

稻米儲藏後品質劣變原因解密

文/連苡廷 圖/連苡廷、許育慈

前言

稻米是全球主要的糧食作物之一，其品質不僅影響消費者的口感與滿意度，也關係到市場價值與農民收益。然而，在收穫調製後，稻米的品質會隨著儲藏時間及環境逐漸劣變，尤其許多小型碾米廠與自耕農友以自然倉儲為主，因為含水率過高、溫濕度波動、害蟲侵襲、包裝不當等因素，導致酸敗、異味增加，甚至霉變，影響商品品質。

本文以食用米的中短期儲藏為主，說明稻米品質變化的主要因素，並提供儲藏期間的管理建議，期望能幫助農友維持稻米品質。影響稻米儲藏品質的原因包括下列幾點：

表1. 稻穀含水率、儲藏溫度與安全儲藏日數的關係(引用自岡村保, 1937)

稻穀含水率	儲藏溫度	安全儲藏日數
15%	0~10°C	3年
	15°C	2年
	20°C	1.5年
	25°C	1年
16%	0~10°C	3年
	10°C	2.5年
	15°C	1.5年
	20°C	1年
18%	25°C	0.5年
	0~5°C	1年
	10°C	0.5年
20%	15~20°C	難以保存
	0~5°C	勉強可保存0.5年
	10~25°C	難以保存

一、稻穀含水率

稻穀在含水率超過14%時，因水活性加速穀粒內代謝反應進行，氧化速度與微生物活性會明顯上升，使澱粉轉化為糖類而影響米質。含水率15%的稻穀在25°C的環境最多僅儲存約1年(表1)，隨著稻穀含水量的增加，安全儲藏日數呈現遞減的情形。若將稻穀乾燥至13%以下的含水率，則適合1年以上的長期儲藏。但須注意含水率也不宜過低，低於12%時胴裂粒會顯著增加，導致碾米時碎米增多，蒸煮後口感偏硬或乾澀。因此，為維持食用米較佳的米質及口感，建議將稻穀乾燥至約14%的含水率。

二、儲藏環境溫濕度控制

進入儲藏階段後，溫濕度維持非常關鍵。由於稻穀仍有生理活性，當環境溫度高於25°C，且相對濕度超過70%時，其內部脂質氧化、酵素活性、甚至微生物繁殖速度都將迅速上升，導致醛類與酮類等揮發性化合物大量生成，進而嚴重劣化稻米的香氣與風味品質。在15°C低溫儲藏條件下，稻米的理化特性和澱粉穩定性可長時間維持，溫度在15°C以上儲藏3-4個月即對米質造成影響，會降低米粒的白度

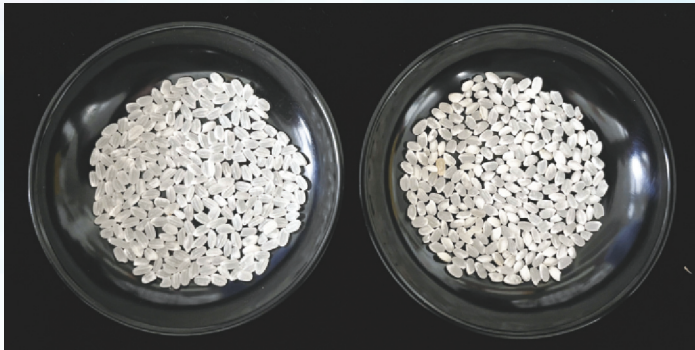


圖1. 稻米儲藏後的外觀變化，左為當期作新鮮白米，右為存放1年後白米外觀開始變黃、透明度降低。

及透明度，增加黃變米比率(圖1)與產生胴裂，影響碾製品質與消費者接受度；而35°C高溫儲藏則可能導致澱粉結構退化，口感變硬。因此，建議的理想儲藏條件為15°C以下、相對濕度50-75%，並搭配通風與遮光管理，降低外部熱源與濕氣侵入的風險。

