

# TO THE QUESTION OF MODULATING INFLUENCE OF SOME PHYSICAL FACTORS ON BIOLOGICAL ACTION OF EMF 50 Hz

Nazarenko V.I.

## ДО ПИТАННЯ МОДУЛЮЮЧОГО ВПЛИВУ ДЕЯКИХ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ НА БІОЛОГІЧНУ ДІЮ ЕМП 50 Гц



**НАЗАРЕНКО В.І.**

ДУ «Інститут медицини праці  
АМН України»,  
м. Київ

УДК 613.647+612.1:001.5

**Ключові слова:**  
фізичні фактори, магнітне  
поле 50 Гц, біологічна дія,  
модулюючий вплив.

останнім часом магнітні поля (МП) промислової частоти (50/60 Гц), які являють собою магнітну складову електромагнітного поля, стають об'єктом підвищеної уваги з точки зору визначення медико-біологічних ризиків їхнього негативного впливу [1-3]. Визнається, що оцінка біологічних ефектів, що виникають внаслідок дії ЕМП 50 Гц, вимагає нагального пошуку адекватних маркерів експозиції, у тому числі і для випадків сполученого або комбінованого впливу з іншими чинниками [4]. Як один з можливих механізмів дії МП 50/60 Гц на живий організм розглядається їхній вплив на вільнорадикальні процеси (ВРП) [5,6]. Оскільки у реальному довкіллі МП 50/60 Гц часто діють у комплексі з іншими фізичними факторами (шумом, вібрацією), виникає питання щодо визначення модулюючого впливу цих факторів на біологічну дію головного чинника [7]. Шитиков В.К. та ін. [8] вважають, що результат сумісної дії декількох факторів може бути зведений до таких механізмів: сенсibiлізації або потенціювання; простої повної або неповної сумачії; незалеж-

ної дії, коли спільний результат визначається величиною найбільш впливового фактора; компенсації, коли сумарний ефект менший від впливу лімітуючого фактора [8]. Відзначається, що взаємодія факторів на рівні окремих систем організму залежить і від їхньої інтенсивності, і від тривалості дії [9, 10]. На думку деяких дослідників, для гострої дії великих рівнів характерні різноманітні ефекти — потенціювання, адитивна дія, антагонізм, незалежна дія; за тривалого хронічного впливу малою дозою переважають адитивний ефект і незалежна дія, а потенціювання трапляється дуже рідко [11, 12]. Запропоновано для модифікуючих певні біологічні ефекти агентів визначати коефіцієнти взаємодії факторів [13].

**Метою роботи** було дослідження діапазону модифікації ефектів впливу МП 50 Гц за показниками ВРП периферичної крові щурів на фоні нормативних рівнів шуму та підвищеної температури повітря.

**Об'єкт та методи дослідження.** Дослідження впливу МП 50 Гц на фоні шуму та підвищеної температури повітря проведено у хронічному експерименті (8 міс. експозиції + 1 міс. постекспозиційний період) на білих щурах. Тривалість добової експозиції становила 2 години. У кожній серії тварин експонували певною комбінацією МП 50 Гц з рівнями магнітної індукції 7, 250 або 7000 мкТл та "білого" (рівновеликі рівні звукового тиску за спектром октавних частот) шуму 80 дБА і підвищеної температури повітря (28°C). Для оцінки ефектів впливу проведено дослідження стану системи перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) за вмістом у сироватці крові малонового діальдегіду (МДА) [14]; стан системи антиоксидантного захисту (АОЗ) визначали за

*К ВОПРОСУ МОДЕЛИРУЮЩЕГО ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭМП 50 Гц*

**Назаренко В.И.**

*В хроническом эксперименте на белых крысах показано, что биологическое действие магнитного поля 50 Гц с уровнями 7, 250, 7000 мкТл на фоне нормативных уровней шума (80 дБА) и повышенной температуры воздуха (28°C) может приводить к изменению амплитуды реакций отдельных звеньев систем ПОЛ/АОЗ по сравнению с его изолированным действием. Модулирующее влияние шума проявляется в преобладании доли синергических эффектов (67% всех случаев взаимодействия фактора), в то время как влияние повышенной температуры характеризуется преобладанием эффектов антагонизма факторов (73% всех случаев).*

**Ключевые слова:** физические факторы, магнитное поле 50 Гц, биологическое действие, модулирующее влияние.

© Назаренко В.І. СТАТТЯ, 2009.

