

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНИХ ТА ФІЗИКО ХІМІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ПИВНИХ ДРІЖДЖІВ

Досліджено фізичні й теплофізичні характеристики пивних дріжджів, а також фізико-хімічні процеси, що відбуваються в них під час нагрівання і охолодження з метою визначення тепломасо-обмінних характеристик їх сушіння зі збереження властивостей вихідного продукту для подальшого використання як харчових добавок.

Ключові слова: пивні дріжджі, термічний аналіз, калориметрія, вільна волога, зв'язана волога, волога.

Утилізація вторинної сировини пивоварного виробництва, яка містить понад 25 % поживних речовин, до яких належать і пивні дріжджі, є однією з основних екологічних і економічних проблем галузі. Використання залишкових пивних дріжджів має великі перспективи в харчовій, фармацевтичній та мікробіологічній промисловостях завдяки вмісту у них легкозасвоюваних білків, вуглеводів, жирів і вітамінів. У сирому вигляді пивні дріжджі зберігаються недовго, тому для подальшого використання їх висушують [Z].

Розроблення способів сушіння пивних дріжджів і вибір раціонального режиму ведення цього процесу потребують даних про зміну гігроскопічних, термодинамічних і теплофізичних характеристик матеріалу як об'єкта сушіння, а також фазових переходів, що відбуваються в дріжджах під час сушіння [1]. Характер зв'язку вологи в пивних дріжджах визначали за даними повного термічного аналізу, а також за допомогою низькотемпературної диференціальної скануючої калориметрії.

Термічний аналіз пивних дріжджів проводився за допомогою дериватографічного методу [4] на дериватографі Q-1000, який дає змогу одночасно отримувати температурну і диференціальну криві нагріву, а також інтегральну і диференціальну криві втрати ваги. У результаті аналізу отримано повну картину якісної та кількісної змін вмісту речовини, яка підлягає термічному обробленню.

Нарис. 1 показано термограми пивних дріжджів: крива втрати ваги ТГ (крива сушіння), диференціальна крива втрати ваги ДТГ (крива швидкості сушіння), температурна крива Т і диференціальна крива зміни тепловмісту в процесі термічного оброблення ДТА. Повний термічний аналіз проводився за таких режимних параметрів: наважка пивних дріжджів — 101,9 мг; еталон — $-Al_2O_3$ 100 мг; тиглі керамічні; температура печі — 250 °C; швидкість нагрівання — 3,88 °C/хв; швидкість руху діаграмною стрічки — 2,5 мм/хв.

Як видно з отриманих даних, інтенсивне видалення вологи супроводжується ендотермічним ефектом, починається при температурі 30...35 °C і закінчується при температурі 125...130 °C, про що свідчать криві ДТГ і ДТА, які практично паралельні осі часу на цьому проміжку. Весь процес сушіння триває близько 40 хвилин.

It is investigated physical and thermal characteristics of beer yeast, and also physico-chemical processes which occur in them during heating and cooling with the purpose of definition heat-and-mass transfer characteristics their drying to preservation of properties of an initial product for further use as food additives.

Key words: beer yeast, the thermal analysis, calorimetry, the free moisture, the connected moisture, a moisture.

Як видно з кривих ТГ і ДТГ, при видаленні вологи в режимах, що розглядаються, спостерігається три характерних періоди: перший період відповідає початку прогріву матеріалу і видаленню вологи при температурах 25... 50 °C, другий — максимальній швидкості видалення вологи при температурах 50... 100 °C. Втрата ваги, що відповідає цій температурі, становить близько 78 % від початкової вологості дріжджів — 68,9 %. Оптимальна температура цього періоду дорівнює 90...95 °C. Встановлено, що при температурі 50...100 °C відбувається видалення вільної та частково структурно зв'язаної вологи. Це підтверджується графіком прямолінійної зміни швидкості сушіння дріжджів. Подальше зменшення вологості супроводжується підвищенням температури до 125... 130 °C і зниженням швидкості сушіння. Ця ділянка відповідає, на наш погляд, видаленню зв'язаної вологи. В третьому періоді при температурі 100...130 °C видаляється до 10 % вологи. Початок

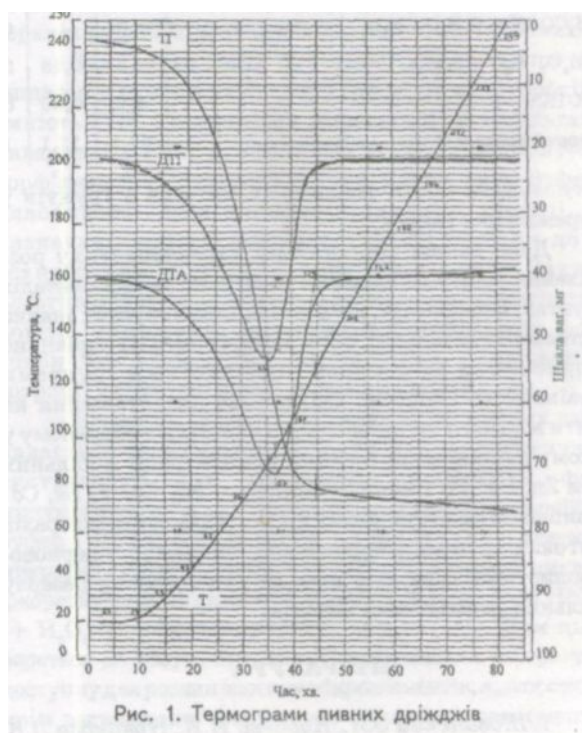


Рис. 1. Термограми пивних дріжджів

цього періоду відповідає критичній вологості пивних дріжджів 8—10 %. Як видно, процес видалення вологи з пивних дріжджів закінчується при температурі 129 °С. Далі відбувається горіння матеріалу, про що свідчить крива ДТА, яка наближається до прямої, паралельної осі часу, а також вигляд зразка після термічного оброблення.

Отже, критична вологість 8—10 % відповідає початку видалення зв'язаної вологи. Максимальне видалення зв'язаної вологи відбувається при 100...130 °С, максимальна швидкість сушіння спостерігається при температурі матеріалу 90...95 °С.

Кількісний аналіз щодо вмісту вільної і зв'язаної вологи у пивних дріжджах проводився методом низькотемпературної диференціальної скануючої калориметрії (ДСК) на диференціальному скануючому мікро-калориметрі ДСМ-2М [3].

У калориметрії дослідження фізико-хімічних змін, що відбуваються з речовиною в процесі її нагрівання або охолодження, ґрунтується на реєстрації тепла, яке поглинається чи виділяється зразком у процесі експерименту.

Метод ДСК оснований на автоматичній компенсації різниці температур між вимірюваним (робочим) і порівнюваним (еталонним) осередками. У ДСМ-2М у вимірюваний осередок вміщують досліджувану речовину (зразок) в контейнері, а в еталонний — такий само контейнер, але порожній. При цьому маси контейнерів повинні бути однакові з точністю $\pm 0,05$ мг. Калориметричні осередки перебувають у безпосередній близькості від нагрівників, що забезпечує швидкий теплообмін та зменшує постійну часу калориметра до кількох секунд.

У процесі калориметричного вимірювання фіксується сума потужностей всіх теплових потоків, що виникають у результаті фазових переходів, і зміни теплоємності при зміні температури. На ДСК-кривій (рис. 2) вимальовуються піки, що відповідають виділенню або поглинанню тепла при зміні ентальпії в результаті фазового переходу, і перегини, що відповідають різкій зміні питомої теплоємності. Однак здебільшого зміна питомої теплоємності речовини порівняно зі зміною ентальпії при фазовому переході настільки мала, що з достатнім наближенням для відбиття зміни властиво питомої теплоємності в районі піка є пряма, що з'єднує початок і кінець піка

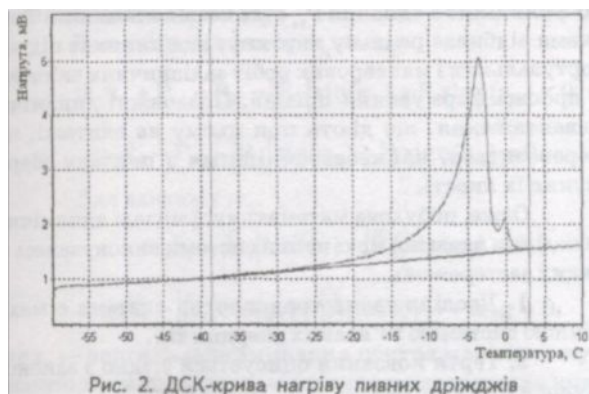


Рис. 2. ДСК-крива нагріву пивних дріжджів

Площа, замкнена між ДСК-кривою та інтерпольованою лінією, є площею піка, яка характеризує зміну питомої теплоємності та пропорційна тепловому ефекту фазового переходу.

Інтегральне значення площі піків визначається обробленням ДСК-кривих, введених в пам'ять комп'ютера у процесі експерименту за допомогою комп'ютерної програми "Water 4".

Дослідження проводились з обробленими і необробленими дріжджами за виявленням кількості вільної та зв'язаної вологи. Оброблення дріжджів полягало у швидкообертovому (близько 8000 об/хв) руйнуванні дріжджових клітин.

Масу зв'язаної вологи у зразку вираховували як різницю між масами загальної та вільної вологи. Загальну кількість вологи визначали після калориметричних вимірів методом висушування до постійної маси в сушильній шафі при температурі 104...105 °С протягом 3—4 год.

Значення кількості вологи в зразках наведено в таблиці.

Співвідношення складових зразків пивних дріжджів та питомий вміст зв'язаної вологи

Пивні дріжджі	Співвідношення складових, % за масою				Питомий вміст зв'язаної вологи, гв / гср
	зразка		вологи		
	сухих речовин	вологи	вільної	зв'язаної	
Вихідні	18,39	81,61	75,09	24,91	1,106
"	19,00	81,00	69,94	30,06	1,282
"	18,53	81,47	70,58	29,42	1,293
Подрібнені	18,16	81,84	66,21	33,79	1,523
"	18,66	81,34	66,29	33,71	1,469
"	16,40	83,49	67,98	32,02	1,614

Отже, кількість зв'язаної вологи у оброблених пивних дріжджах більша ніж у вихідних.

Висновки. У результаті проведених досліджень отримано термограми сушіння пивних дріжджів, а також визначено кількість вільної та зв'язаної вологи у дріжджах: вихідних — 1,288г_в/г_с, оброблених — 1,496г_в/г_с. Визначено: критичну вологість (8—10 %), тривалість сушіння; температури, що відповідають максимальному видаленню вільної та частково зв'язаної вологи і швидкості сушіння при температурі 90...130 °С.

Продовженням цієї роботи є подальше дослідження фізико-хімічних і теплофізичних властивостей пивних дріжджів, розроблення оптимальної технології їх сушіння та дослідження впливу обробки дріжджів на тривалість і сам процес сушіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гинзбург А. С. Технология сушки пищевых продуктов. — М: Пищ. пром-сть, 1976. — 250 с.
2. Домарецький В. А. Технология солоду та пива: Підручник. — К.: "Фірма "ІНКOC", 2004. — 426 с.
3. Дифференциальный сканирующий микрокалориметр ДСМ-2М. Техническое описание й инструкция по эксплуатации. СКБ БП АН СССР. — Пушино, 1978. — 40 с.
4. Узндландт У. Технические методы анализа. — М.: Мир, 1978. — 526с.
5. Хеммингер В., Хене Г. Калориметрия. Теория й практика. — М.: Химия, 1990. — 176с.

Надійшла до редколегії 01.02.06 р.