

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์

กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยไข่ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เป็นกล้วยที่อยู่ในระยะดิบ โดยมีเปลือกของผลชัดเจน และมีเปลือกที่มีสีเขียวไม่มีสีเหลืองปน อยู่ในระยะการสุกที่ 1 กล้วยทั้งสามพันธุ์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ประมาณ 3 เซนติเมตร เนื้อในของกล้วยมีสีขาว และมีอนุภาคสีดำ ขนาดเล็กอยู่บริเวณกลางผล

เมื่อนำมาผลิตเป็นแป้งพบว่า กล้วยหอมทองได้ปริมาณของผลได้ ซึ่งคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเปียกของกล้วยทั้งผล มากที่สุด คือ ร้อยละ 56.50 รองลงมาคือ กล้วยน้ำว้า ได้ร้อยละ 54.50 ส่วนกล้วยไข่ ให้ร้อยละปริมาณของผลได้น้อยที่สุด คือ 48.12 แป้งกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ คือ แป้งกล้วยน้ำว้า แป้งกล้วยหอมทอง และแป้งกล้วยไข่ ให้ร้อยละปริมาณของผลได้ของสตาร์ช เท่ากับ ร้อยละ 33.18, 30.37 และ 29.67 ตามลำดับ

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยมีค่าแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ โดย แป้งกล้วยทุกชนิดมีความชื้นใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 6 มีโปรตีน ร้อยละ 1.88-4.47 ไขมัน ร้อยละ 1.56-4.88 และเถ้า ร้อยละ 2.40-4.44 ส่วนสตาร์ชจากกล้วยที่ผลิตได้ มีความชื้น ร้อยละ 7 มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 0.17-0.21 ไขมัน 0.03-0.12 และเถ้า 0.05-0.13 สตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีปริมาณแอมิโลส มากที่สุด คือ ร้อยละ 28.03 สตาร์ชกล้วยไข่มีปริมาณแอมิโลสร้อยละ 20.32 ส่วนสตาร์ชกล้วยหอมทองมีปริมาณแอมิโลสน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 13.36 เมื่อนำสตาร์ชมาตรวจสอบสตาร์ชที่เกิดความเสียหาย พบว่า สตาร์ชที่ทำการผลิตได้มีปริมาณสตาร์ชที่เกิดความเสียหายร้อยละ 0.3-0.6 โดยสตาร์ชกล้วยหอมมีปริมาณสตาร์ชที่เกิดความเสียหายมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.646 เมื่อนำมาตรวจสอบปริมาณ resistant starch พบว่า โดยแป้งจะมีปริมาณ resistant starch ร้อยละ 14.56-19.47 ส่วนสตาร์ชมีปริมาณ resistant starch ร้อยละ 34.94-41.66

สมบัติทางกายภาพของแป้ง และสตาร์ชกล้วยที่ทำการตรวจสอบ คือ สีและดัชนีความขาว พบว่า แป้งกล้วยจะมีค่าความสว่าง (L) เท่ากับ 77-78 มีค่า a เป็นลบ ซึ่งหมายถึงมีลักษณะเป็นสี

แดง -0.94 ถึง -1.32 และค่า b ซึ่งแสดงความเป็นสีเขียว 19-21 กลุ่มสสารจะมีค่าความสว่างมากกว่าแป้ง คือ 97-98 มีค่า a 0.20-0.35 ค่า b 0.36-0.63 เมื่อนำมาคำนวณค่าดัชนีความขาวพบว่า มีค่าดัชนีความขาวของสสารเท่ากับ 97-98 ในขณะที่แป้งมีค่าดัชนีความขาวเท่ากับ 68-72

รูปร่างของเม็ดสสารมีหลายแบบ และหลายขนาด ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ โดย สสารกล้วยน้ำว้าจะมีทั้งลักษณะ กลม ขาวรี เปลือกหอย ส่วนสสารกล้วยหอมทองมีลักษณะเม็ดสสารส่วนใหญ่เป็นแบบขาวรี และมีลักษณะกลมบ้างเล็กน้อย ส่วนสสารกล้วยไข่ มีลักษณะค่อนข้างกลม และคล้ายเปลือกหอย ขนาดของเม็ดสสารโดยเฉลี่ย 10-60 ไมโครเมตร

กำลังการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้ง และสสารจากกล้วยทั้งสามชนิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แป้งกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ มีค่ากำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ประมาณ 16 กรัมต่อน้ำหนักตัวอย่างแห้ง ส่วนสสารมีค่ากำลังการพองตัวที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ เท่ากับ 23-29 กรัมต่อน้ำหนักตัวอย่างแห้ง สำหรับค่าการละลายของแป้งและสสารจากกล้วยดิบ พบว่า การละลายจะมีแนวโน้มเดียวกันกับกำลังการพองตัว คือเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยความสามารถในการละลายของแป้งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงร้อยละ 17-22 ส่วนสสารอยู่ในช่วง ร้อยละ 12-16

