

УДК 504.75 (477)

Баран Б.А., Голоджка В.М., Драпак З.Т., Дроздовський В.Б. (Україна, Хмельницький)

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ СМОГ ТА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ

Еволюція живої природи, як відомо, проходила у взаємодії з багатьма фізичними факторами, в тім числі і з геомагнітним полем. Однак, науково-технічний прогрес суттєво змінює довкілля, зокрема це стосується електромагнітного фону. З кожним роком у всіх країнах світу зростають енергопотужності, внаслідок чого електромагнітне поле (ЕМП) антропогенного походження стало значимим екологічним фактором з високою біологічною активністю. В 1995 році Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я навіть був введений термін "глобальне електромагнітне забруднення довкілля". ЕМП антропогенного походження мають інші характеристики, ніж геомагнітне поле і призводять до десинхронізації міжклітинних та міжорганних взаємодій в біологічній системі, яка налаштована в унісон з природним електромагнітним фоном. На діяльність клітин, окремих органів та перебіг біохімічних реакцій виявляють значний вплив ЕМП як надвисокочастотного, так і інфранизькочастотного діапазонів [1,2].

В роботі [3] наводяться можливі механізми дії магнітного (електромагнітного) поля на біологічні системи. В більшості з них вода розглядається, як майже нейтральний розчинник, в якому проходять біохімічні реакції. Однак, вода приймає безпосередню участь в обміні речовин, які лежать в основі всіх процесів життєдіяльності. Наприклад, основні компоненти їжі – білки, жири та вуглеводи повинні бути розщеплені на дрібніші фрагменти. Це відбувається в результаті гідролізу – взаємодії цих сполук з водою. Суттєва доля енергетичних процесів в 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 в реакцію гідролізу. А щоб закласти енергію в молекулі АТФ, її необхідно синтезувати, з'єднавши молекулу АДФ із залишком фосфорної кислоти, при цьому молекула води виділяється. Кінетика таких процесів буде залежати від енергетичного стану води в першому і другому випадках. Тобто, основою 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, які відбуваються на молекулярному і надмолекулярному рівнях в живих системах, котрі реагують на зміну напруженості ЕМП будь-якого походження, та пояснити в загальній формі природу деяких геліобіологічних ефектів. Вода, як речовина, становить основну частину будь-якого живого організму, в тім числі і людини. На підставі цього в даній роботі основна увага приділяється ролі води в стабілізації біосистем.

Серед багатьох факторів, які негативно впливають на біосферу, є ЕМП техногенного походження. До них відносяться телевізійні та радіолокаційні станції, лінії високовольтних передач тощо. Технології передачі та розподілу електричної енергії не пов'язані із навмисним процесом опромінення, однак супроводжуються електромагнітним забрудненням довкілля. Лінія електропередач є джерелом як електричного, так і магнітного полів. Рівні електричного поля під лінією суттєво залежить від висоти дротів, відстані між ними, напругою в лінії, наявності рослинного покриття, рельєфу місцевості під нею. Проведені спостереження та експерименти з впливу ЕМП високовольтних ліній на рослини показали, що спостерігається зменшення сухої ваги наземної маси рослин вівса і соняшника, які ростуть під такими лініями, порівняно з контролем. Відмічено негативну дію ЕМП на величину потенційної нітрогеназної активності ґрунтової ризосферної популяції та довжину проростків рослин [4].

На рисунок 1 показані результати дослідів з впливу електромагнітного поля на відносну схожість насіння квасолі (відношення кількості ростків після омагнічування N до кількості ростків у контрольному досліді N_k) [5].

