YCM MRC
Mold Research Center 黴菌研究中心
Research Paper Volume 3, Issue 1, Page 1-5
February 2024

食品發霉與防治

I、前言

黴菌是一類微小的真菌，廣泛存在於空間、動物、植物等各種生態環境，其種類數量估計在數萬至三十萬種以上。黴菌呈現絲狀或線狀生長，形成一個稱為菌絲體的網狀結構，黴菌的繁殖方式主要是透過孢子的產生，並藉由風、水、昆蟲等媒介進行傳播，當黴菌孢子進入新環境後，它們能迅速發芽成新的絲狀結構，就像蒲公英種子在風中飄散一樣，迅速散佈到各處進行繁殖，這種生物學特性賦予黴菌極高的適應性和生存力(USDA, 2013)。

黴菌的菌絲體結構包括微小的分支和根部吸收構造，能深入食物內部形成微細而複雜的結構，且難以被觀察。當食物發霉時，可能同時存在看不見的黴菌和細菌，這些微生物共同滋生，對食物產生影響。食品發霉不僅會影響其質地、氣味或外觀，更可能產生有毒物質，對人體健康構成潛在威脅。因此，本文探討食品的發霉機制及其帶來的安全的疑慮，並研討食品發霉防治策略。

II、文獻回顧

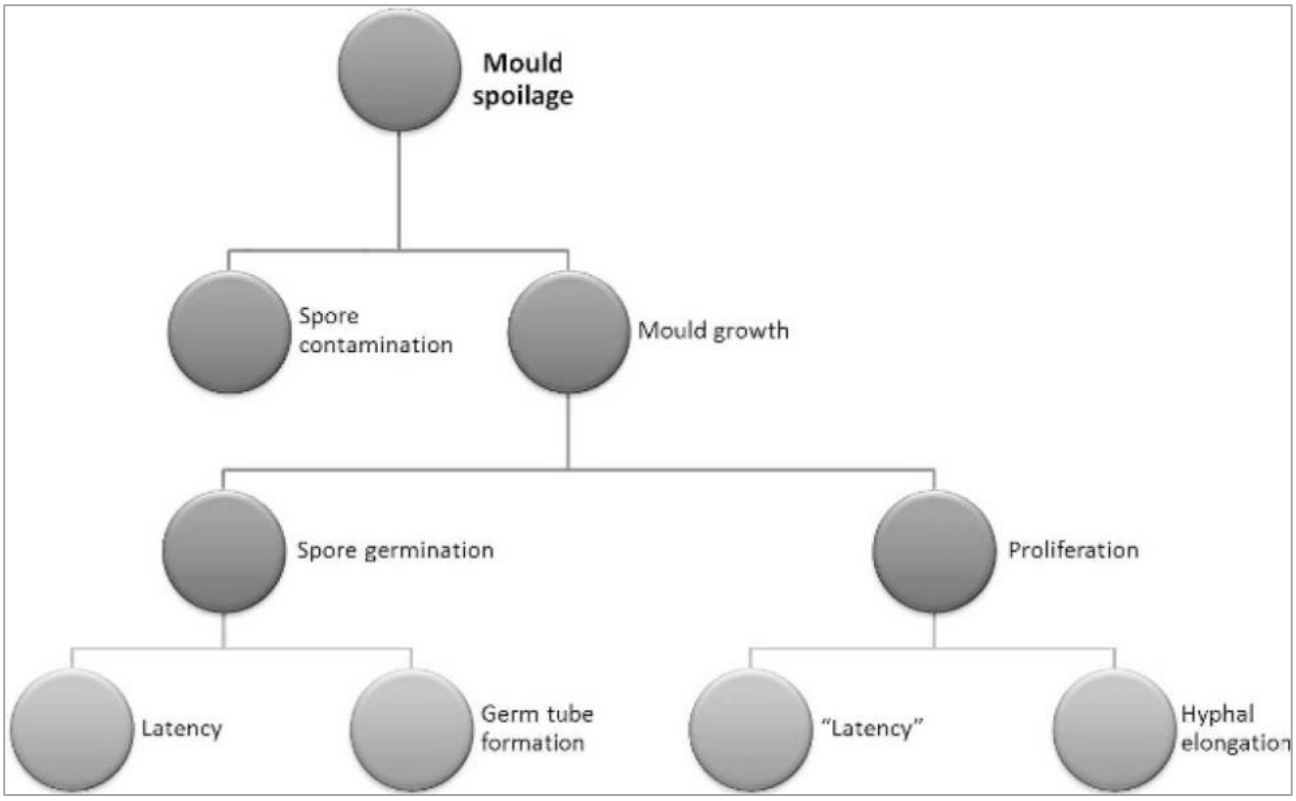
(i) 食品發霉機制

日常生活中，黴菌孢子無所不在，食物若未經適當包裝、儲存，容易受到黴菌影響。黴菌生長須符合三要素，即溫度、濕度、營養源，而食物就是一個黴菌良好的生長基質。特別是在高溫高濕的熱帶、亞熱帶或季風氣候國家，環境中黴菌孢子一旦坐落到食物上，就很容易產生發霉情形。

黴菌的生長機制包括孢子萌芽和菌絲擴散(圖一)，孢子在基質上生長，生成菌絲，造成發霉。而發霉的過程中可能會產生一些酵素，如脂肪酶、蛋白酶和碳水化合酶等外切酶。這些酵素將誘導物件產生異味、變色，甚至生成危害人體健康的黴菌毒素。因此，平時須妥善管控環境因素，了解這些黴菌的生長機制和相應的管理方法，預防黴菌孢子的散播，進而防範發霉及毒素的形成。

Published online 23 February 2024
Copyright © 2024 YCM PRODUCTS CO., LTD.

Research Paper Volume 3, Issue 1, Page 1-5
February 2024



資料來源: Dagnas & Membré (2013)

圖 1. 食品發霉變質示意圖 (Mold 及 Mould 均指黴菌，前者為美式拼寫後者為英式拼寫)

(ii) 發霉食品的危害

食物發霉的基質十分廣泛，包括蔬果、肉品、飲料、乳製品、果醬、罐頭、醃漬品等。從高水活性的飲料製品或食品原料到低水活性的加工品或醃漬品，都有可能受到黴菌汙染。尤其是在烘焙食品類別，例如蛋糕和麵包，即使發霉也不容易被察覺。因菌絲體往往能輕易滲透到產品的深處，並產生黴菌毒素，然而外觀上的菌絲卻不容易被辨認，進而造成民眾誤食而產生疾病的問題(Coton & Dantigny, 2019)。

