

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО І МІКРОХВИЛЬОВОГО СУШІННЯ ПЛОДІВ ГЛОДУ

Шоронова М.О., Ражик І.С.,
Євчук Я.В., Дубковецький І.В.,

Національний університет харчових технологій

При розробці технологічного процесу виробництва сушених продуктів за допомогою різних методів зневоднення, перш за все необхідно встановити технологічні параметри та оптимальні режими процесу, при якому максимально зберігаються початкові смакові і поживні властивості вихідної сировини.

Глід є перспективною сировиною для виробництва продуктів спеціального призначення з підвищеним вмістом біологічно активних речовин з що мають антиоксидантні властивості. Мета нашої роботи полягала у розробці технологічного процесу виробництва сушених продуктів за допомогою різних методів зневоднення, перш за все необхідно встановити необхідні параметри та оптимальні режими процесу. Криві сушіння (рис. 1) характеризують зміну інтегрального вологовмісту W залежно від часу. Звідси видно, що із зростанням температури теплоносія тривалість процесу сушіння скорочується на незначну величину для досягнення кінцевої величини вологовмісту $W^c = 31,6 \%$.

З рисунку видно, що період прогріву глоду, зі зростанням температури теплоносія з 60 до 100 °С відповідно зменшується з 50 до 5 хвилин. Період сталої швидкості сушіння спостерігається до першої критичної точки.

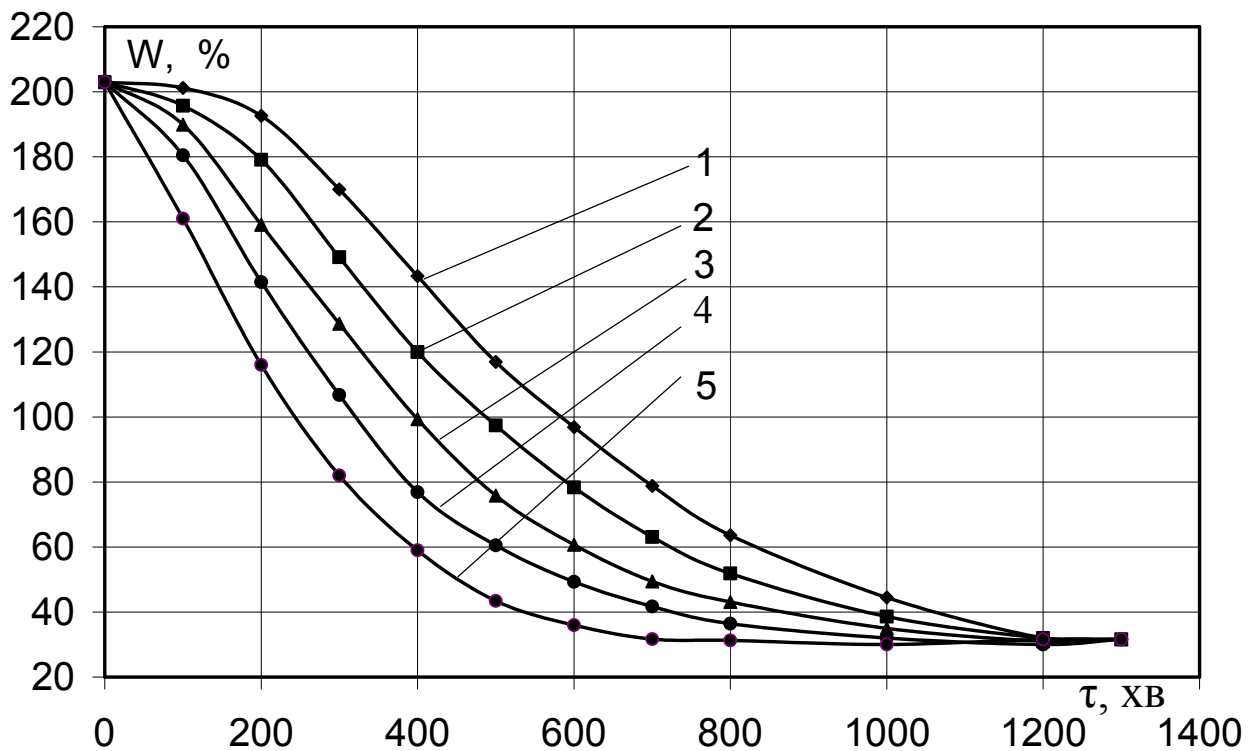


Рис.1. Криві конвективного сушіння глуду сорту Шаміль при температурах, °С: 1 – 60, 2 – 70, 3 – 80, 4 – 90, 5 – 100.

