

Вступ

Методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму для спеціалістів, що вивчають курс “Взаємодія біологічних об’єктів з фізичними полями”. В практикумі подані вісім робіт, що охоплюють опис основних розділів курсу. Всі лабораторні роботи складаються з наступних частин:

- мета роботи,
- короткі теоретичні відомості,
- опис обладнання,
- теоретичні характеристики обладнання,
- завдання.

В роботі є контрольні запитання, що дають можливість перевірити вивчений матеріал.

Метою даного лабораторного практикума є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, вивчення фізикотерапевтичної апаратури, що застосовується в сучасній клінічній практиці, отримання навиків роботи з біологічними об’єктами.

Лабораторна робота № 1

ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКУ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

МЕТА РОБОТИ: Дослідити залежність швидкості проростання зерен проса від часу ультразвукового опромінення.

ТЕОРИТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Вияснення біологічної дії вібрації складається з двох основних задач: вивчення механізму дії вібраційних хвиль і механізму їх сприйняття об'єктом (виключаючи рецепторні клітини). В якості об'єкта дослідження вибрався актоміозин (АМ). АМ є більш нижчою сходинкою організації біологічної структури, ніж клітина але разом з тим із всіх білкових комплексів він стоїть ближче всіх до клітинного рівня організації, так як крім ферментативної виконує одну з фундаментальних функцій живої матерії – механічний рух, крім того, АМ виконує і пластичну функцію. Основний характер даного білкового комплексу, який визначає його біологічну сутність, є ферментативна функція, необхідна для генерації енергії. Тому оцінку реакції АМ на дію вібрації слід проводити по зміни ферментативної, або точніше кажучи АТФ – азної активності, забезпечуючи систему необхідною енергією. АТФ – аза – це АМ скелетних м'язів, ферментативна активність котрого оцінюється по кількості неорганічного фосфору (Рп) в пробі, що утворюється в результаті гідролізу АТФ актоміозина.

Експериментально встановлено, що структура актоміозина по своїй природі чутлива до механічних коливань і виявляє вибіркочувливість до визначеним частотам вібрації. Найбільш ефективною являється частота 200 Гц, при якій АМ втрачає 90% своєї АТФ – азної активності. Немає й натяку на будь-яку тенденцію до лінійної залежності між ступенем альтерації і частотної вібрації. З деякою долею вірогідності можливо виявити ступеневу залежність реакції білка на вібрації. Так при вібрації 50 Гц активність АМ спадає до 87%. Близька до цього рівня АТФ – азна активність до 85% спостерігається при вібрації з частотою 50, 100, 500, и 1000 Гц. Зовсім інший рівень зменшення активності спостерігається після вібрації з частотою 25 Гц. Залишкова активність білка 60,4% порівняно з контролем. При 200 Гц зберігається не більше 10-15% від АТФ – азної активності білка контрольних проб. Структурна особливість АМ виявляється не чутлива до частот 400, 500, 800 Гц. Слід чекати, що між структурою АМ – комплексу і чутливістю до механічних коливань з частотою 200 Гц є деяка залежність.

Слід звернути увагу на ту обставину, що вібрація розчину протягом 5, 10 и 20 хвилин призводить практично до одного і того результату. Інтенсивне зменшення активності виявляється лише після вібрації протягом 30 хвилин. Можливо, що в білковому комплексі є структури різного сприйняття механічних коливань і, що в перші хвилини впливу реагують лише найбільш мобільні з них. На іншій частоті (100 Гц) спостерігається явище двухфазності реакції, яке широко поширене в області біології. Спочатку підвищується активність, а потім зменшується. Білок спроможний до відновлення структури протягом 2-3 годин.

Приведені досліди з АМ в розчині були розширені до вияснення впливу “упаковки” АМ, з якої складається структура м'язів, організму до впливу вібрації. Низькочастотна вібрація здатна викликати порушення біологічної структури, яка являється “рецептором” механічної енергії. Енергія механічної хвилі, діючи на структуру об'єкта, порушує або навіть знищує її. Це дуже добре відомо в макросвіті. Але для мікроб'єктів цей факт здається маловірогідним. Для порушення структури окремої макромолекули потрібне накопичення енергії до такого рівня, щоб ці порушення могли виникнути.

Потрібно, щоб перша хвиля мала енергетичну можливість викликати деякі зміни геометричної структури і, щоб ефект хвиль які йдуть після цього сумувався. Але це ймовірно з двох причин:

- 1) період релаксації молекул АМ на 5-6 порядків менше, ніж період вібрації,
- 2) при частоті 200 Гц довжина звукової хвилі при її швидкості розповсюдження в воді 1400 м/сек дорівнює $\lambda \approx c/f \approx 7$ м.

З цього випливає, що при розмірі молекули АМ ≈ 2000 нм довжина хвилі буде перевищувати цю величину на 10-11 порядків і можливість впливу такої хвилі на білкову структуру виключена. З цього випливає, вирішення питання про фізичну можливість впливу дії вібрації на молекулярну структуру АМ потрібно шукати в якихось структурно-біологічних особливостях цього молекулярного комплексу білка.

АМ являє собою комплекс, що складається, в основному, з двох різних по своїм фізичним властивостям білків: актину і міозину. Актин – глобулярний білок, його молекула складається з одного поліпептидного ланцюжка і складається з 450 амінокислотних залишків. При визначених умовах спонтанно або під впливом деяких незначних по інтенсивності впливів, актин полімеризується, переходячи з глобулярної форми (Г - актину) в фібрилярну (Ф - актину). Вірогідно, це єдиний білок, який має таку особливість: переходить з однієї форми в іншу. Нитки Г-актина з'єднані між собою, збільшують простір що займають, що створює умови для гелеутворення. Міозин є основним білком скелетних м'язів хребта. Як і актин, міозин має високу здатність до агрегації і комплексоутворенню з іншими білками.

Приведена фізична характеристика АМ комплексу може пояснити можливість біологічної дії НЧ-вібрації на нього. Розрахунок часу релаксації потрібно вести не на дискретну молекулу, а на деяку новостворену структуру дисперсної фази. Враховуючи, що молекулам полімерів колоїдних розчинах присутньо структуроутворення, це пов'язано з конформаційними змінами молекул. Друге заперечення, пов'язане з невідповідністю довжини вібраційної хвилі і довжини довжини молекул, знімається тим фактом, що молекула білка, що знаходиться в розчині, утворює не тільки молекулярний комплекс, але як і будь-який високомолекулярний полімер, комплекс білка з розчинником. Створюється єдина система дисперсійного середовища і дисперсійної фази. Утворення такої системи залежить від концентрації полімеру. При низьких і високих концентраціях білкових розчинів ефект вібрації відсутній. При низьких і високих концентраціях молекула білка знаходиться в дискретному стані і для того щоб викликати конформаційні здвиги окремих молекул механічними факторами, потрібна дуже велика енергія дії.

Чутливість білкового комплексу до механічних коливань тим більше, чим більшу деформацію спричиняють вібрації з одними і тими самими параметрами.

ОБЛАДНАННЯ

Ультразвуковий прилад SONAR-B 34 MODEL G1-120

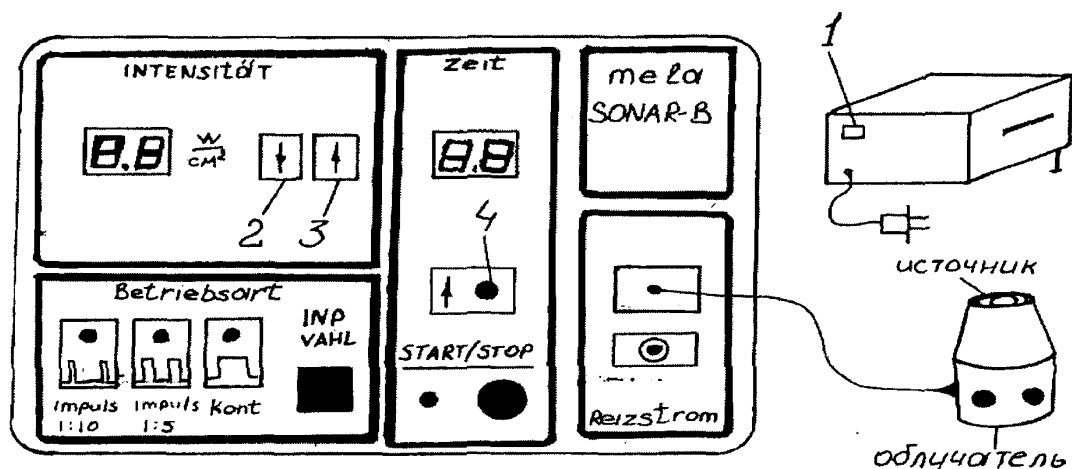


Рис.1.1. Зовнішній вигляд опромінювача, передньої і зворотної панелей приладу

КНОПКИ КЕРУВАННЯ І ІНДИКАТОРИ ПЕРЕДНЬОЇ ПАНЕЛІ ПРИЛАДУ

Блок потужності [INTENSITÄT]:

- цифровий індикатор потужності
- дві кнопки встановлення потужності (2), (3) блок режиму [BETRIEBSART]:

- кнопка вибору режиму опромінення (INP VAHL)

- три світлодіодних індикатора блок таймера [ZEIT]:

- цифровий індикатор часу, в хвилинах

- кнопка набору часу (4)

- кнопка старту (STOP/START)

- світлодіодний індикатор включення гніздо (REIZSTROM) для перевірки струму живлення випромінювачем.

На зворотній панелі розташований світло вимикач (1). Потужність ультразвукового опромінення встановлюється на блоці [INTENSITÄT], після ввімкнення приладу в мережу і прогріву, натисненням кнопок (2), (3) в межах від 0.1 Вт до 3 Вт з кроком 0.1 Вт.

Режим опромінення встановлюється на блоці [BETRIEBSART] натисненням кнопки (INP VAHL) по циклу з права на ліво. Світлодіодний індикатор показує, який режим ввімкнений.

Час опромінення встановлюється на блоці [ZEIT], по циклу від 0 до 30 хвилин з кроком 1 хвилина.

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЛАДУ

- Частота ультразвукового опромінення в межах 800кГц-860кГц.

- Регулюючий період роботи від 0 до 30 хвилин з кроком 1 хвилина.

- Потужність УЗ опромінення встановлюється в межах від 0.1 Вт/см до 3 Вт/см з кроком 0.1 Вт/см.

- Режим опромінення :

1) неперервний (CONT);

2) 2 мс опромінення, 9 мс пауза (IMPULS 1:6).

УВАГА!!! Для того щоб не перегрівався випромінювач приладу, після 30 хвилин безперервного опромінення, рекомендується припинити опромінення на дві хвилини.

ЗАВДАННЯ

Чотири варіанти біологічних об'єктів в водяному середовищі опромінювати УЗ опроміненням з різним часом, 0 до 30 хвилин. П'ятий, контрольний варіант не опромінюється. Опромінення всіх варіантів повторити три-чотири рази за час проростання зерен до величини дозволяючої виміряти лінійні розміри. В чашечках з зернами постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготовка варіантів.

Приготувати чашечки Петрі. Помити їх. На дно чашечок покласти по листу фільтрованого паперу. Можна використовувати чисту, бумагу що легко змочується. Кожний листок повинен займати площу більшу ніж половина чашечки. Заповнити більшу частину об'єму чашечки водою. Після промокання паперу видалити з під неї бульбашки повітря. На кожний варіант використовувати 10 зерен. На кожній чашечці робити помітки про час опромінення.

2. Ввімкнути прилад в мережу. Ввімкнути мережевий вимикач (1). Після прогріву приладу, впевніться, що цифрові індикатори блоку потужності [INTENSITAT] і таймеру [ZEIT] висвічують нулі.

Впевніться, що на блоці вибору режиму опромінення [BETRIEBSART] встановлений безперервний режим (CONT). Встановіть потрібну потужність опромінення. Встановіть режим опромінення. Встановіть час опромінення. Послідовність встановлення часу, потужності, режим значення не має. Змастити металеву частину випромінювача гелем. Впевніться у відсутності бульбашок між випромінювачем і дном чашечки. Розмістіть зерна в центрі чашки, безпосередньо над джерелом. Ввімкнути опромінювач натисненням кнопки (STOP/START) на блоці таймеру [ZEIT].

Впевніться, що на корпусі опромінювача світяться два світлодіодних індикатори, а на індикаторі блоку таймера ввімкнена точка. В разі необхідності, натисненням кнопки переривання припинити опромінення. Після закінчення опромінення зняти варіант з опромінювача. Вимкнути прилад з мережі. Варіанти розмістити в шафі.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, її мета, короткі теоретичні відомості характеристики приладу, параметри опромінення, кількість опроміненень за час проростання, дата опромінення, число і день останніх вимірювань.

Використовуючи результати вимірювань, заповнити таблицю и побудувати два графіки, нормативний і контроль.

Побудувати нормативні графіки. По вертикалі відкласти значення Σ/Σ_0 , тобто сумарні значення довжин коренів і проростків розділених на сумарну довжину контрольних варіантів.

В висновках описати результати спостережень про вплив часу опромінення на швидкість проростання зерен.

Таблиця 1.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ_0	1	1								

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Визначте довжину хвилі УЗ-устаткування SONAR в біологічних тканих.
2. Назвіть способи одержання ультразвукових коливань.
3. Виникнення кавітації в рідких середовищах під дією УЗ.
4. Звуко-капілярний ефект і його застосування.
5. Застосування ультразвукових коливань у медицині.

Лабораторна робота № 2

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БІОЛОГІЧНИЙ ОБ'ЄКТ

МЕТА РОБОТИ: дослідити залежність швидкості проростання насіння від тривалості опромінення магнітним полем.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Магнітне поле являє собою характеристику матерії, за допомогою якої відбувається взаємодія між електричними зарядами, що рухаються, (спіновими магнітними моментами атомних носіїв магнетизму) або не скомпенсованими молекулярними струмами в постійних магнітах. Скрізь, де існує електричний заряд, що рухається (струм), виникає електромагнітне поле. На відміну від електричного поля магнітне діє тільки на електричні заряди, що рухаються. Постійне магнітне поле утворюється постійними електричними струмами або збуджується постійним магнітом.

Дія магнітних полів (особливо перемінних) на речовини, у тому числі і тканині організму, відбувається через заряджені частки, що рухаються, або частки з власним магнітним моментом.

Усі структурні елементи речовини є джерелами магнетизму, тому що мають магнітний момент і, отже, магнітні властивості. В основному магнетизм у речовині виникає внаслідок того, що електрони володіють власним магнітним моментом - спином (електронний магнетизм). Атомні ядра і їхні складені елементи також є джерелом орбітального (зв'язаного з рухом нуклонів) і спінового ядерного магнетизму.

Магнітний стан речовини характеризується величиною результуючого магнітного моменту. Чим більше ця величина, тим більшому впливові піддається речовина в даному магнітному полі.

У залежності від впливу на напруженість зовнішнього магнітного поля, усі речовини по магнітних властивостях розділяються на два типи. Речовини, що послабляють зовнішнє магнітне поле, називаються діамагнітними. Діамагнетизмом володіють, дуже багато речовин, тому що він зв'язаний з рухом електронів. До них, зокрема, відносяться вода, багато органічних речовин, деякі шляхетні метали і т.д. Речовини, що підсилюють зовнішнє магнітне поле, називаються парамагнітними. До парамагнітних речовин відносяться гази, лужні і лужно-земельні метали, розчини їхніх солей і ін. Для більшості парамагнітних і діамагнітних речовин власне магнітне поле, що утворюється при намагнічуванні, мізерно по напруженості, а отже, зовнішнє магнітне поле буде слабо впливати на енергетику їхніх молекул.

Серед парамагнетиків особливо виділяється група речовин, названих феромагнітними. Вони відносяться до сильномагнітних речовин і характеризуються досить високим ступенем намагнічування. Феромагнетиками є деякі метали (залізо, кобальт, нікель і ін.), їхні сплави і з'єднання.

Органічні сполуки, у тому числі і біологічні тканини, по своїх магнітних властивостях можуть відноситися як до діамагнітних, так і до парамагнітних речовин. Оскільки біологічні системи це слабкомагнітні речовини, то пояснити вплив на них слабких магнітних полів (5-50 мТл, тобто використовуваних з лікувальними цілями) рівнем їхньої магнітної сприйнятливості досить важко, що і порушує питання про механізми взаємодії МП із живими організмами в ряд полемічних.

Однак уже сьогодні можна назвати ряд ймовірних гіпотез, що пояснюють механізм первинної (фізико-хімічної) дії постійних і перемінних магнітних полів на біологічні об'єкти.

Орієнтаційні і концентраційні ефекти діа- і парамагнітних молекул, що входять до складу біологічних об'єктів, незначні по своїй величині, тому що їхня магнітна енергія менше енергії теплового руху. Але до складу тканин входять макромолекули, що є великими анізотропними діамагнітними з'єднаннями. Їхня магнітна енергія, розрахована на молекулу, може перевищувати енергію теплового руху, а тому магнітні поля навіть терапевтичних дозувань здатні викликати орієнтацію і концентраційні зміни біологічно активних макромолекул (ферментів, нуклеинових кислот, складних протеїдів і ін.). Під впливом магнітного поля в них відбувається виникнення зарядів і зміна їхньої магнітної сприйнятливості, що також пояснює деякі особливості механізму дії цього лікувального фізичного фактора на біологічні об'єкти.

Вплив магнітного поля на біологічні об'єкти може реалізовуватися через хімічні реакції, що протікають по вільно-радикальному механізму. Це тим більше ймовірно, що магнітна сприйнятливість вільних радикалів значно більше, ніж у найдужчих діамагнетиків і багатьох парамагнетиків. При оцінці біологічної значимості цього механізму первинної дії магнітного поля варто враховувати дві обставини. По-перше, до числа вільно-радикальних відносяться реакції, що протікають за участю кисню, багатьох енергетичних субстратів, а також більшість ферментативних реакцій, тобто найбільш важливі для життєдіяльності організму процеси. По-друге, ендогенний рівень вільно-радикальної активності в різних тканинах далеко не однаковий, що може в якомусь ступені визначати і виборчий характер біологічної дії магнітного поля.

Багатьма авторами в механізмі первинної дії магнітного поля велике значення надається орієнтаційній перебудові рідких кристалів, що складають основу багатьох внутрішньоклітинних структур. Рідкі кристали мають анізотропію магнітних властивостей, що спричинена, головним чином через наявність в їхній структурі бензольних кілець. Деформації рідкокристалічних структур, що відбуваються при цьому, (мембрани, мітохондрії й ін.) можуть позначитися на їхній проникності, що грає важливу роль у регуляції біохімічних процесів і виконанні ними біологічної функції.

Біологічну дію магнітного поля, очевидно, можна пояснити з позиції їхнього впливу на деякі фізико-хімічні властивості води (поверхневий натяг, в'язкість, діелектрична проникність і ін.). Вона володіє особливими електричними властивостями, представляючи собою своєрідний динамічний сегнетоелектрик. Під впливом зовнішніх магнітних полів збільшується стійкість структури води клітини, що повинно змінювати обмін речовин у ній. Зміна властивостей та структури води під дією магнітного поля може бути однією з причин його впливу на фізико-хімічні процеси в організмі. Це може позначитися також на виконанні своїх специфічних функцій молекулами білків, нуклеїнових кислот, полісахаридів і інших макромолекул, що утворюють з водою єдину систему. Зміна фармакологічної активності омагнічених водних розчинів ліків також у значній мірі обумовлена впливом магнітного поля на воду.

Одним з важливих регуляторних механізмів у живих системах є активність іонів. Збільшення під впливом магнітного поля іонної активності в тканинах, підтверджене експериментально і є поза сумнівом передумовою до стимуляції клітинного метаболізму. Отже, утворення активних форм іонів - реальний механізм первинної дії магнітного поля.

Реальними представляються і деякі інші макроскопічні ефекти, що виникають під дією магнітного поля. Одним з таких ефектів є магнітогідродинамічне гальмування циркуляції рідин у живому об'єкті. Магнітні поля напруженості, яку застосовують у медицині, можуть впливати на плин біологічних рідин у великих судинах. Зі зменшенням діаметра судини магнітогідродинамічний ефект слабшає. У магнітному полі можуть орієнтуватися не тільки біологічно активні макромолекули, але і надмолекулярні і клітинні структури. Орієнтація ланцюжків еритроцитів при дії магнітного поля є одним із прикладів такої орієнтації. Серед можливих макроскопічних ефектів магнітних полів часто згадується їх пондеромоторна дія на нервові стовбури і м'язові волокна.

Наслідком цього буде зміна їх електрофізіологічної активності і функціональних властивостей. У перемінному магнітному полі крім діаманітної і парамагнітної взаємодії відбувається взаємодія з перемінним електричним полем, що виникає при будь-якій зміні магнітного поля.

ОБЛАДНАННЯ

Лабораторна установка складається з магнітостимулятора МС-92М. МС-92М призначено для використання в сферах: кардіології, онкології, променевої патології, ортопедії і травматології.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Магнітна індукція, мТл.....	0..30
Кількість каналів.....	2
Частота магнітних імпульсів, Гц:	
-фіксована	F=2... 100
-плаваюча регульована	1..F
-плаваюча нерегульована	90-100
Період зміни частоти, що плаває, с.....	20
Кількість видів е/м імпульсів	16
Живлення.....	220В, 50Гц
Споживана потужність, Вт.....	не більш 75

Магнітостимулятор складається з:

- блоку живлення і формування сигналу;
- індукторів.

На передній панелі блоку живлення і формування сигналу (див. мал. 2.1) розміщені наступні органи керування:

1. Перемикач "мережа";
2. Перемикачі "вимір F", "вимір у";
3. Перемикачі вибору каналів "канал 1", "канал 2";
4. Перемикачі режиму роботи з частоти:
 - "F" - фіксована частота;
 - "1.. F" - регульована частота, що плаває;
 - "90...100" - нерегульована частота, що плаває;
5. Перемикач "пауза";
6. Перемикач "інверсія";
7. Регулятор частоти "F";
8. Регулятори індукції магнітного поля (канали 1 н 2) "індукція 1", "індукція 2";
9. Регулятор "голосність";
10. Регулятори "форма сигналу";
11. Індикатор.



Рис. 2.1 Передня панель магнітостимулятора МС-92М.

ЗАВДАННЯ

Чотири зразки опромінити магнітним полем з різною експозицією (0 - 30 хв). П'ятий, контрольний зразок, не опромінювати. Опромінення всіх зразків повторити тричотири рази. При проростанні насіння зробити вимір довжин паростків і проростків, результати занести в таблицю. Потім побудувати графік залежності довжини коренів і проростків від часу опромінення. У чашках Петрі зі зразками постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготовка зразків.

Підготувати чашки Петрі. Помити них. На дно чашки покласти папір. На папері зробити позначку про час опромінення. Кожен лист повинний займати площа більше чим половина площі чашки. Заповнити чашки водою. Після промокання папера, видалити з-під неї пухирці повітря. Покласти в чашку 5-7 насіння.

2. Підготовка приладу,

а) Ввімкнути прилад у мережу.

б) За указівкою викладача регуляторами "форма сигналу" установити форму сигналу.

в) За указівкою викладача вибрати режим опромінення по частоті (режим вибирається перемикачами "F", "1..F", "90.. 100").

г) За указівкою викладача установити частоту опромінення у випадку роботи в режимах з постійною і плавною регульованою частотою опромінення, Для цього при натиснутих перемикачах "F" або "1 ..F" .перевести перемикач "Зміна F" у нижнє положення, регулятором "F" установити стрільцеві індикатора на необхідну частоту, перевести "Вимір F" у верхнє положення.

д) Установити величину індукції магнітного поля. Для цього натиснути "Вимір У", вибрати канал (перемикачам "Канал 1" або "Канал 2"), регуляторами "Індукція І", "Індукція 2" домогтися встановлення стрілки індикатора на необхідну величину, перевести перемикачі "Канал І", "Канал 2", "Вимір У" у верхнє положення. На обох каналах встановлюється однакова величина індукції. Індукція встановлюється на кожному каналі по окремісті.

3. Опромінення зразків. Для цього:

-поставити чашку Петри на нижній індуктор;

-розташувати зерна в центрі чашки Петри;

-накрити її кришкою;

-поставити зверху верхній індуктор.

Після закінчення опромінення зняти варіант з індуктора. Відключити прилад від мережі, Варіанти помістити в шафу.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, мета, режими роботи, час впливу, кількість опромінь за час проростання. Результати вимірів занести в таблицю №1. Побудувати графіки залежності коренів і проростків від часу впливу. Побудувати нормований графік. У висновках написати результати спостережень про вплив часу опромінення на швидкість проростання насіння.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРІВ

Опромінення зерен проса, по 10 зерен у кожній вибірці, вироблялося 4 рази. У результаті наступного виміру довжин паростків і коренів пророслих за 2 тижні зерен отримані результати, зведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ_0	1	1								

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Особливості катушки Гельмгольца.
2. Зменшення величини магнітного поля зі зміною відстані від полюса магніту.
3. Зобразити силові лінії магнітного поля поблизу однойменних і різнойменних полюсів магніту.
4. Способи одержання магнітного поля.
5. Застосування магнітотерапії.

Лабораторна робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВУЗЬКОСМУГОВОГО КРАЙВИСОКОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНИЙ ОБ'ЄКТ

МЕТА РОБОТИ: дослідження залежності проростання зерен проса від тривалості впливу КВЧ- гармонічного випромінювання.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

КВЧ-випромінювання – це електромагнітне випромінювання в діапазоні частот від 300 ГГц до 30 ТГц або хвилі від 1 до 10 мм.

Основний механізм впливу КВЧ-випромінювання на біологічний об'єкт зв'язаний з поглинанням міліметрових хвиль водою – основною внутрішньоорганічною середою всіх живих систем. Вода являється самою потужною поглинаючою речовиною КВЧ-випромінювання. Наприклад, міліметровий шар води послаблює потужність мм-хвиль $\lambda=8\text{мм}$ в 100 разів, а при $\lambda=2\text{мм}$ в 10000 разів. Отже, енергія міліметрових хвиль трансформується в кінетичну енергію полярних молекул. Далі відбувається дисипація цієї енергії в теплову за рахунок міжмолекулярних взаємодій.

Поглинання молекулами води КВЧ-випромінювання приводить до специфічної для цього діапазону довжини хвиль обраному мікронагріву водяних середовищ. Навіть при низькій потужності падаючого випромінювання внаслідок великих градієнтів температур з'являється конвективний рух рідини на границі розподілу фаз, що приводить к існуванню зміни властивостей води, як з зовнішній, так із внутрішній сторони мембрани клітини, а як відомо, біологічні (мембранні) процеси чутливі до перемішування середовища КВЧ-випромінювання низької інтенсивності ($1\text{-}10\text{Вт/см}^2$) може привести до прискорення активного транспорту іонів Na, зміни проникності мембран для K, прискоренню перекисного окислення ліпідів, збільшенню іонної проникності двошарових ліпідних мембран. Таким чином, конвекція є одним з первинних механізмів дії міліметрових хвиль на процеси життєдіяльності. З нею може бути зв'язано зміни транспортування іонів і різних речовин, що визначає процеси життєдіяльності клітин. Однак основний вплив на біологічний об'єкт надають продукти розкладу води.

В біологічних експериментах зафіксоване низьке значення порогової потужності КВЧ-випромінювання, при перевищеній якої починає проявлятися біологічний ефект. Звичайно $P_{\text{пор}} > 10\text{Вт/см}^2$. При таких низьких рівнях потужності КВЧ-випромінювання середнє збільшення температури поверхні, що опромінюється, не перевищує 0.1°C . В фізіології, для цілісного організму це перевищення температури відносно фонові вважають незначним. Тому можна говорити про низькоінтенсивні (слабі, нетеплові) ефекти випромінювання.

В довільно широкому діапазоні потужності падаючого КВЧ-випромінювання біологічні ефекти не залежать від потужності випромінювання. Біологічний ефект являється залежним від форми сигналу, його зміни у часі, фази біологічного розвитку об'єкта, його початкового становища, часу доби при опромінюванні, частоти дози опромінювання.

При вивченні дії міліметрових хвиль на організми, які знаходяться на різних етапах біологічного розвитку (вірусу, мікробів, птахів) показано, що в формуванні реакції організму на дії міліметрових хвиль в багатоклітинних біооб'єктах приймають участь процеси, що протікають на всіх рівнях. Таким чином, дія міліметрових хвиль на складний живий організм має опосередований характер, при цьому реакція на КВЧ-випромінювання може бути опосередована регулярними системами.

В теперішній час КВЧ-терапія широко застосовується в медичній практиці. КВЧ-випромінювання використовується як ефективний фізіотерапевтичний засіб. Міліметрові хвилі можуть бути застосовані в якості монотерапії, а також в сполученні з іншими методами лікування. Число хвороб, при котрих успішно використовуються міліметрові хвилі, досить велике, серед них серцево-судинні, онкологічні, шкірні гінекологічні. Ефективність лікування досягається шляхом підбора довжини хвилі опромінення, виду радіосигналу, режиму роботи апарата, області прикладення випромінювання і деяких інших параметрів.

ОБЛАДНАННЯ

Установка ефективною КВЧ – терапії «ЯВЬ-1», призначена для реалізації в практичній медицині безмедикаментозного способу КВЧ – терапії, що полягає в корекції фізіологічних станів організму людини шляхом спрямованого локального впливу на рецепторні поля, рефлексогенні зони і точки акупунктури випромінюванням нетеплової інтенсивності крайвисокочастотного (КВЧ) діапазону

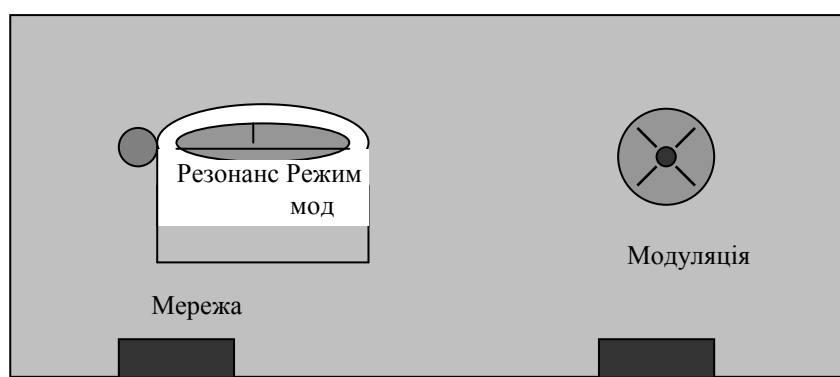


Рис. 3.1 Передня панель керування установкою «ЯВЬ-1»

Передня панель приладу містить:

Клавішу включення/вимикання живлення приладу.

1. Індикатор живлення.
2. Ручку регулювання частоти.
3. Клавішу включення/вимикання модуляції сигналу.
4. Шкалу довжин хвиль і режимів мод.

Технічні характеристики установки: «ЯВЬ-1»:

1. Діапазон випромінюваних довжин хвиль5.0-7.0 мм.
2. Смуга частотної модуляції±100Мгц.
3. Щільність потоку потужностіне більше 10 мВт/см².

ЗАВДАННЯ

Чотири зразки опромінити магнітним полем з різною експозицією (0 - 30 хв). П'ятий, контрольний зразок, не опромінювати. Опромінення всіх зразків повторити тричотири рази. При проростанні насіння зробити вимір довжин паростків і проростків, результати занести в таблицю. Потім побудувати графік залежності довжини коренів і проростків від часу опромінення. У чашках Петрі зі зразками постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготувати 5 чашок Петрі, ретельно промивши їх водою. З листа нещільного папера вирізати 5 шаблонів круглої чи прямокутної форми розмірами не більш діаметра дна чашки Петрі. На кожному шаблоні олівцем указати номер бригади і тривалість опромінення насіння, підбираючи тривалості опромінення так, щоб вони відстояли друг від друга на 5-10 хвилин. (наприклад: «контроль», 7 хв., 15 хв., 20 хв., 28 хв.).

2. Уключити прилад у мережу, включити мережний вимикач.

3. Помістити чашку Петрі з насіннями під антену приладу.

4. Плавню зміщаючи корпус приладу домогтися того, щоб стрілка індикатора потужності показала в червоному секторі.

5. Після закінченні опромінення забрати чашку Петрі з варіантом з-під антени. Виключити прилад, відключити прилад від мережі.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, мета, режими роботи, час впливу, кількість опромінь за час проростання. Результати вимірів занести в таблицю №1. Побудувати графіки залежності коренів і проростків від часу впливу. Побудувати нормований графік. У висновках написати результати спостережень про вплив часу опромінення на швидкість проростання насіння.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРІВ

Опромінення зерен проса, по 10 зерен у кожній вибірці, вироблялося 4 рази. У результаті наступного виміру довжин паростків і коренів пророслих за 2 тижні зерен отримані результати, зведені в табл. 2.1. Результати вимірювання відносного проростання насіння проса від часу опромінення занести в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ ₀	1	1								

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Довжина електромагнітної хвилі, що випромінюється приладом "Явь-1", у повітрі.
2. Дальня і ближня зони випромінювання антени пристрою.
3. Особливості напівпровідникового активного елемента, що використовується в приладі "Явь-1".
4. Назвіть і проведіть аналіз напівпровідникових приладів, що працюють у діапазоні КВЧ.
5. Особливості застосування КВЧ-терапії.

Лабораторна робота № 4

ВПЛИВ КРАЙВИСОКОЧАСТОТНИХ ШИРОКОСМУГОВИХ ШУМІВ НА БІОЛОГІЧНИЙ ОБ'ЄКТ

МЕТА РОБОТИ: дослідити швидкість проростання зерен проса від терміну опромінення їх КВЧ-широкосмуговим шумовим сигналом.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Можливості застосування електромагнітних хвиль у нетрадиційних галузях, наприклад медицині, біології, біотехнології, привертають увагу спеціалістів різних галузей знань. Так, у медицині успішно використовуються терапевтичні та хірургічні прилади, які працюють у різних частотних діапазонах.

Міліметрові хвилі ($\lambda=1-10$ мм), які відповідають КВЧ-діапазону ($f=300$ МГц — 30 ГГц), було вивчено порівняно нещодавно. Успіхи в опануванні КВЧ-діапазону обумовлені, значною мірою, розробкою та промисловим випуском ламп зворотної хвилі типу О (ЛЮВ-0) — широкосмугових генераторів когерентних коливань з електричною перестройкою частоти.

Міліметрові хвилі сильно поглинаються у воді та водних розчинах. Наприклад, шар води товщиною в 1 мм ослаблює КВЧ-випромінювання у 10^4 разів на довжині хвилі $\lambda\sim 8$ мм та у 10^4 разів — при $\lambda\sim 2$ мм. Міліметрові хвилі відносяться до класу неіонізуючих випромінень, тобто вони не можуть втручатися в внутрішнє життя атомно-молекулярних систем, не можуть бути причиною незворотних ефектів у цих системах на відміну від іонізуючих випромінень. Енергія кванта випромінення $h\nu$ у КВЧ-діапазоні менша за середню енергію теплового руху kT . Для $\lambda\sim 1$ мм $h\nu= 1,17 \cdot 10^{-3}$ еВ, тоді як при кімнатній температурі $kT= 2,53 \cdot 10^{-2}$ еВ.

Біологічні ефекти залежать від енергії (потужності) електромагнітних хвиль. В залежності від цього параметра розрізняють слабкі (нетеплові, низькоенергетичні, низькоінтенсивні) та сильні (теплові) впливи. Умовною границею розділу є величина 10 мВТ на квадратний сантиметр поверхні, що опромінюється. Вважається майже загальноприйнятим твердження про те, що найбільш цікаві біологічні ефекти спостерігаються під час слабких впливів. Повною мірою це відноситься до міліметрових хвиль, де низькоінтенсивні ефекти проявляються найбільш чітко. Сильні, теплові впливи іноді називають енергетичними (наприклад, у випадку діатермії, а особливо гіпертермії), слабкі впливи за наявності явно вираженого біологічного ефекту — інформаційними. Біологічні ефекти у КВЧ-діапазоні пов'язують з інформаційним характером дії опромінення на живі організми.

Можно відмітити ще декілька специфічних для КВЧ-діапазона ефектів - під час опромінення міліметровими хвилями модельних або живих об'єктів. При впливі цих хвиль на воду або інші водні середовища внаслідок сильного поглинання хвиль у тонких приповерхневих шарах виникає складний конвективний рух рідини. При великому поглинанні міліметрових хвиль виникають великі температурні градієнти при незначному середньому (інтегральному) підвищенні температури поверхні, що опромінюється. Ця локальна зміна температури і є причиною конвективного перемішування рідини. Якщо поблизу приповерхневого шару знаходиться який-небудь біологічний об'єкт, наприклад природні біологічні мембрани, то вплив низькоінтенсивних міліметрових хвиль на них може бути суттєвим внаслідок зміни характеру дифузійних процесів. Локальним перерозподілом температури під впливом низькоінтенсивних міліметрових хвиль можна пояснити зміну швидкості протікання рідини через скляні мікрокапіляри, які поміщено у хвилеведучі системи. Такий ефект, перенесений на кровоносні капіляри, може мати велике значення у біології та медицині.

Дуже важливими вбачаються експерименти по вивченню особливостей розподілу КВЧ-електричного поля та мікротемператури на поверхні шкіри, що опромінюється. Виявилося, що при незначному інтегральному підвищенні температури шкіри (~ 0.1 °C) на шкірі є “гарячі” плями та “точки” (з характерним розміром до сотні мікрон). Розміщення цих “гарячих” областей залежить від стабільності частоти генератора КВЧ, орієнтації поверхні шкіри, що опромінюється, відносно хвилеводної антени та інших факторів. Якщо, наприклад, у генераторі передбачено свіпсування частоти, то “гарячі” області переміщуються по поверхні шкіри у відповідності до частотної модуляції.

Недивлячись на неповноту знань про вплив міліметрових хвиль на організм людини, КВЧ-терапія завоювала своє місце серед різноманітних фізіотерапевтичних методів лікування різних захворювань. Новий метод лікування має ряд позитивних якостей, які визначають його перспективність у сучасній фізіотерапії: неінвазивність, полілікувальний характер, відсутність побічних ефектів та віддалених наслідків, можливість поєднання з ліками та іншими фізіотерапевтичними методами лікування, які використовують магнітні поля, лазерне випромінювання, гарне самопочуття хворих в процесі лікувальних сеансів і т.п. КВЧ-терапія підвищує резервні можливості організма, його імунний статус, що робить його особливо привабливим в плані боротьби з несприятливою дією різних зовнішніх факторів (токсичних речовин, іонізуючих випромінювань, джерел стресів і т.п.).

Під час лікування різних захворювань з допомогою міліметрових хвиль зазвичай опромінюють біологічно активні зони (зони Захаріна-Гедда), біологічно активні точки (точки акупунктури), а також області крупних суглобів або межі відкритих ран.

Первічна рецепція міліметрових хвиль відбувається на рівні молекул води, які знаходяться поблизу білкових рецепторів зовнішньої мембрани клітини. Молекули води є найбільш сильними поглиначами міліметрових волн. Основну частку у поглинання вносять вільні молекули води на відміну від зв'язаних молекул, які визначають гідратацію білків. Енергія хвилі переходить у кінетичну енергію вільних молекул, що призводить до більшої ймовірності взаємодії цих молекул з молекулами на поверхні білкових молекул рецепторів. Плазматична мембрана грає у житті клітині таку ж важливу роль, як шкіра у житті людини. Від стану мембрани, її білкових рецепторів, залежать транспорт іонів та різних речовин, всі процеси метаболізму. Захворювання організму проявляється на клітинному рівні у зміні гідратації білкових рецепторів (у зменшенні числа гідратації). Особливість роботи білкових молекул полягає в тому, що в залежності від числа гідратації білкові молекули можуть знаходитись у біологічно активному або у пасивному стані, причому перехід з одного стану до іншого відбувається стрибком (за триггерним механізмом). При опроміненні клітин шкіри (хворої людини) в результаті підвищеної ймовірності співударів вільних молекул з білковими молекулами може підвищуватись число гідратації: вільні молекули води під дією КВЧ-випромінювання стають зв'язаними молекулами, займаючи вакантні місця на поверхні білкових молекул та, як висновок, білкові молекули з функціонально пасивного стану переходять у функціонально активний стан (процеси життєдіяльності клітини нормалізуються).

Таким чином визначальною ланкою у первинній рецепції міліметрових хвиль є молекула води та мембранні рецептори клітини.

ОБЛАДНАННЯ

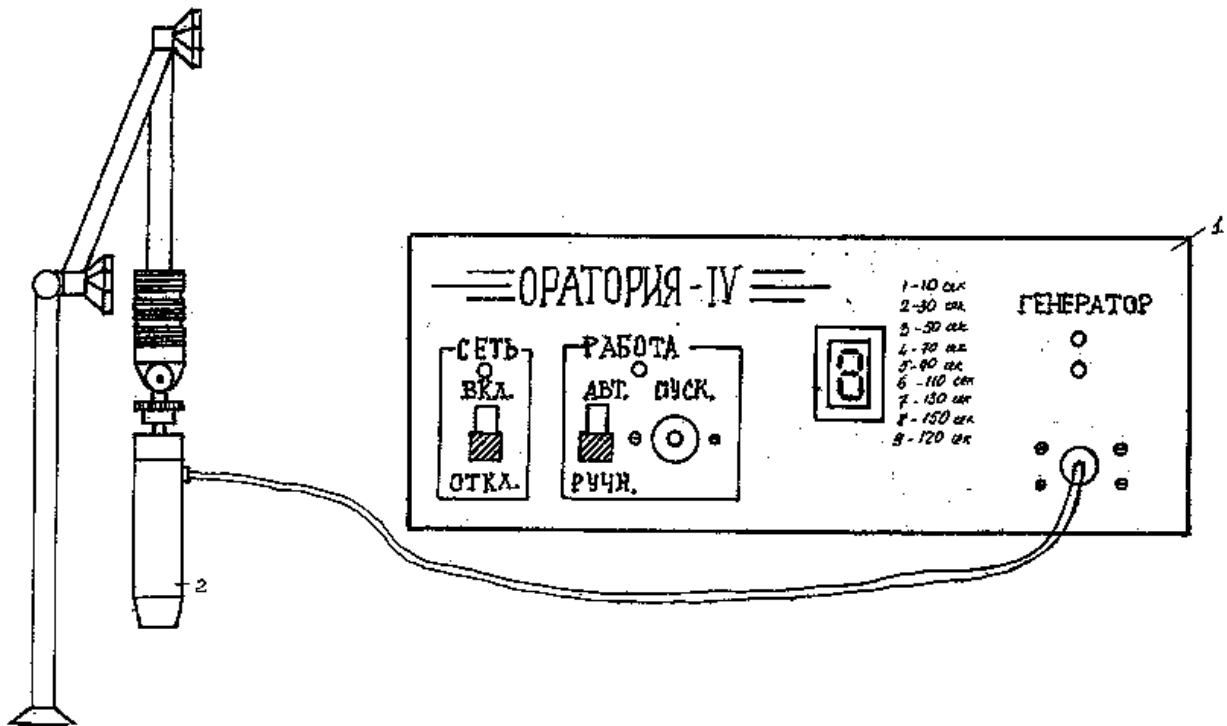


Рис. 4.1 «Оратория - IV»: блок живлення (1), випромінювач – джерело КВЧ-шуму (2).

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- | | |
|--|---------------------------------------|
| а) спектральна щільність шуму | 10^{-18} Вт/Гц |
| б) частотний діапазон | 57 — 65 Гц |
| в) модуляція | 8 Гц |
| г) інтегральна потужність випромінення | $2 \cdot 10^{-10}$ Вт/см ² |

ЗАВДАННЯ

Чотири зразка опромінити КВЧ-широкосмуговим шумовим сигналом з різною експозицією (0 — 30 хв.). П'ятий, контрольний, зразок не опромінювати. Опромінення всіх зразків повторити три-чотири рази. Потім побудувати графік залежності довжини коренів та ростків від тривалості опромінення. У чашках Петрі зі зразками постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготовка варіантів.

Підготувати чашки Петрі. Помити їх. На дно чашки покласти папір. На папері зробити помітку про час опромінення. Заповнити чашки водою. Після промокання паперу видалити з-під нього пухирці повітря. Покласти до чашки 5-7 зерен.

2. Підготовка приладу.

- включити прилад у мережу;
- установити режим роботи:
 - автоматичний;
 - ручний.

Зауваження: у автоматичному режимі кнопкою «ПУСК» встановити час, необхідний для опромінення, який вказаний на приладі.

3. Поставити чашку Петрі так, щоб відстань між головкою випромінювача та чашкою була 5-15 мм. Розташувати зерна у центрі безпосередньо під джерелом.

4. Після закінчення опромінення зняти варіант з-під опромінювача. Відключити прилад від мережі. Варіанти покласти у шафу.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, мета, короткі технічні характеристики приладу, параметри опромінення варіантів, кількість опромінь за час проростання, числа, у які зерна опромінювались, число та день останніх замірів.

Використовуючи останні заміри заповнити таблицю та побудувати два графіки, нормовані на контроль.

Таблиця 4.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ_0	1	1								

По вертикалі відкладати значення Σ/Σ_0 для коренів та ростків, тобто сумарні значення довжин коренів та ростків, ділені на сумарну величину контрольних варіантів.

У висновках написати результати спостереження про вплив часу опромінення на швидкість проростання зерен.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1.Спектральна характеристика сигналу.
- 2.Спектральна щільність потужності шуму.
- 3.Джерела шуму. Їх технічна реалізація.
- 4.Основні характеристики взаємодії з біооб'єктами.
- 5.Застосування КВЧ-терапії.

Лабораторна робота № 5

ВПЛИВ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

МЕТА РОБОТИ: Дослідити залежність швидкості проростання насіння від тривалості опромінення їх лазерним випромінюванням.

ОБЛАДНАННЯ

Одномодовий атомарно-газовий лазер безперервного режиму роботи ЛГ-78 з довжиною хвилі 0.63 мкм призначений для використання як джерело когерентного випромінювання.

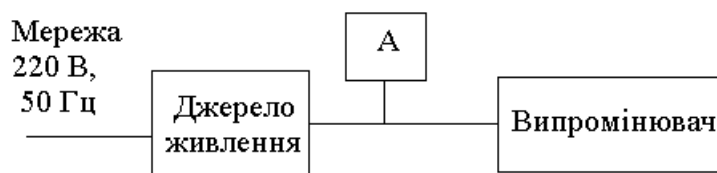


Рис. 5.1 Блок-схема лазерної установки.

Основними елементами випромінювача є: активний елемент і оптичний резонатор.

Активний елемент являє собою двохелектродну газорозрядну трубку, наповнену інертним газом гелію і неону. При подачі високої напруги від джерела живлення на електроди активного елемента в останньому виникає газовий розряд.

На лицьовій панелі джерела живлення розташовані органи керування й індикації:

Тумблер “вкл-выкл”

Індикація “мережа”

“Регулювання струму”

Джерело живлення являє собою високовольтний стабілізатор струму. Стабілізація струму здійснюється методом частотно-імпульсної і широко-імпульсної модуляції випрямленої напруги від мережі.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Принципи дії лазерів

Термін "лазер" утворений з початкових букв наступних англійських слів: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, що означає посилення світла шляхом змушеного випромінювання. Основні процеси, що характеризують роботу оптичних квантових генераторів, - процеси взаємодії світла з електронами атомів, що описуються фундаментальними положеннями квантової механіки.

Виходячи з гіпотези Планка, випромінювання і поглинання енергії у виді електромагнітних хвиль, зокрема світла, відбувається не беззупинно, а окремими порціями, квантами. Атом, взаємодіючий зі світлом, може один раз поглинути лише один світловий квант. Енергія кванта, що поглинається атомом затрачається на перехід одного з електронів атома з більш глибокої оболонки на зовнішню, більш далеку від ядра атома. При зворотному переході електронів з цієї вищої оболонки, де він має більшу енергію, на нижчу відбувається випромінювання світла, віддача поглиненого кванта енергії. Повернення атома зі збудженого стану, тобто такого стану, коли його електрон знаходиться на вищому енергетичному рівні, в основний стан можливе шляхом спонтанного перескоку електрона на нижчий рівень, що супроводжується висвітленням кванта енергії, або при зіткненні збудженого атома зі

світловим квантом (фотоном) тієї ж енергії, що може висвітити даний атом при поверненні його в основний стан. Таким чином, сторонній фотон при зіткненні зі збудженим атомом вибиває з нього другий фотон. Кожний з цих двох фотонів може надалі зіткнутися з новим збудженим атомом, у результаті чого утворяться вже чотири фотони. Розвиваючись далі, цей процес приводить до утворення лавини наростання числа фотонів.

Описаний тут принцип використовується у лазерах для одержання змушеного випромінювання. Однак, він передбачає наявність у системі активного середовища, у якому велика частина (більш половини) атомів знаходиться в збудженому стані. У протилежному випадку процес буде йти зі загасанням і ніякого посилення світла, що проходить через дане середовище, не вийде. Отже, створення такого активного середовища є однією з необхідних умов дії лазера.

Лазери на твердому тілі

З оптичних квантових генераторів цього типу в даний час використовуються в медицині рубіновий і неодимовий лазери.

Рубіновий лазер складається з трьох основних частин: рубінового кристала, резонансної системи у виді двох дзеркальних пластин або покриттів, що відбивають, нанесених на торцеві сторони кристала, і системи порушення (накачування), у якості якої звичайно використовується ксенонова лампа-спалах.

Рубіновий лазер випромінює енергію в червоній частині спектра з довжиною хвилі 6943Е. Вихідна енергія рубінових лазерів варіює від десятих часток Дж до тисячі Дж і вище.

У неодимовому лазері активною речовиною є барієве скло з домішкою іонів неодиму. Неодимовий лазер випромінює енергію в інфрачервоній області спектра з довжиною хвилі 10600Е. У порівнянні з рубіновим лазером він являє собою більш економічний тип оптичного квантового генератора, тому що його ККД перевищує 4%. Рубіновий лазер має ККД 1%.

Газові лазери

Газові лазери здатні працювати в безперервному режимі. Їхнє випромінювання володіє високою монохроматичністю і когерентністю. Однак вихідна потужність газових лазерів залишається поки невеликою і значно уступає потужності твердотільних.

Першим з розроблених газових лазерів був гелій-неоновий. Він являє собою кварцову трубку, заповнену сумішшю неону і гелію. Трубка закінчується металевими камерами, у яких розміщаються плоскі відбивні пластини.

За допомогою гелій-неонового лазера одержують випромінювання в червоній частині видимого спектра на хвилі 6328 Е.

Найбільший інтерес серед газових лазерів для медико-біологічних досліджень представляють аргонний і вуглекисневий лазери. Аргонний лазер випромінює енергію в синьо-зеленій частині спектра з основними довжинами хвиль 4880 і 5145 Е.

Углекислотний лазер випромінює в інфрачервоній області при довжині хвилі 106000 Е.

Напівпровідникові лазери

У напівпровідникових лазерах як активну речовину використовують напівпровідникові матеріали, а порушення виробляється безпосередньо електричним струмом. Напівпровідникові лазери мають найвищий із усіх типів оптичних квантових генераторів ККД - 60-70%.

Напівпровідникові лазери дозволяють змінювати частоту випромінювання за допомогою магнітного поля. Напівпровідникові лазери значно менше по розміру інших типів лазерів. Однак по монохроматичності, когерентності і ступеневі розбіжності променів вони значною мірою уступають кристалічним і особливо газовим лазерам. Потужність напівпровідникових лазерів поки занадто низка для їх успішного медико-біологічного застосування.

Дія лазерного випромінювання на біооб'єкти

Характерною рисою лазерного випромінювання є монохроматичність, когерентність і спрямованість. Завдяки когерентності лазерне випромінювання має високу інтенсивність. За допомогою лазера можна досягти високих щільностей випромінювання. Так, наприклад, енергія в 100 Дж достатня лише для горіння лампочки накаливання в продовж 1 секунди, але виділяючи цю енергію протягом однієї мільйонної частки секунди, лазер у 100 Дж народжує світлові імпульси потужністю в 100 млн. Вт. У той же час Сонце випромінює тільки 7000 Вт на см² поверхні.

Процеси, що лежать в основі взаємодії випромінювання лазера з біологічними об'єктами мало вивчені.

Характер дії ЛВ на живі тканини і на живі об'єкти багато в чому різний. Нерідко здається парадоксальним, що промінь лазера з енергією, достатньої для того, щоб пробити отвір у металевій пластині, не викликає ніяких реакцій при дії на білу шкіру. Це значною мірою визначається властивостями шкіри, серед яких найважливішими є те, що відбиває і поглинає здатність (що залежать від колірних характеристик), теплоємність, теплопровідність, схована питома теплота перетворення (обумовлена змістом води), акустичні і механічні властивості матеріалу. Разом з тим, на цю взаємодію впливають параметри лазерного випромінювання (довжина хвилі, щільність енергії, потужність, ступінь когерентності).

Не викликає сумніву, що термічним ефектом не обмежуються результати взаємодії лазерного випромінювання з біооб'єктами. У цю взаємодію повинні бути включені ударні ефекти, що виникає електромагнітне поле, фотоелектричні, електрохімічні й інші зміни тканини, що опромінюється.

Ланцюг процесів, що виникають у біосубстраті під впливом лазерної радіації, починається з поглинання енергії. У більшості випадків поглинається лише частина падаючого випромінювання. Відбувається відображення, переломлення, розсіювання світла частками тканини, і нарешті поляризаційні ефекти, у результаті яких змінюється спрямованість електричних і магнітних полів.

Термічний ефект є найважливішим чинником взаємодії ЛВ з тканиною. Тому поразка звичайна подібно з опіком, що особливо виникає під впливом струмів високої частоти. Відмітною рисою є різка обмеженість ураженої області від суміжної з нею, що пояснюється нетривалістю лазерного імпульсу: миттєво виділяється тепло, яке не встигає поширитися за межі опроміненої ділянки. Суворі обмеженість ділянки різкого підвищення температури зв'язана також з низькою теплопровідністю біотканин.

Дуже часто фіксується виникнення ударних хвиль механічної або акустичної природи. Можливі кілька механізмів ударних ефектів. Випар і виверження часток матеріалу з поверхні об'єкта приводить до виникнення тиску віддачі, спрямованого протилежно рухові вивержених часток, тобто по ходу променя лазера.

Інший можливий механізм виникнення ударної хвилі зв'язаний з тепловим об'ємним розширенням, що розвивається в опроміненій ділянці біоматеріала в результаті дуже швидкого і нетривалого підвищення температури, що, коли миттєво виділяється тепло не встигає поширюватися шляхом теплопровідності, конвекції й ін. Таке швидке розширення біоматеріала призводить до появи механічних напруг і ударних хвиль, що поширюються в тканинах. У результаті теплового розширення може виникнути значно більший тиск чим тиск віддачі, що зв'язаний з викидом часток речовини з поверхні тканини.

Пружна хвиля спочатку має характер ударної хвилі зі швидкістю більшої швидкості звуку, потім трансформується в акустичну зі швидкістю звуку, а потім у механічну швидкість менше швидкості звуку.

У зв'язку з утворенням ультразвукових хвиль у біооб'єкті можливе виникнення в ньому кавітації, що представляє собою процес утворення мікропорожнин, що супроводжуються появою дуже високого тиску - до 106 Атм. Ушкодження, які викликані в тканині пружною хвилею можуть бути вилучені від крапки опромінення на значну відстань.

Виникнення пружної хвилі в області підвищеного тиску в замкнутому просторі (ока, череп, грудна клітка, сечовий міхур) здатне призводити до значних ушкоджень, більш глибоким, чим у випадку розвитку цих явищ на структурах, що не мають твердих границь.

Наявність у клітинах часток, що посилено поглинають лазерні промені або перевипромінюють їх при відображенні, створює крапки найбільшого підвищення температури і термічного розтягання. Тобто вони стають центрами вогнищ поразки. При зіткненні основної і відбитої пружної хвилі можуть утворюватися стоячі хвилі.

У білковому коагуляті в зонах ущільнення спостерігалася подвійна променезаломлюваність, що говорить про визначену орієнтацію часток, що утворюють ці зони.

Крім тиску віддачі і термічного об'ємного розширення в біологічних середовищах, опромінених лазером, можлива поява пружних коливань також завдяки тисковій світла й ефектові електрострикції.

При низкоенергетичному опроміненні лазером швидше за усе відбувається зміна проникності поверхневої мембрани клітини. При цьому можуть спостерігатися самі різкі зміни на границях, що розділяють різні тканини.

Виходячи з експериментальних даних, було припущено, що на субклітинному рівні найбільш чутливими до лазерної радіації одиницями повинні бути мембранні компоненти клітини - у першу чергу ендоплазматический ретикулум, мембрана якого складає значну частину цитоплазми. Під дією лазерної радіації спостерігається посилення здатності мембранних органелл до набрякання, що свідчить про зміни в їхній тонкій структурі.

ЗАВДАННЯ

Чотири зразка опромінити КВЧ-широкосмуговим шумовим сигналом з різною експозицією (0 — 30 хв.). П'ятий, контрольний, зразок не опромінювати. Опромінення всіх зразків повторити три-чотири рази. Потім побудувати графік залежності довжини коренів та ростків від тривалості опромінення. У чашках Петрі зі зразками постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1.Тумблер "вкл" джерела живлення установити в положення "выкл".
- 2.Підключити до живильної мережі 220 В, 50 Гц мережну вилку джерела живлення.
- 3.Уключити тумблер "вкл", при цьому на передній панелі джерела живлення займе індикація "мережа".

ЗМІСТ ПРТОКОЛУ

Назва роботи, мета, короткі технічні характеристики приладу, параметри опромінення, кількість опромінь за час проростання, дати опромінь, число і день останніх вимірів.

Використовуючи результати вимірів, заповнити таблицю і побудувати дві графіки, нормованих на контроль.

Побудувати нормовані графіки. По вертикалі відкладати значення $d_i/d_i(\kappa)$, $l_i/l_i(\kappa)$, тобто сумарні значення довжин коренів і паростків ділені на сумарну довжину контрольних варіантів.

У висновках написати результати спостереження про вплив часу опромінення на швидкість проростання насінь.

Таблиця 5.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ_0	1	1								

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Джерела лазерного випромінювання.
2. Можливі довжини хвиль лазерного випромінювання.
3. Пристрій лазера (газового, твердотельного, напівпровідникового).
4. Застосування потужних лазерів.
5. Застосування лазеротерапії.

Лабораторна робота № 6

ВПЛИВ НЧ-ВИПРОМІНЕННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

МЕТА РОБОТИ: Дослідити залежність швидкості проростання насіння від тривалості впливу НЧ-випромінювання.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Дисперсія електричних параметрів тканин у перемінному ЕМП

Розглянемо деякі властивості живих тканин у перемінному ЕМП. Границі частот по діапазонах (НЧ, ВЧ, НВЧ) залежать від розглянутої тканини.

У розглянутої НЧ області ЕМП спостерігається зміна ϵ і σ тканин у залежності від частоти (α -дисперсія).

На рисунку приведені графіки зміни ϵ (рис. 6.1) в м'язових тканин при НЧ (α -дисперсія). З приводу механізму дисперсії цього виду висловлюються наступні припущення.

1. Т.я. при НЧ можлива тільки іонна провідність, а мембрани клітин поводять себе як ізолюючі шари, то НЧ струми можуть протікати тільки в позаклітинному середовищі, що й обумовлює низьку питому провідність тканин.

2. Досить високі значення ϵ при НЧ і різке падіння цієї величини зі збільшенням частоти пов'язано з релаксацією процесів заряду і розряду на мембрані клітки або з релаксацією, обумовленою атмосферою, що оточує електрично-заряджену поверхню клітини. Частоти ще настільки низькі, що клітинні мембрани встигають зарядитися (за рахунок іонів поза і усередині клітки) за один період. Отже, повний заряд за період великий і ємність тканини значна. А це еквівалентно високій діелектричній проникності тканини (ємність на одиниця об'єму).

Ефекти, викликувані дією ЕМП у залежності від потужності випромінювання і від $\tan(\alpha)$ можна розділити на два види:

- 1) Тепловий ефект (нагрівши тканин під дією високих інтенсивностей);
- 2) Ефекти дії ЕМП малих інтенсивностей, коли не було нагрівання тканин (нетепловий ефект).

Тепловий ефект ЕМП у тканинах живих організмів

Нагрівання тканин тіла тварин і збільшення температури тіла під дією ЕМП залежать не тільки від величини ЕМ енергії, але в значній мірі від терморегуляторних властивостей організму.

У гомойотерних тварин при даній температурі тіла, що результують термовіддача дорівнює сумі теплоутворення за рахунок обмінних процесів і тепловтрат за рахунок випромінювання, а також випару при подиху.

Нетеплові ефекти ЕМП у біосередовищах

1) Перший ефект такого роду полягає в тому, що під дією безперервних і імпульсних ЕМП високих частот (1-100 МГц) суспендованні частки вугілля, еритроцити і лейкоцити вибудовуються в ланцюжки, розташовані паралельно електричним силовим лініям. Для кожного типу часток існує оптимальний діапазон частот, у межах якого ефект виникає при мінімальній напруженості поля.

Несиметричні частки орієнтуються або паралельно, або перпендикулярно напрямковим силовим ліній. Це залежить від співвідношення між питомою провідністю часток і навколишнього їхнього середовища і від частоти ЕМП, як це показано на рис. 3.

2) Другий ефект - "діелектричне насичення" у розчинах білків і інших біологічних макромолекул під дією високоінтенсивних ЕМП СВЧ - розглянутий у гіпотезі Швана. Він припускає, що під дією таких полів усі поляризовані бічні ланцюги макромолекул орієнтуються в напрямку електричних силових ліній і, що це може призводити до розриву

водневих зв'язків і іншим вторинним усередині- і межмолекулярним зв'язкам, а також до зміни зони гідротації. Такі ефекти могли б викликати денатурацію або коагуляцію молекул, що підтверджується експериментально.

3) Третій ефект обумовлений дією сил Лоренца в перемінних полях на іони в електроліті, теоретично й експериментально досліджений Хайнментсом і Гершманом. Якщо розчин електроліту знаходиться під дією перпендикулярних один одному і синфазно змінюючихся електричного і магнітного полів, то електричне поле (у середньому за часом) не робить впливу на іони, а під дією сил Лоренца позитивні і негативні іони переміщуються в одному напрямку - перпендикулярно напрямковій електричних силових ліній. Такого роду ефекти були експериментально виявлені. У розчині гемоглобіну при $f=60\text{Гц}$, $E=10\text{ В/см}$ і $H=2000\text{э}$ (в амплітуді) пофарбована границя переміщалася зі швидкістю 0.36 см/сек . Автори підкреслюють, що розглянуті ефекти залежать від суми подвижностей іонів, а не від їхньої різниці (так, наприклад, в ефекті Холу) і вказують на можливість виникнення такого ефекту під дією електромагнітної хвилі, що поширюється в середовищі. При цьому дії сил Лоренца в клітинному середовищі будуть піддаватися не тільки іони електроліту, але і вільні метаболіти в іонізованій формі.

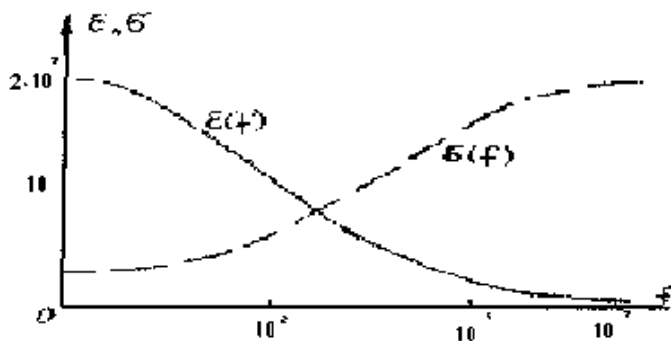


Рис. 6.1 Зміна E і G від частоти для м'язової тканини

ОБЛАДНАННЯ

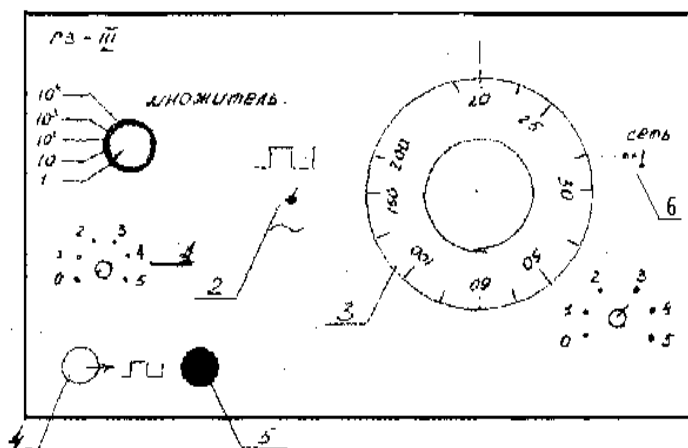


Рис. 6.2 Передня панель НЧ-генератора

Кнопки керування й індикатори передньої панелі:
 1- ручка установки амплітуди сигналу
 2- тумблер установки режиму (імпульсний, гармонійний)
 3- диск для встановлення частоти
 4,5- входи генератора
 6 - мережа

Технічні характеристики приладу

- прилад має два режими роботи : імпульсний і гармонійний.
- частота випромінювання змінюється в межах від 20Гц до 2000кГц
- амплітуда змінюється від 0В до 10В

ЗАВДАННЯ

Чотири зразки опромінити НЧ випромінюванням з різною експозицією (0- 30 хв). П'ятий, контрольний зразок, не опромінювати. Опромінення всіх зразків повторити тричотири рази. Потім побудувати графік залежності довжини коренів і проростків від часу опромінення. У чашках зі зразками постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підготовка варіантів.

Підготувати чашки Петрі. Помити них. На дно чашки покласти папір. На папері зробити позначку про час опромінення. Кожен лист повинний займати площа більше чим половина площі чашки. Заповнити чашки водою. Після промокання папера, видалити з-під неї пухирці повітря. Покласти в чашку 5-7 насінь.

2. Підготовка приладу.

- а) Ввімкнути прилад у мережу. Ввімкнути мережний вимикач 6
- б) Установити імпульсний режим тумблером 2.
- в) Установити частоту $f=20\text{Hz}$ за допомогою диска 3.
- г) Подаючи сигнал із входу генератора (гніздо 4,5) на вхід осциллографа, установити ручкою! амплітуду імпульсного сигналу 5В
- д) Поставити чашку на опромінювач. Розташувати зерна в центрі , безпосередньо над джерелом.

Після закінчення опромінення зняти варіант з облучателя. Відключити прилад від мережі. Варіанти помістити в шафу.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, мета, режими роботи, час впливу, кількість опромінь за час проростання. Результати вимірів занести в таблицю 6.1.

Побудувати графіки залежності коренів і проростків від часу впливу. Побудувати нормований графік. У висновках написати результати спостережень про вплив часу опромінення на швидкість проростання насінь.

Таблиця 6.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ_0	1	1								

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Спектральна характеристика сигналу.
2. НЧ-випромінювач для біологічних об'єктів.
3. Взаємодія НЧ-випромінювача із водою.
4. Особливості крайового поля конденсатора.
5. Застосування НЧ-випромінювання в медицині.

Лабораторна робота № 7

ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОЧАСНОЇ ДІЇ ДЕКІЛЬКОХ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ (СПОЛУЧНА ДІЯ) НА БІОЛОГІЧНИЙ ОБ'ЄКТ

МЕТА РОБОТИ: Дослідити залежність швидкості проростання насіння від тривалості впливу сполучного фактора.

ОБЛАДНАННЯ

Лабораторна установка складається з :

1. Блоку живлення постійного струму Б5-49, Б5-45;
2. Електромотор ДК-11, ДПР-62

Електромотор ДПР-62 оснащений модулятором, який прикріплений до валу та стояка для встановлення мотора у вертикальне положенні.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Навколишнє середовище стає все більше забрудненим електромагнітними, акустичними і тепловими випромінюваннями. Цей штучний фон завдає значний вплив на біологічні об'єкти, так як дуже часто його частотний діапазон збігається з біологічно активними ділянками діапазону, а інтенсивність перевищує граничні значення.

Такі електричні машини, як електромотори, створюють локальний штучний електромагнітний фон завдяки наявності постійного та змінного магнітних полів, радіовипромінювання, які виникають завдяки іскрінню ковзних контактів; акустичне поле; теплове поле випромінювань.

Кожний з перерахованих факторів впливає на біологічні об'єкти. Проте одночасний спільний вплив цих факторів може завдати синергетичну дію, тобто не рівна сума дій кожного з факторів.

Довільні сполучення з декількох фізичних факторів звичайно призводять до гноблення життєдіяльності біологічних об'єктів. І тільки у виняткових випадках, коли кожний з фізичних факторів створює умови для посилення дії на біологічний об'єкт другого фізичного фактора, спостерігається синергетичний вплив, тобто такий вплив, спільний результат якого перевищує суму дії кожного з факторів окремо. Прикладом такого впливу може бути спільні дії радіаційного впливу й інфрачервоного випромінювання. ІК-випромінювання впливає на утворення (синтез) АТФ, що зменшує енергетичні можливості кліток, необхідні для відновлення після радіаційного впливу на них.

ЗАВДАННЯ

1. Підготувати п'ять зразків біологічних об'єктів, в якості яких використовувати насіння рослин. Чотири зразки піддають впливу працюючого електромотора на протязі заданих чотирьох різних проміжків часу, а п'ятий зразок є контрольним і не опромінюється. Опромінення всіх зразків повторити три-чотири рази за час пророщування насіння.

2. Провести вимір довжин паростків і коренів, результати занести в таблицю.

3. Побудувати графік залежності сумарної довжини коренів і сумарної довжини паростків кожного зі зразків від часу дії. В чашках Петрі з насіннями постійно повинна бути вода.

ПОРЯДОК РОБОТИ

1. Підготувати чашки Петрі. Помити їх. На дно чашки покласти чистий папір, на якій олівцем зробити позначку про час опромінення. Заповнити чашки водою. Після намокання папера, видалити з-під нього кульки повітря. Помістити в чашку 10 зерен.

2. На блоці живлення виставити робочий струм і напругу електромотора:

для ДПР-62 11.1В и 111мА,

для ДК-11 27 В и 290мА.

3. Ввімкнути прилад у мережу.

4. Покласти електромотор на зразок, що опромінюється .

Електромотор ДК-11 розташовується горизонтально на кришці чашки Петрі. При цьому крім електромагнітного випромінювання на зразок діє акустичне і теплове поле.

Електромотор ДПР-62 розташовується вертикально на кришці чашки Петрі. Стояк відокремлює мотор від чашки Петрі . При цьому на зразок діє лише електромагнітне поле. Дією теплових і акустичних полів можна знехтувати.

5. Ввімкнути блок живлення.

6. Ввімкнути електромотор тримати на зразку на протязі заданого часу.

7. Вимкнути блок харчування.

8. Зразок помістити в шафу.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, мета, режими роботи, час дії, кількість опромінювань за час прощування.

Таблиця 7.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ ₀	1	1								

Побудувати графіки залежності довжини коренів і проростків від часу дії. Побудувати нормований графік. У висновках написати результати спостережень про вплив часу опромінення на швидкість пророщування насіння.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Синергетичний ефект.
2. Які фізичні фактори і як сполучається при впливі на біооб'єкт.
3. Короткотривалі і тривалі (хронічні) впливи фізичних факторів – основні різниці.
4. Штучні і природні джерела зчитанних впливів.
5. Застосування зчитанних впливів у медицині.

Лабораторна робота № 8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОМАГНІЧЕНОЇ ВОДИ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

МЕТА РОБОТИ: дослідити залежність швидкості проростання насіння від кількості раз обробки омагніченою водою.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Водні системи відіграють унікальну роль у житті людства і формуванні нашої планети. Не дивлячись на це, вода ще не стала одним із головних об'єктів дослідження фізиків.

Омагнічення, або магнітну обробку водних систем—природної і технічної води (різних розчинів і суспензій), в останні роки широко використовують для вдосконалення численної кількості технологічних і біологічних процесів, що обумовлено ні з чим незрівняною роллю, яку відіграють водні системи в найрізноманітніших областях життя людини. Вплив на біологічні об'єкти може бути реалізована лише при певних умовах в залежності від їх стану.

Структура одиночної молекули води встановлена досить точно. Із наявних в молекулі десяти електронів (п'ять пар) одна пара електронів (внутрішніх) розміщена поблизу ядра кисню, а із інших чотирьох пар електронів (зовнішніх) по одній парі узагальнено між кожним із протонів і ядром кисню, тоді як 2 пари залишаються неподіленими і направлені до протилежних від протонів вершинам тетраедра. Саме ці неподілені пари відіграють велику роль у виникненні міжмолекулярних водневих зв'язків.

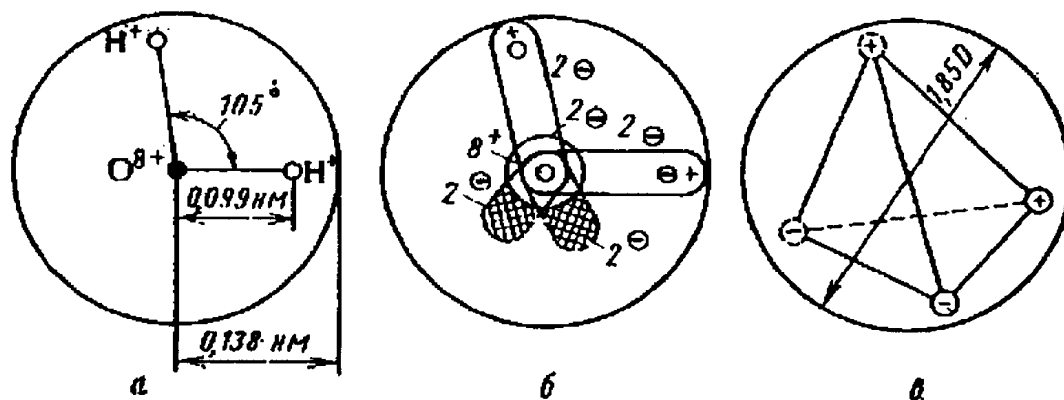


Рис. 8.1. Модель молекули води:

а- плоскосна модель; б- просторова модель (розподілення мас та додаткових зарядів і електронна конфігурація); в- просторова модель (тетраедричне розташування двох додаткових та двох від'ємних зарядів та результуючий дипольний момент).

Водневий зв'язок обумовлений кулонівськими силами і утворюється електровід'ємними атомами. Він базується на стягуванні водню однієї молекули води з киснем іншої, зміщення електронної хмари на зустріч чужому протону і, відповідно відтягуванні свого протону назустріч електронній хмарі сусіднього атому. Міцність зв'язку збільшується із збільшенням електровід'ємності двох зв'язаних атомів. Встановлення водневого зв'язку з сусідньою молекулою значно полегшує їй вступ в наступні водневі зв'язки.

Вода завжди містить розчинені та мікрогетерогенні домішки. Навіть гранично чиста вода, що ретельно зберігається, швидко їх набуває, розчинюючи здавалося б нерозчинні стінки судин. Забруднена і дистильована вода, не кажучи вже про природну або технічну. Домішки, які знаходяться у воді різноманітно впливають на її структуру, і як наслідок на її фізико-хімічні властивості.

Крім розчинених в природній і дистильованій водах речовин в них містяться великі кількості мікробульбашок газів і ультратонких твердих частинок. Присутні оксиди заліза, кремній і частинки які містять кальцій; в окремих дослідах саме таким частинкам відводиться значна роль при магнітній обробці водних систем.

Як наслідок, її можна очистити від домішок магнітним полем. Цей принцип використовується в роботі спеціальних апаратів—магнітних сепараторів і магнітних фільтрів-загущувачів. Під дією магнітного поля феромагнітні частинки концентруються поблизу полюсів магнітів, тоді як вода, дія сили на яку дуже мала, зберігає задану траєкторію свого руху. Вважають, що вода, яка містить домішки (в тому числі і домішки газів), володіє “пам’яттю” на різноманітні фізичні впливи.

В даний час відомо біля сорока гіпотез про ймовірний механізм дії магнітного поля на воду, але не одна з не прийнята в якості теорії. Перешкодою є складність суворої ідентифікації умов магнітної обробки в окремих дослідах які проводились в різних лабораторіях. Найбільш вірогідним механізмом дії магнітного поля на водні системи слід визнати мікротурбулізацію потоку, пов’язаного з нею зменшення ступеня гідратації мікроваг і бульбашок газів, їх коагуляцію і коалесценцію.

Після магнітної обробки:

- Екстінкція світла водою збільшується, найбільша властива омагніченій воді після замороження—відтаювання, але її приріст більше всього помітний після обробки кип’яченою (дегазованою) водою. Можливо, що це пов’язано з впливом процесу розчинення у воді газів.

- Гідратація діамагнітних іонів зменшується, парамагнітних—збільшується; значні зміни гідратації іонів спостерігаються в розбавлених розчинах.

- Електропровідність змінюється, але механізм такої зміни може бути досить різним. Це пов’язують із зміною концентрації розчинених газів або із зменшенням іонного добутку води;

- Діелектрична проникність зменшується. При цьому зміщується критична частота аномальної дисперсії діелектричної проникності в ВЧ область, що характерна для чистої води (частота порядку 10^{10} Гц). Це свідчить про зменшення періоду власних коливань молекул води і про набуття ними більшої свободи (напевно, це пояснюється меншою гідратацією іонів і їх асоціатів);

- Карбонати кальцію і магнію та інших неорганічних речовин, а також органічні сполуки краще розчиняються в омагніченій воді;

- Концентрація кисню збільшується. Напевно при обробці здійснюється якась хімічна активація розчиненого кисню;

- Кристалізація в об’ємі прискорюється, і супроводжується зменшенням відкладення солей на стінках; швидкість виникнення кристалів збільшується. Їх розміри зменшуються і збільшується кількість по зрівнянню з цими ж показниками при кристалізації в звичайних умовах, також суттєво (на 0,2 С) змінюється температура замерзання води та водних розчинів.

- Омагнічена вода гірше змочує будь-яку поверхню. Напевно, зміна змочуваності твердих тіл пов’язана зі зміною зціплення між молекулами води та їх взаємним “відштовхуванням” від поверхні.

ОБЛАДНАННЯ

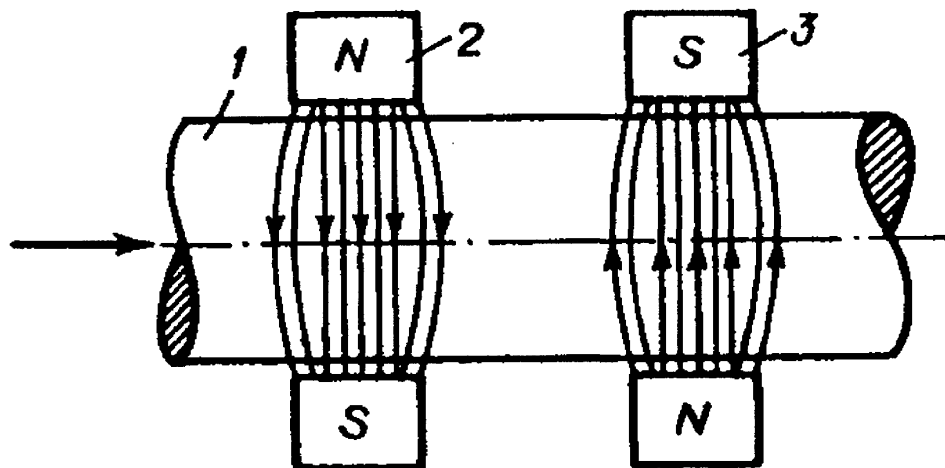


Рис. 8.2 Принцип дії найпростішого магнітного апарату

По капіляру 1 протікає вода. За межами капіляру знаходяться магніти 2 та 3.

Кожний елемент води буде перетинати силові лінії всіх магнітів, для нього зовнішнє поле буде змінним у часі. А так як полюси магніту 3 розміщені протилежно полюсів магніту 2, то для розглядаємого елемента поле виявиться також і змінним у просторі. (Знакозмінність полюсів магнітів називається реверсом).

ПОРЯДОК РОБОТИ

1. Підготувати зразки: помити чашечки Петрі, на дно покласти папір, що містить інформацію про номер роботи, дату опромінення та кількості разів омагнічення ("контроль", "1 раз", "2 рази", "3 рази"), покласти у чашечку 7-10 насінин.

2. Провести омагнічування води, для чого пропускати воду з малою швидкістю через наявний пристрій відповідне число разів (у випадку потрапляння бульбашки повітря у капіляр продавити бульбашку з допомогою наявної проволочки).

3. Залити омагніченою водою відповідні зразки.

ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

Назва роботи, мета, короткі теоретичні відомості, кількість опроміненень за час проростання, дати опроміненень, таблиця і нормовані графіки залежності швидкості проростання насінин від кількості разів обробки омагніченою водою, висновки.

Таблиця має наступний вигляд:

Таблиця 8.1

Номер зерна	Час опромінювання, хв									
	Контроль (0)									
	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К	Р	К
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Σ										
Σ/Σ_0	1	1								

Графіки: по вертикалі—сумарні значення оброблених ростків та корінців, поділені на сумарні значення необроблених, по горизонталі—кількість разів омагнічування.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Різниця між стандартними установками для омагнічення води і лабораторною установкою.
2. Для яких цілей використовуються великі магнітні поля в медицині.
3. Вплив домішок на процес омагнічення води.
4. Швидкість потоку води і його вплив на результат омагнічення.
5. Застосування омагніченої води в медицині.

ЗМІСТ:

1. Вступ.....	3
2. Лабораторна робота № 1.....	4
3. Лабораторна робота № 2.....	9
4. Лабораторна робота № 3.....	14
5. Лабораторна робота № 4.....	18
6. Лабораторна робота № 5.....	22
7. Лабораторна робота № 6.....	27
8. Лабораторна робота № 7.....	31
9. Лабораторна робота № 8.....	34
10. Зміст.....	38
11. Література.....	39

Література:

1. Демецкий А.М., Чернов В.Н., Попов Л.И. "Введение в медицинскую магнитологию". Р/Д, 1991.
2. "Лазеры в клинической медицине", – Руководство/ Под ред. Плетнева С.Д. –М.: Медицина, 1996.
3. Соловьев Г.Р. "Магнитотерапевтическая аппаратура". –М.: Медицина, 1991.
4. Ясногородский В.Г. "Электротерапия". –М.: Медицина, 1987.
5. Пресман А.Е. "Электромагнитные поля и живая природа". –М.: Наука, –с.387, 1968.