สมบัติเชิงความร้อนของแป้ง และสสารจากกล้วยที่ศึกษาด้วยเครื่อง DSC พบว่า แป้งสสารของกล้วยดิบทุกสายพันธุ์ มีช่วงอุณหภูมิที่เกิดเจลในเซชัน เท่ากับ 73.96-86.18 องศาเซลเซียส และ 70.70-81.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าพลังงานการสลายโครงสร้างผลึกของแป้งทุกชนิดพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน คือ 15 จูลต่อกรัมตัวอย่างแห้ง ในกลุ่มสสารพบว่ามีค่าพลังงานมากกว่าโดยสสารกล้วยน้ำว้ามีค่าพลังงานการสลายโครงสร้างผลึกมากที่สุด คือ 19.62 จูลต่อกรัม น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

แป้ง และสสารจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ มีช่วงอุณหภูมิการเกิดรีโทรเกรเดชัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน เท่ากับ 44.46-76.23 องศาเซลเซียส และ 44.57-78.0 องศาเซลเซียส สำหรับแป้งและสสารตามลำดับ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 21 วัน แป้งมีช่วงอุณหภูมิการเกิดรีโทรเกรเดชันเท่ากับ 43.69-76.66 องศาเซลเซียส และ 44.13-76.59 องศาเซลเซียส สำหรับกลามสสาร ค่าพลังงานการสลายโครงสร้างผลึกของตัวอย่างแป้งที่เกิดรีโทรเกรเดชันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีความน้อยกว่า ที่ 21 วัน ซึ่งตัวอย่างเจลสสารกล้วยไข่มีค่าพลังงานในการสลายโครงสร้างผลึกมากที่สุดที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 21 วัน เท่ากับ 16.25 จูลต่อ

กรรมน้ำหนักแห้ง ร้อยละการเกิดริ้วรอยเรขาคณิตของตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งในกลุ่มแป้งมีค่าใกล้เคียงกันทั้งที่เก็บ 7 วัน และ 21 วัน ส่วนในกลุ่มสตาร์ชพบว่า สตาร์ชกล้วยไข่มีร้อยละการเกิดริ้วรอยเรขาคณิตมากที่สุดทั้งที่เก็บ 7 วัน (ร้อยละ 76.50) และ 21 วัน (ร้อยละ 87.49)

แป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 7-12 มีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นเกิดความหนืด ความหนืดสูงสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย และค่าเชตแบค เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น โดย แป้ง และสตาร์ชจากกล้วยดิบมีอุณหภูมิเริ่มต้นเกิดความหนืด อยู่ในช่วง 75.45-78.43 องศาเซลเซียส และ 75.43-79.16 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความหนืดสูงสุดของแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-9 แป้งกล้วยหอมทองมีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าแป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยไข่ (967.0-2,470.5 เซนติพอยส์) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 12 แป้งกล้วยไข่มีค่าความหนืดสูงสุดมากที่สุด (3,847 และ 6,990 เซนติพอยส์) ในกลุ่มสตาร์ช พบว่า สตาร์ชกล้วยไข่ค่าความหนืดสูงสุด (1,631-8,770 เซนติพอยส์) มากกว่าสตาร์ชกล้วยน้ำว้า (1,247-6,862.50 เซนติพอยส์) และสตาร์ชกล้วยหอมทอง (1,585-8,086.5 เซนติพอยส์) ทุกระดับความเข้มข้น ($p \leq 0.05$) ค่าความหนืดลดลงของตัวอย่างมีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่าความหนืดสูงสุด ตัวอย่างแป้งกล้วยมีค่าความหนืดลดลงที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-12 อยู่ในช่วง 247.50-3,480 เซนติพอยส์ ในกลุ่มสตาร์ช พบว่า สตาร์ชกล้วยไข่มีค่าความหนืดลดลงมากที่สุด (301-4,660.5 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) ค่าความหนืดสุดท้าย ในกลุ่มของแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-10 แป้งกล้วยหอมทองมีค่าความหนืดสุดท้ายมากที่สุด (1,250-4,128 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 12 แป้งกล้วยน้ำว้า มีค่าความหนืดสุดท้ายสูงสุด (6,203.5 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) ในกลุ่มของสตาร์ชที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-8 สตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีความหนืดสุดท้ายต่ำที่สุด (1,596.5-3,134 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) แต่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10-12 สตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีค่าความหนืดสุดท้ายมากที่สุด (5,007.5 และ 5,987 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) ค่าเชตแบค ในกลุ่มของแป้ง พบว่า แป้งกล้วยหอมทองมีค่าเชตแบคสูงสุด ที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-10 (590-1,353 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) ส่วนที่ความเข้มข้นร้อยละ 12 แป้งกล้วยน้ำว้ามีค่าเชตแบคสูงสุด (2,794.5 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) ในกลุ่มสตาร์ชที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-8 สตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีค่าเชตแบคต่ำที่สุด (558.5-1,501.5 เซนติพอยส์) และมียค่าสูงสุดเมื่อตัวอย่างมีความเข้มข้นร้อยละ 9-10 (2,650-3,043 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$) แต่สำหรับที่ความเข้มข้นร้อยละ 12 ค่าเชตแบคมีค่าลดลงจากค่าเชตแบคของตัวอย่างสตาร์ชที่มีความเข้มข้นร้อยละ 7-10 โดยตัวอย่างสตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีค่าเชตแบคสูงสุด (886 เซนติพอยส์) ($p \leq 0.05$)

