

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติของวัสดุดิบ

การวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติของวัตถุดิบ

ก1. การหาปริมาณความชื้น (AACC, 2000) Method44-15A

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1.1.1 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- 1.1.2 ภาชนะใส่ตัวอย่าง (moisture can) ทำด้วยอลูมิเนียม
- 1.1.3 เดซิกเคเตอร์ (desiccator)

1.2 วิธีการวิเคราะห์

ทำแห้งภาชนะใส่ตัวอย่างพร้อมฝา ในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 130 °ซ เป็นเวลา 1 ชม. นำมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็นลง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

ชั่งตัวอย่างแบ่งในภาชนะใส่ตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม นำไปใส่ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมงโดยเปิดฝาภาชนะไว้ เมื่อครบเวลาแล้ว นำออกจากตู้อบ ปิดฝาภาชนะและนำมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ทันที ทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง (ปกติ 45-60 นาที) แล้วจึงนำไปชั่ง คำนวณปริมาณความชื้นจากน้ำหนักที่หายไป โดยที่ A เป็นน้ำหนักที่หายไป (กรัม) และ B เป็นน้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น (moisture)} = (A/B) \times 100$$

ก2. การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส (apparent amylose) (Juliano, 1971)

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 2.1.1 ขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
- 2.1.2 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectronic 22)
- 2.1.3 เครื่องชั่งละเอียด
- 2.1.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

2.2 สารเคมี

2.2.1 เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 95 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยชั่ง NaOH หนัก 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

2.2.3 กรดแอซีติกกลั่น (glacial acetic acid) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยตวงกรดแอซีติกกลั่นเข้มข้นปริมาตร 60 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

2.2.4 แอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง (pure potato amylose) ยี่ห้อ sigma, USA

2.2.5 สารละลายไอโอดีน เตรียมโดยชั่งไอโอดีน (I_2) 0.2 กรัม และ โพแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0 กรัม ผสมสารทั้งสองให้เข้ากันแล้วละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ควรเก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา

2.3 วิธีการวิเคราะห์

2.3.1 ชั่งตัวอย่างสตาร์ชข้าว 0.1000 กรัม ใส่ในขวด (flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท (คอนยักกลูโคแมนแนนไม่มีการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส)

2.3.2 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ เพื่อเกลี่ยแบ่งให้กระจายออก ระวังอย่าให้แข็งขึ้นมาเกาะตามผนังขวด

2.3.3 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล จำนวน 9 มิลลิลิตร พร้อมทั้งล้างแบ่งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด

2.3.4 นำแบ่งไปให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

2.3.5 ถ่ายแบ่งลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยใช้ล้าง 2-3 ครั้ง เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากัน

2.3.6 ดูดน้ำแบ่งปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

2.3.7 เติมกรดแอซีติกกลั่นความเข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน จำนวน 2 มิลลิลิตร

2.3.8 เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที

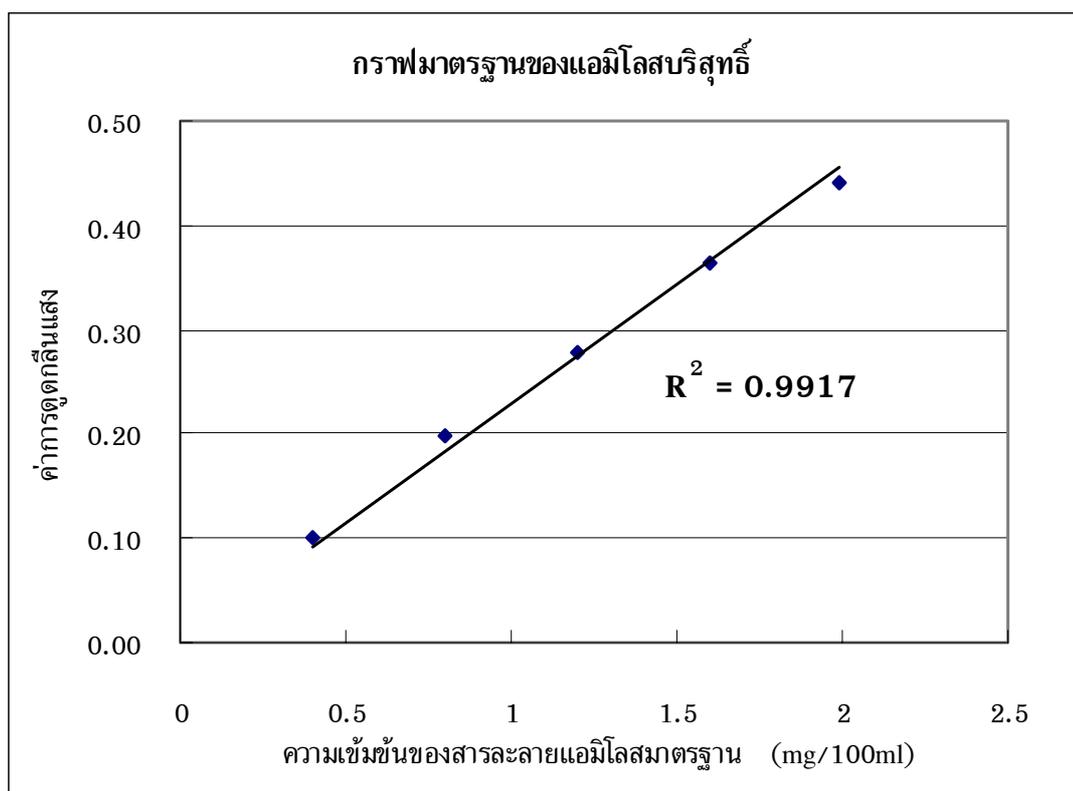
2.3.9 ทำแบลงค์(blank)โดยนำขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรมาเติมกรดแอสติคกลั่น ความเข้มข้น 1 นอร์มัล 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร

2.3.10 วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (nm) โดยปรับค่าของแบลงค์เป็น 0

2.3.11 นำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่าปริมาณแอมิโลสโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2.4 การเขียนกราฟมาตรฐาน (standard curve)

2.4.1 ชั่งแอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่งจำนวน 0.0400 กรัม ใส่ในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.3.2-2.3.4 แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน



ภาพผนวกที่ ก1 ปริมาณแอมิโลสและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน

2.4.2 ปิเปตแบ่งสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวด กำหนดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมกรดแอสซีติกกลั่น ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐานตามลำดับ เติมสารละลาย ไอโอดีน 2.0 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยการเติมน้ำกลั่น เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที

2.4.3 วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (nm)

2.4.4 เขียนกราฟระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมโมลอสมาตรฐาน (แกน x) และค่าการดูดกลืนแสง (แกน y)

2.5 วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณแอมโมลอส} = \frac{\text{ความเข้มข้นที่อ่านได้จากสารละลายแอมโมลอสมาตรฐาน (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)} \times 10}{5 \times \text{น้ำหนักแบ่งแห้ง (กรัม)}}$$

ก3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ดัดแปลงจากวิธีการของ AACC, 2000 Method 46-12

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 เครื่องย่อยสลาย Buchi
- 3.1.2 หลอด Kjeldahl สำหรับย่อย
- 3.1.3 เครื่องกลั่นอัตโนมัติ Buchi

3.2 สารเคมี

- 3.2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น
- 3.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 35
- 3.2.3 สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4
- 3.2.4 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 นอร์มัล
- 3.2.5 คอปเปอร์ซัลเฟต
- 3.2.6 โพแตสเซียมซัลเฟต
- 3.2.7 อินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมธิลเรดและโบรโมครีซอลกรีน

3.3 วิธีการวิเคราะห์

3.3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ลงในหลอดย่อย ระวังอย่าให้ติดข้างหลอด

3.3.2 ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งประกอบด้วยโพแตสเซียมซัลเฟต 10 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 กรัม รวมทั้งเม็ดลูกแก้วกันเดือด (glass bead) 2 เม็ด และเติมกรดซัลฟูริกประมาณ 20-25 มิลลิลิตร

3.3.3 นำหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดเครื่องย่อย ทำการย่อยจนกระทั่งได้สารละลายสีเขียวใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 60-75 มิลลิลิตร (หรือเติมเป็น 3 เท่าของกรด)

3.3.4 นำหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดเครื่องกลั่น แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 จนสารละลายในหลอดย่อยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

3.3.5 รองรับสิ่งกลั่นด้วยขวด (flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุสารละลายกรดบอริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตร โดยกลั่นประมาณ 5 นาที

3.3.6 นำไปไทเทรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งได้สารละลายสีเทา (จุดยุติ) บันทึกปริมาณกรดที่ใช้ แล้วนำไปคำนวณหาร้อยละของไนโตรเจน (ให้ทำแปลงค่าควบคู่ไปด้วย โดยไม่มีตัวอย่างในหลอดย่อย)

3.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณไนโตรเจน} = \frac{(S-B) \times N \times 1.401}{W}$$

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = \text{ร้อยละปริมาณไนโตรเจน} \times 5.95$$

เมื่อ	S	= ปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง
	B	= ปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับแบลنگก์
	N	= ความเข้มข้นเป็นนอร์มัลของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน
	W	= น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

ก4. การหาปริมาณไขมันในแป้ง ตัดแปลงจากวิธีการของ AACC, 2000 Method 30-25

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxtec System HT2; 1045 Extraction unit)

4.1.2 เครื่องทำความเย็น

4.1.3 extraction cup

4.1.4 thimble

4.1.5 เดซิกเคเตอร์ (desiccator)

4.2 สารเคมี บีโตรเลียมอีเธอร์ที่มีจุดเดือดในช่วง 40-60 °ซ

4.3 วิธีการวิเคราะห์

4.3.1 อบ extraction cup และทิ้งให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ซึ่งน้ำหนักไว้ (W_1)

4.3.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมลงบนกระดาษกรองและห่อให้มิดชิด บันทึกน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน (W_2) แล้วนำมาใส่ลงใน thimble

4.3.3 นำ thimble ใส่ใน extraction unit แล้วเติมบีโตรเลียมอีเธอร์ 45 มิลลิลิตร ลงใน extraction cup

4.3.4 นำ extraction cup เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ทำการสกัดเป็นเวลา 20 นาที และทำการชะล้างเป็นเวลา 45 นาที นำ extraction cup ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 30 นาที เพื่อระเหยตัวทำละลายออกไป ทิ้ง extraction cup ให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ และนำซึ่งน้ำหนัก (W_3)

