蔭鳳梨發酵之微生物菌相

洪千雅[1]、楊淑惠[1]
1. 高雄市鳳山區 農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所植物保護及園產品加工系

摘　　要

鳳梨為台灣產值與產量最高的水果，發酵是一種可保持鳳梨營養價值、增強風味和解決因產量過多而造成採後損失的加工策略，蔭鳳梨是台灣傳統的發酵調味產品。然而，傳統發酵的蔭鳳梨存在著品質不穩定的問題，本研究探討蔭鳳梨發酵過程微生物菌相變化情形與對成品品質之影響，結果顯示，參與蔭鳳梨發酵的微生物(麴菌)以黴菌、酵母菌、乳酸菌為主，發酵會產生乳酸、酒精、甘油等風味物質，熟成使蔭鳳梨具有良好的風味特性，發酵成品蔭鳳梨醬可應用開發特色調味產品與餐點飲品，有助於提升鳳梨加工產業與拓展內外銷市場。

關鍵詞：發酵、鳳梨、蔭鳳梨、麴、菌相

緒　　言

鳳梨為台灣產值與產量最高的水果，年產量超過 35 萬噸，產值超過 80 億元，年加工量約為 2.2 萬公噸，具生產規模，可穩定供應加工原料，高屏地區為其主要產地，占總產量 30%(1)。近年來，鳳梨種植面積因應市場需求逐漸增加，但因氣候異常導致鳳梨果實品質不易控管，需要開發可以大量利用鳳梨果實的加工技術，蔭鳳梨是具臺灣特色的鳳梨醃製發酵產品，其獨特的風味常被用於各式料理與湯品上，是家庭常見的烹調佐料。一般傳統的蔭鳳梨作法，發酵程度與品質不易控制，藉由優勢菌種的大量穩定生長，能夠抑制發酵過程中雜菌汙染的情形，因此，蔭鳳梨要成功發酵，達到預期之產品品質，微生物扮演著不可或缺的重要角色，然而，有關探討蔭鳳梨發酵過程中的微生物菌相變化情形之文獻很少，因此，本研究目的為探討蔭鳳梨發酵微生物菌相與風味成分的變化，期望用科學化的角度了解蔭鳳梨發酵過程，開發蔭鳳梨發酵技術，提升蔭鳳梨產品的市場競爭力。

何謂麴?

麴(Koji)是一種穀類的發酵物質，其生產方式是將種麴(麴黴菌, koji mold)與蒸熟後冷卻的穀物(如米、麥、黃豆等)混和，控制適當的溫、濕度，培養一段時間後，經乾燥所製成，此過程稱之為製麴[2]，製麴起始溫度控制在 30-35°C，有利菌絲的生長，後期溫度維持在 20-25°C，有助於產生大量的酵素，麴含有許多不同種類的酵素，包含澱粉酶、蛋白酶、脂解酶等，可以分解原料中的澱粉、蛋白質和油脂[3]，使發酵產品具有特別的風味、香氣與質地。麴的種類很多，依據原料的不同有米麴、麥麴、豆麴、米豆麴、米麥麴和豆麥麴等，市面上有許多不同種類的商業麴菌，用來生產不同的發酵產品，其內所含的菌種包含黴菌、酵母菌、乳酸菌，不同的原料與菌種組合可產生不同香氣與風味的產品。

麴於食品發酵產業之應用

以下介紹食品發酵產業常見的麴菌：

(一)米麴菌(*Aspergillus oryzae*)：菌落呈現淡綠黃色，具有澱粉及蛋白質分解能力，可用來製作味噌和醬油，可產生酵素分解原料中的澱粉和蛋白質，使其變成糖及胺基酸，參與清酒釀造時的米澱粉的糖化，味噌、醬油、豆腐乳發酵原料米或麥的澱粉及大豆蛋白質的分解。

(二)米根黴(*Rhizopus oryzae*) ：菌落呈現白色至灰褐色，常用來製作豆腐乳，可產生酵素分解原料中的澱粉、蛋白質和脂肪，生成風味物質，豆腐經蛋白酶作用，會生成胜肽(peptide)及胺基酸等鮮味成分，使豆腐乳組織綿軟具有鮮味。

