



กระทรวงการอุดมศึกษา  
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation



# Thailand Research Expo: **Symposium** **2020** Proceedings

**มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2563**

(Thailand Research Expo 2020)

ระหว่างวันที่ 2 - 6 สิงหาคม 2563

ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์

และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ

978-974-326-679-9



ชื่อเรื่อง : ผลของแซนแทนกัมและผงลูกเดี๋ยยต่อระยะเวลาการคืนตัวและการคงตัวของผงกล้วยขงต้ม  
 Title : The effect of xanthan gum and Job's tears powder on rehydration time and stabilization of banana drink powder

ชื่อผู้นิพนธ์ : นางวันดี แก้วสุวรรณ  
 สังกัด : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
 ชื่อแหล่งทุน : สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ  
 ผู้วิจัยร่วม : นางสาวอุษา น้อยจันทร์ และนางจีราภรณ์ สังข์ผุด  
 สังกัด : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

### บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ผงกล้วยขงต้ม เป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้า นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยขงต้ม ในการวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาระยะเวลาในการคืนตัว (rehydration time) และการคงตัวของผลิตภัณฑ์ด้วยค่าดัชนีการแยกชั้น (separation index: SI) ด้วยการศึกษาระดับของการใช้แซนแทนกัมที่ระดับ 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1% ของส่วนผสม ร่วมกับผงลูกเดี๋ยยชนิดดิบและคั่ว ในระดับ 0, 9.25, 9.50, 9.75 และ 10% นำผงกล้วยขงต้ม 20 กรัม ผสมกับน้ำร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส ศึกษาระยะเวลาในการคืนตัวที่ 3, 5, 7 และ 9 นาที พบว่า การคืนตัว มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) จากการผสมที่ 3, 5, 7 และ 9 นาที และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อทำการศึกษาดัชนีการแยกชั้น (SI) เพื่อทดสอบคุณสมบัติการคืนตัว โดยการผสมที่ 7 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นาน 20 นาที ดัชนีการแยกชั้นมีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) พบว่า treatment 6 มีดัชนีการแยกชั้นของผงกล้วยขงต้มสูงที่สุดเท่ากับ 0.32 รองลงมาคือ treatment 1 และ 7 เท่ากับ 0.18 และ 0.14 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ผงกล้วย, กล้วยน้ำว้า, ลูกเดี๋ยย, อาหารเพื่อสุขภาพ

### Abstract

Banana drink powder in this research is a product from "Kluai Namwa". The research study the rehydration time and stabilization value were studied by separation index (SI) of the product. The product combination varied the level of xanthan gum at 0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1% together with raw and roasted Job's tears powder at the level of 0, 9.25, 9.50, 9.75 and 10%. The study started from preparing 20 g of banana powder mixed in hot water 90 celsius and study the rehydration time at 3, 5, 7 and 9 minutes. The result show that the rehydration time had a statistical significance difference ( $p < 0.05$ ). For the result of separation index (SI) when the rehydration time was 7 minutes and left the product at room temperature for 20 minutes, treatment 6 showed the significance highest of separation index ( $p < 0.05$ ) which was 0.32 following by treatment 1 and 7 which was 0.18 and 0.14, respectively

Keyword : Banana powder Banana, Job's tears, healthy food

E-mail address : wan\_deekaew@hotmail.com

## คำนำ

ผงกล้วยขงตี๋ม ได้จากการนำกล้วยดิบทำให้แห้งแล้วบดเป็นแป้ง กล้วยดิบช่วยกระตุ้นเซลล์ในเยื่อบุกระเพาะ ให้หลั่งสารมิวซินออกมาช่วยเคลือบกระเพาะ พร้อมกับหลั่งสารเซโรโทนิน ซึ่งยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ส่วนสารแทนนินในกล้วยดิบช่วยยับยั้งอาการท้องเสีย Nugent (2005); Sajilata *et al.* (2006) ได้จำแนกแป้งกล้วยเป็นแป้งในกลุ่ม resistant starch (RS) ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อสภาวะการย่อยในลำไส้เล็ก และเมื่อถูกส่งไปยังลำไส้ใหญ่จะเป็นสารตั้งต้นให้แก่จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ Escarpa *et al.* (1996) พบว่า แป้งกล้วยมีคุณสมบัติเป็น RS ที่ดี แป้งกล้วยจัดเป็น prebiotic นอกจากนี้เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการพองตัวใสและละลายน้ำได้ดี ยังเป็นแหล่งสารประกอบพวกฟีนอลิก (phenolic compounds) (Vergara-Valencia *et al.*, 2007) แต่หากแป้งสุก และคูดซิมได้

