

PHENOMENOLOGICAL APPROACH IN DEVELOPING TECHNOLOGIES STABILIZATION PLANT PRODUCTS

I. Gonta

Uman National University of Horticulture

I. Maksymenko, S. Myronenko

National university of food technologies, Kyiv

| Key words: | ABSTRACT |
|--|---|
| asparagus, stabilization, physical influences, vacuum processing, osmotic pressure, energy, momentum, microorganisms, flora, law | This publication contains information on the peculiarities of phenomenological approaches in the development of technologies stabilization plant products. Grounded research program, the capability and technology development and stabilization of asparagus derivatives processing. The possibility of using a phenomenological analysis of prognostic assessments at the protective influence of the environment on microorganisms. These impacts include osmotic pressure, variable physical pressure, initial temperature at a fixed end, the number of cycles of vacuum handling or exposure time in vacuumed condition. It is shown that the osmotic pressure in the external environment for microbial cells is accompanied by a protective effect, the appearance of which can be explained by the effect of plasmolysis cells. In theory it is shown that the pressure drop in the system when approaching zero mass transfer resistance increases to infinity. This position determines the feasibility of establishing evacuated packages with stabilized pressure. |
| Article history: Received 8.09.2014 Received in revised form 15.09.2014 Accepted 10.11.2014 | |
| Corresponding author: lud@mail.ru | |

ФЕНОМЕНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ В РОЗРОБКАХ ТЕХНОЛОГІЙ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

І.А. Гонта

Уманський національний університет садівництва

І.Ф. Максименко, С.М. Мироненко

Національний університет харчових технологій

В публікації наведено інформацію щодо особливостей застосування феноменологічних підходів в розробках технологій стабілізації продукції рослинного походження. Обґрунтовується програма досліджень, оцінка можливостей і розробка технологій стабілізації спаржі та похідних її переробки.

Ключові слова: *спаржа, стабілізація, фізичні впливи, вакуумна обробка, осмотичні тиски, енергія, імпульси, мікроорганізми, флора, закон.*

Алгоритмом наукового дослідження визначається послідовність дій і кінцеві результати у формі математичних моделей, які пройшли експериментальну апробацію. Для його створення необхідно виконати певні передумови, початком яких має бути доведена необхідність виконання дослідження, отримання інформації щодо «індивідуальних» властивостей об'єкта. Продовженням створення моделі має бути феноменологічне узагальнення фізичної, хімічної

або термодинамічної формалізації. У нашому випадку специфіка і складна структура досліджуваної в роботі системи стосується по суті двох об'єктів. З одного боку маємо спаржу, як вихідну рослинну сировину з певними властивостями, а з іншого — в системі присутня мікрофлора. Розроблювана біофізична інноваційна технологія, що є завданням цього дослідження, має досягти припинення всякої взаємодії між вказаними об'єктами.

На основі відомої ієрархії математичних моделей [1, 2] перейдемо до переліку наступних положень, що використовуються в дослідженні:

— Вихідні (основні) закони природи, які мають гранично прості математичні відображення (закон збереження енергії в різних формах, закон збереження речовини).

— Всі загальні математичні описи явищ, пов'язаних з поняттям «поля» моделюються рівняннями математичної фізики, а саме диференціальними рівняннями другого порядку.

— При розв'язанні рівнянь попереднього пункту використовуються спрощення приведенням задачі до стаціонарної форми, зниження мірності простору до дво- або одномірного, припущення про сталість числових і розмірних коефіцієнтів.

— При побудові загальної структури дослідження використовувався феноменологічний принцип, принципи Ле Шательє, суперпозиції, а також враховувалися принципи еквівалентності і взаємності.

— При розробці феноменологічних напрямків досліджень і у зв'язку з переходом до розгляду фізико-хімічних процесів у біоструктурах враховувалися положення, які відрізняють живу клітину від інших утворень, що стосуються «неживої природи». До таких положень віднесено енерго- і масообмінні процеси біоструктур з навколишнім середовищем та внутрішні процеси, що забезпечують їх існування.

Недоліком останнього положення є відсутність достовірної наукової інформації, яка завершується лише описовим і, часто, гіпотетичним характером без математичних узагальнень навіть щодо найпростіших клітинних структур.

