บทที่ 2

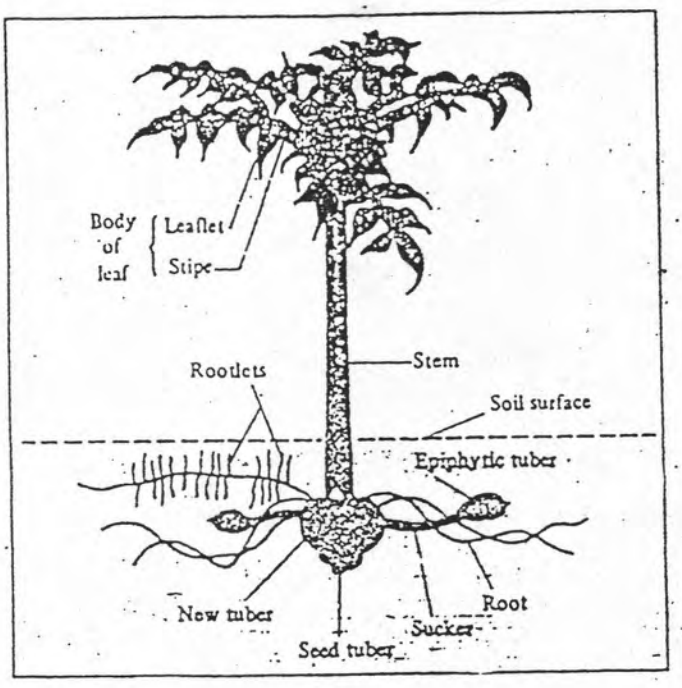
วารสารปริทัศน์

2.1 กะบุก

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

บุก, กะบุก หรือมันกะบุก เป็นพืชหัวใต้ดินที่พบทั่วไปในประเทศเขตร้อนของทวีปเอเชียและอาฟริกา สำหรับประเทศไทยพบตามธรรมชาติแทบทุกภาคภายในประเทศ โดยเฉพาะทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ปลูกกะบุกเป็นอาหารและจำหน่าย เช่น ที่จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น (5)

ลักษณะทั่วไปของกะบุก เป็นพืชเดี่ยวที่มีลำต้นเนื้ออ่อนตั้งตรง แต่หักโค่นได้ง่ายเมื่อถูกพายุหรือกระทบแรงๆ บางชนิดต้นเตี้ยบอบบางมาก ขนาดรอบลำต้นเพียงเท่านิ้วมือ บางชนิดสูง 3-9 ฟุต พืชประเภทนี้ไม่มีกิ่งก้าน แต่จะมีเพียงกลุ่มใบที่ยอดเดี่ยวแยกเป็นทาง แต่ละก้านใบมีใบแง่แยกอีกมากมาย ใบของแต่ละพันธุ์ก็แตกต่างกันไป บางชนิดใบเล็กเรียวยาว บางชนิดใบกว้าง บางชนิดใบมีจุดด่างขาวประทั่วไป (4) ลักษณะทั่วไปของกะบุกดังแสดงในรูปที่ 2.1-2.3



รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของกะบุก (*Amorphophallus konjac C. Koch*)

รูปที่ 2.2 ลักษณะใบของกะบุก

รูปที่ 2.3 ลักษณะดอกของกะบุก

ส่วนหัวกะบุกพบว่า มีรูปทรงและขนาดแตกต่างกันไปขึ้นกับพันธุ์ โดยหัวกะบุกพันธุ์ที่พบมากและชาวบ้านนิยมนำมาบริโภคนั้น มีลักษณะหัวทรงกลม ก้นแบน ดังแสดงในรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 ลักษณะหัวกะบุกพันธุ์เนื้อทราย

ชื่อสามัญ : Elephant Yam, Elephant Foot Yam, Elephant Bread, Sweet Yam

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Amorphophallus* spp.
A. konjac, *A. rivieri*, *A. variabilis*, *A. oncophyllus* , etc.

พันธุ์ที่พบในไทย : พันธุ์เนื้อทราย (*A. oncophyllus*)
พันธุ์หัวเกลี้ยง (*A. corrugatus*)
พันธุ์หัวยาว (*A. linearis*)

2.1.2 ข้อมูลทางเกษตรกรรม (4, 5, 6)

2.1.2.1 การขยายพันธุ์

กะบุกที่เจริญเติบโตเต็มที่ (อายุประมาณ 3-6 ปี) จะมีดอกโผล่จากหัวใต้ดิน ก้านดอกมีขนาดพอๆกับลำต้น จากการศึกษาวงจรการเจริญเติบโตพบว่า กะบุกออกดอกในช่วงปลายฤดูแล้ง เมื่อดอกติดจนกระทั่งเมล็ดแก่ ก็นำไปขยายพันธุ์ได้ แต่พบว่าไม่นิยมขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดเนื่องจากเมล็ดแก่มีสีแดงสด มักมีนกมาจิกกิน จึงหาเก็บได้ยาก อีกทั้งการทดลองขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดพบว่า ได้ต้นที่เติบโตช้ามากและเกิดหัวเล็กกว่าที่ปลูกด้วยลูกหน่อถึง 8 เท่า

ดังนั้นจึงนิยมวิธีขยายพันธุ์โดยใช้ลูกเล็กเกิดจากหัวกะบุกต้นแม่ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดีที่สุด จะได้ต้นกะบุกที่โตเร็ว สำหรับวงจรการเจริญเติบโตนั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ บางพันธุ์เกิดหัวเร็วในช่วงเวลา 1 ปี บางพันธุ์ได้หัวเล็กในปีที่ 1 ต้องใช้หัวในปีที่ 2 หรือปีที่ 3 ดังนั้นการกำหนดเวลาเก็บเกี่ยวกะบุกแต่ละพันธุ์จึงแตกต่างโดยธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบว่าถ้าปลูกไว้นานปี หัวกะบุกเดิมนั้นจะถ่ายหัวในฤดูเติบโตต่อมาและได้หัวขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุ

2.1.2.2 การเตรียมแปลงปลูก

ทำได้โดยการยกร่องสูง 1 ฟุต ฝังหน่อลึก 6-8 นิ้วจากผิวดิน เพื่อกันต้นโยก ระยะห่างระหว่างหลุมปลูกประมาณ 40-50 เซนติเมตร นอกจากนั้นควรใช้หญ้าแห้งคลุมและให้ร่มเงาในช่วงเริ่มปลูกนาน 3-5 สัปดาห์ และควรมีการกำจัดวัชพืชบ้าง อาจปลูกกะบุกเป็นพืชแซมพืชเศรษฐกิจโดยปลูกร่วมกับพืชยืนต้น เช่น ในสวนยางปีที่ 1-2, ในไร่ข้าง, ข่า, ถั่ว, กล้วย, มะละกอ หรือปลูกร่วมกับสมุนไพรล้มลุกชนิดต่างๆ

2.1.2.3 การใส่ปุ๋ย

ถ้าปลูกในป่าโปร่งเชิงเขาซึ่งเป็นดินที่มีสารอินทรีย์สะสมอยู่มากก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย แต่หากปลูกเชิงการค้าควรใช้ปุ๋ยโพแตสเซียม 2 ถ้วยตวง : ปุ๋ยคอก 1 ช้อนโต๊ะ โรยรอบปากหลุมตรงบริเวณใกล้โคนต้น เพื่อให้รากกะบุกที่อยู่ตอนบนหน่อปลูกสามารถดูดซับปุ๋ยได้ดี และเนื่องจากกะบุกมีรากฝอยสั้นๆ จำนวนมาก จึงควรใส่ปุ๋ยภายหลังการปลูก 7, 60 และ 120 วันตามลำดับ

2.1.2.4 การเก็บเกี่ยวและผลผลิตที่ได้

เมื่อสังเกตพบว่าใบกะบุกเริ่มเหลือง เหี่ยวเฉา แสดงให้ทราบว่าหัวกะบุกนั้นกำลังอยู่ในระยะพักตัว โดยจะเกิดในช่วงระหว่างฤดูแล้งประมาณ 3-4 เดือน ในช่วงนี้อาจจะทิ้งหัวกะบุกไว้ในไร่ตามธรรมชาติ หรือถ้าผู้ปลูกมีความประสงค์จะเก็บหัวไว้ทำพันธุ์เป็นปีที่ 2 หรือใช้พื้นที่เพื่อปลูกพืชอื่น หรือเกิดภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ก็สามารถเก็บหัวกะบุกขึ้นได้ โดยล้างหัวกะบุกให้สะอาดเพื่อป้องกันแมลงที่อาจติดอยู่กับดินหรือเชื้อรา จากนั้นนำไปเก็บในสถานที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 10 องศาเซลเซียส ไม่ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิเย็นจัดมากเช่นที่ -5 องศาเซลเซียส เพราะอาจทำให้กะบุกไม่งอก

