เอกสารอ้างอิง

ชนิกา ม่วงพันธ์, วาสนา ปราจันทร์, ศันสนีย์ วงศ์หาญ, และเบ็ญจรัก วายุภาพ. (2547). มะขาม: สมุนไพรเพื่อสุขภาพ. วารสาร RSU JET, วิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต, 8, 10-12.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2539). เคมีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร: เชียงใหม่

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. (2550). ร้อยพรรณพฤกษา พรรณไม้สีเหลือง. กรุงเทพฯ: เศรษฐศิลป์, 112 หน้า

วรรณา ตุลยธัญ. (2549). เคมีอาหารคาร์โบไฮเดรต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ

เอื้อมพร วีสมหมาย. (2547). ไม้ป่ายืนต้นของไทย 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ เอส เอ็น กรุ๊ฟ จำกัด, 652 หน้า

Anderson, E. (1949). Endosperm mucilages of legumes occurrence and compositions. Industrial and Engineering Chemistry, 41, 2887-2890.

Andrade, C.T., Azero, E.G., Luciano, L., and Gonçalves, M.P. (1999). Solution Properties of the Galactomannans Extracted from the Seeds of Caesalpinia pulcherrima and Cassia javanica: Comparison with Locust Bean Gum. Journal of Biological Macromolecules, 26, 181-185.

Azero, E.G. and Andrade C.T. (2002). Testing Procedures for Galactomannan Purification. Polymer Testing. 21: 551-556.

Bouzouita, N., Khaldi, A., Zgoulli, S., Chebil, L., Chekki, R., Chaabouni, M.M., and Thonart, P. (2007). The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia. Food Chemistry. 101, 1508-1515.

Buckeridge, M.S., Panegassi, V.R., Rocha, D.C., and Dietrich, S.M.C. (1994). Seed galactomannan in the classification and evolution of the leguminosae. Phytochemistry, 38, 871-875.

Busato, A.P., Reicher, F., Domingues, R., and Silveira, J.L.M. (2009). Rheological Properties of Thermally Xyloglucan Gel from the Seeds of *Hymenaea courbril.* Materials Science and Engineering , 29, 410-414.

Cerqueira, M.A., Pinheiro, A.C., Souza, B.W.S., Lima, A.M.P., Ribeio, C., Miranda, C., Teixeira, J.A., Moreira, R.A., Coimbra, M.A., Goncalves, M.P., and Vicente, A.A. (2009). Extraction, purification and characterization of galactomannans from non-traditional sources. *Carbohydrate Polymers*, *75*, 408-414.

Chaubey, M., and Kapoor, V. P. (2001). Structure of a galactomannan from the seeds of Cassia angustifolia Vahl. Carbohydate Research, 332, 439-444.

Coimbra, M. A., Delgadillo, I., Waldron, K. W., and Selvendran, R. R. (1996). Isolation and analysis of cell wall polymers from olive pulp. In H. F. Linskens, & J. F. Jackson, Modern Methods of Plant Analysis, vol.17-Plant Cell Wall Analysis (p. 19). Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag.

Dea, I. C. M., and Morrison, A. (1975). Chemistry and interactions of seed galactomannans. Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry, 31, 241-312.

FAO, http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V9236E/V9236e06.htm, 2003.

Freitas, R.A., Martin, S., Santos, G.L., Valenga, F., Buckeridge, M.S., Reicher, F., and Sierakowski, M.-R. (2005). Physico-chemical Properties of Seed Xyloglucans from Different Sources. Carbohydrate Polymers. 60: 507-514. Ren, Y., Picout, D.R., Ellis, P.R., Ross-Murphy, S.B., and Reid, J.S.G. 2005. A Novel Xyloglucan from Seeds of Azefia africana Se. Pers.-Extraction, Characterizatıon, and Conformational Properties". Carbohydrate Research. 340, 997-1005.

Garti, N., Mada, Z., Asein, A., and Stenheim, B. (1997). Fennyreek galactomannans as food emulsifies. Lehensm-Wiss U.-technol, 30, 305-311.

Gibbon, D. and Pain, A., 1985. Crop of drier regions of the tropics. Longman, London and New York.

Giménez-Abián, M.I., Bernabé, M., Leal, J.A., Jiménez-Barbero, J., and Prieto, A. (2007). Structure of a galactomannan isolated from the cell wall of the fungus Lineolata rhizophorae. Cabohydrate Research, 342, 2599-2603.

Goncalves, M.P., Torres, D., Andrade, C.T., Azero, E.G., and Lefebvre, J. (2004). Rheological study of the effect of Cassia javanica galactomann on the heat-set gelation of a whey protein isolate at pH 7. Food Hydrocolloids, 18, 181–189.

Harding, S.E., In: S.E. Harding, A.J. Rowe, and J.C. Horton (Eds.). (1992) Analytical Ultracentrifugation in Biochemistry and Polysame Science, Royal Society of Chemistry, Cambridge, p. 495.

Hill, S.E., Ledward, D.A., and Mitchell, J.R. (1998). *Functional properties of food macromolecules*. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.

Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., and Izydorczyk, M.S. (2000). 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, 81, 68-75.

Morris, E. R., Cutler, A. N., Ross-Murphy, S. B., Rees, D. A., and Price, J. (1981). Concentration and shear rate dependence of viscosity in random coil polysaccharide solutions. Carbohydrate Polymers, 1, 5-2.

Patel, T.R., Morris, G.A., Ebringerová, A., Vodenicarova, M., Velebný, V., Ortega, A., de la Torre, J.G., and Harding, S.E. (2008). Global Conformation Analysis of Irradiated Xyloglucans, Carbohydrate Polymers. 74: 845-851.

Ren, Y., Picout, D.R., Ellis, P.R., Ross-Murphy, S.B., and Reid, J.S.G., 2005. A Novel Xyloglucan from Seeds of *Azefia africana* Se. Pers.-Extraction, Characterization, and Conformational Properties. *Carbohydrate Research. 340*: 997-1005.

Rol, F. (1973). Locust bean gum. In F. Rol. Industrial Gums (pp. 323-337). New York: Academic Press.

Sharma, E.R., Dhuldhoya, N.C., Merchant, S.U., and Merchant, U.C. (2008) A glimpse of galactomannans. Science Tech Entrepeneur, 1-10.

Sharma, S.C. (1981). Gums and hydrocolloid in oil-water emulsion. Food Technology, 35, 59-67.

Shashkov, A.S., Streshinskaya, G.M., Kosmachevskaya, L.N., Senchenkova, S.N., Evtushenko, L. I., and Naumova, I.B. (2003). NMR-based identification of cell wall galactomannan of Streptomyces sp. VKM Ac-2125. Carbohydrate Research, 338, 2021-2024.

Sittikijyothin W., Torres D., and Gonçalves M.P. (2005). Modelling the rheological behaviour of galactomannan aqueous solutions. Carbohydrate Polymers, 59, 339-350.

Srivastava, M. and Kapoor, V.P. (2005). Seed galactomannans: An overview. Chemistry and Biodiversity, 2, 295-317.