(三)紅麴菌(*Monascus purpureus*) ：菌落呈現紅色、紫紅色，紅麴就是紅麴菌生長於蒸煮米粒上發酵所得到的，可產生紅色色素(monascorubin) ，而以紅麴菌將熟糯米發酵後形成的產物，就是我們熟知的紅糟，能增添食材的風味及色澤，紅麴菌發酵產生的次級代謝產物紅麴菌素(monacolin K) ，經科學實證，顯示具有降低膽固醇與降血脂的功能[4]，已發展為健康食品。

蔭鳳梨發酵過程微生物菌相與成分變化情形

微生物可提供蔭鳳梨發酵所需的酵素，將鳳梨的成分轉化為發酵風味物質，因此，探討蔭鳳梨發酵過程的菌相變化情形是很重要的，本試驗是以商業麴菌來進行蔭鳳梨加工，圖一為蔭鳳梨(koji-fermented pineapple, KFP)發酵期間的微生物生長曲線，結果顯示，參與蔭鳳梨發酵的微生物以黴菌、酵母菌、乳酸菌為主。發酵初期，黴菌、酵母菌、乳酸菌菌數逐漸增加，黴菌分泌糖化酵素-雙糖酶(蔗糖酶，sucrase)，將鳳梨內的蔗糖分解成葡萄糖和果糖，酵母菌作用將單糖發酵，產生酒精和甘油，乳酸菌將單糖分解，生成乳酸，使 pH 值下降，可以抑制病原性微生物的生長[5]，並進行蘋果酸乳酸發酵[6]，將鳳梨的蘋果酸轉化為乳酸，使乳酸含量增加，降低蔭鳳梨整體的酸度，大部分的糖類(蔗糖、葡萄糖和果糖)被微生物分解利用，含量明顯下降，由於麴菌胜肽酶(麩胺酸酶，glutaminase)的作用，使蔭鳳梨發酵會產生胺基酸衍生物-焦麩胺酸。發酵後期，酵母菌產生的酒精，會抑制黴菌和乳酸菌的生長，使黴菌、乳酸菌菌數下降，乳酸菌和酵母菌產生的二氧化碳，讓發酵蔭鳳梨表面會出現氣孔。最後，在微生物的共同作用下，蔭鳳梨會逐漸熟成，部分乳酸會轉化成其他代謝產物[7]，有機酸、醇類與胺基酸會形成發酵風味物質，pH 值會稍微上升，使蔭鳳梨的風味口感變得柔和。

蔭鳳梨加工應用產品

微生物發酵賦予蔭鳳梨醬獨特的豆麴、乳酸發酵風味與香氣，以蔭鳳梨醬為基底，搭配不同的調味，可開發多樣化加工產品。本試驗與食品公司合作，以蔭鳳梨醬、辣椒、檸檬汁等材料，開發蔭鳳梨風味調味醬(旺來甜辣醬，圖二) ，以 9 分制喜好性評分法進行 50 人感官品評，結果顯示，旺來甜辣醬的平均風味喜好度為 7 分，表示蔭鳳梨醬具有開發為調味醬之潛力；此外，本試驗將蔭鳳梨醬與其他食材搭配調味，開發創意特色餐點飲品，如熱壓吐司、炸飯捲、蔭鳳梨風味汽水等豐富多樣的蔭鳳梨加工應用產品(圖三)。

結論與展望

本研究藉由測定蔭鳳梨發酵過程微生物生長變化情形，了解其對蔭鳳梨發酵成分品質之影響，以生產品質穩定的蔭鳳梨醬，透過蔭鳳梨加工可提升鳳梨附加價值並協助解決鳳梨鮮果不耐儲藏的問題，期待未來可以量產蔭鳳梨醬產品。發酵蔭鳳梨醬有獨特的風味香氣，可供食品業者應用開發不同種類的調味產品，希冀藉由蔭鳳梨發酵技術的開發，擴展鳳梨加工素材之應用，有助於提升鳳梨加工產業與拓展內外銷市場。

