

ЗМІНА БІОПОТЕНЦІАЛУ БУЛЬБИ КАРТОПЛІ ПРИ ОБРОБЦІ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ

Синявський О. Ю., Савченко В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Наведено результати дослідження впливу параметрів процесу обробки картоплі у магнітному полі на зміну її біопотенціалу.

Постановка проблеми. Забезпечення населення України високоякісною плодоовочевою продукцією власного виробництва є одним із найважливіших народногосподарських завдань.

Нині урожайність картоплі в Україні є низькою – 120 – 140 ц/га. Підвищення ефективності її вирощування можливе при застосуванні енерго- та ресурсозберігаючих технологій, серед яких однією з перспективних є магнітна обробка картоплі.

Впровадження технології магнітної обробки картоплі зумовлює вибір параметрів обробки та створення електротехнологічного комплексу, які сприяють підвищенню урожайності і якості товарної продукції, що є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Магнітна обробка картоплі порівняно з іншими електрофізичними методами є енергозберігаючим, екологічним і безпечним для обслуговуючого персоналу методом.

Проведені дослідження у Білоруському НДІ картоплярства і овочівництва та Ульяновському сільськогосподарському інституті показали, що навіть при передпосадковій обробці картоплі у магнітному полі з невеликою магнітною індукцією 4 мТл урожайність підвищується на 5 %, маса товарних бульб – до 6 %, мілка фракція зменшується на 9 %. В бульбах збільшується на 15 % вміст крохмалю, білку та вітаміну С. Зменшуються втрати при зберіганні з 25 – 30 % до 4 – 5 %. Для визначення параметрів обробки картоплі у магнітному полі необхідно дослідити його вплив на зміну електрофізичних параметрів і урожайність картоплі, що дає можливість обґрунтувати конструктивні параметри та розробити електротехнологічний комплекс для магнітної обробки картоплі.

Мета статті. Визначення найбільш ефективного режиму передпосадкової обробки картоплі у магнітному полі на основі дослідження зміни її біопотенціалу.

Основні матеріали дослідження. Стимуляція картоплі пов'язана із зростанням швидкості хімічних та біохімічних реакцій, які за своєю суттю є переважно окислювально-відновними. Коефіцієнт швидкості визначається за рівнянням Вант-Гоффа-Арреніуса:

$$k = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \quad (1)$$

де k_0 – передекспоненціальний множник;
 E_a – енергія активації;
 R – універсальна газова стала;
 T – температура.

Ефекти, які відбуваються при магнітній обробці картоплі, викликані дією на іони сили Лоренца, яка підвищує або знижує вірогідність взаємодії катіонів і аніонів внаслідок зміни відстані між ними і кінетичної енергії відносного руху вздовж лінії центрів. Це зумовлює зміну швидкості хімічної реакції, відповідно, відбувається процес стимуляції.

Зміна енергії активації і викликана нею зміна швидкості хімічних реакцій викликає зміну біопотенціалу картоплі [1]. Використовуючи рівняння Вант-Гоффа-Арреніуса та Нернста встановлено, що зміна біопотенціалу при магнітній обробці пропорційна зміні енергії активації:

$$\Delta БП = 2,3^2 \frac{\Delta E_a}{zF}, \quad (2)$$

де z – заряд іона;
 F – число Фарадея.

Згідно з теорією зіткнень хімічні наслідки зіткнень залежать від кінетичної енергії відносного руху вздовж лінії центрів. При магнітній обробці картоплі внаслідок дії сили Лоренца змінюється нормальна складова швидкості іона v_n , (рис. 1).

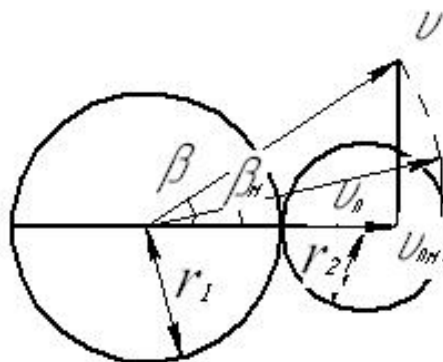


Рисунок 1 – Діаграма зіткнень іонів

$$\Delta v_n = v \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta), \quad (3)$$

або

$$\Delta v_n = r \cdot q \cdot B \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta) / m, \quad (4)$$

де r – радіус кола, по якому відбувається рух іона;
 q – заряд іона;

B – магнітна індукція;

m – маса іона,

β_m і β – кут між вектором швидкості і лінією, яка з'єднує центри часток відповідно, при магнітній обробці і без магнітної обробки.

Як впливає з виразу (4), зміна нормальної складової швидкості іона залежить від магнітної індукції, виду іонів (їх маси і заряду) та наявності перемагнічування, бо при реверсі змінюється орієнтація іонів (відповідно кут β_m).

Внаслідок зміни нормальної складової швидкості іонів зміниться кінетична енергія відносного руху часток вздовж лінії центрів:

$$\Delta E_n = \frac{\mu \cdot \Delta v_{nm}^2}{2} + \mu \cdot v_n \cdot \Delta v_{nm}, \quad (5)$$

μ – зведена маса часток.

Із урахуванням (4) вираз (5) прийме вигляд:

$$\Delta E_n = \frac{\mu \cdot K^2 B^2}{2} + K \cdot \mu \cdot v_n \cdot B, \quad (6)$$

де K – коефіцієнт, який залежить від виду іонів та кількості перемагнічувань:

$$K = r \cdot q \cdot B \cdot (\cos \beta_m - \cos \beta) / m. \quad (7)$$

Таким чином, зміна кінетичної енергії, відповідно, і коефіцієнта швидкості хімічної реакції при магнітній обробці картоплі визначаються величиною магнітної індукції і нормальною складовою кутової швидкості іонів.

Тоді зміна біопотенціалу, ОВП та рН:

$$\Delta БП = \frac{2,3^2 K \mu}{zF} \left(\frac{KB^2}{2} + v_n B \right). \quad (8)$$

Проведені дослідження показали, що оцінювати зміну енергії активації та визначати ефект магнітної обробки доцільно за зміною біопотенціалу. Для цього вимірюють окислювально-відновний потенціал картоплі до магнітної обробки і після неї та порівнюють їх різницю із значенням розширеної невизначеності вимірювань, яка складає 2 мВ.

Експериментальні дослідження зміни біопотенціалу картоплі при магнітній обробці виконувалися на лабораторній установці з електромагнітами. Знакоміне магнітне поле створювалося чотирма індукторами, увімкненими зустрічно-паралельно. Магнітну індукцію у повітряному зазорі індуктора регулювали зміною напруги постійного струму, прикладеної до котушок індукторів. Величину магнітної індукції вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху картоплі через магнітне поле змінювали за допомогою перетворювача частоти Delta VFD004EL43A. Платиновий вимірювальний і хлорсрібний допоміжний електрод встромлювали у картоплю і за допомогою іо-

номера ЭВ-74 вимірювали окислювально-відновний потенціал картоплі до магнітної обробки і після неї.

При дослідженні впливу магнітної індукції на зміну біопотенціалу картоплі при магнітній обробці магнітну індукцію у повітряному зазорі індуктора змінювали у межах 0 – 50 мТл при швидкості руху картоплі через магнітне поле 1,0 м/с, яка відповідає швидкості транспортерів у потокових лініях передпосадкової обробки картоплі (рис. 2). При зміні магнітної індукції від 0 до 30 мТл біопотенціал картоплі зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції зменшуються. Залежність біопотенціалу картоплі від магнітної індукції описуються рівнянням:

$$\Delta БП = -0,0272B^2 + 2,1362B \quad (6)$$

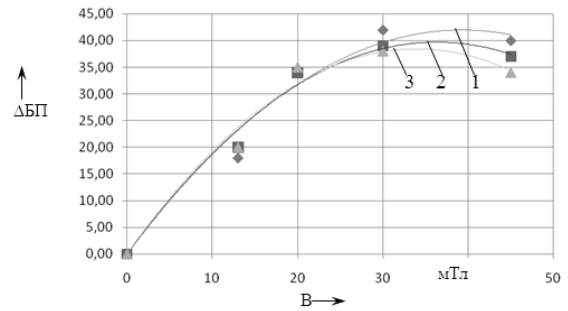


Рисунок 2 – Залежність зміни біопотенціалу від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – у день обробки; 2 – через два тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки

Дослідження впливу швидкості руху стрічки транспортера при магнітній обробці картоплі на зміну її біопотенціалу та рН виконувалися із застосуванням метода планування експерименту. При дослідженнях використовувався ортогональний центральнокмпозиційний план (план ПФЕ 2² і зіркові точки) [3].

Межі зміни магнітної індукції (15...45 мТл) та значення верхнього, нижнього і основного рівня фактору визначали на основі проведених однофакторних експериментів, а межі зміни швидкості стрічки транспортера (0,5...1,0 м/с) – у відповідності зі СНиП 2.05.07-85. На основі багатфакторного експерименту отримали рівняння регресії зміни біопотенціалу, яке для 5%-ного рівня значущості має вигляд:

$$\Delta БП = 24,12 + 1,44B - 19,66v + 0,57Bv - 0,027B^2, \quad (9)$$

де v – швидкість руху стрічки транспортера.

Залежність зміни біопотенціалу картоплі від магнітної індукції і швидкості руху стрічки транспортера при магнітній обробці показана на рис. 3.

