**УДК 621.18**

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ

**Жеплінська М.М., Лазарів І.Р., Сухенко В.Ю.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Київ, Героїв Оборони, 15, 03067*

# EFFECT OF TEMPERATURE ON CONTENT OF ASCORBIC ACID IN APPLE JUICE

**Zheplinska M.M., Lazariv I.R., Suchenko V.Y.**

*National University of life and environmental Sciences of Ukraine*

*Kiev, Heroes of Defense, 15, 03067*

*Анотація. В роботі представлені теоретичні основи процесу сушіння для плодово-овочевої сировини та показано за рахунок яких факторів можна інтенсифікувати цей процес.*

*Ключові слова: процес, сушіння, температура, сушильний агент, режим, вологовміст.*

*Annotation. The paper presents the theoretical basis of the drying process for fruit and vegetable raw materials, and shows by what factors it is possible to intensify this process.*

*Keywords: process, drying temperature, a drying agent, mode, moisture content.*

Сушіння належить до одного з найважливіших масообмінних процесів харчової, хімічної, фармацевтичної, деревообробної та інших галузей промисловості.

Сушіння – це процес видалення вологи з твердих матеріалів і характеризується значною енергомісткістю. На сушіння витрачається близько 13 % світової енергії.

Теорія процесу сушіння ґрунтується на загальних закономірностях тепло- і масоперенесення, причому ці закономірності стосуються не лише процесів на зовнішній поверхні висушуваного матеріалу, але й визначаються внутрішніми

процесами перенесення тепла та вологи. Внутрішня структура висушуваних матеріалів дає змогу виділити матеріали капілярно пористі, колоїдні та колоїдні капілярно пористі. Кожен матеріал має різну форму зв’язку вологи з твердою фазою, причому у процесі сушіння можлива зміна цієї форми зв’язку.

За своєю фізичною сутністю сушіння є складним дифузійним процесом, швидкість якого визначається швидкістю дифузії вологи з глибини сушильного матеріалу в навколишнє середовище, тобто даний процес зводиться до перерозподілу і переміщення вологи під дією тепла з глибини висушуваного матеріалу, до його поверхні й наступного її випаровування. Таким чином, процес сушіння є поєднанням пов’язаних один з одним процесів тепло- і масопередачі.

Постійне зростання цін і збільшені попити кінцевих користувачів до якості стимулюють застосування на виробництві найсучасніших технологій. З цієї причини для багатьох підприємств закупівля та модернізація сушильної техніки вкрай необхідна. Це значить, що потрібна максимальна продуктивність з мінімальними затратами енергії.

В процесі висушування обсяг овочів та плодів зменшується в 3-4 рази, а отже, у стільки ж разів зростає їх транспортабельність.

При сушінні спостерігається така залежність - чим менший вміст у клітинах розчинних у воді речовин, тим швидше протікає сушіння, так як легше випаровується волога. Наявність в клітинному соку великої кількості розчинних речовин, особливо що володіють осмотичною активністю (цукру), а також гідрофільних колоїдів, легко зв'язують вологу, призводить до ускладнення випаровування і збільшенню тривалості сушіння. Тому плоди, що містять значну кількість цукрів, а також пектинових речовин, що володіють здатністю зв'язувати воду, висихають повільно.

Відповідно зі зміною вологовмісту в рослинних тканинах при сушінні змінюється температура продукту. У перший період сушіння при інтенсивному випаровуванні вологи температура поверхні продукту не може досягти температури сушильної камери. У другій період сушіння на поверхні, а потім і

в глибинних шарах продукту температура підвищується і до кінця сушіння досягає значення температури сушильного агента. Процес сушіння продовжується до досягнення продуктом рівноважної вологості.

Процес сушіння відбувається правильно, якщо швидкість випаровування вологи з поверхні продукту дорівнює швидкості переміщення її з глибинних шарів. При швидкому випаровуванні на поверхні з'являється кірка, що перешкоджає виділенню вологи, що знижує швидкість сушіння, а при повільному випаровуванні продукт запарюється.

Швидкість сушіння залежить від ряду факторів. Чим більше швидкість руху повітря в сушарці, тим швидше він забирає випарується волога, перешкоджаючи підвищенню парціального тиску водяної пари над продуктом. Швидкість випаровування тим більше, чим вище температура повітря в сушарці. Інтенсивність випаровування вологи залежить також від фізико-хімічних властивостей продукту, від розмірів шматочків і їх форми (чим більше поверхня шматочків, тим швидше йде процес сушіння), від інтенсивності перемішування, способу укладання і висоти шару продукту на стрічках сушарки.

Застосування дуже високої температури повітря при сушінні неприпустимо, оскільки це може погіршити смак, запах, колір і хімічний склад продукту. Тому для кожного виду сировини розробляють оптимальний режим сушіння, що забезпечує найбільшу продуктивність установки при хорошій якості сушеного продукту.

Оптимальний режим сушіння - це такий режим, при якому забезпечуються: отримання висушеного продукту, найбільш повно відновлюючого свої вихідні властивості і хімічний склад сировини; досягнення найкращою збереження готового продукту; видалення вологи з сировини при найменших витратах палива, електроенергії та праці; повне використання сушильної поверхні , що забезпечує максимальну продуктивність сушильної установки.

Основні параметри режиму сушіння: температура агента сушіння (повітря), його відносна вологість і швидкість руху.

Температура сушильного агента є одним з головних факторів, що впливають на процес сушіння. Дослідами з сушіння, у яких відносна вологість і швидкість повітря підтримувалися постійними, а змінювалася тільки температура, встановлено, що на початку сушіння збільшення температури повітря підвищує швидкість процесу меншою мірою, ніж на наступному етапі, коли тепловими ефектами, пов'язаними з випарюванням, можна зневажити, і температура матеріалу стає близькою до температури повітря. Однак при збільшенні температури повітря збільшуються згадувані теплові втрати, що найзначніші на завершальному етапі сушіння матеріалу з низькою вологістю.

Відносна вологість - другий важливий фактор, що впливає на швидкість сушіння. У разі постійної температури і швидкості повітряного потоку зменшення швидкості сушіння на першому етапі прямо пропорційне збільшенню відносної вологості повітря. Слідом за цим залежність швидкості процесу від відносної вологості повітря зменшується, а на кінцевій ділянці знову збільшується. Тут залежність процесу сушіння від відносної вологості повітря визначається значенням рівноважної відносної вологості, що відповідає залишковій вологості матеріалу.

Швидкість повітряного потоку на ділянці постійної швидкості сушіння також впливає на швидкість сушіння матеріалу (при постійних температурі та відносній вологості). Цей вплив виявляється значним в основному при швидкості повітряного потоку менше 5 м/хв. Подальше збільшення швидкості повітряного потоку істотного впливу на швидкість сушіння матеріалу на першій ділянці вже не справляє. Збільшення швидкості повітряного потоку після досягнення зазначеної величини обмежується також і тим, що струмінь починає «зривати» із сушильної поверхні дрібні шматочки висушуваного матеріалу. На ділянці сушіння матеріалу з низькою вологістю швидкість повітряного потоку не справляє істотного впливу на швидкість висихання. На

цій ділянці практично не має сенсу встановлювати швидкість повітря вище 1 м/хв.

Крім параметрів повітря режим сушіння визначають і інші фактори, що впливають на процес зневоднення. Наприклад, питоме навантаження сировини на сушильну поверхню (кг на 1 $м^2$) залежить від виду сировини, його хімічного складу, початкової і кінцевої вологості, а також від форми і розмірів шматочків. Питоме навантаження обумовлює товщину шару продукту на стрічках або ситах, ступінь ущільнення продукту при сушінні, питому поверхню випаровування, швидкість сушіння і в кінцевому підсумку якість сушеного продукту.

**Висновки.** Сушіння є типовим необоротним процесом, для аналізу якого доцільно використати основні принципи термодинаміки необоротних процесів. У відповідності з принципом лінійності інтенсифікації процесу сушіння можна досягти як за рахунок збільшення кінетичних коефіцієнтів, котрі характеризують релаксаційні властивості сировини (коефіцієнти дифузійного та молярного переносу вологи), так і підвищенням рушійних сил процесу (градієнтів вологовмісту, температури, тиску).

Література:

1. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред. проф. П І. Ф. Малежика. - К.: НУХТ, 2003. - 400 с.

2. Ткаченко, С. Й., Співак, О. Ю. Сушильні процеси та установки. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 76 с.

Стаття надіслана 11.09.2016р.

@ Жеплінська М.М., Лазарів І.Р., Сухенко В.Ю.