2023 年 4 月，台灣一知名飲料品牌因消費者投訴指飲料中出現不明沉澱物及混濁物，稽查後發現，飲料中檢測出黴菌及酵母菌，引起了社會的關切。然而，這樣的黴菌食安事件並非個案，並且在全球各地都可能存在類似問題，例如 2023 年 8 月，美國加利福尼亞州十幾所小學因食用發霉的午餐而生病，出現食物中毒、胃痛等症狀。後續調查發現食品變質發霉的原因來自冰箱風扇被烤盤覆蓋，導致製冷循環不良，引發食物發霉等

Published online 23 February 2024
Copyright © 2024 YCM PRODUCTS CO., LTD.

Research Paper Volume 3, Issue 1, Page 1-5
February 2024

問題。2019 年中國四川爆發一宗食品安全事件，某校學生身體不適狀況持續兩年的時間，包括腹痛、嘔吐，甚至有的學生出現嚴重的流鼻血和便血等症狀，經調查發現，學校食堂使用了壞掉的肉品、發霉的水果以及長毛且散發惡臭的牛肉餅等原料製作營養午餐，引發食安問題。

食品在製造、儲存、運輸和銷售的過程中，往往受到環境因素的影響而容易受到黴菌的侵害，例如環境中常見會汙染到食物中的絲狀真菌，根黴屬(*Rhizopus* spp.)、毛黴屬(*Mucor* spp.)、麴霉屬(*Aspergillus* spp.)和鐮刀菌屬(*Fusarium* spp.)等，由於處理不當而導致食物腐敗，而這些黴菌也可能產生影響人體健康的有毒物質(Chou & Hsiao, 2023；USDA, 2013)。黴菌生長溫度廣泛，多數適合生長溫度介於 10 至 30°C 之間，但部分黴菌較耐寒，例如青黴菌(*Penicillium* sp.)、鐮刀菌(*Fusarium* sp.)和枝孢菌(*Cladosporium* sp.)能夠在低於 5°C 下生長。甚至部分黴菌在冷藏的低溫下能產生黴菌毒素，例如青黴屬(*Penicillium* spp.)在 0 至 31°C 的溫度下可產生棒麴霉素(Patulin)、青黴酸(Penicillic Acid)和赭麴毒素(Ochratoxin)；鐮刀菌屬(*Fusarium* spp.)在低於 10°C 甚至低於冰點的溫度下，還可以產生玉米赤黴烯酮(Zearalenone)和單端孢黴烯族化合物(Trichothecene) (Bullerman et al., 1984；Bullerman et al., 1979)。根據以上食品發霉的真實案例，警惕在食品製造及儲存的過程中，應妥善做好品質管理。