Оскільки в цій роботі розглядалися умови співіснування і відмирання рослинних і мікробіологічних структур, то було прийнято припущення про можливість повноти застосування фізичних законів у зв'язку з протиріччям законів еволюційного розвитку. Останнє стосується принципу Карно-Клаузіуса (другого закону термодинаміки) як закону безперервної дезорганізації і руйнування первинних структур, що відображується зростанням ентропії у навколишньому Всесвіті. Разом з тим біологія базується на принципі ускладнення, впорядкування і зменшення ентропії в локальних зонах її існування.

Вказане протиріччя стосується самої фізичної суті цього дослідження, проте воно підлягає розв'язанню на основі принципу І. Пригожина у формі: існує лише один тип фізичних законів, але відмінними є термодинамічні ситуації, в яких вони мають прояви поблизу і у віддаленні від стану рівноваги.

Дисипація структур має місце в безпосередній близькості до стану термодинамічної рівноваги. Зародження нових структур, їх впорядкування і розвиток мають місце за межами сталої термодинамічної стійкості.

У зв'язку з запланованими процесами обробки спаржі прийнято за можливе використовувати математичний апарат сучасної фізики для розгляду актів, що відбуваються в біоструктурах в рамках обмеженого часу вважаючи їх рівноважними і такими, які підлягають другому закону термодинаміки.

Завданням цього дослідження обрано стабілізацію спаржі з приведенням її або її похідних до асептичного стану за рахунок методів анабіозу або абіозу.

У переліку задач дослідження названі технології оброблювання, за яких у більшості випадків співпадають методи впливу на сировину і присутню мікрофлору. Методи впливу стосуються клітинного рівня, що формулює доцільність звертання щодо відповідної інформації відносно їх побудови і властивостей.

Клітинні структури рослинного походження є носіями розчинів різних комплексів сухих речовин, роль розчинників в яких виконує вода з вмістом від 70 до 90 %. Вологість свіжозібраної спаржі досягає 90...92 відсотки. Вміст вологої фракції мікроорганізмів як сапрофітних, так і привнесених також наближений до показника 90 %. Можливо сподіватися, що цей збіг є наслідком співеволюції або, навпаки, надзвичайної стійкості побудови. Масо- і енергообмін у системі рослинних структур і мікроорганізмів означає продовження активної життєдіяльності останніх на шкоду сировинним потокам. Завданням асептичної обробки середовищ є повне припинення вказаного масо- і енергообміну за рахунок відповідної

організації дифузії і осмосу та переходам від плазмолізу до тургору і навпаки, або за рахунок інших методів досягнення летальних станів. Ознакою їх досягнення по мікрофлорі є руйнування клітинних і цитоплазматичних оболонок.

Програмою досліджень передбачалася оцінка можливостей і розробка технології стабілізації та консервування спаржі. У зв'язку з цим дотримувалася наступна послідовність процесів та впливів:

- Після санітарної обробки і подрібнення на заданому рівні спаржа при температурі навколишнього середовища змішується з такими осмотично активними речовинами як цукор або поварена сіль. Співвідношення концентрацій в системі «сировина-консервант» визначається з врахуванням програмованих осмотичних тисків;

- Досвід попередньо виконаних досліджень показав, що досягнення консервувальних ефектів за рахунок цукру потребує співвідношення 1 : 1, а концентрація NaCl порівняно з цукром зменшується у 6 разів;

- Збільшення осмотичного тиску за зменшених концентрацій консервантів досягається частковим випаровуванням вологої фракції, яка виключена з рослинної структури осмомолекулярною дифузиею;

- Концентрування розчину передбачено в режимі вакуумного випарювання і воно може бути завершальною стадією розроблюваної технології або може бути продовженням у комбінації з іншими методами;

- Процес осмомолекулярної дифузії вологої фракції суттєво прискорюється в умовах швидкоплинного вакуумування середовища у вакуумній камері.

Вибір на користь вакуумної концентрації розчинів супроводжується наступними наслідками:

- досягається можливість здійснювати випаровування води при температурах, при яких зберігаються біологічно цінні компоненти середовища;

- виконання режиму обробки можливе у формі адіабатного кипіння, а подовжений процес вимагає енергетичної компенсації у зв'язку з втраченою середовищем теплотою пароутворення;

