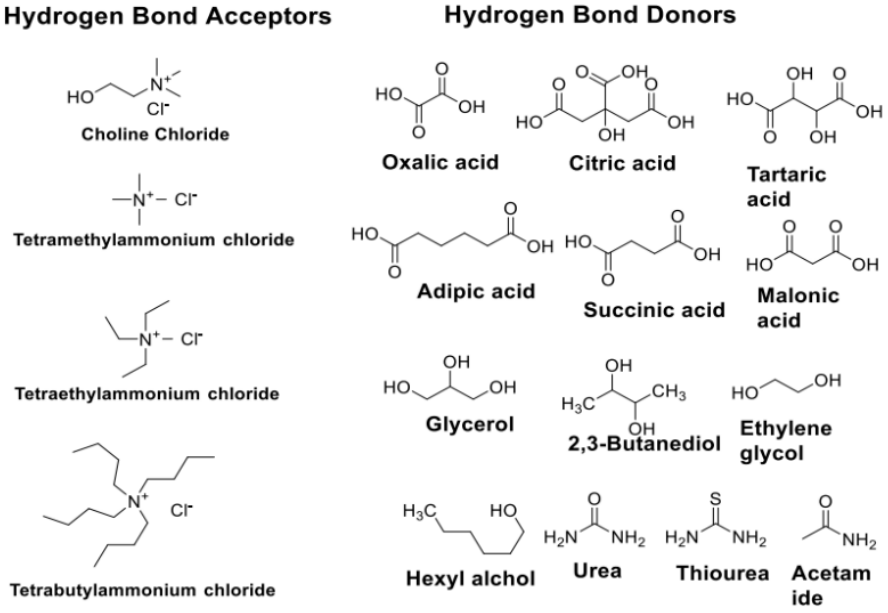
การใช้ตัวทำละลายสีเขียวในการสกัดสารพิษเชื้อราในอาหาร

ชนัญญา ช่วยศรีนวล
นักวิจัยชำนาญการ ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวทำละลาย Deep eutectic solvents (DES)

ยูเทกติก (Eutectic) เป็นระบบตัวทำละลายประกอบด้วยสารสองชนิดหรือมากกว่า ที่มีจุดหลอมเหลวของระบบต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบ มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง (Kalhor and Ghandi, 2019) ซึ่งระบบยูเทกติกมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่มีชื่อเรียกว่า Deep eutectic solvents (DES) คุณสมบัติโดยทั่วไปของ DES จะเป็นสารที่ความหนืด อัตราการระเหยต่ำ ไม่ก่อให้เกิดการอักเสบ และทนต่ออุณหภูมิ ดังนั้น DES จึงเป็นตัวทำลายสีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและไม่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต

DES เป็นการผสมตัวทำละลายอย่างน้อยสองชนิด ประกอบด้วย Hydrogen bond acceptor (HBA) และ Hydrogen bond donor (HBD) โดยต้องมีตัวใดตัวหนึ่งเป็นของแข็ง สำหรับ HBAs ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็น Quaternary ammonium salts เช่น Chlorine chloride, tetrabutylammonium chloride และ HBDs ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นสารพวก urea, carboxylic acids (เช่น oxalic, citric, succinic, amino acids) (ภาพที่ 1) หรือ polyalcohol เช่น glycerol และ carbohydrates ปัจจุบัน DES ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากเป็นสารที่มาจากธรรมชาติ มีความเสถียร และมีความสามารถในการทำละลายสูง สามารถเตรียมได้ง่าย ราคาถูก ไม่ติดไฟ บางชนิดมีคุณสมบัติย่อยสลายได้ด้วยกระบวนทางชีวภาพ และมีความเป็นพิษต่ำและมีข้อเสียคือเป็นสารที่มีความหนืดและนำไฟฟ้าต่ำ (Farid *et al.,* 2019)



