เปรียบเทียบวิธีการปอกเปลือก และการสกัดกัมจากเมล็ดมะขาม

Comparison of Peeling and Extraction Methods in the Production of Tamarind Seed Gum

ทนง ภัครัชพันธุ์[1]

Thanong Pukrushpan

ABSTRACT

Comparison of the peeling methods for tamarind seed, the extraction and precipitation of gum (jellose) from peeled tamarind seed powder were investigated. The seed was first heated to 105°C for 15 minutes in oven and immediately immersed into 1.0 M. H_2SO_4 solution for 3 hours as satisfactory method for peeling and yielded about 77.05%. After grinding, tamarind seed powder was extracted for jellose by heating to 80°C with 0.18% sodium hexameta - phosphate solution for 50 minutes. An application of diastase in extraction process would exhance the yield of gum from 68 to 87%. Precipitation with 1.5 volume ethanol was found suitable for gum harvesting. After the gum was filtred, dried and ground into powder, relative viscosity as well as its composition were determined. The analysis of gum was done on moisture, protein, starch, other carbohydrates, fat, ash and fiber which are approximately 8.74, 13.42, 29.44, 55.77, 1.42, 0,40 and 0.15% respectively.

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบวิธีการปอกเปลือกและการสกัดกัมจากเมล็ดมะขามทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการอบร้อน โดยการแช่ในสารละลายกรดกำมะถันต่างร้อน และทำการสกัดกัม (เจลโลส) จากผงเมล็ดมะขามขนาดต่างๆ กันด้วยน้ำ รวมทั้งการใช้เอนไซม์เข้าช่วย และนำสารละลายกัมที่ได้ตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์อัตราส่วนตั้งแต่ 1 ถึง 2 เพื่อการผลิตกัมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป ปรากฏว่าการลอกเปลือกโดยการอบเมล็ดมะขามที่ 105° ซ 15 นาที แล้วแช่ลงใน 1.0 โมล่ากรดกำมะถันจะให้ผลถึงร้อยละ 52.5 ได้เนื้อเมล็ดมะขามถึงร้อยละ 77.05 การสกัดกัมจากเนื้อมะขามบดขนาดละเอียด และการใช้เอนไซม์ diastase เข้าช่วย จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 68 เป็นร้อยละ 87 และการตกตะกอนกัมด้วยแอลกอฮอล์ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1.5 ให้ผลที่เหมาะสมที่สุดคือ ได้กัมประมาณร้อยละ 64.3 จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างผงเมล็ดมะขามและกัมเจลโลสที่ได้ ปรากฏว่าผงเมล็ดมะขามมีส่วนประกอบเป็นความชื้น โปรตีน, แป้ง, คาร์โบไฮเดรท อื่นๆ ไขมัน เถ้า และ

1 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เส้นใยเป็นร้อยละ 5.19, 16.11, 58.72, 18.13 7.04, 1.3 และ 1.24 ตามลำดับ สำหรับกัมเจลโลสประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังข้างบนเป็น 8.74, 13.43, 29.44, 55.77, 1.42, 0.4 และ 0.15 ตามลำดับเช่นกัน

คำนำ

มะขาม (*Tamarindus indica*, Linn.) เป็นพืชที่ปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย ปริมาณการผลิตในปี 2524 ประมาณหนึ่งแสนสามหมื่นตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2525) เป็นส่วนที่ทำรายได้ให้กับประเทศในรูปของผลิตภัณฑ์พืชแห้งที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศเพียง 13,532 ตัน มีมูลค่าถึง 157.4 ล้านบาท ในปีเดียวกัน มะขามเป็นพืชที่มีส่วนของเนื้อและเมล็ดโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 55 และ 33 ลำดับ ฉะนั้นในแต่ละปีจะมีการผลิตเมล็ดเพียงอย่างเดียวไม่น้อยกว่า 42,900 ตัน จากการศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของเมล็ดมะขามแล้ว ปรากฏว่ามีส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรทถึงร้อยละ 65.2–69.3 (Rao, 1959) ซึ่งส่วนใหญ่นอกจากแป้งแล้วยังมีสารที่เรียกว่าเจลโลส (jellose) เมื่อนำมาละลายน้ำจะมีลักษณะเหนียวหนืดให้คุณสมบัติที่จะทำให้เกิดเป็นเจลได้ สามารถใช้ทำหน้าที่เช่นเดียวกับสารประเภทกัมจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ จากการศึกษาของ Rao (1959) พบว่ามีปริมาณเจลโลสนี้อยู่ถึงร้อยละ 60 ของเนื้อเมล็ดมะขาม หรือปริมาณร้อยละ 87 ของปริมาณคาร์โบไฮเดรททั้งหมดในเนื้อเมล็ดมะขาม ปัจจุบันความต้องการในการใช้กัมของอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อาหาร เส้นใย เครื่องสำอาง เภสัชกรรมและกระดาษมีความต้องการมากขึ้น ฉะนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการปอกเปลือกเมล็ดมะขาม ซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพการใช้ประโยชน์ของกัมและศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการสกัดและการตกตะกอนกันมาใช้ประโยชน์อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดมะขามรวบรวมจากแหล่งต่างๆ เช่น อ่างทอง ขอนแก่น ในรูปของมะขามเปียก แล้วนำมาแยกเนื้อออกไป แล้วใช้เมล็ดที่มีความสมบูรณ์ นำไปตากแล้วนำมาใช้ในการทดลอง ส่วนที่เหลือนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นแช่แข็งที่ –20°ซ