Апроксимуючи дані першого періоду сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються лінійному закону.

Для температур теплоносія:

$$60\text{ °C} - W = -0,254\tau + 245 \text{ при } R^2 = 0,997;$$

$$70\text{ °C} - W = -0,274\tau + 232,4 \text{ при } R^2 = 0,996;$$

$$80\text{ °C} - W = -0,302\tau + 220 \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$90\text{ °C} - W = -0,346\tau + 213 \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$100\text{ °C} - W = -0,408\tau + 202 \text{ при } R^2 = 0,99,$$

де W – вологовміст, %; τ – час, хв; R^2 – середньоквадратичне відхилення.

Апроксимуючи дані другого періоду сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються степеневому закону.

$$60\text{ °C} - W = 1000000 \tau^{-1,4624} \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$70\text{ °C} - W = 203186 \tau^{-1,233} \text{ при } R^2 = 0,972;$$

$$80\text{ °C} - W = 38321 \tau^{-1,0054} \text{ при } R^2 = 0,95;$$

$$90\text{ °C} - W = 7920 \tau^{-0,8} \text{ при } R^2 = 0,94;$$

$$100\text{ °C} - W = 2413 \tau^{-0,63} \text{ при } R^2 = 0,858,$$

де W – вологовміст, %; τ – час, хв; R^2 – середньоквадратичне відхилення.

В результаті обробки кривих конвективного сушіння отримані залежності швидкості сушіння глуду Шаміль від вологовмісту (рис. 2), що дають змогу проаналізувати характерні особливості глуду. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей $dW/d\tau$ встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням температури теплоносія вона зростає від 0,26 кг/(кг·хв) (для 60 °С) до 0,44 кг/(кг·хв) (для 100 °С).