4.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละปริมาณไขมัน} = \frac{(W_3 - W_1)}{W_2} \times 100$$

เมื่อ	W_1	=	น้ำหนัก extraction cup หน่วยเป็นกรัม
	W_2	=	น้ำหนักตัวอย่างที่วิเคราะห์ หน่วยเป็นกรัม
	W_3	=	น้ำหนัก extraction cup และไขมันที่สกัดได้ หน่วยเป็นกรัม

ก5. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AACC, 2000)

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

5.1.1 เตา muffle furnace

5.1.2 เตาไฟฟ้าให้ความร้อนแบบแผ่นราบ

5.1.3 เถ้า (crucible)

5.1.4 เดซิกเคเตอร์

5.2 วิธีการวิเคราะห์

5.2.1 เผาเถ้าในเตา muffle furnace ทิ้งให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ และชั่งน้ำหนักเถ้า

5.2.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 5 กรัมใส่ลงในเถ้า แล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อน ๆ

จนหมดควัน

5.2.3 นำไปเผาในเตา muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 °ซ จนกว่า

ได้เถ้าเป็นสีขาวหรือสีเทา

5.2.4 นำเถ้าออกมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้ว

นำไปชั่งน้ำหนัก

5.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละของน้ำหนักรวม)} = \frac{(W_2 - W_0)}{(W_1 - W_0)} \times 100$$

เมื่อ	W_0	=	น้ำหนักของเถ้าหน่วยเป็นกรัม
	W_1	=	น้ำหนักของเถ้าและตัวอย่างก่อนเผาหน่วยเป็นกรัม
	W_2	=	น้ำหนักของเถ้าและตัวอย่างหลังจากเผาจนได้น้ำหนักคงที่ หน่วยเป็นกรัม

ก6 การตรวจสอบลักษณะรูปร่างและขนาดของสตาโรซัวด้วยกล้องจุลทรรศน์

6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

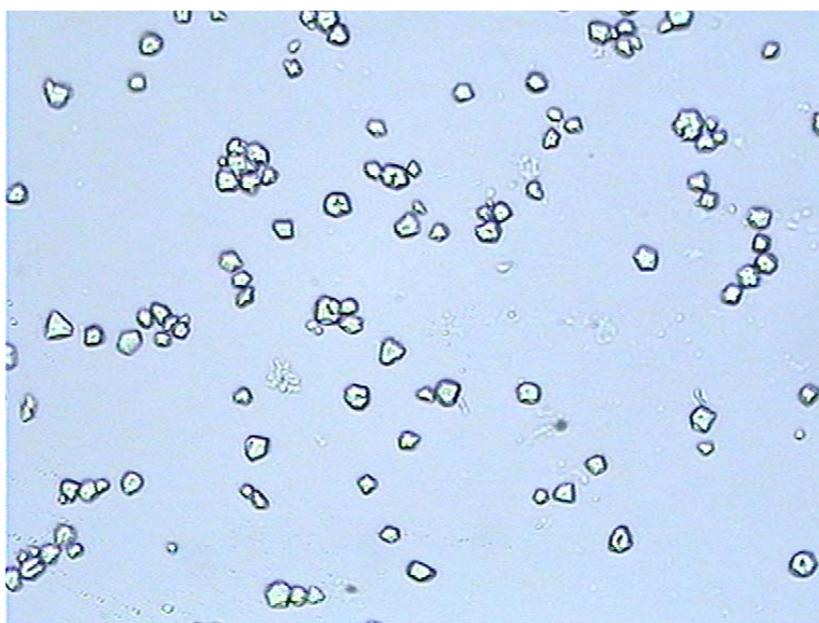
6.1.1 กล้องจุลทรรศน์ต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

6.1.2 Stage micrometer

6.2 วิธีการวิเคราะห์

6.2.1 เตรียมสไลด์ตัวอย่างสตาโรซัวโดย นำสตาโรซัวใส่ลงบนแผ่นสไลด์หยดน้ำ กลั่นเกลี่ยให้เข้ากันแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ จากนั้นนำไปตรวจสอบขนาดและรูปร่างของเม็ดสตาโรซัวด้วยกำลังขยาย 400 เท่า

6.2.2 วัดขนาดของเม็ดสตาโรซัวจากภาพในจอคอมพิวเตอร์จำนวน 100 เม็ด แล้วหาขนาดของเม็ดสตาโรซัวโดยนำ Stage microscope (Stage microscope มีเส้นตรงความยาว 1 มม. แบ่งสเกลออกเป็น 100 ส่วน แต่ละส่วนจึงมีความยาว 0.01 มม.) มาวางแทนที่สไลด์ตัวอย่าง (กำลังขยายเดิม) แล้ววัดขนาดของส่วนย่อย 1 ส่วนว่ามีขนาดเท่าใด โดยจากกำลังขยาย 400 เท่า วัดได้ 1 ส่วนย่อยมีขนาด 1.2 เซนติเมตร ดังนั้นถ้าเม็ดสตาโรซัววัดจากภาพขนาด 0.5 เซนติเมตร แสดงว่ามีขนาดจริงเท่ากับ $(0.5 \times 0.01/1.2) \times 1000$ มีหน่วยเป็นไมครอน



ภาพผนวกที่ ก2 รูปร่างลักษณะของเม็ดสตาโรซัว

ก7 กำลังการพองตัวและร้อยละการละลายของสตาร์ชข้าว ดัดแปลงจากวิธีการของ Schoch et al. (1964)

7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

7.1.1 เครื่องหมวนเหวียง

7.1.2 หลอดหมวนเหวียงขนาด 50 มิลลิตร

7.1.3 เครื่องอังไอน้ำแบบควบคุมอุณหภูมิได้ (Memmert, รุ่น WB22, Germany)

7.1.4 ตู้อบลมร้อน

7.2 วิธีการวิเคราะห์

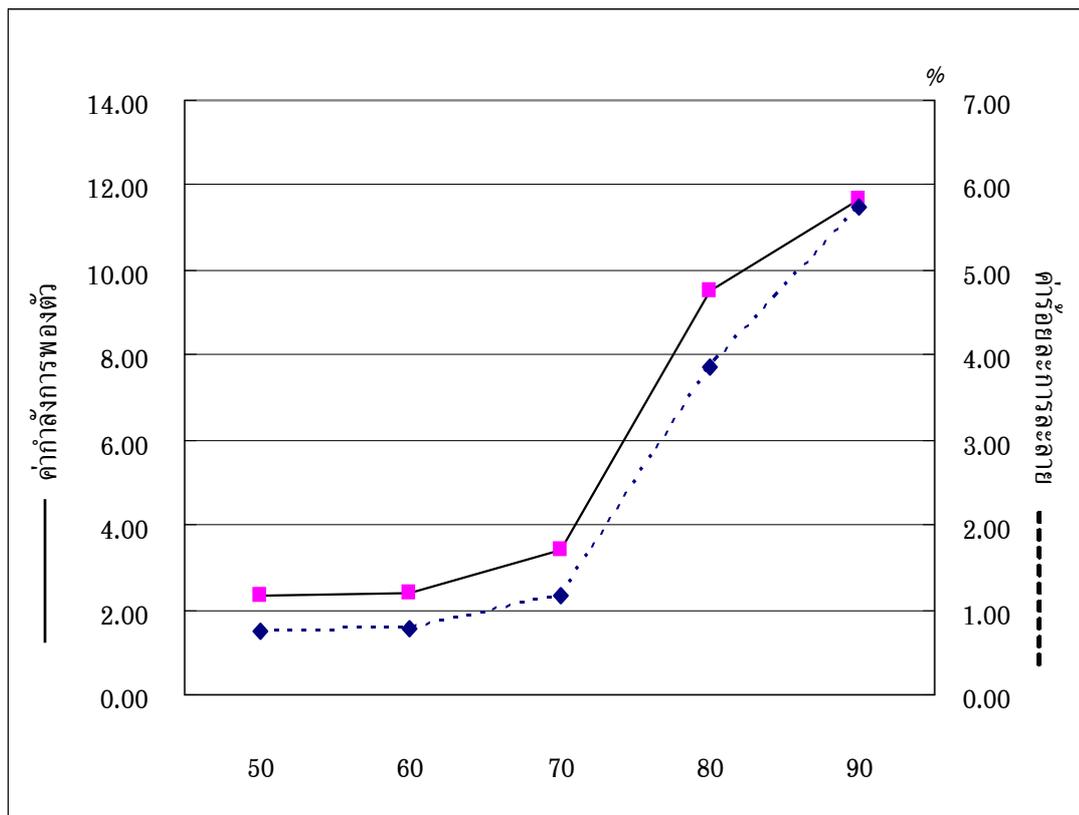
7.2.1 ชั่งตัวอย่างสตาร์ชข้าวประมาณ 500 มิลลิกรัม ลงในหลอดหมวนเหวียงขนาด 50 มิลลิตร ที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิตร ลงไปแล้วเขย่าให้เข้ากันก่อนนำไปให้ความร้อนในเครื่องอังไอน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 °ซ เป็นเวลา 30 นาที (เขย่าทุกๆ 2 นาที) แล้วนำไปเข้าเครื่องหมวนเหวียงความเร็วรอบ 3000 g เป็นเวลา 15 นาที

7.2.2 แยกส่วนใสที่เหลืออกจากหลอดหมวนเหวียงลงในจานอะลูมิเนียมอบแห้งที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 °ซ แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณแป้งที่ละลายน้ำ ส่วนหลอดหมวนเหวียงที่เหลืแต่ส่วนของเจลแป้งนำมาชั่งน้ำหนักส่วนที่เหลืจะได้น้ำหนักแป้งเปียกที่ตกตะกอน

7.3 การคำนวณ

ค่าร้อยละการละลาย = $(\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ} \times 100) / \text{น้ำหนักตัวอย่างแป้ง (dry basis)}$

ค่ากำลังการพองตัว = $\frac{\text{น้ำหนักเจลแป้งที่พองตัวภายหลังแยกส่วนใส} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้ง (dry basis)} \times (100 - \text{ร้อยละการละลาย})}$



ภาพผนวกที่ ก3 ค่ากำลังการพองตัวของสตาร์ชข้าวที่อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 °ซ