แป้งกล้วย เป็นแหล่งที่อุดมไปสารอาหาร มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของกล้วย พบว่ากล้วย 1 ผล สามารถให้พลังงานประมาณ 100 แคลอรี มีน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิด คือ ซูโครส ฟรุคโทส และกลูโคส รวมทั้งเส้นใยและกากอาหาร กล้วยอุดมด้วยวิตามินบี 6 ที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน มีแร่ธาตุ เช่น แมกนีเซียมและโพแทสเซียม ที่ช่วยป้องกันโรคความดัน และกรดอะมิโนที่สำคัญ เช่น อาร์จินิน และฮีสตีดิน ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของทารก (นรินทร์ เจริญพันธ์, 2557)

ลูกเดือย เป็นธัญพืชมี 2 ชนิด คือลูกเดือยข้าวเหนียว (glutinous type) และลูกเดือยข้าวเจ้า (non-glutinous type) ลูกเดือยช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความอ้วน และอาจมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งลำไส้ เป็นต้น ลูกเดือยอุดมไปด้วยสารอาหารหลากหลายชนิด เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ โพลีฟีนอล กรด ปาล์มมิติกและกรดไลโนเลอิก เป็นต้น และลูกเดือยยังปราศจากกลูเตน (Khongjeamsiri *et al.*, 2011) ลูกเดือย 100 กรัม ประกอบด้วยพลังงาน 380 แคลอรี น้ำ 11.2 กรัม โปรตีน 15.4 กรัม ไขมัน 6.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 65.5 กรัม ไฟเบอร์ 0.8 กรัม และ เถ้า 1.5 กรัม และเป็นแหล่งแคลเซียม โพแทสเซียม และเหล็ก ลูกเดือยยังเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญ คือ ไทอะมิน 0.28 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.19 5 มิลลิกรัม และไนอะซิน 4.3 มิลลิกรัม (Duke, 1983) เมื่อเทียบองค์ประกอบทางเคมีของแป้งลูกเดือยพันธุ์ข้าวแบบเต็มเมล็ด (whole grain flour) สุนันทา ทองทา (2554) พบว่า แป้งลูกเดือยเมล็ดพันธุ์เปลือกขาวมีปริมาณ โปรตีน 13.57% ไขมัน 5.18% เถ้า 1.72% และปริมาณใยอาหารทั้งหมด (TDF) 2.14% และเป็นแหล่งไขมันที่จำเป็นชนิดที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิกและกรดลิโนเลอิก สูงถึง 84% และกรดไขมันชนิดอิ่มตัว เช่น ปาล์มมิติกและสเตียริก 16% และสารอื่นที่พบในลูกเดือยเท่านั้นคือ สารคอกลีโนไซด์ (Coxenolide) ซึ่งมีสรรพคุณในการยับยั้งการเกิดเนื้องอก ดังนั้น ลูกเดือยจึงเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับคนทุกคน นอกจากนี้การรับประทานลูกเดือยเป็นประจำจะช่วยบำรุงม้าม บำรุงเลือด และช่วยบำรุงการทำงานของไตอีกด้วย

แซนแทนกัม เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภท hetero poly saccharide ที่เป็นสายพอลิเมอร์ของ  $\beta$ -D-glucose โดยทุก ๆ 2 โมเลกุลของกลูโคส (glucose) เชื่อมต่อกับกิ่งของ tri-saccharide ที่เกิดจากน้ำตาลแมนโนส (mannose) 2 โมเลกุล และกรดกลูคูโรนิก (glucuronic acid) 1 โมเลกุล โมเลกุลของแมนโนสที่อยู่ติดกับสายหลักมีเอสเทอร์ของกรดอะซิติคที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 และแมนโนส ที่ตำแหน่งปลายของ tri-saccharide มีกรดไพรูวิกเชื่อมต่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 4 และ 6 แซนแทนกัมมีคุณสมบัติความสามารถละลายน้ำได้ดี ให้ความหนืดแบบ non Newtonian fluid โดยมีพฤติกรรมเป็นแบบ shear thinning fluid (Sharma. *et al.*, 2006)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาการคืนตัว (rehydration time) และการคงตัวของผลิตภัณฑ์ผงกล้วยขงตี๋มด้วยดัชนีการแยกชั้น (separation index: SI) ซึ่งจะเป็นแนวทางการพัฒนาสูตรในการทำผลิตภัณฑ์ผงกล้วยขงตี๋ม ซึ่งใช้กล้วยน้ำว้าเป็นวัตถุดิบหลักของลูกเดือยเพื่อให้มีคุณสมบัติด้านเครื่องตี๋มเพื่อสุขภาพและแซนแทนกัมทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ละลายได้ดีและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และเพิ่มโอกาสทางการเพิ่มรายได้แก่ผลิตภัณฑ์ชุมชนของกลุ่มกล้วยขงตี๋ม 3 ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาระยะเวลาการคินตัวและการคงตัวของผงกล้วยขงต้ม โดยการผสมส่วนผสมกับน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกวนให้เข้ากัน ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของการละลายตัวของตัวอย่างจึงใช้การกวนด้วย magnetic bar