การเก็บเกี่ยวหัวกะบุกอาจทำได้ตั้งแต่ 1-6 ปีหลังปลูก ทั้งนี้ขึ้นกับความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากการเก็บเกี่ยวหัวกะบุกในเวลาต่างๆ กัน จะได้ปริมาณแป้งแตกต่างกันไป หัวกะบุกที่ปลูกไว้หลายปีมักมีขนาดและปริมาณแป้งมากกว่าหัวกะบุกที่มีอายุการปลูกน้อยกว่า ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ได้จึงขึ้นกับความต้องการของตลาด และการพิจารณาของผู้ปลูกเอง

สำหรับผลผลิตพบว่า การปลูกกะบุกในสภาพดินร่วนเต็มพื้นที่หลังปลูกเป็นปีที่ 2 แล้วโดยไม่ปลูกร่วมกับพืชอื่น จะได้ผลผลิตเฉลี่ย 4 ตัน/ไร่ แต่ถ้าสภาพดินไม่ค่อยเหมาะสมจะได้ผลผลิตประมาณ 2-3 ตัน/ไร่ ส่วนราคาจำหน่ายหัวสดในตลาดท้องถิ่นกิโลกรัมละ 1.50-2.00 บาทสำหรับกะบุกที่นำไปผลิตแป้งได้ แต่สำหรับพันธุ์ที่นิยมบริโภคโดยไม่มีการผลิตแป้งราคากิโลกรัมละ 5-7 บาท และพันธุ์คางคก (กะบุกป่า) ซึ่งมักมีผู้นำมาจำหน่ายเป็นไม้ประดับจะมีราคาขายหัวละ 5-10 บาท

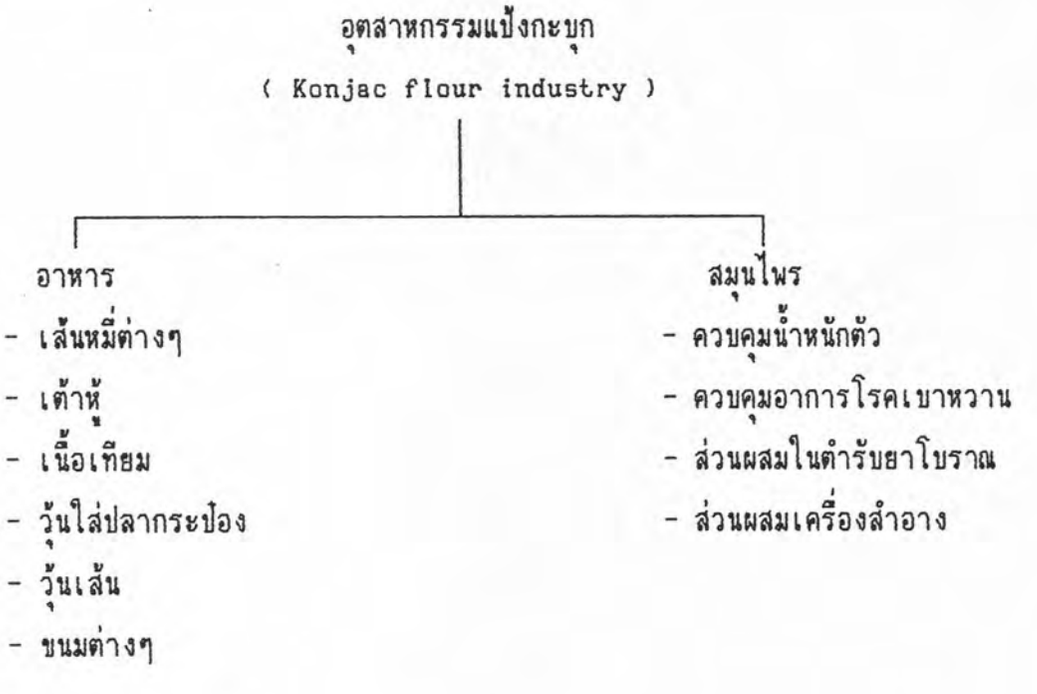
2.1.3 ประโยชน์

จากสมบัติทางชีวเคมีของกะบุก ทำให้นักพฤกษเคมีจัดจำแนกให้กะบุกเป็นพืชอาหารและสมุนไพร ซึ่งมีประโยชน์มากมายทั้งยอดอ่อน ลำต้น และหัว กล่าวคือ

ยอดอ่อนและลำต้น มีการบริโภคเป็นอาหารประเภทผัก โดยใช้ยอดอ่อนที่ใบยังไม่คลี่ ต้มเป็นผักจิ้มหรือผัด รสชาติคล้ายกับหน่อไม้ฝรั่ง ส่วนต้นอ่อนจะต้มในน้ำเดือดก่อนนำมาทำแกง ชาวบ้านนิยมทำอาหารเช่นเดียวกับพืชจำพวกบอน สำหรับต้นแก่จะเหนียวมาก จึงใช้เป็นอาหารสัตว์

หัวกะบุก มีสารประเภทแป้งสะสมอยู่คือ กลูโคแมนแนน ซึ่งแตกต่างจากแป้งที่สะสมในเมล็ดธัญพืช หรือพืชหัวชนิดอื่นๆ โดยแป้งของพวกนี้ส่วนใหญ่เป็นอะไมโลสและอะไมโลเพคตินที่โครงสร้างประกอบด้วยกลูโคส แต่กลูโคแมนแนนจะเป็นโครงสร้างต่อเนื่องของแมนโนสและกลูโคส (7) ซึ่งมีสมบัติเฉพาะคือ เมื่อรวมกับน้ำจะพองตัวได้ มีลักษณะเป็นวุ้น สามารถบริโภคเป็นอาหารสมุนไพรเคลือบกระเพาะอาหาร เชื่อว่าช่วยในการระบายของเสียออกจากลำไส้ และป้องกันอาการท้องผูก นอกจากนั้นยังมีการใช้สารนี้เพื่อบำบัดโรคสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือโรคอ้วน เนื่องจากมีการวิจัยพบว่า กระบวนการย่อยแมนโนสในร่างกายจะถูกดูดซึมได้ช้ากว่ากลูโคสเพราะฉะนั้นจึงชะลอเวลาการเพิ่มน้ำตาลในเลือดได้อย่างมาก ซึ่งอัตราการเพิ่มของน้ำตาลชนิดต่างๆ ในระบบภายในร่างกายเป็นดังนี้คือ กาแลคโตส > กลูโคส > ฟรุคโตส > แมนโนส > ไซโลส > อราบิโนส (4)

ความหวังในการใช้ประโยชน์ของแป้งจากหัวกะบุก แสดงดังแผนผังต่อไปนี้



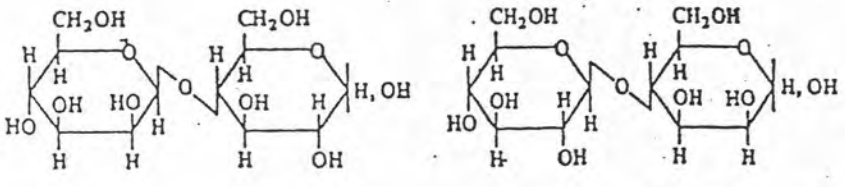
2.1.4 ความเป็นพิษ

ในหัวกะบุก ยังมีสารอีกชนิดที่ทำให้เกิดอาการคันเมื่อสัมผัสคือ แคลเซียมออกซาเลท (calcium oxalate) (5) ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากหัวกะบุกเพื่อบริโภคจึงจำเป็นต้องกำจัดสารพิษรบกวนและแยกเอาแต่ส่วนที่เป็นกลูโคแมนแนนออกมา

2.2 แป้งกะบุกและกลูโคแมนแนน

ประเทศญี่ปุ่นมีการผลิตแป้งจากหัวกะบุกมานานแล้ว พันธุ์ที่นิยมใช้คือ *A. konjac* แป้งที่ผลิตได้เรียกว่า แป้งคอนยัก ส่วนแป้งที่ผลิตได้จากหัวกะบุกของไทยจะเรียกว่า แป้งกะบุก, แป้งผงบุก, ผงบุก หรือแป้งมันบุก ในงานวิจัยนี้เรียกแป้งที่ผลิตจากหัวกะบุกว่า แป้งกะบุก ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเหมือนกับแป้งคอนยักคือ กลูโคแมนแนน แป้งกะบุกที่มีความบริสุทธิ์สูงจะมีกลูโคแมนแนนอยู่สูง จึงเรียกว่า คอนยักแมนแนนหรือกลูโคแมนแนน แป้งกะบุกจะมีคุณภาพแตกต่างกันไป ขึ้นกับ กระบวนการผลิต, พันธุ์กะบุก และแหล่งปลูก โดยทั่วไปแล้วแป้งกะบุกที่มีคุณภาพดีมักมีกลูโคแมนแนนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง หรือโมเลกุลขนาดใหญ่กว่าแป้งที่มีคุณภาพด้อยกว่า (8)

