

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ АКУСТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ СХОЖОСТІ ТА РОСТУ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Г. Б. ІНОЗЕМЦЕВ, доктор технічних наук
e-mail: nni.elektrik@gmail.com

Анотація. Розглянуто новий метод визначення енергії проростання насіння різних сільськогосподарських культур, який дає змогу отримувати об'єктивну інформацію по енергетичному потенціалу та енергії проростання на базі застосування акустичної енергії.

Ключові слова: електромагнітна енергія, ультразвукові коливання, акустична енергія, енергія проростання насіння, передпосівна обробка, теплообмінні процеси

Базуючись на результатах багатьох досліджень, здійснених вченими Бельгії, Німеччини, Росії, США, Франції, Японії та ін. можна констатувати, що дія електромагнітної енергії на насіння сільськогосподарських культур у передпосівний період сприяє підвищенню посівних та врожайних його показників [1, 2]. Схожі результати отримано і у нас в Україні шляхом дії різних видів електромагнітної енергії на об'єкти рослинного походження [3, 4].

Разом з тим, практична реалізація накопичених результатів значною мірою гальмується відсутністю високоточних методів із визначення енергії проростання, об'єктивної інформації щодо енергетичного потенціалу, який суттєво відрізняється у різних біологічних об'єктів, що стримує розробку відповідних технологій та устаткування.

Мета досліджень – розробка методу визначення корисної акустичної дії для стимуляції насіння культурних рослин.

Визначення корисної енергії (енергії проростання), яка необхідна для активації проростання та схожості насіння, являє собою першорядну задачу, тому що практична відсутність чисельних методів її визначення стримує практичну реалізацію новітніх технологій по дії різноманітних носіїв електромагнітної енергії на практичний ресурс насіння різних сільськогосподарських культур.

Матеріали і методика досліджень. Одним із ефективних методів підвищення проростання та врожайності сільськогосподарських культур є застосування ультразвукових коливань.

Результати досліджень. Дослідження, проведені автором, демонструють можливість поліпшення новітніх якостей насіння різних культур за допомогою застосування ультразвукових коливань із різними частотами та різною енергією [2, 3].

При цьому спостерігаються такі ефекти: змінюються фізико-хімічні та біохімічні властивості насіння [4], збільшується проникність клітинних оболонок, що сприяє прискоренню набухання, активації обміну речовин, інтенсифікації фотосинтезу, які й сприяють активації проростання [5], схожості насіння.

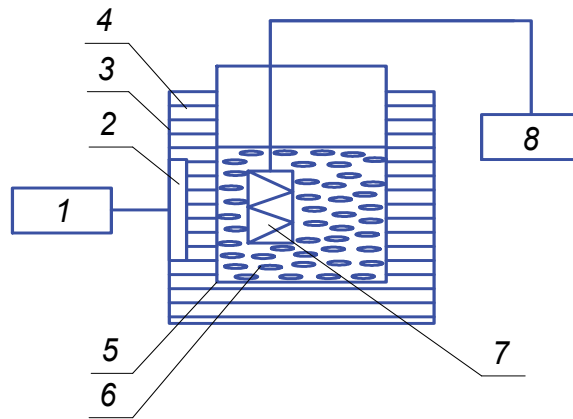


Рис. 1. Принципова схема передпосівної обробки насіння акустичними коливаннями:

- 1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – корпус посудини з контактною рідиною;
 4 – контактна рідина; 5 – робоча ємність; 6 – живильний розчин із насінням;
 7 – термістор; 8 – вимірювач інтенсивності коливань у робочій ємності

При цьому доведено, що максимальна швидкість проростання насіння досягається при його обробці (рис. 1) у спеціально обладнаних ємностях, наповнених водними розчинами. Це, у першу чергу, сприяє більшому надходженню вологи (водних розчинів) у насіння, набухання його і, як результат, прискоренню (активації) пророщування (рис. 2).

Разом з тим, дослідження демонструють і деякі суперечності, особливо у визначенні впливу режимів та параметрів ультразвукової обробки на розвиток та здатність проростання різних рослин. Так, наприклад, при обробці насіння гороху, сої, рису на частоті 800 кГц і енергії 0,5...3,0 Вт/см² спостерігається посилення їх здатності до проростання на 15...25 %, а при збільшенні енергії до 3,5...5,0 Вт/см² – затримання росту, а в ряді випадків навіть повна їх загибель (рис. 3).