### 1. การเตรียมผงกล้วยน้ำว้า

1.1 การเตรียมผงกล้วย โดยการนำกล้วยน้ำว้าสุกประมาณ 80% ตัดแต่งหรือออกจากเครื่องทิ้งไว้ 24 - 48 ชั่วโมง ตัดขั้วและแช่ในน้ำเปล่า กรีดเปลือกตามยาวผล แช่ในกรดซิตริก 0.1% ปอกเปลือกและตัดแต่งนำเปลือกออกให้หมด จึงนำไปสไลด์ สะเด็ดน้ำและในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 3 - 4 ชั่วโมง หรือจนแห้งสามารถนำแผ่นกล้วยแห้งบดได้โดยบดหยาบก่อน และนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Grinder machine). นาน 1 นาที ร่อนด้วยตะแกรงละเอียด 100 เมช แบ่งกล้วยน้ำว้าที่ได้มีความชื้นเท่ากับ  $7.93 \pm 0.37 a_w$  เท่ากับ  $0.35 \pm 0.004$  ค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  เท่ากับ  $80.50 \pm 0.12$ ,  $0.82 \pm 0.06$  และ  $9.33 \pm 0.05$  ตามลำดับ

1.2 การเตรียมผงลูกเดือยดิบ โดยนำลูกเดือยที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทำความสะอาดด้วยลมเป่า บดละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Grinder machine). ยี่ห้อ Yun Bang รุ่น YB -1000A. นาน 1 นาที ร่อนด้วยตะแกรงละเอียด 100 เมช ได้ผงลูกเดือยดิบที่มีความชื้นเท่ากับ  $12.56 \pm 0.11 a_w$  เท่ากับ  $0.62 \pm 0.001$  ค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  เท่ากับ  $79.53 \pm 0.12$ ,  $0.78 \pm 0.06$  และ  $9.98 \pm 0.05$  ตามลำดับ

1.3 การเตรียมผงลูกเดือยคั่ว โดยนำลูกเดือยที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ล้างสะอาด แช่น้ำ 6 ชั่วโมง สะเด็ดน้ำ และคั่วไฟรอนาน 10 นาที บดละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Grinder machine). ยี่ห้อ Yun Bang รุ่น YB -1000A. นาน 1 นาที และร่อนด้วยตะแกรงละเอียด 100 เมช ได้แบ่งผงลูกเดือยคั่วที่มีความชื้นเท่ากับ  $8.64 \pm 0.11 a_w$  เท่ากับ  $0.59 \pm 0.001$  ค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  เท่ากับ  $78.02 \pm 0.12$ ,  $0.72 \pm 0.06$  และ  $10.33 \pm 0.05$  ตามลำดับ

### 2. การเตรียมส่วนผสมผงกล้วยขงต้ม

ผงกล้วยขงต้มมีทั้งหมด 15 treatment: TR ส่วนผสมประกอบด้วย ผงกล้วยน้ำว้า ผงลูกเดือยดิบ ผงลูกเดือยคั่ว และแซนแทนกัม โดยผงลูกเดือยคิดเป็นร้อยละ 10, 9.75, 9.50 และ 9.25 และแซนแทนกัมร้อยละ 0, 0.25, 0.50 และ 1 (Table 1)

3. การศึกษาการคินตัว โดยศึกษาระยะเวลาในการคินตัว (rehydration time) ดัดแปลงจากวิธีการของ Goula & Adamopoulos (2010) โดยชั่งตัวอย่าง 20 กรัม นำมาคินตัวในน้ำอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ผสมด้วย magnetic bar ที่เวลา 3, 5, 7, 9 และ 11 นาที บันทึกเวลาจนเกิดการคินตัวอย่างสมบูรณ์ สังเกตได้คือผงละลายหมด

