, тобто призводить до зростання "структурної температури". Дослідження модельної реакції (окиснення тіоктової (ліпоевої) кислоти йодом) показало, що швидкість такої реакції в опроміненій воді зростає у 2,2 рази порівняно зі швидкістю у звичайній воді. Виявилось, що схожість квасолі у дистильованій воді, попередньо обробленій коронним розрядом, різко зростає — у 2,4 рази. Якщо ж таким чином обробляти воду разом з насінням квасолі, її схожість знижується: $N_m/N_0=0,25$. Схожість квасолі після обробки її у розчині мінеральних добрив була нульовою.

Було також проведено досліди з впливу ЕМП на мікроорганізми, зокрема дії високочастотного електричного поля (110 кГц, 10 кВ) на процес бродіння сахарози у присутності хлібопекарських дріжджів. Тривалість обробки 10% розчину — 40 хв. У результаті дослідів виявилось, що виділення CO_2 з розчину, попередньо обробленого коронним розрядом, різко зростає — у 3,2 рази протягом перших чотирьох годин. Якщо таким чином обробляти розчин сахарози разом з дріжджовими клітинами, то виділення CO_2 різко знижується і лише за 3 години перевищує виділення з контрольного розчину.

Це означає, що дія будь-яких фізичних полів на біооб'єкти впливає і на молекули води, і на клітини живих організмів. Таким чином, джерела ЕМП справляють дію (здебільшого негативну) на дикі та культурні рослини і ґрунтову флору у зоні їхнього впливу.

Найчутливішими до ЕМП є нейродинамічні процеси, які прямо чи побічно перемикають хронобіологічні процеси організму на патологічний або стресовий режим функціонування. Ще у 1928 році О.Л. Чижевський назвав сонячну активність "фактором, який сприяє виникнен-

ню та поширенню психозів". Серед людей, які працюють у зоні промислових частот або мешкають поблизу ліній високовольтних електропередач, поширені депресивні стани. Одержано кореляцію у збільшенні числа самогубств серед осіб, які проживають у місцях, в яких інтенсивність електромагнітного поля з частотою 50 Гц перевищує 0,15 мкТл.

Важливе значення мають біохімічні реакції, що відбуваються з утворенням та динамікою тіолових сполук. Прискорене окиснення тіолових чи інших антиоксидантів під впливом ЕМП призводить до зменшення буферної ємності антиоксидантної системи та зниження адаптаційного ресурсу.

Нами досліджувалося окиснення тіоктової (ліпоєвої) кислоти йодом у присутності крохмалю як індикатора. У даному випадку за перебігом реакції можна слідкувати фотометричним методом. Джерелом електромагнітного випромінювання служив генератор височастотних сигналів Г4-144 з вихідною потужністю 1,5 Вт. Опромінюванню у циліндричному резонаторі з резонансною частотою 788 МГц піддавали лише дистильовану воду, у середовищі якої і досліджували перебіг згаданої реакції.

Сама тіоктова кислота бере участь у багатьох біохімічних процесах живих організмів, зокрема людини. Крім участі в окиснювальному декарбоксілюванні α -кетокислот тіоктова кислота виконує роль переносника ацильних груп і акцептора електронів при розщепленні пірвіноградної кислоти до карбон (IV) оксиду, оцтової і молочної кислот тощо.

Результати дослідів показали, що ефективна константа швидкості окиснення тіоктової кислоти йодом в опроміненій воді зростає у 2,2 рази порівняно з контрольним розчином.

Важливу роль у діяльності живих організмів відіграють коливні хімічні реакції. При окисненні малонової кислоти (МК) броматом калію за температури 298,3°K система $KBrO_3$ — МК характеризується наявністю індукційного періоду, після закінчення якого з'являються автоколивання. Якісно електромагнітне поле однаково впливає на воду та водні розчини під дією різних частот. Тому у даному

досліді електромагнітну обробку розчинів здійснювали у соленоїді з індукцією 5 мТ і частотою 100 Гц протягом 30 хв. Перебіг реакції контролювали за зміною потенціалу точкового платинового електроду (ТПЕ) відносно хлорсрібного електроду порівняння.

У звичайних умовах, без магнітної обробки розчину, коливання мають період ~ 2 хв. (рис. 2, крива 1), вони поступово згасають, оскільки система є замкнутою, і вихідні речовини, необхідні для перебігу реакції, до неї не надходять.

Виявилось, що під дією магнітного поля на таку систему, крім зменшення періоду коливань, спостерігається скорочення індукційного періоду реакції (рис. 2, крива 2). Аналогічні результати було одержано у досліді з лимонною кислотою, яка бере участь у дихальному процесі клітин.

Результати наших дослідів пояснюють ще один аспект негативної дії магнітних полів техногенного походження на живі організми, оскільки коливні реакції лежать в основі важливих біологічних процесів: генерації біоритмів (у тому числі нервових імпульсів), що викликається змінною проникністю трансмембранних йонопровідних каналів [4]. Щодо проблеми зляканих новоутворень, то, згідно з сучасними уявленнями, перетворення нормальної тканини на ракову можна описати таким чином. Різні білки, які беруть участь у міжклітинних взаємодіях, генетично детерміновані. Будь-яке збурення такого генетичного контролю, "спонтанне" (наприклад за рахунок соматичних мутацій) або зумовлене зовнішніми факторами (фізичними, хімічними чи біологічними), може призвести до виникнення клітин з аномальним набором білків. У роботі [5] наводяться дані про активацію стрес-білків,

які спричиняють розвиток пухлин і збільшення проникливості гематоенцефалічного бар'єру в умовах тривалої дії ЕМП стільникового телефону.

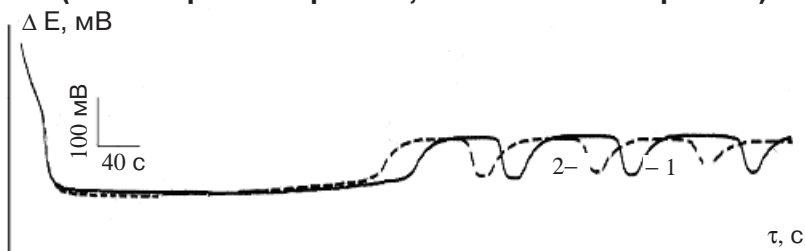
Частота та потужність ЕМП, застосованого у наших досліді, відповідає аналогічним показникам більшості мобільних телефонів. Хоча потужність випромінювання мобільних телефонів невелика (1.5-2.0 Вт), однак внаслідок інтерференції хвиль при багаторазових відбиттях від стінок резонатора утворюється стояча хвиля з високою амплітудою, яка може генерувати напругу у декілька вольт. Резонатором може бути коливна електромагнітна система, обмежена металеву поверхню або поверхню, яка стикається з електромагнітним середовищем меншої щільності, тобто діелектриком. Окрім того, мобільний телефон під час роботи генерує ЕМП не лише на основних (робочих) частотах. Крім основного сигналу (0.3-3 ГГц) мобільний телефон у режимі "дзвінок" і "розмова" генерує змінне електричне поле у діапазоні 5-2000 Гц та змінне магнітне поле у діапазоні 5-500 Гц.

Реакція організму здорової людини на коливання (у певних межах) такого еволюційно звичного фактора, як геомагнітне поле, має адаптивно-компенсаторний механізм і не виходить за межі фізіологічної норми. Геомагнітні або електромагнітні поля не викликають специфічних захворювань людини, але через розбалансованість систем регуляції функцій організму посилюють наявні функціональні порушення. Так, у більшості людей у період до і після користування радіотелефоном у спектрах електроенцефалограми підсилюється альфа-діапазон біострумів мозку. Особливо чітко ці зміни спостерігалися після вимикан-

Рисунок 2

Залежність потенціалу ТПЕ від часу при окисненні малонової кислоти броматом калію при 298,3°K

(1 — контрольний розчин; 2 — омагнічений розчин)



ня поля протягом 15-20 хв., що свідчить про наявність ефекту післядії ЕМП на організм. Ділянка опромінення під час роботи телефону — головний мозок та рецептори вестибулярного і зорового аналізаторів. Розрахунки поглинутої енергії ЕМП у мозку людини показують, що при користуванні радіотелефоном потужністю 0,6 Вт з робочою частотою 900 МГц питома енергія поля у головному мозку становить 120-230 мкВт/см². Норматив для користувачів стільникових телефонів у Росії — 100 мкВт/см².

Нині гранично-допустимі умови (ГДУ) для оцінки впливу ЕМП на довкілля на загал не розроблені у жодній країні. Є лише результати окремих досліджень дії ЕМП на компоненти екосистем. Найбільш опрацьованими і впровадженими у багатьох країнах є ГДУ для людини. Однак ці стандарти у різних країнах дуже відрізняються один від одного. Це зумовлено вибором критеріїв, за якими можна судити про ступінь шкідливості ЕМП певного рівня. За ГДУ мають братися біологічно зумовлені рівні, виявлені у результаті фізіологічних, клінічних, біохімічних та інших досліджень на біологічних об'єктах. Діючі санітарні норми і правила не відповідають знанням про небезпеку ЕМП, одержаним дослідниками за останній час, хоча такі ЕМП є дуже відчутним фактором для всіх елементів біоекосистем від людини до найпростіших організмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баран Б.А., Березюк О.Я., Покришко Г.А. Дослідження впливу надвисокочастотних електромагнітних полів на біохімічні процеси // Довкілля та здоров'я. — 2004. — № 6. — С. 12-14.
2. Агаджанян Н.А., Власова И.Г. Влияние инфранизкочастотного магнитного поля на ритмику нервных клеток и их устойчивость к гипоксии // Биофизика. — 1992. — Т. 37, № 4. — С. 681-689.
3. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // УФН. — 2003. — Т. 173, № 3. — С. 265-300.
4. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. — М.: Мир, 1979.
5. Jokela K., Leszczynski D., Paile W., Salomaa S., Puranen L., Huysalo P. Radiation safety of handheld mobile phones and base stations. STUK-A161 Report, OY Edita Ab. — Helsinki, Finland, 1999.

