อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก จากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูด

The optimum extraction temperature of mucilage polysaccharide from Okra, Jew's ear mushroom, Ceylon spinach, and Paco Fern

พรเพชร ใจชื่น[1] และ วิสุทธนา สมุทรศรี[1]
[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
เลขที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220
โทรศัพท์: 0-2544-8193 E-mail: iwisut.s@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูด โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการสกัด คือ น้ำอุณหภูมิห้อง และน้ำอุณหภูมิ 80ºC ที่อัตราส่วนผักต่อน้ำ 1:1 โดยน้ำหนัก เพื่อสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกและนำมาวัดความหนืด จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการสกัดสารเมือกของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง คือ 80ºC และน้ำที่เหมาะสมในการสกัดสารเมือกจากผักกูด คือ น้ำที่อุณหภูมิห้อง ตกตะกอนสารเมือกจากผักทั้ง 4 ชนิดที่สกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิที่เหมาะสมจากการศึกษาและอบแห้ง องค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า และคาร์โบไฮเดรตของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ของกระเจี๊ยบเขียว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.6 22.8 1.6 2.6 11.4 และ 51.0 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ของเห็ดหูหนูดำ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 6.7 9.8 1.8 16.5 4.7 และ 60.5 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ของผักปลัง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.2 14.8 1.7 2.5 13.8 และ 63.0 ตามลำดับ ส่วนผักกูดไม่สามารถตกตะกอนพอลิแซ็กคาไรด์ได้ ความหนืดที่ได้หลังการคืนรูปสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง มีค่าเท่ากับ 8.30 3.45 และ 1.90 cP ตามลำดับ

คำสำคัญ: พอลิแซ็กคาไรด์, ความหนืด, กระเจี๊ยบเขียว, เห็ดหูหนูดำ, ผักปลัง, ผักกูด

Abstract

This research aimed to study on the optimum extraction temperature of mucilage polysaccharide from Okra, Jew's ear mushroom, Ceylon spinach, and Paco Fern. Two different water temperatures, including water at room temperature and water at 80ºC were compared for extraction with the ratio of vegetable and water at 1:1 by weight. The mucilage polysaccharide viscosity showed that the appropriate water temperatures of Okra, Jew's ear, and Ceylon spinach extractions were water at 80ºC while the appropriate water temperature of Paco Fern was water at room temperature. The extracted polysaccharide was precipitated and dried. The chemical compositions of extracted mucilage Okra powder; moisture, protein, fat, crude fiber, and carbohydrate contents were 10.6, 22.8, 1.6, 2.6, 11.4, and 51.0%, respectively. The chemical compositions of extracted mucilage of Jew's ear mushroom power were 6.7, 9.8, 1.8, 16.5, 4.7, and 60.5%, respectively whereas those of extracted mucilage of Ceylon spinach powder were 4.2, 14.8, 1.7, 2.5, 13.8, and 63.0%, respectively. The extracted mucilage of Paco Fern was not precipitated. The rehydrated viscosities of extracted mucilage Okra, Jew's ear, and Ceylon spinach were 8.30, 3.45, and 1.90 cP, respectively.

Keywords: polysaccharide, viscosity, Okra, Jew's ear mushroom, Ceylon spinach, Paco Fern

1. บทนำ

ประเทศไทยมีผักสมุนไพรมากมายหลายชนิด ปัจจุบันมีการศึกษา ค้นคว้าวิจัย และออกมายอมรับในสรรพคุณทางยาของผักและสมุนไพรไทยเป็นจำนวนมาก กระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) จัดเป็นผักที่มีคุณค่าอาหารสูง เมื่อนำมาปรุงอาหารหรือสัมผัสกับน้ำ จะมีเมือกขับออกมาจากฝัก เมือกดังกล่าวเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ หรือพอลิแซ็กคาไรด์จับกับส่วนของโปรตีนและแร่ธาตุ พอลิแซ็กคาไรด์จากกระเจี๊ยบเขียว มีโครงสร้างหลักเป็นแรมโนกาแลคตูโรแนน (rhamnogalacturonan) คล้ายเพกทิน มีสมบัติเป็นสารให้ความหนืด [1] เห็ดหูหนูดำ (*Auricularia auricu*) เป็นแหล่งอาหารโภชนาการสูง มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญหลายชนิด ได้แก่ สารประกอบฟีนอล สารกลุ่มไตรเทอร์ปีน เปปไทด์ และโปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์และพอลิแซ็กคาโรเปปไทด์ [2] ผักปลัง (*Basella alba* Linn.) เป็นผักพื้นบ้านใช้เป็นอาหารและยาสมุนไพรทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ องค์ประกอบทางเคมีของผักปลัง เช่น ฟีนอลิก บีทาเลน แคโรทีนอยด์ กรดไขมัน สารเมือก สารเมือก เพปไทด์ และไทรเทอร์พีนแซโพนิน [3] ผักกูด (*Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz) เป็นพืชท้องถิ่นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแอฟริกา นิยมนำมาปรุงอาหาร มีสรรพคุณทางยา เช่น แก้ไข้ตัวร้อน บำรุงสายตา บำรุงโลหิต แก้โลหิตจาง ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ช่วยขับปัสสาวะ ลดความดันโลหิตสูง และยังช่วยลดคอเลสเทอรอลในเม็ดเลือด [4] ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำสารประกอบประเภทกัม (gum) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สายยาวมาใช้ในรูปของสารให้ความข้นหนืด สารให้ความคงตัว และสารช่วยให้เกิดเจล ทำให้ปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะผลิตกัม หรือการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากวัตถุดิบที่เป็นอาหารชนิดใหม่ๆกันมากขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบประเภทผักชนิดต่างๆ หากแต่ยังมีข้อจำกัดในการผลิตและการนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรม ประกอบกับไม่มีข้อมูลสนับสนุนทางวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ จึงทำให้ยังไม่สามารถผลิตพอลิแซ็กคาไรด์จากแหล่งใหม่ๆ ออกมาในเชิงการค้าได้ [5] ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสารให้ความคงตัวจากผักสมุนไพร และช่วยส่งเสริมการใช้วัตถุดิบทางการเกษตร โดยเฉพาะกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูดอีกทางหนึ่ง งานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูด

2. วิธีการทดลอง

2.1 การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

กระเจี๊ยบเขียว (เอาเมล็ดออก), เห็ดหูหนูดำ, ผักปลัง และผักกูด ล้างให้สะอาดและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งผักต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:1 แช่ผักในน้ำเป็นเวลา 5 นาที อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ คือ น้ำที่อุณหภูมิห้อง และน้ำอุณหภูมิ 80ºC และปั่นด้วยเครื่องปั่นละเอียดนาน 1 นาที จากนั้นบีบและกรองแยกสารเมือกด้วยผ้าขาวบาง

2.2 การวัดความหนืดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

นำสารเมือกที่กรองแยกได้จากผักแต่ละชนิดปริมาตร 500 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดความหนืดโดยวัดที่อุณหภูมิห้องด้วยหัวเข็มของเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brookfield) รุ่น LVDV-II+Pro แสดงผลในหน่วยเซนติพอยด์ (cP)

2.3 การอบแห้งพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

สกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกจากผักแต่ละชนิดด้วยน้ำอุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ 2.2 นำไปตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงด้วยแรงหมุนเหวี่ยง 5,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4ºC นาน 30 นาที นำส่วนที่เป็นตะกอนเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55ºC เป็นเวลา 5 ชั่วโมง [6] จากนั้นบดเป็นผงละเอียด บรรจุใส่ภาชนะที่แห้งปิดสนิทและเก็บที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี นำสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกของผักแต่ละชนิด มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน กาก เถ้าและคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC [7]

2.4 การคืนรูปสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

คืนรูปสารเมือกอบแห้งของผักทั้ง 4 ชนิด โดยนำสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกของผักแต่ละชนิดมาละลายกับน้ำอุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ 2.1 โดยใช้อัตราส่วนผักต่อน้ำ คือ 3 : 250 กรัม จากนั้นนำไปวัดความหนืดตามวิธีข้อ 2.2

2.6 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบคู่ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของผักแต่ละชนิด วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test for independent means) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window

3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

จากการศึกษาอุณหภูมิในการสกัดสารเมือกจากผัก 4 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนผักต่อน้ำ 1:1 โดยน้ำหนัก สกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำอุณหภูมิ 80ºC วัดความหนืดสารเมือกที่สกัดได้ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหนืดของพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกจากผัก 4 ชนิดที่ใช้น้ำในการสกัด[1]

ชนิดของผัก	อุณหภูมิของน้ำ	ความหนืด (cP)
กระเจี๊ยบเขียว	อุณหภูมิห้อง	13979.5±131.7[b]
	80ºC	28759.0±385.5[a]
เห็ดหูหนูดำ	อุณหภูมิห้อง	15247.7±535.0[b]
	80ºC	106000.0±2,179.5[a]
ผักปลัง	อุณหภูมิห้อง	3455.2±171.2[b]
	80ºC	4663.0±44.7[a]
ผักกูด	อุณหภูมิห้อง	8.1±0.1[a]
	80ºC	4.2±0.1[b]

