

การสกัดมิวซีเลจและสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซีเลจผงจากพุทราพันธุ์สามรส (*Ziziphus mauritiana* Lam.)
Extraction and Functional Properties of Mucilage Powder from Jujube
(*Ziziphus mauritiana* Lam.)

ชมัยพร แรงกลาง¹ และ ปราณี อำนเป็รื่อง¹

Rangklang, C.¹ and Anprung, P.¹

Abstract

The objective of this research was to study the extraction conditions of mucilage and functional properties of mucilage powder from *Ziziphus mauritiana* Lam. used in functional foods. Selection of matured and ripe stage of jujube from the 3 levels of storage for ripening (3, 6 and 9 days) after harvest found that jujube stored for 9 day had the most mucilage yield. Blanching jujube by steaming and keeping of the fruit at 85°C for 0-5 showed that the optimum time for the inhibition activity of enzymatic browning was 3 minutes. Extraction conditions provided were pad/water ratios (1:3, 1:5 and 1:7), extraction temperature (30°C, 45°C and 60°C) and precipitation mucilage with ethanol ratios (1:2, 1:3, 1:4 and 1:5). The optimum conditions were pad/water ratios at 1:7, extraction temperature 60°C and precipitation mucilage with ethanol ratios 1:3. Comparison of functional properties of mucilage powder with guar gum and xanthan gum showed that mucilage powder had higher lightness value (L) than guar gum, but lower L value than xanthan gum. Water holding capacity, oil absorption and emulsion capacity of mucilage powder were 73.35 g water/g dry sample, 4.97 g water/g dry sample and 52.22 % respectively. Oil absorption of mucilage powder was higher than guar gum and xanthan gum, but emulsion capacity was lower than guar gum and xanthan gum.

Keywords : mucilage, guar gum, xanthan gum

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาภาวะการสกัดมิวซีเลจและสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซีเลจผงจากพุทราพันธุ์สามรสเพื่อใช้เป็นอาหารที่มีหน้าที่เฉพาะ โดยเลือกระยะเวลาความสุกที่มีปริมาณมิวซีเลจมากที่สุดเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งแบ่งระยะเวลาความสุกออกเป็น 3 ระดับ คือ พุทราแก่ภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 3 6 และ 9 วัน พบว่า การบ่มเป็นเวลา 9 วัน มีปริมาณมิวซีเลจสูงที่สุด เมื่อลวกผลพุทราสุกด้วยไอน้ำโดยมีอุณหภูมิผลพุทรา 85°C เป็นเวลา 0-5 นาที พบว่า การลวก 3 นาที เป็นภาวะเหมาะสมในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ ศึกษาภาวะการสกัดมิวซีเลจโดยแปรอัตราส่วนเนื้อพุทราสุกต่อน้ำ 1:3 1:5 และ 1:7 อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการสกัด 30 45 และ 60°C ตกตะกอนมิวซีเลจด้วย ethanol ในอัตราส่วนสารละลายมิวซีเลจต่อ ethanol 1:2 1:3 1:4 และ 1:5 พบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดมิวซีเลจ คือ ระดับอัตราส่วนเนื้อพุทราสุกต่อน้ำ 1:7 อุณหภูมิน้ำ 60°C และอัตราส่วนสารละลายมิวซีเลจต่อ ethanol 1:3 สมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซีเลจผงที่ได้จากพุทราพันธุ์สามรสเปรียบเทียบกับกัวกัมและแซนแทนกัม พบว่า มิวซีเลจผงมีค่าความสว่าง (L value) มากกว่ากัวกัมแต่น้อยกว่าแซนแทนกัม ความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 73.35 กรัม/กรัมตัวอย่างแห้ง ค่าการดูดซับน้ำมันของมิวซีเลจผงเท่ากับ 4.97 กรัม/กรัมตัวอย่างแห้ง ซึ่งมากกว่ากัวกัมและแซนแทนกัม และมีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันเท่ากับร้อยละ 52.22 โดยมีค่าน้อยกว่าแซนแทนกัม และกัวกัม

