

изводительности при последовательном и параллельном соединении модулей теплообменной поверхности.

Ключевые слова: *микроклимат, утилизация теплоты вентиляционных выбросов, теплоутилизатор, теплообменник, энергосбережения.*

EFFECTIVENESS UTILIZATION OF HEAT EMISSION VENTILATING LIVESTOCK BUILDINGS IN APPLYING EXCHANGER MODULE TYPE

Adduced method of determining the coefficient of thermal efficiency utilizers vent emissions and calculation of heat generating sequential and parallel connection modules heat exchange surface.

Key words: *climate, waste heat vent emissions utilizers, heat exchanger and energy.*

УДК 57.082.14:577.3

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРООБРОБКИ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ З СОКОВИТИМИ ТКАНИНАМИ

В.А. Музиченко, канд. техн. наук, **І.В. Бондаренко**, аспірант
ННЦ «ІМЕСГ»

Отримано вираз, який дає можливість прогнозувати ефективність обробки в залежності від режимів обробки в електромагнітному полі: тривалості, інтенсивності та частоти електромагнітного поля, а також властивостей об'єкта обробки. Отримано вирази, які дають змогу оптимізувати режими обробки в залежності від запланованої ефективності обробки та властивостей об'єкта обробки. Методичні принципи, закладені в роботі, придатні для використання в моделюванні процесів впливу фізичних чинників на біологічний об'єкт.

Ключові слова: *рослинна продукція з соковитими тканинами, зберігання, аероіони, скорочення втрат, біопотенціали, режими обробки.*

Проблема. Одним з найбільш ефективних методів енергозбереження є збільшення продуктивності виробництва та скорочення втрат при зберіганні. При збільшенні урожайності питомі енергозатрати відповідно зменшуються. Усунення втрат дає прибавку ресурсів споживання до

© В.А. Музиченко, І.В. Бондаренко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

30%, а затрати на це в 2-3 рази менші, ніж на додаткове виробництво такого ж об'єму продукції.

Вирішення проблеми інтенсифікації виробництва потребує розробки відповідних новітніх технологій. Одним із таких методів є електротехнологія. Впровадження цих методів у сільськогосподарське виробництво гальмує недостатня обґрунтованість режимів обробки, а відтак - нестабільність її результатів. Процес вирощування продукції та її зберігання є довготривалим, а тому результати впливу фізичних чинників на біологічний об'єкт проявляються здебільшого в кінці сезону. Режими обробки визначаються за результатами попередніх років, без врахування особливостей продукції, вирощеної в поточному році. Зворотний зв'язок від об'єкта обробки під час самої обробки, або відразу після неї дасть можливість оцінити ефективність обробки на тому етапі, коли ще є можливість відкоригувати режими обробки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Оскільки фізіологічні процеси в організмах супроводжують електричні процеси, така інформація може бути отримана за допомогою вимірювання біопотенціалів. Вони є якісними показниками функціональної реакції рослинних об'єктів на чинники зовнішнього впливу [1,2]. На основі аналізу біопотенціалів рослин регулюються подача живильного розчину в спорудах захищеного ґрунту [3], параметри мікроклімату [4,5], а також визначаються режими передсадивної електромагнітної обробки картоплі [6,7].

Встановлено, що електрообробка рослинної продукції з соковитими тканинами супроводжується зміною її біопотенціалів [8]. Процеси зміни однієї з таких характеристик, а саме біопотенціалів, описано на основі рівнянь енергетичного балансу [9].

Отримано аналітичні залежності біопотенціалів рослинної продукції з соковитими тканинами від тривалості та інтенсивності обробки, а також залежності тривалості обробки цієї продукції від її ефективності [10].

Для розрахунків режимів обробки необхідні аналітичні вирази, які встановлюють зв'язок між режимами обробки, ефективністю обробки та властивостями об'єкта обробки. Для цього треба встановити аналітичну залежність біопотенціалів від тривалості, інтенсивності та частоти електромагнітного поля при обробці біологічних об'єктів з врахуванням властивостей об'єкта обробки і на основі цього отримати залежність ефективності обробки від цих же чинників. Відтак вирішується завдання розрахунку режимів обробки в залежності від заданої ефективності обробки та властивостей об'єкта обробки.

