ศาสตร์อาหาร สู่นวัตกรรมลดขยะ

พิชญาภา ราชธรรมมา*
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
อังค์วรา พูลเกษม*
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

สเฟียริฟิเคชัน (spherification) เป็นเทคนิคหนึ่งของการทำอาหารแบบ molecular gastronomy ซึ่งอาศัยการรังสรรค์จานอาหารให้มีรูปแบบแปลกใหม่ ดึงดูดความสนใจ แต่ยังคงความอร่อยและรสชาติของวัตถุดิบไว้เป็นอย่างดี อาศัยหลักการทางเคมีและฟิสิกส์ในการทำให้ของเหลวจับตัวเป็นก้อนทรงกลมกึ่งแข็งอยู่ภายในและมีเยื่อบาง ๆ เป็นเจลห่อหุ้มภายนอก ทำให้อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นเม็ดเจลขนาดเล็ก รูปร่างและรสสัมผัสคล้ายไข่ปลา เทคนิคนี้ถูกค้นพบในปี 1950 ต่อมามีการนำไปใช้ในร้านอาหารและได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว

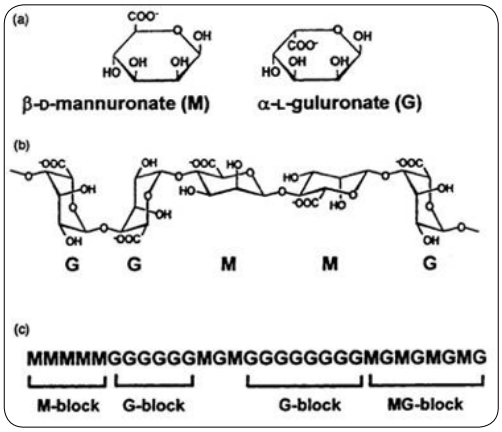
องค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการสเฟียริฟิเคชัน คือ

1. อัลจิเนต (alginate) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ประเภทพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่เป็นเฮเทอโรพอลิแซคคาไรด์ (heteropolysaccharide) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของอนุพันธ์ของน้ำตาล ได้แก่ กรดแมนนูโรนิก (D-mannuronic acid) กรดกูลูโรนิก (guluronic acid) อัลจิเนตสกัดได้จากผนังเซลล์ของสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) เช่น Macrocystis pyrifera, Laminaria digitata, Laminaria hyperborea โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปสารประกอบของเกลือโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมของกรดอัลจินิก (alginic acid) ซึ่งละลายน้ำได้สามารถทำให้เกิดเจลหรือเป็นสารก่อเจล (gelling agent) เจลที่ได้จะทนต่อความร้อน (thermoirreversible gel) หรือไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน อัลจิเนตเป็น unbranched binary copolymer ของ 1,4-b-D-manuronic acid (M) และ L-guluronic acid (G) ในโมเลกุลประกอบด้วย homopolymeric regions ของ G และ M ที่เรียกว่า G- และ M-blocks ตามลำดับและยังมีบางส่วนของโมเลกุลเป็น MG-blocks สัดส่วนของโคพอลิเมอร์และโครงสร้างเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดสมบัติของอัลจิเนต เช่น ถ้าพอลิเมอร์มี G ในปริมาณที่สูงจะมีสมบัติเป็นเจลที่แข็งที่ความเข้มข้นของโลหะประจุบวกเฉพาะ (polyvalent metal cation) แต่ถ้าพอลิเมอร์มี M ปริมาณสูงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดเจลที่อ่อนนุ่ม และมีสภาวะในการเกิดเจลที่กว้างกว่า อัลจิเนตที่ผลิตจำหน่ายเป็นการค้า

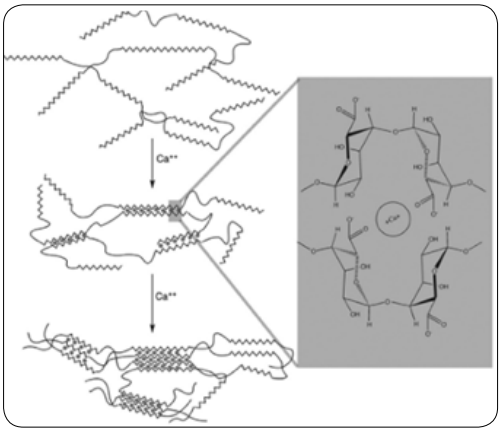
*กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร

มีหลายอนุพันธ์จึงมีสมบัติการละลายในน้ำที่แตกต่างกัน เช่น อนุพันธ์ของเกลือ Ca^{2+}, K^{+}, N_{a+}, NH^{4+} และยังผลิตในรูปของโพรพิลีนไกลคอลอัลจิเนต (propylene glycol alginate) ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของกรดอัลจินิกกับโพรพิลีนออกไซด์ (propylene oxide) ภายใต้ความดัน อนุพันธ์เหล่านี้จะละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ความหนืดของสารละลายอัลจิเนตที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล และการมีโลหะประจุบวก อัลจิเนตบางชนิดเท่านั้นที่มีคุณสมบัติเป็นเจลและจะเกิดเจลได้เมื่อทำปฏิกิริยากับ Ca^{2+} โครงสร้างของเจลมีลักษณะคล้ายกล่องไข่ (egg box) โดยมี Ca^{2+} เกาะอยู่กับสายพอลิเมอร์ คุณสมบัติที่ดีของอัลจิเนตคือ ทำให้เกิดเจลชนิดที่ไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ (irreversible gel) ในน้ำเย็นเมื่อมี Ca^{2+} รวมอยู่ด้วย ซึ่งคุณสมบัติในการเกิดเจลที่อุณหภูมิต่ำนี้ทำให้อัลจิเนตแตกต่างจากไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากสาหร่ายสีแดง

2. แคลเซียมส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ควบคู่กับโซเดียมอัลจิเนตจะได้จากธรรมชาติ เช่น นม ชีส เต้าหู้หรืออาจจะมาจากสารบางอย่างที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ เช่น แคลเซียมคลอไรด์ที่นิยมนำมาใช้แช่ผักและผลไม้ให้กรอบ ไม่เละ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (น้ำปูนใส) แคลเซียมแลคเตท แคลเซียมแลคเตทกลูโคเนต เป็นต้น



• ภาพโครงสร้างของอัลจิเนต (Alginate) ชนิดต่างๆ



• ภาพกลไกการเกิดเจลของ calcium alginate (Egg-box model)

ที่มา : Phillips and Williams, 2000

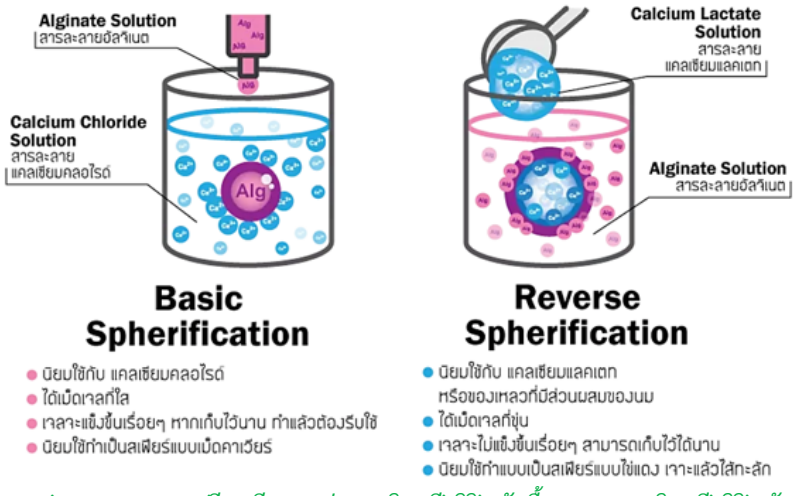
เทคนิคสเฟียริฟิเคชัน มี 2 ประเภท คือ

1. เทคนิคสเฟียริฟิเคชันพื้นฐาน (basic spherification)

เป็นการนำโซเดียมอัลจิเนตผสมโดยตรงกับของเหลวที่จะทำเป็นรูปทรงกลม เช่น น้ำผลไม้ เครื่องดื่ม แล้วค่อย ๆ นำของเหลวเหล่านั้นหยดลงไปในภาชนะที่ใส่น้ำที่มีแคลเซียมคลอไรด์ละลายอยู่ เมื่อโซเดียมอัลจิเนตสัมผัสกับแคลเซียมก็จะค่อย ๆ กลายเป็นเจล จากผิวด้านนอกห่อหุ้มเข้าไป ถ้าเราตักขึ้นมาล้างน้ำให้แคลเซียมออกไปหมดก็จะกลายเป็นเม็ดเจลที่มีของเหลวอยู่ข้างใน หรือถ้าทิ้งไว้นานกว่านั้นก็จะกลายเป็นเจลเม็ดกลมเหมือนไข่มุก

