

เอกสารอ้างอิง

เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2544ก. มารู้อีกแป้งสุขภาพ (Resistant starch) กันเถอะ.

ข่าวสาววิชาการในวงแป้ง 1(1) : 4-5.

เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2544ข. มารู้อีกแป้งสุขภาพ (Resistant starch) กันเถอะ (ตอนจบ). ข่าวสาววิชาการในวงแป้ง 1(2): 4-5.

กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 303 หน้า.

กล้าณรงค์ ศรีรอด, สุทิสรา นิทขุ และวันชัย โชคชัยไพศาล. 2539. การใช้ Rapid Visco Analyzer (RVA) ควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตกล้วยเดี่ยว. การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 สาขาวิทยาศาสตร์. วิศวกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรม เกษตร คหกรรมศาสตร์ การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ศีษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ. 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2539. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ทบวงมหาวิทยาลัย: 181-191

งามชื่น คงเสรี. 2541. ข้าวที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปกล้วยเดี่ยวและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมเรื่อง การพัฒนาและยกระดับอุตสาหกรรม กล้วยเดี่ยวและขนมจีนโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด. กรุงเทพฯ: สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 14-32.

ชุดิมา อัสวเสถียร และนิลศิริ นิลเนตร. 2548. การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งกล้วยในกล้วยเดี่ยวเส้นใหญ่. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 สาขาสัตวศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ: 544-550

ณรงค์ นิยมวิทยา. 2538. ผลิตภัณฑ์จากธัญชาติ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 235 หน้า.

พรพิศ โพธิสุข. 2548. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตกล้วยข้างกลี้งอบแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 153 หน้า.

มาลินี พิทักษ์. 2539. พืชหัวของไทย: มันเทศและเผือก. เอกสารวิชาการกองส่งเสริมพืชไร่นา. กรมส่งเสริมการเกษตร. 77 หน้า.

- มนทกานต์ เบญจพลากร. 2549. สมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งและสตาร์ชจากเกาลัดน่าน
Sterculia monosperma Vent. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. 107 หน้า
- รองรัตน์ รัตนารมวณ. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งเผือก. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 187 หน้า.
- วราภรณ์ สกลไชย, จันทน์ อริยะพงศ์สรณ์. 2551. การเกิด Resistant Starch โดยใช้กระบวนการ
ความร้อนและการใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์คุกกี้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 124 หน้า.
- วิภา สุโรจนเมธากุล. 2541. คุณสมบัติของข้าวและการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิต
ก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรม เรื่อง
การพัฒนาและยกระดับอุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและขนมจีนโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด.
สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. กรุงเทพฯ: 35-51.
- วิไลศนา โพธิ์ศรี, เกษม นันทชัย และอัมพร แซ่เอียว. 2551. เอกสารประกอบการสอนและบท
ปฏิบัติการวิชา 667 432 การวิเคราะห์อาหารโดยประสาทรับรู้สัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยี
อาหาร คณะเทคโนโลยี. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 145 หน้า.
- สมศรี บุญเรือง, มาลินี พิทักษ์. 2537. การปลูกเผือกหอม. เอกสารคำแนะนำที่ 15. กรมส่งเสริม
การเกษตร. 17 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยว.
มอก.959-2533.
- อรพรรณ กัลปนาอุท. 2547. การปรับปรุงคุณภาพก๋วยเตี๋ยวพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท
ผ่านกระบวนการพาสเจอไรเซชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์การอาหาร) บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 180 หน้า
- อรรณณ เคตสุขเจริญ. 2529. คุณสมบัติบางประการในการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งต่างๆ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120 หน้า.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว; วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 หน้า.
- AACC. 2000. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, 9th
ed. Method 46-11A; Method 30-10; Method 44-19A; Method 08-01; Method 61-02;
Method 76-13; Method 32-40 St. Paul, Minnesota: The Association.

