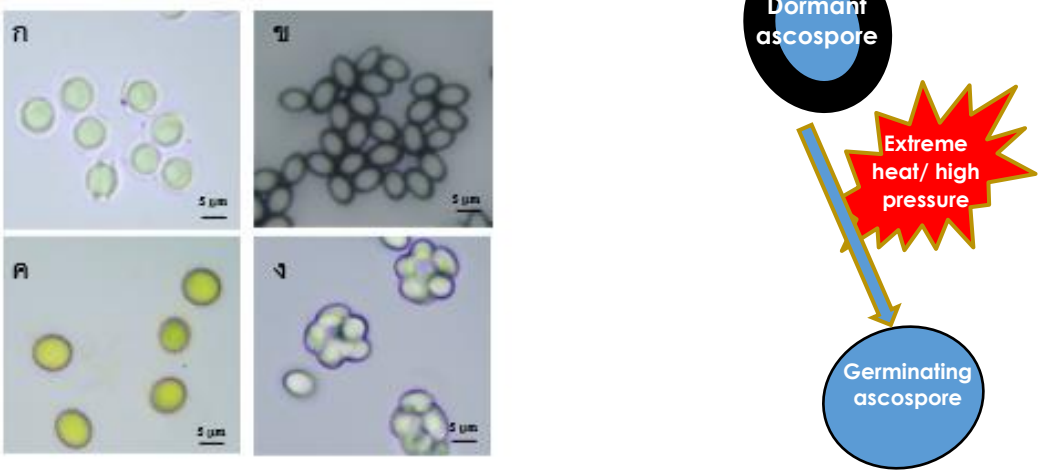
เชื้อราทนความร้อน (Heat resistant mold, HRMs)

ดร. ธนภูมิ มณีบุญ
นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ
ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.

การถนอมอาหารในน้ำผลไม้ส่วนใหญ่ใช้กระบวนการให้ความร้อนประมาณ 60 - 85 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อน และจุลินทรีย์ก่อโรคกับมนุษย์ รวมเอนไซม์ที่มีอยู่ในธรรมชาติซึ่งเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (Spinelli *et al*., 2009) อย่างไรก็ตาม ความท้าทายสำคัญของอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำผลไม้ คือ การมีอยู่ของเชื้อราทนความร้อน (heat resistant mold หรือ HRM) ซึ่งสามารถรอดชีวิตจากการให้ความร้อนในระดับสูง สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 30 นาที เชื้อรากลุ่มนี้มีรายงานว่าเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของน้ำผลไม้และผลิตภัณฑ์จากผลไม้ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนในทุกภูมิภาคทั่วโลก เชื้อราทนความร้อนที่สำคัญ ได้แก่ *Aspergillus* (with a neosartorya morph), *Paecilomyces* (with a byssochlamys morph), *Hamigera*, *Talaromyces* และ *Penicillium* (ชื่อเดิม *Eupenicillium*) (Samson *et al*., 2009)

โครงสร้างที่ทนความร้อนของเชื้อรากลุ่มนี้ คือ แอสโคสปอร์ (ascospore) ที่มีผนังหนา ซึ่งเป็นสปอร์ที่เกิดจากกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยแอสโคสปอร์ที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะพักตัว (dormant ascospore) ทั้งนี้แอสโคสปอร์จะงอกเป็นเส้นใยเมื่อได้รับการกระตุ้นจากปัจจัยภายนอก เช่น ความร้อน ความดัน และสารเคมีบางชนิด ส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ (ภาพที่ 1) เชื้อรากลุ่มนี้ยังสามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูง เช่น ภายในบรรจุภัณฑ์น้ำผลไม้ (Evelyn and Silva, 2017)



ภาพที่ 1 แอสโคสปอร์ของเชื้อราทนความร้อนที่แยกได้จากตัวอย่างดินในประเทศไทย (ก: *Aspergillus laciniosus*, ข: *Hamigera pallida*, ค: *Talaromyces macrosporus,* ง: *Paecilomyces niveus*) และการกระตุ้นแอสโคสปอร์ให้เกิดการงอก (ดัดแปลงจาก Rico-Muñoz, 2017)

แอสโคสปอร์พบมากในดินและผลไม้ โดยเฉพาะผลไม้ที่อยู่ใกล้ผิวดิน แอสโคสปอร์สามารถเข้าสู่โรงงานแปรรูปอาหารผ่านฝุ่นหรือเกาะบนผิวผลไม้ เกิดการปนเปื้อนในบริเวณแปรรูปและในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ (Maneeboon *et al*., 2023) ดังนั้นการล้างและทำความสะอาดวัตถุดิบ รวมทั้งพื้นผิวที่สัมผัสอาหารภายในโรงงานด้วยวิธีการที่เหมาะสมจะช่วยลดการปนเปื้อนของแอสโคสปอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เชื้อราทนความร้อนบางสายพันธุ์สามารถผลิตสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxins) ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น *Aspergillus fischeri* (*Neosartorya fischeri*) ผลิตสารพิษ verruculogen terrein และ fumitremorgins ขณะที่ *Paecilomyces* บางสายพันธุ์ ผลิตสารพิษ patulin, byssotoxin A และ byssochlamic acid (Frąc *et al*., 2015) ทั้งนี้สารพิษ patulin เป็นสารพิษที่พบปนเปื้อนมากที่สุด มักพบในน้ำแอปเปิลและน้ำผลไม้อื่น ๆ โดยส่งผลกระทบต่อระบบประสาท ภูมิคุ้มกัน และระบบทางเดินอาหาร (Wei *et al*., 2020) ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของสารพิษที่สร้างโดยเชื้อราทนความร้อน

ตารางที่ 1 สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxins) ที่ผลิตโดยเชื้อราทนความร้อน

HRM	Mycotoxins	LD_{50}	MRLs	Toxicity
Paecilomyces and *Penicillium*	Patulin	55 mg/kg	50 µg/kg (Apple juice and products)	-Mutagenic -Teratogenic -Possibly carcinogenic
	Mycophenolic acid	1000 mg/kg	-	
Aspergillus	Fumitremorgin	>25 mg/kg	-	-Neurotoxic impact -Tremors, muscle stiffness of the limbs, camps -Allergically reactions
	Verruculogen	127 mg/kg	-	

ที่มา: ดัดแปลงจาก Frąc *et al.* (2015)

เอกสารอ้างอิง

Evelyn, E., and F.V.M. Silva. 2017. Resistance of *Byssochlamys nivea* and *Neosartorya fischeri* mould spores of different age to high pressure thermal processing and thermosonication. Journal of Food Engineering 201:9-16.

Frąc, M., S. Jezierska-Tys, and T. Yaguchi. 2015. Occurrence, detection, and molecular and metabolic characterization of heat-resistant fungi in soils and plants and their risk to human health." In Advances in Agronomy, edited by D.L. Sparks, 161-204. Academic Press.

Maneeboon, T., S. Sangchote, R. Hongprayoon, C. Chuaysrinule, and W. Mahakarnchanakul. 2023. Occurrence of heat-resistant mold ascospores in pineapple and sugarcane field soils in Thailand, *International Journal of Microbiology*, 2023, 8347560.

Rico-Munoz, E. 2017. Heat resistant molds in foods and beverages: recent advances on assessment and prevention. Current Opinion in Food Science 17:75-83.

Spinelli, A.C.N.F., A.S. Sant'ana, S. Rodrigues-Junior, and P.R. Massaguer. 2009. Influence of different filling, cooling, and storage conditions on the growth of *Alicyclobacillus acidoterrestris* CRA7152 in orange juice." Applied and Environmental Microbiology 75 (23): 7409-7416.

Samson, R. A., J. Houbraken, J. Varga, and J.C. Frisvad. 2009. Polyphasic taxonomy of the heat resistant ascomycete genus *Byssochlamys* and its *Paecilomyces* anamorphs. Persoonia 22: 14-27.

Wei, C., L. Yu, N. Qiao, J. Zhao, H. Zhang, Q. Zhai, F. Tian, and W. Chen. 2020. Progress in the distribution, toxicity, control, and detoxification of patulin: A review. Toxicon 184:83-93.