

กาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดพืช

แก้วนคร คุณวิไล¹ ดวงฤดี เชิดวงศ์เจริญสุข² และ วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน^{3*}

บทคัดย่อ

กาแลคโตแมนแนน เป็นไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่เป็นสารจำพวกโพลีแซคคาไรด์ พบมากในเมล็ดพืชตระกูลถั่ว ปัจจุบันความต้องการใช้สารกาแลคโตแมนแนนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ จึงไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม สามารถใช้ทดแทนสารไฮโดรคอลลอยด์สังเคราะห์ได้เป็นอย่างดี โดยมีคุณสมบัติที่เด่นชัด คือสามารถละลายได้ในน้ำเย็น และให้สารละลายที่มีความหนืด กาแลคโตแมนแนนที่มาจากเมล็ดพืชต่างชนิดกันมีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งทางเคมีและทางกายภาพ และด้วยความหลากหลายในคุณสมบัตินี้เอง

ทำให้เกิดทางเลือกในการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ส่งผลให้สารดังกล่าวเป็นที่นิยมนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์อาหาร สำหรับบทความนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสารกาแลคโตแมนแนน ทั้งทางด้านแหล่งที่มา โครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และการนำไปใช้งานในอุตสาหกรรม รวมทั้งชนิดพืชในประเทศไทยที่สามารถพบสารดังกล่าว

คำสำคัญ: กาแลคโตแมนแนน พืชตระกูลถั่ว ไฮโดรคอลลอยด์ คุณสมบัติทางกระแสวิทยา

- ¹ นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- ² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- ³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- * ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-3810-2222 ต่อ 3353 อีเมล: wancheng@buu.ac.th



Seed Galactomannans

Keonakhone Khounvilay¹ Duangrudee Cherdwongcharoensuk ² and Wancheng Sittikijyothin^{3*}

Abstract

Galactomannan is one of the polysaccharide hydrocolloids obtained from the seeds of legume plants. Since it is derived from nature and is non-toxic to humans and the environment, galactomannan has increasingly been applied in various applications. The great property of galactomannan is that it creates a viscous solution in water, depending on the galactomannan source. Galactomannan from different plants presents different chemical and physical

properties. For this reason, galactomannan has been widely used in many products, particularly in foods. The aim of this article is to review the sources, chemical structure, physical properties, and the industrial applications of galactomannan and some legume plants as non-traditional sources of galactomannan that can be found in Thailand.

Keyword: Galactomannan, Leguminous Plant, Hydrocolloid, Rheological Property

¹ Student, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University.

² Assistant Professor, Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University.

³ Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University.

* Corresponding Author, Tel. 0-3810-2222, Ext. 3353, E-mail: wancheng@buu.ac.th

1. บทนำ

กาแลคโตแมนแนน (Galactomannan) เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติ (Natural Hydrocolloid) มีคุณสมบัติการกระจายตัวได้ในน้ำเย็นทำให้สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นและหนืด นอกจากนี้สารดังกล่าวยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย หรือก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม มีราคาถูก และสามารถใช้ทดแทนสารโพลีเมอร์สังเคราะห์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดนี้ จึงเป็นที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย โดยทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด (Thickener) สารเพิ่มความคงตัว (Stabilizer) สารยึดติด (Binder) ให้กับผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมสี สิ่งทอ ยา และอาหาร เป็นต้น

ในแต่ละปีมนุษย์มีการบริโภคกาแลคโตแมนแนนเป็นจำนวนมากประมาณ 90,000 – 100,000 ตันต่อปี [1] สำหรับกาแลคโตแมนแนนทางการค้าที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ กัวร์กัม (Guar Gum) ที่มีปริมาณการบริโภคประมาณ 70,000 – 80,000 ตันต่อปี ตามมาด้วยโลคัสต์บีนกัม (Locust Bean Gum) ที่ถูกนำมาใช้ประมาณ 12,000 – 14,000 ตันต่อปี [1] จากการสำรวจข้อมูลของกรมศุลกากรพบว่า ประเทศไทยมีการนำเข้ากาแลคโตแมนแนนคิดเป็นมูลค่ามหาศาล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี [2]

อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับกาแลคโตแมนแนนทั้งในแง่แหล่งที่มา โครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพและการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม รวมทั้งแหล่งวัตถุดิบภายในประเทศที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตสารกาแลคโตแมนแนนนั้น ยังขาดผู้รวบรวม

ดังนั้นบทความนี้จึงถูกจัดทำขึ้น เพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูลสำหรับผู้ที่ต้องการความรู้ หรือศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกาแลคโตแมนแนนต่อไป

2. แหล่งที่มา

กาแลคโตแมนแนน เป็นสารประเภทโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่พบได้ในส่วนของเอนโดสเปิร์มในเมล็ดพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว (Leguminous Plant) เช่น กัวร์กัม ผลิตได้จากเมล็ดพืชของต้นกัวร์ (Cyamopsis tetragonolobus) ฟีนูกรีกกัมผลิตได้จากเมล็ดพืชของต้นฟีนูกรีก (Trigonella foenumgraccum L.) ทารากัม (Tara Gum) สกัดได้จากเมล็ดพืชของต้นทารา (Caesalpinia spinosa) และโลคัสต์บีนกัมผลิตได้จากเมล็ดพืชของต้นคารอบ (Ceretonia siliqua L.) (ตารางที่ 1) ซึ่งกาแลคโตแมนแนนเหล่านี้เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ทางการค้าที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

โดยสารกาแลคโตแมนแนนที่สกัดได้จากเมล็ดพืช (Crude Galactomannan) มักมีโปรตีน ไขมัน เส้นใย (Fiber) และเพนโตซาน (Pentosan) ปะปนอยู่ด้วย ในสัดส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ถ้าพบปริมาณสารเหล่านี้มาก อาจต้องนำสารกาแลคโตแมนแนนมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ หรือขจัดสารดังกล่าวบางส่วนออกไป เพื่อให้ได้สารกาแลคโตแมนแนนที่มีสัดส่วนของสารโพลีแซคคาไรด์ที่สูงขึ้น (Purified Galactomannan) เนื่องจากสารไม่บริสุทธิ์ดังกล่าว ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของสารกาแลคโตแมนแนนด้อยลง

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของกาแลคโตแมนแนนทางการค้าที่ได้จากเมล็ดพืชตระกูลถั่ว [3]

กาแลคโตแมนแนนทางการค้า	ชื่อพืช	แมนโนสต่อ กาแลคโตส	ความหนืด (เดซิลิตรต่อกรัม)	มวลโมเลกุล ($M_v^* \times 10^{-6}$)
กัวร์กัม (Guar Gum)	<i>Cyamopsis tetragonolobus</i>	1.70	15.80	2.91
ฟีนูกรีกกัม (Fenugreek Gum)	<i>Trigonella foenumgraccum</i> L.	1.20	15.10	3.23
ทารากัม (Tara Gum)	<i>Caesalpinia spinosa</i>	3.00, 2.95 ^[4]	14.55, 14.96 ^[4]	2.23, 2.31 ^[4]
โลคัสต์บีนกัม (Locust Bean Gum)	<i>Ceretonia siliqua</i> L.	3.70, 3.63 ^[4]	14.20, 11.0 ^{3[4]}	2.08, 1.61 ^[4]

* มวลโมเลกุลเฉลี่ยที่คำนวณจากค่าความหนืด (Viscosity average molecular mass)

3. โครงสร้างทางเคมี

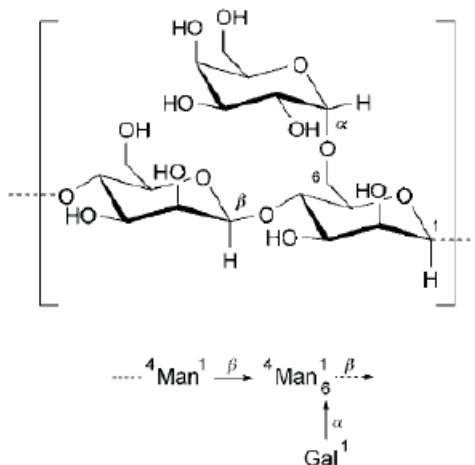
กาแลคโตแมนแนน เป็นสารเฮเทอโรโพลิแซคคาไรด์ (Heteropolysaccharide) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวสองชนิด คือ น้ำตาลแมนโนส (Mannose) และน้ำตาลกาแลคโตส (Galactose) โดยโครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยสายหลักของน้ำตาลแมนโนสที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะชนิดเบต้าที่คาร์บอนตัวที่ 1 ของน้ำตาลแมนโนสตัวแรกกับคาร์บอนตัวที่ 4 ของน้ำตาลแมนโนสตัวถัดมา ในขณะที่น้ำตาลกาแลคโตสต่อกับสายหลักของน้ำตาลแมนโนสด้วยพันธะชนิดแอลฟาที่คาร์บอนตัวที่ 1 ของน้ำตาลกาแลคโตสกับคาร์บอนตัวที่ 6 ของน้ำตาลแมนโนส [5],[6] ดังแสดงในรูปที่ 1

