

Література

1. Снежкін Ю.Ф. Особливості подрібнення та сепарації пектиновмісних рослинних матеріалів / Ю.Ф. Снежкін, Л.А. Боржак, Р.О. Шапар – К., 2003.– 23 с. Деп. в ДНТБ України 05.05.03.№ 60-Ук 2003.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. –М.: Наука, 1976.–286 с.
3. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин.– Л.: Наука, 1985 – 112 с.
4. Снежкін Ю.Ф. Адсорбційні характеристики деяких харчових добавок / Снежкін Ю.Ф., Дабіжа Н.А.// Пріоритетні напрями впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення: міжнар. наук.-практ. конф., 23–25 жовт. 2001 р.: наукові праці – К., 2001, №10.– С.63.

УДК 66.047-912

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ СУМІШІ ОВОЧІВ В КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ

Сімороз Д.О., магістрант, Снежкін Ю.Ф., д.т.н., проф., Степанюк А.Р, к.т.н., доц.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м.Київ

Сушіння являється найкращим способом для зберігання продуктів харчування, також воно дозволяє здешевити їх транспортування, надати їм необхідні властивості [1].

Drying is the best method for storage of foodstuffs, also it allows to reduce in price their transporting, give necessary properties to them [1].

Ключові слова: сушіння, вологовміст, температура матеріалу,

Для сушіння овочів та фруктів найкраще застосовувати конвективну сушку, так як вона дозволяє отримати очікувані фізичні та хімічні показники, при правильному, оптимальному виборі режиму сушіння[2].

На даному етапі проекту метою є експериментально дослідити кінетику процесу сушіння моркви, побудувати криві сушіння та зробити висновок щодо оптимального режиму сушіння.

Також є припущення, що при сушінні моркви та квасолі разом відбуватиметься значна інтенсифікація процесу, так як в даному випадку квасоля виступатиме адсорбентом, оскільки вона є більш сухою, тому буде відбирати частину вологи на себе. Такий спосіб дозволить зменшити кількість підведеної енергії, що зробить процес сушки більш м'яким та покращить фізико-хімічні властивості продукту після його відновлення його вологою (колір, смак та т.ін.).

Для дослідження процесу сушки суміші моркви була створена експериментальна установка.

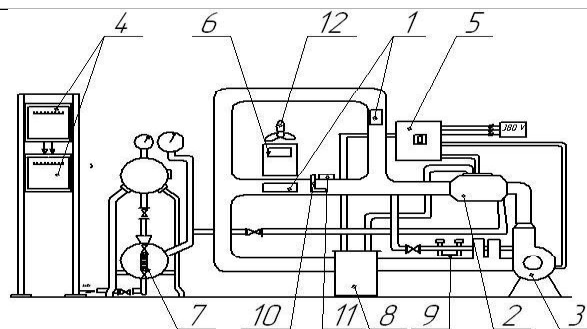
Схема установки подана на рисунку 1, криві сушіння зображено на рисунку 2.

Експериментальний стенд (рисунок 1) складається з системи ізольованих повітряних каналів з пристроями для теплової обробки матеріалів (1) вимірювальних ділянок, вимірювальних пристроїв для заміру величин, які характеризують кінетику сушіння досліджуваного матеріалу. Камера для сушіння представляє собою прямокутний короб, виконаний з листової сталі. Камера має бокові люки з прозорими стінками, а також штуцери для виходу термоелектричних перетворювачів від матеріалу до потенціометру(4) та трубки Піто(10).

Проведені дослідження показали, що в елементарному шарі товщиною в 6 мм при високо інтенсивних режимах процес сушіння протікає в 2 періоді. Перший період спостерігається при більш м'яких режимах сушіння при підвищеному вологовмісту теплоносія. При цьому температура поверхневого шару матеріалу постійна і рівна температурі вологого термометру. Так як, в початковий момент сушіння, коли холодний зразок вноситься в сушильну камеру, на його поверхні конденсується пара, маса його дещо збільшується, а температура матеріалу різко зростає до температури вологого термометру.