Мета досліджень – визначення енергозберігаючих режимів обробки біологічних об'єктів.

Для досягнення цієї мети потрібно отримати аналітичні вирази, що описують залежність ефективності обробки біологічних об'єктів, зокрема рослинної продукції з соковитими тканинами, від тривалості обробки в електромагнітному полі і його параметрів: інтенсивності та частоти, а також вирази, які дають змогу визначати режими обробки в залежності від запланованої ефективності обробки.

Результати досліджень Актуальність роботи полягає в можливості зменшення енергозатрат при обробці і зменшення питомих енергозатрат шляхом оптимізації режимів обробки за рахунок отримання зворотного зв'язку від об'єкта обробки. Це дасть можливість розробити єдину систему за участю біологічних об'єктів та технічних засобів.

Розв'язок поставленої задачі досягається моделюванням впливу режимів обробки на її ефективність.

Залежність біопотенціалу від тривалості обробки [10] визначається виразом

$$Q^t = Q_{\infty}^t \left(1 - e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} \right) + Q_{поч} e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}}, \quad (1)$$

де Q^t - поточне значення біопотенціалу об'єкта при обробці протягом $t_{об}$; Q_{∞}^t - значення біопотенціалу, якого може досягнути об'єкт при $t_{об} = \infty$; $\tau_{об}$ - тривалість обробки; $\tau_{об}$ - стала тривалості обробки; $Q_{поч}$ - біопотенціал до початку обробки чи зберігання.

Фізична суть сталої тривалості обробки – властивість матеріалу, що обробляється, сприймати енергію з певною швидкістю відповідно до експоненціальної залежності (1), яка описує цей процес.

Отримана аналогічна залежність біопотенціалу від інтенсивності обробки. Інтенсивність обробки, залежно від її виду, може бути виражена через напругу, що прикладається до робочого органу, напруженість електромагнітного поля, концентрацію аероіонів тощо, наприклад:

$$Q^u = \left(1 - e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} \right) Q_{\infty}^u + Q_{поч} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}}, \quad (2)$$

де Q^u - поточне значення напруги; $r_{об}$ - стала інтенсивності обробки; Q_{∞}^u - гіпотетичне значення біопотенціалу, якого може досягнути об'єкт при нарузі, прикладеній до робочого органу, $U_{об} = \infty$.

Залежність стану біологічного об'єкта при обробці його в електромагнітному полі від його частоти аналогічна залежності заряду (біопотенціалу) об'єкта обробки від тривалості чи інтенсивності обробки:

$$Q^f = \left(1 - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}}\right) Q_{оч}^f + Q_{поч} e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}}, \quad (3)$$

де Q^f - поточне значення заряду об'єкта при обробці його з частотою $f_{об}$; $f_{об}$ - частота обробки; $w_{об}$ - стала частоти обробки; $Q_{оч}^f$ - гіпотетичне значення біопотенціалу, якого може досягнути об'єкт при частоті електромагнітного поля $f_{об} = \infty$.

Вважатимемо, що:

$$Q_{оч}^f = Q_{об}^u, \quad (4)$$

$$Q_{оч}^u = Q_{об}^f, \quad (5)$$

$$Q_{оч}^f = Q_{оч}^{abc}. \quad (6)$$

Спільний розв'язок (1) – (6) буде:

$$Q_{об}^{f,u,f} = \left\{ \left[\left(1 - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}}\right) Q_{оч}^f + Q_{поч} e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}}\right] \left(1 - e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}}\right) + Q_{поч} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}}\right\} \left(1 - e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}}\right) + Q_{поч} e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}}. \quad (7)$$

Ефективність обробки залежно від її тривалості, інтенсивності та частоти електромагнітного поля визначимо як відношення різниці між початковим та поточним значенням заряду до різниці між початковим та тим значенням заряду, якого об'єкт може досягти при обробці протягом досить тривалого часу за необмежених (гіпотетично) інтенсивності обробки та частоті електромагнітного поля:

$$Y_{об}^{u,t,f} = \frac{Q_{поч} - Q_{об}^{u,t,f}}{Q_{поч} - Q_{оч}^{abc}}. \quad (8)$$