Vendruscolo, C.W., Andreazza, I.F., Ganter, J.L.M.S., and Ferrero, C. (2005). Xaxthan and galactomannan (from M. Scabrella) matrix tablets for oral controlled delivery of theophylline. International Journal of Pharmaceutics, 296, 1-11.

Wang, Q., Ellis, P.R., Ross-Murphy, S.B., and Reid, J.S.G. (1996). A New Polysaccharide from a Traditional Nigerian Plant Food: *Detarium senegalense* Gmelin. Carbohydrate Research, 284, 229-239.

Yamanaka, S., Yuguchi, Y., Urakawa, H., Kajiwara, H, Shirakawa, M., and Yamatoya, K. (2000). Gelation of tamarind seed polysaccharide xyloglucan in the presence of ethanol. Food Hydrocolloids, 14, 125-128.

Youssef, M.K., Wang, Q., Cui, S.W., and Barbut, S. (2009). Purification and partial physicochemical characteristics of protein free fenugreek gums. Food Hydrocolloids, 23, 2049-2053.

ทามารีนกัมจากเมล็ดมะขาม
Tamarind Gum from Tamarind Seed

วันเชิง สิทธิกิจโยธิน*

1. บทนำ

กัม (Gum) เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) ชนิดหนึ่ง และเป็นสารประกอบจำพวกโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) กัมสามารถจำแนกประเภทได้ตามแหล่งที่มาดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับทามารีนกัม (Tamarind Gum) เป็นกัมที่ได้จากเมล็ดมะขาม โดยมีโครงสร้างทางเคมีที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเป็นสายโซ่ยาว จึงทำให้ทามารีนกัมมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี โดยสามารถพองตัวหรือขยายตัวได้ และให้สารละลายที่มีความหนืด นอกจากนั้นยังสามารถเกิดเจลได้ ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ จึงทำให้ทามารีนกัมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท อีกทั้งเมล็ดมะขามมีปริมาณมาก และราคาถูก ทามารีนกัมจึงถูกนำมาทดแทนการใช้สารโพลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่า อีกทั้งทามารีนกัมยังเป็นผลผลิตที่ได้จากธรรมชาติ

สำหรับในบทความนี้จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไปของทามารีนกัม เช่น แหล่งที่พบ องค์ประกอบทางเคมี โครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ การผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม และการนำทามารีนกัมไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

2. แหล่งที่พบ

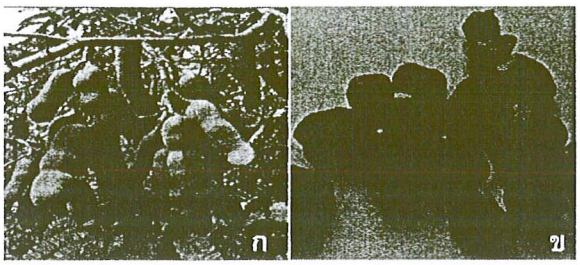
ทามารีนกัม หรือเป็นกัมที่ได้จากเอ็นโดสเปริม (Endosperm) ของเมล็ดมะขาม โดยกัมจากเมล็ดพืชนั้นส่วนใหญ่พบมากในพืชตระกูลถั่ว (Leguminous Plant) ซึ่งพืชตระกูลถั่ว สามารถแบ่งออกเป็น 3 วงศ์ย่อยคือ Papilionoideae, Caesalpinioideae และ Mimosiodeae สำหรับมะขามจัดอยู่ในวงย่อย Caesalpinioideae มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Tamarindus indica L. [2]

ตารางที่ 1 แหล่งที่มาของกัม [1]

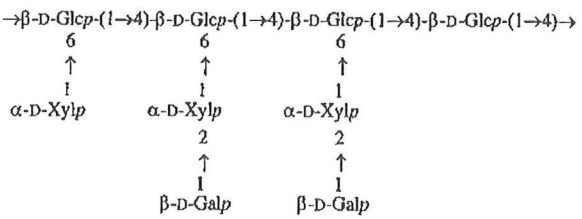
แหล่งที่มา	ตัวอย่างชนิดของกัม
การหมักเชื้อจุลินทรีย์	แซนแทนกัม (Xanthan Gum) เดกซ์แทรนซ์ (Dextrans) พอลิแซคคาไรด์ B-1973 (Polysaccharide B-1973) ฟอสโฟแมนแนน (Phospomannan)
สาหร่ายทะเล	อะการ์ (Agar) คาร์ราจีแนน (Carrageenan) เฟอเซลลาแรน (Furcellaran) แอลจิเนต หรือ แอลจิน (Alginate or Algin)
ยางพืช	กัมอะราบิก (Arabic Gum) กัมกาต์ติ (Ghatti Gum) กัมคารายา (Karaya Gum) กัมทรากาแคน (Tragacanth Gum)
รากหรือหัวพืช	แป้งข้าวโพด สารสกัดจากพืช เพกติน
เมล็ดพืช	โลคัสต์ บีน กัม (Locust Bean Gum) กัวร์กัม (Guar Gum) ทามารีนกัม (Tamarind Gum) ทาร่ากัม (Tara Gum)

* อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โทร 0-3810-2222 ต่อ 3352
E-mail: wancheng@buu.ac.th

รับเมื่อ 28 พฤษภาคม 2552 ตอบรับเมื่อ 14 กรกฎาคม 2552



รูปที่ 1 ลักษณะฝัก (ก) และเมล็ดมะขาม (ข)



รูปที่ 2 โครงสร้างของไซโลกลูแคนจากเมล็ดมะขาม [10]

มะขามเป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่ ที่มีการเจริญเติบโตช้า โดยมีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 0.5-0.8 เมตรต่อปี สามารถแผ่กิ่งก้านออกไปได้ถึง 25 เมตร มีใบเขียวตลอดทั้งปี ฝักมะขามมีลักษณะกลม หรือค่อนข้างกลม หรือแบน ฝักมักจะโค้ง มีเมล็ด 1-10 เมล็ดต่อฝัก ซึ่งขึ้นอยู่กับความยาวของฝักแต่ละพันธุ์ ห่อหุ้มเมล็ดด้วยเนื้อสีน้ำตาลเข้ม เมล็ดเมื่อฝักแก่มีสีดำเป็นมันวาว รูปร่างแบนเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร [3] (รูปที่ 1) มะขามมีถิ่นกำเนิดเดิมคือเป็นพืชพื้นเมืองในแถบทุ่งหญ้าแห้งแล้งของทวีปแอฟริกา ต่อมากระจายไปในแถบละตินอเมริกา หมู่เกาะแถบแคริบเบียน และทวีปเอเชีย [4] ปัจจุบันมีการปลูกมะขามกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มประเทศในเขตร้อน สำหรับประเทศอินเดียมะขามนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจพื้นบ้านที่สำคัญ เช่นเดียวกับประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทยด้วย

สำหรับประเทศไทยมีการปลูกทั้งมะขามเปรี้ยวและมะขามหวานตามจังหวัดต่างๆ จังหวัดที่มีการปลูกมากได้แก่ เพชรบูรณ์ เลย ลำปาง เชียงใหม่ นครราชสีมา และอุบลราชธานี [3]

