

УДК 66.047

*Инж. О.В. Станіславчук, проф. Я.М. Ханик,
доц. В.П. Дулеба – НУ "Львівська політехніка"*

СУШІННЯ ПАСТОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ У ЩІЛЬНОМУ ШАРІ

Наведено результати досліджень сушіння хлібопекарських дріжджів фільтраційним методом у щільному шарі, з попереднім формуванням висушеного матеріалу у вигляді короткої вермішелі.

Ing. O. Stanislavchuk, prof. Ya. Khanyk, doc. V. Duleba – NU "Lvivs'ka Politekhnik"

Drying of paste materials in unbroken layer

In entry presentation the result investigation drying yeast of filtration method of drying unbroken layer material, forming as short vermicelli.

Постановка проблеми. Проблема сушіння термолабільних матеріалів є складною не тільки з точки зору теплофізичних, але і технологічних показників. При сушінні хлібопекарських дріжджів технологічні показники висушеного матеріалу мають першочергове значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує ряд методів сушіння дріжджової маси, які мають суттєві недоліки [1]. Широке використання у промислових умовах отримав метод сушіння у киплячому шарі.

Вихідний вологий матеріал після процесу фільтрування подають на процес формування. Після формування матеріал, який набуває циліндричної форми, подається у сушарку. В умовах киплячого шару, через певний проміжок часу вихідна форма руйнується і має місце сушіння дрібнодисперсного матеріалу. Є й інші недоліки, до яких, насамперед, належать нерівномірність сушіння через полідисперсність складу, значна тривалість процесу, "коефіцієнти теплообміну при сушінні у киплячому шарі значно менші коефіцієнтів теплообміну при сушінні в нерухомому шарі при однакових перепадах температури і швидкості газу. Окрім того, сушінню у киплячому шарі характерні великі питомі енергетичні затрати, стирання частин до стінок апарату, винесення дрібнодисперсної фракції з сушарки, потрапляння її у повітря робочого приміщення, що призводить до важких захворювань" [2].

Проводились дослідження з гідродинаміки та кінетики сушіння фільтраційним методом у щільному шарі пастоподібного матеріалу при наявності штучної пористості, а також комбінованим фільтраційно-контактним методом суцільного шару біологічно-активної маси із створенням штучної пористості. Використання цих методів сушіння дозволить спростити технологічну схему, уникнути винесення дрібнодисперсної фази у довкілля, однак за продуктивністю вони поступаються методу сушіння у киплячому шарі [3, 4].

Постановка завдання. Завданням нашого дослідження було вивчення гідродинаміки і кінетики сушіння дріжджової вермішелі у щільному шарі, що дозволяє уникнути від стирання і винесення матеріалу у довкілля, збільшити відносну швидкість обтікання циліндричних частин, забезпечити рівномірність процесу і підвищити технологічні показники висушеного матеріалу.

Дослідження з гідродинаміки та кінетики сушіння проводились в інтервалі температур 40-60 °С та перепаді тисків 400-1200 Па.

Отримані результати досліджень показують, що гідравлічний опір дріжджової вермішелі значною мірою залежить від висоти шару, її діаметру, температури та швидкості руху теплоносія через висушуваний матеріал. Як показують досліди гідродинаміки (рис. 1), гідравлічний опір матеріалу зменшується із зменшенням його вологості і мінімальне значення перепаду тисків має місце, коли $W \approx W_p$. Висота шару вермішелі суттєво впливає на гідравлічний опір (рис. 1) висота шару $61 \cdot 10^{-3}$ м – максимальний гідравлічний опір складає 1200 Па, а при висоті шару $37 \cdot 10^{-3}$ м складає 650 Па, тобто зміна гідравлічного опору шару пропорційна зміні його товщини.

Результати дослідження кінетики сушіння представлені на рис. 2, з яких добре видно, що збільшення висоти шару вермішелі впливає не тільки на тривалість процесу, але і на механізм сушіння. Зростання висоти шару матеріалу веде до виникнення періоду сповільненого процесу (рис. 2, крива 1). Така кінетична закономірність пояснюється фізико-хімічними властивостями висушуваного матеріалу, який здатний до стиснення.

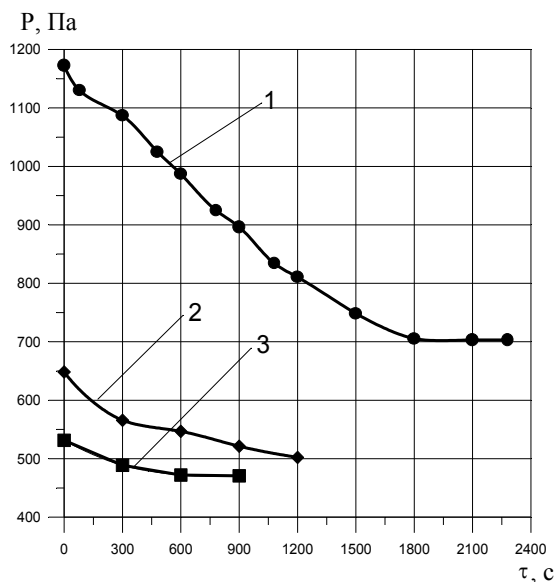


Рис. 1. Залежність гідравлічного опору від висоти шару матеріалу при температурі теплоносія 50°C, діаметр вермішелі – 2.5 мм: 1 – 61 мм, 2 – 37 мм, 3 – 15 мм.

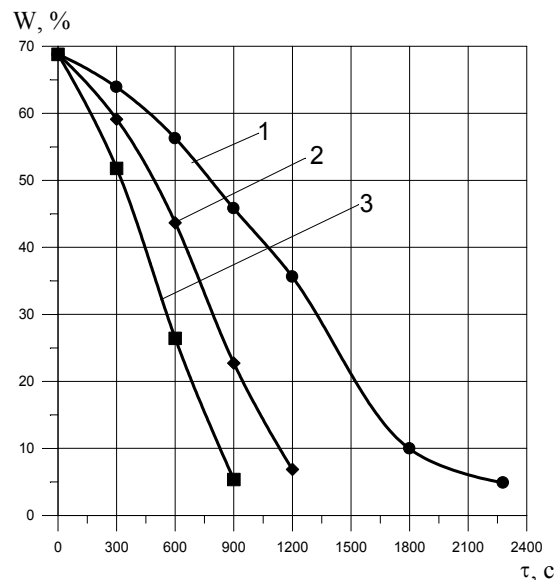


Рис. 2. Зміна вологості матеріалу від висоти шару при температурі теплоносія 50°C, діаметр вермішелі – 2.5 мм: 1 – 61 мм, 2 – 37 мм, 3 – 15 мм

При створенні перепаду тисків зменшується вільний об'єм шару, ускладнюється конфігурація каналів, зменшується їх сумарне січення, оскільки частина їх перекривається. Збільшення висоти шару вермішелі веде до зменшення кількості наскрізних каналів і процес тепломасообміну на початку сушіння відбувається на незначній внутрішній поверхні шару (період сповільненого сушіння). Коли висихає поверхня наскрізних каналів, виникає різниця концентрацій вологої і сухої поверхонь і процес масообміну інтенсифікується.

На процес тепло-масообміну суттєвий вплив має гідродинаміка сушіння (рис. 3-4). Час зневоднення матеріалу зменшується пропорційно збільшенню швидкості руху теплоносія.

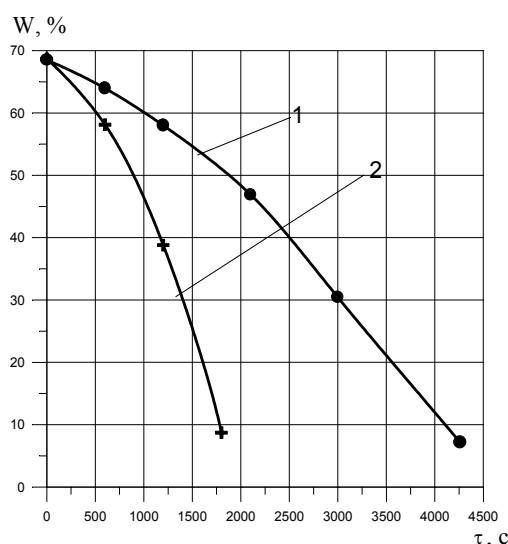


Рис. 3. Кінетичні криві сушіння дріжджової вермішелі при температурі 50°C діаметром 2.5 мм висотою шару матеріалу 61 мм при різних швидкостях теплоносія: 1 – 0.45 м/с, 2 – 1 м/с.

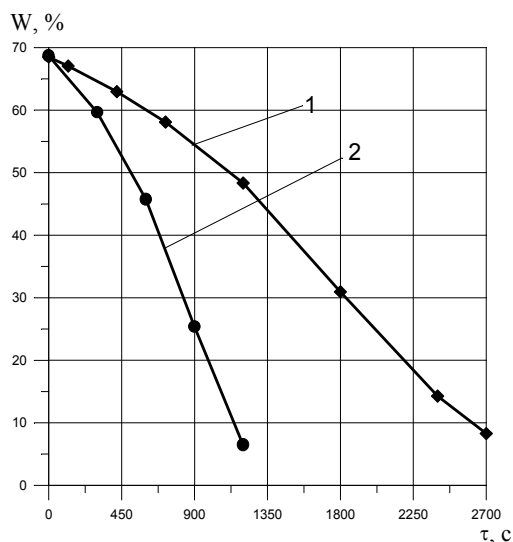


Рис. 4. Кінетичні криві сушіння дріжджової вермішелі при температурі 50°C діаметром 2.5 мм висотою шару матеріалу 37 мм при різних швидкостях теплоносія: 1 – 0.45 м/с, 2 – 1 м/с.

Це дає підставу стверджувати, що при вказаних параметрах руху теплоносія процес лімітується зовнішнім масообміном при значному градієнті концентрацій у висушуваному матеріалі (малий діаметр частин).

На рис. 5 приведені результати дослідження впливу температури теплоносія.

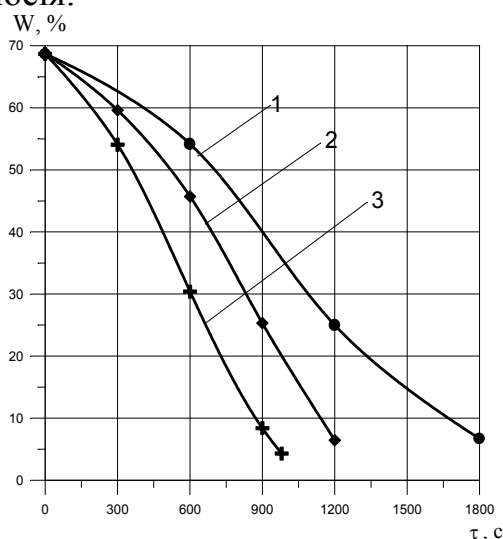


Рис. 5. Кінетичні криві сушіння дріжджової вермішелі діаметром 2.5 мм висотою шару матеріалу 37 мм при різних температурах теплоносія: 1- 40°C, 2- 50°C, 3- 60°C.

При зміні температури від 40 до 50 °C (рис. 5) тривалість сушіння зменшується майже у два рази. Однак подальше збільшення температури теплоносія (від 50 до 60 °C) не веде до суттєвого зменшення часу сушіння, що додатково підтверджує механізм процесу.

Результати дослідження процесу сушіння дріжджової вермішелі діаметром 2.5 мм при різних температурах теплоносія представлені на рис. 5.

Вплив діаметру вермішелі на кінетику сушіння (рис. 6, 7) показує, що із збільшенням діаметру тривалість процесу також збільшується. Однак, у даному випадку не спостерігається прямо пропорційна залежність. Так, збільшення діаметру вермішелі у 2.5 рази веде до збільшення часу сушіння від

1600 до 2200с (у 1.4 рази). Що також свідчить про те, що лімітуючою стадією сушіння є зовнішньодифузійний процес.

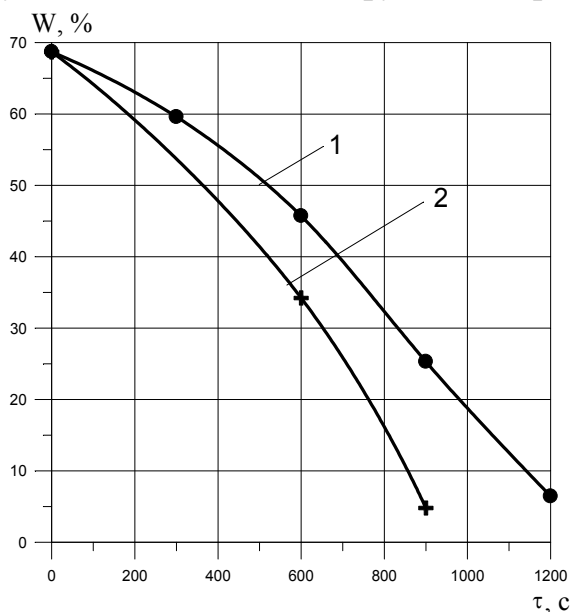


Рис. 6. Кінетичні криві сушіння вермішелі дріжджів різного діаметру:
1 – 2.5 мм, 2 – 1мм,
висота шару матеріалу 37 мм.

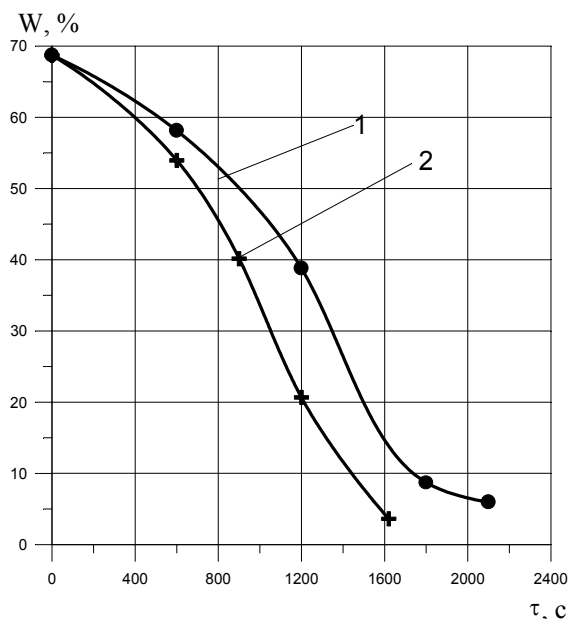


Рис. 7. Кінетичні криві сушіння вермішелі дріжджів різного діаметру:
1 – 2.5 мм, 2 – 1мм,
висота шару матеріалу 61 мм.

Висновок: Отримані результати досліджень показують, що сушіння вермішелі у щільному шарі має значні переваги перед сушінням у киплячому шарі, який використовується у промислових умовах.

Час сушіння вермішелі у щільному шарі не перевищує 0.5-0.6 год., а у промислових сушарках киплячого шару становить 2.5-3 год. при решті однакових умов. Разом з тим, при сушінні у щільному шарі забезпечується висока якість готового продукту, зменшуються питомі енергетичні затрати, відсутнє стирання матеріалу і винесення його в навколишнє середовище.

Впровадження результатів досліджуваного методу сушіння у виробництво забезпечить значний економічний ефект, інтенсифікацію процесу та захист навколишнього середовища.

Література

1. А.С. Гинзбург. Технология сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 248 с.
2. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Химия, 1970. – 429 с.
3. Станіславчук О.В., Ханик Я.М., Білецька Л.З., Дулеба В.П. Сушіння пастоподібних термолабільних матеріалів. Науковий вісник УкрДЛТУ. Збірник науково-технічних праць. – Львів, 2001, Вип. 11.2. – С. 126-129.
4. Станіславчук О.В., Ханик Я.М., Білецька Л.З., Дулеба В.П. Сушіння біологічно-активних пастоподібних матеріалів. Науковий вісник УДЛТУ, Вип. 12.5, 2002 р. – С. 126-129.
5. Станіславчук О.В., Ханик Я.М., Білецька Л.З., Дулеба В.П. Особливості гідродинаміки та кінетики сушіння біологічно-активних пастоподібних матеріалів. Вісник ДУ "ЛП" "Хімія, технологія речовин та їх застосування" 2002 р. № 461. – С. 272-276