

УДК 631.53.027.34:528.811

© 2011

*Петровський О.М., викладач,
Волков С.І., кандидат хімічних наук
Полтавська державна аграрна академія*

ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ПРИДАТНОГО ДІАПАЗОНУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Рецензент – кандидат технічних наук А.А. Ландар

На основі попередніх публікацій, а також теоретичних і експериментальних досліджень показано позитивний ефект від передпосівного опромінення насіння електромагнітними полями різних частотних діапазонів. Із точки зору екологічної безпеки визначені фактори впливу електромагнітних випромінювань на людину. Запропоновано методику оцінки інтенсивності впливу опромінення на насіння при різних параметрах електромагнітного поля. Знайдено найбільш придатний, з практичної точки зору, діапазон, в якому доцільно проводити опромінення насіння сільськогосподарських культур.

Ключові слова: опромінення, частота, інтенсивність, насіння, екологічна безпека, генератор.

Постановка проблеми. Відомо, що при обробці насіння сільськогосподарських культур електромагнітним випромінюванням можна одержати позитивний результат [2, 4]. Зокрема обробка полями ВЧ і НВЧ діапазонів позитивно впливає на схожість і ріст рослин, приводить до зменшення часу вегетації. Це, в свою чергу, дає змогу зменшити норму висіву насіння, при чому врожайність сільськогосподарських культур, по відношенню до контрольної партії, не обробленої електромагнітним полем, збільшується. Відмічається, що позитивний ефект досягається у широкому діапазоні частот електромагнітних полів від статичного (квазістатичного) електричного поля до електромагнітного випромінювання оптичного і більш високочастотних діапазонів [1, 2, 5, 6, 8, 9]. Однак, оскільки техніка одержання, транспортування та узгодження електромагнітних хвиль різних діапазонів суттєво відрізняється, як і їх вплив на обслуговуючий персонал, то виникає проблема визначення частот (і, відповідно, довжин хвиль) електромагнітного випромінювання, які найбільш придатні для передпосівної обробки насіння.

Аналіз основних досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. У даній роботі ми обмежилися тільки розглядом електромагнітних полів, що відповідають радіочастотному діапазону ($10 \dots 10^4$ МГц). Весь діапа-

зон радіочастот, згідно з міжнародним регламентом, поділяється на низькі (НЧ), середні (СЧ), високі (ВЧ), дуже високі (ДВЧ), ультрависокі (УВЧ), надвисокі (НВЧ), крайнє високі (КВЧ) і гіпервисокі (ГВЧ) частоти [3]. При обговоренні питань дії радіохвиль на біологічні об'єкти зручніше користуватися назвами діапазонів, що прийняті у гігієнічній практиці: високі (ВЧ) – $0,2 \dots 20$ МГц ($\lambda = 10 \dots 1000$ м), ультрависокі (УВЧ) – $20 \dots 3000$ МГц ($\lambda = 0,1 \dots 10$ м), надвисокі (НВЧ) – $3 \dots 300$ ГГц ($\lambda = 0,1 \dots 10$ м) [7].

Екологічні проблеми, що пов'язані з використанням електромагнітного випромінювання, достатньо серйозні. При опроміненні радіохвилями відмічаються суб'єктивні порушення: загальна слабкість, підвищена втомлюваність, сонливість, порушення сну тощо. Крім того реєструються об'єктивні показники, які свідчать про порушення роботи серцево-судинної системи. Відбувається зміна показників білкового і вуглеводного обмінів. При цьому активність дії електромагнітного поля різних діапазонів частот відрізняється: вона значно зростає зі збільшенням частоти й досить сильно відчувається в НВЧ діапазоні [4, 6].

За раніше діючим стандартом, інтенсивність опромінення на УВЧ і НВЧ діапазонах упродовж робочого дня не повинна перевищувати 10 мкВт/см^2 . Згідно з нині діючими нормами оцінка електромагнітного поля, у діапазоні від 60 кГц до 300 МГц , проводиться роздільно по електричній і магнітним складовим. Гранично допустимі рівні на протязі робочого дня по електричній складовій не повинні перевищувати напруженість 50 В/м , знижуючись поступово до 5 В/м , у міру збільшення частоти [9].

Для одержання електромагнітного випромінювання використовують різноманітні прилади. В якості генератора сантиметрових радіохвиль (діапазон НВЧ) можуть використовуватися магнетрони, клістриони тощо [4, 9]. Підведення енергії до випромінювача здійснюється в цьому діапазоні за допомогою хвильоводів. Випромінювачі – антени

різноманітних конструкцій, зокрема рупорні.