กลูโคแมนแนน เป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยกลูโคสและแมนโนสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะบีตาดี (1,4) ไกลโคซิดิค (β-D(1,4)-glycosidic) ในอัตราส่วนกลูโคสต่อแมนโนสเป็น 1:1.6 (1) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



4-O-β-D-mannopyranosil-D-glucose 4-O-β-D-glucopyranosil-D-mannose

รูปที่ 2.5 การเชื่อมพันธะระหว่างกลูโคสและแมนโนสในโครงสร้างของกลูโคแมนแนน

จากผลงานวิจัยของ Meada, Shimahara และ Sugiyama (9) พบว่า โครงสร้างของกลูโคแมนแนนยังมีสาขาที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของทั้ง ดี-แมนโนส และ ดี-กลูโคส ในพันธะ 1,4-ไกลโคซิดิค

โดยทั่วไปแล้ว แป้งกะบุกบริสุทธิ์เช่น Hi-mannan® มีองค์ประกอบทางเคมีคือ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 88.4, น้ำร้อยละ 8.3, เยื่อใยร้อยละ 1.7, โปรตีนร้อยละ 0.8 เถ้าร้อยละ 0.7 และไขมันร้อยละ 0.1 (10)

2.3 สมบัติของกลูโคแมนแนน

2.3.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพ

2.3.1.1 กลูโคแมนแนนละลายน้ำได้ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เอ็น,เอ็น-ไดเมธิลฟอร์มามีด (N,N-dimethylformamide) หรือไดเมธิลซัลฟอกไซด์ (dimethylsulfoxide) (9)

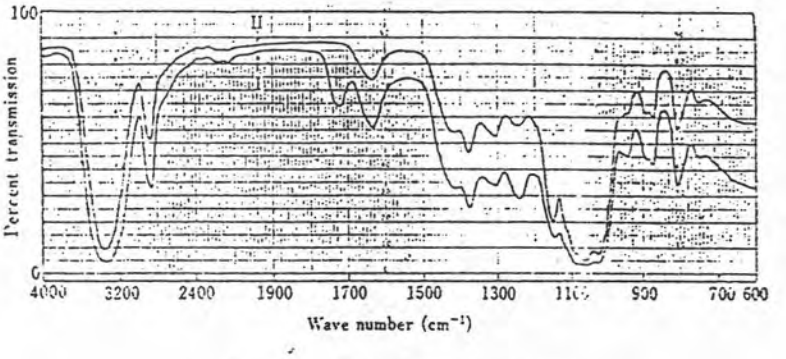
2.3.1.2 กลูโคแมนแนนจะมีสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส (1)

2.3.1.3 ค่า specific optical rotation ที่ 20 องศาเซลเซียส (9)

$$[\alpha]_D = -45.9^\circ \quad (C = 1.1\%, \text{น้ำ})$$

2.3.1.4 โครงสร้างของกลูโคแมนแนน โดยใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ใช้ KBr-disk (9) จะพบพีคที่ 890 เซนติเมตร$^{-1}$ ซึ่งเป็นพีคของบีตา-คอนฟิกูเรชั่น (พันธะบีตา-กลูโคซิดิค และบีตา-แมนโนซิดิค) และพีคที่ 870 เซนติเมตร$^{-1}$ ซึ่งเป็นพีคของส่วนที่เป็นแมนโนซิล (mannosyl residue) ในพอลิแซ็กคาไรด์

นอกจากนั้นได้มีผู้ศึกษาถึงโครงสร้างของกลูโคแมนแนนโดยทำเป็นฟิล์ม (IR-film) (11) ได้อินฟราเรดสเปกตรัมดังแสดงในรูปที่ 2.6



I: Native KM. II: KM treated with Na_2CO_3.

รูปที่ 2.6 อินฟราเรด สเปกตรัม (ฟิล์ม) ของกลูโคแมนแนน

2.3.1.5 ความบริสุทธิ์ของกลูโคแมนแนน พิจารณาโดยอิเล็กโทรฟอเรซีสบนแถบเซลลูโลสอะซีเตต (9) พบว่าจะมีแถบของกลูโคแมนแนนเคลื่อนที่ไปยังขั้วอะโนดเพียงแถบเดียว ซึ่งเป็นการยืนยันว่ากลูโคแมนแนนที่ได้มีความบริสุทธิ์ ไม่มีสารเจือปน

2.3.1.6 ความสามารถในการพองตัวและการเกิดเจล เนื่องจากกลูโคแมนแนนประกอบด้วยโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นสายพันกัน เมื่อรวมกับน้ำโมเลกุลรอบนอกจะดูดซับน้ำแล้วค่อยๆ พองตัวให้สารละลายที่มีลักษณะข้นเหนียว (thickening effect) หรือแข็งตัวเป็นเจล (gelling effect) เมื่อเติมสารละลายด่างเช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ จึงจัดอยู่ในกลุ่มสารไฮโดรคอลลอยด์หรือกัม (gum) (12) ซึ่งกลูโคแมนแนนที่บริสุทธิ์มากจะมีความสามารถในการพองตัวสูงกล่าวคือ Glucomannan Propol ® พองตัวถึง 200 เท่า (1) ส่วนแป้งกะบุกไทยสามารถพองตัวได้ 20-30 เท่า (5) ดังนั้นแป้งกะบุกที่ดีควรมีการพองตัวไม่น้อยกว่า 20 เท่า สำหรับการเกิดเจลถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของกลูโคแมนแนนเพิ่มขึ้น รวมทั้งกลูโคแมนแนนมีความบริสุทธิ์สูง ก็จะได้เจลที่ดีและเร็วขึ้น (11)

2.3.2 สมบัติทางชีวภาพ

กลูโคแมนแนนมีสมบัติทางชีวภาพต่าง ๆ ดังนี้

2.3.2.1 ดูดซับน้ำย่อยในกระเพาะ แล้วเกิดการพองตัว ทำให้ลดความอยากอาหาร เกิดความรู้สึกอิ่มนานจึงเหมาะกับผู้ที่เป็นโรคอ้วน และผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักตัว (2)

2.3.2.2 ทำหน้าที่ยับยั้งการดูดซับไขมันและสารที่ให้พลังงานสูงในลำไส้เล็กได้เป็นอย่างดี จึงสามารถใช้สำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน (1)

2.3.2.3 ป้องกันการดูดซับคอเลสเทอรอล, โลหะหนัก, สารมีสีต่างๆ ในบริเวณผนังลำไส้เล็ก และช่วยขจัดสารเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น ทำให้ระดับคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดต่ำลง (1) และระดับความดันโลหิตมีแนวโน้มลดลงด้วย (2)

2.3.2.4 ช่วยเพิ่มทั้งระบบการควบคุมการทำงานของลำไส้เล็ก และกระบวนการขับถ่าย จึงเหมาะกับผู้ที่มีอาการท้องผูก (1, 2)

2.3.2.5 เนื่องจากกลูโคแมนแนนจัดเป็นอาหารเส้นใย (dietary fiber) (13) ที่มีโครงสร้างเป็นกลูโคสต่อเชื่อมกับแมนโนสด้วยพันธะบีต้า (1,4) ไกลโคซิดิค ดังนั้นในลำไส้เล็กจึงไม่มีเอนไซม์ตัวใดมีผลต่อกลูโคแมนแนน (1) และไม่ก่อพิษต่อคนและสัตว์ (14)

2.4 การผลิตแป้งกะบุกและกระบวนการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์

หัวกะบุกพันธุ์ที่ประเทศญี่ปุ่นนิยมนำมาผลิตแป้งคือ *Amorphophallus konjac C. Koch* ดังนั้นจึงเรียกแป้งที่ผลิตได้ว่า แป้งคอนยัก โดยส่วนที่เป็นของแข็ง (total solid portion) ในหัวกะบุกสดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ (15) คือ

1) อนุภาคแป้งขนาดหยาบ (coarse konjac flour) มีอยู่ประมาณร้อยละ 60-80 เป็นอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.02 มิลลิเมตร ในส่วนนี้มีองค์ประกอบหลักคือ กลูโคแมนแนน ซึ่งนิยมเรียกว่า คอนยัก แมนแนน (konjac mannan)