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่ากาแลคโตแมนแนนที่ได้จากเมล็ดพืชต่างชนิดกัน มีค่าสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตส (M/G Ratio) ที่แตกต่างกัน เช่น กัวร์กัมมีสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสประมาณ 2:1 ในขณะที่ทาร์วากัมมีสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสประมาณ 3:1 (รูปที่ 1) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า กาแลคโตแมนแนนที่ได้จากพืชชนิดเดียวกัน อาจมีสัดส่วนของน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูก สภาพแวดล้อม และวิธีการสกัดสารกาแลคโตแมนแนน [7],[8]

4. คุณสมบัติทางกายภาพ และการนำไปประยุกต์ใช้

4.1 การกระจายตัวในน้ำ และความหนืด

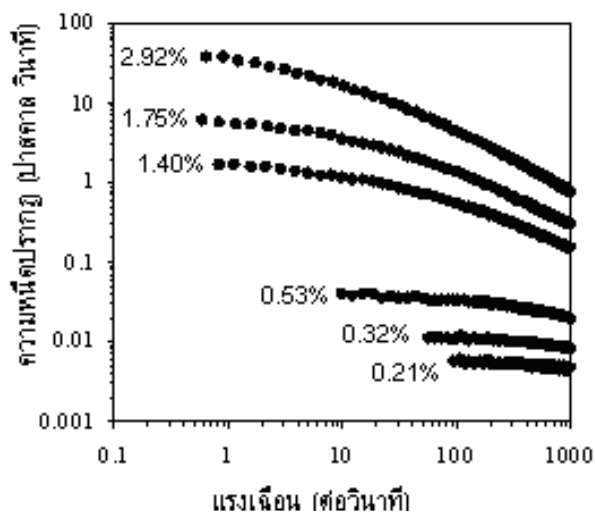
ความสามารถในการกระจายตัวในน้ำของสารกาแลคโตแมนแนนแต่ละชนิดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว [5] ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพ โดยเฉพาะความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนน เนื่องจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl Group, OH) (ดังแสดงในรูปที่ 1) ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ หรือเรียกว่าการดูดน้ำ (Hydration) นอกจากนี้ออกซิเจนที่อยู่ในวงแหวนของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและในพันธะไกลโคซิดิก



รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของกาแลคโตแมนแนน (กัวร์กัม) [5]

(Glycosidic Bond) ก็สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ดีเช่นกัน

เนื่องจากกิ่งของน้ำตาลกาแลคโตสมีจำนวนของหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่าที่พบในสายหลักของน้ำตาลแมนโนส ดังนั้นจำนวนของหมู่น้ำตาลกาแลคโตสในสารกาแลคโตแมนแนนจึงส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการละลายน้ำของสารกาแลคโตแมนแนน [4],[9],[10] พบว่าถ้าโครงสร้างทางเคมีของสารกาแลคโตแมนแนนมีสัดส่วนของกิ่งของน้ำตาลกาแลคโตสมาก ทำให้กาแลคโตแมนแนนชนิดนั้นสามารถละลายน้ำได้ดี เช่น ฟีนูกรีกกัมมีสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสประมาณ 1 (มีสัดส่วนของกิ่งน้ำตาลกาแลคโตสเป็นร้อยละ 100 ของน้ำตาลแมนโนสสายหลัก) เมื่อเทียบกับทาร์วากัมที่มีสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสประมาณ 3 (มีสัดส่วนของกิ่งน้ำตาลกาแลคโตสเป็นร้อยละ 33 ของน้ำตาลแมนโนสสายหลัก) ทำให้ฟีนูกรีกกัมละลายน้ำได้ดีกว่าทาร์วากัม และสารละลายฟีนูกรีกกัมที่มีความหนืดมากกว่าสารละลายทาร์วากัม และจากความแตกต่างของสัดส่วนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวของกาแลคโตแมนแนนนี้ ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นหลักในการเลือกชนิดของกาแลคโตแมนแนนไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 2 ความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนน ที่ได้จากเมล็ดของ *Delonix regia* ที่ความเข้มข้น ต่างๆ (จากการทดลองของ Sittikijyothin [11])