คำสำคัญ : มิวซีเลจ กัวกัม แซนแทนกัม

คำนำ

ปัจจุบันโยอาหารเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากโยอาหารมีความสำคัญต่อสุขภาพในการป้องกันและบรรเทาอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหาร ควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสและคอเลสเตอรอลในเลือด อีกทั้งยังมีค่าพลังงานต่ำ (Agnieszka และ Monika, 2005; Topping, 1991; David *et al.*, 2000; David *et al.*, 1979) และแสดง

¹ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

¹Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Patumwan, Bangkok 10330

สมบัติเชิงหน้าที่ต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความหนืด การให้เนื้อสัมผัส ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน ความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน และการเกิดเจล (Medina-Torres *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2002) โดยใยอาหารที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อลดการเกิดการเยิ้ม น้ำ ปรับปรุงเนื้อสัมผัสและความหนืดในอาหาร (Lariom *et al.*, 2004) Grigelmo-Miguel และ Martin-Bellos (1999) พบว่า ส้มสายพันธ์ุ Salustiana มีความสามารถในการอุ้มน้ำมากที่สุดเนื่องจากมีปริมาณของใยอาหารละลายน้ำมากที่สุด Rwashda (1998) ใน Saenz *et al.* (2004) ศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันของมิวซิลจาก *Opuntia ficus indica* พบว่า มิวซิลจากพืชช่วยลด surface และ interfacial tension ทำให้อิมัลชันของน้ำและน้ำมันมีความเสถียรและไม่เกิดการ flocculate ในระบบ จากสมบัติเชิงหน้าที่ดังกล่าวมาทำให้ใยอาหารได้รับความสนใจมากขึ้นโดยเฉพาะใยอาหารละลายน้ำ พุทราจัดเป็นผลไม้ที่พบว่ามีปริมาณใยอาหารกลุ่มที่ละลายได้ในปริมาณสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลพุทราสุก การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากพุทราในตลาดค่อนข้างน้อยและมีราคาค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงได้หากระบวนการเพิ่มมูลค่าให้กับพุทรา โดยการนำมาผลิตผงเมือก สำหรับขึ้นตอนในการผลิตผงเมือก ประกอบด้วย การสกัดเมือกหรือมิวซิลเจดด้วยน้ำ การตกตะกอนเมือกเพื่อแยกเมือกกับน้ำ และขึ้นตอนการทำแห้ง นักวิจัยหลายคนได้คิดหากระบวนการสกัดมิวซิลและทำให้บริสุทธิ์ พบว่ากระบวนการเหมาะสมในการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์มิวซิลบริสุทธิ์ คือ การสกัดมิวซิลโดยการ homogenize วัตถุดิบด้วยน้ำ และทำให้บริสุทธิ์โดยการตกตะกอนด้วย ethanol (Saenz *et al.*, 2004) จากข้อมูลเบื้องต้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการผลิตผงเมือกและศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของผงเมือกที่ได้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพุทรา และนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการ

นำพุทราพันธุ์สามรสอายุการเก็บเกี่ยว 60 วันหลังออกดอก บ่มเป็นเวลา 3 6 และ 9 วัน หาปริมาณมิวซิลเพื่อคัดเลือกระดับความสุกที่มีปริมาณมิวซิลสูงที่สุด นำพุทราสุกที่คัดเลือกได้มาศึกษาระยะเวลาการลวกด้วยไอน้ำโดยมีอุณหภูมิที่กึ่งกลางผล 85°C นาน 0-5 นาที หาระยะเวลาเหมาะสมเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ เลือกภาวะที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase ได้ทั้งหมด นำเนื้อพุทราสุกที่คัดเลือกได้มาสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วนเนื้อพุทราสุกต่อน้ำ 1:3 1:5 และ 1:7 และอุณหภูมิของน้ำ 30 45 และ 60°C เลือกภาวะที่ได้ร้อยละของผลผลิตเมือกมากที่สุด นำสารละลายมิวซิลเจดที่ได้มาตกตะกอนด้วย ethanol ในอัตราส่วนสารละลายมิวซิลเจดต่อ ethanol 1:2 1:3 1:4 และ 1:5 หาร้อยละของผลผลิตเมือก เลือกภาวะที่ได้ร้อยละของผลผลิตเมือกมากที่สุด หลังจากนั้นนำมาฟอกสีด้วยวิธี AHP (Abdel-Aal *et al.*, 1996) และทำแห้งด้วยวิธี freeze dry (Huijun *et al.*, 2006) ร่อนผ่านตะแกรง 50 เมช ศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่เปรียบเทียบกับกัวกัม และแซนแทนกัม โดย วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Chroma Meter CR-400 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Chau และ Cheung, 1998; Raghavendra *et al.*, 2004) ค่าการดูดซับน้ำมัน (Raghavendra *et al.*, 2007) และความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน (Obatolu *et al.*, 2006)