2) อนุภาคขนาดละเอียด (fine powder) หรืออาจจะเรียกว่า ทาชิโคะ (tachiko) มีอยู่ประมาณร้อยละ 20-40 เป็นอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.01 มิลลิเมตร ในส่วนนี้ประกอบด้วยแป้ง (starch), โปรตีน และสารพิษรบกวน ซึ่งอนุภาคเหล่านี้จัดเป็นสารเจือปน (impurity) จำเป็นต้องแยกออก

โดยทั่วไปแล้วหัวกะบุกสดมีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้ (15)

ส่วนที่เป็นแป้ง ร้อยละ	12.0
ทาชิโคะ (สารเจือปน) ร้อยละ	5.3
ความชื้น ร้อยละ	82.7

2.4.1 กระบวนการผลิตแป้งกะบุก

การผลิตแป้งกะบุกจากหัวกะบุกสามารถทำได้ 3 วิธี (15) กล่าวคือ

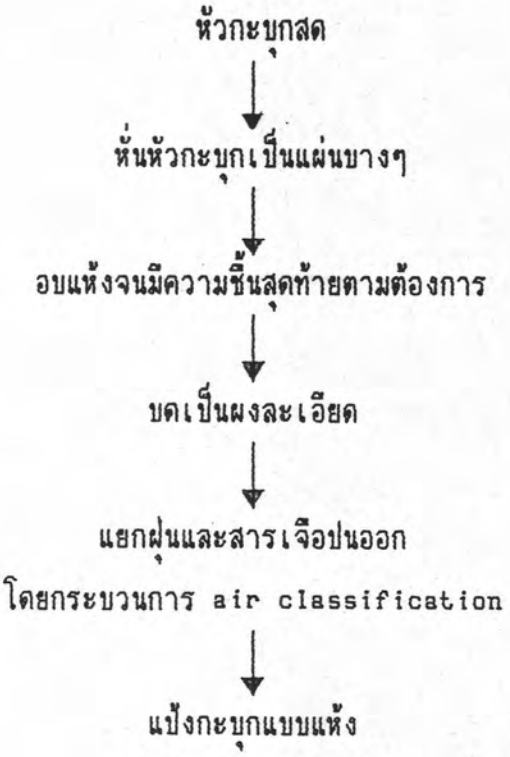
2.4.1.1 การผลิตแป้งกะบุกแบบแห้ง (dry method or traditional method)

2.4.1.2 การผลิตแป้งกะบุกแบบเปียก (wet method)

2.4.1.3 การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง (improved wet method)

2.4.1.1 การผลิตแป้งกะบุกแบบแห้ง

ขั้นตอนการผลิต มีดังต่อไปนี้



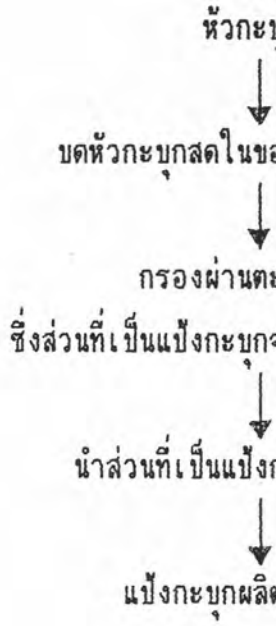
วิธีการผลิตคือ หั่นหัวกะบุกสดเป็นแผ่นบาง มีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร จากนั้นอบแห้งโดยจะใช้ตู้อบหรือการตากแดดก็ได้ จนกระทั่งได้แผ่นกะบุกแห้งที่มีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก บดแผ่นกะบุกแห้งด้วยเครื่อง stamp mill แล้วแยกส่วนที่เป็นทาชิโคะออกจากแป้งกะบุกโดยใช้กระบวนการ air classification

แต่วิธีนี้มีข้อเสีย กล่าวคือ

แผ่นกะบุกที่อบแห้งแล้วจะมีความแข็งมากทำให้ยากแก่การบดให้เป็นผงละเอียด อีกทั้งส่วนที่เป็นทาชิโคะยังคงติดอยู่กับอนุภาคแป้ง จึงทำให้เสียเวลามากในการแยกส่วนที่เป็นทาชิโคะออก นอกจากนั้นผลผลิตที่ได้ (yield) จากวิธีนี้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในระหว่างกระบวนการ air classification มีปริมาณแป้งกะบุกติดออกไปพร้อมกับทาชิโคะมากเกินไป

2.4.1.2 การผลิตแป้งกะบุกแบบเปียก

ขั้นตอนการผลิต มีดังต่อไปนี้



วิธีการผลิตคือ บดหัวกะบุกในของเหลวตัวกลางซึ่งอาจใช้น้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (water-miscible organic solvent) เช่น เมธิลแอลกอฮอล์, เอธิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น จนกระทั่งอนุภาคต่างๆ แยกจากกัน กรองผ่านตะแกรงร่อน ซึ่งส่วนที่เป็นแป้งกะบุก จะอยู่บนตะแกรงร่อน จากนั้นอบแห้งจนได้แป้งที่มีความชื้นสุดท้ายตามต้องการ

แต่วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยม เพราะ

แป้งกะบุกที่ได้มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากยังคงมีทาชิโคะติดอยู่ที่ผิวของอนุภาคแป้งค่อนข้างมาก ซึ่งส่งผลทำให้สมบัติในการรวมกับน้ำ (hydrophillic property) ลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบวิธีผลิตแบบเปียกกับวิธีแบบแห้งนั้นพบว่า วิธีผลิตแบบเปียกจะให้ผลผลิตแป้งกะบุกในปริมาณที่มากกว่า และใช้เวลาในการผลิตสั้นกว่า

2.4.1.3 การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง

เป็นวิธีที่ปรับปรุงและพัฒนามาจากวิธีการผลิตแป้งกะบุกแบบเปียก โดยเพิ่มกระบวนการบางขั้นตอนเข้าไปเพื่อให้ได้แป้งที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอ รวมทั้งได้ผลผลิตมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งพบว่าวิธีนี้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถสรุปขั้นตอนต่างๆ ของการผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุงได้ดังนี้คือ

ก. การบดให้อนุภาคแยกจากกัน (communition step)

ข. การแยกครั้งที่ 1 (first separation step)

ค. การขจัดทาชิโคะ (polishing step)

ง. การแยกครั้งที่ 2 (second separation step)

จ. การล้าง (washing step)

ฉ. การแยกครั้งที่ 3 (third separation step)

ช. การอบแห้ง (drying step)

การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง แบ่งตามของเหลวตัวกลางที่ใช้ได้เป็น 2 วิธีคือ

2.4.1.3.1 การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง

2.4.1.3.2 การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง

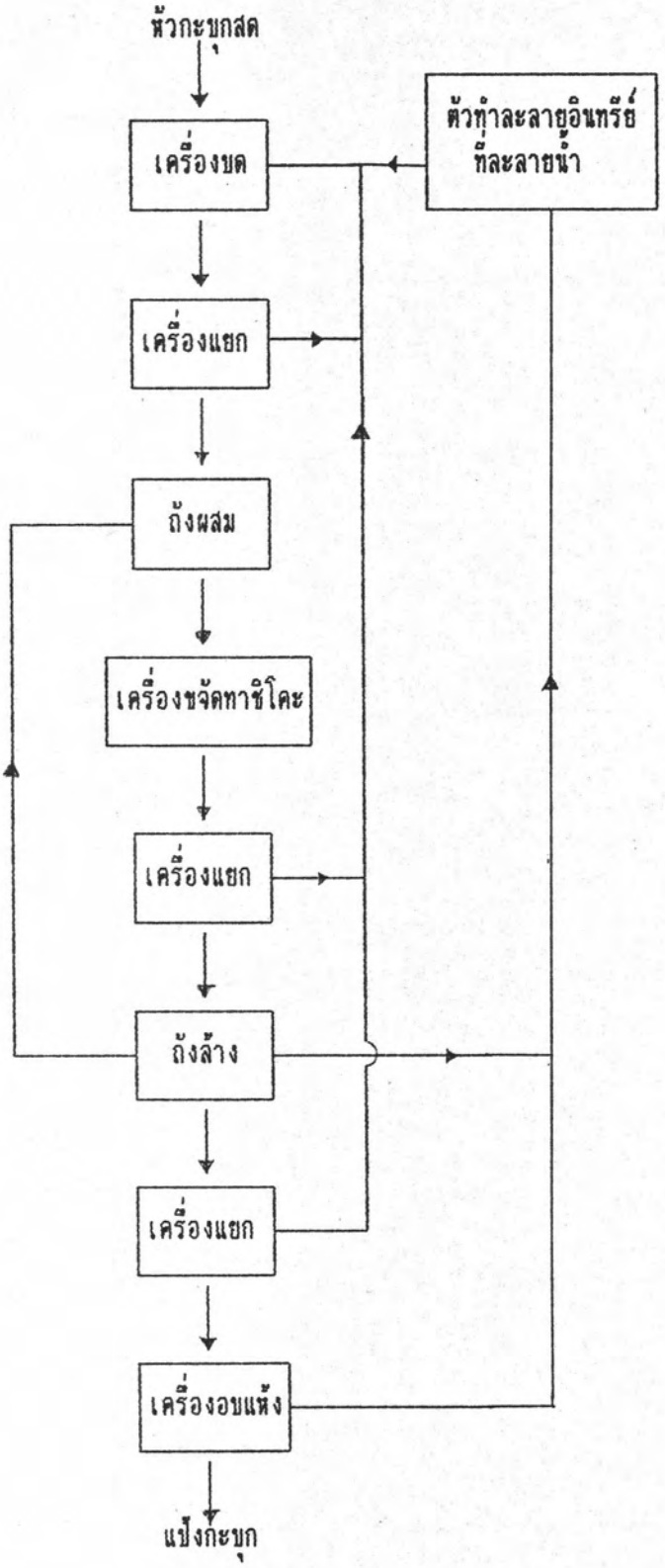
2.4.1.3.1 การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง

ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำที่นิยมใช้ในการผลิตแป้งกะบุก ได้แก่ เมธิลแอลกอฮอล์, เอธิลแอลกอฮอล์, โพรพิลแอลกอฮอล์, อะซีโตน, เอ็น,เอ็น-ไดเมธิลฟอร์มามีด และเอธิลีนไกลคอล ไดเมธิลอีเธอร์ (ethylene glycol dimethyl ether) เป็นต้น โดยมีการเติมสารฟอกสี (bleaching agent) เช่น เกลือซัลฟิวรัสของโซเดียมหรือโพแตสเซียม (sodium or potassium salt of sulphurous), กรดไฮโปซัลฟิวรัส (hyposulphurous acid) เป็นต้น เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี (discoloration) ของแป้งในระหว่างกระบวนการผลิต โดยสารฟอกสีเหล่านี้ไม่มีผลกระทบต่อสมบัติในการรวมกับน้ำของแป้งที่ได้

ขั้นตอนการผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง ดังแสดงในรูปที่ 2.7

ก. การบดให้อนุภาคแยกจากกัน

หัวกะบุกจะถูกลำเลียงทางสายพาน (belt conveyor) เข้าสู่เครื่องบดซึ่งอาจใช้ hammer mill หรือ shearing roll mill ส่วนตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำที่เติมโซเดียมซัลไฟต์ 100-200 พีพีเอ็ม ถูกส่งผ่านเข้ามาในอัตราส่วนต่อหัวกะบุกเป็น 1.5-3.0 : 1



รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง

โดยน้ำหนัก ในขั้นตอนนี้ หัวกะบุกจะถูกบดจนกระทั่งได้ของเหลวข้น (slurry) ซึ่งประกอบด้วยแป้งกะบุกและทาชิโคะ โดยส่วนที่เป็นทาชิโคะมีขนาดเล็กมาก จึงลอยอยู่ในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ ส่งเข้าเครื่องแยก เพื่อแยกส่วนที่เป็นแป้งออกมา

ข. การแยกครั้งที่ 1

ของเหลวข้นที่ได้จากขั้นตอนแรกมีส่วนที่เป็นของแข็ง (solid content)ร้อยละ 5-20 จะถูกปั๊มเข้าสู่เครื่องแยก เครื่องแยกที่ใช้อาจจะเป็นเครื่องแยกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (fractional centrifugal separator) หรือถังตกตะกอน (settling tank)ในขั้นตอนนี้ ทาชิโคะซึ่งลอยอยู่ในส่วนของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำหลังเหวี่ยงแยกจะถูกกำจัดออกไปมากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณทั้งหมด โดยตัวทำละลายอินทรีย์หลังเหวี่ยงแยกอาจจะทิ้งไปหรือนำกลับมาใช้ใหม่ก็ได้ (recovery) ส่วนของเหลวข้นหลังเหวี่ยงแยกที่ได้ มีส่วนที่เป็นของแข็งร้อยละ 30-35 ถูกส่งไปยังถังผสม (mixing tank)

ในถังผสม ของเหลวข้นจะถูกผสมกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำ ได้ของเหลวข้นที่มีส่วนที่เป็นของแข็งร้อยละ 5-20 จากนั้นจะถูกส่งไปยังเครื่องขจัดทาชิโคะ (polisher)

ค. การขจัดทาชิโคะ

ในขั้นตอนนี้ ของเหลวข้นที่มีแป้งกะบุกเป็นส่วนใหญ่จะถูกบัด เพื่อที่จะขจัดทาชิโคะที่อาจติดอยู่ตามพื้นผิวออกไป โดยใช้ grinder หรือ screw extruder ซึ่งอาศัยหลักการของแรงเสียดทานระหว่างผิว

ง. การแยกครั้งที่ 2

ของเหลวข้นที่ได้จากขั้นตอนการขจัดทาชิโคะ ประกอบด้วยแป้งกะบุกและทาชิโคะที่ถูกขจัดออกมาแล้ว ถูกนำเข้าสู่เครื่องแยกซึ่งใช้เครื่องมือเหมือนกับการแยกครั้งที่ 1 ในขั้นตอนนี้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำหลังเหวี่ยงแยกจะมีทาชิโคะปนอยู่น้อยมากเพียงร้อยละ 0.8 จึงสามารถนำกลับมาใช้เป็นของเหลวตัวกลางในขั้นตอนการบดให้อนุภาคแยกจากกันได้ ส่วนของเหลวข้นหลังเหวี่ยงแยก ซึ่งประกอบด้วยแป้งกะบุกเป็นส่วนใหญ่จะถูกส่งผ่านไปยังถังล้าง (washing tank)

จ. การล้าง

ของเหลวข้นที่มีส่วนที่เป็นของแข็งร้อยละ 36 จะถูกผสมกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำที่เตรียมขึ้นใหม่ๆ เพื่อที่จะขจัดทาชิโคะที่อาจหลงเหลืออยู่ออกไป ลักษณะของถังล้างนั้นส่วนก้นถังจะทำเป็นรูปกรวย ซึ่งมีใบพัดสำหรับกวนติดอยู่ โดยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำถูกส่งเข้าทางด้านล่างของตัวถัง ในขณะที่ของเหลวข้นถูกส่งเข้าทางด้านบน เมื่อกระบวนการล้างสิ้นสุดลง ของเหลวข้นจะถูกส่งเข้าเครื่องแยก

ฉ. การแยกครั้งที่ 3

ในขั้นตอนนี้ของเหลวข้นที่มีส่วนที่เป็นของแข็งร้อยละ 10 จะถูกส่งเข้าสู่เครื่องแยกชนิดใช้เครื่องมือเหมือนกับการแยกครั้งที่ 1 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำหลังเหวี่ยงแยกสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนแป้งกะบุกที่ได้ถูกส่งไปยังเครื่องอบแห้ง

ช. การอบแห้ง

เครื่องอบแห้งที่นิยมใช้คือ เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์ (cylindrical fluidized bed dryer) หรือเครื่องอบแห้งแบบลมเป่า (air current dryer)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งอยู่ในช่วง 50-130 องศาเซลเซียส โดยทั่วๆ ไปแล้วนิยมใช้อุณหภูมิในช่วง 70-100 องศาเซลเซียส การอบแห้งที่ดีไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงเกินกว่า 120 องศาเซลเซียส หรืออบนานมากกว่า 90 นาที เพราะจะทำให้แป้งที่ได้มีคุณภาพด้อยลงไป อบจนกระทั่งได้แป้งกะบุกที่มีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 10.8

แป้งกะบุกที่ได้โดยวิธีการผลิตแบบปรับปรุงนี้ มีคุณภาพดี, ละลายน้ำได้, มีองค์ประกอบหลักเป็นกลูโคแมนแนน และมีความหนืด 67,500 เซนติพอยส์ (15)