4. การศึกษาดัชนีการแยกชั้น (Separation index) ค่าความคงตัว ดัดแปลงจาก Omueti & Ajomale (2005) วิเคราะห์โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการผสมจากการดัดแปลงตามวิธีของ Goula & Adamopoulos (2010) ระยะเวลาที่ละลายได้สมบูรณ์จากผลข้อ (การศึกษากการคินตัว) เทลงในกระบอกตวงขนาด 50 mL บันทึกความวัดความสูงของชั้นตะกอน และส่วนใสที่ได้หลังจากตั้งทิ้งที่อุณหภูมิห้องทุก ๆ 5, 10, 15 และ 20 นาที รายงานความคงตัวของตัวอย่างเป็นค่า ดัชนีการแยกชั้น (Separation index: SI) โดยคำนวณอัตราส่วนของความสูงของชั้นตะกอนและหรือส่วนใสต่อความสูงของเหลวเริ่มต้น

**Table 1** Banana drink powder, mixture of Job's tears powder and xanthan gum.

treatment	Banana powder	Raw Job's tears powder	Roasted Job's tears	xanthan gum
TR1	100			
TR 2	99.75			0.25
TR 3	99.5			0.50
TR 4	99.25			0.75
TR 5	99.0			1.00
TR 6	90.0	10		0
TR 7	90.0		10	0
TR 8	90.0	9.75		0.25
TR 9	90.0		9.75	0.25
TR 10	90.0	9.50		0.50
TR 11	90.0		9.50	0.50
TR 12	90.0	9.25		0.75
TR 13	90.0		9.25	0.75
TR 14	90.0	9.00		1.00
TR 15	90.0		9.00	1.00

5. การตรวจคุณภาพทางเคมี ได้แก่

ความชื้น ตามวิธี A.O.A.C (2000) โดยอบด้วยอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิประมาณ 105 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccators แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด ทำซ้ำจนน้ำหนักของ crucible ที่ชั่งได้คงที่ ชั่งน้ำหนักแบ่ง 1 - 3 กรัม ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccators แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบและทำซ้ำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 - 3 มิลลิกรัม แล้วคำนวณปริมาณความชื้น ดังสมการ (1)

$$\% \text{ ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \quad (1)$$

การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity, aw) วิเคราะห์ค่า aw ตามวิธีของ AOAC (2000) โดยใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตี (Aqualab รุ่น CX3TE) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การวัดค่าสีของแป้งกล้วย ผงลูกเดือยดิบ ผงลูกเดือยคั่ว และผลิตภัณฑ์ผงกล้วยขงตี๋ สามารถวัดค่าสีโดยเครื่องวัดสี HunterLab Colorimeter (ColorFlex) ใช้ระบบ Hunter (L\*, a\* และ b\*) โดยที่ ค่า L\* แสดงความสว่าง มีค่าระหว่าง 0 - 100 ค่า a\* แสดงค่าสีแดง เมื่อมีค่าเป็น บวก และแสดงค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ ส่วนค่า b\* แสดงค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก และแสดงค่าสีน้ำเงินเมื่อ มีค่าเป็นลบ

6. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) สำหรับสมบัติ ทางกายภาพ ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's multiple range test และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows Version 20

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

#### ผลการวิเคราะห์ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสีส่วนผสมผงกล้วยขงตี๋ม พบว่า ค่า L\* แสดงความสว่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยค่า L\* treatment 4 สูงที่สุดเท่ากับ  $80.58 \pm 0.12$  รองลงมาคือ treatment 3 เท่ากับ  $80.54 \pm 1.00$  และน้อยที่สุดคือ treatment 7 เท่ากับ  $78.62 \pm 0.85$  ค่า a\* แสดงค่าสีแดง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดย ค่า a\* treatment 5 สูงที่สุดเท่ากับ  $0.92 \pm 0.16$  รองลงมาคือ treatment 2 เท่ากับ  $0.85 \pm 0.05$  และน้อยที่สุดคือ treatment 14 เท่ากับ  $0.47 \pm 0.04$  ค่า b\* แสดงค่าสีแสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดย ค่า b\* treatment 7 สูงที่สุดเท่ากับ  $10.36 \pm 0.10$  รองลงมาคือ treatment 11 และ 13 เท่ากับ  $10.1 \pm 0.08$  และน้อยที่สุดคือ treatment 4 เท่ากับ  $9.05 \pm 0.14$  (Table 2)