การลอกเปลือกเมล็ดมะขาม

ให้ความร้อนเมล็ดมะขามโดยการอบแห้ง 105°ซ เวลา 15 นาที จากนั้นนำเมล็ดมะขามประมาณ 100 กรัม แช่ลงในสารละลายกรดกำมะถันที่มีความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 โมล่า 300 มล. ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1-3 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่อบเมล็ดมะขามก่อนแช่ในกรดกำมะถันเข้มข้นเป็นเวลา 72 ชั่วโมง และเปรียบเทียบกับวิธีการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% เดือดนาน 10 นาที เมื่อครบตามระยะเวลาของการแช่ในสารละลายต่างๆ แล้ว แยกเมล็ดออกมาล้างด้วยน้ำ ตรวจสอบลักษณะการลอกเปลือกแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การสกัดกัมจากเนื้อมะขาม

ผลจากวิธีการลอกเปลือกที่เหมาะสมคือการอบเมล็ดที่ 105°ซ 15 นาทีเสียก่อนแช่ลงในสารละลายกรดกำมะถัน 1.0 โมล่า เวลา 3 ชั่วโมง ล้างและตากแห้งแล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดละเอียด (hammer mill) นำเนื้อมะขามผง 20 กรัม ผสมกับโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟท 0.8 กรัม ละลายในน้ำ 450 มล. สกัดโดยการทำให้ร้อนถึง 80°ซ นาน 50 นาที

จากนั้นทำให้เย็นแล้วนำไปตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ที่ pH 4.0 ในอัตราส่วน 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยปริมาตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง กรองผ่านผ้าขาวบางล้างด้วยแอลกอฮอล์ 70% แล้วนำไปตากแห้งที่ 40°ซ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง บดให้ละเอียด

เพื่อเพิ่มปริมาณการสกัดและการตกตะกอน หลังจากสกัดด้วยความร้อน 80°ซ 50 นาที แล้วลดอุณหภูมิลงเป็น 55°ซ แล้วเติมเอนไซม์ diastase (commercial grade) 0.3% เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และในทำนองเดียวกันใช้เอนไซม์ papain (commercial grade) ปริมาณเท่ากันและมีการใช้ร่วมกันระหว่างเอนไซม์ diastase และ papain จากนั้นนำไปตกตะกอนด้วย 95% แอลกอฮอล์ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1.5 กรองทำให้แห้งและบดให้ละเอียด

การตรวจคุณภาพและการวิเคราะห์

ความหนืด ชั่งกัมที่สกัดได้ 1 กรัม ละลายในน้ำร้อน 80 มล. เมื่อกัมละลายหมดทำให้เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง และปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ใช้สารละลายกัม 20 มล. ทำการตรวจสอบความหนืดโดยใช้ Ostwald viscometer เปรียบเทียบกับความหนืดของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิเดียวกัน แล้วคิดค่าเป็นค่าความหนืดสัมพัทธ์

ความชื้น โดยการอบกัมที่ได้ในตู้อบที่ 105°ซ เป็นเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่

โปรตีน ไขมัน เส้นใย แป้ง และเถ้า ทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1970)

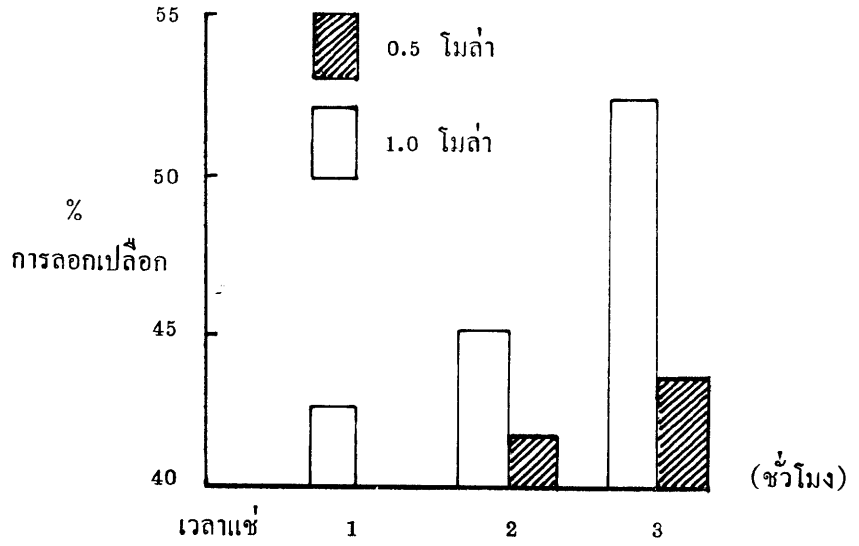
ผลและวิจารณ์

1. เปรียบเทียบวิธีการลอกเปลือกเมล็ดมะขาม

เปลือกเมล็ดมะขามมีสีน้ำตาลคล้ำ และยังประกอบด้วยสารเคมีที่ทำให้เกิดรสฝาด ฉนั้นการปะปนเปลือกลงไปในเมล็ดมะขามบดหรือในการสกัดกัมจะมีผลต่อคุณภาพ และการใช้ประโยชน์ของกัมที่สกัดได้ ฉนั้นการลอกเปลือกออกจึงมีความจำเป็นสำหรับการผลิตกัม ลักษณะเปลือกที่ติดอยู่กับเมล็ดมะขามค่อนข้างเหนียวแน่นและแนบสนิทไปตามรอยเว้าของเมล็ดมะขาม ฉนั้นจึงเป็นการยาลำบากในการแยกออกให้หมดได้ จากวิธีการแช่ในกรดกำมะถันเข้มข้นและตรวจสอบผลของการลอกเปลือกเป็นช่วงๆ ปรากฏว่ากรดกำมะถันจะกัดเมล็ดมะขามให้กร่อนและการลอกเปลือกได้ไม่สม่ำเสมอ ในช่วง 24 ชั่วโมงแรกจะมีการกัดกร่อนเปลือกบางส่วนและจะมีมากขึ้นในอัตราต่ำจนกระทั่งถึง 67 ชม. เปลือกส่วนมากจะลอกออกมาเนื่องจากกรดกำมะถันเข้มข้น และลักษณะ และขนาดของเมล็ดมะขามไม่สม่ำเสมอ ในบางส่วนที่ลอกออกมาก่อนจะทำให้กรดกำมะถันสัมผัสกับเนื้อมะขามซึ่งมีลักษณะอ่อนกว่าเปลือกทำให้มีการกัดกร่อนเนื้อมะขามมากขึ้นด้วย ฉนั้นจะทำให้สูญเสียเนื้อมะขามไปเป็นผลทำให้ได้ปริมาณเนื้อเมล็ดมะขามสุดท้ายเพียงร้อยละ 41.8

จากการใช้วิธีให้ความร้อนแห้งโดยการอบเมล็ดมะขามก่อนการแช่ในสารละลาย กรดกำมะถันที่มีความเข้มข้น 0.5 และ 1 โมล่า และระยะเวลาที่ต่างกันจากการนับจำนวนเมล็ดมะขามที่ลอกเปลือกได้ปรากฏว่าการใช้ใน 1 โมล่าเป็นเวลา 3 ชม. จะให้ปริมาณการลอกเปลือกได้สูงสุดคือ 52.5% ในขณะที่ทำการแช่ตามวิธีการของ Johansson and Kashemsanta (1969) ใน 0.5 โมล่า เวลา 3 ชั่วโมง ได้ทำการลอกเปลือกสูงสุดเพียง 42.5% (ภาพที่ 1) การใช้เวลาลอกเปลือกที่นานกว่านี้จะทำให้มีการกัดกร่อนเมล็ดมะขามมากขึ้น

