

ВИЗНАЧЕННЯ ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Г.Б. Іноземцев, доктор технічних наук
О.В. Окушко, кандидат технічних наук
e-mail: oaleks@ukr.net*

Встановлено можливість прогнозування лежкості рослинної продукції з соковитими тканинами за допомогою окислювально-відновного потенціалу.

Ключові слова: зберігання, лежкість, рослинна продукція з соковитими тканинами, окислювально-відновний потенціал, технологічний процес, енергія Гіббса

Рослинна продукція, яка закладена на тривале зберігання після обробки її, в т.ч. і електротехнологічними методами, потребує контролю всіх процесів життєдіяльності (дихання, засвоєння вуглекислого газу рослинами, обмін речовин) для зменшення можливих втрат маси і подовження збереження природної якості самого продукту.

Мета досліджень – встановлення можливості прогнозування лежкості рослинної продукції з соковитими тканинами за допомогою окислювально-відновного потенціалу.

Матеріали та методика досліджень. Процеси життєдіяльності рослинних продуктів із соковитими тканинами під час зберігання залежать від багатьох факторів (сорт, якість продукції при закладанні тощо), що впливає на проходження хімічних реакцій у самому продукті. Керуючи цими реакціями, під час зберігання можна впливати на рослину, підвищуючи її лежкість та отримуючи в кінці зберігання продукти більш високої якості.

Враховуючи те, що кожний рослинний продукт із соковитими тканинами складається з системи живих клітин, в якій постійно відбуваються процеси дихання, обміну речовин та ін., у них постійно проходять окислювально-відновні хімічні реакції.

Окислювально-відновними реакціями (ОВР) називають реакції зі зміною ступеня окислення реагуючих речовин. При цьому зміна ступеня окислення відбувається з приєднанням або із віддачею електронів. Таким чином, процеси приєднання або віддачі електронів можна розглядати як відновлення або окислення (пригнічення) хімічних процесів у клітинах рослини.

Ефективність проходження окислювальних або відновлювальних реакцій рослинних продуктів визначається величиною окислювально-відновного потенціалу (ОВП) напівреакції (редокс-пари).

Цей потенціал експериментально вимірюють за допомогою окислювально-відновного електрода, виготовленого з інертного матеріалу (платина, золото, графіт, скловуглець), який занурено у водний розчин продукту.

Результати досліджень. Відомо, що рослинні продукти характеризуються конкретним окислювально-відновним потенціалом, тобто величиною енергії, яку необхідно прикласти для того, щоб відірвати електрон від атома.

Виходячи з цього, можна стверджувати про можливість контролю (прогнозування) стану лежкості рослинного продукту з соковитими тканинами шляхом дослідження характеру зміни окислювально-відновного потенціалу, який і характеризує окислювально-відновні реакції у рослинному продукті з соковитими тканинами, що дозволить визначати стан такого продукту під час зберігання.

Під час проведення досліджень з аероіонізаційної обробки продуктів із соковитими тканинами (картопля, морква, буряк) із застосуванням активної вентиляції нами було проведено вивчення стану лежкості шляхом визначення окислювально-відновного потенціалу таких продуктів.

Вимірювання абсолютного значення окислювально-відновного потенціалу рослинного продукту є достатньо складним технологічним процесом. Тому під час досліджень значення ОВП досліджуваних редокс-пар різних продуктів нами вимірювалось і порівнювалось значення ОВП щодо найбільшої різниці потенціалів контрольного зразка необроблюваного продукту з оброблюваним.

Як вимірювальний прилад було використано рН-метр-мілівольтметр типу рН-150, який призначений для вимірювання окислювально-відновного потенціалу (E_h), температури водяних розчинів тощо. Цей прилад застосовують у виробництві. Вимірювання величини окислювально-відновних потенціалів відбувається за рахунок вимірювального перетворювача та набору електродів. На рис. 1 наведено схему вимірювання ОВП у рослинному продукті з соковитими тканинами на прикладі картоплі.

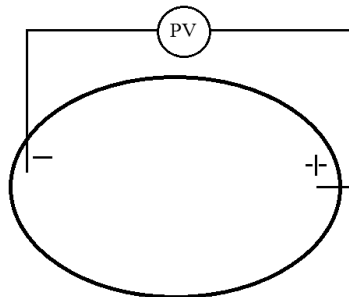


Рис. 1. Схема визначення ОВП

Контрольні вимірювання проводилися через кожні 15 діб протягом всього терміну зберігання (листопад – квітень) в умовах, близьких до виробничих.

Із кожної партії зразків (оброблених і необроблених) були взяті контрольні зразки (20 % від всіх зразків), на яких проводились контрольні вимірювання.

При проведенні нами досліджень, впливу зміни окислювально-відновних процесів рослинних продуктів з соковитими тканинами протягом тривалого періоду зберігання, було встановлено, що величина ОВП, як і маса продукції, суттєво змінюється [2]. Це зумовлено зміною інтенсивності життєдіяльності рослини у різні періоди зберігання. Поясненнями цих процесів є елементи термодинамічної теорії рушійних сил і електродних потенціалів, а саме стандартний потенціал реакції (E^0) (стандартна ЕРС реакції). Такий потенціал рівний різниці стандартних ОВП, які беруть участь у реакції редокс-пар (напівреакцій) і пов'язано зі стандартною зміною енергії Гіббса (ΔG^0). Ця величина показує зміну енергії у процесі проходження хімічної реакції і сприяє можливості протікання хімічної реакції). Вона описується так:

$$\Delta G^0 = -nFE^0, \quad (1)$$

де n – число електронів, яке бере участь в окислювально-відновлювальній реакції; F – число Фарадея.

Енергію Гіббса можна розуміти як повну хімічну енергію системи, а саме протікання ізобарно-ізотермічного процесу, який визначається двома факторами: ентальпійними, які пов'язані зі зменшенням ентальпії системи (ΔH), і ентропійними ($T\Delta S$), які обумовлені збільшенням безладу у системі внаслідок зростання її ентропії. Різниця цих термодинамічних факторів є функцією стану системи, так званим ізобарно-ізотермічним потенціалом або вільною енергією Гіббса, яка описується виразом:

$$G = U + PV - TS, \quad (2)$$

де U – внутрішня енергія системи; P – тиск; V – об'єм; T – абсолютна температура; S – ентропія.

Із термодинаміки рівноважних процесів [1] також відомо, що у випадку зміни енергії Гіббса при будь-якій хімічній реакції (< 0), то ця реакція протікає самовільно у прямому напрямку, а якщо значення ОВП (> 0) – у зворотному. Враховуючи, що окислювально-відновна реакція протікає у напрямку від сильнішого окислювача і відновника до більш слабшого, то така реакція проходить до встановлення стану рівноваги.

Висновки

Наведений вище матеріал дає всі підстави стверджувати про те, що у період відновлення рослинним продуктом (післязбиральний період та період середини лежкості) своїх природних властивостей у ньому відбувається інтенсивне поновлення хімічних процесів, а отже і пришвидшення окислювально-відновних процесів, що призводить до збільшення його ОВП (> 0). А у періоди, коли рослина знаходиться у стані спокою хімічні реакції загальмовані. (ОВП < 0). Це підтверджується отриманими експериментальними результатами (рис. 2) [2].

Крім цього, отримані нами результати дають можливість регулювання окислювально-відновних реакцій у рослинній продукції шляхом вимірювання ОВП, а отже і прогнозувати лежкість, що дає змогу зменшити втрати маси рослинним продуктом, підвищення якості та

внесення необхідних змін в агротехнічні вимоги щодо регулювання кількості обробок.

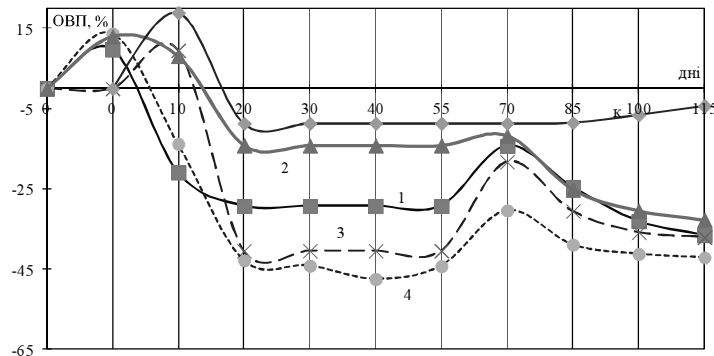


Рис 2. Зміна ОВП картоплі протягом зберігання залежно від дози обробки:

1 – 24 кВ, 100 мм; 2 – 24 кВ, 300 мм; 3 – 44 кВ, 100 мм;
4 – 44 кВ, 300 мм; К – контрольний

Список літератури

1. Базаров И. П. Термодинамика. / И.П. Базаров . – М.: Высш. шк., 1991. – 376 с.
2. Пат. № 56552 Україна, А23L3/32, G01N33/02. Спосіб прогнозування лежкості плодоовочевої продукції / Іноземцев Г.Б., Окушко О.В.; заявник Національний аграрний університет. –№а200807595; заявл. 03.06.2008; опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОДУКЦИИ

Г.Б. Иноземцев, О.В.Окушко

Установлена возможность прогнозирования лежкости растительной продукции с сочными тканями с помощью окислительно-восстановительного потенциала.

Ключевые слова: хранение, лежкость, растительная продукция с сочными тканями, окислительно-восстановительный потенциал, технологический процесс, энергия Гиббса

DEFINITIONS REDOX POTENTIAL LONGEVITY PREDICTION FOR PLANT PRODUCTION

G. Inozemtsev, O. Okushko

The possibility of predicting keeping quality plant products with succulent tissues using redox potential.

Keywords: storage, keeping quality, plant products with succulent tissues, redox potential, process, Gibbs energy