ผลของการคืนรูปจากการแช่เยือกแข็งของเจลแป็ง และเจลสตาร์ชกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า เมื่อรอบการแช่แข็งเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างจะมีปริมาณของน้ำที่เหวี่ยงแยกออกมามากขึ้น โดยเจลของ แป็งกล้วยหอมทองที่ไม่ผ่านการแช่แข็งมีปริมาณน้ำที่เหวี่ยงแยกออกมามากกว่าเจลแป็งกล้วยน้ำว้า และเจลแป็งกล้วยไข่ (ร้อยละ 3.83, 2.27 และ 2.58 ตามลำดับ) ($p \leq 0.05$) เมื่อผ่านการแช่แข็ง และมีการคืนรูป 1 และ 2 รอบ อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่สามารถเหวี่ยงออกจากเจลแป็ง กล้วยหอมทอง (ร้อยละ 10.95 และ 20.81) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าเจลแป็งกล้วยน้ำว้า (ร้อยละ 20.42 และ 45.35) และเจลแป็งกล้วยไข่ (ร้อยละ 19.96 และ 37.46) ($p \leq 0.05$) ในกลุ่มสตาร์ชพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่เหวี่ยงออกน้อยกว่ากลุ่มของแป็ง ซึ่งเจลที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง ปริมาณน้ำที่เหวี่ยงออกน้อยที่สุด (ร้อยละ 1.20-1.40) เมื่อผ่านการแช่เยือกแข็ง และมีการคืนรูป 1 และ 2 รอบ พบว่า ส่วนสตาร์ชกล้วยหอมทองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (ร้อยละ 6.54 และ 16.02) ($p \leq 0.05$)

เนื้อสัมผัสของเจลที่ได้จากแป็ง และสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์พบว่าตัวอย่างเจลจากแป็ง กล้วยไข่มีค่าความแข็ง (hardness) มากที่สุด (538.97 กรัม) และเจลแป็งกล้วยน้ำว้า ที่มีค่าความแข็ง น้อยที่สุด (212.32 กรัม) เมื่อพิจารณาในกลุ่มสตาร์ช พบว่า เจลสตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีค่าความแข็งมาก ที่สุด (956.69 กรัม) และเจลสตาร์ชจากกล้วยหอมทองที่มีค่าต่ำที่สุด (ร้อยละ 596.35 กรัม) ค่าความ เกาะติดกัน (cohesiveness) ของเจลแป็งกล้วยไข่มีค่าความเกาะตัวกันมากกว่าเจลแป็งกล้วยหอม ทอง และเจลแป็งกล้วยน้ำว้า (0.57, 0.48 และ 0.38 ตามลำดับ) ($p \leq 0.05$) สำหรับในกลุ่มของสตาร์ช พบว่า สตาร์ชกล้วยน้ำว้า (0.81) มีค่าความเกาะตัวกันสูงกว่า เจลสตาร์ชกล้วยไข่ (0.70) และเจล สตาร์ชกล้วยหอมทอง (0.64) ($p \leq 0.05$) ค่าความยากง่ายในการเคี้ยว (gumminess) เจลแป็งกล้วยไข่มี ความยากในการเคี้ยวมากที่สุด (316.76) ($p \leq 0.05$) ส่วนกลุ่มของสตาร์ช พบว่า เจลสตาร์ชกล้วย น้ำว้ามีค่าความยากง่ายในการเคี้ยวมากที่สุด (777.67) ($p \leq 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาวิธีการผลิตแป้ง และสกัดสตาร์ชจากกล้วย ซึ่งอาจใช้กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งในการผลิตแป้ง เพื่อลดปัญหาด้านการเกิดสีน้ำตาลในแป้ง หรืออาจสกัดสตาร์ชจากผลกล้วยสด โดยไม่ต้องมีการทำเป็นแป้งก่อน เพื่อให้ได้ปริมาณร้อยละของผลได้ของสตาร์ชมากขึ้น
2. ควรมีการศึกษาด้านผลของสภาวะการแปรรูป เช่น การใช้ความร้อน ต่อปริมาณ resistant starch ที่มีอยู่ในแป้ง และสตาร์ชจากกล้วยดิบ
3. การใช้ความร้อนในอุตสาหกรรมอาหาร อาจทำให้ปริมาณของ resistant starch ลดลง หากผู้ผลิตต้องการสมบัติด้านความเป็น resistant starch ของแป้ง และสตาร์ชกล้วยอาจทำให้เพิ่มขึ้นได้ โดยการทำการดัดแปรแป้ง และสตาร์ช ซึ่งอาจใช้ความร้อน ร่วมกับความดัน (autoclaving) เพื่อเปลี่ยน resistant starch จากชนิดที่ 2 เป็นชนิดที่ 3
4. การดัดแปรสตาร์ชจากกล้วยดิบอาจมีความเป็น เพื่อให้แป้ง และสตาร์ชจากกล้วยดิบสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ทุกชนิด โดยเฉพาะ ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง