บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผล

กัมจากเมล็ดทุเรียนที่สกัดด้วยกรดอะซิติกและทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน มีปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดเท่ากับ 8.24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์คุณลักษณะด้านต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น 8.29 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 5.86 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการดูดซับน้ำ 1.26 เปอร์เซ็นต์ และความสามารถในการละลาย 68.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ค่าสีของกัมจากเมล็ดทุเรียนโดยแสดงเป็นค่า L* a* b* พบว่ามีค่า 54.01, 8.70 และ 22.35 ตามลำดับ การนำกัมจากเมล็ดทุเรียนไปประยุกต์ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม จะส่งผลให้อัตราการขึ้นฟูเพิ่มมากขึ้นแต่อัตราการละลายลดลง

2. อภิปรายผล

2.1 กระบวนการสกัดกัมจากเมล็ดทุเรียน

งานวิจัยของจารุเนตร เชี่ยงหลิว, ทิพวรรณ ยืนยงค์ และภัทร ภุมรินทร์ (2549) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว สภาวะที่สกัด คือ อุณหภูมิในการแช่ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่ 15 และ 30 นาที และอุณหภูมิในการอบแห้ง 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าสภาวะที่เหมาะในการสกัด คือ อุณหภูมิในการแช่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำมาทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด 2.81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอุณหภูมิในการแช่และระยะเวลาในการแช่ส่งผลให้เมือกจากกระเจี๊ยบเขียวได้ปริมาณผลผลิตที่แตกต่างกัน เมื่อใช้อุณหภูมิในการแช่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ได้ปริมาณผลผลิตเท่ากับ 2.52 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปริมาณผลผลิตที่ได้เท่ากับ 2.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง และอุณหภูมิในการอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส ทำให้สีของเมือกกระเจี๊ยบเขียวมีสีคล้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงทำให้การแตกตัวของสารพอลิแซกคาไรด์ออกมาเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่สามารถทำปฏิกิริยากับกีดอะมิโนที่อาจเกิดจากการแตกตัวของโปรตีนใน อุณหภูมิต่ำเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้นทำให้ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวมีสีคล้ำ

2.2 คุณลักษณะของกัมจากเมล็ดทุเรียน

2.2.1 ปริมาณผลผลิตกัมจากเมล็ดทุเรียน

จากการศึกษาการสกัดกัมจากเมล็ดทุเรียนด้วยกรดอะซิติก พบว่าได้ปริมาณผลผลิตกัมจากเมล็ดทุเรียนเท่ากับ 8.24±1.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการสกัดกัมจาก

เมล็ดสำรองที่สกัดด้วยกรดอะซิติกของมญชุภา กลิ่นสุคนธ์, พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญา และณัฐชา เลาหกุลจิณต์ (2552) ได้ปริมาณผลผลิตกัมจากเมล็ดสำรองเท่ากับ 6.48 เปอร์เซ็นต์ แต่การสกัดกัมจากเมล็ดทุเรียนในการศึกษานี้ได้ปริมาณผลผลิตที่แตกต่างจากการสกัดกัมจากเมล็ดทุเรียนด้วยกรดอะซิติกของ Amin, Ahmad, Yin, Yahya & Ibrahim (2007) ซึ่งได้ปริมาณผลผลิตกัมเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ และมีงานวิจัยของสิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์ (2558) ศึกษาการสกัดกัมจากเมล็ดมะขามด้วยสภาวะต่างๆ คือ กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำร้อน พบว่ามีปริมาณผลผลิตกัมจากเมล็ดมะขามเท่ากับ 17.74 7.73 และ 6.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสกัดกัมจากเมล็ดมะขามด้วยกรดได้ปริมาณผลผลิตสูง เนื่องจากการสกัดกัมจากเมล็ดทุเรียนโดยการใช้กรดในการสกัดนั้นมีประสิทธิภาพมาก เพราะกรดเป็นสารที่มีความรุนแรงในการทำลายโครงสร้างเซลล์ และกลไกการทำงานของกรดนั้นเป็นการทำงานแบบสุ่มและสามารถไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคซิดิกได้

2.2.2 ค่าสีของกัมจากเมล็ดทุเรียน

จากการนำตัวอย่างกัมจากเมล็ดทุเรียนมาวัดค่าสี โดยแสดงผลเป็น ค่า L* a* b* ค่าความสว่าง L* เท่ากับ 54.01±2.56 ค่าความเป็นสีแดง a* มีค่าเท่ากับ 8.70±1.43 และค่าความเป็นสีเหลือง b* มีค่าเท่ากับ 22.35±0.66 ซึ่งกัมจากเมล็ดทุเรียนมีความเป็นสีเหลือง ค่าสีของกัมจากเมล็ดทุเรียนมีความสอดคล้องกับค่าสีของกัมจากเมล็ดมะขามที่สกัดด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 4 นาที ซึ่งมีค่าความสว่าง L* เท่ากับ 52.36±0.006 ค่าความเป็นสีแดง a* มีค่าเท่ากับ 8.72 ±0.02 และค่าความเป็นสีเหลือง b* มีค่าเท่ากับ 22.19±0.05 (วรางคณา สมพงษ์, ภาสกร ธีระศิลป์วีสกุล และคณิน ศรีสาลีสกุลรัตน์, 2559)

2.2.3 ความสามารถในการดูดซับน้ำของกัมจากเมล็ดทุเรียน

การดูดซับน้ำ คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสะสมตัวของสารหรือความเข้มข้นของสารที่บริเวณพื้นผิวหรือระหว่างผิวหน้า (Interface) กระบวนการนี้สามารถเกิดที่บริเวณผิวสัมผัสระหว่าง 2 สภาวะใดๆ เช่น ของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็งหรือของเหลว

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับน้ำของกัมจากเมล็ดทุเรียน พบว่ามีความสามารถในการดูดซับน้ำ คือ 1.26±0.10 เปอร์เซ็นต์ กัมจากเมล็ดทุเรียนมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้น้อยเนื่องจากไซโลกลูแคนจากเมล็ดทุเรียนที่สกัดด้วยกรดจะมีลักษณะเป็นพอลิเมอร์สายสั้นๆที่ได้จากการย่อยด้วยกรด ดังนั้นเมื่ออยู่ในระบบจึงมีความสามารถในการจับน้ำเอาไว้ในโครงสร้างน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการสกัดกัมจากมะขามในสภาวะต่างๆ คือ กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำร้อน พบว่าความสามารถในการดูดซับน้ำเท่ากับ 3.86 9.14 และ 8.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสกัดกัมด้วยกรดทำให้มีความสามารถในการดูดซับน้ำน้อย (สิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์, 2558)

ความสามารถในการดูดซับน้ำของกัมจากพืชมีคุณสมบัติทำให้เกิดเจลและความหนืด ซึ่งความสามารถในการดูดซับน้ำขึ้นอยู่กับขนาดโครงสร้างของโมเลกุล กัมจากเมล็ดพืชเป็นพอลิแซกคาไรค์ (Polysaccharides) ที่ละลายได้ในน้ำและทำให้เกิดเจลแต่ไม่สามารถละลายได้ในไขมัน (Mirhosseini & Amid, 2012)

2.2.4 ความสามารถในการละลายของกัมจากเมล็ดทุเรียน

การละลาย คือ การละลายได้ในสารละลายของเหลวที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ปริมาณของตัวถูกละลายที่สามารถละลายในตัวทำละลายได้จะมีปริมาณจำกัด โดยเรียกสารละลายที่ตัวถูกละลายไม่สามารถละลายเพิ่มได้อีกว่า สารละลายอิ่มตัว (Saturated solution) โดยปริมาณของตัวถูกละลายที่ละลายได้ในสารละลายอิ่มตัว ณ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆเรียกว่า การละลาย (Solubility) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายของกัมจากเมล็ดทุเรียน พบว่ามีความสามารถในการละลาย 68.78±1.31 เปอร์เซ็นต์ ในการศึกษาการสกัดกัมจากเมล็ดมะขามด้วย 3 สภาวะ พบว่าการสกัดด้วยน้ำร้อนมีความสามารถในการละลายมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 86.63 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ไม่ต่างจากการสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่าเท่ากับ 86.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีความสามารถในการละลายน้อยที่สุดมีเท่ากับ 82.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการละลายของกัมจากเมล็ดทุเรียนที่สกัดด้วยกรดแม้ว่ากรดจะมีความสามารถในการทำลายโครงสร้างต่างๆได้ดี แต่กรดทำลายพันธะไกลโคซิดิกเป็นพันธะที่เชื่อมระหว่างมอนอเมอร์ของไซโลกลูแคนได้ ดังนั้นไซโลกลูแคนจากเมล็ดทุเรียนที่สกัดโดยใช้กรดจึงมีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นจึงสามารถเกิดอันตรกิริยากับน้ำได้มากเนื่องมาจากโครงสร้างโมเลกุลมีขนาดเล็กลงและแสดงส่วนที่ชอบน้ำออกมามากขึ้นทำให้มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี (สิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์, 2558)