(iii) 食品發霉防治

為有效預防和控制食品發霉，從食品生產製造到販售的過程中，環境的衛生和管理非常重要。食物發霉的問題不僅直接影響食品品質，縮短了食品的保存期限，同時也導致了糧食的損失。更為重要的是，一旦這些受損的食品被攝入體內，將對人體健康造成極大的危害！

為防止食品發霉及食安問題，可利用欄柵技術調整水活性、pH 值、添加乳酸菌或其他天然萃取物、防腐劑，以及進行熱加工、後殺菌等處理，確保食品無菌。然而，殺菌後的食品若未經妥善包裝儲存，仍有殺菌後汙染的風險。因此，在食品的製造過程中，應妥善管理環境及儲存條件。從源頭管理開始，包括對使用的原物料實行嚴格的品質控管。一旦發現原料有腐敗、發霉或品質不良情況，應立即丟棄並進行適當清潔處理，降低黴菌孢子交叉汙染機率。同時，為確保品質衛生，還需注意不同產區、設備和人員之間的交叉汙染問題，這可能加速食品因受到汙染而腐敗。食品從業人員應該保持

Published online 23 February 2024
Copyright © 2024 YCM PRODUCTS CO., LTD.

Research Paper Volume 3, Issue 1, Page 1-5
February 2024

優良的衛生標準，穿戴無塵衣、手套，嚴格清潔和消毒相關設備以及食品接觸容器，原物料、半成品、成品在生產過程中，也需要確實的包裝或覆蓋。同時，生產環境以及產品運輸過程應執行環境監測計畫，包含建築環境是否完善無汙染，空調、冰箱或其他設備是否整潔且正常運作，妥善控管環境中的空氣品質、溫度、濕度等，降低環境當中黴菌生長及汙染機率，確保食品達到優良的品質和安全需求 (Chou et al., 2023；Dagnas & Membré., 2013)。

III、結論

黴菌的生長特性使食品為黴菌的豐富營養源之一，依照黴菌種類，於不同溫度下皆可能生長繁殖甚至產生有害的黴菌毒素，使食品變質更影響食用者的健康安全。在食品製備和儲存過程中需要採取適當措施來預防腐敗和分解，以確保食品有足夠的保存期限。為了減少誤食發霉食物產生的中毒風險，可利用欄柵技術管理食品品質，降低發霉風險。預防黴菌帶來的食安問題除了販售商家及消費者需有良好保存之外，更重要的是食品的源頭控管，從食品原料到整個生產環境的品管及衛生相當重要。

Published online 23 February 2024
Copyright © 2024 YCM PRODUCTS CO., LTD.

Research Paper Volume 3, Issue 1, Page 1-5
February 2024

IV、參考文獻

1. Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. Asian journal of plant science and Research, 5(4), 47-56.
2. USDA, Food safety and inspection service, (Aug 22, 2013) https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/molds-food-are-they-dangerous
3. Coton, M. & Dantigny, P. (2019). Mycotoxin migration in moldy foods. Current Opinion in Food Science, 29, 88-93.
4. Chou, K., Yan, C. T. & Hsiao, H. I. (2023). Identification of post-baking mold contamination through onsite monitoring of baking factory environment: A case study of bakery company in Taiwan. Food Control, 145, 109495.
5. Dagnas, S., & Membré, J. M. (2013). Predicting and preventing mold spoilage of food products. Journal of Food Protection, 76(3), 538-551.
6. Twelve Palo Alto Schools Stricken by Moldy Food Scandal, Outcry for Reform in School Nutrition(2023)https://hoodline.com/2023/08/twelve-palo-alto-schools-stricken-by-moldy-food-scandal-outcry-for-reform-in-school-nutrition/

Published online 23 February 2024
Copyright © 2024 YCM PRODUCTS CO., LTD.