ข้อได้เปรียบของการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลางในการผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุงคือ ในขั้นตอนการขจัดทาชิโคะออกจากแป้ง สามารถทำได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากแป้งไม่เกิดการพองตัว (swell) เป็นแป้งเปียก (pasty) จึงไม่จำเป็นต้องรีบเร่งในการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเป็นของเหลวตัวกลาง อีกทั้งการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลางยังช่วยเพิ่มสมบัติการรวมกับน้ำของแป้งกะบุกอีกด้วย

2.4.1.3.2 การผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง

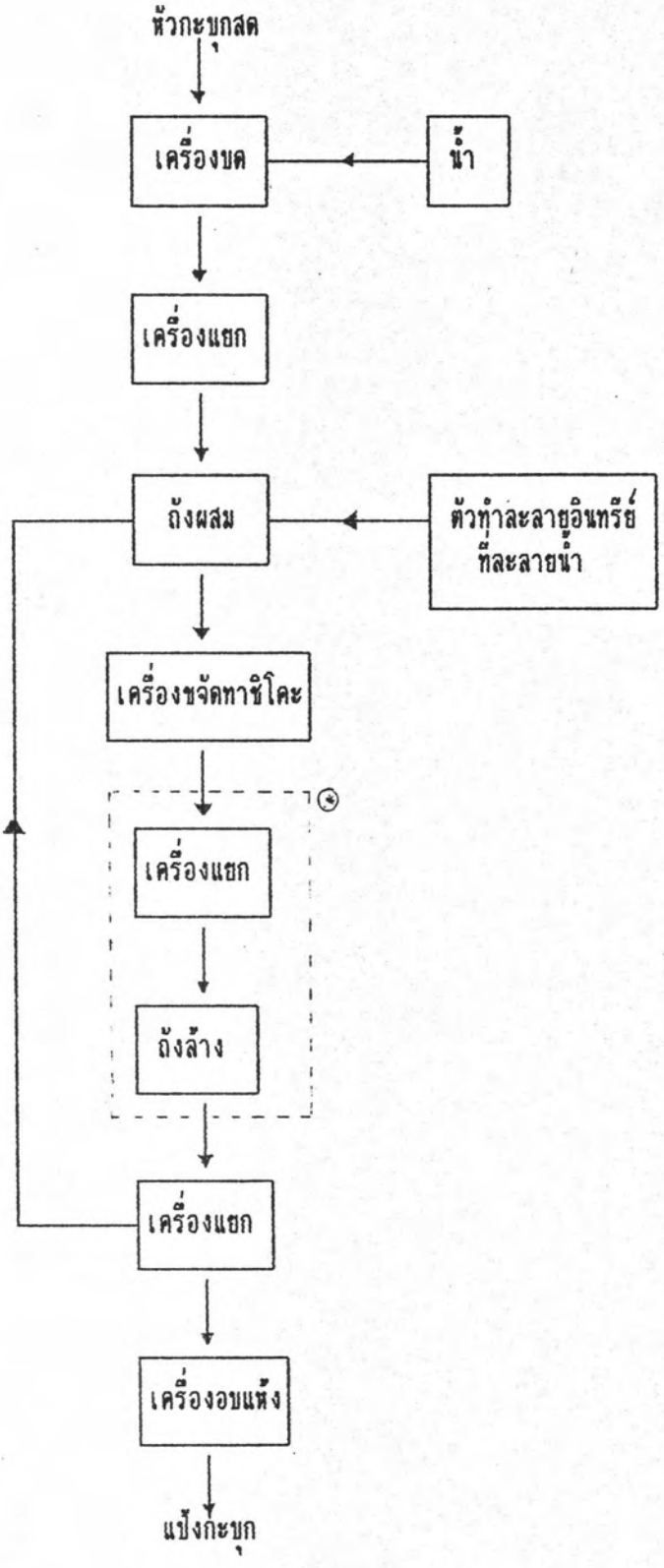
เนื่องจากเมื่อนำแป้งกะบุกมาละลายน้ำ จะเกิดการพองตัว และมีความหนืดเพิ่มขึ้นหลายเท่า ดังนั้นการผลิตแป้งกะบุกโดยใช้น้ำเป็นของเหลวตัวกลางในขั้นตอนการบดอนุภาคให้แยกจากกัน จึงต้องรีบทำให้เสร็จภายในระยะเวลาอันสั้นประมาณ 5-7 นาที มิฉะนั้นแป้งจะดูดน้ำและพองตัวจนมีลักษณะคล้ายแป้งเปียก ทำให้ยากแก่การทำแห้ง (dehydration) อย่างไรก็ตามข้อได้เปรียบของการใช้น้ำเป็นของเหลวตัวกลางนั้น พบว่า จะช่วยลดต้นทุนการผลิต และในขั้นตอนการขจัดทาชิโคะออกจากอนุภาคแป้ง สามารถใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำในปริมาณที่น้อยกว่าการผลิตแป้งโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลางเพียงอย่างเดียวถึงครึ่งหนึ่ง

ขั้นตอนการผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง แสดงดังรูปที่ 2.8

การผลิตโดยวิธีนี้คล้ายคลึงกับการผลิตแป้ง โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง โดยหัวกะบุกจะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องบดซึ่งใช้ hammer mill ส่วนน้ำจะส่งผ่านเข้ามาเพื่อใช้ในการบดอนุภาคให้แยกจากกัน ได้ของเหลวข้นที่ประกอบด้วยแป้งกะบุกและทาชิโคะ ขั้นตอนต่อไปจะต้องรีบแยกแป้งออกโดยเร็ว เพื่อป้องกันปัญหาการพองตัวเป็นแป้งเปียก

เครื่องแยกที่นิยมใช้ในกรณีนี้คือ centrifugal dehydrator หรือ basket-type centrifugal dehydrator โดยของเหลวหลังเหวี่ยงแยกที่ได้ซึ่งคือน้ำ จะปล่อยทิ้งไป ส่วนแป้งกะบุกส่งไปยังถังผสม

ในถังผสม ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกส่งเข้าผสมกับแป้งที่ได้จากขั้นตอนแรก จากนั้นส่งไปยังเครื่องขจัดทาชิโคะซึ่งขั้นตอนต่อจากนี้ไปจะเหมือนกับการผลิตแป้งกะบุกโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำ แต่ขั้นตอนการล้างด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำอาจจะไม่จำเป็น เนื่องจากทาชิโคะถูกกำจัดออกไปมากในขั้นตอนการบดให้อนุภาคแยกจากกันเมื่อใช้น้ำเป็นของเหลวตัวกลางแล้ว แป้งกะบุกที่ได้จากวิธีนี้ มีคุณภาพดี, สม่ำเสมอ และมีความหนืดสูง



⊛ อาจจะข้ามขั้นตอนนี้ได้

รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการผลิตแป้งกะบุกแบบปรับปรุง โดยใช้น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นของเหลวตัวกลาง

2.4.2 กระบวนการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์

การทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ มีจุดประสงค์หลักก็เพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เนื่องจากแป้งกะบุกบริสุทธิ์มีร้อยละของปริมาณกลูโคแมนแนนอยู่สูงกว่าแป้งกะบุกผลิตแบบแห้งและแบบเปียก ดังนั้นแป้งกะบุกบริสุทธิ์ หรือกลูโคแมนแนน จึงมีประสิทธิภาพในการลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือด และลดระดับความดันโลหิตได้ดีกว่าแป้งกะบุก (16) ซึ่งการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน กล่าวคือ

Sugiyama และคณะ (17) ได้กล่าวถึงงานของ Smith และ Srivastava ซึ่งศึกษาการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ โดยใช้สารละลายเฟลิง (fehling solution) เพื่อให้เกิดสารเชิงซ้อนระหว่างทองแดงกับกลูโคแมนแนนตกตะกอนออกมา จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาแยกทองแดงออกโดยใช้กรดและแอลกอฮอล์ จะได้กลูโคแมนแนนบริสุทธิ์ และยังกล่าวถึงงานของ Ohtsuki ซึ่งศึกษากระบวนการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ โดยเตรียมสารละลายแป้งกะบุกแล้วตกตะกอนกลูโคแมนแนนด้วยแอลกอฮอล์ ล้างตะกอนให้สะอาด จะได้กลูโคแมนแนนออกมา