**Table 2** The color of banana drink powder: Hunter system (L\*, a\* and b\*)

treatment	L* <sup>ns</sup>	a*	b* <sup>ns</sup>
1	80.50 ± 0.12	0.82 ± 0.06 <sup>c</sup>	9.33 ± 0.05
2	80.52 ± 0.03	0.85 ± 0.05 <sup>c</sup>	9.64 ± 0.07
3	80.54 ± 1.00	0.84 ± 0.02 <sup>c</sup>	9.35 ± 0.05
4	80.58 ± 0.12	0.81 ± 0.13 <sup>c</sup>	9.05 ± 0.14
5	80.52 ± 0.14	0.92 ± 0.16 <sup>d</sup>	9.17 ± 0.15
6	78.62 ± 0.85	0.65 ± 0.22 <sup>b</sup>	9.86 ± 0.27
7	78.77 ± 0.04	0.61 ± 0.07 <sup>b</sup>	10.36 ± 0.10
8	79.52 ± 0.57	0.63 ± 0.12 <sup>b</sup>	9.82 ± 0.15
9	79.52 ± 0.57	0.63 ± 0.12 <sup>b</sup>	9.82 ± 0.15
10	79.44 ± 0.02	0.63 ± 0.02 <sup>b</sup>	9.70 ± 0.11
11	79.85 ± 0.01	0.58 ± 0.04 <sup>b</sup>	10.1 ± 0.08
12	79.85 ± 0.02	0.53 ± 0.02 <sup>a</sup>	9.70 ± 0.11
13	79.94 ± 0.01	0.53 ± 0.04 <sup>a</sup>	10.1 ± 0.08
14	79.93 ± 0.04	0.47 ± 0.04 <sup>a</sup>	9.66 ± 0.14
15	79.96 ± 0.04	0.49 ± 0.02 <sup>a</sup>	9.57 ± 0.16

หมายเหตุ : ตัวอักษรหลังค่าเฉลี่ยที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
ns ในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

#### ผลการศึกษาค่า aw และความชื้น

ผลการศึกษาค่า  $a_w$  และความชื้น ของผงกล้วยขงตี๋ม อยู่ระหว่าง 0.38 - 0.64 และ 8.38 - 12.56 % ตามลำดับ (Figure 1) treatment 7 มีค่า  $a_w$  สูงที่สุดเท่ากับ 0.64 รองลงมาคือ treatment 12  $a_w$  เท่ากับ 0.64 และ  $a_w$  ต่ำที่สุด คือ treatment 1 เท่ากับ 0.38% ผลการศึกษาความชื้น treatment 3 มีค่า ความชื้น สูงที่สุดเท่ากับ 12.22 รองลงมาคือ treatment 14 ความชื้น เท่ากับ 12.14 และความชื้น ต่ำที่สุด คือ treatment 1 เท่ากับ 8.38%

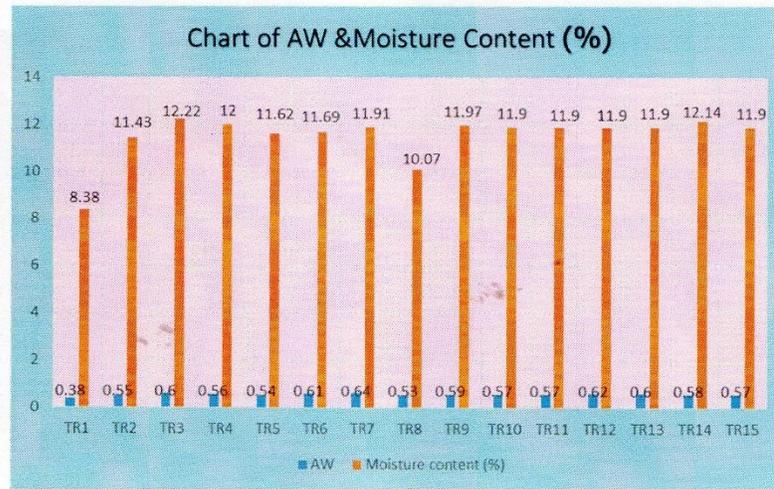


Figure 1. aw and moisture content of banana drink powder

**ผลการศึกษาระยะเวลาการคืนตัว (Rehydration time)**

ผลการศึกษาระยะเวลาการคืนตัว ของตัวอย่างผงกล้วยขงติ่ม พบว่า การผสมที่เวลา 3 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) มีการคืนตัวได้สมบูรณ์ที่ 3 นาที การคืนตัวสูงสุด คือ treatment 7 และ 9 เท่ากับ  $100 \pm 0.00$  รองลงมาคือ treatment 12 และ 8 เท่ากับ  $99.3 \pm 0.07$  และน้อยที่สุดคือ treatment 4 เท่ากับ  $97.4 \pm 0.04$  การผสมที่เวลา 5 นาทีที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) มีการคืนตัวได้สมบูรณ์ที่ 5 นาที คือ treatment 1, 7, 9, 11, 13 และ 15 เท่ากับ  $100 \pm 0.00$  รองลงมาคือ treatment 8 เท่ากับ  $99.7 \pm 0.46$  น้อยที่สุดคือ treatment 4 เท่ากับ  $98.2 \pm 0.24$  การผสมที่เวลา 7 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) มีการคืนตัวได้สมบูรณ์ที่ 7 นาที การคืนตัวสมบูรณ์ คือ treatment 1, 5, 6, 7, 9, 11, 13 และ 15 เท่ากับ  $100 \pm 0.00$  รองลงมาคือ treatment 3 เท่ากับ  $99.6 \pm 0.38$  น้อยที่สุดคือ treatment 4 เท่ากับ  $99.4 \pm 0.25$  การผสมที่เวลา 9 นาทีที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) มีการคืนตัวได้สมบูรณ์ที่ 9 นาที การคืนตัวสมบูรณ์ คือ treatment 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 และ 15 เท่ากับ  $100 \pm 0.00$  รองลงมาคือ treatment 2 และ 12 เท่ากับ  $99.7 \pm 0.04$  และ น้อยที่สุดคือ treatment 4 เท่ากับ  $99.7 \pm 0.21$  และการผสมที่เวลา 11 นาทีที่มีการคืนตัวได้สมบูรณ์ทุก treatment (Table 3) ระยะเวลาในการคืนตัวของผงกล้วยขงติ่ม จะใช้เวลามากขึ้นเมื่อมีส่วนผสมของแซนแทนกัมและจะสมบูรณ์ทุก treatment ที่ 11 นาที ซึ่งจากผลการศึกษาของ กฤติยา เชื้อนเพชร และคณะ (2561) พบว่า การคืนตัวของเครื่องดื่มกล้วยหอมทองผงเพื่อสุขภาพ เท่ากับ 7.10-10.61 นาที เนื่องจากแซนแทนกัม สามารถละลายน้ำได้ดี ให้ความหนืดแบบ non newtonian fluid (Sharma, et al, 2006) จึงทำให้หากใส่มากอาจส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคได้

**ผลการศึกษาดัชนีการแยกชั้น (Separation index: SI)**

การศึกษาดัชนีการแยกชั้น (SI) ที่ 20 นาที พบว่า มีเพียง 3 treatment มีการแยกชั้นเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนใน ส่วนเนื้อเดียวกัน และส่วนตะกอน คือ treatment 6 ผสม 3 นาที มีค่า SI สูงที่สุด เท่ากับ  $0.32 \pm 0.00$  รองลงมาและน้อยที่สุดคือ treatment 1 ผสม 7 นาที และ treatment 7 ผสม 3 นาที มีค่า SI เท่ากับ  $0.18 \pm 0.50$  และ  $0.14 \pm 0.25$  ตามลำดับ (Table 4) และตัวอย่างผงกล้วยขงติ่ม การผสมที่ 11 นาที พบว่า treatment 5, 13 และ 15 ไม่พบการแยกชั้น (Figure 3) การมีส่วนผสมผงกล้วยขงติ่มเพียงอย่างเดียวซึ่งมีแป้งในกลูโมอะไมโลพิกติน ช่วยให้มีการแยกชั้นลดลงเมื่อใช้ร่วมกับแซนแทนกัม นั่นคือจากคุณสมบัติการเป็นสารคงตัวของแซนแทนกัม

การใช้ผงกล้วย 100% (treatment 1) และร่วมกับผงกล้วยขงติ่ม 10% (treatment 6, treatment 7) ไม่สามารถลดการเกิดการแยกชั้นได้สมบูรณ์, แต่การใช้แซนแทนกัม 0.25%- สามารถชะลอการเกิดการแยกชั้นได้ในการศึกษาเบื้องต้นคือ 20 นาที

**Table 3** Percent of rehydration at 3, 5, 7 and 9 minute after adding the powder of banana, Job's tears and xanthan gum