แสดงให้เห็นว่าการลอกเปลือกโดยการแช่เมล็ดมะขามที่ผ่านการอบแล้วใน 1.0 โมล่า 3 ชั่วโมง เป็นวิธีการที่เหมาะสม และโดยวิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเมล็ดมะขามที่ได้เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบกับการแช่ในกรดกำมะถันเข้มข้นและวิธีการแช่ในด่างร้อยละ 10% เดือดเพียง 15 นาทีแล้วจะได้ปริมาณสูงสุดถึง 77% ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณเมล็ดมะขามที่ลอกเปลือกได้จากการเปรียบเทียบวิธีอบความร้อนแล้วแช่ในกรดกำมะถันที่เข้มข้น 0.5 และ 1.0 โมล่า เวลาต่างกัน

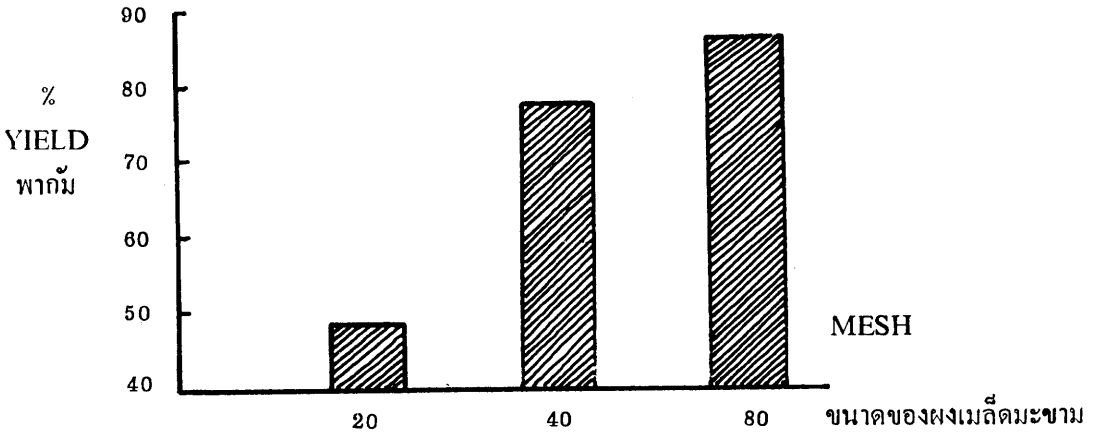
ตารางที่ 1 น้ำหนักร้อยละของเนื้อเมล็ดมะขามที่ได้จากวิธีการลอกเปลือกต่างกัน

วิธีการลอกเปลือก		เนื้อเมล็ดมะขามหลังจากอบแห้งแล้ว (%)
สารละลาย	เวลา	
1.M. H_2SO_p	3 ชั่วโมง	77.05
Conc. H_2SO_4	67 ชั่วโมง	41.82
Hot 10% NaOH	15 นาที	47.00

ถึงแม้ว่าวิธีการใช้ด่างร้อน จะเป็นวิธีการที่แพร่หลายในการปอกเปลือกผักและผลไม้อยู่ก็ตาม แต่สำหรับการลอกเปลือกเมล็ดมะขามแล้วจะได้เมล็ดมะขามที่มีสีเหลืองไม่สม่ำเสมอ จากอ่อนถึงเข้ม นอกจากนั้นยังมีการกัดกร่อนเนื้อเมล็ดมะขามเช่นเดียวกับการใช้กรดกำมะถันเข้มจึงทำให้ได้เนื้อเมล็ดมะขามต่ำด้วย

2. การสกัดและการตกตะกอนกัม

2.1 ผลของขนาดผงเมล็ดมะขาม เนื่องจากกัมซึ่งอยู่ในเนื้อเมล็ดมะขาม เป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ จากการสกัดผงเมล็ดมะขามที่ผ่านการบดและผ่านตะแกรงขนาดแตกต่างกันจะเป็นผลทำให้ปริมาณกัมที่สกัดได้เพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของผงมะขามที่นำมาสกัดในระยะเวลา 50 นาที นั้นละเอียดมากขึ้น ดังเช่นใช้ผงเมล็ดมะขามขนาด 20 เมส จะได้กัมประมาณร้อยละ 45 ในขณะที่เพิ่มความละเอียดขึ้นเป็น 80 เมส จะได้กัมถึงร้อยละ 86 ดังภาพที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มพื้นที่ผิวของขนาดผงเมล็ดมะขามให้มากขึ้นสามารถทำให้น้ำร้อนแทรกซึมเข้าไปละลายกัมออกมาได้มากขึ้นด้วย



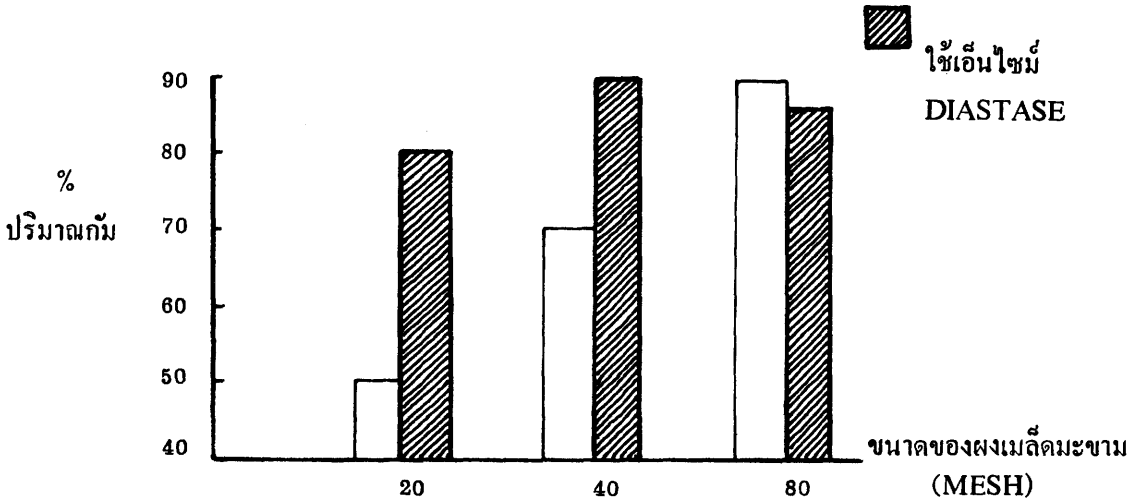
ภาพที่ 2 ผลของขนาดผงเมล็ดมะขามต่อปริมาณการสกัดกัม

ตารางที่ 2 ปริมาณกัมและความหนืดของกัมที่สกัดด้วยวิธีการต่างกัน

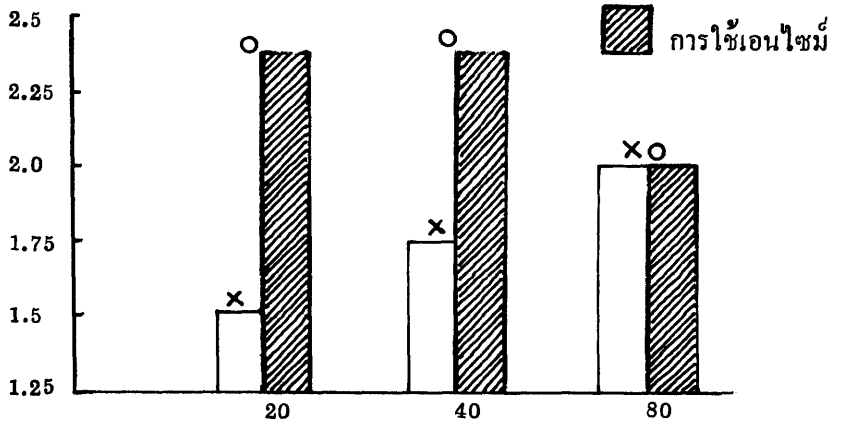
	Control	Diastase	Proteinase	Diastase + proteinase
ปริมาณกัม %	68	87	94	85
ความหนืดสัมพัทธ์	1.8	2.2	1.7	2.5