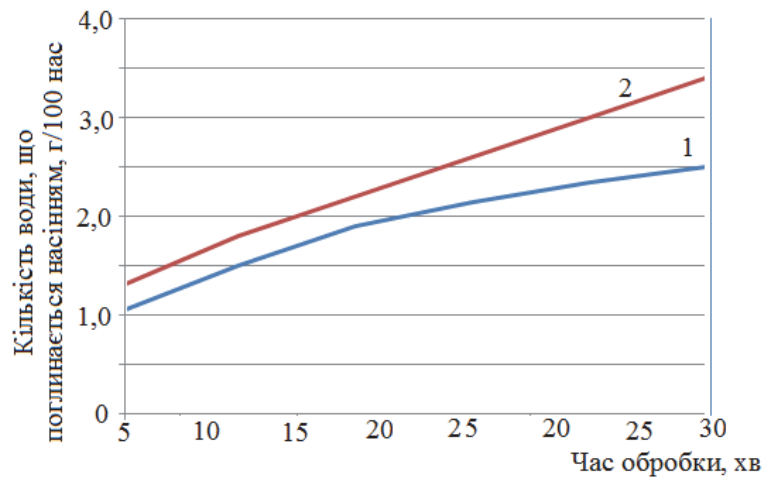


Рис. 2. Інтенсивність поглинання води у насіння кукурудзи:
1 – замочене у воді; 2 – оброблене ультразвуком

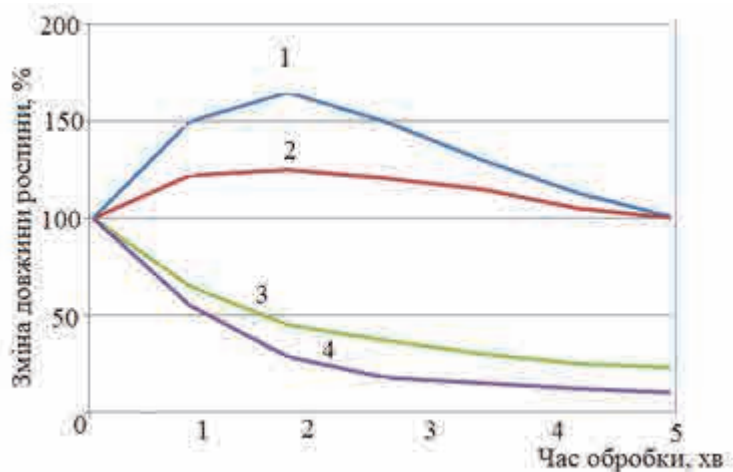


Рис. 3. Зміна довжини рослини (горох) від акустичної енергії та часу обробки:
1 – 1,6 Вт/см²; 2 – 2,5 Вт/см²; 3 – 3,4 Вт/см²; 4 – 4,8 Вт/см²

На наш погляд, це можна пояснити підвищенням теплової енергії та коефіцієнтом поглинання у різних видів насіння, труднощами визначення величини корисної енергії, яка необхідна для активації проростання для кожного біологічного об'єкта (рослини) конкретно.

При визначенні корисної акустичної потужності ми використали калориметричний метод, для реалізації якого було запропоновано спеціальну методику, що базується на застосуванні рівнянь теплообмінних процесів, які відбуваються в окремих частинах експериментальної установки (рис. 1).

Рівняння теплового балансу для ємності з випромінювачем ультразвукових коливань мало вигляд:

$$P_1 = c_1 m_1 (t_1^k - t_1^{n1}) + k_{12} (t_1^k - t_2), \quad (1)$$

де P_1 – потужність випромінювача, яка витрачається на нагрів контактної рідини;

k_{12} – коефіцієнт теплообміну між робочою камерою з рідиною та ємністю з випромінювачем;

c_1, m_1 – відповідно, питома теплоємність контактної рідини, наприклад води та її маса;

t_1^k, t_1^{n1} – відповідно, кінцева та початкова температури контактної рідини, температури насінневої маси.

Рівняння теплового балансу для робочої камери (контактна рідина – насіння) за період обробки ($dT_{об}$) буде мати наступний вигляд:

$$P_p dT_{об} = m_p \cdot c_p dT_{об} + k_{12}(t_p - t_1^k) dT_{об} + k_{3om}(t_p - t_{от}), \quad (2)$$

де P_p – корисна акустична потужність у робочій камері;

k_{3om} – коефіцієнт тепловіддачі від робочої камери в навколишнє середовище.

Сумісне рішення рівнянь (1, 2) дало можливість отримати вираз для визначення корисної акустичної потужності при ультразвуковій обробці насіння різних рослинних культур:

$$P_p = \frac{k_{12}}{k_1 + k_{12}} P_1 - \frac{k_{12} \cdot k_1 \cdot t_1}{k_1 + k_{12}} + k_p \cdot t_{от}. \quad (3)$$

Результати, отримані на базі теоретичних досліджень (3), продемонстрували значну схожість із результатами експериментальних досліджень (різниця не перевищувала 4 %).

Висновки

1. Запропонований метод дає можливість з високою точністю визначати корисну акустичну енергію при розробці технологічних процесів та режимів роботи при передпосівній обробці насіння різних сільськогосподарських культур.

2. Метод базується на застосуванні рівнянь теплообмінних процесів, що відбуваються в робочій камері ультразвукової установки.

Список літератури

1. Богатина Н. И. Влияние электрических полей на растения / Н. И. Богатина, Н. В. Шейнина // Биология, химия. – 2011. – Т. 24 (63). – № 1. – С. 10–17.

2. Іноземцев Г. Б. Застосування акустичних технологій в аграрному виробництві / Г. Б. Іноземцев, В. Ф. Яковлев, В. В. Козирський. – К. : АграрМедіаГруп, 2013. – 171 с.

3. Іноземцев Г. Б. Електротехнології в рослинництві / Г. Б. Іноземцев, В. В. Козирський, О. В. Окушко ; за ред. Г. Б. Іноземцева. – К. : АграрМедіаГруп. – 2012. – 160 с.

4. Смирнов Н. А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления / Н. А. Смирнов. – М. : Лесная промышленность, 1988. – 168 с.

5. Стерхова Т. Н. Моделирование процессов влияния электромагнитного поля на энергию проростания овощных культур / Т. Н. Стерхова // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – Вып. 6 (14).

References

1. Bogatina, N. I. (2011). Vliianie elektricheskikh poley na rasteniia [Influence of electric fields on plants]. *Biologiya, khimiya*, 24 (63), 10–17.
2. Inozemcev, H. B., Yakovliev, V. F., Kozyrskiy, V. V. (2013). Zastosuvannia akustychnykh tekhnologii v agrarnomu vyrobnytstvi [The use of acoustic technologies in agricultural production]. Kyiv, Ukraina: AhrarMediaHrup, 171.
3. Inozemtsev, H. B., Kozyrskiy, V. V., Okushko, O. V. (2012). Elektrotekhnologii v roslynnytstvi [Electrotechnology in plant]. Kyiv, Ukraina: AhrarMediaHrup, 160.
4. Smirnov, N. A. (1988). Vyraschivanie posadochnogo materiala dlia lesovosstanavlivaniia [Growing planting material for reforestation]. Moskva, Rossiia: Lesnaia promyshlennost, 168.
5. Sterhova, T. N. (2016). Modelirovanie processov vliianiia elektromagnitnogo polia na energiiu prorostannia ovosnykh kultur [Effect Modeling processes electromagnetic field for energy crops prorastanyya ovoschnykh]. *Innovacii v selskom hoziastve*, 6 (14), 25–33.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ ВСХОЖЕСТИ И РОСТА СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Г. Б. Иноземцев

Аннотация. Рассмотрен новый метод определения энергии прорастания семян различных сельскохозяйственных культур, который позволяет получать объективную информацию по энергетическому потенциалу и энергии прорастания на базе применения акустической энергии.

Ключевые слова: электромагнитная энергия, ультразвуковые колебания, акустическая энергия, энергия прорастания семян, предпосевная обработка, теплообменные процессы

METHOD FOR DETERMINING ACOUSTIC ENERGY TO STIMULATE THE GERMINATION AND GROWTH OF CROP SEEDS

G. Inozemtsev

Abstract. A new method for determining the energy of germination of seeds of different crops, which allows you to receive objective information on the energy potential and vigor on the basis of the application of acoustic energy.

Keywords: electromagnetic energy, ultrasonic vibrations, acoustic energy, seed germination, pre-processing, heat transfer processes