Treatment				Percent of rehydration			
Banana, Job's tears, Roasted Job's tears, xanthan gum				3 min	5 min	7 min	9 min
100	-	-	TR1	99.7 ± 0.02 <sup>abc</sup>	99.7 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
99.75	-	-	0.25 : TR2	98.3 ± 0.04 <sup>d</sup>	99.25 ± 0.24 <sup>d</sup>	99.4 ± 0.60 <sup>b</sup>	99.7 ± 0.04 <sup>b</sup>
99.50	-	-	0.50 : TR 3	97.9 ± 0.02 <sup>e</sup>	98.5 ± 0.50 <sup>e</sup>	99.6 ± 0.38 <sup>b</sup>	99.7 ± 0.09 <sup>b</sup>
99.25	-	-	0.75 : TR 4	97.4 ± 0.04 <sup>f</sup>	98.2 ± 0.24 <sup>e</sup>	99.4 ± 0.25 <sup>b</sup>	99.7 ± 0.21 <sup>b</sup>
9.00	-	-	1.00 : TR 5	98.5 ± 0.045 <sup>d</sup>	99.7 ± 0.10 <sup>ab</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	10.00	-	- : TR 6	98.5 ± 0.06 <sup>d</sup>	99.7 ± 0.11 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	-	-	10.00 : TR 7	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	9.75	-	0.25 : TR 8	99.3 ± 0.07 <sup>c</sup>	99.7 ± 0.46 <sup>b</sup>	99.6 ± 0.06 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	-	9.75	0.25 : TR 9	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	9.50	-	0.50 : TR 10	98.4 ± 0.04 <sup>d</sup>	98.4 ± 0.06 <sup>e</sup>	99.5 ± 0.05 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	-	9.50	0.50 : TR 11	99.5 ± 0.05 <sup>bc</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	9.25	-	0.75 : TR 12	99.3 ± 0.17 <sup>bc</sup>	99.5 ± 0.03 <sup>c</sup>	99.5 ± 0.21 <sup>b</sup>	99.7 ± 0.04 <sup>b</sup>
90.00	-	9.25	0.75 : TR 13	99.5 ± 0.22 <sup>abc</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	9.00	-	1.00 : TR 14	97.6 ± 0.73 <sup>e</sup>	99.2 ± 0.19 <sup>d</sup>	99.5 ± 0.05 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
90.00	-	9.00	1.00 : TR 15	99.70.07 <sup>ab</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
ns ตัวอักษรที่ในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**Table 4** Separation index at 20 minutes of banana drink powder of treatment 1 and 6 mixing time 7 minutes and treatment 7 mixing time 3 minutes

treatment	Separation index		
	Clear liquid	Precipitate	Total
TR 1, 7 minutes	0.80 ± 0.5	0.95 ± 0.50	0.18 ± 0.5
TR 6, 7 minutes	0.18 ± 0.0	0.14 ± 0.00	0.32 ± 0.00
TR 7, 3 minutes	0.6 ± 0.25	0.80 ± 0.25	0.14 ± 0.25

## ผลสรุป

สีของผงกล้วยขงติ่ม มีค่าความสว่างที่สัมพันธ์โดยตรงกับสีของแป้งกล้วยซึ่งเป็นส่วนผสมหลัก ดังนั้นการเตรียมแป้งกล้วยที่จะส่งผลต่อสีของขงติ่ม นั้นคือ หากปรับส่วนผสมส่งผลต่อสีของผลิตภัณฑ์โดยตรง ผลการศึกษาระยะเวลาการคินตัวและดัชนีการแยกตัวของผงกล้วยขงติ่มผสมผงลูกเดือย โดยมีแชนแทนกัมเป็นสารเพิ่มความคงตัวพบว่า การใช้แชนแทนกัมช่วยเพิ่มดัชนีการแยกขึ้นให้กับผลิตภัณฑ์ได้ร่วมกับใช้ส่วนผสมที่มีความละเอียดด้วยการร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช (mesh) การมีส่วนผสมของแชนแทนกัมช่วยเสริมการคินตัวของผงกล้วยขงติ่มผสมผงลูกเดือย และการใช้แชนแทนกัมเพียง 0.25% ก็เพียงพอ หากใช้แชนแทนกัมมากจะเพิ่มความหนืดซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้เช่นกัน แต่ควรคำนึงถึงความชอบของผู้บริโภคเป็นหลัก เช่น แชนแทนกัมมากกว่าหรือเท่ากับ 0.75% ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด หลังจากผสมและวางไว้ 20 นาที ผลิตภัณฑ์จะมีความเหนียวสูง นั้นคือสามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นในรูปแบบของการขงละลายที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืด นอกจากนี้หากมีการบดให้ส่วนผสมละเอียดยิ่งขึ้น เช่น จาก 100 เมช เป็น 120 หรือ 140 เมช จะทำให้อนุภาคของส่วนผสมซึ่งเป็นแป้งมีการพองตัวได้ดียิ่งขึ้น นั่นคือการขงด้วยการคินหรือกวนปกติก็สามารถทำได้ และอาจจะทำให้เพิ่มความหนืดต่อผลิตภัณฑ์ นั่นคือผลจากอนุภาคที่มีขนาดเล็กทำให้การคินตัวได้เร็วขึ้น และดีขึ้นโดยลดการใช้แชนแทนกัม แต่การเตรียมแป้งอาจจะต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการเขย่าตะแกรงซึ่งในระดับชุมชนอาจมีความยุ่งยากมากขึ้น หากต้องการอนุภาคขนาด 140 เมช ซึ่งระดับชุมชนสามารถเลือกใช้ตะแกรงร่อนขนาด 100 - 120 เมช ชนิดมีฝาปิดและมีฐานรองซึ่งใช้ง่าย และสะดวกในการและหาซื้อได้และราคาถูกอีกด้วย