ผล

ผลของระยะเวลาการสุกของพุทราต่อปริมาณมิวซิลเจด ดัง Table 1 พบว่าการบ่มพุทราเป็นเวลา 9 วัน มีปริมาณมิวซิลเจดมากที่สุด เท่ากับ 1.4613% dry weight โดยระดับที่ 3 (บ่ม 9 วัน) มีปริมาณมิวซิลเจดแตกต่างจากระดับที่ 1 และระดับที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Table 1 Mucilage yield of matured and ripe stage of jujube from the 3 levels of storage (3, 6 and 9 days).

Matured and ripe stage of jujube	Mucilage yield (% dry weight)
Level 1 (storage 3 days)	0.7455 ^a ±0.02
Level 2 (storage 6 days)	0.9273 ^b ±0.05
Llevel 3 (storage 9 days)	1.4613 ^c ±0.02

Note: values (mean±SD) represent 3 replications; within a column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$.

การลวกผลพุทราสุกด้วยไอน้ำ 85°C เป็นเวลา 3 4 และ 5 นาที ไม่พบ activity ของ เอนไซม์ peroxidase ดังนั้นภาวะที่เหมาะสมในการศึกษา คือ การลวกผลพุทราสุกด้วย ไอน้ำ 85°C เป็นเวลา 3 นาที เนื่องจากใช้เวลาน้อยที่สุดในการยับยั้ง activity ของ เอนไซม์ peroxidase ได้

ผลการสกัดมิวซิเลจ Table 2 พบว่าที่ระดับอัตราส่วนเนื้อพุทราต่อน้ำ 1:7 และอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ 60°C สกัดมิวซิเลจได้ปริมาณสูงที่สุดคือ เท่ากับ 1.9583% dry weight โดยมีความแตกต่างจากสภาวะการสกัดระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยอัตราส่วนน้ำต่อน้ำและอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อกัน

Table 2 Mucilage yield of jujube on different extraction conditions.

Pad : Water Ratios	Temperatures ($^{\circ}$ C)	Mucilage yield (% dry weight)
1:3	30	1.4908 ^a ±0.04
	45	1.5149 ^{ab} ±0.03
	60	1.5057 ^{ab} ±0.02
1:5	30	1.5175 ^{ab} ±0.01
	45	1.5311 ^{ab} ±0.01
	60	1.5468 ^b ±0.01
1:7	30	1.7924 ^c ±0.01
	45	1.8174 ^c ±0.05
	60	1.9583 ^d ±0.00

Note: values (mean±SD) represent 3 replications; within a column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$.

ผลของการนำสารละลายมิวซิเลจที่สกัดได้มาตกตะกอน ethanol ดัง Table 3 พบว่า ที่อัตราส่วน 1:2 ได้ร้อยละของผลผลิตเมือกน้อยที่สุดซึ่งแตกต่างจากอัตราส่วน 1:3 1:4 และ 1:5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ที่อัตราส่วน 1:3 1:4 และ 1:5 ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอน คือ 1:3

Table 3 Mucilage yield of jujube on different precipitation mucilage with ethanol.

Aqueous extract : Ethanol Ratios	Mucilage yield (% dry weight)
1:2	1.7501 ^a ±0.01
1:3	1.9513 ^b ±0.02
1:4	1.9523 ^b ±0.04
1:5	1.9528 ^b ±0.07

Note: values (mean±SD) represent 3 replications; within a column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$.

ผลการศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ Table 4 พบว่า มิวซิเลจผงมีค่าความสว่างน้อยกว่าแซนแทนกัม แต่สูงกว่ากัวกัม มีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน ความสามารถในการอุ้มน้ำ และค่าการดูดซับน้ำมัน เท่ากับ 52.22% 73.35 กรัมไขมัน/กรัมตัวอย่างแห้ง และ 4.97 กรัมไขมัน/กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ โดยค่าการดูดซับน้ำมันของมิวซิเลจผงมีค่ามากกว่าแซนแทนกัมและกัวกัมแต่มีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันน้อยกว่าแซนแทนกัมและกัวกัมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Table 4 Functional properties of mucilage powder, guar gum and xanthan gum.

Sample	Color			Water holding capacity (g water/g dry sample)	Oil absorption (g water/g dry sample)	Emulsion capacity (%)
	L	a	b			
Mucilage	88.10±0.06	-1.55±0.02	12.08±0.09	73.35 ± 1.55	4.96 ± 0.05 ^a	52.22 ± 0.48 ^c
Xanthan gum	90.77±0.06	-0.72±0.02	9.95±0.01	-	0.79 ± 0.05 ^b	100.00 ± 0.00 ^a
Guar gum	84.15±0.08	-0.75±0.03	12.56±0.22	-	0.57 ± 0.03 ^c	59.72 ± 0.48 ^b

Note: values (mean±SD) represent 3 replications; within a column with different letters are significantly different at $p \leq 0.05$; Hunter color value : L = Lightness (100 = light, 0 = dark), a = + show redness, - show greenness, b = + show yellowness, - show blueness

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองใช้พุทราสุกที่บ่มเป็นเวลา 9 วันเป็นระดับที่มีความสุกมากที่สุดเนื่องจากเมื่อบ่มนานกว่านี้ผลพุทราจะเกิดการเน่าเสีย ซึ่งระดับความสุกที่ 3 (บ่มเป็นเวลา 9 วัน) หากสังเกตจะเห็นได้ว่าจะมีเมือกกลิ่นๆ มากกว่าระดับอื่น ซึ่งคือปริมาณมิวซิเลจที่มีอยู่ในผลพุทราโดยจะสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ สำหรับการสกัดมิวซิเลจภาวะที่ได้ปริมาณมิวซิเลจสูงที่สุดคืออัตราส่วนเนื้อต่อน้ำ 1:7 สอดคล้องกับกับรายงานของ Sepulveda *et al.* (2007) ได้รายงานว่าการสกัดมิวซิเลจโดยใช้

อัตราส่วนเนื้อต่อน้ำ 1:7 ส่งผลให้ได้ปริมาณมิวซิเลจสูง จากการตกตะกอนมิวซิเลจได้ทำการเลือกอัตราส่วน 1:3 เนื่องจากว่าเป็นภาวะที่ได้ร้อยละของผลผลิตเมือกมากที่สุดโดยไม่มีความแตกต่างจาก 1:4 และ 1:5 สำหรับสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจพบว่าคุณค่าความสว่างมีค่ามากกว่ากัวกัมและแซนแทนกัม ทั้งนี้เนื่องจากกัมแต่ละชนิดจะมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน แซนแทนกัมและกัวกัมไม่สามารถวัดค่าความสามารถในการอู๋มน้ำได้เนื่องจากสารละลายทั้งสองรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำอย่างแท้จริง (true solution) ซึ่งไม่สามารถเหวี่ยงแยกสารละลายผสมได้ ซึ่งค่าความสว่าง ค่าการดูดซับน้ำมัน และความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันของมิวซิเลจที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับเมือกเมล็ดแมลงลักผงละเอียดที่รายงานโดย ศศิธร และคณะ (2002)