除了控制溫濕度的定值，溫濕度的波動也是另一項風險。許多農戶的倉庫雖配置基本通風設施，若無法長時間維持恆定環境，導致日夜溫差與濕度變化頻繁，米粒內部水分活性增加，導致直鏈澱粉與支鏈澱粉重新排列，影響澱粉結構穩定性與胚乳細胞膜完整性，使得米飯煮食後口感變硬、香氣流失。因



圖2. 稻米儲藏期間常見的害蟲，左為穀蠹，右為米象。

此，維持溫濕度穩定亦是提升稻米保存效果的必要條件。

三、害蟲與微生物污染

稻穀主要害蟲為穀蠹及麥蛾等，碾糙及碾白區之主要害蟲為外米綴蛾、粉斑螟蛾及米象等(圖2)。

這些害蟲可能會躲藏於倉庫縫隙、包裝袋、粗糠

包、稻穀乾燥機內部及底層等地方，多數儲藏害蟲的最佳發育溫度在25-33°C之間，在溫度13-25°C之間發育遲緩，低於13°C時生長速率大幅下降甚至致死(表2)。例如，米象在30°C及相對溼度75%的

表2. 儲藏害蟲對溫度的反應(引用自Shadia, 2011)

區間	溫度(°C)	效果
致死	>62	1分鐘內死亡
	50至62	1小時內死亡
	45至50	1天內死亡
	35至42	族群滅絕
次優	35	發育停滯
	33至35	發育緩慢
最佳	25至33	最大發育速度
次優	20至25	發育緩慢
	13至20	發育緩慢或停滯
致死	3至13	數天內死亡(未適應環境)並停止活動
	-10至-5	如果適應環境，幾週至幾個月內死亡
	-25至-15	幾分鐘內凍死

註：昆蟲種類、發育階段及穀物水分含量皆會影響昆蟲對溫度的反應。

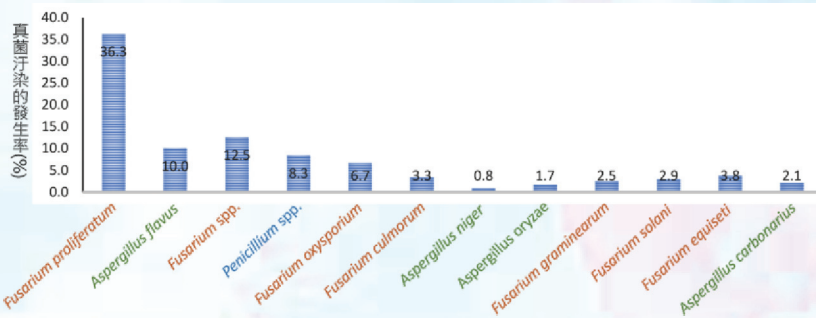


圖3. 田間或儲藏前後稻米中的真菌污染發生率，菌落分布呈現多樣性，優勢菌屬為圖中棕字的鐮胞菌屬(*Fusarium spp.*)、綠字的麴菌屬(*Aspergillus spp.*)和藍字的青黴菌屬(*Penicillium spp.*) (引用自Phan, 2021)。

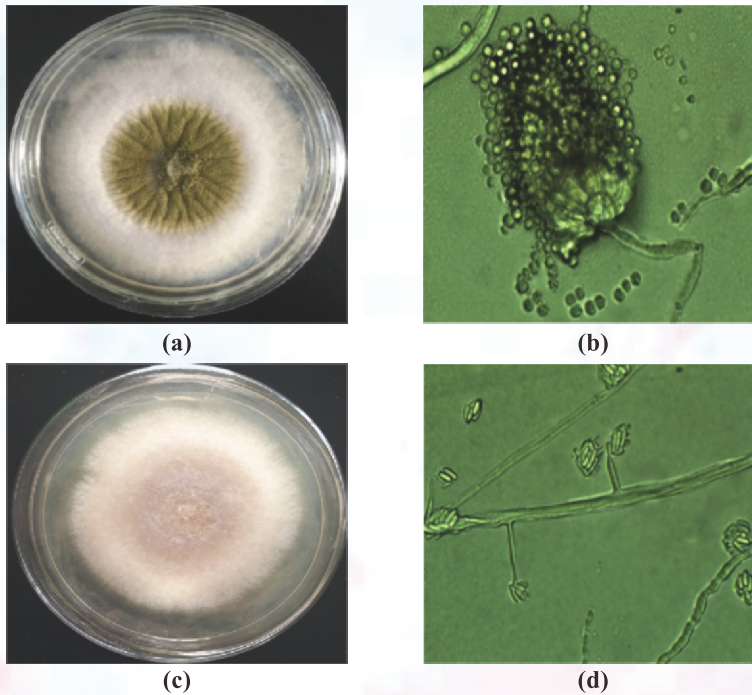


圖4. 優勢菌屬中麴菌屬的 *A. flavus* 的在培養基上(a)及顯微鏡下(b)的樣態，以及鐮胞菌屬的 *Fusarium proliferatum* 在培養基上(c)及顯微鏡下(d)的樣態(引用自Phan, 2021)。

儲藏條件下(約3-4週)即可繁殖一代，短時間可從一小撮殘穀擴散至整個倉區，造成稻米穿孔與排泄物殘留。

此外，在高溫高濕環境下，青黴菌與麴菌等真菌會大量繁殖，不但影響稻米外觀與香氣，還有產生

黃麴毒素等風險；Phan 等人(2021)的研究指出，稻穀和白米易受到鐮胞菌屬(*Fusarium spp.*)、麴菌屬(*Aspergillus spp.*)和青黴菌屬(*Penicillium spp.*)等真菌的污染(圖3及4)，造成真菌污染的原因可能來自水稻品種、田區內的作物殘

體、混合使用肥料、運輸環境不衛生以及乾燥時間延遲等。

這些害蟲與微生物不僅降低米價與銷售率，更嚴重損害消費者信心。因此，稻米儲藏期間建議溫度設定在15°C以下，大多數害蟲會停止活動，若降至13°C以下，能有效阻斷害蟲繁殖，並定期檢查米倉角落與穀物表面，搭配必要時的物理隔離、燻蒸或安全藥劑管理，才能有效防範真菌及蟲害問題。

四、儲藏的形式及包裝

稻穀碾製成糙米或白米後，因為缺少稻殼的包覆，會加速稻米的氧化速度，進而提高保存的難度。相同儲藏條件下，糙米又因保留米糠及胚芽豐富的脂肪，比白米更容易酸敗變質。為避免稻米與氧氣及濕氣的接觸，使用真空包裝(圖5)或充入惰性氣體可有效減少氧化反應，降低游離脂肪酸的形成，且在低溫條件下能將保存期限延長至1年以上。不僅如此，若能分批小



圖5. 不同尺寸透明及遮光的真空米包裝

量包裝，不但方便分次使用與銷售，亦可避免單一倉儲中害蟲或黴菌快速擴散的風險。目前國內不少碾米廠也逐步導入食品級真空自動包裝機與冷藏室，儘管初期投資高，但長期來看對維持產品品質極具助益。

結語

稻米作為臺灣重要的主食與農業經濟作物，其品質管控從田間至倉儲缺一不可。尤其在儲藏階段，不論是小型碾米廠或自耕農友，只要忽視了溫濕度管理、含水率控制或包裝與環境衛生的細節，就可能讓辛苦種出的好米在短短幾個月內品質劣變，影響銷售與消費者的信任。高品質稻米儲藏管理，有助於提高產品附加價值，更是維護農民收益與糧食安全的根本。

參考資料

- 1.岡村保。1937。多濕米の貯藏と貯藏度との關係。農学研究，28，1-47。
- 2.Phan, L. T. K., Tran, T. M., Audenaert, K., Jacxsens, L., & Eeckhout, M. 2021. Contamination of *Fusarium proliferatum* and *Aspergillus flavus* in the rice chain linked to crop seasons, cultivation regions, and traditional agricultural practices in Mekong Delta, Vietnam. *Foods*, 10 (9), 2064.
- 3.Shadia E. Abd El-Aziz. 2011. Control strategies of stored product pests. *J. Entomol*, 8 (2), 101-122.