

ВИКОРИСТАННЯ СУБЛІМАЦІЙНИХ СУШАРОК ПІД ЧАС ВИСУШУВАННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Зуєва Т.Р.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, zueva404@ukr.net

Вступ. Сушінням називають процес видалення з матеріалу рідини, в результаті чого в ньому збільшується відносний вміст сухих речовин. Сублімаційне сушіння - це сушіння матеріалів у замороженому стані. При такому сушінні волога, що знаходиться в матеріалі, переходить у пару, оминаючи рідкий стан, тобто сублімує.

Головна галузь застосування сублімаційного сушіння в нинішній час - виробничі процеси виготовлення ліків, заквасок, екстрактів лікарських рослин, ферментів і інших продуктів, де потрібно максимально зберегти всі корисні властивості на тривалий час. Консервування лактобактерій, мікроорганізмів і біопрепаратів найбільш якісним виходить саме при використанні сублімаційного сушіння. У харчовій промисловості продукти, висушені даним методом, не тільки зберігають всі корисні речовини, але і здатні дуже довго зберігатися (до 5 років) не втрачаючи аромату і смакових якостей навіть при температурі, що змінюється в межах ± 50 °С. При цьому навіть усадка продукту при сушінні мінімальна, через що при додаванні води можна легко відновити структуру продуктів, які в процесі сублімації набувають пористу структуру [1].

Метою даної роботи є дослідження впливу конструктивних особливостей сублімаційних сушарок на їх продуктивність.

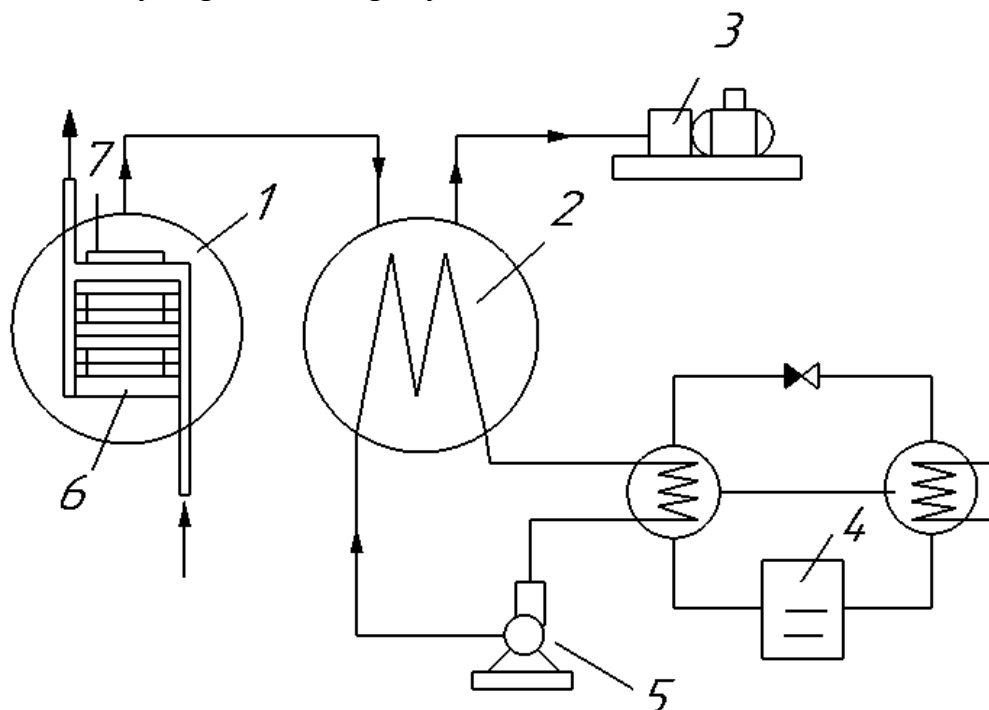


Рис. 1. Принципова схема сублімаційної сушарки:

1 - камера сушарки, 2 - конденсатор-виморожувач, 3 - вакуум-насос, 4 - холодильна установка, 5 - насос для циркуляції холодоагента, 6 - плити, 7 - листи з матеріалом.

Матеріали та методи. В сублімаційних сушарках матеріал, що підлягає сушінню, заморожують у пробірках, колбах або на полицях, а потім піддають сушінню в глибокому вакуумі за температури $-50 \dots 80$ °С. Пара, що видаляється, зсїдає на поверхні конденсатора, який має ще нижчу температуру. Після закінчення процесу сухий матеріал вивантажують, а конденсатор розморожують обкочуванням теплою водою або парою. Завершальним етапом є дезінфекція апарата, наприклад, за допомогою H_2O_2 [2]. Принципова схема сублімаційної сушарки наведена на рисунку 1. Ця установка складається із циліндричної сушильної камери 1 (субліматора) із розміщеною у ній етажеркою порожнистих полицок 6, на які завантажуються матеріал, який необхідно висушити. На плити встановлюють листи 7 з матеріалом, що висушується. При сублімації пароповітряна суміш із субліматора 1 надходить у труби конденсатора-виморожувача 2, у міжтрубному просторі якого циркулює холодоагент. Конденсатор включається в один циркуляційний контур з випарником холодильної установки 4 і з'єднується з вакуум-насосом 3, який призначений для відсмоктування газів, що не конденсуються, і для повітря із субліматора [3].

Провідними країнами-виробниками сублімаційних сушарок є США, Китай, Південна Корея та Німеччина. В таблиці 1 представлені характеристики сублімаційних сушарок виробників Україна (рис. 2.а), Zirbus technology GmbH Німеччина (рис. 2.б) та ilShinBioBase Південна Корея (рис. 2.с).

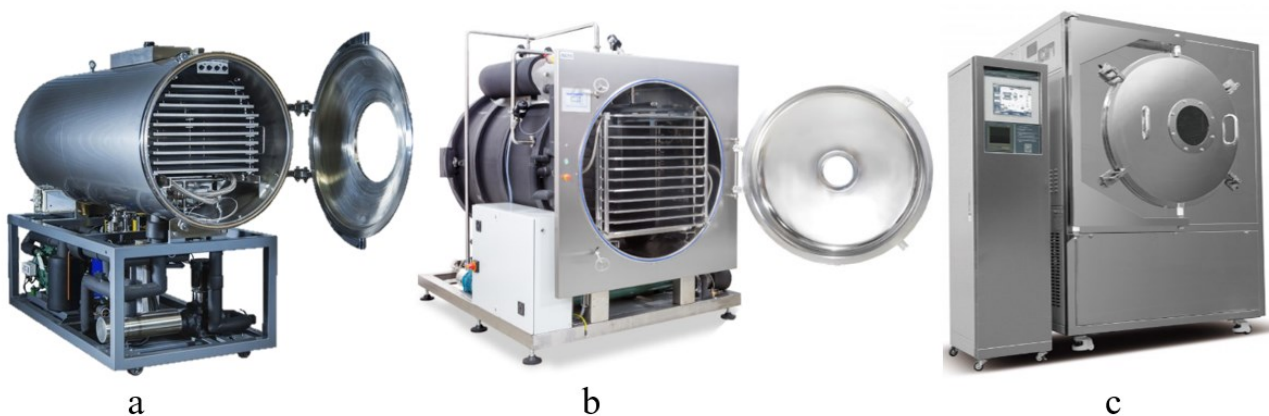


Рис. 2. Конструкції сублімаційних сушарок:

а – Україна, б - Zirbus technology GmbH Німеччина, с - ilShinBioBase Південна Корея.

Результати та обговорення. Спільною конструктивною особливістю даних сушарок є наявність циліндричної обичайки та пустотілих полицок, в яких рухається теплоносій, в українського виробника теплоносій – вода або пара. В сушарках німецького виробника в полицках протікає соляна олія, що дозволяє точно контролювати температуру полиць, а у південнокорейського виробника полицки мають особливу форму, в них теплоносій рухається спіралью всередині плити, що дозволяє мінімізувати втрату тепла та збільшує діапазон температур, що і показано в таблиці 1 (Рис. 3).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика сублимаційних сушарок

Параметр	Модель СС-100 Україна	Модель LP100 Південна Корея	Модель 100 EKS Німеччина
Об'єм льоду, кг/цикл	100	100	100
Температура полиць, °С	-30...+60	-45...+80	-40...+60
Температура конденсатора, °С	-40	-85	-50
Кількість полиць, шт	20	9	12
Площа полиць, м ²	10	6,4	10,12
Габаритні розміри, мм	Д 2200 Ш 1500 В 2100	Д 2415 Ш 1600 В 2210	Д 1900 Ш 1500 В 1950

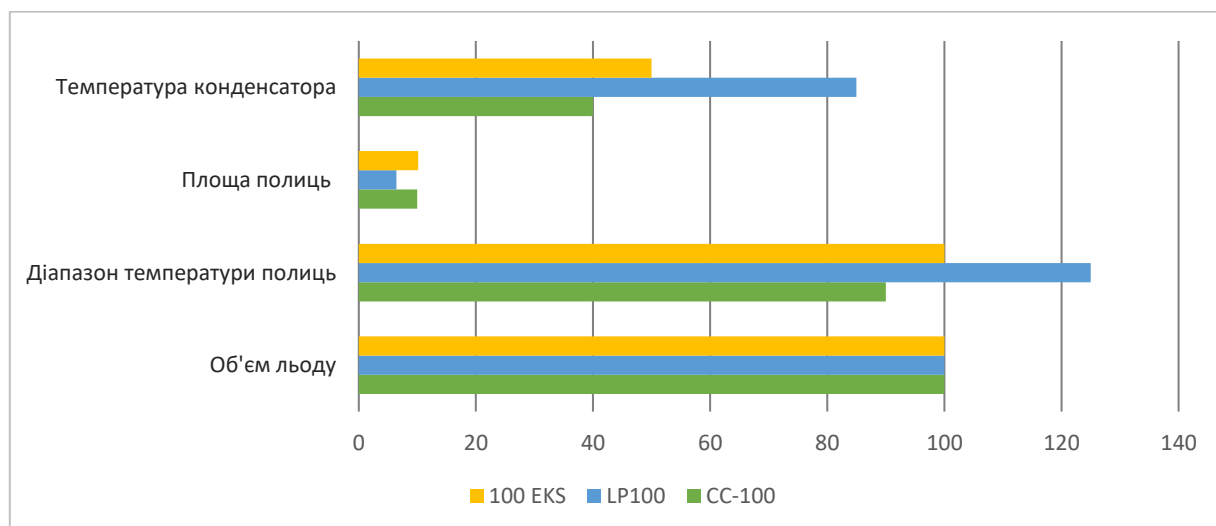


Рис. 3. Порівняльна характеристика сублимаційних сушарок

Висновки. В ході роботи було описано процес сублимаційного сушіння та виконано порівняльну характеристику апаратів різних виробників. Конструктивні особливості сушарок, на прикладі південнокорейського виробництва, суттєво впливають на процес сублимації та покращують процес виробництва.

Список використаної літератури:

1. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 76 с.
2. Сидоров Ю.І. Лабораторні та пілотні ліофільні сушарки періодичної дії в біотехнології / Ю. І. Сидоров // *Biotechnology*. - 2012. - Vol. 5, № 5. - С. 9-15. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2012_5_5_3
3. Технологічне обладнання біотехнологічної і фармацевтичної промисловості: підручник (для вищ. навч. закл.) Стасевич М.В., Милянч, А.О., Стрельников Л.С., Крутьських Т.В., Бучкевич І.Р., Гузьова, 10. Стрілець О.П., Гладух Є.В., Новіков В.П. - Львів «Новий Світ-2000», 2018- 410 с.