ก8 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืด (AACC, 2000)

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว (Rapid visco analyzer, RVA3D, Newport Scientific Instruments & Engineering, Australia)

3.2 วิธีการวิเคราะห์

3.2.1 ตัวอย่างแป้งข้าวที่ใช้วิเคราะห์ต้องผ่านการบดจนมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าหรือเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร แล้วจึงนำไปหาความชื้นตามวิธี AACC (2000) ก่อนการวิเคราะห์

3.2.2 ชั่งแป้งข้าวจำนวน 3 กรัม ใส่ลงในอุปกรณ์ชั่งน้ำหนัก และตวงน้ำปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร (± 0.1 มิลลิลิตร) ใส่ในถ้วยทรงกระบอก (คำนวณที่ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์) แต่ถ้าตัวอย่างแป้งมีความชื้นไม่เท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์ สามารถคำนวณปริมาณน้ำและแป้งที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามสูตร

$$\text{สำหรับปริมาณแป้ง} \quad S = \frac{88 \times 3.0}{100 - M}$$

$$\text{สำหรับปริมาณน้ำ} \quad W = 25 + (3.0 - S)$$

โดย $S =$ น้ำหนักตัวอย่างที่ปรับค่าแล้ว
 $W =$ น้ำหนักน้ำที่ปรับค่าแล้ว
 $M =$ ปริมาณความชื้นที่แท้จริงของตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์)

หมายเหตุ สตาร์ชข้าวที่ใช้มีความชื้น 11.41% ดังนั้นจะต้องชั่งสตาร์ชข้าว 2.98 กรัม ในน้ำ 25.02 กรัม)

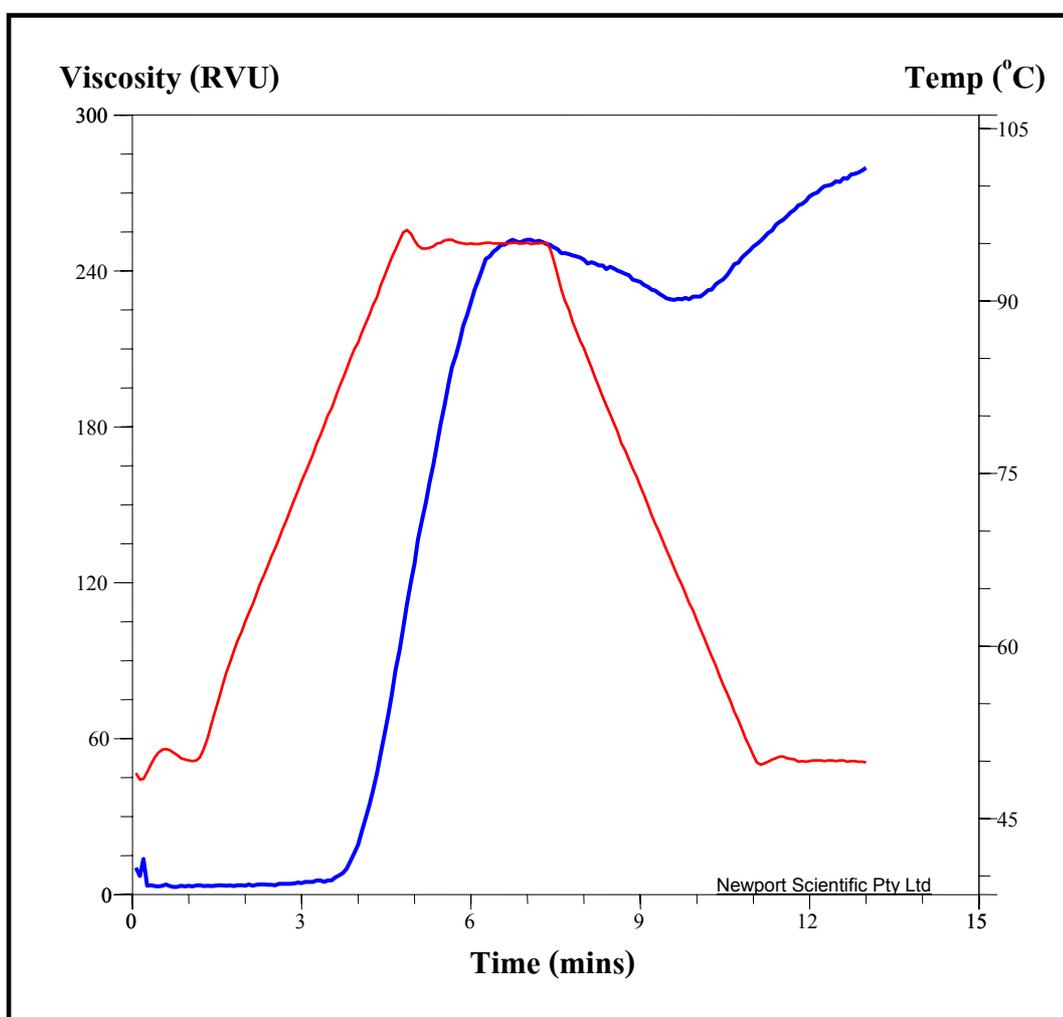
3.2.3 ใส่แป้งลงบนผิวหน้าของน้ำในถ้วยทรงกระบอก ใช้ใบพายเขย่าตัวอย่างในถ้วยทรงกระบอกขึ้นลง 10 ครั้ง แต่ถ้าแป้งยังคงอยู่บนผิวหน้าหรือติดบนใบพาย ให้เขย่าตัวอย่างซ้ำอีกครั้ง

3.2.4 ใส่ใบพายในถ้วยทรงกระบอก และสวมใบพายเข้ากับที่ยึดโดยให้ใบพายอยู่กึ่งกลางถ้วย แล้วเริ่มต้นการวิเคราะห์โดยกดมอเตอร์ของเครื่องมือลง และมีสิ่งที่ต้องระวังคืออย่าผสมแป้งกับน้ำนานกว่า 1 นาทีก่อนการวิเคราะห์

3.2.5 บันทึกอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด (pasting temperature) ความหนืดสูงสุดขณะร้อน (peak viscosity) ความหนืดต่ำสุด (trough) ความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ค่าความหนืดลดลง (breakdown) เป็นความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและต่ำสุด และค่าเซตแบค (setback) เป็นความแตกต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายและความหนืดต่ำสุด

ตารางผนวกที่ ก1 ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย และ เซตแบคของสตาร์ชข้าว

ความหนืด (RVU)				
ความหนืดสูงสุด	ความหนืดต่ำสุด	ความหนืดลดลง	ความหนืดสุดท้าย	เซตแบค
251.88	228.58	23.30	277.88	49.30
± 0.18	± 0.35	± 0.18	± 2.65	± 2.30



ภาพผนวกที่ ก4 กราฟการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็วของสตาร์ชข้าว

ภาคผนวก ข
ตารางและภาพผลการทดลอง

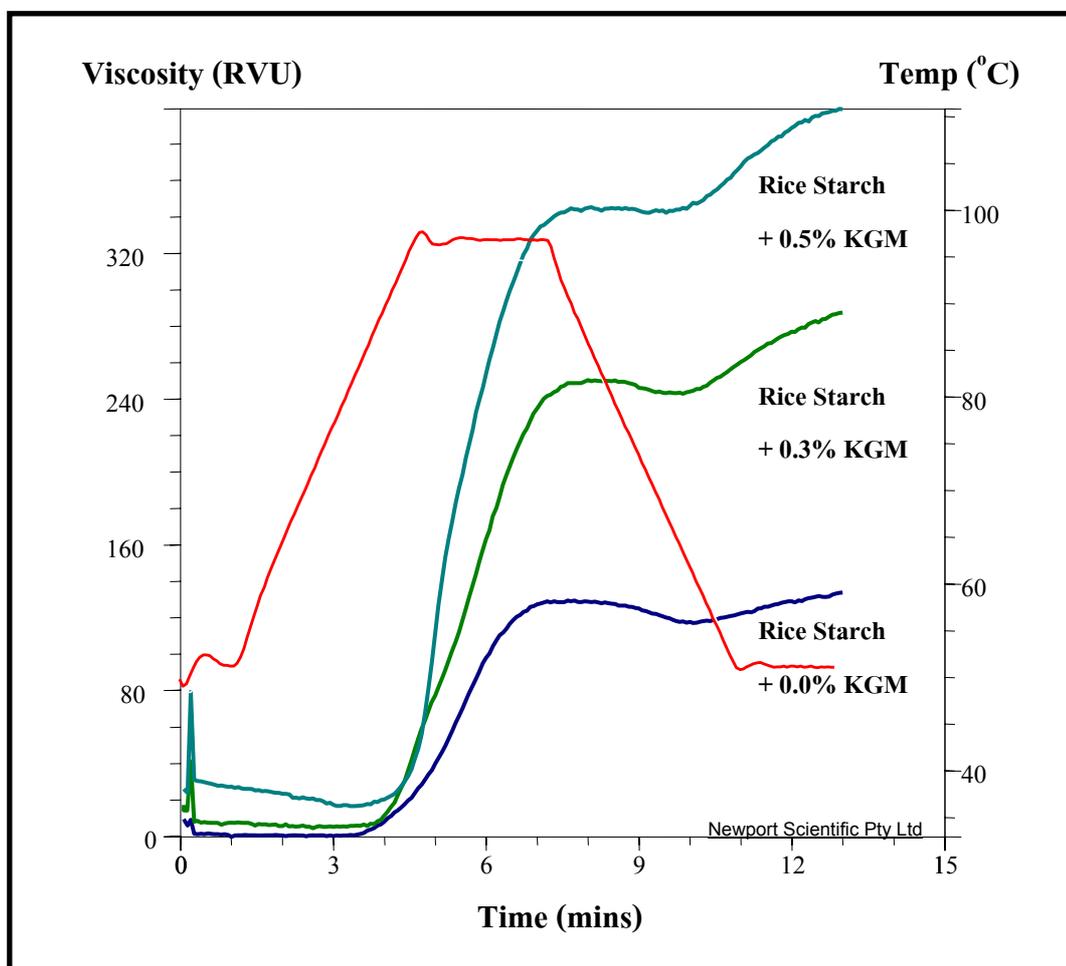
ตารางและภาพผลการทดลอง

ข1 การทดลองเบื้องต้น

ตารางผนวกที่ ข1 ลักษณะปรากฏของเจลสตาร์ชข้าว และเจลสตาร์ชข้าวผสมไฮโดรคอลลอยด์ ระหว่างการเตรียมเจลหลังการแช่เย็น และหลังการแช่เยือกแข็ง