- влаштування пристрою для вакуумної обробки передбачає можливість здійснення перехідного процесу у зниженні тиску від атмосферного до значення $(1,2...2,0) \cdot 10^{-3}$ МПа в безперервному або ступінчастому режимі з заданими паузами витримки. Зниженим тискам відповідають температури фазового переходу для води, наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Температура фазового переходу води в залежності від тиску

| Температура фазового переходу, °С | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Тиск в системі, МПа | $6,025 \cdot 10^{-4}$ | $8,61 \cdot 10^{-4}$ | $1,2 \cdot 10^{-3}$ | $1,7 \cdot 10^{-3}$ | $2,3 \cdot 10^{-3}$ | $3,17 \cdot 10^{-3}$ | $4,2 \cdot 10^{-3}$ | $5,6 \cdot 10^{-3}$ | $7,28 \cdot 10^{-3}$ |

Якщо прийняти теплоту пароутворення у вказаному діапазоні температур $r = 2258$ кДж/кг і теплоємність води $c = 4,19$ кДж/(кг·К), то зниження температури середовища на кожні 10 °С супроводжується втратою 41,9 кДж кожним кілограмом середовища. Це дозволяє досягти випару у кількості:

$$m_b = \frac{41,9}{2258} = 0,0186 \text{ кг.}$$

Нижня температурна межа завакуумованого середовища визначається кінцевим мінімальним тиском, досяжним для пристрою. Для подальших розрахунків прийємо $t_{(к)min} 10$ °С. При цьому величина випару в одному циклі адіабатного кипіння визначається тільки початковою температурою середовища $t_{(н)max}$. Тоді величини випару з кожного кілограма середовища складуть значення, наведені у табл. 2.

Таблиця 2. Кількість випару води з 1 кг середовища в режимі адіабатного кипіння при різних початкових температурах і $t_{(к)min} = 10$ °С

| $t_{(н)}$, °С | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
| m_b , кг | 0,0279 | 0,0372 | 0,0465 | 0,0558 | 0,0651 | 0,0744 | 0,0837 | 0,093 | 0,112 | 0,13 |

Оскільки метою кожної складової дослідження було передбачено визначити фактори впливу щодо летальних ефектів, то в цій частині вводилося обмеження по температурі $t_{(n)\max} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ щоб виключити впливи високих температур.

Особливістю такого підходу є не просто організація вакуумного концентрування розчинів, а перехідний процес адіабатного пароутворення. Рідинна фаза середовища представлена клітинним соком середовища, у якому розчинено консервант. Процес осмомолекулярної дифузії при первинній оцінці виглядає як потужна складова зневоднення спаржі. Адіабатне пароутворення має безумовний прояв, який, по-перше, спостерігається візуально, а, по-друге, воно підтверджується різким і швидкоплинним зниженням температури. Збільшення початкової і кінцевої температур означає збільшення енергетичного потенціалу, що спрацьовує в обмеженому часі. Це означає потужність енергетичної трансформації в оброблюваному середовищі, а присутність фазового переходу вказує на обов'язкову присутність механічних впливів на клітини-носії вологої фракції. Паралельно з цим в таких трансформаціях задіяні і мікробні клітини, які супроводжують середовища. Оскільки наслідком таких змін є активне руйнування клітин спаржі та інтенсивна вологовіддача, то немає заборони феноменологічно перенести подібні наслідки на мікробні клітини. Хоча при цьому необхідно врахувати застереження, яке стосується прогнозу на кінцевий результат. Активна соковіддача рослинної сировини є наслідком руйнування клітин.

У зв'язку з цим відмітимо важливість паралельної дії двох факторів. Перший з них стосується осмотичного шоку в дії на клітини, а другий — глибокого порушення умови термодинамічної рівноваги, оскільки рідинна фаза у своїй первинній формі при зниженому тиску існувати не може. Єдиним можливим відгуком системи є перехід до нового стану рівноваги зі зменшенням надлишку енергетичного потенціалу під час фазового переходу.

Таким чином при паралельному впливі на всі клітинні структури поєднуються два потужних фактори, представлені осмотичним потенціалом системи і фазовим переходом під час досягнення нового рівноважного стану. Важливо, що ці фактори паралельно спрацьовують на видалення вологи. Якщо розглядати вплив осмотичного тиску на мікробні клітини, то видно, що початковий осмотичний шок з наступним осмомолекулярним масообміном повинен, як мінімум, завершитися плазмолізом і переходом до бактеріостатичного стану. Це означає, що досягнутим станом здійснено наближення до створення технології подовженого терміну зберігання продукції. При цьому підкреслимо, що стан плазмолізу спрацьовує на захист мікробних клітин з точки зору можливих механічних руйнувань клітинних оболонок, оскільки внутрішній фізичний тиск в них обмежений. Це означає, що підвищення осмотичних тисків середовищ слугує бар'єром при руйнуванні їх клітинних оболонок.