3. องค์ประกอบและโครงสร้างทางเคมี

พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของผงเนื้อในเมล็ดมะขาม (Tamarind Kernel Powder, TKP) ประกอบด้วย สารโพลีแซคคาไรด์มากกว่าร้อยละ 65 โปรตีนร้อยละโดยประมาณ 15-21 ไขมันร้อยละโดยประมาณ 3-8 ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งทามารีนกัมเป็นองค์ประกอบหลักของผงเนื้อในเมล็ดมะขาม ซึ่งโครงสร้างทางเคมีประกอบไปด้วย น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3 ชนิด คือ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลไซโรส และน้ำตาลกาแลคโตส บางที่อาจเรียกว่า "ไซโลกลูแคน" ตามชนิดของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่พบ โดยโครงสร้างประกอบด้วยสายหลักที่เป็นน้ำตาลกลูโคส และสายกิ่งที่เป็นน้ำตาลไซโรสและน้ำตาลกาแลคโตส โดยกิ่งของน้ำตาลไซโรสจับกับตำแหน่งที่ 6 ของสายหลัก ในขณะที่สายกิ่งของน้ำตาลกาแลคโตสจับกับสายกิ่งของน้ำตาลไซโรสอีกที ดังรูปที่ 2 โดยปริมาณและรูปแบบการจับของสายกิ่งนี้ไม่มีแบบแผนที่แน่นอน [5]-[8]

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดมะขาม [9]

องค์ประกอบ	ค่าร้อยละ
โพลีแซคคาไรด์	65.1 – 72.2
โปรตีน	15.0 – 20.9
ไขมัน	3.9 – 8.0
เยื่อใย (crude Fiber)	2.5 – 8.2
ความชื้น	11.4 – 22.7
เถ้าทั้งหมด	2.4 – 4.2

พบว่าไซโลกลูแคนที่ได้จากเมล็ดพืชต่างชนิดกันจะมีค่าสัดส่วนน้ำตาลกลูโคสต่อน้ำตาลไซโรสต่อน้ำตาลกาแลคโตสที่ต่างกัน และกัมจากเมล็ดพืชชนิดเดียวกันอาจให้ค่าสัดส่วนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ต่างกันได้ แต่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับค่าสัดส่วนน้ำตาลกลูโคสต่อน้ำตาลไซโรสต่อน้ำตาลกา

แลคโตสของมะขามประมาณ 3:2:1 [5]-[7],[11],[12] ซึ่งค่าสัดส่วนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่แปรผันนั้นอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่เพาะปลูก เช่น ธาตุอาหารในดิน ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ เป็นต้น [13]

ตารางที่ 3 สัดส่วนของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวของสารไซโลกลูแคนจากเมล็ดพืชชนิดต่างๆ

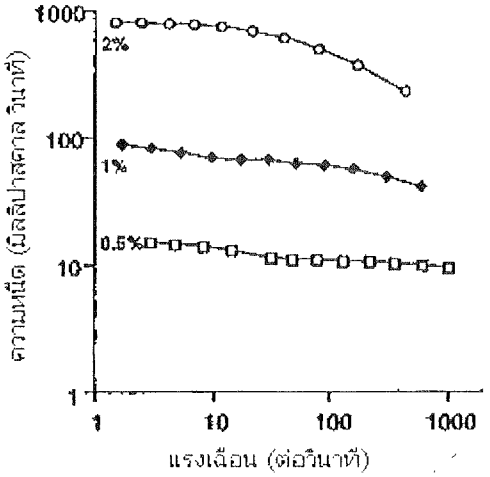
ชนิดพืช	กลูโคส	ไซโรส	กาแลคโตส
Detarium senegalense Gmelin [12]	2.89	2.17	1.00
Afzelia africana Se. [6]	2.95	2.22	1.00
Hymenaea courbaril [5]	2.69	2.27	1.00
[14]	4.00	2.70	1.00
Tamarindus indica Linn. [6]	3.09	2.33	1.00
[7]	3.13	2.31	1.00
[12]	2.63	1.96	1.00

สำหรับค่าสัดส่วนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวนี้ ถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญทางชีวเคมีของสารคาร์โบไฮเดรตโพลิเมอร์ และมีความสัมพันธ์โดยตรงการละลายในน้ำ สำหรับน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของทามารีนกัมนั้นประมาณ 720,000-880,000 ดาลตัน [5],[12],[15]

4. คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของสารไฮโดรคอลลอยด์นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการนำสารไฮโดรคอลลอยด์ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ในแต่ละประเภทของอุตสาหกรรม โดยทั่วไปจะใช้ข้อมูลทางด้านรีโอโลยี (Rheological Property) (ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับการไหล) เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจออกแบบ หรือเลือกใช้ชนิดของสารไฮโดรคอลลอยด์ให้เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ

สำหรับพฤติกรรมการไหลของสารละลายทามารีนกัมนั้นก็เหมือนกับของสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น กล่าวคือที่ความเข้มข้นของทามารีนกัมเจือจางมากๆ จะแสดงคุณสมบัติการไหลแบบนิวโตเนียน แต่



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของสารละลายทามารีนกัมที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อแรงเฉือน [15]

เมื่อมีความเข้มข้นของทามารีนกัมมากขึ้น สารละลายจะแสดงคุณสมบัติการไหลแบบนอนนิวโตเนียน (Non-Newtonian) คือมีพฤติกรรมแบบ Shear Thinning [15] ดังแสดงในรูปที่ 2 คือขณะที่สารละลายมีการไหลความหนืดของสารละลายจะลดลง โดยพฤติกรรมแบบ Shear Thinning จะเด่นชัดมากขึ้น เมื่อสารละลายทามารีนกัมมีความเข้มข้นมากขึ้น

คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งสำหรับทามารีนกัม คือความสามารถในการดูดซับน้ำ และจะเกิดการพองตัวขึ้น โดยทามารีนกัมสามารถละลายได้ดีในน้ำเย็น และเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายประมาณ 20-30 นาที จะได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยความหนืดของสารละลายจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของทามารีนกัมและอุณหภูมิที่ใช้ในการละลาย [15]

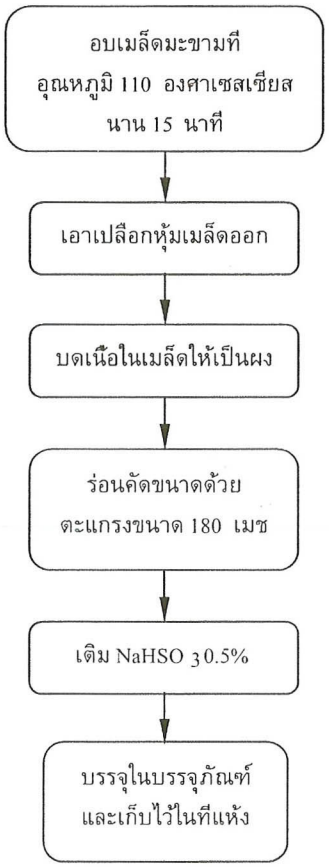
อีกทั้งสารละลายทามารีนกัมยังสามารถทนต่อช่วงกว้างของค่าความเป็นกรดด่างได้เป็นอย่างดี [15],[16] จึงทำให้ทามารีนกัมนำไปใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ทามารีนกัมสามารถเกิดเจลได้เพียงการเติมน้ำตาลแม้กระทั่งในน้ำหรือนมเย็น [17] เจลที่เกิดจากทามารีนกัมสามารถทนสภาพความเป็นกรดด่างได้ในช่วงกว้างเมื่อเทียบกับเจลที่เกิดจากเพคติน ที่