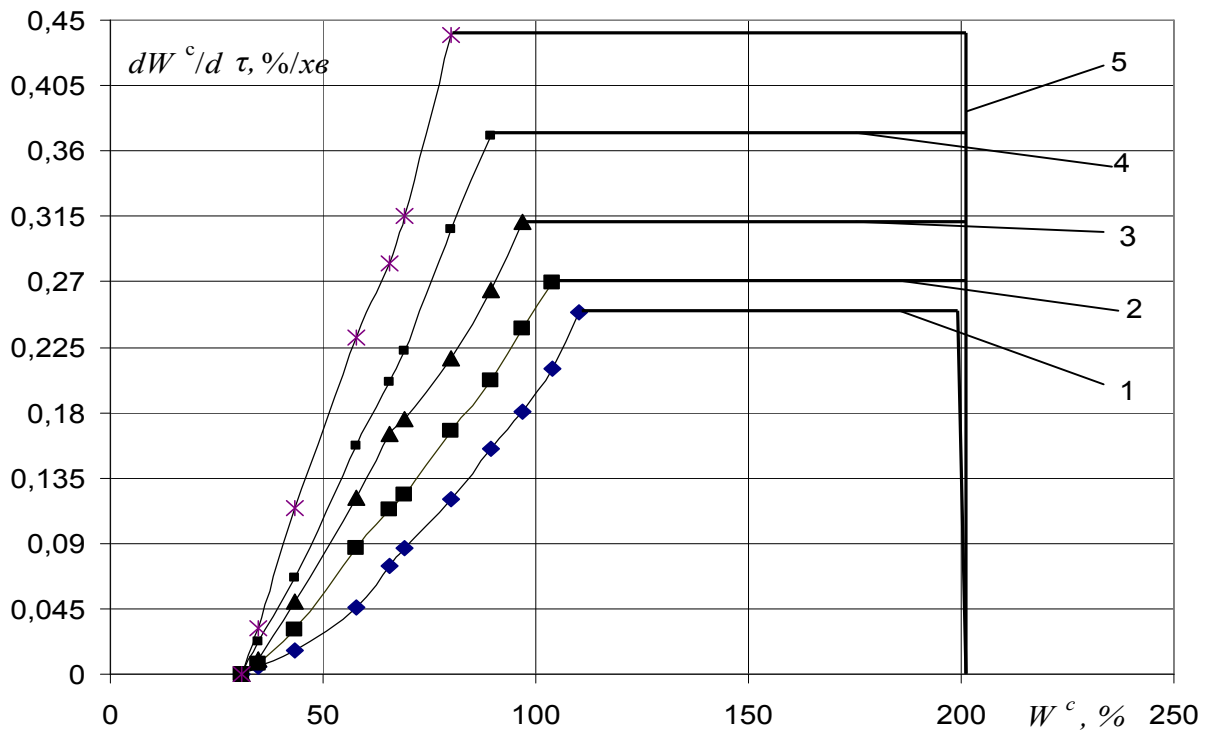


Рис.2. Криві швидкості конвективного сушіння глуду сорту Шаміль при температурах, °C: 1 – 60, 2 – 70, 3 – 80, 4 – 90, 5 – 100.

Проаналізувавши другий період сушіння вивели апроксимаційні рівняння при температурах:

$$60\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,00001W^2 + 0,0004W + 0,026 \text{ при } R^2 = 0,92;$$

$$70\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,00002W^2 - 0,0002W + 0,033 \text{ при } R^2 = 0,95;$$

$$80\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,000005W^2 + 0,0037W - 0,087 \text{ при } R^2 = 0,95;$$

$$90\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,00005W^2 - 0,0001W + 0,0487 \text{ при } R^2 = 0,92;$$

$$100\text{ }^{\circ}\text{C} - dW/d\tau = 0,0001W^2 - 0,0117W + 0,313 \text{ при } R^2 = 0,92.$$

З рисунку відсутній період прогріву глуду, а спостерігається період сталої (перший період) і спадаючої (другий період) швидкості сушіння.

На рис. 3. представлені криві сушіння плодів глуду сорту Шаміль з використанням струмів високої частоти. Сушіння здійснювалося при чотирьох рівнях використання номінальної потужності магнетрону – 300, 500, 700 і 1000 Вт. Із графіків видно, що процес сушіння плодів глуду залежить від рівня магнетрону. Так, при потужності магнетрону 300 Вт сушіння глуду з початковим вологовмістом 550 % до кінцевого 24% проходив протягом 50 хв., а починаючи з потужностей магнетронів 500, 700 і 1000 Вт процес сушіння проходив, відповідно, 37, 28 і 20 хв. Таким чином, тривалість процесу сушіння зменшується з підвищенням магнетрону до максимальної потужності (1000 Вт) в 1,6 рази.

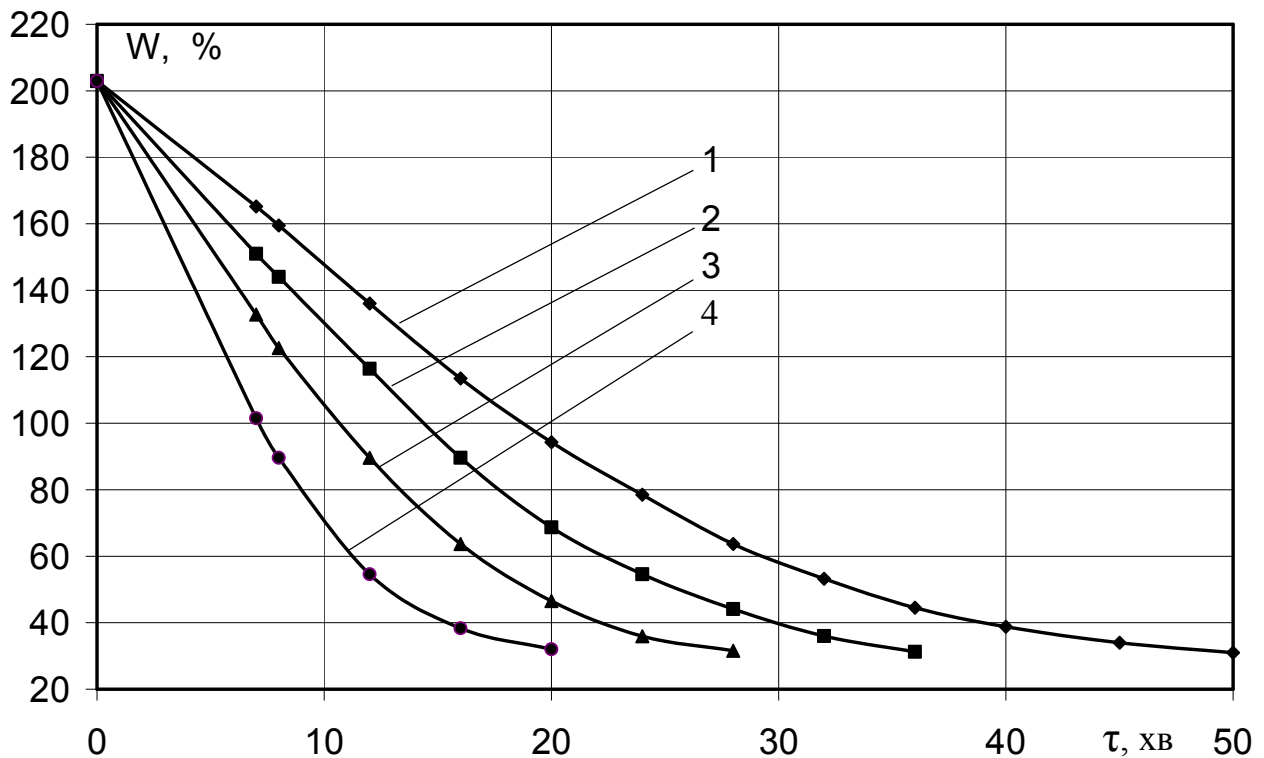


Рис.3. Криві мікрохвильового сушіння глоду сорту Шаміль при потужності магнетрону, Вт: 1 – 300, 2 – 500, 3 – 700, 4 – 1000.

Апроксимуючи дані першого періоду сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються лінійному закону. Для потужності магнетрону:

$$300 \text{ Вт} - W = -5,6\tau + 203 \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$500 \text{ Вт} - W = -7,24\tau + 202,5 \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$700 \text{ Вт} - W = -10\tau + 203 \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$1000 \text{ Вт} - W = -14,5\tau + 203 \text{ при } R^2 = 0,98,$$

Апроксимуючи дані другого періоду сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються степеневій залежності.

$$300 \text{ Вт} - W = 3403\tau^{-1,2} \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$500 \text{ Вт} - W = 2577\tau^{-1,22} \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$700 \text{ Вт} - W = 1385\tau^{-1,13} \text{ при } R^2 = 0,97;$$

$$1000 \text{ Вт} - W = 933\tau^{-1,14} \text{ при } R^2 = 0,98,$$

де W – вологовміст, %; τ – час, хв; R^2 – середньоквадратичне відхилення.

В результаті обробки кривих мікрохвильового сушіння отримані залежності швидкості сушіння глоду Шаміль від вологовмісту (рис. 4), що дають змогу проаналізувати характерні особливості глоду. При виведенні рівняння кінетики сушіння з експериментальних залежностей dW/dt встановили, що на першій стадії швидкість сушіння можна приблизно вважати постійною. З підвищенням температури теплоносія вона зростає від 5,6 кг/(кг · хв) (для 300 Вт) до 14,6 кг/(кг · хв) (для 1000 Вт).

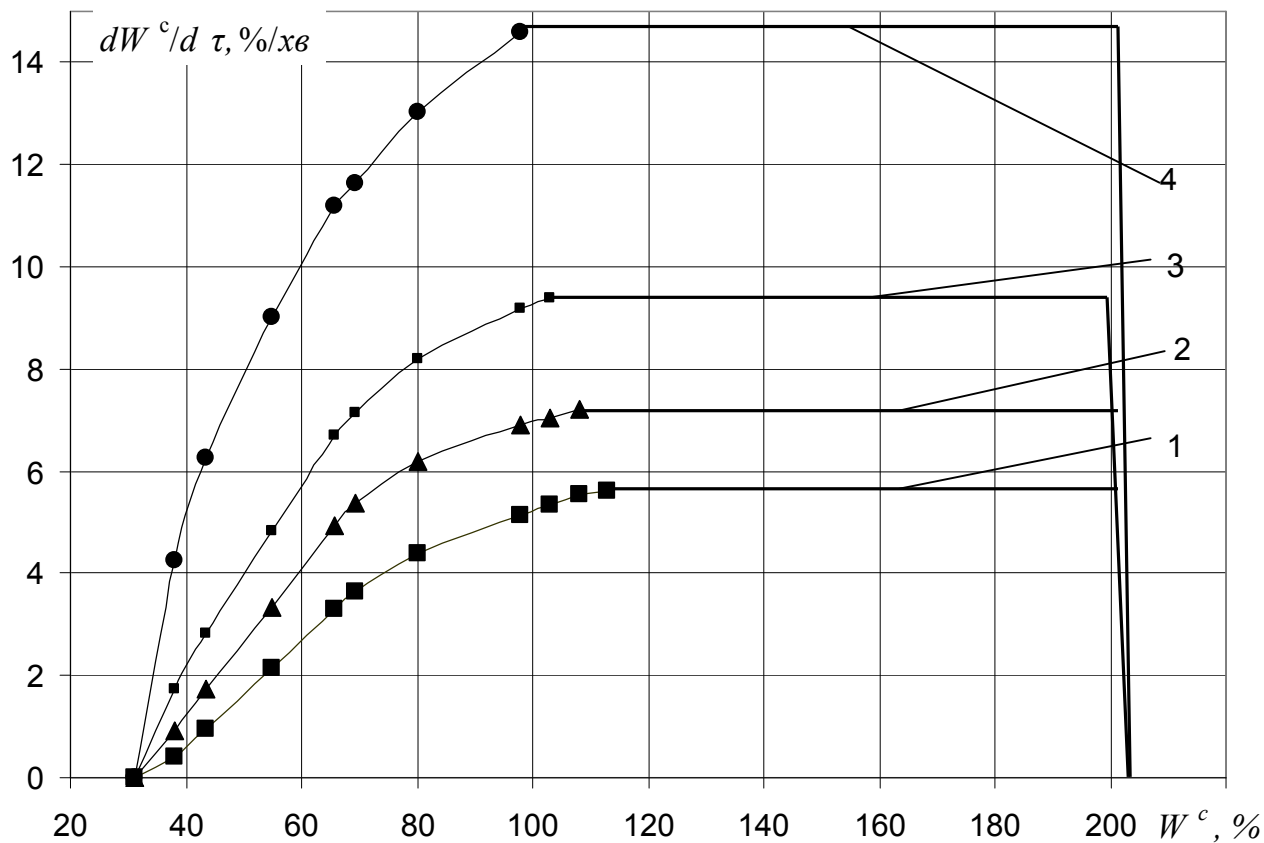


Рис.4. Криві швидкості мікрохвильового сушіння глуду сорту Шаміль при потужності магнетрону, Вт: 1 – 300, 2 – 500, 3 – 700, 4 – 1000.

Апроксимуючи дані другого періоду швидкості сушіння, вивели рівняння, що підпорядковуються логарифмічному закону.

$$300 \text{ Вт} - W = 4,73 \ln(\tau) - 16,6 \text{ при } R^2 = 0,99;$$

$$500 \text{ Вт} - W = 6,13 \ln(\tau) - 21 \text{ при } R^2 = 0,985;$$

$$700 \text{ Вт} - W = 8,08 \ln(\tau) - 27,5 \text{ при } R^2 = 0,98;$$

$$1000 \text{ Вт} - W = -186 \ln(\tau) - 41,3 \text{ при } R^2 = 0,97,$$

де W – вологовміст, %; τ – час, хв; R^2 – середньоквадратичне відхилення.

Висновок. Встановлено доцільність використання конвективного і мікрохвильового сушіння для різних сортів і видів глуду.

Наукові керівники Малезик І.Ф., Кулінченко В.Р.