Підставивши (7) в (8), маємо:

$$Y_{об}^{u,t,f} = 1 - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} - e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} - e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} + e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} + e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} + e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}}. \quad (9)$$

Ця залежність відповідає ефективності обробки від трьох факторів. У даному випадку для отримання залежності ефек-

тивності обробки від двох факторів – один з них не може бути прирівняний до нуля, оскільки всі вони мають якесь значення (кожен з них може як змінюватися, так і бути усталеним). При відсутності обробки всі вони дорівнюють нулю, а ефективність обробки тоді згідно з (9) також дорівнює нулю.

При відсутності втрат після обробки ефективність обробки є максимально можливою і дорівнює одиниці.

Аналогічні графічні залежності можна отримати при фіксованих значеннях інших двох факторів.

Залежності ефективності обробки від двох факторів отримані за тією ж методикою, що й залежність ефективності обробки від трьох факторів, наприклад, від робочої напруги та частоти електромагнітного поля:

$$Y_{об}^{u,f} = 1 - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} - e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} + e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} \quad (10)$$

З (9) маємо залежність тривалості обробки від її сталої, що визначається властивостями об'єкта обробки, бажаної ефективності та інтенсивності обробки, а також частоти електромагнітного поля при обробці і їх сталих, які характеризують здатність об'єкта сприймати енергію під час обробки:

$$t_{об} = -\tau_{об} \ln \left(1 - \frac{Y_{об}^{u,t,f}}{1 - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} - e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} + e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}}} \right) \quad (11)$$

Ідентичні залежності і для визначення інтенсивності обробки та частоти електромагнітного поля:

$$f_{об} = -w_{об} \ln \left(1 - \frac{Y_{об}^{u,t,f}}{1 - e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} - e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}} + e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} e^{-\frac{u_{об}}{r_{об}}}} \right) \quad (12)$$

$$u_{об} = -r_{об} \ln \left(1 - \frac{Y_{об}^{u,t,f}}{1 - e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} - e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}} + e^{-\frac{f_{об}}{w_{об}}} e^{-\frac{t_{об}}{\tau_{об}}}} \right) \quad (13)$$

Залежності (9), (11) - (13) є основою математичної моделі для отримання оптимальних режимів обробки.

Адекватність залежності біопотенціалів від тривалості обробки доведена в [8].

Отримані результати необхідні для визначення оптимальних режимів обробки рослинної продукції з соковитими тканинами (наприклад, картоплі) з метою зменшення втрат при зберіганні та покращення її садивних якостей і в кінцевому підсумку підвищення урожайності.

Висновки

Методичні принципи, закладені в роботі, придатні для використання в моделюванні процесів впливу фізичних чинників на біологічний об'єкт.

Отримано вираз, який дає можливість прогнозувати ефективність обробки в залежності від режимів обробки в електромагнітному полі: тривалості, інтенсивності та частоти електромагнітного поля, а також властивостей об'єкта обробки.

Отримано вирази, які дають змогу оптимізувати режими обробки в залежності від запланованої ефективності обробки та властивостей об'єкта обробки.

В подальшому буде розроблена математична модель для отримання енергозберігаючих режимів обробки та встановлені залежності, які моделюють процеси, що відбуваються в біологічних об'єктах після обробки.