ได้จากผลไม้ และเมื่อใช้ทามารีนกัมร่วมกับกัมชนิดอื่น เช่น กัวร์กัม แอลจิเนต หรือ เพคติน พบว่าเจลที่ได้จะมีความแข็งแรงมากขึ้น [18],[19]

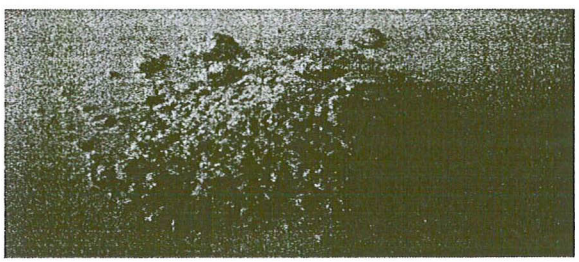
5. การผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ผงทามารีนกัมได้รับความสนใจเป็นอย่างมากต่ออุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากหาง่าย และราคาถูก สามารถนำมาใช้ทดแทนสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นได้ในหลายๆ อุตสาหกรรม

ปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาการสกัดผงทามารีนกัมให้มีความบริสุทธิ์ยิ่งขึ้น เพื่อให้เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยขั้นตอนการผลิตส่วนใหญ่นั้นเริ่มจากการทำเมล็ดมะขามให้แห้ง แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบด และร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดผงตามต้องการ (ดังแสดงในรูปที่ 3) ผงทามารีนกัมที่ได้จะลักษณะสีขาวครีม ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งปริมาณผงทามารีนกัมที่ได้ คือประมาณร้อยละ 55-60 สำหรับผงทามารีนกัมที่ได้นั้นควรเก็บไว้ในที่แห้ง เนื่องจากความชื้นอาจทำให้ผงทามารีนกัมเสื่อมสภาพได้ อาจมีเติมสารโซเดียมไบซัลไฟท์ลงไปก่อนทำการบรรจุ เพื่อช่วยในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ [20] ในกรณีที่การเก็บรักษาไม่ดี สีของผงทามารีนกัมอาจเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีกลิ่นไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นได้ และถ้าต้องการเก็บรักษาผงทามารีนกัมให้คงสภาพสีเดิมไว้ อาจทำได้โดยการดึงเอาไขมันออกจากผงทามารีนกัม [21] สำหรับคุณลักษณะของผงทามารีนกัมที่ดีนั้นสามารถตรวจเช็คได้จากการละลายน้ำของผงทามารีนกัม กล่าวคือไม่ควรพบสี แมลง หรือสิ่งเจือปนอื่นใดที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งคุณลักษณะของผงทามารีนกัมที่ดีจะขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาที่ดีด้วย



รูปที่ 3 ขั้นตอนการผลิตผงทามารีนกัมเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม [22]



รูปที่ 4 ลักษณะปรากฏของผงทามารีนกัม

6. การนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

สำหรับในอุตสาหกรรม ผงทามารีนกัมสกัดจากเมล็ดมะขาม อาจถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "Jellose" หรือ "Polyose" หรือ "Pectin" เนื่องจากความสามารถในการเกิดเจลของมันนั่นเอง [18],[23] และเพราะทามารีนกัมมีความสามารถละลายน้ำได้ดี มีความทนทานต่อสภาวะความเป็นกรดด่างได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ทามารีนกัมถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรมต่างๆ โดยทามารีนกัมได้เข้ามามีบทบาทในวงการผลิตเพื่อการค้าตั้งแต่ปี 1943 โดยนำมาใช้เพิ่ม

ความต้านทานการซึมผ่านของของเหลว หรือเป็น Sizing Agent ในอุตสาหกรรมเส้นใยในประเทศอินเดีย [18] สำหรับการนำทามารีนกัมไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการนำทามารีนกัมไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ [20]

ประเภทของอุตสาหกรรม	หน้าที่
การผลิตเส้นใยและสิ่งทอ	- ช่วยต้านทานการซึมผ่านของของเหลว (Sizing Fabrics) - สารช่วยในการยึดติด (Filler for Adhesives)
อุตสาหกรรมอาหาร	- ให้ความหนืด (Thickener) - ช่วยให้เกิดความคงตัว - เกิดเจล (Gelling Agent)
การผลิตกระดาษ	- สารเติมแต่ง
การผลิตไม้อัด	- สารช่วยในการยึดติด
การผลิตอิฐ	- ช่วยให้เกิดความคงตัว - สารยึดเกาะ (Binder)
อุตสาหกรรมยา	- สารเติมแต่ง - สารช่วยในการยึดติดในยาเม็ด - ให้ความหนืด

โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร ทามารีนกัมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างมากมาย เพื่อเพิ่มคุณค่าทางสารอาหาร (Nutritional Value) รสชาด (Taste) และเนื้อสัมผัส (Texture) ให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร [24]-[27] โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่นทามารีนกัมได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นสารเติมแต่งในผลิตภัณฑ์อาหารได้ [18] ยกตัวอย่างเช่น ทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม มายองเนส และซีส เป็นต้น แม้ภายหลังจะมีการศึกษาวิจัยพบว่า ทามารีนกัมไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในร่างกายของมนุษย์ [28] อีกทั้งรสชาดที่ฝาด จึงไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภค แต่ก็พบว่าในหลายๆ ประเทศ เช่น ประเทศแกมเบีย ประเทศอินเดียในบางพื้นที่ที่ขาดแคลนอาหาร มีการบริโภคเมล็ดมะขาม [29] โดยนำเมล็ดมะขามไปคั่วหรือต้มก่อนบริโภค เพื่อกำจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออก มีทั้งเคี้ยวกินทั้งเมล็ด หรือบดแล้วนำไปผสมกับธัญพืชชนิดอื่นเพื่อบริโภค สำหรับในประเทศอินเดีย เมล็ดมะขามจะถูกบดและนำไปผสมกับกาแฟ หรือแม้แต่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำเค้ก [30],[31]

ทามารีนกัมยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ อุตสาหกรรมเส้นใย การผลิตด้ายปอ โดยเป็นสาร Sizing Agent ช่วยในการยึดติด (Adhesive) ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้ผลิตภัณฑ์ได้ [32],[33] นอกจากนี้ทามารีนกัมได้กลายเป็นทางเลือกเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการทำหลังคา และผนังกั้นห้องในสำนักงาน เป็นต้น [34] ใช้ผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการผลิตแผ่นชิ้นไม้ซีเมนต์เช่นกัน [35]

ในระยะหลังได้มีการวิจัยที่มุ่งเน้นการนำทามารีนกัมไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยา โดยเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ยาต่างๆ มีหน้าที่ เช่น เป็นตัวยึดติดในยาเม็ด เพิ่มความคงตัว และความหนืดให้ในยาน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการวิจัยที่นำทามารีนกัมไปประยุกต์ใช้ในยาหยอดตา และยาพ่นจมูก [36] นอกจากนี้ยังพบรายงานว่าผงทามารีนสามารถนำมารักษาหนอง และโรคบิดในประเทศกัมพูชา และอินเดีย [35],[37] รวมทั้งโรคที่เกี่ยวกับตา และแผลเปื่อยต่างๆ [35] ซึ่งได้ผลเป็นอย่างดี

7. สรุป

เมล็ดมะขามที่เคยมองข้าม ว่าเป็นของเหลือทิ้งที่ไม่มีคุณค่าในอดีต ได้กลายมาเป็นแหล่งที่มาของไฮโดรคอลลอยด์ตัวใหม่ในปัจจุบัน โดยได้เข้ามามีบทบาทในการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ทั้งนี้ก็เนื่องจากคุณสมบัติที่เฉพาะตัวดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทความข้างต้น สำหรับประเทศไทยนั้น มะขามเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศมาช้านาน เรามีการใช้ประโยชน์ในทุกส่วนของต้นมะขาม ผลิตภัณฑ์จากมะขามมีมากมาย ยกเว้นเมล็ดมะขาม ดังนั้นบทความนี้จึงมุ่งเน้นในการให้ข้อมูล ที่นำไปสู่การผลิตสารไฮโดรคอลลอยด์ขึ้นใช้เองภายในประเทศในอนาคต เพื่อลดการขาดดุลจากการนำเข้าสารดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

[1] S.W. Cui and Q. Wang, In Y.H. Hui (Ed.), *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, Bocaroton: Taylor and Francis, 2006.

[2] เอื้อมพร วีสมหมาย, *ไม้ป่ายืนต้นของไทย 1*, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, 2547.

[3] ชูศักดิ์ สัจจพงษ์, *มะขาม พืชสร้างอนาคต*, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มติชน, 2550.

[4] D. Gibbon and A. Pain, *Crop of drier regions of the tropics*, Longman, London and New York, 1985.

[5] R.A. Freitas, S. Martin, G.L. Santos, F. Valenga, M.S. Buckeridge, F. Reicher and M.-R. Sierakowski, "Physico-chemical Properties of Seed Xyloglucans from Different Sources," *Carbohydrate Polymers*, vol.60, pp.507-514, 2005.

[6] Y. Ren, D.R. Picout, P.R. Ellis, S.B. Ross-Murphy and J.S.G. Reid, "A Novel Xyloglucan from Seeds of Azefia africana Se. Pers.-Extraction, Characterization, and Conformational Properties," *Carbohydrate Research*, vol.340, pp.997-1005, 2005.

[7] T.R. Patel, G.A. Morris, A. Ebringerová, M. Vodenicarova, V. Velebný, A. Ortega, J.G. de la Torre and S.E. Harding, "Global Conformation Analysis of Irradiated xyloglucans," *Carbohydrate Polymers*, vol.74, pp.845-851, 2008.

[8] S.E. Marcus, Y. Verhertbruggen, J.J. Herve, Ordaz-Ortiz, V. Farkas, H.L. Pedersen, W.G.T. Willats and J.P. Knox, 2008. "Pectic Homogalacturonan Masks Abundant Sets of Xyloglucan Epitopes in Plant Cell Walls," *BMC Plant Biolog* .[Online] vol. 8, no.6, Available: http://www.biomedcentral. Com/1471-222908060

[9] C.S. Kumar and S. Bhattacharya, "Tamarind Seed: Properties," *Processing and Utilization, Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol.48, pp.1-20, 2008.

[10] W.S. York, H. vanHalbeek, A.G. Darvill and P. Alversheim, "Structural Analysis of Xyloglucan Oligosaccharides by H-N.M.T. Spectroscopy and Fast-Atom-Mombardment Mass Spectrometry," *Carbohydrate Research*, vol.200, pp.9-31, 1990.

[11] M.J. Gidley, P.J. Lillgord, D.W. Rowlands, P. Lang, M. Dentini, M. Khanna, R.C. Nandi, and J.P. Sarin, "Standardization of Tamarind Seed Powder for Pharmaceutical Use," *Ind Drugs.*, vol.24, pp.268-269, 1997.

[12] Q. Wang, P.R. Ellis, S.B. Ross-Murphy and J.S.G. Reid, "A New Polysaccharide from a Traditional Nigerian Plant Food: Detarium senegalense Gmelin," *Carbohydrate Research*, vol.284, pp.229-239, 1996.

[13] I. C. M. Dea and A. Morrison, "Chemistry and Interactions of Seed Galactomannans. Advances in Carbohydrates," *Chemistry and Biochemistry*, vol.31, pp.241–312, 1975.

[14] A.P. Busato, F. Reicher, R. Domingues and J.L.M. Silveira, "Rheological Properties of Thermally Xyloglucan Gel from the Seeds of *Hymenaea courbril," Materials Science and Engineering*, vol.C.29, pp.410-414, 2009.

[15] I.M. Sims, A.M. Gane, D. Dunstan, G.C. Allan, D.V. Boger, L.D. Melton and A. Bacic, "Rheological Properties of Xyloglucans from Different Plant Species," *Carbohydrate*

Polymer, vol.37, pp.61-69, 1998.

[16] P.S. Rao and H.C. Srivastava, In R.L. *Whistler, Industrial gums (2nd ed)*. New York: Academic Press, 1973.

[17] G.R. Savur, "Isolation and Characterization of Tamarind Seed Polysaccharide," *Journal of Biochemistry*, vol.199, pp.501-509, 1948.

[18] R.M. Marathe, U.S. Annapure, R.S. Singhal and P.R. Kulkarni, "Gelling Behaviour of Polyose from Tamarind Kernel Polysaccharide," *Food Hydrocolloids*, vol.16, pp.423-426, 2002.

[19] R.L. Yin, and J.G. Lewis, *US Patent 4*, pp.257, 816, 1981.

[20] K. El-Sidding, H.P.M. Gunasena, B.A. Prasad, D.K.N.G. Pushpakumara, K.V.R. Ramana, P. Vijayanand and J.T. Williams, Tamarind, *Tamarindus indica*, Southampthon Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK. 2006.

[21] G. Sivarama Reddy, S. Jaganmohan Rao, D. Achyutaramayya, G. Azeemoddin and S.D. Tirumala Rao, "Extraction, Characteristics and Fatty Acid Composition of Tamarind Kernel Oil," *Journal of Oil Technology Association (India)*, vol.11, pp.91-93, 1979.