2.2.5 ปริมาณความชื้นของกัมจากเมล็ดทุเรียน

ความชื้น คือ ค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งในอาหาร เนื่องจากความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยในอาหารและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ กัมจากเมล็ดทุเรียนที่สกัดด้วยกรดอะซิติกเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น พบว่ามีปริมาณความชื้น 8.29±0.91 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้นที่สกัดกัมทุเรียนของ Amin, Ahmad, Yin, Yahya & Ibrahim (2007) มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 17.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นของกัมจากมะขามในการสกัดด้วย 3 สภาวะ ซึ่งการสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์มีปริมาณความชื้นต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 8.20 เปอร์เซ็นต์ การสกัดด้วยน้ำร้อน 8.74 และการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 9.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.2.6 ปริมาณเถ้าของกัมจากเมล็ดทุเรียน

เถ้าหยาบ คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งเหลืออยู่ภายหลังการเผาไหม้ หรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆในอาหารกับออกซิเจนได้เป็นสารประกอบออกไซด์ที่ระเหยได้ เถ้าที่เหลืออยู่เป็นออกไซด์ของแร่ธาตุต่างๆที่ระเหยไม่ได้ เมื่อนำกัมจากเมล็ดทุเรียนมาวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า พบว่ามีปริมาณเถ้า 5.86±0.43 เปอร์เซ็นต์ เถ้ามีปริมาณค่อนข้างสูงเนื่องจากกรดสามารถทำลายโครงสร้างของเซลล์ได้มากจึงทำให้สารต่างๆที่อยู่ภายในเซลล์ออกมาได้มาก ซึ่งปริมาณเถ้าจากกัมทุเรียนของ Amin, Ahmad, Yin, Yahya & Ibrahim (2007) มีค่าเท่ากับ 29.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้าทางการค้าของอะราบิกกัม กัวร์กัม และแซนแทนกัม มีค่าเท่ากับ 1.2 11.9 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์

2.3 ผลของกัมจากเมล็ดทุเรียนต่อคุณลักษณะของไอศกรีม

2.3.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าพีเอช

จากการทดลองผลิตไอศกรีมวานิลาที่มีปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนระดับต่างๆ เมื่อนำมาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าพีเอช (ตารางที่ 4.1) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 25.00 – 25.50 องศาบริกซ์ โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และสำหรับค่าพีเอชพบว่า อยู่ในช่วง 6.35 – 6.78

เมื่อทดลองผลิตไอศกรีมเชอร์เบทที่มีปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนระดับต่างๆ เมื่อนำมาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าพีเอช (ตารางที่ 4.2) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 29.50 – 30.25 องศาบริกซ์ โดยมีแนวโน้มคือเมื่อปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนทุกระดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของปาณิสรา (2559) ซึ่งพบว่าการเพิ่มปริมาณสารให้ความคงตัวเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไอศกรีม สำหรับค่าพีเอช พบว่ามีค่า 4.37 ในทุกระดับของปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-พิษณุโลก

จากการทดลองผลิตไอศกรีมกะทิที่มีปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนระดับต่างๆ ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าพีเอช (ตารางที่ 4.3) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 24.75 – 25.25 องศาบริกซ์ โดยไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนทุกระดับ สำหรับค่าพีเอชมีค่าในช่วง 6.30 – 6.48 สอดคล้องกับงานวิจัยของนันทินา เที่ยงธรรม (2544) กล่าวว่า สารให้ความคงตัวไม่ส่งผลต่อค่าพีเอชของไอศกรีมกะทิ