Проведений багатфакторний експеримент дав можливість встановити вплив енергетичної дози обробки на зміну біопотенціалу картоплі. Енергетичну дозу обробки можна визначити за формулою:

$$D = \frac{Wt}{m} = \frac{W}{Q}, \quad (10)$$

де W – енергія магнітного поля;
 t – час обробки; m – маса картоплі;
 Q – продуктивність транспортера

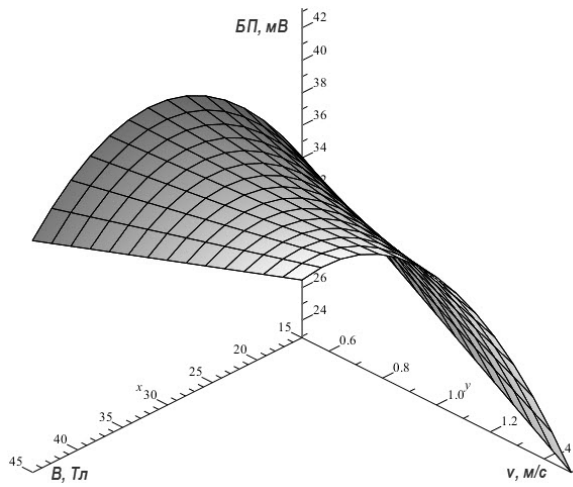


Рисунок 3 – Залежність зміни біопотенціалу картоплі від магнітної індукції і швидкості руху стрічки транспортера при магнітній обробці

Продуктивність транспортера пов'язана зі швидкістю залежністю:

$$Q = k_m v, \quad (11)$$

де k_m – коефіцієнт пропорційності.

Оскільки магнітна індукція змінюється вздовж стрічки транспортера, то енергія магнітного поля

$$W = \int \frac{B^2 b h}{2 \mu \mu_0} dl, \quad (12)$$

де b – ширина стрічки транспортера,
 h – висота шару оброблюваного матеріалу,
 l – шлях, який проходить картопля у магнітному полі при обробці.

Тоді енергетична доза обробки з урахуванням (11) і (12) становитиме:

$$D = \int \frac{B^2 b h}{2 \mu \mu_0 k_m v} dl = \frac{B_m^2 b h l}{6 \mu \mu_0 k_m v}, \quad (13)$$

де B_m – значення магнітної індукції у площині установки магнітів.

Залежність зміни біопотенціалу картоплі від енергетичної дози обробки показана на рис.4. Найбільше біопотенціал картоплі змінюється при енергетичній дозі обробки 0,23 Дж·с/кг, яка відповідає магнітній індукції 30 мТл і швидкості стрічки транспортера 1 м/с.

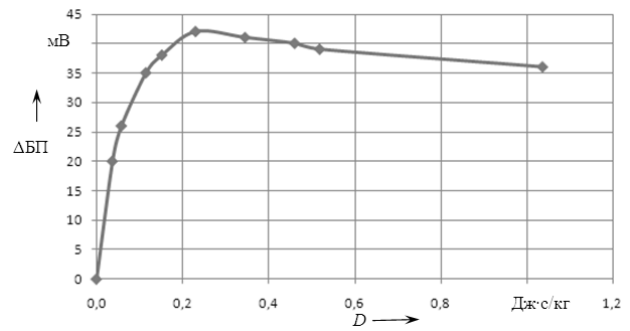


Рисунок 4 – Залежність зміни біопотенціалу картоплі від енергетичної дози обробки

Багатократна обробка картоплі у магнітному полі при відповідному значенні магнітної індукції зміна і швидкості руху стрічки транспортера не впливає на ефект магнітної обробки картоплі, який зберігається протягом місяця.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що найдоцільнішим режимом магнітної обробки картоплі перед посадкою є магнітна індукція 30 мТл при чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху стрічки транспортера 1 м/с.

Список використаних джерел

1. Савченко В. В. Вплив електромагнітної обробки на фізико-хімічні процеси в картоплі / В. В. Савченко // Науковий вісник НУБіП України. – К: НУБіП, 2010. – № 148. – С. 86-32.
2. Синявський О. Ю. Магнітна обробка картоплі / О. Ю. Синявський, В. В. Савченко // Праці Таврійського держ. агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, Т.10 – С. 170-173.
3. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский – М.: Наука, 1976. – 278 с.

Аннотация

ИЗМЕНЕНИЕ БИОПОТЕНЦИАЛА КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Синявский А. Ю., Савченко В. В.

Приведены результаты исследования влияния параметров процесса обработки картофеля в магнитном поле на изменение его биопотенциала.

Abstract

CHANGE IN BIOPOTENTIAL POTATO TUBERS AT THE TREATMENT IN A MAGNETIC FIELD

A. Sinyavsky, V. Savchenko

The results of the study parameters influence the processing of potatoes in a magnetic field to change its biopotential.