У зв'язку з викладеними міркуваннями запланована експериментальна перевірка основних положень оцінки осмотичних та фізичних потенціалів дії на рослинні структури спаржі і супроводжуючу мікрофлору.

Лабораторна установка цього дослідження складалася з пристрою для вакуумного оброблювання середовищ 1 з приймальним столиком 2 і комірками 3 з досліджуваними середовищами, вакуумного насосу 4, блоку термопар 5, комп'ютера 6 з принтером 7, мікроскопу 8, відеокамери 9, балону 10 з діоксидом вуглецю, вакуумного пакувального пристрою 11 Easy Pack фірми Webomatic (Німеччина), аналого-цифрового перетворювача 12 ICP DAS I-7018, аналітичних електронних ваг 13, камери Горяєва 14, сушильної камери 15 та камери заморожування 16 (рис. 1).

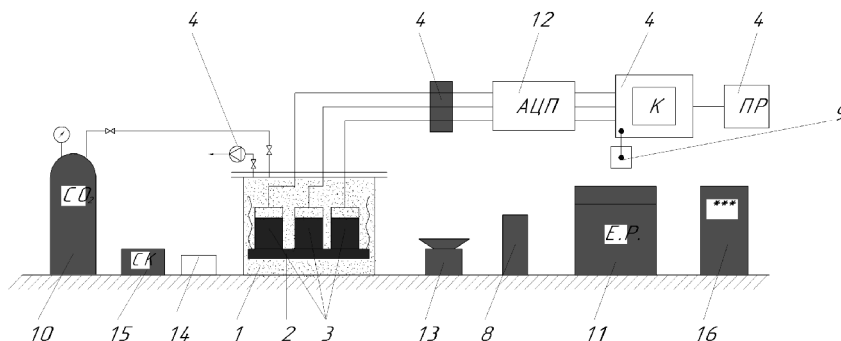


Рис. 1. Схема лабораторної експериментальної установки

Перша частина досліджень виконувалася зі ступінчатою зміною концентрації цукру з показниками 10, 20, 30, 40 та 50 % по масі спаржі з введенням хлібопекарських дріжджів як тест-культури мікроорганізмів. Функцією відгуку передбачалося визначення кінцевої температури за відомих початкових температур, втрати загальної маси середовищ за кожний цикл вакуумування та рівень досягнутих летальних ефектів.

Друга частина досліджень своїм завданням мала визначення рівня впливів осмотичних тисків на летальні ефекти в спеціальних умовах. Останні стосувалися того, що в паралельних умовах вакуумної обробки порівнювалися рівні летальних ефектів мікробної культури в концентрованому середовищі і в середовищі з абсолютним осмотичним тиском наближеним до нуля (у середовищі-дистилаті).

Очікувана різниця впливів вакуумного оброблювання середовищ пов'язана з полюсними значеннями внутрішніх тисків в клітинах. Клітини з концентрованих середовищ наближені до стану плазмолізу, а у середовищі дистилату спостерігається явище тургору.

Паралельна обробка різних середовищ мікроорганізмів в умовах однакових показників зміни тисків у вакуумній камері дозволяє досягти хоча б у першому наближенні диференційованої оцінки впливу фактора осмотичного тиску. У зв'язку з цим тест-культура мікроорганізмів відбирається з однієї поставки і здійснюється приготування розводок та проходження лаг-фази у термостаті з температурою 30 °С протягом 3 годин. Наступною виконується операція вакуумної обробки з різними кількостями циклів і різними початковими умовами.

Ця частина досліджень мала подвійне навантаження. По-перше, вона може забезпечити підґрунтя для розробки інноваційної технології консервування спаржі, що само по собі визначає доцільність її здійснення. По-друге, поглиблення теоретичної бази щодо паралельного впливу осмотичного тиску середовищ і режимів фазових адіабатних переходів в них потребує експериментального підтвердження.