3 ENVIRONMENT & HEALTH № 3 2009

TO THE QUESTION OF MODULATING INFLUENCE OF SOME PHYSICAL FACTORS ON BIOLOGICAL ACTION OF EMF 50 Hz

Nazarenko V.I.

In the chronic experiment on white rats, it was shown that a biological action of a magnetic field 50 Hz with levels 7, 250, 7000 7000 mkT on a background of normative levels of noise (80 dBA) and increased temperature of air (28°C) can

result in changes of amplitude reactions of separate links of systems of antioxidant protection and lipid peroxidation of organism in comparison with its isolated action. The modulating influence of noise is displayed in a prevalence of a share of synergetic effects (67 % of all cases of factors interaction), while the influence of increased temperature is characterized by prevalence of antagonistic effects of the factors (73 % of all cases).

активністю ферментів СОД, каталази (КТ) і концентрацією церулоплазміну (ЦП) у крові щурів [15-17]. Для дослідження модифікуючого впливу шуму та підвищеної температури повітря на дію МП 50 Гц розраховували коефіцієнт взаємодії факторів як відношення ефекту фактора у присутності модифікатора ( $E_{F+M}$ ) до ефекту одного фактора ( $E_F$ ) за формулою:  $W = E_{F+M}/E_F$  [13]. Достовірність результатів, їхню групову різницю проаналізовано за  $t_p$ -критерієм Ст'юдента.

**Результати досліджень та їх обговорення.** У таблиці 1 наведено зміни показників АОЗ/ПОЛ білих щурів за ізольованої дії МП 50 Гц в експерименті після 1 та 8 міс. експозиції і через 1 міс. відновлення. Як бачимо, за умов ізольованої дії МП 50 Гц після 1 місяця експозиції спостерігається достовірне ( $P < 0,05$ ) збільшення активності ферменту каталази (КТ, мкМ/мін•мг) на 29-43%, яке залежить від рівня магнітної індукції. За дії рівнів МП 50 Гц 250 і 7000 мкТл спостерігали помітне збільшення (на 36-43%) МДА на фоні майже подібного зростання (на 31-43%) активності КТ. Дія найменшого рівня 7 мкТл не призводила до зростання концентрації МДА у крові щурів протягом всього експерименту.

При збільшенні тривалості експозиції до 8 місяців у стані систем ПОЛ/АОЗ спостерігалось зменшення кількості показників з достовірними змінами. При цьому дія рівня магнітної індукції 7 мкТл призводила до зменшення (на 36%) концентрації ЦП; за дії рівнів МП 250 і 7000 мкТл спостерігали нормалізацію рівня МДА на фоні підвищеної на 22-36% активності КТ порівняно з контрольною групою ( $P < 0,05$ ).

У період відновлення 1 міс. у групах тварин з рівнями екпо-

зиції магнітної індукції 250 та 7000 мкТл спостерігається тенденція до підвищення концентрації МДА у крові щурів на 11% ( $P < 0,1$ ) на фоні відсутності активізації ферментів системи АОЗ ( $P > 0,1$ ), що свідчить, на нашу думку, про певний "слід" одержаної експозиції.

Дія зазначених рівнів МП 50 Гц на фоні нормативних рівнів шуму (80 дБА) та підвищеної температури повітря (28°C) призводить у 38% випадків до змін (у разях) амплітуди відповідних реакцій окремих ланок ПОЛ/АОЗ порівняно з ізольованою дією фактора (табл. 2). При цьому модулюючий вплив шуму та підвищеної температури повітря на дію МП 50 Гц, за розрахунками коефіцієнтів взаємодії ( $W$ ) факторів, проявляється у змінах активності КТ (41% випадків), СОД (37% випадків), МДА (37% випадків). За умов комбінованої дії цих факторів найчастіше спостерігається послаблення ( $W < 1,00$ ) дії МП 50 Гц у 78% випадків.