2.3.2 ค่าโอเวอร์รัน

ค่าโอเวอร์รัน หมายถึง ปริมาณที่เพิ่มขึ้นของส่วนผสมของไอศกรีม หลังจากมีการอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมแล้วทำให้แข็งตัว ไอศกรีมในขณะที่ทำการปั่นไอศกรีมมิกซ์ให้กลายเป็นไอศกรีมจากตารางที่ 4.4 พบว่า ปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนที่เพิ่มขึ้นที่ 0.00, 0.10, 0.20 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีค่าโอเวอร์รันเท่ากับ 53.27, 51.48, 56.17 และ 68.82 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณกัม 0.30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าโอเวอร์รันสูงที่สุด และที่ปริมาณกัม 0.00, 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าโอเวอร์รันยิ่งสูงแสดงว่าการผลิตไอศกรีมมีประสิทธิภาพสูง (ปฐมพร เช้าเจริญ, 2548)

จากตารางที่ 4.5 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนค่าโอเวอร์รันจะเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียน 0.20 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุษา นาคจิรังกูร (2541) พบว่า การผลิตไอศกรีมเชอร์เบทมิกซ์ เมื่อใช้สารให้ความคงตัวเพิ่มมากขึ้นค่าโอเวอร์รันก็จะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากเมื่อปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนเพิ่มมากขึ้นนั้นช่วยให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดมากขึ้นจึงสามารถจับอากาศได้มากขึ้น ส่งผลให้ค่าโอเวอร์รันเพิ่มมากขึ้นความหนืดส่งผลต่ออัตราการขึ้นฟู โดยค่าความหนืดน้อยจะทำให้อัตราการขึ้นฟูมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าความหนืดของส่วนผสมที่ถูกทำให้เย็น ถือเป็นปัจจัยต่ออัตราการขึ้นฟู (วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ, 2531)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียน ค่าโอเวอร์รันจะเพิ่มขึ้น มีค่าอยู่ในชวง 17.37 – 46.23 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิวพร (2550) พบว่า การผลิตไอศกรีมเมื่อใช้สารให้ความคงตัวเพิ่มมากขึ้นค่าโอเวอร์รันก็จะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชวงความหนืดของไอศกรีมมิกซที่เหมาะสม ทำใหไดไอศกรีมที่มีการขึ้นฟูสูง

2.3.3 อัตราการละลาย

เมื่อทำการทดสอบอัตราการละลายในไอศกรีมนมที่มีปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนระดับต่างๆ (ภาพที่ 4.2) เป็นเวลา 45 นาที พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนมากขึ้นทำให้มีอัตราการละลายของไอศกรีมนมช้าลงเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน และที่ปริมาณกัม 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการละลายลดลงมากที่สุด อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียน เป็นการเพิ่มความหนืดให้กับไอศกรีม และทำให้อัตราการละลายช้าลง (จุฑารัตน์ โกวิทยา, 2549)

เมื่อศึกษาผลของปริมาณกัมในไอศกรีมเชอร์เบทต่ออัตราการละลาย ดังภาพที่ 4.3 พบว่าเมื่อปริมาณกัมเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักที่ละลายได้ลดลง แสดงว่าไอศกรีมมีความคงตัวมากขึ้น การเติมกัมเป็นการเพิ่มความคงตัว โดยการเพิ่มความหนืดของไอศกรีม และอัตราการละลายมีความสัมพันธ์กับความหนืดของไอศกรีม หากมีความหนืดสูง จะส่งผลให้อัตราการละลายช้าลงและมีอัตราการละลายน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน (พวงชมพู หงส์ชัย และวรรณวิสา บุญชู, 2558)

เมื่อทำการทดสอบอัตราการละลายในไอศกรีมกะทิ ที่มีปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนระดับต่างๆ ดังภาพที่ 4.4 ซึ่งการเพิ่มปริมาณกัมจากเมล็ดทุเรียนเป็นการเพิ่มความหนืดให้กับไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมีค่าความคงตัวมากขึ้น ส่งผลให้ไอศกรีมละลายช้าลง สอดคล้องกับงานวิจัยของปฐมพร เช้าเจริญ (2548) กล่าวคือ ความหนืดทำให้โครงสร้างของไอศกรีมเกาะตัวกัน มีผลทำให้ไอศกรีมละลายช้าลง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี