

Р.Л. ЯКОБЧУК
І.В. ЖИТНЕЦЬКИЙ, В.Л. ЯРОВИЙ, кандидати технічних наук
Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ КУТА ЗМОЧУВАННЯ ТА ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ ДРІЖДЖІВ ПИВНИХ

Досліджено поверхневий натяг і кут змочування вихідних і подрібнених дріжджів пивних. Встановлено їх вплив при розпиленні в процесі сушіння дріжджів в сушильних установках з віброкиплячим шаром інертного матеріалу.

Ключові слова: поверхневий натяг, кут змочування, віброкиплячий шар, інертний матеріал.

Исследовано поверхностное натяжение и угол смачивания исходных и измельченных дрожжей пивных. Установлено их влияние при распылении в процессе сушения дрожжей в сушильных установках с виброкипячим шаром инертного материала.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, угол смачивания, виброкипячий шар, инертный материал.

При сушінні пивних дріжджів в розпилювальних сушарках одними із визначальних параметрів самого розпилення є поверхневий натяг і кут змочування. Особливо велику роль ці параметри відіграють при сушінні дріжджів в сушарках з віброкиплячим шаром інертного матеріалу.

При розпиленні дріжджів на шар інертного матеріалу, що являє собою шар кубиків з однаковими розмірами сторін, виготовлений з матеріалу, що не впливає на харчовий продукт, утворюється плівка, яка обволікає інертний матеріал на поверхні якого в потоці теплоносія і відбувається процес сушіння. Однак утворення плівки залежить від поверхневого натягу і кута змочування дріжджів, а також від матеріалу з якого виготовлений інертний матеріал.

Поверхневий натяг, або коефіцієнт поверхневого натягу в першу чергу залежить від структури дріжджів, концентрації сухих речовин і температури. Коефіцієнт поверхневого натягу та кут змочування впливають на величину краплин які утворюються при розпиленні дріжджів, плівку утворення на поверхні інертного матеріалу та випаровування вологи з його поверхні.

Однак не на всіх інертних матеріалах утворюється плівка, це пов'язано з структурою дріжджів і самого матеріалу. В залежності від значення кута змочування розрізняють три основні випадки змочування поверхні твердих тіл [2].

1. Незмочування (погане змочування) — кут змочування тупий: $180^\circ > \alpha > 90^\circ$. Наприклад: вода на парафіні чи фторопласті.

2. Змочування (обмежене змочування) — кут змочування гострий: $90^\circ > \alpha > 0^\circ$. Наприклад: вода на метали.

3. Повне змочування. Кут змочування не встановлюється, капля розтікається в тонку плівку. Третій випадок не характерний для продуктів харчової промисловості.

Величина кута змочування визначається співвідношенням сил притягання рідини до твердого тіла і сил взаємного притягання між частинками самої рідини. Авторами відмічено, що робота адгезії завжди додатна, оскільки між тілами будь-якої природи завжди діють сили молекулярного притягання. Тому кут змочування завжди менший 180° . Впливає також, що чим менша робота когезії W_k і відповідно менший поверхневий натяг рідини σ_{pr} , тим краще ця рідина змочує тверде тіло [2].

Оскільки при повному змочуванні кут змочування не встановлюється, то в якості термодинамічної характеристики можна використовувати коефіцієнт розтікання:

$$S = W_g - 2\sigma \quad (D)$$

де W_a — робота адгезії.

При повному змочуванні $S > 0$. Таким чином, для повного змочування необхідно, щоб робота адгезії по крайній мірі в 2 рази була більшою поверхневого натягу рідини на границі з оточуючим середовищем. Для визначення кута змочування доцільно враховувати тільки роботу адгезії [2]:

$$\cos\theta = (W_a - \sigma_{pr}) / \sigma_{pr}, \quad (2)$$

де θ — кут змочування.

Перевага рівняння (2) полягає в можливості безпосереднього виміру величин, які входять в нього.

Для визначення роботи адгезії використовують ряд теоретичних методів, в тому числі — молекулярні теорії змочування. Рівняння для визначення кута змочування використовується для випадків змочування поверхні достатньо великими краплями. Якщо діаметр краплі $d_M < 10^{-5}$ см необхідно врахувати залежність питомої вільної поверхневої енергії не тільки від природи граничних фаз, але і від розміру краплини [2].

Для визначення кута змочування використовують проектуний метод, який полягає в наступному. Краплина дріжджів наносилась на пластину інертного матеріалу і проектується на поверхню паралельну площині джерела світла. На проекції краплини проводиться дотична в точці перетину контуру краплі з площиною матеріалу. Кут змочування вимірюють між дотичною та площиною основної краплі.

Існує декілька методів для визначення коефіцієнта поверхневого натягу і кута змочування. Метод рахування і зважування крапель, метод найбільшого тиску бульбашок, метод відриву кільця — для поверхневого натягу; проектуний метод — для кута змочування.

Найбільш точним методом визначення коефіцієнта поверхневого натягу є метод рахування і зважування крапель, так як суспензія пивних дріжджів є двофазною [1]. Він оснований на наступному принципі. Крапля рідини, що утворюється на горизонтальній круглій поверхні, відривається в момент, коли її маса врівноважує силу поверхневого натягу P ,

$$P = \Pi \sigma_{\text{рг}}, \quad (3)$$

де Π — постійна капіляра; $\sigma_{\text{рг}}$ — поверхневий натяг на межі рідина — навколишнє середовище, Н/м.

Постійну капіляра Π визначають по рідині з відомим поверхневим натягом. Для вирахування маси краплі з капіляра випускають декілька краплин, зважують їх і отриману величину ділять на число крапель.

Поверхневий натяг і кут змочування визначали для вихідних і подрібнених пивних дріжджів при різних концентраціях сухих речовин і температурі дріжджів 22 °С.

На рисунку показано зміну коефіцієнта поверхневого натягу від концентрації сухих речовин для вихідних та подрібнених дріжджів.

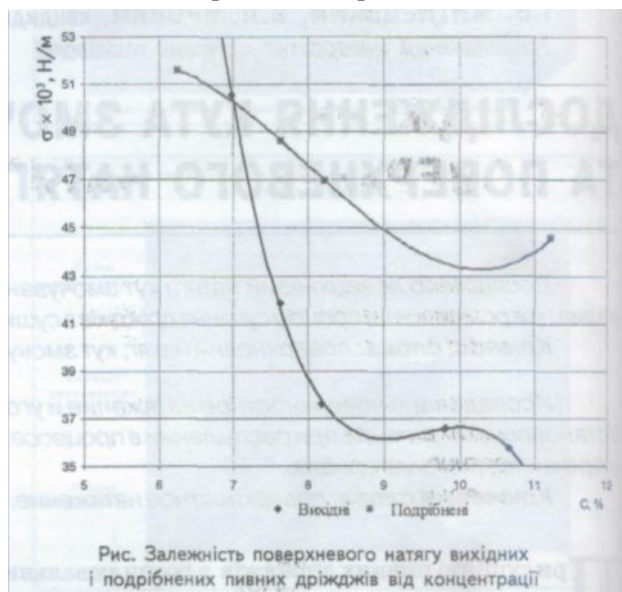


Рис. Залежність поверхневого натягу вихідних і подрібнених пивних дріжджів від концентрації

Як видно з рисунку, у вихідних пивних дріжджах поверхневий натяг менший ніж у подрібнених, що суттєво впливає на геометричні розміри краплин при розпилені як вихідних так і подрібнених дріжджів: За результатами експериментальних досліджень нами була встановлена функціональна залежність для визначення діаметра краплин пивних дріжджів:

$$d_M = 3,15 \cdot d_c \cdot \sigma_{\text{рг}}^{0,42} \cdot r_{\text{гф}}^{33} \cdot \sigma^{0,31}, \quad (4)$$

$deV = V_p + KV_r / (1 + k)$ — швидкість газорідинної суміші; $1 + k$

$k = m_r / m_p$ — відношення витрат розпилюючого газу і рідини; σ_{pr} , Γ — поверхневий натяг і в'язкість пивних дріжджів, d_c — діаметр сопла форсунки.

Як видно із функціональної залежності, при збільшенні поверхневого натягу діаметри краплин збільшуються.

Кут змочування являє одну із важливих характеристик змочування рідиною поверхні твердого тіла. Ця характеристика також взаємопов'язана з поверхневим натягом.

В таблиці наведено кут змочування вихідних і подрібнених дріжджів на різних матеріалах при різних концентраціях сухих речовин.

Як видно з результатів дослідження при збільшенні концентрації сухих речовин як для вихідних так і для подрібнених дріжджів пивних кут змочування на склі зменшується, на металі (нержавіюча сталь) кут навпаки збільшується, а на фторопласті — зменшується. Найбільше значення кута змочування спостерігається на фторопласті. Це пояснюється також тим, що фторопласт має найменші адгезійні властивості в порівнянні з іншими матеріалами і рекомендується в якості інертного матеріалу при сушінні дріжджів пивних у сушарках з вібропсевдозрідженим шаром інертного матеріалу.

Висновки. Аналіз отриманих результатів свідчить, що зі збільшенням концентрації сухих речовин

Таблиця Значення кута змочування в залежності від концентрації сухих дріжджів				
Матеріал	Вихідні дріжджі		Подрібнені дріжджі	
	Концентрація, %		Концентрація, %	
	6,98	8,18	6,26	8,23
Скло	48,3	43	44,75	44,75
Метал	39	52	35,5	40,25
Фторопласт	84	82,25	75,75	61,5

поверхневий натяг зменшується як для вихідних так і для подрібнених дріжджів пивних. Інтенсивніше він зменшується для вихідних дріжджів.

Значення кута змочування залежить від природи матеріалу, його адгезійних властивостей.

Для використання в якості інертного матеріалу при подальшому висушуванні дріжджів на його поверхні доцільно застосувати фторопласт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карпов А. М., Саруханов А. В. Теплофизические и физико-химические характеристики продуктов микробиологического синтеза: Справочник. — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.
2. Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и раотекания. М., "Химия", 1976. — 232 с.
3. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин и др.; под ред. А. В. Горбатова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 296 с.

Одержана редколегією 05.12.07 р.