ภาพที่ 1 โครงสร้างตัวทำละลายในระบบ Deep eutectic solvents

ที่มา: Mohamed, 2023

ปัจจุบันได้มีการนำตัวทำละลาย DES มาใช้ในการสกัดสารพิษจากเชื้อราในอาหาร เช่น การสกัดสารพิษอะฟลาทอกซินในน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ข้าว ข้าวฟ่างและถั่วลิสง การสกัดสารพิษพาทูลินในน้ำผลไม้ และ การสกัดสารพิษโอคราทอกซินในข้าวสาลีและรำข้าว การเลือกใช้สารละลาย DES ให้เลือกให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของสารที่ต้องการสกัดและชนิดของอาหาร (อาหารเหลวหรือของแข็ง) เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของตัวทำละลาย DES เช่น ความเป็นขั้วและความสามารถในการละลายมีอิทธิพลอย่างมากต่อประสิทธิภาพการสกัดสารเป้าหมาย (Fernandez *et al.* 2018) ซึ่งคุณสมบัติของ DES สามารถปรับเปลี่ยนได้โดยการผสม Hydrogen bond acceptor (HBA) และ Hydrogen bond donor (HBD) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม สำหรับตัวอย่างคู่ตัวทำละลาย DES ที่ใช้สกัดสารพิษจากเชื้อราได้อย่างทีประสิทธิภาพแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างตัวทำละลาย DES ที่ใช้สกัดสารพิษเชื้อราในอาหาร

คู่ตัวทำละลาย DES (HBA:HBD)	อัตราส่วน (HBA:HBD)	ชนิดของสารพิษเชื้อรา	ชนิดอาหาร	Recovery (%)	อ้างอิง
Tetrabutylammonium chloride:hexyl alcohol	1:1	Aflatoxins B1, B2, G1, G2	ข้าวฟ่าง, ถั่วลิสง	94-98	Wu *et. al.* (2019)
Tetramethylammonium chloride: malonic acid	1:2	Aflatoxins B1, B2, G1, G2	ข้าว	78-114	He *et. al.* (2020a)
Choline chloride: malonic acid	1:2	Aflatoxins B1, B2, G1, G2	น้ำมันข้าวโพด, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันคาโนล่า	72-113	He *et. al.* (2020b)
Tetrabutylammonium chloride:2,3- butanediol	1:2	Patulin	น้ำผลไม้	90-107	Notardonato *et. al.* (2017)
Choline chloride:urea	1:2	Ochratoxin A	ข้าวสาลี เกล็ดขนมปัง บิสกิต และรำข้าว	70-89	Piemontese *et. al.* (2021)

เอกสารอ้างอิง

Farid., C., M. A. Vian, H. K. Ravi, B. Khadhraoui, S. Hilali , S. Perino and Anne-Sylvie F. Tixier . 2019. Review of Alternative Solvents for Green Extraction of Food and Natural Products: Panorama, Principles, Applications and Prospects. **Molecules**. 24(16):3007

He, T., T. Zhou, W. Yiqun and T. Ting. 2020a. A Simple Strategy Based on Deep Eutectic Solvent for Determination of Aflatoxins in Rice Samples. **Food Anal. Methods** 13:542–550

_____, T. Zhou, H. Wan, Q. Han, Y. Ma, T. Tan and Y. Wan. 2020b. One-step deep eutectic solvent strategy for efficient analysis of aflatoxins in edible oils. **J Sci Food Agric**. 100(13):4840-4848

Kalhor, P., and K. Ghandi. 2019. Deep eutectic solvents for pretreatment, extraction, and catalysis of biomass and food waste. **Molecules** 24(22): 4012.

Notardonato, I., S. Gianfagna, R. Castoria, G. Ianiri, F. De Curtis, M. Russo and P. Avino. 2021. Critical review of the analytical methods for determining the mycotoxin patulin in food matrices. **Reviews in Analytical Chemistry.** 40(1):144-160.

Piemontese, L., F. M. Perna, A. Logrieco, V. Capriati and M. Solfrizzo. 2017. Deep Eutectic Solvents as Novel and Effective Extraction Media for Quantitative Determination of Ochratoxin A in Wheat and Derived Products. **Molecules.** *22*:121

Wu, X., X, Zhang, Y. Yanqiang Yang, L. Yurong, C. Xiaoni. 2019. Development of a deep eutectic solvent-based matrix solid phase dispersion methodology for the determination of aflatoxins in crops. **Food Chemistry.** 291:239-244