У діапазоні метрових хвиль використовуються переважно лампові генератори, а підведення енергії до випромінювача здійснюється за допомогою коаксіальних фідерів.

Мета і завдання досліджень – запропонувати методику оцінки інтенсивності впливу опромінення на насіння при різних параметрах електромагнітного поля. На основі теоретичного аналізу й експериментальних даних знайти найбільш доцільний, з практичної точки зору, діапазон опромінення насіння сільськогосподарських культур.

Матеріали і методи досліджень. Для опромінення насіння використовували прилади УВЧ-50 і УВЧ60-Мед ТеКо. Ефективність опромінення визначалася шляхом оцінки схожості насіння після опромінення. Висів опроміненого й неопроміненого (контрольна партія) насіння здійснювався в чашках Петрі та в закритому ґрунті.

При оцінці електромагнітного випромінювання використовують різні величини: напруженість електричного поля, магнітна індукція і напруженість магнітного поля, інтенсивність випромінювання (густина потоку енергії) тощо. Оскільки в приладах УВЧ-50 і УВЧ60-Мед ТеКо контролюється тільки потужність, що виділяється у вторинному контурі, то для того, аби мати можливість порівнювати результати, одержані різними авторами, проведено аналіз взаємного зв'язку різних характеристик опромінення.

Кількість теплоти, що виділяється в одиниці об'єму за одиницю часу при обробці УВЧ полем,

$$\text{дорівнює } q = \frac{E^2}{\rho}, \quad (1)$$

де: q – кількість теплоти, що виділяється в одиниці об'єму за одиницю часу, Дж/с·(м)³;

E – напруженість електричного поля, В/м;

ρ – питомий опір середовища, Ом·м.

З іншого боку, ця величина пов'язана з потужністю, що виділяється у вторинному контурі

$$q = \frac{P}{S \cdot d}, \quad (2)$$

де: P – потужність, Вт;

S – площа конденсаторних пластин, м²;

d – відстань між пластинами, м.

Прирівнюючи праві частини рівнянь (1) і (2) і зробивши відповідні перетворення, знаходимо співвідношення, яке пов'язує напруженість електричного поля з потужністю опромінення

$$E = \sqrt{\frac{P \cdot \rho}{S \cdot d}}. \quad (3)$$

Густина потоку енергії випромінювання (інтенсивність випромінювання) визначається як енергія, що переносить випромінювання в одиницю часу через одиницю площі поверхні

$$J = \frac{W}{S \cdot t},$$

де: J – інтенсивність випромінювання, Вт/м²;

W – енергія, Дж;

t – час, с.

Густина енергії електромагнітного поля (кількість енергії в одиниці об'єму)

$$w = \varepsilon \varepsilon_0 E^2,$$

де: w – густина енергії електромагнітного поля, Дж/м³;

ε – діелектрична проникливість;

ε_0 – електрична стала, Ф/м;

E – напруженість електричного поля, В/м.

Швидкість розповсюдження електромагнітної хвилі в середовищі

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}},$$

де: v – швидкість хвилі в середовищі, м/с;

c – швидкість хвилі у вакуумі, м/с;

μ – магнітна проникливість середовища.

Внаслідок цього інтенсивність випромінювання

$$J = w \cdot v = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2 \cdot c}{\sqrt{\varepsilon \mu}}.$$

Для діа- і парамагнетиків

$$J = \varepsilon_0 E^2 c \cdot \sqrt{\varepsilon}.$$

Для повітря

$$J = \varepsilon_0 E^2 \cdot c. \quad (4)$$

Формули (3) і (4) дозволяють обчислити величини, що характеризують електромагнітне випромінювання, якщо відома хоча б одна із них: потужність, інтенсивність, напруженість електричного поля.

При цьому треба мати на увазі, що у випадку, коли насіння знаходиться між конденсаторними пластинами, то воно перебуває в індукційній зоні (зона випромінювання), а не у хвильовій зоні. Тому зміст інтенсивності в цьому випадку означає те, що умови опромінення відповідають умовам опромінення з відповідною інтенсивністю у хвильовій зоні.

Результати досліджень. У таблиці наведені результати, одержані в цій роботі і роботах інших авторів [1, 2, 4-6, 8]. Аналіз одержаних результатів вказує на те, що при однакових інтенсивностях опромінення немає принципової різниці при використанні електромагнітних полів різних діапазонів.

