

УДК 621.318.38:635.918

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ В РОСЛИННИЦТВІ

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Кізім І.В., інж.*,

Богатирьов Ю.О., інж.*,

Кузнецов І.О., к.т.н.,

Бабенко О.М., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-23-41

Анотація - в статті проаналізовано шляхи підвищення врожайності в рослинництві. Розглянуто способи активації насіння різними фізичними факторами. Визначено шляхи покращення посівних якостей сільськогосподарських культур.

Ключові слова – активація, насіння, фізичні фактори.

Постановка проблеми. Керування ростом та розвитком рослин та підвищення врожайності знаходяться в центрі уваги людства з самого початку їх вирощування. На відміну від досягнень в керуванні неживою природою, де вже є великі успіхи, ступінь керування людиною живою природою ще досить низький. Для стимуляції росту рослин використовують в основному хімічні та біологічні способи. Однак обробка як насіння, так і вегетуючих рослин хімічними засобами небезпечна з екологічної точки зору. В цьому плані, найбільш перспективними є фізичні методи впливу.

Слід також зазначити, що на отримання всього 1% збільшення врожайності овочевих припадає біля 5% “антропогенних” витрат, знизити які можливо за умов розробки нових менш енергоємних технологій, у тому числі технологій активації насіння. В початковий період свого розвитку рослини тісно пов’язані з насінням, отримуючи від нього необхідні для росту та розвитку живильні речовини та будівельний матеріал. В цей період зовнішні фактори роблять найбільш сильний вплив на насіння, викликаючи в ньому структурні зміни та створюючи передумови для стимуляції або пригнічення процесів життєдіяльності рослин в наступні періоди їх розвитку. Отже дослідження, що пов’язані з визначенням

© д.т.н., доц. Никифорова Л.Є., інж. Кізім І.В., інж. Богатирьов Ю.О., к.т.н. Кузнецов І.О., інж. Бабенко О.М.

* Науковий керівник - д.т.н., доц. Никифорова Л.Є.

найбільш перспективних методів впливу на рослини та режимів активації насіння є *актуальними*.

Аналіз останніх досліджень. За останнє десятиріччя накопичено великий експериментальний матеріал, що свідчить про ефективність використання різного роду електрофізичних методів з метою підвищення якості насіння сільськогосподарських культур. Позитивні результати, що виявлені при дослідженні цих процесів дають можливість використовувати визначені залежності для отримання високоякісного насіння і керування розвитком рослин [1].

Над проблемою інтенсифікації виробництва захищеного ґрунту та підвищення якості продукції рослинництва, встановлення зв'язків її параметрів із збурюючими та керуючими впливами та розробкою на цій основі систем керування врожайністю працюють вчені в області рослинництва, механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва.

Значний вклад у створенні та вдосконаленні сучасних агротехнологій та їх керуючих систем внесли наукові школи Росії та України.

Однак необхідно визнати, що зараз у виробництві рослинницької продукції переважають техногенно-інтенсивні технології, що характеризуються високими матеріальними та енергетичними затратами, що забруднюють оточуюче середовище, внаслідок чого знижуються якісні та споживчі властивості продукції. Вихід із створеного положення у впровадженні екологічно безпечних енергоощадних технологій виробництва на базі створення інформаційно – керуючих систем, де об'єктом контролю та керування є продукція, що складається із окремих біологічних об'єктів (рослин, тварин).

Завдяки науковим дослідженням М.Г. Євреїнова, В.І. Баєва, А.М. Басова І.І. Мартиненка, І.Ф. Бородіна, І.А. Будзко, Є.Н. Живописцева, І.Ф. Кудрявцева, М.Л. Лісиченко, А.М. Мусіна, Л.Г. Прищепи, В.І. Тарушкіна, Л.С. Червінського, та багатьох інших вчених у сільському господарстві широко використовуються електротехнології, що передбачають безпосередній електромагнітний вплив на об'єкти сільськогосподарського виробництва.