Слід звернути увагу на фізичні наслідки режимів вакуумування вологовмістких середовищ і особливо тих, які мають клітинну структуру рослинного походження. Досвід переробки різних ягідних, фруктових і овочевих культур без сумніву приводить до висновків щодо їх різних опорів деформуванню і руйнуванню під дією зовнішніх механічних факторів. Хоча у більшості природних конструкцій названих культур такі характеристики визначаються геометричними формами, матеріалами для синтезу клітинних оболонок і присутністю вологої фракції. Саме остання забезпечує деформаційну стійкість самих клітин і загальної стійкості конструкцій. Та обставина, що значна кількість овочевих і фруктових культур має форми, наближені до сферичних, теж вказує на присутність логіки їх еволюційного розвитку мінімально хоча б з двох причин. Одна з них стосується положення про максимальний об'єм за мінімальною поверхні сфери. А друга причина стосується максимальних міцності і жорсткості, які, що дуже важливо, досягаються лише при повноцінній присутності вологої фракції. Ці особливості можливо рахувати природним феноменом, який стосується можливостей опору тільки зовнішнім силовим впливам. Значний досвід при оцінюванні впливів об'ємних напружених станів приводить саме до такого висновку.

Та обставина, що стан тургору клітин і конструкцій в цілому досягається за рахунок присутності рідинної фази, одночасно обмежує впливи внутрішніх тисків за змін параметрів атмосфери, оскільки зниження тиску в ній практично не приводить до стану її адіабатного кипіння.

Проте технічним втручанням фазовий перехід рідинної фракції є досяжним, що підтверджують дані табл. 3.

Таблиця 3. Співвідношення термодинамічних параметрів рідинної і парової фаз води в умовах фазових переходів

| Температура, °С | Тиск в системі, МПа | Питомий об'єм води V' , м ³ /кг | Питомий об'єм пари V'' , м ³ /кг | Співвідношення V' / V'' |
|-----------------|---------------------|--|---|---------------------------|
| 5 | 0,00061 | 0,001 | 206,3 | $206,3 \cdot 10^3$ |
| 10 | 0,0008719 | 0,001 | 147,2 | $147,2 \cdot 10^3$ |
| 15 | 0,0017 | 0,001001 | 77,97 | $77,89 \cdot 10^3$ |
| 20 | 0,00234 | 0,0010018 | 57,84 | $57,74 \cdot 10^3$ |
| 25 | 0,003166 | 0,001003 | 43,4 | $43,27 \cdot 10^3$ |
| 30 | 0,004241 | 0,0010044 | 32,93 | $32,79 \cdot 10^3$ |
| 35 | 0,005622 | 0,0010061 | 25,24 | $25,09 \cdot 10^3$ |
| 40 | 0,007375 | 0,0010079 | 19,55 | $19,43 \cdot 10^3$ |
| 45 | 0,009584 | 0,0010099 | 15,28 | $15,13 \cdot 10^3$ |
| 50 | 0,012335 | 0,0010121 | 12,04 | $11,89 \cdot 10^3$ |
| 55 | 0,01574 | 0,00101145 | 9,587 | $9,47 \cdot 10^3$ |

З неї видно, що з поглибленням рівня вакуумування системи співвідношення питомих об'ємів парової і рідинної фаз різко зростає.

Це означає відповідне зростання тиску в клітинних структурах, яке відбувається в обмеженому інтервалі часу. Однак динаміка зростання тиску не є синхронною до зміни термодинамічних параметрів у повній відповідності, проте з високим рівнем прогнозу руйнування клітинних оболонок відбудеться.

Від моменту руйнування клітинних оболонок, які виконують функції напівпроникних мембран, осмомолекулярна дифузія припиняється, і надалі у відповідності до закону найбільш вірогідного стану досягається гомогенізація рідинної фази з розчиненими компонентами у повному об'ємі середовища разом з об'ємами зруйнованих клітин.

В експериментальних дослідженнях фіксується динаміка зміни температури. При відомій масі середовища це дає можливість визначити кількість теплоти, відведеної в режимі адіабатного кипіння

$$Q_{\text{вак}} = m_v r, \text{кДж.}$$

При відомому часі перехідного процесу визначається потужність енергетичного потоку, що відводиться від середовища

$$W = \frac{\Delta Q_{\text{вак}}}{\Delta \tau}, \text{кВт.}$$

Вихідні дані цієї частини досліджень відображені у табл. 4. Їх виконання пов'язувалося з уточненням впливів осмотичних тисків розчинів на прогнозовані і засвідчені і літературних джерелах ефекти [3].

З таблиці видно, що збільшення осмотичних тисків послаблює рівень летальних ефектів від вакуумування, яке у цьому дослідженні продовжувалося протягом 10 хв. Рівні летальних ефектів оцінювалися як середньостатистичне 10 дослідів і визначень.