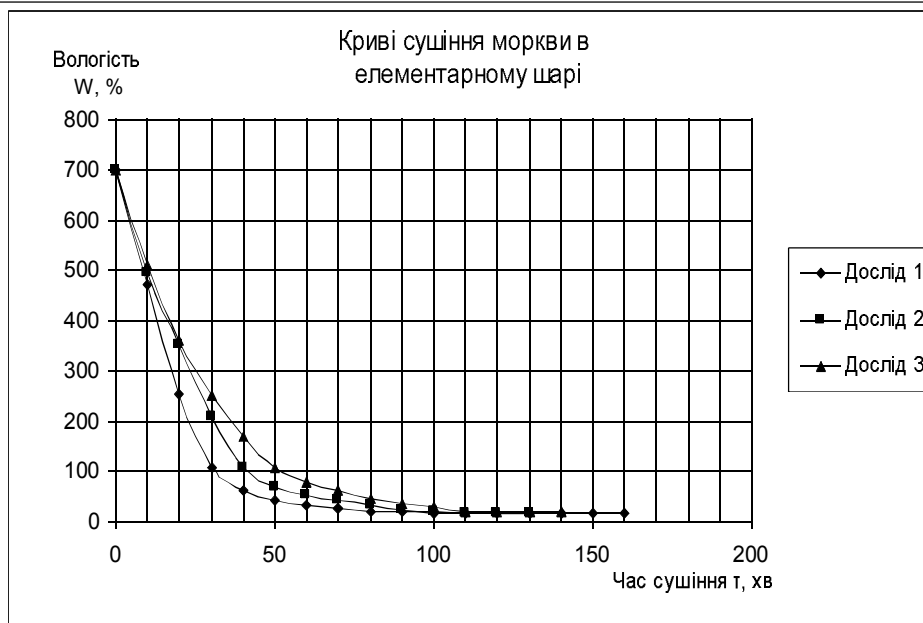
На рисунку 2 зображено залежність зміни вологості від часу, прологарифмувавши значення та усереднивши їх, отримали рівняння усередненої кривої сушіння:

$$\ln(W) = 0,3265 \ln^3(\tau) - 3,8028 \ln(\tau) + 12,878 \ln(\tau) - 7,2785.$$



1 — робочі камери; 2 — ділянка підігріву теплоносія;
 3 — вентилятор; 4 — потенціометр;
 5 — щит управління; 6 — ваги;
 7 — паровий котел; 8 — автотрансформатор;
 9 — психометр; 10 — трубка Піто;
 11 — мікроманометр; 12 — побутовий вентилятор

Рис. 1 – Схема установки



Дослід 1 — $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$;
 Дослід 2 — $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$;
 Дослід 3 — $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$.

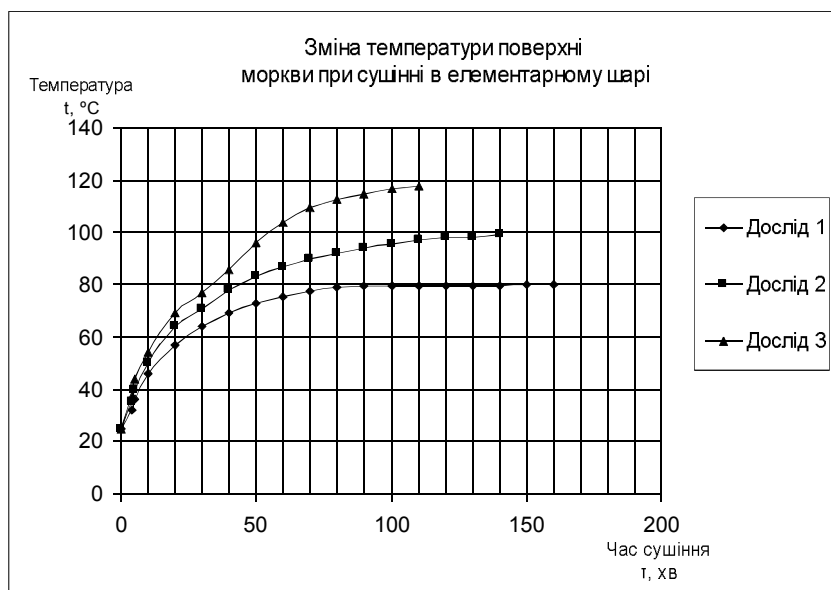
Рис. 2 – Криві сушіння моркви в елементарному шарі

На рисунку 3 зображено залежність зміни температури поверхні від часу сушіння, при різних режимах сушіння (різна температура теплоносія та вологість сушильного агенту, так як швидкість та розмір зразків однаковий).

Прологарифмувавши дані отримали криві, та усереднили їх значення кривою яка описується рівнянням: $Ln(t) = 0,2813Ln(\tau) + 3,3019$.

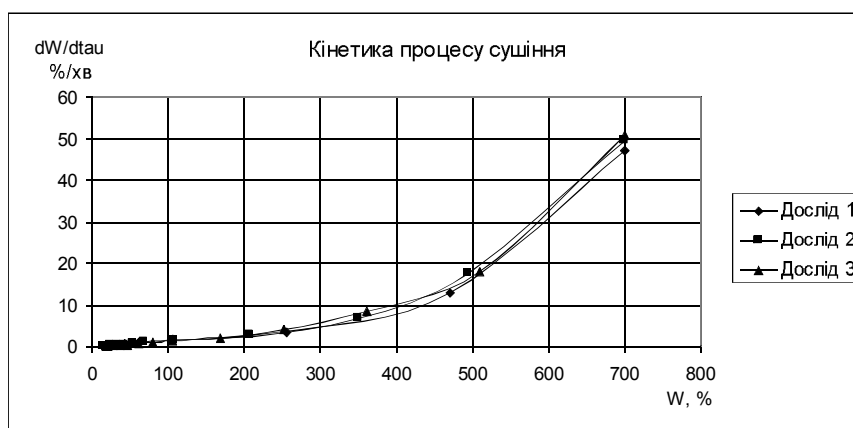
На рисунку 4 зображено кинетику процесу сушіння моркви при різних режимах. Як видно з графіку (рисунк 4), спочатку сушіння протікає інтенсивно, а потім значно зменшується і прямує до 0.

Криві сушіння моркви виконано у діапазоні до 160 хв, при температурі сушильного агенту від 80 до 120 $^{\circ}\text{C}$, та вологовмістом 10 г/кг, розмір зразків 6 мм.



Дослід 1 — $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$;
 Дослід 2 — $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$;
 Дослід 3 — $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$.

Рис. 3 – Зміна температури поверхні моркви при сушінні в елементарному шарі



Дослід 1 - $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$;
 Дослід 2 - $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$;
 Дослід 3 - $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 1\text{ м/с}$, $d = 10\text{ г/кг}$ сухого повітря, $l = 6\text{ мм}$.

Рис. 4 – Кінетика процесу сушіння

Висновки.

За результатами досліджень можна зробити висновок, що збільшенням температури в даному діапазоні час сушіння зменшується, при зменшенні вологості, інтенсивність сушіння значно зменшується. В результаті роботи проведено аналіз кривих сушіння та отримано математичні залежності $Ln(c)$ від $Ln(\tau)$ та $Ln(t)$ від $Ln(\tau)$, що дозволяє значно спростити методику апарату для виготовлення харчових порошків.

Література:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., «Химия», 1974. – 784с.
2. Лыков А.В. Теория сушки. М., «Энергия», 1968. – 472с. с ил.