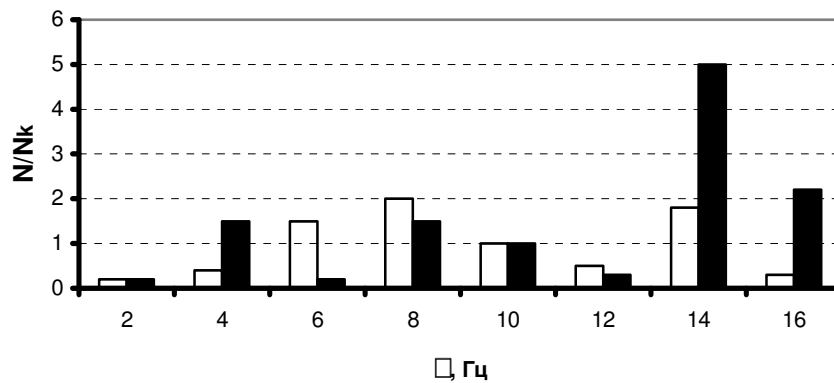


Рисунок 1 – Залежність відносної схожості насіння квасолі від частоти електромагнітного поля при дії його на воду (□) та розчин мінеральних добрив (■).

З рисунку 1 видно, що схожість квасолі у великій мірі залежить від частоти ЕМП, тобто, при деяких частотах схожість квасолі є більшою, ніж в контрольному досліді, а при інших навпаки – меншою. Окрім того спостерігається суттєва різниця між схожістю квасолі після обробки її ЕМП

в дистильованій воді та в розчині мінеральних добрив. Наприклад, після обробки квасолі ЕМП при частоті 14 Гц в розчині мінеральних добрив її схожість в 5 разів вища, ніж в контрольному досліді. В той же час схожість квасолі після її обробки ЕМП з індукцією 2 мТл і частотою 50 Гц і (на рисунок 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 і 0,3 – для розчину мінеральних добрив. Це свідчить про негативний вплив ЕМП промислової частоти на біологічні об'єкти, що було неодноразово відмічено в науковій літературі.

Були також проведені досліді з впливу ЕМП на мікроорганізми, зокрема дії високочастотного електричного поля (110 кГц, 10 кВ) на процес бродіння сахарози в присутності хлібопекарських дріжджів. Тривалість обробки 10%-го розчину – 40 хв. В результаті дослідів виявилось, що виділення CO_2 з розчину, попередньо обробленого коронним розрядом, різко зростає – в 3,2 рази протягом перших чотирьох годин.

Якщо ж таким чином обробляти розчин сахарози разом з дріжджовими клітинами, то виділення CO_2 різко знижується і лише через 3 години перевищує виділення з контрольного розчину. Це означає, що дія будь-яких фізичних полів на біоб'єкти впливає як на молекули води, так і на клітини живих організмів. Таким чином, джерела ЕМП виявляють дію (здебільшого негативну) на дики та культурні рослини і ґрунтову флору в зоні їх впливу.

Найчутливішими до ЕМП є нейродинамічні процеси, які прямо чи побічно перемикають хронобіологічні процеси організму на паталогічний або стресовий режим функціонування. Ще в 1928 р. О.Л.Чижевський назвав сонячну активність “фактором, який сприяє виникненню та поширенню психозів”. Серед людей, які працюють в зоні промислових частот, або проживають поблизу ліній високовольтних електропередач поширені депресивні стани. Одержана кореляція в збільшенні числа самогубств серед осіб, які проживають в місцях, в яких інтенсивність електромагнітного поля з частотою 50 Гц перевищує 0,15 мкТл.

Важливе значення мають біохімічні реакції, що протікають 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 організму людини.

Нами досліджувалося окиснення тіоктової (ліпоєвої) кислоти йодом в присутності крохмалю як індикатора. В даному випадку за перебігом реакції можна слідкувати фотометричним методом. Джерелом електромагнітного випромінювання служив генератор високочастотних сигналів Г4-144 з вихідною потужністю 1,5 Вт. Опромінюванню в циліндричному резонаторі при резонансній частоті 788 МГц піддавали лише дистильовану воду, в середовищі якої і досліджували перебіг вказаної реакції. Результати дослідів показали, що ефективна константа швидкості окиснення тіоктової кислоти йодом в опроміненій воді зросла в 2,2 рази, порівняно з контрольним розчином.