Таблиця 4. Результати оцінювання фізичних і хімічних впливів на рівень летальних ефектів

| Середовище | Початкова температура середовища, °С | Залишковий тиск у вакуумній камері, МПа | Рівень летальних ефектів, % | Початкова температура середовища, °С | | Рівень летальних ефектів, % |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| | | | | Залишковий тиск у вакуумній камері, МПа | з адіабатним кипінням | |
| Вода + дріжджі | 15 | 0,002 | 75 | 38 | 0,002 | 92 |
| 10 % розчин цукру у воді + дріжджі | 15 | 0,002 | 53 | 38 | 0,002 | 72 |
| 15 % розчин цукру у воді + дріжджі | 13 | 0,002 | 51 | 38 | 0,002 | 64 |

Оскільки підрахунки співвідношення живих і неживих клітин здійснювалося у камері Горяєва і у зв'язку з тим, що зафарбовування дріжджових клітин досягається лише у разі руйнування їх оболонок, то цей результат слід віднести на рахунок змінного фізичного тиску. Окрім того підтверджується захисний ефект осмотичних тисків та руйнівні ефекти режимів вакуумування з фазовими переходами.

Феноменологічний прогноз щодо рівнів летальних ефектів стосувався таких показників, як час витримки середовищ у вакуумній камері та динаміка зміни тисків.

Узагальнені дані цієї частини досліджень наведені у табл. 5. Стабілізована на величині 8 °С початкова температура середовища забезпечувала відсутність адіабатного кипіння.

Разом з тим відчутний вплив на загальний результат має динаміка зниження тиску.

Наведені у табл. 4 та 5 узагальнені результати досліджень визначають можливість вибору параметрів впливу. При цьому не виключена можливість взаємних впливів факторів і тому перехід до комплексної оцінки доцільно обрати вибором багатфакторного експерименту.

Таблиця 5. Дані оцінювання впливів часу витримки середовищ в умовах вакуумування і динаміки зміни тисків на рівень летальних ефектів

| Середовище | Початкова температура середовища, °С | Час зниження тиску, с | Час витримки у вакуумній камері, с | Рівень летальних ефектів, % |
|----------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Вода + дріжджі | 8 | 90 | 60 | 21 |
| Вода + дріжджі | 8 | 90 | 120 | 32 |
| Вода + дріжджі | 8 | 90 | 1200 | 100 |
| Вода + дріжджі | 8 | 15 | 10 | 95 |
| Вода + дріжджі | 8 | 15 | 30 | 100 |
| Вода + дріжджі | 8 | 15 | 60 | 100 |

Висновки. 1. Феноменологічний аналіз з прогностичною оцінкою захисних впливів середовищ від дії мікроорганізмів дозволив віднести до факторів впливів такі:

- осмотичні тиски;
- змінні фізичні тиски;
- початкові температури при фіксованих кінцевих температурах;
- кількість циклів вакуумної обробки або час витримки у завакуумованому стані.

2. Збільшення осмотичних тисків в зовнішніх для мікробних клітин середовищах супроводжується протекторними ефектами, появи яких можуть пояснюватися станом плазмолізу клітин.

3. Збільшення протекторних властивостей середовищ щодо масообміну на міжфазній поверхні «клітина-середовище» по діоксиду вуглецю зростає зі зменшення тиску. Теоретично зниження тиску в системі у наближенні до нуля наближає опір масопередачі до нескінченності. Це положення визначає доцільність створення вакуумованих упаковок зі стабілізованими тисками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурдо О.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах / О.Г. Бурдо, Л.Г. Калинин. — Одесса: «Друк», 2008. — 348 с.

2. Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуации / П. Гленсдорф, И. Пригожин. — М.: Мир, 1973. — 280 с.

3. Шевченко О.Ю. Наукові основи і апаратне оформлення процесів довгострокового зберігання харчових продуктів // Дис. на здобуття наукового ступеня д.т.н. — К.: НУХТ. — 2007. — 421 с.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В РАЗРАБОТКАХ ТЕХНОЛОГИЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

И. Гонта

Уманский национальный университет садоводства

И. Максименко, С. Мироненко

Национальный университет пищевых технологий

В публикации представлена информация об особенностях применения феноменологических подходов в разработках технологий стабилизации продукции растительного происхождения. Обосновывается программа исследований, оценка возможностей и разработка технологий стабилизации спаржи и производных ее переработки.

Ключевые слова: спаржа, стабилизация, физические воздействия, вакуумная обработка, осмотические давления, энергия, импульсы, микроорганизмы, флора, закон.