4.2 การนำไปประยุกต์ใช้

ข้อมูลทางกระแสวิทยา (Rheological Information) ของสารละลายกาแลคโตแมนแนน มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากสามารถบอกรูปพฤติกรรมการไหลของสารละลายกาแลคโตแมนแนน เพื่อใช้ประกอบการเลือก และประยุกต์ใช้สารกาแลคโตแมนแนนแต่ละชนิดได้ โดยทั่วไปพบว่าพฤติกรรมการไหลของสารละลายกาแลคโตแมนแนนนั้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้น และค่าความหนืดของสารละลาย กล่าวคือเมื่อความเข้มข้นของกาแลคโตแมนแนนต่ำ คุณสมบัติการไหลของสารละลายสารกาแลคโตแมนแนนเป็นแบบนิวโตเนียน (Newtonian) คือความหนืดของสารละลายไม่ขึ้นกับแรงเฉือน และเมื่อความเข้มข้นของกาแลคโตแมนแนนเพิ่มขึ้น คุณสมบัติการไหลของสารละลายกาแลคโตแมนแนน เป็นแบบนอนนิวโตเนียน (Non-Newtonian) คือมีพฤติกรรมแบบ Shear Thinning โดยพฤติกรรมดังกล่าวสามารถสังเกตได้เด่นชัดมากขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของสารกาแลคโตแมนแนนเพิ่มขึ้น พบว่าความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนนจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย [10],[11] ดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการเกี่ยวพันกัน

ของสายโพลิเมอร์ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการต้านทานการไหลของสารละลายขึ้น

ดังนั้นในการเลือกใช้สารกาแลคโตแมนแนนแต่ละชนิดให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องทราบถึงช่วงความหนืดที่ต้องการ ทำให้สามารถเลือกใช้ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมได้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางกระแสวิทยาของสารละลายกาแลคโตแมนแนนแต่ละชนิด

นอกจากความเข้มข้นแล้ว อุณหภูมิยังเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถใช้ควบคุมความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนน [12] เช่น กวาร์กัมจะให้ความหนืดได้ดีทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ในขณะที่โลคัสต์บินกัมจะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้นเมื่อละลายในน้ำร้อน เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนนทางการค้าที่สภาวะต่างๆ [1]

สภาวะ	โลคัสต์บินกัม	ทาร์รากัม	กวาร์กัม
ในน้ำร้อน	ปานกลาง	สูง	สูง
ในน้ำเย็น	ต่ำมาก	ปานกลาง	สูง
ในน้ำเชื่อม	สูง	สูงมาก	ต่ำ

สำหรับผลิตภัณฑ์บางประเภทที่ต้องการสารละลายที่มีความหนืดสูงๆ อาจมีการผสมสารชนิดอื่นเพิ่มเพื่อช่วยให้สารละลายที่ได้มีความหนืดเพิ่มมากขึ้น เช่น คาราจีแนน (Carrageenan) แซนแทน (Xanthan) [1],[13],[14] หรือแม้แต่การเติมเกลือ เช่น NaCl และ KCl หรือเติมน้ำตาล เป็นต้น นอกจากนี้การควบคุมความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนนยังสามารถทำได้โดยการควบคุมค่าความเป็นกรด่างของสารละลาย [12] จึงทำให้กาแลคโตแมนแนนเป็นที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ขนมหวาน ไอศกรีม และเครื่องดื่ม เป็นต้น โดยทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืดและสารเพิ่มความคงตัว [1],[7] ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการนำกาแลคโตแมนแนนไปประยุกต์ ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ [1]

อุตสาหกรรม	ชนิดกาแลคโต-แมนแนน	หน้าที่
อาหาร		
-ขนมหวาน	-ทาร์กัมผสมแซนแทนกัม -โลคัสทีป็นกัม	-ป้องกันการแยกชั้น -เพิ่มความหนืดและความคงตัว
-ไอศกรีม	-กั๊วกัมผสมคาราจีแนน กับสารคาร์-บอกซีเมทิล เซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose)	-ช่วยในการอู่มน้ำ และกระจายตัวในน้ำเย็น -เพิ่มความหนืด -ช่วยสร้างความคงตัว -ป้องกันการเกิดผลึก -ป้องกันการแยกตัวของ ความมันของเนื้อ ไอศกรีม -เพิ่มความกลมกลืน ของส่วนผสม
-นมเปรี้ยว	-กั๊วกัมและโลคัสทีป็นกัม	-เพิ่มความหนืด -ป้องกันการแยกชั้น
-นมสำหรับเด็ก	-โลคัสทีป็นกัมและทาร์กัม	-ช่วยให้ย่อยง่าย -ไม่ทำให้ทารกท้องเสีย
-เครื่องดื่ม	-โลคัสทีป็นกัม	-เพิ่มความหนืดและความคงตัว
-ผลิตภัณฑ์เนื้อ	-โลคัสทีป็นกัม	-เพิ่มความหนืดและความคงตัว
-น้ำสลัด	-กั๊วกัม	-ช่วยในการอู่มน้ำและ การกระจายตัวในน้ำเย็น -เพิ่มความหนืด
ยา		
-วิตามินบี 12	-กั๊วกัม	-ช่วยสร้างความคงตัว
-ยาเม็ด	-กั๊วกัม	-ช่วยในการยึดติด
-ตัวยาท่ออกฤทธิ์ช้า	-กั๊วกัม	-ใช้เคลือบตัวยาล เพื่อ ช่วยยืดเวลาการปล่อย ตัวยาล
สิ่งทอ	-กั๊วกัมและโลคัสทีป็นกัม	-ช่วยให้โมเลกุลเกิดการ ยึดจับดีขึ้น และเพิ่ม ความหนืด
สี	-ไฮดรอกซีเอทิล อีเทอร์ของ กาแลคโตแมนแนน	-เพิ่มความคงตัวให้กับ ความหนืดให้กับสี -ช่วยต้านทานการซีด ผ่านของของเหลว

สำหรับผู้ประกอบการสามารถเลือกชนิดของสารกาแลคโตแมนแนนมาใช้ประโยชน์ให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ได้ โดยพิจารณาจากความหนืดที่ต้องการ เทียบกับค่าความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนนในแต่ละความเข้มข้น ซึ่งอาจใช้ค่าสัดส่วนของน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสของกาแลคโตแมนแนนในแต่ละชนิดเป็นตัวบ่งชี้ความหนืดได้พอสังเขป กล่าวคือถ้ามีค่าสัดส่วนของน้ำตาลแมนโนสสูง

สารละลายที่ได้จะให้ความหนืดต่ำกว่ากาแลคโตแมนแนนที่มีสัดส่วนของน้ำตาลแมนโนสต่ำ ทั้งนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงค่าความเป็นกรดต่าง และอุณหภูมิของกระบวนการในการผลิตด้วย เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อค่าความหนืดของสารละลายกาแลคโตแมนแนน

5. กาแลคโตแมนแนนที่สกัดจากพืชตระกูลถั่วในประเทศไทย

นอกเหนือจากต้นกั๊ว ต้นทาร์ว และต้นคารอบ ซึ่งเป็นพืชดั้งเดิม (Traditional Source) ที่ใช้นำมาผลิตสารกาแลคโตแมนแนนทางการค้าแล้ว พบว่ายังมีพืชชนิดอื่น (Non-traditional Source) อีกที่สามารถใช้ผลิตสารกาแลคโตแมนแนนได้เช่นกัน ปัจจุบันมีการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดพืชชนิดต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในตารางที่ 4 เพื่อหาแหล่งทดแทนใหม่ ซึ่งอาจนำไปสู่การผลิตกาแลคโตแมนแนนในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ตารางที่ 4 ตัวอย่างกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดพืช

ชื่อพืช	แมนโนสต่อ กาแลคโตส	อ้างอิง
<i>Adenantha pavonina</i>	1.35	[15]
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	2.70	[1]
	2.83	[16]
	2.88	[15]
<i>Cassia javanica</i>	3.23	[16]
<i>Cassia fistula</i> L.	3.00	[1]
	3.35	[17]
<i>Cassia grandis</i> Linn. f.	3.15	[18]
<i>Delonix regia</i>	4.28	[1]
	4.95	[12]
<i>Dimorphandra gardneriana</i>	1.84	[10]
<i>Gleditsia triacanthos</i>	2.82	[15]
<i>Sophora Japonica</i>	5.75	[15]

สำหรับประเทศไทยมีเมล็ดพืชหลายชนิดที่อยู่ในพืชตระกูลถั่ว และสามารถนำมาสกัดสารกาแลคโตแมนแนนได้ ยกตัวอย่างเช่น เมล็ดจากต้นราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.)

หางนกยูงไทย (*Caesalpinia pulcherrima*) และหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) เป็นต้น

5.1 ราชพฤกษ์

ราชพฤกษ์ หรือคูน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cassia fistula* L. อยู่ในวงศ์ *Leguminosae-Caesalpinioideae* [5] เป็นพรรณไม้ยืนต้นที่พบมากในประเทศไทยที่ปลูกให้ร่มเงาริมถนน มีถิ่นกำเนิดมาจากทวีปเอเชียเขตร้อน ลักษณะดอกมีสีเหลืองสด ผลมีลักษณะเป็นฝักรูปทรงกระบอก โดยฝักแก่มีสีน้ำตาลเข้ม (ดังรูปที่ 3) ภายในฝักมีเยื่อบางๆ กันเป็นช่องตามขวาง มีเมล็ดจำนวนมาก

ต้นราชพฤกษ์ ถือว่าเป็นพืชสมุนไพรไทย ทุกส่วนของต้นมีสรรพคุณทางยา [19],[20] และพบสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) หลายชนิด เช่น สารเมทาโนลิก (Methanolic) ฟีนอลิก (Phenolic) โปรแอนโธไซยานิดิน (Proanthocyanidin) และ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นต้น [19]-[21] สำหรับเนื้อในเมล็ดนั้นมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อบิดมีตัว (Amoebiasis) [22] และจากงานวิจัยพบว่า กาแลคโตแมนแนนที่ได้จากเมล็ดราชพฤกษ์ มีคุณสมบัติการไหลแบบเดียวกันกับสารกาแลคโตแมนแนนทั่วไป และมีค่าสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตสสูงคล้ายกับของทารากัม คือประมาณ 3 [1] ทำให้เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีความหนืดสูงคือประมาณ 11.55 เดซิลิตรต่อกรัม [17] นอกจากนี้ยังพบว่า สารกาแลคโตแมนแนนชนิดนี้ สามารถนำไปใช้เป็นตัวประสานตัวยาได้เป็นอย่างดี [23]

5.2 หางนกยูงไทย

หางนกยูงไทย เป็นพืชตระกูลถั่ว (*Leguminosae-Caesalpinioideae*) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Caesalpinia pulcherrima* [5] ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย โดยถิ่นกำเนิดจริงมาจากหมู่เกาะอินเดียตะวันตกในทะเลแคริบเบียน เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ออกดอกเป็นช่ออยู่ตามปลายกิ่ง มีหลายสี เช่น แดง เหลือง ชมพู ส้ม ฝักมีลักษณะแบน ดังแสดงในรูปที่ 4 ภายในฝักประกอบด้วยเมล็ดจำนวน 5-8 เมล็ด



รูปที่ 3 ลักษณะดอกและฝักของต้นราชพฤกษ์



รูปที่ 4 ลักษณะดอกและฝักของต้นหางนกยูงไทย

จากงานวิจัยในช่วงที่ผ่านมา มีการศึกษาคุณสมบัติของสารละลายกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดหางนกยูงไทย พบว่ากาแลคโตแมนแนนจากหางนกยูงไทย สามารถนำไปใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด [19] และเป็นสารเคลือบผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ให้นานขึ้น เนื่องจาก



รูปที่ 5 ลักษณะดอกของต้นหางนกยูงฝรั่ง

ช่วยลดอัตราการซึมผ่านของแก๊สต่างๆ เช่นออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ [24],[25]

สารละลายกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดหางนกยูงไทย มีความหนืดสูงกว่า (13.5 เดซิลิตรต่อกรัม [16]) เมื่อเทียบกับ สารละลายกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดราชพฤกษ์ (11.55 เดซิลิตรต่อกรัม [17]) เนื่องจากค่าสัดส่วนน้ำตาลแมนโนส ต่อน้ำตาลกาแลคโตสของสารกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ด หางนกยูงไทยมีค่าต่ำกว่า (ประมาณ 2.70-2.88 [1], [15],[16]) ของกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดราชพฤกษ์ ดังแสดงในตารางที่ 4

5.3 หางนกยูงฝรั่ง

หางนกยูงฝรั่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Delonix regia* อยู่ในวงศ์ *Leguminosae-Caesalpinaceae* [5] มีถิ่นกำเนิดมาจากอินเดีย อารเบีย หางนกยูงฝรั่ง เป็นไม้ยืนต้นที่มีลำต้นขนาดใหญ่ ดอกมีลักษณะเป็นช่อออกที่ปลายกิ่งหรือกิ่งข้าง มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ดอกมีสีแดงอมส้ม ดังแสดงในรูปที่ 5 ส่วนผลมีลักษณะเป็นฝักใหญ่แบนและแข็ง เมื่อฝักแก่จะแตกออก มีเมล็ดเรียงตามขวางในฝักประมาณ 20-40 เมล็ด

จากการสืบค้นงานวิจัย พบว่าคุณสมบัติทางกระแสวิทยาของสารละลายกาแลคโตแมนแนนที่ได้จากเมล็ด หางนกยูงฝรั่งเหมือนกันกับของสารกาแลคโตแมนแนนทั่วไป [11] มีค่าสัดส่วนน้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกาแลคโตส ประมาณ 4.28-4.95 [1],[11] โดยมีความเหมาะสมใน

การนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมยา ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว และเป็นตัวช่วยยึดติดที่ดีในการทำยาเม็ด ทำให้เม็ดยาไม่เปราะง่าย และขึ้นรูปได้อย่างเหมาะสม [26],[27] สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับสารกาแลคโตแมนแนนที่ได้จากเมล็ดพืชหางนกยูงฝรั่ง พบว่ายังมีไม่มากนัก เมื่อเทียบกับกาแลคโตแมนแนนที่ได้จากเมล็ดพืชชนิดอื่น

6. สรุป

กาแลคโตแมนแนน เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท เนื่องจากมีราคาถูก และเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันความต้องการสารกาแลคโตแมนแนนมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าหาแหล่งผลิตกาแลคโตแมนแนนจากเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ รวมทั้งมีการศึกษาคุนสมบัติทางกายภาพ และข้อมูลทางกระแสวิทยาของสารละลายกาแลคโตแมนแนนที่ได้จากเมล็ดพืชชนิดใหม่ๆ ในวงกว้าง ซึ่งข้อมูล และความรู้ดังกล่าวสามารถใช้รองรับการนำกาแลคโตแมนแนนไปใช้งานได้ สำหรับประเทศไทย พบว่ามีพืชหลายชนิดที่สามารถนำมาสกัดกาแลคโตแมนแนนได้ เช่น ราชพฤกษ์ หางนกยูงไทย และหางนกยูงฝรั่ง เป็นต้น ในอนาคตเราอาจผลิตสารกาแลคโตแมนแนนใช้เองภายในประเทศ อันจะนำไปสู่การลดการนำเข้าสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สัญญาเลขที่ 12/2554

เอกสารอ้างอิง

- [1] V. Rana and R. Bachetii, "Seed Galactomannans: A Natural Source of Industrial Potential," *International Transactions in Applied Sciences*, vol.2, pp.201-211, 2010.
- [2] Customs report 2011 [online]. Available :

- http://www.customs.go.th/wps/wcm/connect/Library%20cus501th/internetTH/11/11_2/?WCM_PI=1&WCM_Page.78810e98-47a1-4318-af88-505f98ce73da=1
- [3] Y. Wu, W. Cui, N.A.M. Eskin, and H.D. Goff, "An Investigation of Four Commercial Galactomannans of their Emulsion and Rheological Properties," *Food Research International*, vol.42, pp.1141-1146, 2009.
- [4] W. Sittikijyothin, D. Torres, and M.P. Goncalves, "Modelling the Rheological Behaviour of Galactomannan Aqueous Solutions," *Carbohydrate Polymers*, vol.59, pp.339-350, 2005.
- [5] M. Srivastava and V.P. Kapoor, "Seed Galactomannans: An Overview," *Chemistry and Biodiversity*, vol.2, pp. 295-317, 2005.
- [6] M.A. Pollard, R. Kelly, C. Wahl, P. Fischer, E. Windhab, B. Eder, and R. Amado, "Investigation of Equilibrium Solubility of a Carob Galactomannan," *Food Hydrocolloids*, vol.21, pp.683-692, 2007.
- [7] M.S. Buckeridge, V.R. Panegassi, D.C. Rocha, and S.M.C. Dietrick, "Seed Galactomannan in the Classification and Evolution of the Leguminosae," *Pytochemistry*, vol.38, pp.871-875, 1994.
- [8] A. Lazaridou, C.G. Biliaderis, and M.S. Lzydorczyk, "Structural Characteristics and Rheological Properties of Locust Bean Galactomannans: a Comparison of Samples from Different Carob Tree Populations," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol.81, pp.68-75, 2000.
- [9] M.A. Pollard, R. Kelly, P.A. Fischer, E.J. Windhab, B. Eder, and R. Amado, "Investigation of Molecular Weight Distribution of LBG Galactomannan for Flours Prepared from Individual Seeds, Mixtures, and Commercial Samples," *Food Hydrocolloids*, vol.22, pp.1596-1606, 2008.
- [10] P.L.R. Cunha, I.G.P. Vieira, A.M.C. Arriaga, R.C.M. de Paula, and J.P.A. Feitosa, "Isolation and Characterization of Galactomannan from *Dimorphandra gardneriana* Tul. Seeds as a Potential Guar Gum Substitute," *Food Hydrocolloids*, vol.23, pp.880-885, 2009.
- [11] W. Sittikijyothin, "Rheological Behaviour of Galactomannans Solutions from *Delonix regia* Seed," *Journal of Science and Technology*, vol.49, pp.146-152, 2011.
- [12] M.S. KoK, "Rheological Study of Galactomannan Depolymerisation at Elevated Temperatures: Effect of Varying pH and Addition of Antioxidants," *Carbohydrate Polymers*, vol.81, pp.567-571, 2010.
- [13] C.T. Andrade, E.G. Azero, L. Luciano, and M.P. Goncalves, "Rheological Properties of Mixtures of K-carrageenan from *Hypnea musciformis* and Galactomannan from *Cassia javanica*," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol.27, pp.349-353, 2000.
- [14] C. Schorsch, C. Garnier, and J.L. Doublier, "Viscoelastic Properties of Xanthan/Galactomannan Mixtures: Comparison of Guar Gum with Locust Bean Gum," *Carbohydrate Polymers*, vol.34, pp.165-175, 1997.
- [15] M.A. Cerqueira, A.C. Pinheiro, B.W.S. Souza, A.M.P. Lima, C. Ribeiro, C. Miranda, J.A. Teixeira, R.A. Moreira, M.A. Coimbra, M.P. Goncalves, and A.A. Vicente, "Extraction, Purification and Characterization of Galactomannans from Non-traditional Sources," *Carbohydrate Polymers*, vol.75, pp.408-414, 2009.
- [16] C.T. Andrade, E.G. Azero, L. Luciano, and M.P. Goncalves, "Solution Properties of the Galactomannans Extracted from the Seeds of *Caesalpinia*

- pulcherrima* and *Cassia javanica*: Comparison with Locust Bean Gum,” *International Journal of Biological Macromolecules*, vol.26, pp.181-185, 1999.
- [17] K. Khounvilay and W. Sittikijyothin, “Viscoelastic Properties of Galactomannan Solutions,” *Advanced Materials Research*, vol.93-94, pp. 599-602, 2010.
- [18] H. Joshi and V.P. Kapoor, “*Cassia grandis* Linn. f. Seed Galactomannan: Structural and Crystallographical Studies,” *Carbohydrate Research*, vol.338, pp.1907-1912, 2003.
- [19] M.M.A. Rizvi, M. Irshad, G.E. Hassadi, and S.B. Younis, “Bioefficacies of *Cassia fistula*: An Indian labrum,” *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, vol.3, pp.287-292, 2009.
- [20] C. Neelam, B. Ranjan, S. Komal, and C. Nootan, “Review on *Cassia fistula*,” *IJRAP*, vol.2, pp.426-430, 2011.
- [21] M. Gupta, U.K. Mazumder, N. Rath, and D.K. Mukhopadhyay, “Antitumor Activity of Methanolic Extract of *Cassia fistula* L. Seed against *Ehrlich ascites carcinoma*,” *Journal of Ethnopharmacology*, vol.72, pp.151-156, 2000.
- [22] S.C. Shukla and S.R. Das, “Cure of Amoebiasis by Seed Powder of *Cassia fistula*,” *International Journal of Crude Drug Research*, vol.26, pp. 141-144, 1988.
- [23] T. Monif, A.K. Malhotra, and V.P. Kapoor, “*Cassia fistula* Seed Galactomannan: Potential Binding Agent for Pharmaceutical Formulation,” *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol.54, pp.234-240, 1992.
- [24] A.M. Lima, M.A. Cerqueira, B.W.S. Souza, E.C.M. Santos, J.A. Teixeira, R.A. Moreira, and A.A. Vicente, “New Edible Coatings Composed of Galactomannans and Collagen Blends to Improve the Postharvest Quality of Fruits-Influence on Fruits Gas Transfer Rate,” *Journal of Food Engineering*, vol.97, pp.101-109, 2010.
- [25] M.A. Cerqueira, A.M. Lima, J.A. Teixeira, R.A. Moreira, and A.A. Vicente, “Suitability of Novel Galactomannans as Edible Coatings for Tropical Fruits,” *Journal of Food Engineering*, vol.94, pp.372-378, 2009.
- [26] G.E. Adetogun and G. Alebiowu, “Properties of *Delonix regia* Seed Gum as a Novel Tablet Binder,” *Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research*, vol.66, pp.433-438, 2009.
- [27] R.H. Kale, U.M. Joshi, D.P. Ambhore, and G.R. Sitaphale, “Evaluation of *Delonix regia* Raf. Endospermic Mucilage as Tablet Binder,” *International Journal of ChemTech Research*, vol.1, pp.11-15, 2009.