В той же час частота та потужність ЕМП, застосованого в наших дослідках, 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 в декілька вольт. Резонатором може бути коливна електромагнітна система, обмежена металевою поверхнею, або поверхнею, яка стикається з електромагнітним середовищем меншої щільності, тобто, диелектриком. Окрім того, мобільний телефон під час роботи генерує ЕМП не лише на основних (робочих) частотах. Крім основного сигналу (0.3 – 3 ГГц) мобільний телефон в режимі «дзвінок» і «розмова» генерує змінне електричне поле в діапазоні 5 – 2000 Гц та змінне магнітне поле в діапазоні 5 – 500 Гц.

Реакція організму здорової людини на коливання (в певних межах) такого еволюційно звичного фактору, як геомагнітне поле, носять 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 вони посилюють наявні функціональні порушення. Так, у більшості людей в період до і після користування радіотелефоном в спектрах електроенцефалограми підсилюється альфа-діапазон біострумів мозку. Особливо чітко ці зміни спостерігалися після вимикання 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 поглиненої енергії ЕМП в мозку людини показують, що при використанні радіотелефону потужністю 0,6 Вт з робочою частотою 900 МГц, питома енергія поля в головному мозку становить від 120 до 230 мкВт/см².

В стільниковому бізнесі обертаються великі гроші і це змушує зацікавлені корпорації спонсорувати одержання зручної для них відповіді на питання про шкідливість таких телефонів. Відомий випадок, коли одна з фірм, що виробляє стільникові телефони подала судовий позов на дослідників, котрі оприлюднили факт загибелі піддослідних шурів після їх опромінення (протягом доби) ЕМП стільникового зв'язку. В багатьох країнах, наприклад, у Великобританії, міністерство освіти рекомендує заборонити користування мобільними телефонами дітям до 16 років, оскільки випромінювання таких телефонів найбільше впливає якраз на дітей. Показовим є той факт, що в Швеції при укладанні договорів страхування страхові агенти часто вводять в договір застереження "... за винятком шкоди, спричиненої електромагнітним полем". Безперечно, ніякі залякування не призведуть до того, що люди перестануть користуватися мобільним зв'язком, це просто нереально в умовах науково-технічного прогресу. Однак, слід застерегти від надмірної тривалості розмов по такому телефону. Особливо це стосується людей з ослабленою імунною системою, дітей та вагітних жінок.

Ще одним джерелом надвисокочастотного випромінювання в побуті є мікрохвильові печі. Після обробки дистильованої води в такій печі швидкість окиснення ліпоевої кислоти в середовищі такої води може зростати в 2-3 рази при різних режимах роботи печі. В той же час після обробки розчину крохмалю при потужності печі 560 Вт швидкість його гідролізу зменшується в 1.5 рази, порівняно з контрольним розчином. Це означає не лише зниження харчової цінності продуктів, оброблених в такій печі (швидке окиснення значної кількості вітамінів), але і можливе утворення шкідливих (канцерогенних) сполук, оскільки за таких умов – 2.45 ГГц – біохімічні реакції можуть проходити за іншими механізмами, ніж при традиційному приготуванні їжі. З іншого боку – дія ЕМП на кінетику біохімічних реакцій в одному випадку є прискорюючою, в іншому, навпаки – гальмівною. Це не може не призводити до дисфункції живого організму.