[22] C.T. Devadas and L. Gothandapani, "High Grade Adhesive from Tamarind Seed Kernel," *The Hindu:* 3, 1993.

[23] S.Y. Rao, "Tamarind Economics," Spice in India, May Issue, pp.10-11, 1956.

[24] K. Nishinari, K. Yamatoya and M. Shirakawa, In G.O.Ohillips and P.A. Williams (Eds.), *Handbook of Hydrocolloids. Cambridge*, Woodhead Publishing Ltd, 2000.

[25] K. Yamatoya, In A. Tanimura (Ed.), *Handbook of physiological functional materials in plant origin*. Tokyo, Janpan: Science Forum, 1998.

[26] P. Goyal, V. Kumar and P. Sharma, "Carboxymethylation of Tamarind Kernel Powder," *Carbohydrate Polymers*, vol.69, pp.251-255, 2007.

[27] T. Maeda, H. Yamashita and N. Morita, "Application of Xyloglucan to Improve the Gluten Membrane on Bread Making," *Carbohydrate Polymers*, vol.68, pp.658-664, 2007.

[28] K. Yamatoya, M. Shirakawa and O. Baba, "Effect of Xyloglucan on Lipid Metabolism," *Hydrocolloids-part 2*," vol. 2, pp.405-410, 2000.

[29] N.B. Shankaracharya, "Tamarind-Chemistry, Technology and Uses-a Critical Appaisal," *Journal of Food Technology*," vol.35, pp.193-208, 1998.

[30] FAO, "Fruit Bearing Trees. Technical notes," *FAO-SIDA Forestry Paper*, vol.34, pp.165-167, 1988,

[31] J.W. Purseglove, *Tropical Crops. Dicotyledons*, Longman Science and Technology, pp.204-206, 1987.

[32] Y. Sudjaroen, R. Haubner, G. Wurtele, W.E. Hull, G. Erben, B. Spiegelhalder, S. Changbumrung, H. Bartsch and R.W. Owen, "Isolation and Structure Elucidation of Phenolic Antioxidants from Tamarind (*Tamarindus indica* L.) Seeds and Pericarp" *Food and Chemical Toxicology*, vol. 43, pp.1673-1682, 2005.

[33] Q. Zhou, M.J. Baumann, H. Brumer and T.T. Teeri, "The Influence of Surface Chemical Composition on the Adsorption of Xyloglucan to Chemical and Mechanical Pulps," *Carbohydrate Polymers*, vol.63, pp.449-458, 2006.

[34] K. Veluraja, S. Ayyalnarayansubburaj and A.J. Paulraj, "Preparation of Gum from Tamarind Seed and its Application in the Preparation of Composite Material with Sisal Fibre," *Carbohydrate Polymers*, vol.34, pp.377-379, 1997.

[35] M. Rama Rao, *Flowering Plants of Travancore*. Dehra Dun India, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, pp.484, 1975.

[36] V. Sachinkumar, 2009. *Tamarind Gum: A Pharmaceutical Overview*. [Online]. Available: http:// www.pharmainfo.net/reviews/tamarind-gum-pharmaceutical-overview

[37] D.M.A. Jayaweera, *Medicinal Plants (Indigenous and Exotic) Used in Ceylon*. Part 111. *Flacourtiaceae-Lytharaceae*, A publication of the National Science Council of Sri Lanka, 1981.

Seed Polysaccharides of Legume Plants in Thailand

Wancheng Sittikijyothin

Department of Chemical, Faculty of Engineering, BuraphaUniversity, Chonburi, Thailand
E-mail: wancheng@buu.ac.th

ABSTRACT

Currently, seed polysaccharides from some legume plants have potential to be hydrocolloids as applied in many food industries. In Thailand, *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima*, and *Tamarindus indica* as the legume plants are widely grown in many region of country. The seed polysaccharides obtained from those plants are heteropolysaccharides. The structural components of polysaccharides from seeds of *Delonix regia* and *Caesalpinia pulcherrima* are two monosaccharides as mannose and galactose while the structural component of polysaccharide from seed of *Tamarindus indica* are three monosaccharides as glucose, xylose, and galactose. In this study, all seed polysaccharides from those three plants were characterized for protein, ash, fat, and protein contents. Also, the ratio of mannose to galactose, the intrinsic viscosity and molecular weight of seed polysaccharides were investigated.

KEYWORDS

Seed polysaccharide, Legume plant, galactomannan, xyloglucan, Physicochemical characterization

1. INTRODUCTION

There are many types of seed polysaccharide, which obtained from legume plants, have been extensively investigated due to they have great potential to apply in various industries [1]. One of them is the galactomannan which the neutral polysaccharides occur in large amounts in the endosperm of the seeds of the legume family composed of linear main chains of β-1→4 linked mannose units with α-1→6 linked side chains of a single galactose unit [2] (Figure 1). While xyloglucan is the seed polysaccharide, consisting of a β(1→4)-D-glucan backbone, which is partially substituted at position 6 of the glucopyranosyl units mainly by single α-D-xylopyranosyl residues as well as by disaccharide side chains composed of β-D-galactopyranosyl-(1→2)-α-D-xylopyranosyl residues [3] (Figure 1).

In the present work, the physicochemical characterization of the seed polysaccharides from *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima*, and *Tamarindus indica*, which belong to the legume family and found in many regions of Thailand, was studied, at 20°C. It is noted that the seed polysaccharides from *Delonix regia* and *Caesalpinia pulcherrima* are galactomannan while the seed polysaccharide from *Tamarindus indica* is xyloglucan.

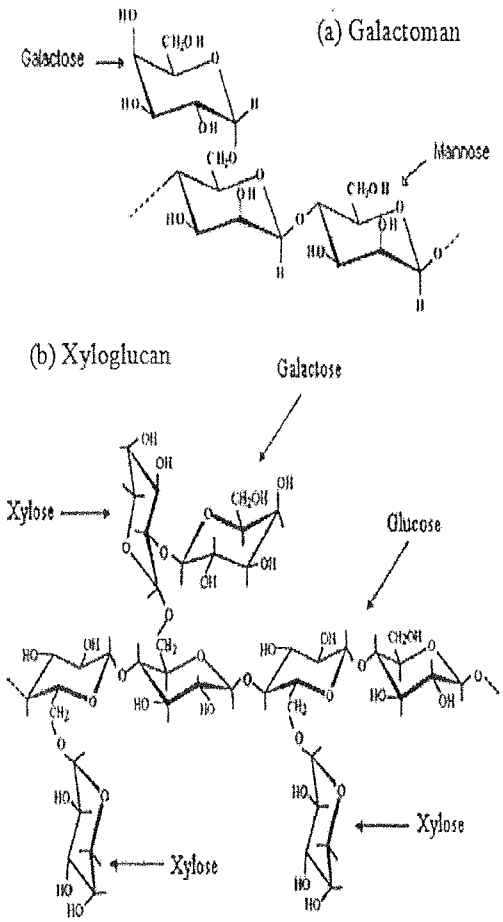


Fig.1. Representative structures of a typical (a) Galactomannan and (b)Xyloglucan.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

Mature seeds of *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima*, and *Tamarindus indica* were manually separated and crushed. Then, they were milled and passed through a 355 micron mesh sieve.

2.2 Chemical Analysis

Moisture and ash contents were determined according to the American Society for Testing and Material method (ASTM-D2974-87) and AOAC Official Method (923.03), respectively. Protein and fat contents were determined by the Kjeldahl method, as described in the AOAC Official Method of Analysis 991.10 and by the AOAC Official Method of Analysis 923.06, respectively.

2.3 Determination of Monosaccharide

The main monosaccharide component was analyzed by GC-FID (Agilent Technologies 6890N Network GC system) fitted with flame ionization detector, equipped with a 30 m x 0.25 mm DB-225 column [4].

2.4 Intrinsic Viscosity Measurement

Viscosity of dilute solutions was measured at 20.0 ± 0.1°C with a capillary Cannon Fenske viscometer (ASTM-D2515, ISO 3105, Series 100), using exactly 10 ml of solution sample. Solutions had relative viscosities from about 1.2 to 2.0 to assure good accuracy and linearity of extrapolation to zero concentration. The limiting viscosity number ("intrinsic viscosity"), $[\eta]$, was obtained by double extrapolation to zero concentration of Huggins' and Kraemer equations, respectively.

$$\frac{\eta_{sp}}{C} = [\eta] + k'[\eta]^2 C \quad (1)$$

$$\frac{(\ln \eta_{rel})}{C} = [\eta] + k''[\eta]^2 C \quad (2)$$

Where η_{rel} and η_{sp} are the (dimensionless) relative and specific viscosities, k' and k'' are the Huggins' and Kramer's coefficients, respectively, and C is the solution concentration.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The chemical compositions of seed polysaccharides from seeds of *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima*, and *Tamarindus indica* were measured. In Table 1, it can be seen that the seed polysaccharides are rich source of polysaccharide (81-96%) and protein contents, particularly for seed polysaccharide from *Tamarindus indica*.

Then, the main monosaccharides of seed polysaccharides were analyzed by GC-FID. The obtained results presented that mannose and galactose residues are main monosaccharides for seed polysaccharides from *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima* while glucose, xylose, and galactose are main monosaccharides for seed polysaccharide from *Tamarindus indica* as shown in Table 2. As described previouly, the galactomannan is named for seed polysaccharides, consisting of mannose and galactose whereas the xyloglucan is called for seed polysaccharides, consisting of glucose, xylose, and galactose. The obtained monosaccharide ratios for our seed polysaccharides are consistent with previous reports for examples the ratio of glucose: xylose: galactose of xyloglucan from the seed of *Tamárindus indica* was presented ~ 3.09: 2.33: 1.00 [5] and ~ 2.80: 2.25: 1.0 [6].

Table 1
Chemical composition of seed polysaccharides.

	Delonix regia	*Caesalpinia pulcherrima*	*Tamarindus indica*
Moisture (%)	11.17	10.9	11.49
Ash (%)	0.11	0.06	0.07
Protein (%N x 5.7)	2.86	4.62	13.51
Fat (%)	0.90	1.45	5.76
Polysaccharide[a] (%)	96.13	93.87	80.66

All values (%) on a dried weight basis are mean ± standard deviation of three determinations.

[a]Polysaccharide values (%) were calculated by difference.

Table 2
Monosaccharide ratios of seed polysaccharides.

	Man	Gal	Glu	Xyl
Delonix regia	6.12	1.00	-	-
C. pulcherrima	3.46	1.00	-	-
Tamarindus indica	-	1.00	2.61	1.43

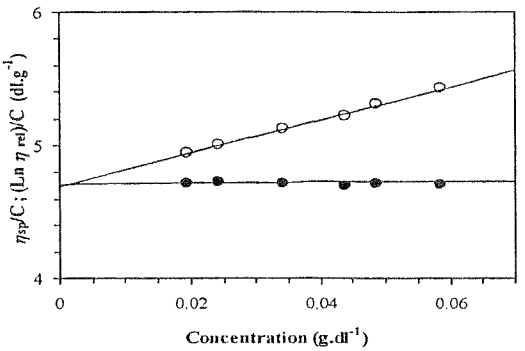


Fig.2. Determination of the intrinsic viscosity for solution of seed polysaccharide from *Tamarindus indica* by combined Huggins' (open symbols) and Kraemer's (full symbols) extrapolations to zero concentration, at 20°C.

Intrinsic viscosity of the seed polysaccharides was estimated at 20°C. Figure 2 displays the determination of $[\eta]$, by extrapolation to zero concentration of Huggins' (Eq. 1) and Kraemer (Eq. 2) plots. For all samples showed good linearity to infinite dilution.Values for k′ depend on solute – solvent interactions and on the state of aggregation of macromolecules; in theory, values are independent of molecular masses. In a good solvent and for flexible macromolecules, k′ ~ 0.35 [7]; but, it can be higher than 1.0 in case if aggregation. Values of 0.55 – 1.07, in Table 3, may reflect some intermolecular aggregation in our samples.

Table 3

Physical-chemical parameters, measured at 20°C of seed polysaccharides.

	Delonix regia	*Caesalpinia pulcherrima*	*Tamarindus indica*
$[\eta]_H$[a], (dl/g)	6.51	9.91	4.70
$[\eta]_K$[b], (dl/g)	6.64	10.32	4.72
k_H'[c]	0.88	1.07	0.55
$\overline{M}_v$[d]	0.86×10^6	1.46×10^6	0.92×10^6

[a]Intrinsic viscosity (Huggins' extrapolation)
[b]Intrinsic viscosity (Kraemer extrapolation)
[c]Huggins' coefficient
[d]Viscosity average molecular masses

The difference of monosaccharide ratio of seed polysaccharides relates to the viscosity of the solutions of seed polysaccharide. The intrinsic viscosity of *Caesalpinia pulcherrima* with lower M/G ratio (3.46) was higher than $[\eta]$ of *Delonix regia* with higher M/G ratio (6.12) as shown in Tables 2 and 3.

Moreover, the viscosity average molecul masses, $\overline{M}_v$,were calculated using the Mar Houwink relationship [8]. The obtained results sho that the $\overline{M}_v$ of seed polysaccharide from seed *Caesalpinia pulcherrima* was bigger than others.

4. CONCLUSION

Seed polysaccharides from legume family plan such as *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima*, ar *Tamarindus indica* were characterized th physicochemical properties in the present work. Th obtained results show that they are rich i polysaccharide and protein contents, particularly fo *Tamarindus indica*. Our seed polysaccharides diff in chemical structure as seen from the ratio monosaccharide, including the type monosaccharide as well. The intrinsic viscosity seed polysaccharide from *Caesalpinia pulcherrim* has higher than that others here, indicating th difference of the intrinsic viscosity value of see polysaccharides as resulted from the ratio of mai monosaccharides.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to the National Researc Council of Thailand (NRCT) for the project 2553.

REFERENCES

[1] M. Srivastava, V.P. Kapoor.. See galactomannans: An Overview. Chemistry an Biodiversity, 2, (2005) pp295-317.