Однак залишається не розкритим механізм дії на рослинні організми багатьох параметрів життєзабезпечення і до кінця не дано пояснення, чому при малих дозах впливу має місце стимуляція життєдіяльності рослин. Відзначається, що з точки зору максимальної ефективності впливу електромагнітного випромінювання та мінімальних енергетичних затрат, цікавість визиває низькоенергетичні (до 10 мВт/см²) електромагнітні випромінювання високочастотного діапазону [3]. Разом із тим, відсутні науково-обґрунтовані параметри електромагнітного випромінювання, що призводять до активації насіння.

Формулювання мети статті. Метою даної роботи є аналіз іс-

нуючих способів активації насіння та пошук передумов для пояснення механізму впливу фізичних факторів на різноманітні культури.

Основна частина. Велика кількість досліджень доводить, що електричні поля є ефективним стимулятором ростових процесів, застосування електричних полів для передпосівної обробки насіння підвищує схожість, енергію пророщування, підвищує врожайність та якість врожаю.

З метою біостимуляції насіння сільськогосподарських культур використовують поля коронного розряду з напруженістю від $2 \cdot 10^2$ до $6,5 \cdot 10^2$ В/м при часі обробки від 2 до 90 с, електростатичні поля з напруженістю від $1 \cdot 10^5$ В/м, з тривалістю обробки до 60 с, електричні поля змінного струму з напруженістю від $1 \cdot 10^5$ до $4 \cdot 10^5$ В/м та експозицією від секунди до десятків хвилин. Величина та час обробки насіння різні для кожної культури, і тому вибір режиму обробки потребує диференційованого підходу.

Питанням підвищення врожайності на підставі електромагнітних полів займалися такі провідні вчені, як Ф.Я Ізаков, І.Ф. Бородін, І.І. Мартиненко, А.М. Басов, А.П. Блонський, А.М. Миронов, В.А. Окулова.

Дослідженнями [1-2] встановлено, що при обробці насіння електричним полем постійного струму підвищується інтенсивність поглинання ними води, інтенсивність дихання (на 30–200% порівняно з контролем). Широкі дослідження проводилися у ЧІМЕСХу по визначенню механізму дії електричного поля на насіння [3-4]. Визначалась активність ферментів каталази і пероксидази в добових, тридобових та п'ятидобових проростках ярової пшениці. Обробка насіння пшениці у полі позитивної корони значно підвищило активність каталази в тридобових проростках після 18 днів відліжки (на 14,1% вище контролю) і незначно – після 24 днів (на 4,7%). Активізація процесів життєдіяльності у насіння, що оброблено в електричному полі, відмічалось також в дослідженнях іноземних вчених [5-7].

В Кубанському СХІ проводилися дослідження по визначенню оптимальної експозиції насіння овочевих культур: томатів, капусти, редису та салату. Насіння оброблялося електричним полем змінної напруги напруженістю $3,5 \cdot 10^5$ В/м, час обробки – 1,2,3,4,5,30 хв. та 3 години.

Ще одним способом обробки насіння є передпосівна обробка електромагнітним полем високої частоти. Насіння транспортером подається в робочий конденсатор високочастотного генератора, де нагрівається до заданої температури і знов виводяться з нього. При цій обробці насіння пшениці сорту Скала, підвищилась енергія пророщування та схожість на 7 – 10 %. Використання високочастотної обробки дозволило підвищити врожайність на 10% [8]. З метою визначення ре-

жимів високочастотної обробки насіння різних сільськогосподарських культур вивчали вплив на них таких факторів, як часу ВЧ нагріву, напруженості електричного поля, числа днів відліжки від обробки до посіву та вологовмісту насіння [9].

У Франції проводилися дослідження з стимуляції росту та розвитку рослин та покращення обміну речовин в теплиці шляхом впливу на них електромагнітних полів. Біля коренів рослин занурювали електроди та з'єднували їх з генератором високої електростатичної напруги. Форма хвилі була прямокутна та синусоїдальна, при градієнті напруги від 200 до 1000 В/м, частота модуляції 7 Гц. Опиту підтвердили стимулюючий вплив електричних полів на рослини [10].

Деякі дослідники відмічають значну залежність доз обробки від вологості насіння. Змочування на протязі 10 годин і наступна обробка в магнітному полі приводить до зменшення росту коренів у насінні пшениці, ячменю та вівса, що проростає [11]. Підвищена вологість при обробці насіння великими дозами електромагнітного випромінювання може служити причиною гибелі насіння, в той же самий час насіння вологістю 2,7% практично не гинуть [12].

Іншими способами підвищення якості та схожості насіння є фотоенергетичні. Висока ефективність впливу імпульсного концентрованого світла (ІКСС) на насіння доказана при створенні селекційного матеріалу сільськогосподарських культур. Якщо концентрованим сонячним світлом опромінювати в визначених дозах насіння перед посівом, то значно підвищиться їх схожість та енергія пророщування, прискориться поява сходів та розвиток рослин, підвищиться їх фотосинтез, стане більшою коренева система та листова поверхня. Це підтверджується чисельними дослідженнями [13-17]. Передпосівне опромінення насіння ІКСС вже на перших етапах їх активної життєдіяльності значно впливає на фізіологічні – біохімічні процеси, створюючи необхідні умови для інтенсифікації росту, розвитку рослин та формування врожаю.

Дослідження в галузі лазерних технологій показали можливість успішного застосування лазерного світла для підвищення врожайності та якості різноманітних сільськогосподарських культур. Для опромінення використовуються гелій-неонові лазери ЛГ-38 $\lambda=632,8$ нм імпульсного світла з використанням модулятора, лазерні установки, що працюють в області довжиннохвилястого УФ - спектра (337 нм) з модуляцією променя від 25 до 100 Гц, та в червоній області спектра неперервного світла (632,8 нм).

Таким чином, зроблений аналіз існуючих способів підвищення ефективності процесу росту та розвитку овочів доводить, що передпосівний вплив на насіння електричних, магнітних та електромагнітних полів, ІКСС, а також лазерного випромінювання в оптимальних дозах

значно підвищує їх схожість (в середньому на 5 – 20%), енергію пророщування (в середньому на 20%), фотосинтез, вміст, інтенсивність дихання (на 30 – 200%), підвищує активність каталази, міст вітаміну С в проростках, прискорює появлення сходів та розвиток рослин, покращує якість врожаю, підвищує стійкість рослин к захворюванням. Електромагнітні поля навіть при високих напруженостях не викликають загибелі насіння. Лазерне та ІКСС випромінення при дуже великих дозах можуть працювати як інгібітори. Лазерне випромінення може викликати зміни в генетичному апараті. Доза для кожного способу обробки насіння залежить не тільки від виду самої культури, але й від сорту. У зв'язку із цим ефект стимуляції залежить не тільки від схеми, способу обробки, строків посіву, вологості насіння і т.д., але й від кліматичних умов.

Існуючі фізичні впливи (ФВ) та їх параметри можна систематизувати та звести до наступної таблиці 1.

Порівняльне вивчення різних електрофізичних методів показало, що в загальному випадку любий фізичний вплив – це вплив набору фізичних факторів, значна частина яких має місце в природних умовах. З точки зору впливу на об'єкт змінюється тільки їх композиція та вага, що також відображується на параметрах режиму обробки.

Таблиця 1 - Характеристика фізичних впливів.

| ФВ | Частота, Гц | Опроміненість, Вт/м ² | Час, с | Енергія, що поглинається насінням, Дж/м ³ |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------|--|
| Постійне ел. поле | 0 | - | 0,2...3 | 10...10 ³ |
| Змінне поле пром. частоти | 50 | - | 3...4 | 3·10 ² |
| Змін. магн. поле низьк. частоти | 12·10 ³ | - | 600...900 | 3·10 ² ...6·10 ³ |
| Інфрачервоне | 1,2...3,0·10 ³ | 1,2...3,0·10 ³ | 10...35 | 9·10 ⁵ ..10 ⁸ |
| Імп. конц. сонячн. світло | 1.3...10·10 ¹⁴ | 11...73·10 ³ | 300...900 | 6·10 ⁶ ...4·10 ⁹ |
| Промені лазера | 3...9·10 ¹⁴ | 1,6...3 | 360...600 | 7·10 ⁴ ...9·10 ⁵ |
| Ультрафіолет. випр. | 0,75..1,5·10 ¹⁵ | 30...160 | 30...60 | 1·10 ⁵ ..3·10 ⁶ |
| Гама випр. | 0,75...10 ²⁰ | немає відом. | 60 | 4·10 ³ ...4·10 ⁴ |