Maekaji (11) ศึกษาการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ โดยนำแป้งกะบุกมาละลายน้ำ กรองแยกส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก แล้วเทส่วนสารละลายใสที่ได้ลงในบีกเกอร์ที่บรรจุเมธิลแอลกอฮอล์ปริมาตรเท่ากับส่วนสารละลายใส คนอย่างแรงให้เข้ากัน จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาบดให้มีขนาดเล็กลง แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (potassium thiocyanate, KSCN) ความเข้มข้น 2 โมลาร์ เก็บไว้ในตู้เย็นนาน 20 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลา ล้างโซล (sol) ที่เกิดขึ้น จากนั้นกรอง แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนอีก 3 ครั้ง สุดท้ายนำสารละลายใสไปไดแอลิซิส (dialysis) กับน้ำที่ขจัดไอออนแล้ว (deionized water) จนกระทั่งปราศจาก SCN^- แล้วจึงทำแห้ง (lyophilize) จะได้กลูโคแมนแนนบริสุทธิ์

ซึ่งวิธีดังกล่าวข้างต้นนี้ แม้จะได้แป้งกะบุกบริสุทธิ์ก็ตาม แต่กลูโคแมนแนนที่ได้ จะเสียสมบัติที่สำคัญไป เนื่องจากภาวะที่ใช้ในการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ค่อนข้างรุนแรง ดังนั้นวิธีการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ที่เหมาะสมควรคงสมบัติที่สำคัญ กล่าวคือ เมื่อนำแป้งกะบุกบริสุทธิ์มาละลายน้ำ จะได้สารละลายคอลลอยด์ใส และสามารถเกิดเจลได้เมื่อเติมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (16)

ในปี ค.ศ. 1972 Sugiyama และคณะ (18) ศึกษากระบวนการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. การละลายแป้งกะบุก

ข. การแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออก

ค. การไดแอลิซิส

ง. การทำแห้ง (lyophilization)

ขั้นตอนการทำแป้งกะบุกบริสุทธิ์ มีดังต่อไปนี้

นำแป้งกะบุกมาละลายน้ำในอัตราส่วน
แป้งกะบุก ต่อ น้ำ = 1 : 10-100 โดยน้ำหนัก

↓

คนให้แป้งกะบุกกระจายอย่างสม่ำเสมอ
เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง

↓

แยกส่วนตะกอนทิ้งไปโดยใช้
เครื่องแยกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

↓

นำส่วนสารละลายใสบรรจุลงในถุงไดแอลิซิส

↓

ไดแอลิซิสกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 9-10 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 72-96 ชั่วโมง

↓

ทำแห้ง

↓

แป้งกะบุกบริสุทธิ์
(กลูโคแมนแนนบริสุทธิ์)

วิธีการ

ก. การละลายแป้งกะบุก

นำแป้งกะบุกมาละลายน้ำในอัตราส่วนแป้งกะบุกต่อน้ำเป็น 1:10-200 โดยปริมาตรหรือ 1:10-100 โดยน้ำหนัก ในขั้นตอนนี้พบว่า ส่วนประกอบที่ละลายน้ำ ได้แก่ กลูโคแมนแนน, สารเจือปนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (low molecular weight impurities) และเกลืออินทรีย์ต่างๆ ส่วนประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ แป้ง (starch), ส่วนเอพิเดอร์มิส (epidermis) ของหัวมัน และเส้นใยต่างๆ (fibrous material) จะลอยอยู่ในน้ำ จึงสามารถแยกออกได้

ข. การแยกสารที่ไม่ละลายน้ำ

ในขั้นตอนนี้ เป็นการกำจัดส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก โดยการกรองหรือแยกโดยอาศัยเครื่องแยกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง จากนั้นนำส่วนสารละลายใสไปทำไดแอลิซิส

ค. การไดแอลิซิส

การไดแอลิซิสเป็นวิธีการหนึ่งในการทำให้สารบริสุทธิ์ขึ้น โดยประสิทธิภาพของการกำจัดสารเจือปนที่ละลายน้ำได้ ขึ้นกับการเลือกใช้เยื่อเลือกผ่าน (semi-permeable membrane) หรือถุงเซลโลเฟน (cellophane tube) ซึ่งถุงไดแอลิซิสมีขนาดรู (pore size)ต่าง ๆกัน เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้ในการกำจัดสารเจือปนที่มีขนาดต่าง ๆได้ โดยสารที่มีขนาดเล็กจะลอดผ่านไปได้ ยกเว้นสารที่มีขนาดใหญ่ ทำไดแอลิซิสในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 9-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72-96 ชั่วโมง

ง. การทำแห้ง

สารละลายใสที่ได้หลังจากการทำไดแอลิซิสจะนำมาทำแห้งโดยกระบวนการ lyophilization ภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง

แป้งกะบุกที่ได้มีลักษณะคล้ายฝ้ายสีขาว (white cotton-like product), เบา, พองตัว (voluminous), ละลายน้ำได้สารละลายคอลลอยด์ใส และยังสามารถใช้ทำ konnyaku ซึ่งเป็นอาหารประเภทหนึ่งของญี่ปุ่นได้

2.5 แนวทางการใช้ประโยชน์

องค์ประกอบหลักของแป้งกะบุกคือ กลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์มาก ดังนั้น จึงมีการใช้ประโยชน์จากกลูโคแมนแนนในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

2.5.1 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านการแพทย์

2.5.2 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านอาหาร

2.5.3 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านอื่นๆ

2.5.1 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านการแพทย์

ปัจจุบันปัญหาที่เกี่ยวเนื่องจากอาหารเห็นจะได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับความอ้วนอันเนื่องมาจากการรับประทานอาหารมากเกินไปและขาดการออกกำลังกาย คนอ้วนมักมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานหรือความดันโลหิตสูง ถ้าไม่หาวิธีการป้องกันแก้ไขก็จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ กลูโคแมนแนนที่ผลิตได้จากวิธีการแบบปรับปรุงและกลูโคแมนแนนบริสุทธิ์จะมีผลในการลดน้ำหนัก โดยปริมาณที่ได้รับนั้นแตกต่างกันไปขึ้นกับสภาพร่างกาย และอายุ แต่โดยทั่วๆ ไป จะอยู่ในช่วง 0.001-0.4 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (2)

ในประเทศญี่ปุ่น ได้มีผู้วิจัยเกี่ยวกับด้านนี้มานานแล้ว จึงมีหลายบริษัทผลิตกลูโคแมนแนนจากหัวกะบุกออกวางขายในรูปผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (weight control product) โดยทำเป็นผงบรรจุซอง เวลาใช้ก็เทกลูโคแมนแนนลงในน้ำหรือน้ำชา ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วจึงบริโภค ส่วนใหญ่แล้วนิยมบริโภคก่อนการรับประทานอาหารในมื้อนั้นๆ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้แก่ Propol ® ของบริษัท Shimizu Chemical Industries จำกัด และ Hi-Mannan ® ของบริษัท Mannan Food จำกัด ดังแสดงในรูปที่ 2.9

การบริโภคกลูโคแมนแนนก่อนการรับประทานอาหารมื้อนั้นๆ มีผลในการลดน้ำหนักตัวได้ เนื่องจากกลูโคแมนแนนจะดูดซับกรดน้ำย่อยและของเหลวอื่นๆ (gastric juices and liquid in the stomach) ในกระเพาะอาหารเกิดการพองตัวขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มและลดความอยากอาหาร จึงสามารถรับประทานอาหารน้อยลงกว่าปกติ (2)

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (Hi-Mannan®)

นอกจากนั้นกลูโคแมนแนนยังมีผลในการบำบัดอาการท้องผูก เนื่องจากกลูโคแมนแนนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมการทำงานของลำไส้เล็ก และกระบวนการขับถ่าย (1) ผู้ป่วยที่มีอาการท้องผูกปานกลาง (moderate constipation) หลังได้รับกลูโคแมนแนน (1 กรัม/วัน) ไปประมาณวันที่ 2 จะเริ่มมีการขับถ่ายที่ค่อนข้างปกติขึ้น และหลังจากได้รับกลูโคแมนแนนไปเรื่อยๆ การขับถ่ายจะเป็นปกติ (2) รวมทั้งกลูโคแมนแนนยังมีผลต่อการลดระดับคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดเช่นกัน (1, 2)

2.5.2 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านอาหาร

กลูโคแมนแนนจัดเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่งซึ่งสมบัติเด่นของสารประเภทนี้คือ เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายข้นหนืด และสามารถเกิดเจลได้ ดังนั้นจึงนิยมใช้กลูโคแมนแนนเป็นสารให้ความข้น (thickener) และสารช่วยให้เกิดความคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ (3) เช่น ไอศกรีม, วิปปิ้ง ครีม, แยม, เยลลี, ลูกกวาด, มายองเนส และครีมสลัด เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีการใช้กลูโคแมนแนนในการทำก๋วยเตี๋ยว (novel konjac noodles) (19) ,เต้าหู้ (20) และสปาเกตตี (spaghetti) (21)