Вплив ЕМП різних діапазонів на схожість насіння

Спосіб обробітку	Культура	Частота ЕМП, Гц	Покращання схожості насіння, %
У полі коронного розряду	пшениця	0	5 – 17
	цибуля	0	12 – 38
	картопля	0	5,4 – 21,6
В УВЧ полі	пшениця	$27,12 \times 10^6$	10 – 20
	огірки	$27,12 \times 10^6$	10 – 15
	томати	$27,12 \times 10^6$	8 – 12,5
У НВЧ полі	пшениця	$37,25 \times 10^9$	9,3 – 17
	огірки	$37,25 \times 10^9$	10 – 20
	томати	$37,25 \times 10^9$	8 – 18,3

Як уже відмічалось, з точки зору екологічної безпечності, треба використовувати електромагнітні поля більш низької частоти. Крім того використання частотного діапазону з довжиною хвилі близько 10м дозволяє, на відміну від більш короткохвильових діапазонів, значно спростити конструкцію обладнання для генерування, транспортування енергії й узгодження генератора і споживача. Вказаний варіант дозволяє використовувати прості транзисторні схеми генераторів, а підвід енергії здійснювати за допомогою звичайних високовольтих дрозів. Опромінення зерна в цьому випадку відбувається між конденсаторними пластинами. Узгодження між генератором і споживачем зводиться до одержання резонансу у вторинному контурі на частоті генератора.

Таким чином, аналіз діапазонів частот радіохвиль, із точки зору екологічної безпеки, як і у випадку аналізу простоти і зручності викорис-

тання, приводить нас до застосування діапазону з довжиною хвилі близько 10 м.

Частоти 27,12 МГц, 40,6 МГц, 81 МГц виділені для застосування в медичній практиці (УВЧ-терапія). Вони не використовуються в засобах зв'язку. Тому застосування електромагнітного поля з частотою 27,12 МГц (довжина хвилі $\lambda = 11,06$ м) є, з нашого погляду, найбільш доцільним для передпосівної обробки насіння.

Висновки. Аналіз проведених досліджень вказує на те, що для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур електромагнітним полем найбільш доцільним є використання частоти 27,12МГц. На цій частоті просто реалізується генерування електромагнітного поля, підведення енергії до споживача й електричне узгодження між генератором і споживачем. Крім того, застосування цієї частоти екологічно безпечно і не створює завад засобам радіозв'язку.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Илларионов В.Е. Основы лазерной терапии. – М.: РЕСПЕКТ, 1992. – 122 с.
2. Интенсификация тепловых процессов подготовки семян к посеву энергией ВЧ и СВЧ (рекомендации). – М.: Агропромиздат, 1989. – 40 с.
3. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004. – 560 с.
4. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы // (Сб. науч. ст. (науч. ред. акад. информ. МАИ Каменец Л.Г.) Международная акад. информ. Украинский научно-технологический центр. – К.: ТЕС, 2002. – Вып. 4. – 220 с.
5. Мараквелидзе М.А. Результаты производственных испытаний предпосевной обработки семян в поле коронного разряда / М.А. Мараквелидзе, М.И. Гольдбаум, З.Р. Одикадзе. // Сб. науч. тр. ЧИМЭСХ. – Челябинск: ЧИМЭСХ, 1977. – №121. – С. 104-106.
6. Никифорова Л.С. Обзор существующих способов повышения урожайности овощево́й продукции в защищенном грунте / Л.С. Никифорова. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. «Проблеми енергозбереження в АПК України». – Х.: ХДТУСГ, 2004. – Вип. 27, Т. 2. – С. 85-89.
7. Сакало С.М., Семенець В.В., Азархов О.Ю. Надвисокі частоти в медицині (терапія і діагностика): Навч. посіб. – Х.: ХНУРЕ; Колегіум, 2005. – 264 с.
8. Черенков А.Д. Применение информационных электромагнитных полей в технологических процессах сельского хозяйства / А.Д. Черенков, Н.Г. Косулина // Світлотехніка та електроенергетика. Міжнародний науково-технічний журнал. – Х.: ХНАМГ, 2005. – №5. – С. 77-80.
9. Электромагнитные поля в биосфере (в двух томах). – Т. 2. Биологическое действие электромагнитных полей / Под ред. доктора физико-математических наук Н.В. Красногорской. – М.: Наука, 1984. – 326 с.