สรุป

พุทราน้ำต้มเป็นเวลา 9 วัน มีระดับมิวซิเลจสูงที่สุด โดยการลวกผลพุทราสุกด้วยไอน้ำ 85°C เป็นเวลา 3 นาที สามารถยับยั้ง activity ของเอนไซม์ peroxidase ได้ ภาวะเหมาะสมในการสกัดมิวซิเลจคือ สกัดด้วยน้ำในอัตราส่วนเนื้อพุทราสุกต่อน้ำ 1:7 อุณหภูมิ 60°C และอัตราส่วนสารละลายมิวซิเลจต่อ ethanol 1:3 มิวซิเลจผงที่ร่อนผ่านตะแกรง 50 เมช มีค่าความสว่างน้อยกว่าแซนแทนกัมแต่มีค่าสูงกว่ากัวกัม มีความสามารถในการอู๋มน้ำได้ ค่าการดูดซับน้ำมัน และความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันเท่ากับ 73.35 กรัม/กรัมตัวอย่างแห้ง 4.97กรัมน้ำมัน/ กรัมตัวอย่างแห้ง และร้อยละ 52.22 ตามลำดับ

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และโครงการนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารสู่โครงสร้างเศรษฐกิจยุคใหม่ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ศศิธร เรื่องจักรเพชร และ ประณี อานเบรื่อง. 2002. ลักษณะเฉพาะทางกายภาพของผงเมือกเมล็ดแมลงลัก. อาหาร. 32(3):144-153.
- Abdel-Aal, E.S.M., F.W. Sosulski and S. Sokhansanj. 1996. Bleaching of wheat distillers' grains and its fiber and protein fractions with alkaline hydrogen peroxide. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 27(2): 166-172.
- Agnieszka, N. and K. Monika. 2005. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. Food Chemistry. 91: 221-225.
- Chau, C.F. and Chueng, P.C.K. 1998. Functional properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds. Food Chemistry. 61(4): 429-433
- David, J. A., W.C. Cyril and V. Edward. 2000. The effect on serum lipids and oxidized low-density lipoprotein of supplementing self-selected low-fat diets with soluble-fiber, soy, and vegetable protein foods. Metabolism. 49: 67-72.
- David, J. A., R. Anthony and S. Brenda. 1979. Dietary fiber and blood lipids: reduction of serum cholesterol in type II hyperlipidemia by guar gum. The American Journal of Clinical Nutrition. 32: 16-18.
- Grigelmo-Miguel, N. and O. Martin-Belloso. 1999. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. Food Research International. 31(5): 355-366.
- Garcia, M.L., R. Dominguez, M.D. Galvez, C. Casas and M.D. Selgas. 2002. Utilization of cereal and fruit fibers in low fat dry fermented sausages. Meat Science. 60: 227-236.
- Huijun, L., N.A. Michael Eskin and W.C. Steve. 2006. Effects of yellow mustard mucilage on functional and rheological properties of buckwheat and pea starches. Food Chemistry. 95: 83-93.
- Lariom, Y., E. Sendra, C.F. Garcia-Perez, E. Sayas-Barbera and J. Fernandez-Lopez. 2004. Preperation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 5: 113-117
- Medina-Torres, L., E.B. Fuente, B. Torrestiana-Sanchez and R. Kathain. 2000. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). Food Hydrocolloids. 14: 417-424.
- Obatolu, V.A., S.B. Fasoyiro and L. Ogunsumi. 2007. Processing and functional properties of yam beans (*Sphenostylis Stenocarpa*). Journal of Food Processing and Preservation. 31: 240-249.
- Raghavendra, S.N., N.K. Rastogi, K.S.M.S. Raghavarao and R.N. Tharanathan. 2004. Dietary fiber from coconut residue: effects of different treatments and particle size on the hydration properties. European Food Research and Technology. 218: 563-567.
- Raghavendra, S.N., S.R. Ramachandra Swamy, N.K. Rastogi, K.S.M.S. Raghavarao, K. Sourav and R.N. Tharanathan. 2007. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. Journal of Food Engineering. 72: 281-286.
- Rwashda, H. 1998. New gums as emulsifiers from *Opuntia ficus Indica* (OFI). M.Sc. Thisis.
- Saenz, C., E. Sepulveda and B. Matsuhira. 2004. *Opuntia* spp mucilage' s: functional component with industrial perspectives. Journal of Arid Environments. 57: 275-290.
- Sepulveda, E., C. Saenz, E. Aliaga and C. Aceituno. 2007. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. Journal of Arid Environments. 68: 534-545.
- Topping, D.L. 1991. Soluble fiber polysaccharides: effects on plasma cholesterol and colonic fermentation. Nutrition reviews. 49: 195-203.