Надійшла до редакції 02.09.2009.

ЛЮДИНА ТВОРЧОГО НЕСПОКОЮ

До 80-річчя з дня народження І.І. Нікберга

НАШІ ЮВІЛЯРИ

І народився Ілля Ісайович 19 листопада 1929 року у м. Києві. У 1952 році з відзнакою закінчив Київський медичний інститут. Навчання поєднував з роботою у наукових гуртках кафедр терапії, хірургії та гігієни, був головою факультетського та членом ради інститутського наукового студентського товариства.

Трудову діяльність розпочав як лікар міської санепідстанції, а потім — викладач, зав. навчальною частиною школи медичних сестер у м. Макіївка на Донбасі (1952-1956). У 1956-1964 роках — науковий співробітник, зав. лабораторією радіаційної гігієни і токсикології, зав. відділом гігієни НДІ епідеміології, мікробіології та гігієни, відповідальний секретар Молдавського відділення Всесоюзного наукового товариства гігієністів. Протягом 1964-2000 років — асистент, доцент, професор, зав. кафедрою гігієни та екології Національного медичного університету та Інституту Української асоціації народної медицини у м. Києві.

У різні роки за сумісництвом та на громадських засадах працював також головним спеціалістом з лікарняної гігієни Київського міськздороввідділу, керівником-консультантом медичної групи київської філії Всесоюзного проектного та наукового інституту "ГПРОЗДРАВ", керівником Центру навчання та самоконтролю хворих на цукровий діабет НДІ ендокринології АМН України, головою Українського товариства сприяння хворим на цукровий діабет, науковим редактором журналів "Діабет" і "Діабет та життя", віце-президентом Української діабетичної федерації, головним спеціалістом Центрального методичного кабінету з вищої медичної освіти МОЗ України, референтом журналу АН СРСР "Медична географія", лектором товариства "Знання" та ін.

Наукові дослідження Нікберга І.І. (його науковими вчителями були академіки О.М. Марзєєв та Л.М. Шабад, професори Р.Д. Габович та В.М. Жаботинський) охоплюють широкий спектр теоретичних і практичних проблем медицини (питання історії медицини, медичної екології, радіаційної та лікарняної гігієни, медичної біокліматології, діабетології, методики вищої медичної освіти, наукової популяризації медичних знань

та ін.) Характерною особливістю цих досліджень є спрямованість на розробку суміжних проблем лікувальної та профілактичної медицини, що найбільш повно відбилося у його докторській дисертації "Прогнозування та профілактика геліометеотропних реакцій при серцево-судинних захворюваннях" та у низці інших наукових праць. Він добре відомий як лектор та педагог-методист вищої медичної школи, вихователь і науковий керівник студентів та молодих вчених, популяризатор медичних знань.

Основні результати науково-практичної, педагогічної та громадської роботи з 1950 по 2000 рік.

За архівними матеріалами відтворено хронологію та історію кафедри гігієни та медичної поліції Київського університету Св. Володимира і діяльності першого її завідувача, професора В.А. Субботіна.

Створено лабораторію гігієни повітря у санепідстанції м. Макіївки. Отримано нові наукові дані щодо забруднення атмосферного повітря бенз/а/піреном, окисом і двоокисом вуглецю. Для відбору проб повітря у польових умовах вперше використано рудничний ежекторний аспіратор (АЕР). Виявлено пов'язані з патологією ЛОР-органів причини зниження чутливості населення до неприємних запахів, зумовлених забрудненням атмосферного повітря.

Підготовлено і захищено у Харківському медичному інституті (1959) кандидатську дисертацію "Гігієнічне обґрунтування та оцінка ефективності оздоровлення повітря у районі пекококсового виробництва".

Організовано лабораторію радіаційної гігієни у Молдавії, вперше досліджено природний радіаційний фон і умови праці персоналу з джерелами іонізуючих випромінювань у цій республіці, запропоновано декілька нових модифікацій методів радіометричних досліджень (відзначені дипломами ВДНГ Молдавії).

Вивчено і узагальнено досвід лікарняного будівництва, обґрунтовано рекомендації до проектування нових багатофункціональних лікарень у кліматичних умовах України. Разом з архітектором А.С. Загнибородою брав участь у проектуванні клініки Київського інституту хірур-