[1] ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่อักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันในแต่ ละชนิดผักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ความหนืดของกระเจี๊ยบเขียวที่ใช้น้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำที่อุณหภูมิ 80ºC ในการสกัด พบว่ากระเจี๊ยบเขียวมีความหนืด 13979.5 และ 28759.0 cP ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) ความหนืดของเห็ดหูหนูดำที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำอุณหภูมิห้องและน้ำอุณหภูมิ 80ºC มีค่า 15427.7 และ 106000.0 cP ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) ขณะที่ความหนืดของผักปลังที่สกัดด้วยน้ำอุณหภูมิห้องและน้ำอุณหภูมิ 80ºC มีค่า 3455.2 และ 4663.0 cP ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง คือ อุณหภูมิ 80ºC เนื่องจากอุณหภูมิ 80ºC มีผลช่วยให้การละลายของมิวซิเลจได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับสภาวะปกติ เนื่องจากเมื่อให้อุณหภูมิ 80ºC สารเมือกจะละลายเพิ่มสูงขึ้นเมื่อได้รับความร้อนและส่งผลให้ความหนืดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับสภาวะปกติสอดคล้องกับงานวิจัยของกิติยาและคณะ (2549) [8] ที่ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

ขณะที่ผลการวัดความหนืดของผักกูดที่สกัดด้วยน้ำอุณหภูมิห้องและน้ำอุณหภูมิ 80ºC มีค่า 8.1 และ 4.2 cP ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) แสดงว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการสกัดผักกูด คือ อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้อาจเนื่องจากผักกูดมีคุณสมบัติในการจับกับน้ำได้ไม่ดีที่อุณหภูมิสูงจึงส่งผลทำให้ความหนืดของผักกูดลดลง

3.2 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกของผักแต่ละชนิด ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า กาก โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ไม่เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิด ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดสารเมือกในผักแต่ละชนิดแตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก[1]

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ชนิดของสารสกัดผง			
	กระเจี๊ยบเขียว	เห็ดหูหนูดำ	ผักปลัง	ผักกูด[2]
ความชื้น	10.6±0.2	6.7±0.1	4.2±0.0	-
โปรตีน	22.8±0.1	9.8±0.1	14.8±0.1	-
ไขมัน	1.6±0.1	1.8±0.0	1.7±0.0	-
กาก	2.6±0.1	16.5±0.2	2.5±0.3	-
เถ้า	11.4±0.0	4.7±0.0	13.8±0.1	-
คาร์โบไฮเดรต	51.0±0.1	60.5±0.2	63.0±0.2	-

[1] ไม่เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิด

[2] สัญลักษณ์ (-) หมายถึง ปริมาณสารเมือกไม่มากพอที่จะตกตะกอนและอบแห้ง

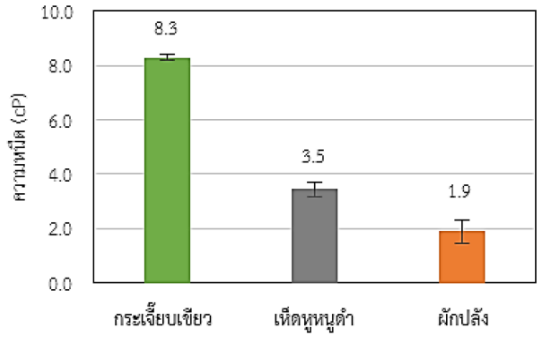
จากตารางจะเห็นว่ากระเจี๊ยบเขียวมีโปรตีนร้อยละ 22.8 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของถิรดา (2550) [9] ที่ได้ทำการสกัดและจำแนกสมบัติของเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งรายงานว่าได้ค่าเฉลี่ยโปรตีนร้อยละ 21.0 ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของพอลิแซกคาไรด์ที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำ [10] และ

ผักปลังมีโปรตีนร้อยละ 14.8 งานวิจัยของเปล่งศักดิ์ (2543) [11] รายงานว่าใบผักปลังมีกรดอะมิโน ได้แก่ ไลซีน (lysine) ลิวซีน (leucine) และไอโซลิวซีน (isoleucine) ปริมาณมาก จึงทำให้มีปริมาณโปรตีนมากด้วย

จากปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผงของผักทั้ง 4 ชนิด เทียบกับรายงานของ Asean Foods Regional Centre and in Foods Regional Database Centre (2014) [12] จะเห็นว่าสารสกัดผงมีปริมาณสูงกว่าทั้งนี้เนื่องจากเป็นการวัดองค์ประกอบทางเคมีจากผงสารสกัดซึ่งมีความเข้มข้นสูงมาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากผักกูดมีปริมาณสารเมือกไม่มากพอที่จะตกตะกอนและอบแห้งได้ จึงไม่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.3 การคืนรูปสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือก

นำสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์จากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง ทำการคืนรูปโดยละลายกับน้ำที่อุณหภูมิที่เหมาะสมของผักแต่ละชนิด (ผลทดลองที่ 3.1) ทั้งนี้เนื่องจากสารสกัดที่ได้มีปริมาณน้อย ไม่สามารถคืนรูปในอัตราส่วนก่อนการทำแห้ง จึงคืนรูปที่อัตราส่วนของสารสกัดผงต่อน้ำ 3:250 กรัม วัดความหนืด ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความหนืดของสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์จากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง

จากการทดสอบการคืนรูปสารสกัดผงพอลิแซ็กคาไรด์กระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง พบว่าความหนืดของสารสารสกัดทั้ง 3 ชนิดหลังจากการคืนรูป มีค่าเท่ากับ 8.30 3.45 และ 1.90 cP ตามลำดับ สารสกัดแต่ละชนิดหลังจากการคืนรูปมีความหนืดแตกต่างกัน เนื่องจากผักแต่ละชนิดมีองค์ประกอบ โครงสร้างและสมบัติของสารพอลิแซ็กคาไรด์แตกต่างกัน จึงส่งผลให้มีความหนืดที่แตกต่างกัน จากการสังเกตความหนืดก่อนและหลังทำแห้ง (เปรียบเทียบกับตารางที่ 1) พบว่าความหนืดหลังการคืนรูปมีค่าต่ำกว่าก่อนการอบแห้งเป็นอย่างมาก แสดงว่าความร้อนในการทำแห้งมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติด้านความหนืดของสารเมือก

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูด โดยใช้อัตราส่วนผักต่อน้ำ 1:1 โดยน้ำหนัก สกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำที่อุณหภูมิ 80ºC สารเมือกที่สกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 80ºC มีค่าความหนืดแตกต่างกัน โดยพบว่าอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง คือ 80ºC ขณะที่อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกผักกูด คือ น้ำที่อุณหภูมิห้อง เมื่อทำการสกัดสารเมือกจากผักทั้ง 4 ชนิดด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมและนำสารเมือกมาตกตะกอนและอบแห้ง พบว่าผักกูดปริมาณสารเมือกไม่มากพอที่จะตกตะกอนและอบแห้งได้ การทดสอบการคืนรูปของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง จากการสังเกตความหนืดของสารสกัด พบว่าหลังการคืนรูปมีความหนืดต่ำกว่าก่อนการอบแห้งเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอุณหภูมิจะมีผลต่อการสกัดสารเมือก หากแต่อัตราส่วนและชนิดของสารที่ใช้ ในการสกัดสารเมือกจากผักพื้นบ้าน ยังเป็นที่น่าสนใจในการวิจัยในอนาคตต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ปิยนุสร์ น้อยด้วง และพัชรี โพธิ์ชัย, “การใช้ผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมใบย่านาง”, วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, 1, 35-65, 2554.

[2] รักฤดี สารธิมา, “เห็ด: อาหารอันโอชะและโอสถอันวิเศษ”, วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 40, 24-33, 2555.

[3] ชื่นนภา ชัชวาลย์ และนาฏศจี นวลแก้ว, “ผักปลัง ผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีศักยภาพในการพัฒนาเป็น

ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ", วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 7, 197-201, 2552.

[4] ประทุมพร ยิ่งธงชัย, "ผักกูด: ผักพื้นบ้านที่น่าใส่ใจกับคุณค่ าทางโภชนาการที่ไม่แพ้ใคร", บทความวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2557.

[5] วชิราภรณ์ หมื่นเพียร, "การดัดแปรพอลิแซกคาไรด์จากกระเจี๊ยบเขียวด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์และเอทิลเอมีน", ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 142 หน้า, 2549.

[6] Wu M. Jiang, Hwang P.Y., and Shen F., "Characterization of the okra mucilage by interaction with Gal, GalNAc, and GlcNAc specific lectins", Biochem. Biophys. Acta. 1243: 157-160, 1995.

[7] AOAC., "Official Methods of Analysis 17th Ed.", Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 2000.

[8] กิติยา บุตสดี, พรพิมล ประพฤทธิ์เมธา และสุนัน เพชรปานกัน, "รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว", มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม, 2549.

[9] ถิรดา ปฏิพัทธ์เผ่าพงศ์, "การสกัดและการจำแนกสมบัติของเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus*", ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

[10] Woolfe, M. L., Chaplin, M. F. and Otchere, G., "Studies on the mucilages extracted from okra Fruits (*Hibiscus esculentus* L.) and baobab leaves (*Adansonia digitata* L.)." J. Sci. Food. Agric., 28: 519-529, 1977.

[11] เปล่งศักดิ์ ภู่ขจร, "การสกัดสีจากผักปลังเพื่อพัฒนาเป็นสีผสมอาหาร" ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 45 หน้า, 2543.

[12] Asean Foods Regional Centre and in Foods Regional Database Centre. "Asean Food Composition Database Electronic version 1", Institute of Nutrition, Mahidol University, Thailand, 2014.