Будуть визначені аналітичні залежності ефективності зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами від режимів обробки та тривалості зберігання, а також залежності урожайності від режимів стимуляції садивного матеріалу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Савченко В.В.* Вплив електромагнітної обробки на фізико-хімічні процеси в картоплі // Науковий вісник НУБіП України. - 2010. - № 148. - С.86-92.
2. *Куценко Ю.М., Селезньов Г.П., Олійник Г.І.* Пристрій для вимірювання біоелектричних потенціалів рослин // Міжвід. темат. наук. зб. Механізація та електрифікація сільського господарства. - Глеваха, 2006. - Вип. 90. - С. 301-306.
3. *Мартыненко И.И., Безкровный Н.Ф.* Подача питательного раствора в сооружениях защищенного грунта на основе анализа биопотенциалов растений // Автоматизация технологических процессов в животноводстве и растениеводстве - важнейший фактор реализации Продовольственной программы СССР: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. 21-22 ноября 1985 г. - К.: 1985. - С. 39-41.
4. *Мартыненко И.И., Мартыненко А.И., Федоров В.М.* Использо-

- ние информации от растений в системе регулирования параметров микроклимата теплицы // Проблемы внедрения кибернетики в сельскохозяйственном производстве: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. / ВАСХНИЛ. – 1986. – С. 183-184.
5. *Мартыненко И.И., Мартыненко А.И.* Энерго- и ресурсосберегающее управление микроклиматом в теплицах с использованием информации от растений // Третий съезд ассоциации инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (АВОК): Сб. докл. – М., 1993. – С. 133-135.
 6. *Савченко В.В.* Визначення ефекту електромагнітної обробки картоплі // Науковий вісник НУБіП України. - 2010. - №153. – С. 138-145.
 7. *Савченко В.В.* Вплив енергетичної дози обробки картоплі у магнітному полі на біопотенціал і урожайність // Науковий вісник НУБіП України. - 2011. - № 163, Ч.3. – С.73-79.
 8. *Мартыненко И.И., Линник Н.К., Музыченко В.А.* Определение потенциальной лёжкости и режимов обработки растительного сырья с сочными тканями // Энегосберегающие технологии в растениеводстве и мобильной энергетике. - М. – Ч.2. - ГНУ ВИЭСХ, 2006. – С. 185-193.
 9. *Музыченко В.А.* Використання біопотенціалів для контролю за станом рослинної продукції // Механізація і енергетика сільськогосподарства: IV Міжнародна науково-технічна конференція MOTROL 2003. – Люблін-Київ. – 21-23 травня 2003р. – Т.6. - С. 352-356.
 10. *Музыченко В.А.* Моделювання процесу аероіонної обробки рослинної сировини // Вісник аграрної науки. – 1998. - №4. - С. 54-57.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Получено выражение, которое даёт возможность прогнозировать эффективность обработки в зависимости от режимов обработки в электромагнитном поле: продолжительности, интенсивности и частоты электромагнитного поля, а также свойств объекта обработки.

Получены выражения, которые дают возможность оптимизировать режимы обработки в зависимости от запланированной эффективности обработки и свойств объекта обработки.

Методические принципы, заложенные в работе, пригодны для использо-

вания в моделировании процессов влияния физических воздействий на биологический объект.

Ключевые слова: растительная продукция с сочными тканями, хранение, аэроионы, сокращение потерь, биопотенциалы, режимы обработки.

MODE OF ELECTROMAGNETIC TREATMENT OF BIOLOGICAL OBJECTS

An expression that makes it possible to predict the effectiveness of treatment depending on the mode of processing in the electromagnetic field: the duration, intensity and frequency electromagnetic fields, and properties of the object processing.

The expressions that allow you to optimize treatment regimes depending on the planned performance and processing properties of the object processing.

Methodical principles set out in the work, suitable for use in modeling processes influence of physical factors on biological objects.

Key words: vegetative production with juicy fabrics, air, ion, treatment, storage, abridgement of waste, biopotentials, modes of processing.

УДК 620.92

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ФОТОБІОРЕАКТОРА ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ*

С.О. Тарнавський, наук. співр.
ННЦ «ІМЕСГ»

Приведено дані експериментальних досліджень по культивуванню мікробіодорості у фотобіореакторі, в якому застосовано принцип розширювання суспензії на вертикальних підстилюючих поверхнях.

Ключові слова: фотобіореактор, процес культивування мікробіодоростей, приріст.

Проблема. Останнім часом у світі постала проблема обмеження запасів викопного палива – вугілля, нафти, газу. Підвищення попиту на

* Науковий керівник – д.т.н., проф. О.І. Адаменко

© С.О. Тарнавський.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.