引用文獻

1. 行政院農業委員會農業統計資料查詢 2020。農產品生產面積統計與農產品生產量值統計-果品。
2. Yamashita, H. 2021. Koji Starter and Koji World in Japan. J. Fungi. 7:569.
3. Hui, Y., Meunier-Goddik, L., Josephsen, J., Nip, W.-k., and Stanfield, P. 2004. Handbook of food and beverage fermentation technology. Marcel Dekker, Inc.
4. Xiong Z, Cao X, Wen Q, Chen Z, Cheng Z, Huang X, Zhang Y, Long C, Zhang Y, and Huang Z. 2019. An overview of the bioactivity of monacolin K / lovastatin. Food Chem Toxicol. 131:110585.
5. Mustafa SM, Chua LS, El-Enshasy HA, Abd Majid FA, Hanapi SZ, and Abdul Malik R. 2019. Effect of temperature and pH on the probiotication of Punica granatum juice using Lactobacillus species. J Food Biochem. 43(4): e12805.
6. Virdis C, Sumby K, Bartowsky E and Jiranek V. 2021. Lactic Acid Bacteria in Wine: Technological Advances and Evaluation of Their Functional Role. Front. Microbiol. 11:612118.
7. Cabello-Olmo M, Oneca M, Torre P, Díaz JV, Encio IJ, Barajas M, and Arana M. 2020. Influence of storage temperature and packaging on bacteria and yeast viability in a plant-based fermented food. Foods. 9(3): 302.

ABSTRACT

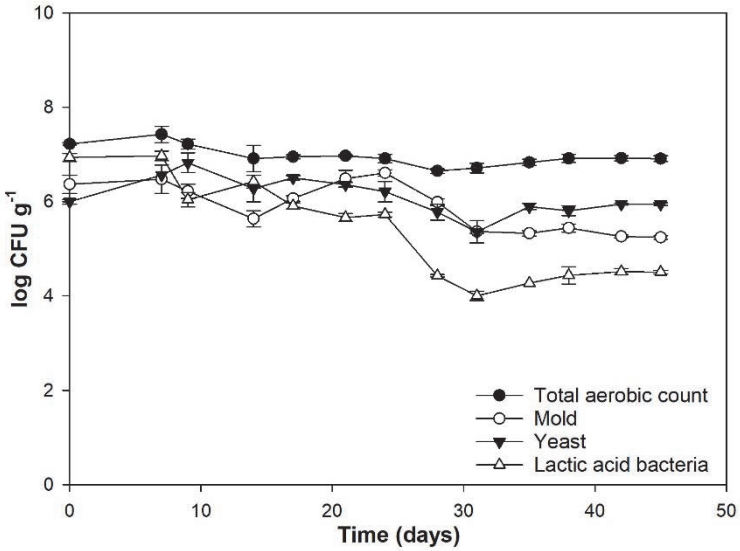
The microbiota of koji-fermented pineapple

Hung, C.Y.[1], and Yang, S. H.[1]

1. Department of Plant Protection and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

Pineapple (*Ananas comosus*) is the fruit with the highest production and yield in Taiwan. Fermentation of pineapple could be a strategy to retain the nutritional quality, enhance the flavor and resolve the post-harvest loss encountered during oversupply. Koji-fermented pineapple (KFP) is a traditional Taiwanese seasoning product. However, traditional KFP existed the problem of unstable quality. In this study, we investigated the changes of microbiota during the fermentation of KFP and the effects on the quality of the finished products. The results showed that the microorganisms (Koji) involved in the fermentation of KFP were mainly mold, yeast, and lactic acid bacteria, which could produce flavor substances such as lactic acid, alcohol, and glycerol. KFP presented good sensorial characteristics through the process of aging. KFP can be applied to develop unique flavoring products, dishes and beverages, which helps to improve the pineapple processing industry and develop domestic and export markets.

Key words: Fermentation, pineapple, koji-fermented pineapple, koji, microbiota.



圖一、蔭鳳梨發酵過程微生物生長曲線

Fig. 1. The microbial growth curve during the process of KFP fermentation. Error bars show standard deviation of the mean (n = 3).



圖二、旺來甜辣醬

Fig. 2. Koji-fermented pineapple flavored sweet chili sauce.

(A) (B) (C)



圖三、蔭鳳梨應用餐點飲品

Fig. 3. The application of Koji-fermented pineapple in dishes and drinks. (A)Hot pressed sandwich (B) Fried rice roll (C) Koji-fermented pineapple flavored soda