2.2 ผลของการใช้เอนไซม์ เนื่องจากเมล็ดมะขามมีส่วนประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรท และโปรตีนถึงประมาณร้อยละ 67 และ 18 ตามลำดับ ฉนั้นกัมซึ่งมีสภาพเป็นคาร์โบไฮเดรท อาจจะจับกันอยู่กับคาร์โบไฮเดรทและโปรตีนชนิดอื่นๆซึ่งมีผลต่อการสกัดได้ ฉนั้นจากการทดลองใช้เอนไซม์ diastase ที่สามารถจะย่อยแป้งและการใช้เอนไซม์ย่อยโปรตีนดังแสดงผลในตารางที่ 2 โดยที่การสกัดโดยใช้เอนไซม์ไดแอสเทสแต่เพียงอย่างเดียวจะทำให้ได้ปริมาณกัมเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 68 เป็นร้อยละ 87 และความหนืดสัมพัทธ์ของกัมซึ่งแสดงถึงความบริสุทธิ์ของกัมนั้นเพิ่มขึ้นจาก 1.8 เป็น 2.2 ถึงแม้ว่าการใช้โปรตีนเนสย่อยจะทำให้ได้ปริมาณกัมเพิ่มขึ้นก็ตาม คือจากร้อยละ 68 เป็นร้อยละ 94 แต่ปรากฏว่าความบริสุทธิ์ของกัมไม่ได้เพิ่มขึ้น ฉนั้นปริมาณกัมที่เพิ่มขึ้นจึงไม่ใช่ส่วนที่เป็นกัมแต่เป็นส่วนประกอบอื่นๆ การเพิ่มทั้งเอนไซม์ไดแอสเทสและโปรตีนเนสจะให้เป็นไปในทำนองเดียวกับการใช้ไดแอสเทสแต่เพียงอย่างเดียว

2.3 ความสัมพันธ์ของการใช้เอนไซม์และขนาดผงเมล็ดมะขาม จากการเปรียบเทียบทั้งขนาดของผงเมล็ดมะขามและการใช้เอนไซม์ไดแอสเทสซึ่งให้ผลเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพของกัมที่สกัดได้ ปรากฏว่า การใช้เอนไซม์ถึงแม้ว่าขนาดของผงเมล็ดมะขามที่ใช้จะใหญ่ก็ตามสามารถที่จะเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพของกัมได้ ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 หรืออีกนัยหนึ่งการใช้เอนไซม์จะช่วยลดการบดให้ละเอียด ซึ่งหมายถึงการลดความต้องการใช้พลังงานในการบดอีกด้วย



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบผลของเอนไซม์ต่อปริมาณกัมที่ผลิตได้จากการสกัดผงเมล็ดมะขามขนาดต่างกัน



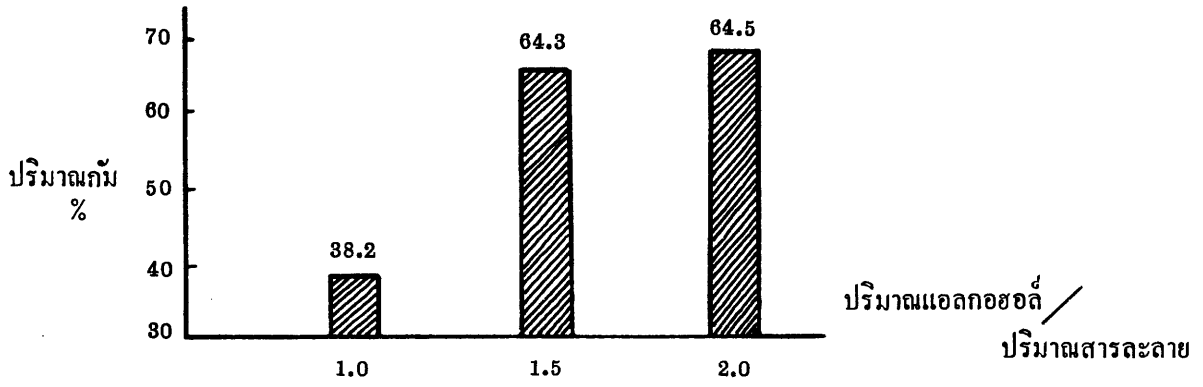
ภาพที่ 4 ผลการใช้เอนไซม์ต่อความหนืดของกัมที่สกัดของผงเมล็ดมะขามที่มีขนาดต่างกัน