За показником перекисного окислення ліпідів МДА достовірні ефекти взаємодії факторів ( $W = 1,14-1,15$ ) відзначаються переважно на останньому етапі експерименту (через 8 місяців) та зберігаються у відновлювальний період ( $W = 0,78-1,22$ ), особливо у групах з додатковим впливом шуму.

За змінами КТ ефекти взаємодії факторів відзначаються, головним чином, на першому етапі експерименту і стосуються послаблення впливу МП 50 Гц ( $W = 0,73-0,84$ ), за винятком комбінації МП 250 мкТл і шуму ( $W = 1,16$ ).

Найбільше значення коефіцієнта взаємодії факторів відзначається за змінами активності СОД ( $W = 2,18$ ) для комбінованого впливу МП 50 Гц з рівнем 7 мкТл і шуму.

За величиною коефіцієнта взаємодії факторів ( $W$ ) найпомітнішим є їхній синергізм ( $W > 1,00$ ): за дії найменшого рівня МП 7 мкТл — 67% всіх помітних ефектів модуляції

Таблиця 1

Показники систем АОЗ/ПОЛ у хронічному експерименті за ізольованої дії МП 50 Гц

Показник ПОЛ/АОЗ	Рівень МП 50 Гц, мкТл	Експозиція		1 місяць відновлення
		1 місяць	8 місяців	
МДА, мкМ/мл	0	4,65±0,28	7,66±0,22	8,53±0,15
КАТ, мкМ/мін•мг		43,3±2,3	37,0±2,0	42,2±2,2
СОД, ОА/мін•мг		4,27±0,32	4,19±0,47	3,52±0,21
МДА, мкМ/мл	7	5,01±0,48	7,81±0,21	8,26±0,16
КАТ, мкМ/мін•мг		^55,7±1,8*	37,3±1,8	45,3±3,2
СОД, ОА/мін•мг		4,94±0,43	2,75±0,63	3,46±0,31
МДА, мкМ/мл	250	^6,64±0,78*	8,22±29	9,45±0,45
КАТ, мкМ/мін•мг		^56,5±3,0*	^50,3±2,1*	45,7±2,7
СОД, ОА/мін•мг		4,48±0,37	5,33±0,59	3,47±0,37
МДА, мкМ/мл	7000	^6,34±0,62*	8,27±0,31	^9,43±0,47
КАТ, мкМ/мін•мг		^62,0±5,3*	^45,1±1,6*	45,9±2,2
СОД, ОА/мін•мг		5,10±0,43	4,59±0,29	3,54±0,29

Примітка: \* — зміни достовірні ( $P < 0,05$ ); ^ — збільшення значення показника.

впливу. Для рівня магнітної індукції 250 мкТл частка синергічної взаємодії факторів зменшується до 27%, а для рівня 7000 мкТл — до 18%.

Модулюючий вплив шуму на дію МП 50 Гц проявляється у переважанні частки синергізму факторів (67% всіх випадків), у той час як вплив підвищеної температури характеризується переважанням ефекту антагонізму (73% випадків). Сумісна дія шуму та підвищеної температури характеризуються переважанням антагонізму факторів (72% випадків), що властиве і для дії підвищеної температури повітря.

У відновлювальний період 1 місяць для деяких показників АОЗ/ПОЛ реєструються відхилення від значень, характерних для ізольованого впливу МП 50 Гц, що підтверджує певну сталість змін функціонального стану фізіологічних систем під тривалим комбінованим впливом даних чинників.

На нашу думку, означені ефекти взаємодії МП 50 Гц, шуму, підвищеної температури повітря потрібно враховувати при лабораторних і епідеміологічних дослідженнях несприятливого впливу електромагнітних полів промислової частоти, які у реальних умовах можуть часто діяти у комплексі з іншими чинниками довкілля.

**Висновки**

1. Для хронічної дії МП 50 Гц з рівнями магнітної індукції 7,250,7000 мкТл на організм бі-

**ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**



лих щурів є характерним на-самперед збільшення (на 36-43%) концентрації МДА у крові і зростання (на 31-43%) активності каталази.

2. Дія МП 50 Гц на фоні нормативних рівнів шуму (80 дБА) та підвищеної температури повітря (28°C) може призводити до змін амплітуди реакцій окремих ланок ПОЛ/АОЗ у порівнянні з його ізольованою дією.

3. Модулюючий вплив шуму на біологічну дію МП 50 Гц проявляється у переважанні частки синергізму факторів (67% всіх випадків), у той час як вплив підвищеної температури характеризується переважанням ефекту антагонізму (73% випадків).

4. Найбільше значення коефіцієнта взаємодії факторів відзначається за змінами активності СОД (W=2,18) для комбінованого впливу МП 50 Гц з рівнем 7 мкТл і шуму.

5. За змінами активності каталази ефекти взаємодії факторів відзначаються переважно

на першому етапі експерименту і стосуються послаблення впливу МП 50 Гц (W=0,73-0,84).

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Proposals for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (0-300GHz): Concultation Document / National Radiological Protection Board. — Chilton, Didcot. — 1 May 2003. — 187 p.

2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz) // Health. Phys. — 1998. — V. 74. — P. 494-522.

3. Moulder J. Power Lines and Cancer FAQs (last update of "What's New": 13-Aug-2006)/ On line: <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/powerlines-cancer-faq/toc.html>

4. Пальцев Ю.П., Рубцова Н.Б., Походзей Л.В. Основные задачи обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия работающих в условиях воздействия электромагнитных полей // В сб.: Матер. VI Всерос. конгресса "Профессия и здоровье", 30 окт. - 1 нояб. 2007 г. — М.: Дельта, 2007. — С. 170-172.

5. Fiorani M., Biagiarelli B., Vetrano F., Guidi G., Dacha M., Stocchi V. In vitro effects of 50 Hz magnetic fields on oxidative damaged rabbit red blood cells // Bioelectromag. — 1997. — V. 18. — P. 125-131.

6. Lee B.-Ch., John H.-M., Lim J.-K. et al. Effect of extremely low frequency magnetic field on the antioxidant defense system in mouse brain: a chemiluminescence study // Journ. Photochem. Photobiol. B: Biology. — 2004. — Vol. 73, Iss. 1-2. — P. 43-48.

7. Суворов Г.А., Пальцев Л.В., Прокопенко Л.В., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., Тихонова Г.И. Физические факторы и стресс // Мед. труда и пром. экология. — 2002. — № 8. — С. 1-4.

8. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология:

Таблиця 2

**Зміни коефіцієнтів взаємодії (W) факторів за показниками АОЗ/ПОЛ білих щурів у хронічному експерименті**

Показники ПОЛ/АОЗ	МП мкТл	Шум (80 дБА)			Т-ра (28°C)			Шум (80 дБА)+т-ра (28°C)		
		1 міс.	8 міс.	1 міс. віднов.	1 міс.	8 міс.	1 міс. віднов.	1 міс.	8 міс.	1 міс. віднов.
МДА	7	-	-	1,22*	-	1,15*	-	-	-	1,15*
СОД		-	2,18*	1,29*		-	-	0,80*	-	-
КАТ		0,78*	1,30*	-	0,84*	-	-	-	-	-
МДА	250	-	-	0,75*	-	1,10*	0,78*	-	-	0,74*
СОД		-	-	-	-	0,64*	-	0,83*	-	-
КАТ		1,16*	-	-	0,83*	0,65*	-	-	-	-
МДА	7000	-	-	-	-	-	0,85	-	1,14*	0,86
СОД		-	-	1,28*	0,75*	0,72*	-	0,71*	0,81*	-
КАТ		-	-	-	0,84	0,68*	-	0,73*	0,78*	0,83*

Примітка: "-" — відсутність значимих змін показника порівняно з ізольованою дією МП 50 Гц; \* — зміни достовірні (P<0,05).

методы системной идентификации. — Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. — 463 с.

9. Либерман А.Н., Рамзаев П.В. Методологические аспекты гигиенической оценки сочетанных воздействий факторов радиационной и нерадиационной природы. / В кн.: Метод. аспект. гигиенич. исслед. сочетан. и комб. возд. — М., МЗ СССР. — 1986. — С. 25-32.

10. Пантюхина А.Г., Дергачева И.П., Петин В.Г. Синергизм и условия его проявления при комбинированном воздействии физических и химических факторов на биологические объекты // II съезд биофизиков России: тез. докл., 25-27 августа 1999 г., Москва. — М., 1999. — Т. 3. — 829 с.

11. Измеров Н.Ф., Корбакова А.И. Состояние проблемы гигиенического нормирования неблагоприятных факторов производственной среды в СССР // Гигиена и санитария. — 1977. — № 11.

12. Гигиеническое нормирование факторов производственной среды и трудового процесса / Под ред. Н.Ф. Измерова, А.А. Каспарова. — М.: Мед., 1986. — 240 с.

13. Журавлев В.Ф. Методологические подходы к оценке сочетаний пораженных факторами радиационной и нерадиационной природы. / В кн.: Метод. аспект. гигиенич. исслед. сочетан. и комб. возд. — М., МЗ СССР. — 1986. — С. 50-56.

14. 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.

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

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

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

Надійшло до редакції 30.05.2009.

## STATE OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT EQUILIBRIUM IN RATS' ORGANISM UNDER SUBCHRONICAL EXPOSURE OF PESTICIDES MIXTURES

Pel' o I., Leonenko O., Omelchuk S., Sasinovich L.

## СТАН ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЇ РІВНОВАГИ В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ ЗА СУБХРОНІЧНОЇ ДІЇ СУМІШЕЙ ПЕСТИЦИДІВ



**ПЕЛЬО І.М.,  
ЛЕОНЕНКО О.Б.,  
ОМЕЛЬЧУК С.Т.,  
САСІНОВИЧ Л.М.**

Інститут гігієни та екології  
Національного медичного  
університету  
ім. О.О. Богомольця,  
м. Київ,  
ДУ "Інститут медицини праці  
Академії медичних  
наук України",  
м. Київ

УДК:  
577.352.38:599.323.4:632.95

**Ключові слова: суміші  
пестицидів, переокисні  
окислення ліпідів,  
антиоксидантна  
активність,  
детоксикаційна функція.**

станними роками у сільському господарстві (зокрема в овочівництві) все частіше застосовуються суміші пестицидів, що запобігає розвитку резистентності шкочочинних агентів і сприяє збереженню чистоти довкілля.

За таких умов має місце одночасний вплив на організм пестицидів з різними механізмами дії, що утруднює діагностику отруєнь.

Раннім і чутливим методом діагностики пошкоджуючої дії пестицидів є визначення балансу між інтенсивністю вільнорадикального перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) та антиоксидантною активністю (АОА) [1-5]. У звичайних умовах в організмі підтримується динамічна рівновага цих процесів. У разі порушення рівноваги розвивається патологічний процес, який зумовлює пошкодження мембран клітин активними формами кисню, впливає на генетичний апарат [6-8], справляє гепатотоксичну дію [9-12].

У літературі наявні дані, які свідчать про інтенсифікацію вільнорадикальних процесів окислення ліпідів під впливом синтетичних піретроїдів: децису, данітолу, маврику, фастаку

### СОСТОЯНИЕ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО РАВНОВЕСИЯ В ОРГАНИЗМЕ КРЫС ПРИ СУБХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СМЕСЕЙ ПЕСТИЦИДОВ

**Пельо И.М., Леоненко О.Б., Омельчук С.Т., Сасинович Л.М.**

Исследовали влияние смесей пестицидов, применяющихся в овощеводстве, на систему свободнорадикального перекисного окисления липидов и антиоксидантную активность крыс. Установлено, что четыре из восьми исследованных смесей в субхроническом эксперименте вызывали нарушение прооксидантно-антиоксидантного равновесия, что свидетельствует о неблагоприятном их действии на организм.

**Ключевые слова: смеси пестицидов, переокисные окисления липидов, антиоксидантная активность, детоксикационная функция.**

© Пельо І.М., Леоненко О.Б., Омельчук С.Т., Сасінович Л.М. СТАТТЯ, 2009.

