

## ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Тимко С. О., ст. 22 СЕЕ гр. ТДАТУ. Кобалдов Ю. К., аспірант

Науковий керівник: Лобода О. І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

**Постановка проблеми.** Основну роль у механізмах взаємодії ЕМП НВЧ із біологічними тканинами на молекулярному рівні відіграють коливання іонів та обертання молекул води, які зрештою призводять до нагрівання тканини. Частина води в ній перебуває у зв'язаному стані з білками (0,3...0,4 г води на 1 г білка). При вмісті білка приблизно 25 % від ваги тканини кількість зв'язаної води становить приблизно 10 % від її загальної кількості. Однак деякі тканини містять значно більше зв'язаної води, наприклад тканина кришталика ока, в якій близько 20 % зв'язаної води.

**Мета статті.** Полягає у визначенні фізичних основ впливу електромагнітного поля надвисокої частоти на біологічні об'єкти.

**Основні матеріали дослідження.** Залежно від сили зв'язку частоти релаксації води змінюються від 0,1 до 1 ГГц. На цих частотах питома провідність зв'язаної води може перевищувати провідність чистої води та електролітів, що має призвести до значнішого виділення тепла в шарі пов'язаної з білками води і, як наслідок - до її "плавлення". Останнє є більш вірогідним у ділянках клітини з великим вмістом білка (мітохондрії, ядра). В ядрах клітин міститься, крім того, значна кількість ДНК, з якою теж асоційовано велику кількість води.

Підвищені концентрації іонів усередині клітин або в поверхневих шарах мембрани, що мають іонообмінні властивості, також можуть призвести до нерівномірного поглинання енергії ЕМП НВЧ та до виникнення мікролокальних температурних градієнтів на мембрані, що має вплинути на її проникність. Можливість виявлення цього ефекту найвірогідніше за впливу ЕМП на частотах від 0,1 до 1 ГГц, на яких іонна проникність є вищою за проникність води.

У діапазоні ЕМП НВЧ лежать частоти обертальної релаксації амінокислот, пептидів та амінокислотних залишків білків. Теоретично й експериментально доказано, що ніяких специфічних ефектів, окрім теплових, від збудження цих рухів ЕМП очікувати не можна, аж до появи напруженості поля у кілька десятків кіловольт на сантиметр. За таких напруженостей спостерігаються ефекти насичення діелектричної проникності білків, що супроводжуються їхньою денатурацією.

У міліметровому діапазоні довжин хвиль передбачаються такі ефекти, що індукуються полем: обертання кінцевих груп амінокислотних залишків білків (-ОН, NH<sub>2</sub> та ін.), інверсія групи (-NH<sub>2</sub>) та тунелювання протона в системах водневих зв'язків. Той факт, що міліметрове випромінювання, яке поглинається у поверхневих шарах шкіри, викликає відповідну реакцію клітин, вказує на непряму дію ЕМП, котра здійснюється через проміжні ланцюги.

Слід зазначити, що енергія квантів випромінювання НВЧ-діапазону надто мала ( $h\nu/kT = 4,5 \cdot 10^{-2}$  при  $f = 3 \cdot 10^{11}$  Гц), аби помітно впливати на структуру біополімерів.

**Висновки.** Реакція клітин людського організму починається з рівня потужності  $10^{23}$  Вт/Гц. За рівнем власного електромагнітного випромінювання людський організм перебуває в межах  $10^{-21} \dots 10^{-23}$  Вт/Гц.

### Список використаних джерел

1. Пресман А. С. Электромагнитная сигнализация в живой природе (факты, гипотезы, пути исследований) / А. С. Пресман. – М.: "Сов. Радио", 1974. – 64 с.
2. Бецкий О. В. Миллиметровые волны в биологии / О. В. Бецкий, М. Б. Голант, Н. Д. Девятков. – М.: Знание, 1988. – 64 с.