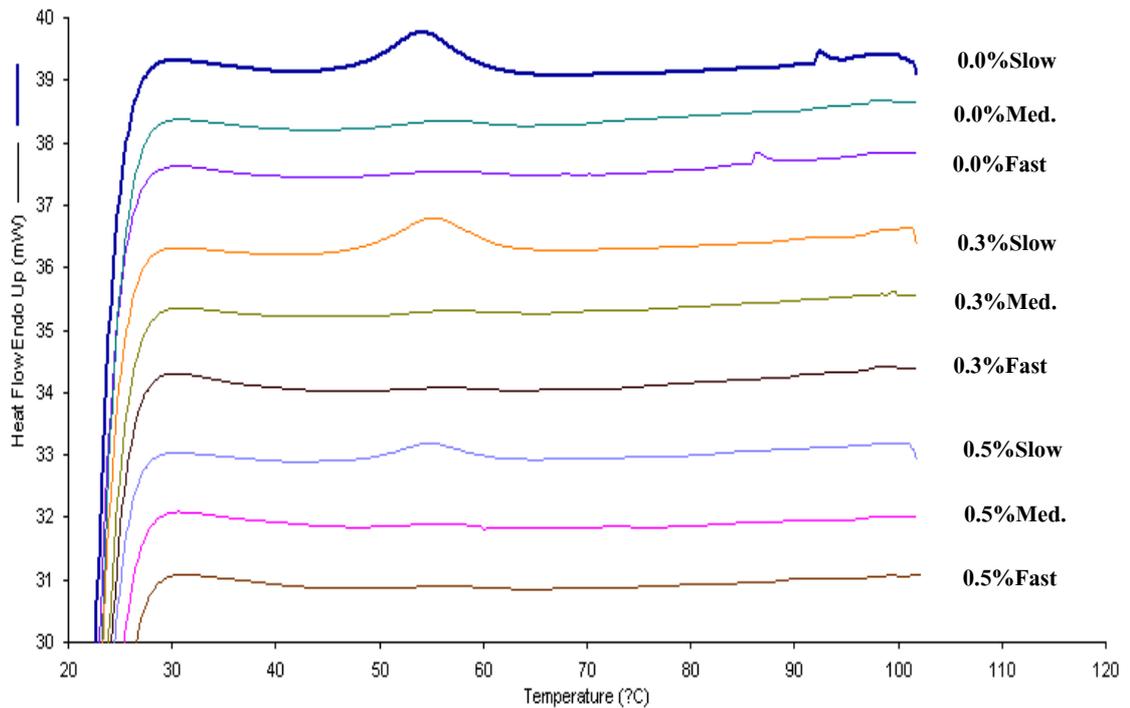
ตัวอย่างเจล สตาร์ชข้าว	ลักษณะปรากฏ		
	ระหว่างการเตรียมเจล	หลังการแช่เย็น 60 ซม.	หลังในตู้แช่เยือกการแช่เยือก แข็ง 14 วัน
7%	เทลงพิมพ์ได้ง่ายมากและ ได้ผิวหน้าเรียบ แต่หลัง จากทิ้งให้เย็นได้เจลที่อ่อน ตัว	เจลแข็งขึ้นและมีน้ำแยก ออกมา	เนื้อเจลเกิดลักษณะฟองน้ำ อย่างชัดเจน และมีน้ำแยก ออกมามากที่สุดในบรรดา ทุกตัวอย่าง
8%	เทลงพิมพ์ได้ง่ายและได้ผิว หน้าเรียบ หลังจากทิ้งให้ เย็นได้เจลที่แข็งตัวดี	เจลแข็งกำลังดีและมีน้ำ แยกออกมามาก	เนื้อเจลเกิดลักษณะฟองน้ำ อย่างชัดเจน และมีน้ำแยก ออกมามาก
10%	เทลงพิมพ์ค่อนข้างยาก และได้ผิวหน้าไม่เรียบ	เจลแข็งมาก มีน้ำแยก ออกมา	เจลมีเนื้อสัมผัสแข็งมาก ๆ และมีน้ำแยกออกมา
12%	หนืดมาก เทลงพิมพ์ไม่ได้ ต้องใช้ช้อนตัก	เจลแข็งมาก ๆ มีน้ำแยก ออกมาเล็กน้อย	เจลมีเนื้อสัมผัสแข็งมาก ๆ ที่ สุดและมีน้ำแยกออกมา
8% + 0.1%KGM	เทลงพิมพ์ได้ง่ายและได้ผิว หน้าเรียบ หลังจากทิ้งให้ เย็นได้เจลที่แข็งตัวดี	เจลแข็งกำลังดีและแทบ ไม่มีน้ำแยกออกมา แต่ กดแล้วเหนียวติดมือเล็ก น้อย	เจลมีสีขุ่นกว่า 8% ไม่เกิด ลักษณะฟองน้ำและไม่มีน้ำ แยกออกมา
8% + 0.1%Pectin	เทลงพิมพ์ได้ง่ายมาก ๆ และได้ผิวหน้าเรียบแต่เจล มีสีเหลืองขุ่นเล็กน้อยเมื่อ ทิ้งให้เย็นได้เจลที่แข็งตัวดี	เจลมีลักษณะแข็งใกล้เคียง กับ 7% และมีน้ำ แยกออกมาเล็กน้อย	เนื้อเจลเกิดลักษณะฟองน้ำ แต่น้อยกว่า 8% และมีน้ำแยก ออกมา
8% + 0.1%Agar	เทลงพิมพ์ได้ง่ายมากและ ได้ผิวหน้าเรียบ หลังจาก ทิ้งให้เย็นได้เจลที่แข็งตัวดี	เจลแข็งเปราะคล้ายวุ้น และมีน้ำแยกออกมาก ใกล้เคียงกับ 8%	เจลมีเนื้อสัมผัสแข็งมาก และมี น้ำแยกออกมา
8% + 0.1%Xanthan	เทลงพิมพ์ได้ แต่หลังจาก ทิ้งไว้ให้เย็นได้เจลที่ค่อนข้าง อ่อนตัว	เจลแข็งขึ้นและมีน้ำแยก ออกมาเล็กน้อย	เนื้อเจลเกิดลักษณะฟองน้ำ แต่น้อยกว่า 8% และมีน้ำแยก ออกมาเล็กน้อย

ข2 การศึกษาผลของการเติมคอนยัคกลูโคแมนแนนต่อความหนืดของระบบสตาร์ชข้าว



ภาพผนวกที่ ข1 กราฟการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็วของสตาร์ชข้าวผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% (น้ำหนักแห้งของของแข็งทั้งหมดในระบบ คือ 8.0%)

ข3 การตรวจสอบการเกิดรีโทรเกรเดชันของแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าว



ภาพผนวกที่ ข2 กราฟการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานความร้อนจากการวิเคราะห์ด้วย เครื่องดิฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง แคลอริมิเตอร์ (DSC) ของเจลสตาร์ชข้าว ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน

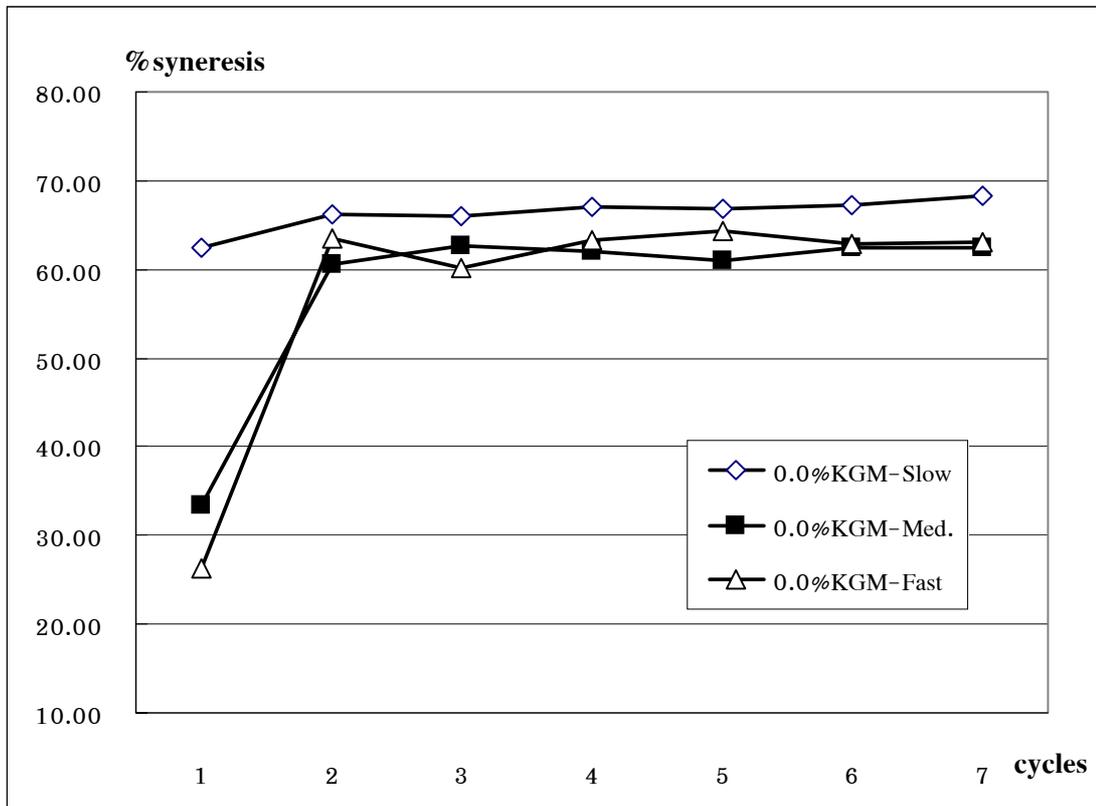
หมายเหตุ 0.0%, 0.3% และ 0.5% หมายถึง

เจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ตามลำดับ

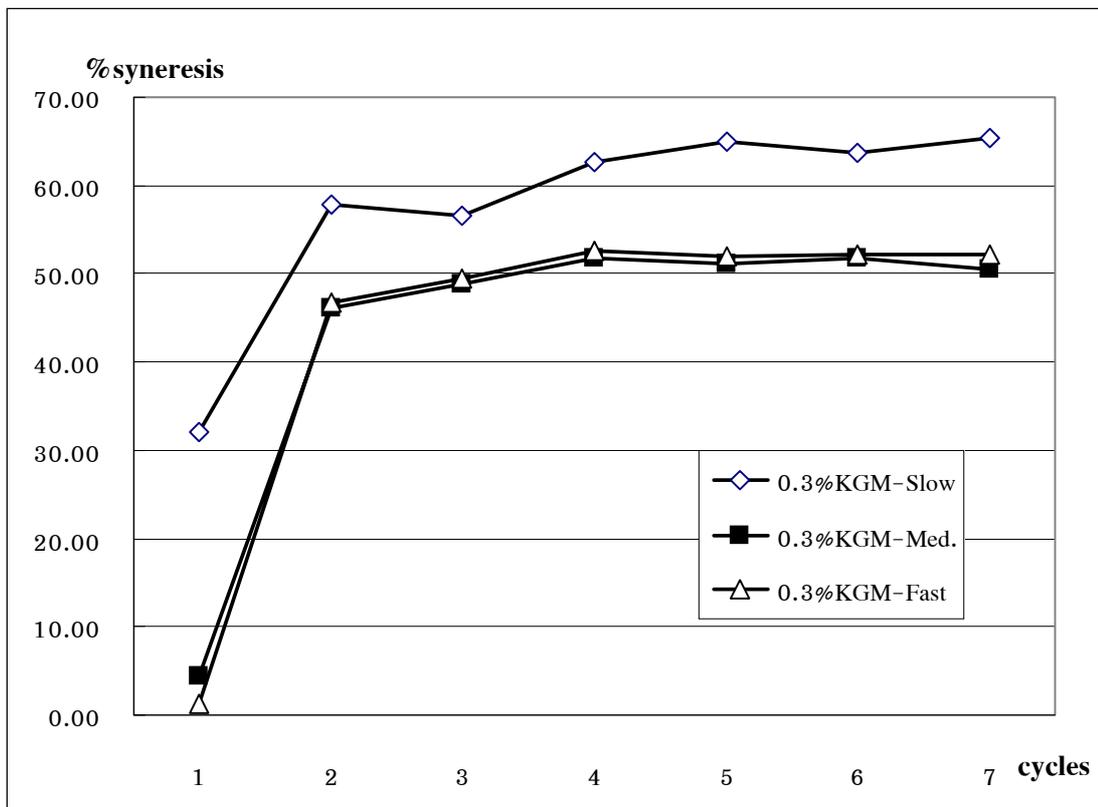
Slow, Med. และ Fast หมายถึง

อัตราการแช่เยือกแบบช้า, ปานกลาง และเร็วตามลำดับ

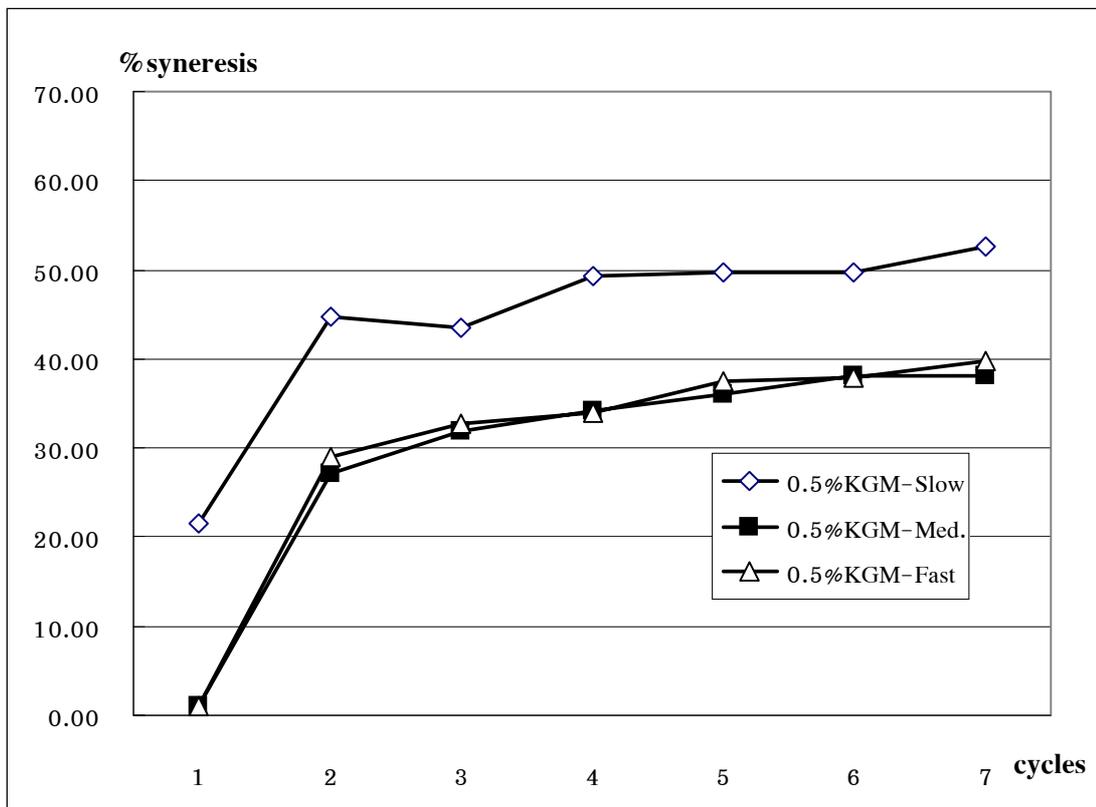
ข4 การศึกษาสมบัติด้านความคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็ง



ภาพผนวกที่ ข3 ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0% ที่แช่เยือกแข็งด้วย อัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว

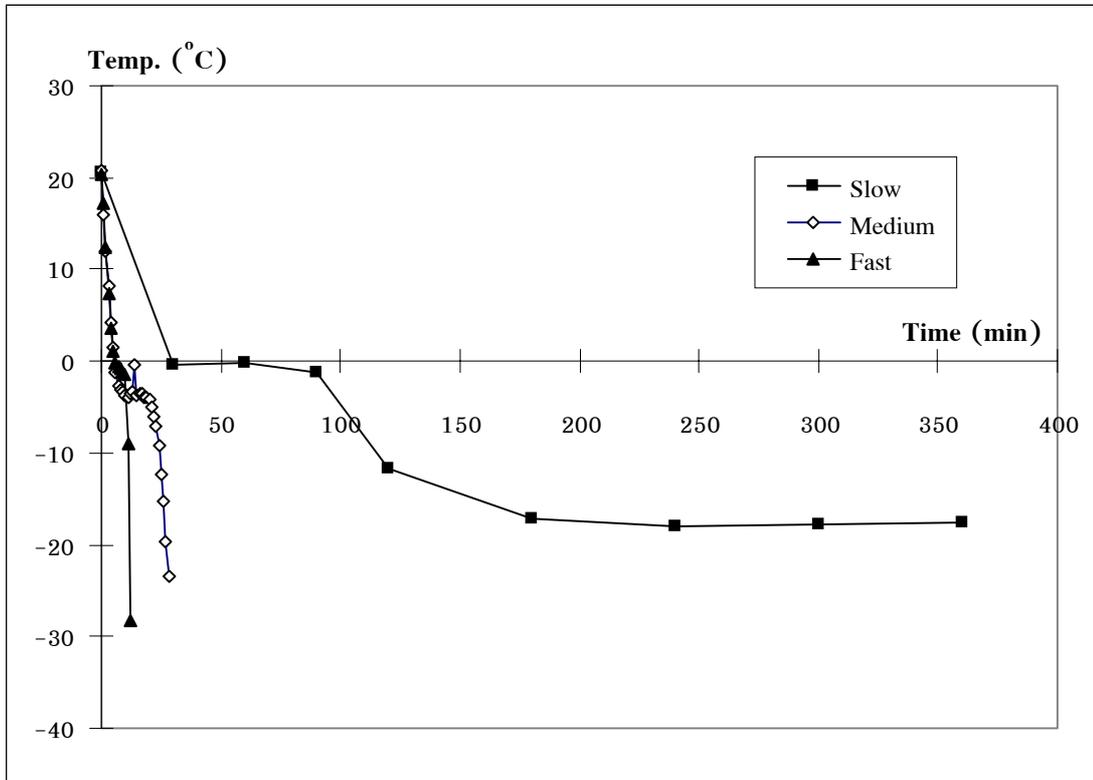


ภาพผนวกที่ ข4 ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.3% ที่แช่เยือกแข็งด้วย อัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว

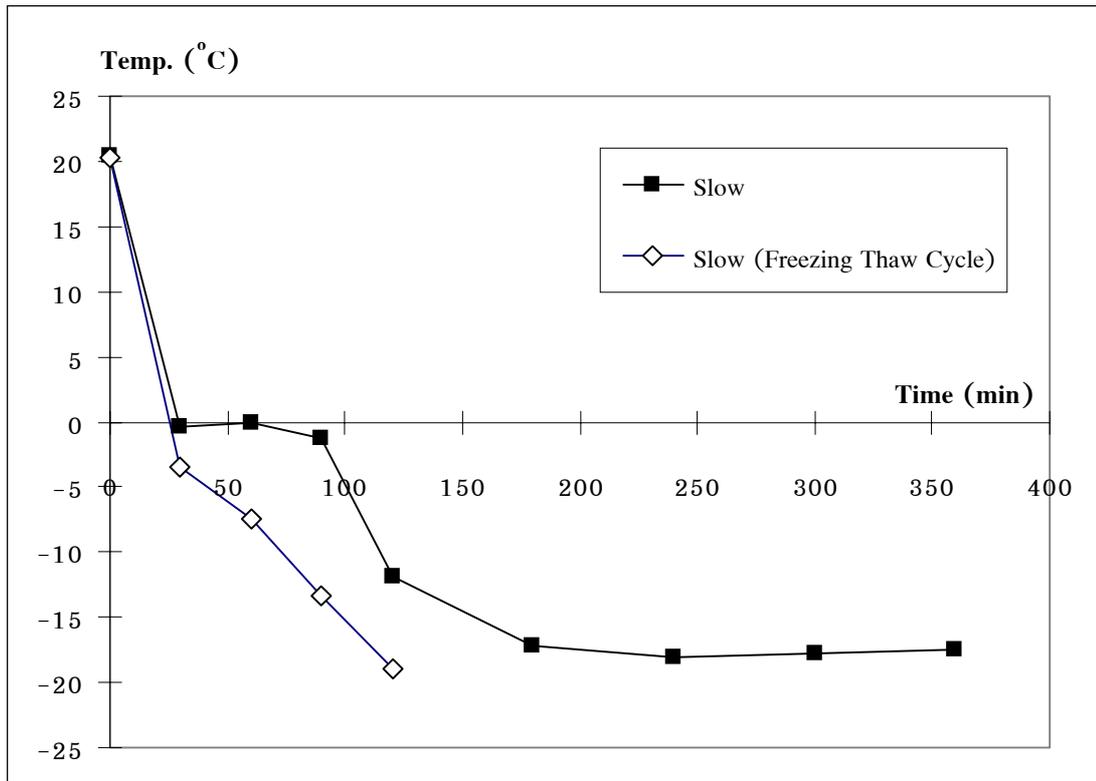


ภาพผนวกที่ ข5 ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วย อัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว

ข5 แผนภาพข้อมูลการแช่เยือกแข็ง



ภาพผนวกที่ ข6 แผนภาพข้อมูลการแช่เยือกแข็ง (freezing profile) เจลสตาร์ชข้าวด้วย อัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว



ภาพผนวกที่ ข7 แผนภาพข้อมูลการแช่เยือกแข็ง (freezing profile) เจลสตาร์ชข้าวด้วย อัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้าของช่วงการแช่เยือกแข็งแล้วคืนรูปจาก เยือกแข็ง และช่วงของการแช่เยือกแข็งปกติ

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ค1 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความหนืด
 สูงสุด ความหนืดต่ำสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย และเซตแบคของสาร
 ละลายสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% (ตาม
 แนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
ความหนืด สูงสุด	Treatment	2	41043.15	20521.573	1597.787	0.000
	Error	3	38.531	12.844		
	Total	5	41081.68			
ความหนืด ต่ำสุด	Treatment	2	24311.06	12155.529	487.288	0.000
	Error	3	74.836	24.945		
	Total	5	24385.89			
ความหนืด ลดลง	Treatment	2	2681.189	1340.594	244.256	0.000
	Error	3	16.465	5.488		
	Total	5	2697.654			
ความหนืด สุดท้าย	Treatment	2	71674.22	35837.108	6964.296	0.000
	Error	3	15.438	5.146		
	Total	5	71689.65			
เซตแบค	Treatment	2	14052.43	7026.213	249.272	0.000
	Error	3	84.561	28.187		
	Total	5	14136.99			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค2 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force และ cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ก่อนการแช่เยือกแข็ง (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
maximum force	Treatment	2	1.375	0.688	35.144	0.000
	Error	12	0.235	1.957E-02		
	Total	14	1.610			
cohesiveness	Treatment	2	5.76E-02	2.881E-02	61.296	0.000
	Error	12	5.639E-03	4.700E-04		
	Total	14	6.356E-02			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค3 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Sample		2	12296.469	6148.234	76.657	0.000
Rate		2	25108.681	12554.340	156.530	0.000
Temp		1	25.824	25.824	0.322	0.572
Sample*Rate		4	424.771	106.193	1.324	0.269
Sample*Temp		2	34.301	17.150	0.214	0.808
Rate*Temp		2	651.910	325.955	4.064	0.021
Sample*Rate*Temp		4	431.336	107.834	1.344	0.262
Error		72	5774.693	80.204		
Total		90	101867.335			
Corrected Total		89	47546.504			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค4 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์ การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12°C (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	4	1.713	0.428	0.413	0.796
	Error	10	10.369	1.037		
	Total	14	12.083			
0.0%Kgm Medium	Treatment	4	8.774	2.194	2.569	0.103
	Error	10	8.539	0.854		
	Total	14	17.313			
0.0%Kgm Fast	Treatment	4	23.481	0.460	0.319	0.859
	Error	10	1.838	1.439		
	Total	14	14.395			
0.3%Kgm Slow	Treatment	4	16.233	18.128	1.072	0.419
	Error	10	72.511	16.892		
	Total	14	168.917			
0.3%Kgm Medium	Treatment	4	214.429	0.173	0.073	0.989
	Error	10	0.694	2.386		
	Total	14	23.857			
0.3%Kgm Fast	Treatment	4	24.551	0.504	0.524	0.721
	Error	10	2.015	0.961		
	Total	14	9.609			
0.5%Kgm Slow	Treatment	4	11.624	13.798	0.469	0.758
	Error	10	55.192	29.415		
	Total	14	294.153			
0.5%Kgm Medium	Treatment	4	349.345	5.428E-02	0.989	0.457
	Error	10	0.217	5.487E-02		
	Total	14	0.549			
0.5%Kgm Fast	Treatment	4	9.531E-02	2.383E-02	1.110	0.404
	Error	10	0.215	2.147E-02		
	Total	14	0.310			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค5 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0 day	Treatment	8	13622.06	1702.757	232.727	0.000
	Error	18	131.698	7.317		
	Total	26	13753.76			
3 days	Treatment	8	13414.48	1676.810	146.715	0.000
	Error	18	205.723	11.429		
	Total	26	13620.20			
10 days	Treatment	8	14475.31	18.9.413	338.286	0.000
	Error	18	96.278	5.349		
	Total	26	14571.58			
17 days	Treatment	8	14124.99	1765.624	1148.038	0.000
	Error	18	27.683	1.538		
	Total	26	14152.67			
30 days	Treatment	8	15256.73	1907.091	522.589	0.000
	Error	18	65.688	3.649		
	Total	26	15322.42			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค6 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์ การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	5	40.161	8.031	1.197	0.367
	Error	12	80.537	6.711		
	Total	17	120.698			
0.0%Kgm Medium	Treatment	5	17.539	3.508	0.842	0.545
	Error	12	49.999	4.167		
	Total	17	67.538			
0.0%Kgm Fast	Treatment	5	1.362	0.272	0.101	0.990
	Error	12	32.370	2.698		
	Total	17	33.732			
0.3%Kgm Slow	Treatment	5	192.925	38.585	0.984	0.466
	Error	12	470.414	39.201		
	Total	17	663.339			
0.3%Kgm Medium	Treatment	5	0.305	6.130E-02	0.037	0.999
	Error	12	19.943	1.662		
	Total	17	20.248			
0.3%Kgm Fast	Treatment	5	0.245	4.969E-02	0.206	0.954
	Error	12	2.899	0.242		
	Total	17	3.148			
0.5%Kgm Slow	Treatment	5	35.817	7.163	0.218	0.948
	Error	12	394.304	32.859		
	Total	17	430.121			
0.5%Kgm Medium	Treatment	5	5.411E-02	1.082E-02	0.368	0.861
	Error	12	0.353	2.939E-02		
	Total	17	0.407			
0.5%Kgm Fast	Treatment	5	9.561E-03	1.912E-03	0.157	0.974
	Error	12	0.146	1.218E-02		
	Total	17	0.156			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค7 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์

การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0 day	Treatment	8	13622.06	1702.757	232.727	0.000
	Error	18	131.698	7.317		
	Total	26	13753.76			
3 days	Treatment	8	13318.41	1664.802	98.514	0.000
	Error	18	304.185	16.899		
	Total	26	13622.60			
10 days	Treatment	8	14584.50	1823.062	220.588	0.000
	Error	18	148.762	8.265		
	Total	26	14733.26			
17 days	Treatment	8	14442.69	1805.336	131.197	0.000
	Error	18	247.689	13.760		
	Total	26	14690.37			
30 days	Treatment	8	15634.08	1954.260	823.240	0.000
	Error	18	42.730	2.374		
	Total	26	15676.81			
90 days	Treatment	8	14862.32	1857.790	190.106	0.000
	Error	18	175.903	9.772		
	Total	26	15038.22			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค8 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ

Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Sample	2	22.036	11.018	561.575	0.000
Rate	2	7.106	3.553	181.091	0.000
Temp	1	1.182E-02	1.182E-02	0.603	0.440
Sample*Rate	4	16.771	4.193	213.705	0.000
Sample*Temp	2	1.576E-02	7.879E-03	0.402	0.671
Rate*Temp	2	0.112	5.597E-02	2.853	0.064
Sample*Rate*Temp	4	0.128	3.212E-02	1.637	0.174
Error	72	1.413	1.962E-02		
Total	90	1364.324			
Corrected Total	89	46.917			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค9 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	4	0.161	4.025E-02	0.133	0.968
	Error	20	6.062	0.303		
	Total	24	6.223			
0.0%Kgm Medium	Treatment	4	0.356	8.894E-02	0.231	0.918
	Error	20	7.704	0.138		
	Total	24	8.060			
0.0%Kgm Fast	Treatment	4	0.318	7.950E-02	0.575	0.684
	Error	20	2.766	0.262		
	Total	24	3.084			

ตารางผนวกที่ ค๑ (ต่อ)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.3%Kgm Slow	Treatment	4	0.315	7.882E-02	0.301	0.874
	Error	20	5.241	0.262		
	Total	24	5.557			
0.3%Kgm Medium	Treatment	4	0.453	0.113	1.870	0.155
	Error	20	1.211	6.057E-02		
	Total	24	1.664			
0.3%Kgm Fast	Treatment	4	0.168	4.188E-02	0.364	0.831
	Error	20	2.303	0.115		
	Total	24	2.470			
0.5%Kgm Slow	Treatment	4	0.501	0.125	0.137	0.966
	Error	20	18.230	0.911		
	Total	24	18.731			
0.5%Kgm Medium	Treatment	4	2.308E-02	5.770E-03	0.018	0.999
	Error	20	6.354	0.318		
	Total	24	6.377			
0.5%Kgm Fast	Treatment	4	0.381	9.518E-02	0.325	0.858
	Error	20	5.856	0.293		
	Total	24	6.237			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค10 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0 day	Treatment	8	25.375	3.172	7.267	0.000
	Error	36	15.712	0.436		
	Total	44	41.087			
3 days	Treatment	8	27.704	3.463	11.656	0.000
	Error	36	10.696	0.297		
	Total	44	38.399			
10 days	Treatment	8	22.099	2.762	10.407	0.000
	Error	36	9.556	0.265		
	Total	44	31.656			
17 days	Treatment	8	22.051	2.756	9.915	0.000
	Error	36	10.008	0.278		
	Total	44	32.060			
30 days	Treatment	8	22.140	2.767	10.213	0.000
	Error	36	9.755	0.274		
	Total	44	31.895			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค11 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	5	5.922E-02	1.184E-02	0.056	0.998
	Error	24	5.066	0.211		
	Total	29	5.125			
0.0%Kgm Medium	Treatment	5	0.296	5.914E-02	0.131	0.984
	Error	24	10.853	0.452		
	Total	29	11.149			
0.0%Kgm Fast	Treatment	5	0.439	8.782E-02	0.370	0.864
	Error	24	5.701	0.238		
	Total	29	6.140			
0.3%Kgm Slow	Treatment	5	0.222	4.434E-02	0.056	0.998
	Error	24	18.860	0.786		
	Total	29	19.081			
0.3%Kgm Medium	Treatment	5	0.321	6.411E-02	0.246	0.938
	Error	24	6.253	0.261		
	Total	29	6.574			
0.3%Kgm Fast	Treatment	5	0.162	3.238E-02	0.348	0.878
	Error	24	2.230	9.293E-02		
	Total	29	2.392			
0.5%Kgm Slow	Treatment	5	2.153	0.431	0.296	0.911
	Error	24	34.941	1.456		
	Total	29	37.094			
0.5%Kgm Medium	Treatment	5	0.525	0.105	0.790	0.568
	Error	24	3.190	0.133		
	Total	29	3.715			
0.5%Kgm Fast	Treatment	5	0.159	3.187E-03	0.179	0.968
	Error	24	4.267	0.178		
	Total	29	4.427			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค12 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0 day	Treatment	8	25.375	3.172	7.267	0.000
	Error	36	15.712	0.436		
	Total	44	41.087			
3 days	Treatment	8	26.167	3.271	16.162	0.000
	Error	36	7.286	0.202		
	Total	44	33.452			
10 days	Treatment	8	19.777	2.472	6.071	0.000
	Error	36	14.660	0.407		
	Total	44	34.437			
17 days	Treatment	8	19.762	2.470	4.167	0.001
	Error	36	21.343	0.593		
	Total	44	41.105			
30 days	Treatment	8	23.113	2.889	5.123	0.000
	Error	36	20.304	0.564		
	Total	44	43.417			
90 days	Treatment	8	21.552	2.694	8.044	0.000
	Error	36	12.056	0.335		
	Total	44	33.608			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค13 ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็งกับเจลสตาร์ชข้าวที่เติม คอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นระยะเวลา 0 วัน

Source between fresh	df	Std. Deviation	Mean	t-test	Sig. (2 tailed)	95%	
						Lower	Upper
0.0%KGMslow	4	0.72826	-1.87040	-5.743	0.005	-2.77465	-0.96615
0.0%KGMmed.	4	0.54924	-1.88160	-7.660	0.002	-2.56357	-1.19963
0.0%KGMfast	4	0.23082	0.11020	1.068	0.346	-0.17640	0.39680
0.3% KGMslow	4	0.64837	8.60E-02	0.297	0.782	-0.71905	0.89105
0.3% KGMmed	4	0.39370	-0.25600	-1.454	0.220	-7.4485	0.23285
0.3% KGMfast	4	0.42977	-8.1E-02	-0.421	0.695	-0.61463	0.45263
0.5% KGMslow	4	1.37818	3.14E-03	0.051	0.962	-1.67984	1.74264
0.5% KGMmed	4	0.56564	-0.37880	-1.497	0.209	-1.08113	3.2353
0.5% KGMfast	4	0.33113	-0.19160	-1.294	0.265	-0.60276	0.21956

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค14 ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็ง กับเจลสตาร์ชข้าวที่เติม คอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นระยะเวลา 90 วัน

Source between fresh	df	Std. Deviation	Mean	t-test	Sig. (2 tailed)	95%	
						Lower	Upper
0.0%KGMslow	4	0.25535	-1.84920	-16.193	0.000	-2.16626	-1.53214
0.0%KGMmed.	4	0.21732	-1.75560	-18.064	0.000	-2.02543	-1.48577
0.0%KGMfast	4	-5.0E-02	-5.0E-02	-0.320	0.765	-0.48234	0.38274
0.3% KGMslow	4	2.14E-02	2.14E-02	0.048	0.964	-1.20673	1.24953
0.3% KGMmed	4	-0.25540	-0.25540	-1.227	0.287	-0.83317	0.32237
0.3% KGMfast	4	-0.25220	-0.25520	-1.975	0.119	-0.60666	0.10226
0.5% KGMslow	4	8.54E-02	8.54E-02	0.160	0.881	-1.40057	1.57137
0.5% KGMmed	4	-0.49720	-0.49720	-2.346	0.079	-1.08556	9.12E-02
0.5% KGMfast	4	-0.25460	-0.25460	-1.869	0.135	-0.63272	0.123519

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค15 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ

Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Sample	2	0.291	0.145	361.105	0.000
Rate	2	0.590	0.295	733.234	0.000
Temp	1	3.589E-04	3.589E-04	891	0.348
Sample*Rate	4	0.611	0.153	379.155	0.000
Sample*Temp	2	5.148E-06	2.574E-6	0.006	0.944
Rate*Temp	2	1.605E-03	8.023E-04	1.993	0.144
Sample*Rate*Temp	4	2.411E-03	6.028E-04	1.497	0.212
Error	72	2.899E-02	4.026E-04		
Total	90	5.806			
Corrected Total	89	1.603			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค16 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวนอน)

Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value	
0.0%Kgm	Treatment	4	6.856E-03	1.714E-03	0.644	0.638
Slow	Error	20	5.327E-02	2.664E-03		
	Total	24	6.013E-02			
0.0%Kgm	Treatment	4	2.210E-04	5.524E-05	0.028	0.998
Medium	Error	20	3.985E-02	1.992E-03		
	Total	24	4.007E-02			
0.0%Kgm	Treatment	4	1.040E-04	2.559E-05	0.029	0.998
Fast	Error	20	1.763E-02	8.814E-04		
	Total	24	1.773E-02			

ตารางผนวกที่ ค16 (ต่อ)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.3%Kgm Slow	Treatment	4	3.953E-03	9.883E-04	0.347	0.843
	Error	20	5.690E-02	2.845E-03		
	Total	24	6.085E-02			
0.3%Kgm Medium	Treatment	4	3.214E-04	8.036E-05	0.092	0.984
	Error	20	1.742E-02	8.712E-04		
	Total	24	1.775E-02			
0.3%Kgm Fast	Treatment	4	8.270E-05	2.067E-05	0.057	0.994
	Error	20	7.309E-03	6.654E-04		
	Total	24	7.391E-03			
0.5%Kgm Slow	Treatment	4	1.014E-03	2.535E-04	0.303	0.872
	Error	20	1.672E-02	8.360E-04		
	Total	24	1.773E-02			
0.5%Kgm Medium	Treatment	4	2.092E-03	5.230E-04	0.932	0.465
	Error	20	1.122E-02	5.609E-04		
	Total	24	1.331E-02			
0.5%Kgm Fast	Treatment	4	8.529E-04	2.132E-04	0.704	0.599
	Error	20	6.060E-03	3.030E-04		
	Total	24	6.913E-03			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค17 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของตัวอย่างเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12°C (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0 day	Treatment	8	0.881	0.110	64.769	0.000
	Error	36	6.120E-02	1.700E-03		
	Total	44	0.942			
3 days	Treatment	8	0.797	9.966E-02	118.473	0.000
	Error	36	3.028E-02	8.412E-04		
	Total	44	0.828			
10 days	Treatment	8	0.823	0.103	67.404	0.000
	Error	36	5.494E-02	1.526E-03		
	Total	44	0.878			
17 days	Treatment	8	0.705	8.812E-02	71.569	0.000
	Error	36	4.433E-02	1.231E-03		
	Total	44	0.749			
30 days	Treatment	8	0.758	9.47E-02	95.712	0.000
	Error	36	3.563E-02	9.897E-04		
	Total	44	0.793			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค18 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	5	9.793E-03	1.959E-03	0.368	0.865
	Error	24	0.128	5.316E-03		
	Total	29	0.137			
0.0%Kgm Medium	Treatment	5	2.962E-04	5.924E-05	0.051	0.998
	Error	24	2.800E-02	1.167E-03		
	Total	29	2.830E-02			
0.0%Kgm Fast	Treatment	5	9.084E-04	1.817E-04	0.095	0.992
	Error	24	4.610E-02	1.921E-03		
	Total	29	4.700E-02			
0.3%Kgm Slow	Treatment	5	7.187E-03	4.437E-03	0.401	0.843
	Error	24	8.600E-02	3.583E-03		
	Total	29	9.319E-02			
0.3%Kgm Medium	Treatment	5	1.363E-03	2.726E-04	0.420	0.830
	Error	24	1.559E-02	6.495E-04		
	Total	29	1.695E-02			
0.3%Kgm Fast	Treatment	5	1.455E-03	2.910E-04	0.385	0.854
	Error	24	1.812E-02	7.552E-04		
	Total	29	1.958E-02			
0.5%Kgm Slow	Treatment	5	1.499E-03	2.999E-04	0.307	0.904
	Error	24	2.342E-02	9.757E-04		
	Total	29	2.492E-02			
0.5%Kgm Medium	Treatment	5	7.189E-04	1.438E-04	0.154	0.977
	Error	24	2.234E-02	9.310E-04		
	Total	29	2.306E-02			
0.5%Kgm Fast	Treatment	5	7.862E-04	1.572E-04	0.275	0.922
	Error	24	1.374E-02	5.714E-04		
	Total	29	1.450E-02			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค19 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0 day	Treatment	8	0.881	0.110	64.769	0.000
	Error	36	6.120E-02	1.700E-03		
	Total	44	0.942			
3 days	Treatment	8	0.690	8.620E-02	24.200	0.000
	Error	36	0.128	3.562E-03		
	Total	44	0.818			
10 days	Treatment	8	0.823	0.103	67.404	0.000
	Error	36	5.494E-02	1.526E-03		
	Total	44	0.878			
17 days	Treatment	8	0.808	0.101	85.345	0.000
	Error	36	4.261E-02	1.183E-03		
	Total	44	0.851			
30 days	Treatment	8	0.903	0.113	64.584	0.000
	Error	36	6.295E-02	1.749E-03		
	Total	44	0.966			
90 days	Treatment	8	0.731	9.141E-02	79.939	0.000
	Error	36	4.639E-02	1.189E-03		
	Total	44	0.778			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค20 ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็งกับเจลสตาร์ชข้าวที่เดิม คอนยักก ลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นระยะเวลา 0 วัน