ควรมีการศึกษาต่อจากการทดลองในครั้งนี้ คือ ลดอนุภาคของผงในส่วนผสมควรมีขนาดเท่าไรที่ง่ายต่อการขงที่อุณหภูมิปกติ และการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าใช้แชนแทนกัมได้ที่  $\leq 0.25\%$  นั่นคือ มีขนาดเล็กของขนาดทดลองก็จะเหมาะสมที่จะทดลองการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ สำหรับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย “การจัดการความ การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์” ประจำปี 2563 โครงการการผลิตแป้งกล้วยและผลิตภัณฑ์จากกล้วยและแป้งกล้วย ชุมชนกลุ่มกล้วยกรุงชิง และกลุ่มท่องเที่ยวเชิงเกษตรผสมผสาน 3 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช กลุ่มชุมชนในท้องถิ่นที่คาดหวังการนำไป ประโยชน์จากงานวิจัยนี้ และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สำหรับการอำนวยความสะดวก สะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ

## บรรณานุกรม

- กฤติยา เขื่อนเพชร, เปี่ยมสุข สุวรรณภูฏ, รวิพร พลพิข และรวิภา จารุอรานันท์, 2561. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมทองเพื่อสุขภาพ*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 27(6), 1023- 1037.
- นรินทร์ เจริญพันธ์, 2557. แป้งกล้วย. สืบค้นจาก <http://agri-tech.sakaeo.buu.ac.th/index.php/2014-07-16-08-20-52/item37-2015-08-04-12-06>, 20 เมษายน 2563
- สุนันtha ทองทา, 2554. *คุณสมบัติของคัททะเล, รำและแป้งลูกเดือยเพื่ออาหารสุขภาพ*. กรุงเทพมหานคร: ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาควิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- A.O.A.C., 2000. *Official Methods of Analysis*. 17<sup>th</sup> ed., The Association of Office Analytical Chemists, Virginia.
- Duke, J. A., 1983. *Handbook of Energy Crops* [On-line]. Available: [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy\\_Coix\\_lacrymajobi.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy_Coix_lacrymajobi.html), December 25, 2019

- Escarpa, A., Gonzalez, M C, Manas, E., Garcia-Diz, L. and Saura-Calixto, F., 1996. *Resistant starch formation: Standardization of a high-pressure autoclave process. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 924-928.
- Goula, A.M. and Adamopoulos, K.G., 2010, A new technique for spray drying orange juice concentrate, *Innov. Food Sci. Emerg.* 11(2): 342-351
- Khongjeamsiri, W., Wangcharoen, W., Pimpilai, S., and Daengprok, W., 2011. Development of Job's tears ice cream recipes with carrot juice and pumpkin paste. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 5(3): 390.
- Nugent, A. P., 2005. Health properties of resistant starch, *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 30: 27-54.
- Omu, O and Ajomale, K., 2005. Chemical and sensory attributes of soy-corn milk beverage. *J Biotechnol.*; 4(6): 847-851.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S. and Kulkarni, P.R., 2006. Resistant starch: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5: 1-17.
- Sharma, B. R., Naresh, L., Dhuldhoya, N. C., Merchant, S. U. and Merchant, U. C., 2006. Xanthan gum-A boon to food industry. *Food promotion chronicle*, 1(5), 27- 30.
- Vergara-Valencia N., Granados-Pereza E., Agama-Acevedo, E., Tovar J., Rualesc J. and Bello-Perez L.A. 2007. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT-Food Sci. Technol.* 40(4): 722-729.