[2] I. C. M. Dea, A. Morrison. Chemistry an Interactions of Seed Galactomannans.Advance in Carbohydrates.Chemistry and Biochemistry 31, (1975) pp241–312.

[3] T.R. Patel, G.A. Morris, A. Ebringerová, V Vodenicarova, V. Velebný, A. Ortega, J.G. de l Torre, S.E. Harding. Global Conformatio Analysis of Irradiated Xyloglucans Carbohydrate Polymers, 74, (2008) pp845-851.

[4] A.B. Blakeney, P.J. Harris, R.J. Henry, B.A Stone. A Simple and Rapid Preparation o Alditol Acetates for Monosaccharide Analysis Carbohydrate Research, 113, (1983) pp291-299

[5] Y. Ren, D.R. Picout, P.R. Ellis, S.B. Ross Murphy, J.S.G. Reid. A Novel Xyloglucan fron Seeds of Azefia africana Se. Pers.-Extraction Characterization, and Conformationa Properties.Carbohydrate Research, 340, (2005 pp997-1005.

[6] P. Goyal, V. Kumar, P. Sharma Carboxymethylation of Tamarind kerne

powder.Carbohydrate Polymers, 69, (2007) pp251–255.
Q. Wang, P.R. Ellis, S.B. Ross-Murphy, J.S.G. Reid. A New Polysaccharide from a Traditional Nigerian Plant Food: Detarium senegalense Gmelin. Carbohydrate Research, 284, (1996) pp229-239.
C.T. Andrade, E.G. Azero, L. Luciano, M.P. Gonçalves. Solution Properties of the Galactomannans Extracted from the Seeds of Caesalpinia pulcherrima and Cassia javanica: Comparison with Locust Bean Gum. Journal of Biological Macromolecules, 26, (1999) pp181-185.

Physicochemical Characterization of Galactomannans from Some Legume Plants in Thailand

Wancheng Sittikijyothin

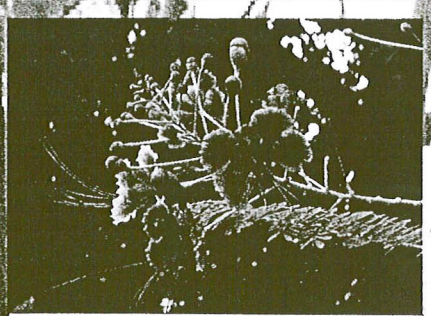
Department of Chemical Engineering, faculty of Engineering, Burapha University, Chonburi, 20131 Thailand
E-mail address: wancheng@buu.ac.th

1. Introduction

The galactomannans are plant carbohydrate that iccur in are amounts in the endosperm of the seeds of many plants of the legume family. Currently, the galactomannans are intensively employed in many industrial applications [1]. For the present work, the galactomannans obtained from the seeds of *Cassia fistula*, *Delonix regia*, and *Caesalpinia pulcherrima* as legume plants that widely grown in Thailand (**Figure 1**) were characterized the physicochemical properties of galatomannans from these legume plants.

Cassia fistula

Delonix regia



Caesalpinia pulcherrima

Figure 1 Flowers of some legume plants in Thailand.

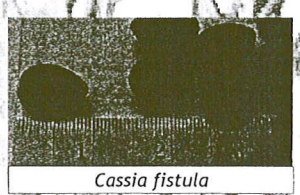
Acknowledgments:
WS. thanks the National Research Council of Thailand (NRCT) for a research grant.

2. Materials and methods

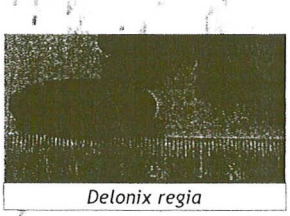
Materials: mature seeds of *Cassia fistula*, *Delonix regia*, and *Caesalpinia pulcherrima* (**Figure 2**) were manually separated and crushed. Then, they were milled and ground through a 355 micron mesh sieve. They were purified by precipitation with isopropanol, as previously described [2].

Determination of chemical compositions: fat, protein contents were determined. Also, the mannose to galactose ratio (M/G) was analyzed by GC-FID.

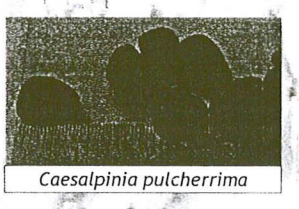
Intrinsic viscosity were measured at 20°C with a Cannon-Fenske Routine Viscometer and extrapolated by Huggins' equation [3]. Viscosity average molecular weight ($\overline{M}_v$) was estimated by using the Mark-Howink relationship [3].



Cassia fistula



Delonix regia



Caesalpinia pulcherrima

Figure 2 Seeds of *Cassia fistula*, *Delonix regia*, and *Caesalpinia pulcherrima*.

3. Results and discussion

In **Table 1**, the main characteristics of the galactomannan samples are presented. With the purification process used, the protein and fat contents was drastically reduced and the M/G ratio decreased. Intrinsic viscosity and molecular weight for purified galactomannans were higher than for crude samples.

Galactomannan from *Caesalpinia pulcherrima* seed obtained higher intrinsic viscosity due to having less M/G ratio; contrastly, the galactomannan from *Delonix regia* seed obtained less intrinsic viscosity which related to its higher M/G ratio.

Table 1 Physicochemical composition of galactomannan samples

	Cassia fistula		*Delonix regia*		*Caesalpinia pulcherrima*	
	crude	purified	crude	purified	crude	purified
Moisture (%)	12.29	13.49	11.17	12.99	10.9	12.86
Ash (%)	0.05	0.08	0.11	0.10	0.06	0.05
Protein (%N x 5.7)	6.72	5.89	2.86	1.62	4.62	1.52
Fat (%)	0.79	0.26	0.90	0.17	1.45	0.18
Polysaccharide[a] (%)	92.44	93.77	96.13	98.11	93.87	97.78
M/G ratio	3.67	2.99	6.12	4.72	3.46	2.92
$[\eta]_H$[b], (dl/g^1)	9.67	10.97	6.51	7.65	9.91	12.46
k_H	0.85	0.82	0.88	0.70	1.07	0.90
$\overline{M}_v$[c], (Da x 10^{-6})	1.41	1.68	0.86	1.06	1.46	1.92

All values (%) on a dried weight basis are mean ± standard deviation of three determinations.
[a]Polysaccharide values (%) were calculated by difference.
[b]Intrinsic viscosity (Huggins' extrapolation).
[c]Viscosity average molecular masses.

4. Conclusions

Galactomannans from *Cassia fistula*, *Delonix regia*, *Caesalpinia pulcherrima* seeds are rich in polysaccharide. Their physicochemical properties show that they have the potential to become further alternative hydrocolloid.

References:
[1] Steffe, J.F. *Rheological methods in food process engineering*. USA: Free man Press (1996).
[2] da Silva, J.A.L. and Goncalves, M.P. *Food Hydrocolloids* 4: 277-287 (1990).
[3] Sittikijyothin, W., Torres, D., and Goncalves, M.P. *Carbohydrate Polymers* 59: 339-350 (2005).