Source	df	Std. Deviation	Mean	t-test	Sig. (2 tailed)	95%	
between fresh						Lower	Upper
0.0%KGMslow	4	9.8890E-02	-0.43118	-9.750	0.001	-0.55397	-0.30839
0.0%KGMmed.	4	4.0650E-02	1.95E-02	1.072	0.344	-3.1E-02	7.00E-02
0.0%KGMfast	4	4.5392E-02	2.21E-02	1.089	0.337	-3.4E-02	7.85E-02
0.3% KGMslow	4	7.5587E-02	-8.7E-02	-2.560	0.043	-0.18039	7.31E-03
0.3% KGMmed	4	4.5777E-02	1.98E-02	0.965	0.389	-3.7E-02	7.66E-02
0.3% KGMfast	4	4.1561E-02	2.16E-02	1.163	0.309	-3.0E-02	7.32E-02
0.5% KGMslow	4	2.2125E-02	-2.2E-03	-0.218	0.838	-3.0E-02	2.53E-02
0.5% KGMmed	4	4.2853E-02	4.16E-03	-0.217	0.839	-4.9E-02	5.74E-02
0.5% KGMfast	4	3.93970E-02	6.98E-03	0.396	0.712	-4.2E-02	5.59E-02

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค21 ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็ง กับเจลสตาร์ชข้าวที่เติม คอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นระยะเวลา 90 วัน

Source between fresh	df	Std. Deviation	Mean	t-test	Sig. (2 tailed)	95%	
						Lower	Upper
0.0%KGMslow	4	8.4449E-02	-0.39960	-10.50	0.000	-0.50146	-0.29174
0.0%KGMmed.	4	4.6990E-02	2.06E-02	0.980	0.382	-3.8E-02	7.89E-02
0.0%KGMfast	4	6.2444E-02	1.04E-02	0.372	0.728	-6.7E-02	8.79E-02
0.3% KGMslow	4	4.2323E-02	-8.2E-02	-4.311	0.013	-0.13415	-2.9E-02
0.3% KGMmed	4	4.5569E-02	1.98E-02	0.972	0.386	-3.7E-02	7.64E-02
0.3% KGMfast	4	2.8307E-02	9.40E-03	0.743	0.499	-2.6E-02	4.45E-02
0.5% KGMslow	4	4.4365E-02	-1.6E-02	-0.827	0.455	-7.1E-02	3.87E-02
0.5% KGMmed	4	4.8988E-02	1.26E-02	0.575	0.596	-4.8E-02	7.34E-02
0.5% KGMfast	4	4.51864E-02	6.40E-03	0.317	0.767	-5.0E-02	6.25E-02

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค22 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมน-แนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ

Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Sample	2	1.811	0.905	1.318	0.000
Rate	2	61.504	30.752	44.757	0.000
Temp	1	0.468	0.468	0.681	0.291
Sample*Rate	4	5.459	1.365	1.986	0.000
Sample*Temp	2	3.156	1.578	2.297	0.420
Rate*Temp	2	2.104	1.052	1.531	0.138
Sample*Rate*Temp	3	4.490	1.497	2.178	0.124
Error	19	13.055	0.687		
Total	36	358.408			
Corrected Total	35	95.677			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค23 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าว ที่เติมคอนยัคกลูโคแมน-แนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	2	0.829	0.414	1.018	0.460
	Error	3	1.221	0.407		
	Total	5	2.049			
0.0%Kgm Medium	Treatment	2	6.569E-02	3.284E-02	0.082	0.923
	Error	3	1.205	0.402		
	Total	5	1.271			

ตารางผนวกที่ ค23 (ต่อ)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Fast	Treatment	2	0.323	0.162	0.674	0.573
	Error	3	0.720	0.240		
	Total	5	1.043			
0.3%Kgm Slow	Treatment	2	0.123	6.145E-02	0.059	0.944
	Error	3	3.117	1.039		
	Total	5	3.240			
0.3%Kgm Medium	Treatment	2	4.743E-02	2.372E-02	0.508	0.646
	Error	3	0.140	4.669E-02		
	Total	5	0.188			
0.3%Kgm Fast	Treatment	2	4.083E-02	2.042E-02	0.066	0.937
	Error	3	0.926	0.309		
	Total	5	0.967			
0.5%Kgm Slow	Treatment	2	0.649	0.325	1.666	0.326
	Error	3	0.584	0.195		
	Total	5	1.234			
0.5%Kgm Medium	Treatment	2	1.234	0.617	3.683	0.156
	Error	3	0.502	0.167		
	Total	5	1.736			
0.5%Kgm Fast	Treatment	2	0.868	0.434	0.855	0.508
	Error	3	1.523	0.508		
	Total	5	2.390			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค24 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าว ที่เติมคอนยัคกลูโคแมน-แนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12°C (ตามแนวตั้ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
10 days	Treatment	8	44.636	5.580	5.823	0.008
	Error	9	8.623	0.958		
	Total	17	53.260			
30 days	Treatment	8	50.987	6.373	11.132	0.001
	Error	9	5.153	0.573		
	Total	17	56.140			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค25 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าว ที่เติมคอนยัคกลูโคแมน-แนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	1	0.325	0.325	0.673	0.498
	Error	2	0.966	0.483		
	Total	3	1.291			
0.0%Kgm Medium	Treatment	1	5.760E-04	5.760E-04	0.000	0.988
	Error	2	3.923	1.961		
	Total	3	3.924			
0.0%Kgm Fast	Treatment	1	3.025E-03	3.025E-03	0.009	0.932
	Error	2	0.647	0.324		
	Total	3	0.650			
0.3%Kgm Slow	Treatment	1	0.399	0.399	1.887	0.303
	Error	2	0.423	0.211		
	Total	3	0.822			

ตารางผนวกที่ ค25 (ต่อ)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.3%Kgm Medium	Treatment	1	0.391	0.391	1.540	0.340
	Error	2	0.507	0.254		
	Total	3	0.898			
0.3%Kgm Fast	Treatment	1	1.877E-02	4.969E-02	0.206	0.954
	Error	2	1.679	0.242		
	Total	3	1.698			
0.5%Kgm Slow	Treatment	1	1.332E-03	1.332E-03	0.001	0.981
	Error	2	3.663	1.832		
	Total	3	3.665			
0.5%Kgm Medium	Treatment	1	0.903	0.903	1.665	0.326
	Error	2	1.084	0.542		
	Total	3	1.986			
0.5%Kgm Fast	Treatment	1	0.170	0.170	0.384	0.599
	Error	2	0.884	0.442		
	Total	3	1.053			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค26 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าว ที่เติมคอนยัคกลูโคแมน-แนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C (ตามแนวดิ่ง)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
10 days	Treatment	8	52.078	6.510	13.120	0.000
	Error	9	4.465	0.496		
	Total	17	56.543			
30 days	Treatment	8	44.627	5.578	21.478	0.000
	Error	9	2.338	0.260		
	Total	17	46.964			
90 days	Treatment	8	53.070	6.634	19.043	0.000
	Error	9	3.135	0.348		
	Total	17	56.206			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค27 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำในการคืนรูปจากเยือกแข็งของเจลสตาร์ชข้าวที่เติม คอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Sample		2	3508.279	20.082	20.082	0.000
Rate		2	1069.605	6.123	6.123	0.004
Sample*Rate		4	24.913	0.143	0.143	0.965
Error		54	174.694			
Total		63				
Corrected Total		62				

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค28 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว (ตามแนวตั้ง)

รอบที่	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
1	Treatment	8	10443.55	1305.444	76.471	0.000
	Error	18	307.279	17.071		
	Total	26	10750.83			
2	Treatment	8	4892.271	611.534	49.502	0.000
	Error	18	222.367	12.354		
	Total	26	5114.638			
3	Treatment	8	3683.550	460.444	41.920	0.000
	Error	18	197.790	10.984		
	Total	26	3881.258			
4	Treatment	8	3644.883	455.610	53.522	0.000
	Error	18	153.227	8.513		
	Total	26	3798.111			
5	Treatment	8	3186.672	398.334	66.712	0.000
	Error	18	107.477	5.971		
	Total	26	3294.149			
6	Treatment	8	2876.676	359.584	37.090	
	Error	18	174.507	9.695		
	Total	26	3051.183			
7	Treatment	8	2867.750	358.469	38.132	0.000
	Error	18	169.214	9.401		
	Total	26	3036.964			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค29 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว (ตามแนวนอน)

	Source	Degree of Freedom (df)	Type III Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
0.0%Kgm Slow	Treatment	6	60.107	10.018	22.667	0.000
	Error	14	6.187	0.442		
	Total	20	66.294			
0.0%Kgm Medium	Treatment	6	2134.259	355.710	34.175	0.000
	Error	14	145.179	10.409		
	Total	20	2279.978			
0.0%Kgm Fast	Treatment	6	3416.743	569.457	29.863	0.000
	Error	14	266.962	19.069		
	Total	20	3683.705			
0.3%Kgm Slow	Treatment	6	2527.009	421.168	16.157	0.000
	Error	14	364.932	26.067		
	Total	20	2891.942			
0.3%Kgm Medium	Treatment	6	5444.600	907.433	185.012	0.000
	Error	14	68.666	4.905		
	Total	20	5513.266			
0.3%Kgm Fast	Treatment	6	6444.489	1074.082	120.706	0.000
	Error	14	124.576	8.898		
	Total	20	6569.065			
0.5%Kgm Slow	Treatment	6	2005.092	334.182	32.845	0.000
	Error	14	142.445	10.175		
	Total	20	2147.537			
0.5%Kgm Medium	Treatment	6	3086.871	514.479	230.852	0.000
	Error	14	31.201	2.229		
	Total	20	3118.072			
0.5%Kgm Fast	Treatment	6	3247.249	541.208	41.841	0.000
	Error	14	181.090	12.935		
	Total	20	3428.339			

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอรรวรรณ ตติรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤษภาคม 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) เกียรตินิยมอันดับสอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2546)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2548)