การใช้กลูโคแมนแนนในการผลิตอาหารที่มีลักษณะเป็นเจลคล้ายวุ้น อาจทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือเป็นเส้นๆ ก็นับว่าเป็นที่นิยมมากในประเทศญี่ปุ่น โดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นสารที่ช่วยให้เกิดเจล (gelling agent)

ผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น เป็นผลิตภัณฑ์อีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้สารไฮโดรคอลลอยด์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงมีการใช้กลูโคแมนแนนในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เช่น ใช้เป็นสารช่วยให้เกิดความคงตัวและความข้นในไอศกรีม ซึ่งแต่เดิมการผลิตไอศกรีมทางการค้านิยมใช้คารอบ กัม (carob gum) แต่เนื่องจากมีราคาแพง จึงมีการนำกลูโคแมนแนนมาใช้แทนคารอบ กัม การใช้กลูโคแมนแนนจะช่วยลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งยังสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า แต่ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับการใช้คารอบ กัม โดยทั่วไปนิยมใช้กลูโคแมนแนนประมาณร้อยละ 0.1-5 โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์อาหาร (3)

เยลลี เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ใช้กลูโคแมนแนนในการผลิตได้ ซึ่งการผลิตเยลลีจากกลูโคแมนแนน สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี (21) คือ

(1) การใช้สารละลายด่างในการผลิตเยลลี

(2) การใช้แซนแทน กัม (xanthan gum) ในการผลิตเยลลี

(1) การใช้สารละลายด่างในการผลิตเยลลี

เนื่องจากว่า เมื่อนำกลูโคแมนแนนมาละลายน้ำ จะได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นมาก แต่ไม่สามารถเกิดเป็นเจลโดยตัวมันเองได้ ดังนั้นจึงมีการใช้สารละลายด่าง เช่น สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อช่วยให้กลูโคแมนแนนเกิดเป็นเจลได้ สำหรับกลไกการเกิดเจลนั้น ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน แต่พอจะอธิบายได้ กล่าวคือ ด่างจะไปมีผลต่อหมู่ที่เป็นกรด (acidic moieties) โดยดึงหมู่เหล่านี้ออกจากโครงสร้างของกลูโคแมนแนน ทำให้หมู่ที่เหลืออยู่ตรงบริเวณนั้นยึดเกาะกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน โมเลกุลเกิดเป็นโครงร่างตาข่าย (network structure) จึงเกิดเจลได้ (11) ขั้นตอนการผลิตเยลลีจากกลูโคแมนแนนโดยใช้สารละลายด่าง (1) มีดังต่อไปนี้

นำแป้งกะบุกมาละลายน้ำ

↓

ทิ้งให้เกิดการพองตัวประมาณ 35 เท่า

↓

เติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ พร้อมกับคนอย่างทั่วถึง

↓

ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

↓

แช่ในน้ำเดือดประมาณ 2-3 ชั่วโมง

↓

เยลลีจากกลูโคแมนแนน

ข้อเสียเปรียบของการใช้สารละลายด่างในการผลิตเยลลีจากกลูโคแมนแนน (21) คือ

เยลลีที่ได้มีค่า pH สูง ซึ่งโดยทั่วๆ ไปแล้ว อาหารส่วนใหญ่มักมีค่า pH เป็นกลางหรือกรดอ่อนๆ, มีกลิ่นด่างตกค้างในเยลลีทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค, เกิดการสูญเสียน้ำได้ง่าย (water release) และขั้นตอนการเตรียมและผลิตเยลลีโดยวิธีนี้ต้องอาศัยผู้มีความชำนาญเป็นพิเศษในการผสม นวด และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

(2) การใช้แซนแทน กัม ในการผลิตเยลลี

เพื่อเป็นการลดปัญหาของการใช้สารละลายด่างในการผลิตเยลลี Toba และคณะ (21) ได้ศึกษาการผลิตเยลลีโดยใช้กลูโคแมนแนนร่วมกับแซนแทน กัม ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

เติมกลูโคแมนแนน 3 กรัม ต่อ แซนแทน กัม 1 กรัม
ลงในน้ำ 500 กรัม

↓

ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมอาหาร (mixer)
เป็นเวลา 1 นาที

(ต่อ)

(ต่อ)

↓

นำไปให้ความร้อน

↓

เติมสารให้ความหวานคือ แอสปาเตม (aspartame)

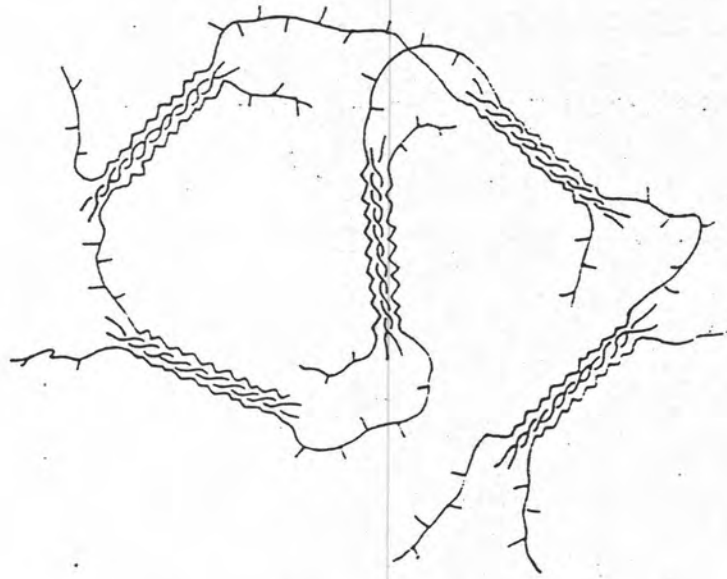
↓

แต่งสีและกลิ่น

↓

เยลลีจากกลูโคแมนแนน

ลักษณะเด่นประการหนึ่งของแซนแทน กัม คือ ตัวมันเองไม่สามารถเกิดเจลได้ แต่เมื่อใช้ร่วมกับสารไฮโดรคอลลอยด์ประเภท กาแลคโตแมนแนน (galactomannan) ได้แก่ กัว กัม (guar gum) และโลคัส บีน กัม (locust bean gum) จะมีผลทำให้ได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นหรือเกิดเจลได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้แซนแทน กัม ร่วมกับโลคัส บีน กัม เมื่อนำไปให้ความร้อน (มากกว่า 54.4 องศาเซลเซียส ขึ้นไป) แล้วทิ้งให้เย็น จะเกิดเจลได้ ดังนั้นจึงสามารถใช้แซนแทน กัม ร่วมกับกลูโคแมนแนน เพื่อให้เกิดเจล ซึ่งกลไกการเกิดเจลระหว่างกลูโคแมนแนน และแซนแทน กัม ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน แต่พอจะอธิบายได้โดยเทียบเคียงอาศัยกลไกการเกิดเจลระหว่างกาแลคโตแมนแนน และแซนแทน กัม เนื่องจากโครงสร้างของกลูโคแมนแนน และกาแลคโตแมนแนน ต่างก็มีแมนโนสเป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกัน ดังนั้นโครงสร้างของแซนแทน กัม ซึ่งเป็น rigid helical ordered structure จึงสามารถเชื่อมข้าม (crosslink) กับ ส่วนแมนโนสที่ไม่ถูกแทนที่ (unsubstituted mannose regions) ของกาแลคโตแมนแนน เกิดเจลได้ (22) ลักษณะการเกิดเจล ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การเชื่อมข้ามระหว่างแซนแทน กัม
กับส่วนแมนโนสที่ไม่ถูกแทนที่ของกาแลคโตแมนแนน

2.5.3 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านอื่นๆ

นอกจากจะใช้กลูโคแมนแนนในด้านการแพทย์ และด้านอาหารแล้ว ยังสามารถใช้กลูโคแมนแนนในด้านอื่นๆ ได้ เช่น

2.5.3.1 การใช้กลูโคแมนแนนในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยใช้แป้งกะบุกหรือกลูโคแมนแนน เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ใช้กลูโคแมนแนนเป็นส่วนผสมในโลชั่นใส่ผม (hair lotion) (23) หรือโลชั่นทาผิว (skin lotion) (24)

2.5.3.2 การใช้กลูโคแมนแนนในด้านชีวเคมี โดยใช้เป็นอิเล็กโทรฟอเรซิสเจล (electrophoresis gel) เพื่อวิเคราะห์เลือด (human serum) ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกันกับเมื่อใช้เซลลูโลสอะซีเตต (cellulose acetate membrane) (25)

2.5.3.3 การใช้กลูโคแมนแนนในการผลิต sausage casing (26)