Продовження таблиці 1.

| ФВ | Частота, Гц | Опроміне- ність, Вт/м ² | Час, с | Енергія, що поглинаєть- ся насінням, Дж/м ³ |
|----------------------------------|--------------|---------------------------------------|---------|---|
| Водородно- плазмовий вплив | немає відом. | немає відом. | 0,6...1 | немає ві- дом. |

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про загальність фізичних впливів за своєю природою, що дає можливість розглядати і загальність механізму впливу на насіння.

Керуючи зовнішніми електромагнітними полями, можна робити суттєвий вплив на урожайність та строки визрівання рослин.

Перспективою подальших досліджень є виявлення механізму біологічної дії фізичних факторів на живі об'єкти, визначення діелектричних властивостей різних овочевих культур в широкому діапазоні змін зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають, а також розробка нових поточних та автоматизованих електротехнологій.

Література

1. СВЧ- обработка овощных культур / *Блонская А.П.* [и др.] // Достижения науки и техники АПК, 1991. - №6. - С.37.
2. *Болотских О.С.* Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві / *О.С. Болотских, М.М. Довгаль* // Вісн. агр. науки. - 2000. - №8. - С.29-31.
3. Применение СВЧ- энергии в сельском хозяйстве : обзор. инф. / *И.Ф. Бородин.* - М. : ВНИИТЭИагропром, 1987. - 55 с.
4. *Бородин И.Ф.* Обработка семян овощных культур СВЧ- энергией / *И.Ф. Бородин, С.А. Андреев* // Достижения науки и техники АПК. - 1989. - №7. - С.25-26.
5. Выращивание зеленых овощей при искусственном освещении / *К.С. Арбузова* [и др.] // Светотехника. - 1986. - №4. - С.13-15.
6. Применение энергии высоких и сверхвысоких частот в технологических процессах сельскохозяйственного производства // Науч. тр. ЧИМИЭСХ. - Челябинск, 1983. - 96 с.
7. *Прищеп Л.Г.* Эффективная электротехнология защищенного грунта / *Л.Г. Прищеп.* - М. : Колос, 1980. - 208с.
8. *Прищеп Л.Г.* Электромагнитная релаксация и жизнедеятельность растений и животных / *Л.Г. Прищеп, И.И. Подтынков* // Механиз. и электриф. сел. х-ва. - 1982. - №1. - С.37-41.
9. *Бородин И.Ф.* Применение сверхвысокой частоты в сельском хозяйстве / *И.Ф. Бородин* // Электричество. - 1989. - №6. - С.1-8.

10.Бородин И.Ф. Электричество управляет растениями / И.Ф. Бородин // Механиз. и электриф. сел. х-ва. - 1996. - №4. - С.28-30.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Никифорова Л.Е., Кизим И.В., Богатырев Ю.О.,
Кузнецов И.О., Бабенко Е.Н.

Аннотация - в статье проанализированы пути повышения урожайности овощных культур в условиях защищенного грунта. Рассмотрены способы активизации семян различными физическими факторами.

ANALYSES EXISTENLE METHOD OF RAISE INCREASE CROP CAPACITY OF VEGETABLE IN HOTHOUSES

L. Nikiforova, I. Kizim, Y. Bogatyrev, I. Kuznetsov, E. Babenko

Summary

In this article there is analyses course of increase crop capacity of vegetable in hothouses. Examination methods of activation seeds difference the physical factors.