В переважній більшості робіт розглядається дія монохроматичних ЕМП на біологічні об'єкти, однак це швидше виняток, ніж правило. Системи передачі та розподілу електроенергії (ЛЕП, трансформаторні підстанції) та прилади, котрі їх споживають (електроплити, холодильники, телевізори тощо) разом з природними полями Землі і Космосу створюють складну та змінну електромагнітну обстановку. Тому найчастіше організм піддається дії імпульсних та модульованих ЕМП. Модуляція може бути різною: від амплітудної, частотної і фазової модуляції, до складної. Це зумовило постановку дослідів з одночасної дії електромагнітного та електричного полів на перебіг біохімічних реакцій (окиснення ліпоевої кислоти йодом). Результати дослідів показали (рисунок 2), що при різних частотах електромагнітного поля ефект його дії на воду не однаковий, що неодноразово було відзначено в літературі [6]. Додаткова дія електричного поля суттєво змінює загальну картину, тобто, сумісна дія таких полів істотно впливає на кінетику даної реакції. До того ж

дія постійного електричного поля по-іншому впливає на перебіг реакції, ніж дія змінного електричного поля промислової частоти 50 Гц. В одних випадках електричне поле підсилює дію електромагнітного, в інших – нівелює. Це може свідчити про різні механізми елементарних актів впливу магнітного (електромагнітного) та електричного полів на воду.

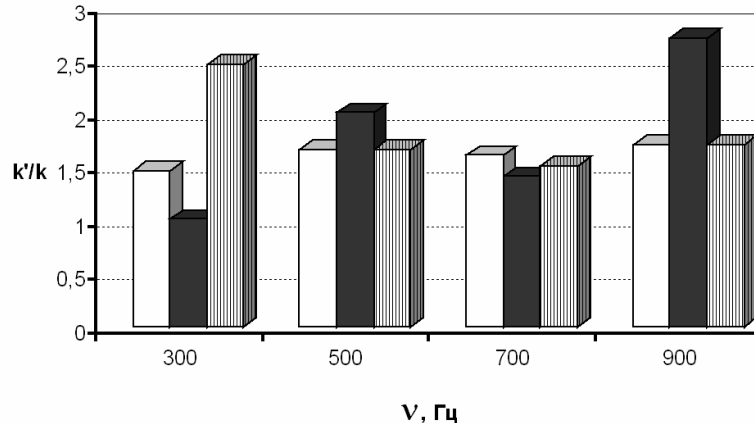


Рисунок 2 – Залежність відносної швидкості реакції від частоти ЕМП при дії його на воду

□ – дія самого ЕМП; ■ – при одночасній дії постійного електричного поля з напругою 100 В; ▨ – при одночасній дії змінного електричного поля з напругою 100 В;

На даний час гранично-допустимі умови (ГДУ) для оцінки впливу ЕМП на довкілля на загал не розроблені в жодній країні. Є лише результати окремих досліджень дії ЕМП на компоненти екосистем. Найбільш опрацьованими і впровадженими в багатьох країнах є ГДУ для людини. Однак, ці стандарти в різних країнах дуже відрізняються один від одного. Це зумовлено вибором критеріїв, за якими можна судити про ступінь шкідливості ЕМП певного рівня. За ГДУ повинні прийматися біологічно зумовлені рівні, виявлені в результаті фізіологічних, клінічних, біохімічних та інших досліджень на біологічних об'єктах. Санітарні норми і правила, котрі діють на сьогоднішній день, 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.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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. В.Н. Бинги, А.В. Савин. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы. // УФН. – 2003. – Т.173. - №3. – С.265 – 300.
4. Тугарова А.В., Смиян М.В., Шигаев А.В., Панасенко В.И., Чумаков М.И. Численность и активность ризосферной микрофлоры овса и подсолнечника под высоковольтными линиями электропередач. // В кн. Мат-лы науч.-практич. конф. «Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения». г. Саратов, 2000. Изд. СГУ, 2000.
5. Баран Б.А, Бубенщикова Г.Т., Хрящевський В.М.. Дія фізичних полів на розвиток рослин. В зб."Відновлення порушених природних екосистем". С.54 – 59. – Донецьк : Донецький бот. сад НАН України, 2008.
6. Петросян В.И., Синицын Н.И., Елкин В.А., Башкатов О.В. Взаимодействие водосодержащих сред с магнитным полем. //Биомедицинская радиоэлектроника. – 2000. - №2. – С.10 – 17.