2. เทคนิคสเฟียริฟิเคชันย้อนกลับ (reverse spherification)

เป็นการนำแคลเซียมผสมลงในของเหลวที่จะทำเป็นรูปทรงกลม แล้วนำไปหยดลงไปในภาชนะที่ใส่น้ำที่มีโซเดียมอัลจิเนตละลายอยู่ ก็จะได้เจลชิ้นบาง ๆ หุ้มอาหารที่เป็นของเหลวเอาไว้ข้างใน สามารถสรุปได้ดังภาพ



• สรุปกระบวนการและเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคสเฟียริฟิเคชันพื้นฐานและเทคนิคสเฟียริฟิเคชันย้อนกลับ ที่มา : https://www.nerdygummy.com

สรรสาระ

ปัจจุบันได้มีกลุ่มสตาร์ทอัพสัญชาติอังกฤษ เล็งเห็นว่า ขยะจากขวดพลาสติกที่มีปริมาณมากถึง 1 ใน 3 ของขยะพลาสติกทั้งหมด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของโลก ดังนั้นจึงมีการศึกษาค้นคว้าหาวัสดุใหม่เพื่อทดแทนขวดพลาสติกที่ใช้แล้วทิ้ง โดยนำเทคนิคสเฟียริฟิเคชันมาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ทรงกลมภายในเป็นน้ำที่สามารถดื่มได้และมีเยื่อบาง ๆ หุ้มไว้หรือเรียกอีกนัยหนึ่งว่า “ขวดน้ำกินได้” โดยเยื่อหุ้มดังกล่าวทำมาจากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลที่กินได้มาจากธรรมชาติและย่อยสลายได้ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น พร้อมดื่มได้ทันที จึงกลายเป็นนวัตกรรมการผลิตน้ำดื่มที่ไม่ต้องใช้ขวดพลาสติกที่สามารถนำมาใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน และมีการนำไปใช้แล้วเพื่อแจกจ่ายให้แก่นักวิ่งมาราธอน ในงานวิ่งมาราธอนต่างๆ ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ

ที่มา: https://www.bangkokbiznews.com

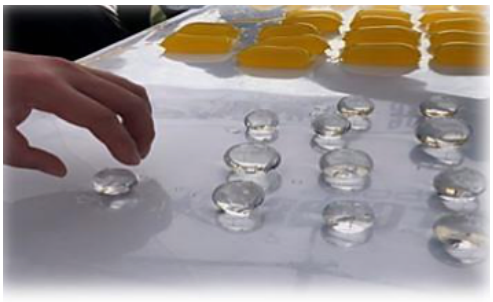
ที่มา: https://food.mthai.com

ที่มา: http://old.rmutto.ac.th

ที่มา: file:///C:/Users/Notebook/Downloads/137003-Article%20Text-363285-1-10-20180728.pdf

ที่มา: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Esferificaci%C3%B3n_de_zumo_de_manzan

• ตัวอย่างของอาหารจากกระบวนการสเฟียริฟิเคชัน


ที่มา: http://twitter.com/search?q=%23Ooho

ที่มา: https://www.boredpanda.com

• ภาพตัวอย่างขวดน้ำกินได้

เอกสารอ้างอิง

5 essential differences between basic spherification and reverse spherification. [online]. June, 2017. [viewed 23 July 2019]. เข้าถึงจาก: http://www.ecohawaiitours.com/5-essential-differences-basic-spherification-reverse-spherification/

GAIKWAD, S. A., A. A. KULTHE, and T.R. SUTHAR. Characterization of flavoured sweet water balls prepared by basic spherification technique. *International Journal of Chemical studies*, 2019, 7(1), 1714-1718.

P.Lee and M. A. ROGERS. Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2012, 1(2), 96-100.

พัชรี คำประเวช และสุธีรา วัฒนกุล. การผลิตเม็ดบีดส์น้ำเสาวรสด้วยเทคนิครีเวิร์สสเฟียริฟิเคชัน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 2561, 26(8), 1382-1383.