3. การตกตะกอน

จากการศึกษาที่ผ่านมาการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์นับว่าจะให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบทั้งปริมาณกัมที่ผลิตได้และต้นทุนในการผลิต ฉนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาเฉพาะความผันแปรของปริมาณแอลกอฮอล์ต่อสาร ปริมาณการสกัดซึ่งได้จากการสกัดกัมจากเมล็ดมะขามแล้ว ผลการทดลองแสดงในภาพ 5 คือการใช้อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อสารละลายกัมประมาณ 1 ต่อ 1.5 เท่า ซึ่งให้ปริมาณกัมได้ถึง 64.32% ในขณะเดียวกันการเพิ่มแอลกอฮอล์ให้สูงขึ้นจะให้ผลของปริมาณกัมไม่เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

4. ส่วนประกอบของเจลโลสและเมล็ดมะขามผง

จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบอย่างคร่าวๆของเมล็ดมะขามผงที่ผ่านการปอกเปลือกแล้ว และกัมเจลโลสที่สกัดได้จากผงแป้งเมล็ดมะขาม ปรากฏว่ามีส่วนประกอบต่างๆ ดังตารางที่ 3



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณกัมที่สกัดได้โดยการใช้ปริมาณแอลกอฮอล์แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบส่วนประกอบของเมล็ดมะขามผงและกัมที่สกัดได้จากเมล็ดมะขามผง

ส่วนประกอบ %	เมล็ดมะขามผง	กัม (เจลโลส)
ความชื้น	5.19	8.74
โปรตีน (×6.25)	16.11	13.43
คาร์โบไฮเดรท		
แป้ง	58.72	29.44
อื่นๆ	18.13	55.71
ไขมัน	7.04	1.42
เถ้า	1.30	0.04
เส้นใย	1.24	0.15

โดยทั่วไปจะเห็นว่าส่วนของคาร์โบไฮเดรทที่ไม่ใช่แป้งซึ่งให้คุณสมบัติเป็นกัมนั้นเพิ่มขึ้นมากในเจลโลส ตรงกันข้ามกับปริมาณไขมันจะลดลงเป็นผลทำให้ความคงตัวในการเก็บรักษาเพื่อการใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น นอกจากนั้น ทั้งปริมาณคาร์โบไฮเดรทและปริมาณเถ้าก็อยู่ในระดับที่ดีกว่าข้อกำหนดตามมาตรฐานสากล (Rao, 1965) คือมีคาร์โบไฮเดรทไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 และมีเถ้าไม่เกินร้อยละ 3

สรุป

จากการเปรียบเทียบวิธีการปอกเปลือกและการสกัดกัมจากเมล็ดมะขามปรากฏว่า

1. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการปอกเปลือกเมล็ดมะขามคือ การนำเมล็ดมะขามไปอบแห้งที่ 105° ซ 15 นาที แล้วนำมาแช่ในสารละลายกรดกำมะถัน 1.0 โมล่า เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะให้ปริมาณเมล็ดมะขามที่ปอกเปลือก

แล้วถึงร้อยละ 52.5% เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วจะให้เนื้อเมล็ดมะขามถึงร้อยละ 77.05

2. ขนาดของเมล็ดมะขามบดเพื่อการสกัดเจลโลส ปริมาณกัมที่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดที่เล็กลง

3. การสกัดเจลโลสจากผงแป้งเมล็ดมะขามโดยการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วนสารละลายผงแป้งเมล็ดมะขาม 5% ต่อแอลกอฮอล์ประมาณ 1 ต่อ 1.5 ส่วน จะได้กัมถึงร้อยละ 64.3

4. การใช้เอนไซม์ไดแอสเทสเข้าช่วยการสกัดจะทำให้ได้ปริมาณกัมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 87 และความหนืดสูงด้วย

5 ส่วนประกอบของกัมเจลโลสที่วิเคราะห์ได้ มีความชื้นร้อยละ 8.75 โปรตีนร้อยละ 13.43 แป้งร้อยละ 29.44 คาร์โบไฮเดรทอื่นที่เป็นกัมร้อยละ 55.71 ไขมันร้อยละ 1.42 เถ้าร้อยละ 0.4 และเส้นใยร้อยละ 0.15

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร 2525 สถิติการเกษตร กำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการพิมพ์

AOAC 1970. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11th ed, Washingtion, D.C.

Johanson, L. and L. Kashemsanta. 1969. Industrial uses of tamarind separation of temarind seed tistae. ASRCT.

Rao, P.S. 1959. Tamarind industrial gum. Polysaccharides and Other Derivatives, edited by R.L. Whistler, and J.N. Be Miller, New York : Academic Press, 461-504.