- Aparicio-Saguilán A, Sonia G, Vargas-Torres A, Tovar J, Tania E, Luis A. 2007. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *J Food Comp Anal* 20: 175-181.
- Aprianita A, Purwandari U, Watson B, Vasiljevic T. 2009. Physico-chemical properties of flour and starch from selected commercial tubers available in Australia. *International Food Research Journal* 16: 507-520.
- Bogacheva TY, Morris VJ, Ring SG, Hedley CL. 1998. The granular structure of C-type pea starch and its role in gelatinization. *Biopolymers* 45: 323-332.
- Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition* 2:33-50.
- Freeman JE, Watson SA. 1971. Influence of sorghum endosperm pigments on starch quality. *Cereal Science Today* 16(11): 378-381.
- French D. 1975. Chemistry and biochemistry of starch. *In* W.J. Whelan (ed.). *Biochemistry of Carbohydrates*. London: Butterworth: 267-335.
- Haasse NU, Mintus T, Weipert D. 1995. Viscosity measurement of potato starch paste with the Rapid Visco Analyzer. *Starch* 47: 123-126.
- Hizukuri S. 1986. Polymodal distribution of the chain lengths of amylopectins and its significance. *Carbohydrates Research*. 147: 342.
- Jane J, Kasemsuwan T, Chen JF, Juliano BO. 1996. Phosphorus in rice and other starches. *Cereal Foods World* 41: 827-832.
- Jaroslawa K, Witczak M, Ziobro R, Juszczak L. 2009. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloid* 23: 988-995.
- Karin EA, Charles EC, Marie KW. 2007. Influence of protein level and starch type on an extrusion-expanded whey product. *International J Food Sci Technol* 42: 953-960.
- Kugimiya M, Donovan JW, Wong RY. 1980. Phase transitions of amylose-lipid complexes in starches: A calorimetric study. *Starch* 32: 265.
- Leach HW, McCowen LD, Schoch TJ. 1959. Structure of the starch granule I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem* 36: 534-544.
- Macfie HJ, Bratchell JE. 1989. Design to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J Food Sci* 46(5): 1400-1403.

- Mestres C, Colonna P, Buleon A. 1988. Characterization of starch networks within rice flour noodles and mung bean starch vermicelli. *J Food Sci* 53:1809–1812.
- Oates CG. 1997. Towards and understanding of starch granule structure and hydrolysis. *Trends Food Sci Technol* 8: 375-382.
- Richard RM. 1968. Tailoring starches for the baking industry. *The Baker Digest* 64: 48-53.
- Robin JP, Mercier C, Charbonniere R, Guilbot. JA. 1974. Lintnerized starches, gel filtration and enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem.* 51: 389-406.
- Sajilata MG, Rekha SS, Pushpa RK. 2006. The resistant starch A review. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 5: 1-17.
- Schoch TJ, Mayward EC. 1968. Preparation and properties of various legume starches. *Cereal chem* 45: 564-573.
- Sozer N, Dalgic AC, Kaya A. 2007. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *J Food Eng* 81: 476-484.
- Swinkels JJM. 1985. Source of starch, its chemistry and physics. *In* G.M.A. van Bennum. And J.A. Roles (eds.). *Starch Convension Technology*. New york: Marcel Dekker, Inc: 15-45.
- Tattiyakul, J, Asavasaksakul S, Pradipasena P. 2006. Chemical and physical properties of flour extracted from taro *Colocasia esculenta* (L.) Schott grown in different regions of Thailand. *Science Asia* 32: 279-284.
- Thiewes HJ, Steeneken PAM. 1997. Comparison of the Brabender Viscograph and the Rapid Visco Analyzer. 1. Statistical evaluation of the pasting profile. *Starch* 49: 85-92.
- Whistler RL, Smart CL. 1953. *Polysaccharide Chemistry*. New York: Academic Press. 239-245.
- Yue P, Waring S. 1998. Functionality of resistant starch in food applications. *Food Australia* 50(1): 615-621.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AACC 2000 methods 44-19)

1.1 เตรียมถ้วยหาความชื้น (moisture can) ที่ล้างสะอาดและอบแห้งแล้ว บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

1.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ในถ้วยหาความชื้น บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง

1.3 นำตัวอย่างในถ้วยหาความชื้นไปอบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง (หรือจนมีน้ำหนักคงที่)

1.4 นำถ้วยหาความชื้นออกจากตู้อบ แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) นาน 30-45 นาที

1.5 เมื่อเย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าที่แน่นอน

การคำนวณปริมาณความชื้น

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

2. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AACC 2000 methods 08-01)

2.1 เเผาถ้วยกระเบื้อง (crucible) ที่สะอาดและแห้งในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ปลดปล่อยให้เย็นแล้วชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 ชั่งตัวอย่าง 3-5 กรัม ลงในถ้วยบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

2.3 นำถ้วยกระเบื้องพร้อมด้วยตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เเผาจนเป็นสีขาวหรือเทาอ่อนหรือจนน้ำหนักคงที่

2.4 นำตัวอย่างไปทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณปริมาณเถ้าทั้งหมด

$$\text{ร้อยละปริมาณเถ้าทั้งหมด} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AACC 2000 methods 30-10)

3.1 ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ลงในกระดาษกรองและห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในทิมเบิล (Thimble) บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง (W1)

3.2 ชั่งถ้วยสกัดไขมัน (Extraction cup) ที่ผ่านการล้างและอบแห้งแล้ว บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน (W2) จากนั้นเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ประมาณ 50-75 มิลลิลิตร แล้วนำถ้วยสกัดไขมันใส่ Soxtec system HT

3.3 ทำการเคลื่อนคันโยกของเครื่อง Soxtec system HT ไปที่ตำแหน่ง boiling เพื่อสกัดเป็นเวลา 35 นาที จากนั้นเคลื่อนคันโยกมาที่ตำแหน่ง rinsing เพื่อชะล้างเป็นเวลา 60 นาที จากนั้นทำการระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ เป็นเวลา 20-25 นาที

$$\text{ร้อยละปริมาณไขมัน} = \frac{(W3 - W2) \times 100}{W1}$$

4. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (AACC 2000 methods 46-11A)

4.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม บนกระดาษชั่งสาร แล้วใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน จากนั้นเติม Kjeltab 1 เม็ด Glass bead 4-5 เม็ด สารป้องกันการเกิดฟอง (anti-foam agent) ประมาณ 1 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 8-10 มิลลิลิตร

4.2 ข้อย่อยตัวอย่างโดยใช้เครื่องย่อยที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายใส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น

4.3 ปีเปิดกรดบอกร้อยละ 4 ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ แล้วทำการกลั่น โดยใช้เครื่องกลั่น Kjeltac กลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 150 มิลลิลิตร

4.4 โทเทรตสารละลายที่ได้สารละลายที่ไม่มีตัวอย่าง (Blank) ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

การคำนวณปริมาณโปรตีน

$$\frac{\text{ร้อยละปริมาณโปรตีน} = (S - B) \times 1.401 \times N \times F}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

เมื่อ $S =$ ปริมาณกรดที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

B = ปริมาณกรดที่ใช้ไทเทรตสารละลายที่ไม่มีตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ไทเทรต

F = ค่าคงที่ (ข้าว = 5.95, เพือก กลัวย่น้ำว่า กลัวยหอมและมันเทศ = 6.25)

5. การวัดวิเคราะห์ปริมาณ Resistant Starch (AACC 2000 method 32-40)

5.1 การเตรียมสารที่ใช้ในการหาปริมาณ RS

a) Sodium maleate buffer (0.1 M, pH 6.0) วิธีการเตรียมดังนี้คือ

1. ละลาย maleic acid จำนวน 23.2 กรัม ในน้ำกลั่น 1,600 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. เตรียมสารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) 4M โดยละลาย NaOH 160 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร
3. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 6.0 ด้วย NaOH 4 M
4. เติม calcium chloride จำนวน 0.6 กรัม และ Sodium azide จำนวน 0.4 กรัม แล้วคนให้เข้ากัน
5. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
6. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ 4°C เก็บได้นาน 1 ปี

b) Sodium acetate buffer (1.2 M, pH 3.8) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. เติม glacial acetic acid จำนวน 69.6 ml ในน้ำกลั่น 800 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 3.8 ด้วย NaOH (4M)
3. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง เก็บได้นาน 1 ปี

c) Sodium acetate buffer (100 mM, pH 4.5)

1. เติม glacial acetic acid จำนวน 5.8 ml ในน้ำกลั่น 900 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 4.5 ด้วย NaOH (4M)
3. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ 4°C เก็บได้นาน 2 เดือน

d) Potassium Hydroxide (2M) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. ละลาย Potassium hydroxide จำนวน 112.2 กรัม ในน้ำกลั่น 900 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
3. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง

e) Aqueous IMS (50% V/V) มีวิธีการเตรียมดังนี้คือ

1. เติม ethanol 95% หรือ ethanol 99% จำนวน 500 ml ในน้ำกลั่น 500 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. เก็บสารละลายในขวดที่ปิดสนิท โดยเก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้องเก็บได้นานกว่า 1 ปี

f) Stock Amyloglucosidase (AMG) Solution (12 ml, 3,000 U/ml ใน 50% glycerol) เก็บสารละลายที่ 4 °C เก็บได้นานกว่า 5 ปี

g) Dilute Amyloglucosidase (300 U/ml) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. ผสม AMG จากข้อ f จำนวน 2 ml กับ Sodium maleate buffer จากข้อ a จำนวน 22 ml ให้เข้ากัน
2. แบ่งใส่ขวด Polypropylene จำนวน 5 ขวด โดยแต่ละขวดมีปริมาตร 5 ml (ขวดสุดท้ายจะมีปริมาตร 4 ml)
3. เก็บสารละลายที่ -20°C เก็บได้นานกว่า 5 ปี

h) Pancreatic α -amylase (10ml/ml) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. ละลาย α -amylase จำนวน 1 กรัม ใน Sodium maleate buffer จากข้อ a จำนวน 100 ml แล้วคนให้เข้ากันนาน 5 นาที
2. เติม Amyloglucosidase จากข้อ g จำนวน 1 ml แล้วคนให้เข้ากันอย่างดี
3. นำสารละลายไป centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที
4. แยกของเหลวออกจากตะกอน โดยใช้เฉพาะของเหลว (ทำทันทีที่ใช้เท่านั้น)

i) GOPOD mixture มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. นำ Glucose Reagent Buffer จำนวน 50 ml มาปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
2. นำสารละลายที่ได้ไปละลาย GOPOD reagent
3. แบ่งใส่ขวด polypropylene จำนวน 5 ขวด โดยแต่ละขวดมีปริมาตร 200 ml
4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ -20°C เก็บได้นานกว่า 2 ปี หรือเก็บสารละลายที่ 4°C เก็บได้นาน 2-3 เดือน

การเช็กระยะการเกิดสี

ผสม GOPOD mixture จากข้อ I กับ Glucose standard 0.1 และ Sodium acetate buffer จากข้อ c เข้าด้วยกัน ถ้ามีสีที่มากจะเกิดภายใน 20 นาที แต่ถ้าสีมีความคงตัวจะเกิดสีนานกว่า 60 นาที

5.2 วิธีการหาปริมาณ RS

5.2.1 ชั่งแบ่งปริมาณ 100±5 มิลลิกรัม ใส่ใน screw cap tube ขนาด 16×125 มิลลิเมตร ถ้าเป็นตัวอย่างเปียก ชั่ง 0.5 กรัม (60-80% ความชื้น)

5.2.2 ใส่ Pancreatic α -amylase ปริมาณ 4 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอด ปิดฝาให้แน่นแล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer

5.2.3 นำไป Shake ในเครื่อง shaking water bath (200 stokes/minute) บ่มที่ 37°C นาน 16 ชั่วโมง โดยวางหลอดในแนวนอน

5.2.4 หลังจากครบ 16 ชั่วโมงแล้วใส่ ethanol 99% ปริมาณ 4 มิลลิลิตรลงในแต่ละหลอด ปิดฝาให้แน่น แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer

5.2.5 นำไป centrifuge ที่ 3,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที แล้วแยกของเหลวออกจากตะกอน

5.2.6 ล้างตะกอนโดยใส่ Aqueous IMS (50% V/V) 2 มิลลิลิตร แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer จากนั้นใส่ Aqueous IMG เพิ่มอีก 6 มิลลิลิตร แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer จากนั้นนำไป centrifuge ที่ 3,000 รอบ/นาที นาน 0 นาที แล้วแยกของเหลวออกจากตะกอน ทำการล้างตะกอนซ้ำอีก 1 รอบ รวมของเหลวทั้งหมดที่ได้จากการล้างเก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ Non-Resistant starch ต่อไป

5.2.7 เติม KOH 2M ปริมาณ 2ml ลงในตะกอนที่ผ่านการล้างแล้ว

5.2.8 ใช้แท่งแก้วหรือ magnetic bar (ขนาด 5×15 mm) คนตัวอย่างใน ice bath นาน 20 นาที โดยพยายามละลายตะกอนให้หมดโดยการคน

5.2.9 หลังจากครบกำหนดแล้วเติม Sodium acetate buffer (1.2M, pH 3.8) ปริมาณ 8 ml แล้วใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน

5.2.10 เติม Amyloglucosidase ปริมาณ 0.1 ml โดยทันที แล้วคนให้เข้ากัน

5.2.11 นำไปบ่มใน water bath ที่ 50°C นาน 30 นาที ในระหว่างนั้นทำการ mix ตัวอย่างในเครื่อง vortex mixer ทุกๆ 5 นาที เมื่อครบกำหนดแล้วนำตัวอย่างมาดูสี

5.2.12 ถ้าตัวอย่างมีสีเข้ม ($\text{RS} > 10\%$) นำตัวอย่างไปปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ด้วยน้ำกลั่น แต่ถ้าตัวอย่างมีสีอ่อน ($\text{RS} < 10\%$) ไม่ต้องปรับปริมาตร จากนั้นนำตัวอย่างไป centrifuge ที่ 3,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที แล้วแยกของเหลวออกจากตะกอน

5.2.13 ดูดของเหลวมา 0.1 ml แล้วเติม GOPOD mixture 3 ml ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปบ่มใน water bath ที่ 50°C นาน 20 นาที ส่วน blank คือ Sodium acetate buffer (100 mM, pH 4.5) ปริมาณ 0.1 ml และ Standard คือ Glucose standard ปริมาณ 0.1 ml ผสมกับ GOPOD mixture ปริมาณ 3 ml แล้วนำไปบ่มเช่นเดียวกับตัวอย่าง

5.2.14 หลังจากครบกำหนดแล้ว นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm

5.2.15 นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปคำนวณปริมาณ RS

5.3 สูตรการคำนวณหาปริมาณ RS

1. RS (กรัม/100 กรัมตัวอย่าง) (ตัวอย่างมี $\text{RS} > 10\%$)

$$= \Delta E \times F \times 100 / 0.1 \times 1 / 1000 \times 100 / W \times 162 / 180$$

$$= \Delta E \times F / W \times 90$$

2. RS (กรัม/100 กรัมตัวอย่าง) (ตัวอย่างมี RS < 10%)

$$= \Delta E \times F \times 10.3 / 0.1 \times 1 / 1000 \times 100 / W \times 162 / 180$$

$$= \Delta E \times F / W \times 9.27$$

โดยที่ ΔE คือค่าการดูดกลืนแสง

F คือ 100/ค่าการดูดกลืนแสงของ Glucose standard

W คือ คำน่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์หรือคำนวณ ได้จากน้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ $\times [(100 - \text{ความชื้น}) / 100]$

6. การวิเคราะห์ปริมาณ Total Starch (สำหรับตัวอย่างที่มี RS) (AACC 2000 methods 76.13)

6.1 การเตรียมสารที่ใช้ในการหาปริมาณ Total starch

a) Sodium acetate buffer (100 mM, pH 5.0) ผสมกับ calcium chloride (5 mM) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. เติม glacial acetic acid จำนวน 5.8 ml ในน้ำกลั่น 900 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 5.0 ด้วย sodium hydroxide (1M) เก็บสารละลายที่ 4°C นาน 2 เดือน
3. เติม calcium chloride dehydrate 0.74 กรัม ละลายให้เข้ากัน
4. ปรับปริมาณสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายที่ 4°C ได้นาน 6 เดือน
5. สามารถเพิ่มความคงตัวของสารละลายด้วยการเติม sodium azide 0.2 กรัม (w/v) เก็บได้นาน 2 ปีที่อุณหภูมิห้อง

หมายเหตุ การเติม sodium azide ไม่ควรเติมจนกระทั่งปรับ pH แล้วเพราะความเป็นพิษของ sodium azide จะปล่อยแก๊สพิษออกมา

b) Sodium acetate buffer (1.2 M, pH 3.8) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. เติม glacial acetic acid จำนวน 69.6 ml ในน้ำกลั่น 800 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 3.8 ด้วย sodium hydroxide (4M)
3. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง เก็บได้นาน 1 ปี

c) Potassium hydroxide solution (2M) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

1. เติม KOH 112.2 กรัม ในน้ำ deionised 900 ml แล้วคนให้เข้ากัน
2. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร
3. เก็บสารละลายในขวดปิดผนึกที่อุณหภูมิห้อง เก็บได้นาน 2 ปี

การเตรียม solution มีวิธีเตรียมดังนี้

d) Solution 1

1. ละลาย α -amylase 0.1 ml ในสารละลาย Sodium acetate buffer (100 mM, pH 5.0) (ข้อ a) 30 ml
2. แบ่งใส่ขวด Polypropylene ให้เท่ากันทุกขวด
3. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ -20°C เก็บได้นาน 3 ปี

e) Solution 2

Amyloglucosidase (10 ml, 3300 U/ml ใน soluble starch (or 200 U/ ml ใน p -nitrophenyl β -maltoside) pH 4.5 และ 40 องศาเซลเซียส เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เก็บได้นานมากกว่า 4 ปี

f) Solution 3 มีวิธีเตรียมดังนี้คือ

ละลาย GOPOD Reagent Buffer ด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร (ทำทันทีที่ใช้)

g) Solution 4

1. ละลาย GOPOD Reagent Enzymes ด้วย solution 3 แล้วคนให้เข้ากัน
2. เก็บใส่ขวดที่ปิดด้วย aluminium foil และเก็บที่อุณหภูมิ $2-5^{\circ}\text{C}$ เก็บได้นาน 3 เดือนหรือเก็บสารละลายที่อุณหภูมิ -20°C เก็บได้นานกว่า 1 ปี

h) Solution 5

สารละลายมาตรฐาน D-Glucose (5 ml, 0.1 mg/ml) ใน 0.2% (w/v) benzoic acid เก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 4 ปี

i) Solution 6

Standardised regular maize starch control เก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 4 ปี

6.2 วิธีการปริมาณ Total Starch

1. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 100 mg ใส่ในหลอดทดลอง
2. ทำให้ตัวอย่างเปียกด้วย 80% ethanol (v/v) 0.2 ml แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer

3. ใส่ magnetic bar (5×15 mm) และ 2M KOH 2 ml ลงในแต่ละหลอด คนตัวอย่างใน ice bath นาน 20 นาที
4. เติม 1.2 M Sodium acetate buffer (pH 3.8) 8 ml ลงในแต่ละหลอด ให้ magnetic bar คนให้เข้ากัน
5. เติม thermostable α -amylase 0.1 ml และ Amyloglucosidase ปริมาณ 0.1 ml แล้วคนให้เข้ากัน
6. นำไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ในระหว่างนั้นทำการ mix ตัวอย่างในเครื่อง vortex mixture ทุกๆ 5 นาที
7. ตัวอย่างมี > 10% total starch นำตัวอย่างถ่ายใส่ Volumetric flask ขนาด 100 ml จากนั้นปรับปริมาณให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น แต่ถ้าตัวอย่างมี < 10% total starch ไม่ต้องปรับปริมาตร จากนั้นนำตัวอย่างไป centrifuge ที่ 1800 g นาน 10 นาที
8. ดูดของเหลวมาปริมาณ 0.1 ml แล้วเติม GOPOD Reagent ปริมาณ 3 ml ลงในแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ส่วน control คือ D-Glucose standard solution (1mg/mL) ปริมาณ 0.1 ml ผสมกับ GOPOD Reagent ปริมาณ 3 ml และ blank คือ น้ำกลั่น 0.1 ml ผสมกับ GOPOD Reagent ปริมาณ 3 ml แล้วนำไปบ่มเช่นเดียวกับตัวอย่าง
9. หลังจากครบกำหนดแล้วนำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm

7. การวิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter รุ่น CT300

ตัดเส้นเล็กสดและเส้นเล็กแห้งที่ลวกแล้วเป็นชิ้นขนาด 1 x 1 นิ้ว แล้ววัดตัวอย่าง 3 ซ้ำ

บันทึกค่าสีเป็นระบบ Hunter value คือ $L^*a^*b^*$

เมื่อ L^* คือค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าระหว่าง 0 - 100

a^* คือ $+a$ หมายถึง สีแดง $-a$ หมายถึง สีเขียว

b^* คือ $+b$ หมายถึง สีเหลือง $-b$ หมายถึง สีนํ้าเงิน



8. การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ Tensile strength และ compression 70% โดยใช้เครื่อง

Texture Analyzer รุ่น TA-XT2

8.1 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ Tensile strength (Application study for noodle;

N001/SPR, Revised: March 06)

1) ตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว 1 เส้น พันกับขา probe ด้านบนและล่าง

2) ปรับสภาวะเครื่องเพื่อใช้ในการวัดดังนี้

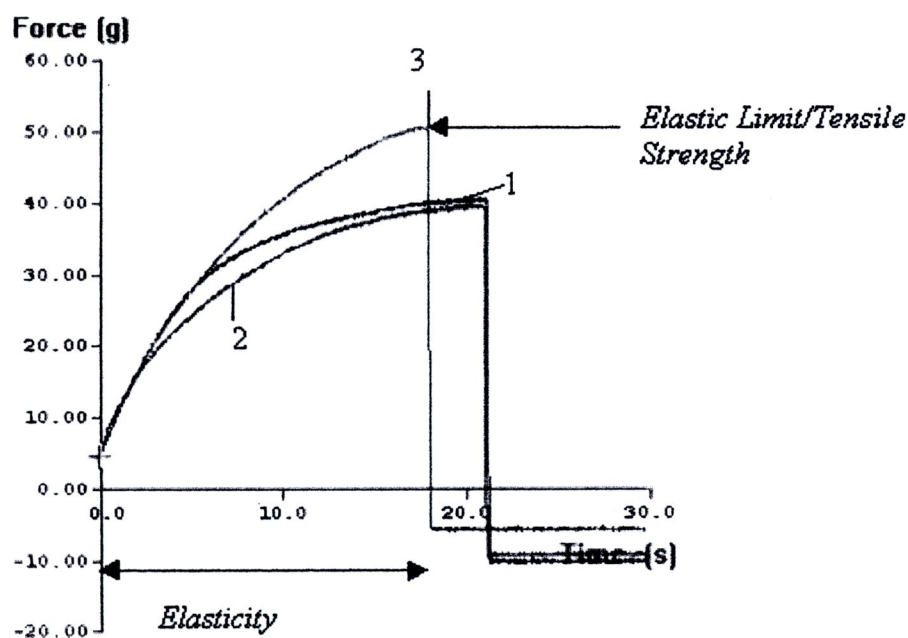
การวัด : วัดแรงสูงสุดที่ใช้ในการดึงเส้นก๋วยเตี๋ยวให้ขาด (g.force)

Pre-Test Speed:	1.0 mm/s
Test Speed:	1.0 mm/s
Post-Test Speed:	10.0 mm/s
Distance:	100mm
Trigger Type:	Auto - 5g

ชนิดของหัววัด : Spaghetti tensile grips (A/SPR) ใช้ load cell ขนาด 5 kg

การบันทึกข้อมูล : บันทึกข้อมูลเป็น Force-Time Curve ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

3) คำนวณค่าความคงทนต่อแรงดึง จาก Force-Time Curve ที่บันทึกโดยเครื่องมือ



ตัวอย่างกราฟแสดงการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ Tensile strength

8.2 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ Compression 70% (Application study for noodle;
N002/P2, Revised: March 06)

1) ตัดตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว 3 cm. จำนวน 5 เส้น

2) ปรับสถานะเครื่องเพื่อใช้ในการวัดดังนี้

การวัด : Texture Profile Analysis

ชนิดของหัววัด : Cylindrical probe, Part No. P/2

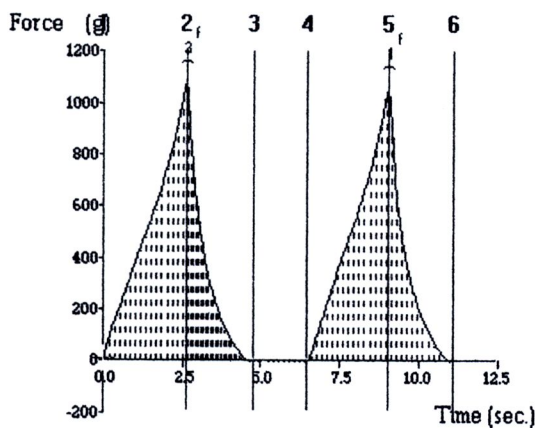
TA Settings:

Mode:	Measure Force in Compression
Option:	TPA
Pre-Test Speed:	1.0 mm/s
Test Speed:	1.0 mm/s
Post-Test Speed:	1.0 mm/s
Strain:	70%
Trigger Type:	Auto - 5g
Tare Mode:	Auto
Data Acquisition Rate:	200pps

การบันทึกข้อมูล : บันทึกข้อมูลเป็น Force – Time Curve

3) ให้หัววัดกดอัด (Compressed) ตัวอย่างในแนวตั้งฉากให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างร้อยละ 70 (70% deformation)

4) คำนวณค่าต่างๆจาก Force – Time Curve ที่บันทึกโดยเครื่องมือ



ตัวอย่างกราฟแสดงการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ TPA Compression

9. การวิเคราะห์ค่าการสูญเสียของแข็งขณะหุงลวก (cooking loss)

9.1 ชั่งตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวประมาณ 30 กรัม (W) แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดปริมาตร 1 ลิตร เป็นเวลา 3 นาที

9.2 นำของเหลวที่ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ไประเหยน้ำบนเตา (Hot Plate) แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ (A)

9.3 คำนวณร้อยละการสูญเสียระหว่างการหุงต้มดังนี้

$$\text{Cooking loss (\%)} = (A / W) \times 100$$

10. การวิเคราะห์คุณสมบัติความหนืดโดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer (AACC 2000 methods 61-02)

10.1 ชั่งตัวอย่างแป้งประมาณ 3.00 กรัม (14% moisture basis) ใส่ในกระบอกสำหรับวิเคราะห์ RVA

10.2 เติมน้ำกลั่น 25.0 มิลลิลิตร (± 0.1 มิลลิลิตร) (14% moisture basis)

10.3 ทำการกวนให้แป้งและน้ำผสมกัน โดยใช้ใบกวน (Paddle) จากนั้นนำเข้าวิเคราะห์ในเครื่อง RVA โดยทำการวิเคราะห์ในช่วงอุณหภูมิ 50-95 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 160-960 rpm

10.4 บันทึกค่า Pasting temperature ($^{\circ}\text{C}$), Peak viscosity (RVA), Breakdown (RVU), Final viscosity (RVU), Setback (RVU)

การคำนวณปริมาณตัวอย่างและน้ำกลั่นที่ใช้ในการทดลองสามารถคำนวณได้ตามสูตรดังต่อไปนี้

$$S = \frac{3 \times (100 - 14)}{(100 - M)}$$

$$W = 25 + (3.0 - S)$$

เมื่อ S = น้ำหนักที่ถูกต้องของตัวอย่างแป้งที่ใช้ในการทดลอง

M = ปริมาณความชื้นที่แท้จริงของตัวอย่างแป้ง (Percent as is)

W = น้ำหนักที่ถูกต้องของน้ำกลั่นที่ใช้ในการทดลอง

สถานะในการทำงานของเครื่อง RVA ดังนี้

อุณหภูมิเริ่มต้น	50	องศาเซลเซียส		
อุณหภูมิ	50	องศาเซลเซียส	ระยะเวลา	1 นาที
อุณหภูมิ	50-95	องศาเซลเซียส	ระยะเวลา	3.8 นาที

อุณหภูมิ	95	องศาเซลเซียส	ระยะเวลาنان	2.4	นาที
อุณหภูมิ	95-50	องศาเซลเซียส	ระยะเวลาنان	3.8	นาที
อุณหภูมิ	50	องศาเซลเซียส	ระยะเวลาنان	2	นาที
รวมระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด				13	นาที

เครื่องจะแสดงผลการวัดค่าความหนืดเป็นหน่วยของเครื่องมือ (RVU) ค่าที่เครื่องแสดงผลอ่านได้บนจอคอมพิวเตอร์ ดังนี้

- 1. Peak time : เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุดของแป้ง มีหน่วยเป็นนาที
- 2. Pasting Temperature : อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด หรือมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ในเวลา 20 วินาที มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
- 3. Peak Temperature : อุณหภูมิที่เกิดความหนืดสูงสุดของแป้ง
- 4. Holding Strength : ความหนืดที่ต่ำสุดระหว่างการทำให้เย็น มีหน่วยเป็น RVU
- 5. Breakdown : ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดระหว่างการทำให้เย็น มีหน่วยเป็น RVU
- 6. Final Viscosity : ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง มีหน่วยเป็น RVU
- 7. Setback from Peak : ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุดสูงสุด มีหน่วยเป็น RVU
- 8. Setback from Trough : ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุดต่ำสุด มีหน่วยเป็น RVU

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของหัวเผือกสดในแต่ละสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	27.690	3	9.230	33.769	0.000*
Season	118.200	2	59.100	216.222	0.000*
Variety*Season	234.778	6	39.130	143.159	0.000*
Error	3.280	12	0.273		
Total	147445.170	24			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสตาร์ชทนย่อยของหัวเผือกสดในแต่ละสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	204.845	3	68.282	50.251	0.000*
Season	1379.623	2	689.811	507.656	0.000*
Variety*Season	392.230	6	65.372	48.109	0.000*
Error	16.306	12	1.359		
Total	36390.161	24			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและ
สตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	0.029	2	0.015	0.037	0.964
Milling	0.056	1	0.056	0.141	0.720
Variety*Milling	1.833	2	0.917	2.307	0.181
Error	2.383	6	0.397		
Total	1338.244	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและ
สตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	0.019	2	0.009	2.932	0.129
Milling	0.195	1	0.195	59.467	0.000*
Variety*Milling	0.088	2	0.044	13.508	0.006*
Error	0.019	6	0.003		
Total	0.842	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและ
สตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	3.185	2	1.908	19.865	0.002*
Milling	237.287	1	237.287	2471.013	0.000*
Variety*Milling	3.019	2	1.509	15.718	0.004*
Error	0.576	6	0.096		
Total	499.795	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ช
ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	0.795	2	0.398	394.019	0.000*
Milling	24.678	1	24.678	24456.15	0.000*
Variety*Milling	1.069	2	0.535	529.796	0.000*
Error	0.006	6	0.001		
Total	67.099	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและ
สตาร์ชที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	4.992	2	2.496	10.399	0.002*
Milling	220.850	1	220.850	920.102	0.000*
Variety*Milling	1.666	2	0.833	3.471	0.050*
Error	2.880	12	0.240		
Total	103847.565	18			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและ
สตาร์ชที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	2.281	2	1.141	175.323	0.002*
Milling	12.268	1	12.268	1886.00	0.000*
Variety*Milling	1.022	2	0.511	78.523	0.050*
Error	0.078	12	0.007		
Total	15.649	18			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของแป้งที่ผ่านการโม่แห้ง และสตราซ์ที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	0.492	2	0.246	31.764	0.002*
Milling	18.524	1	18.524	2394.00	0.000*
Variety*Milling	0.063	2	0.031	4.054	0.045*
Error	0.093	12	0.008		
Total	170.899	18			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาว (whiteness) ของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้ง และสตราซ์ที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	4.789	2	2.395	9.997	0.003*
Milling	236.987	1	236.987	989.431	0.000*
Variety*Milling	1.764	2	0.882	3.682	0.050*
Error	2.874	12	0.240		
Total	103280.306	18			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดสูงสุดของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสตรัซซ์ที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	703.263	2	351.632	1.983	0.218
Milling	11750.02	1	11750.02	66.255	0.000*
Variety*Milling	378.089	2	189.044	1.066	0.050*
Error	1064.079	6	177.346		
Total	173595.2	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเบรกดวงน้ของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสตรัซซ์ที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	90.354	2	45.177	1.176	0.371
Milling	1749.909	1	1749.909	45.561	0.001*
Variety*Milling	215.32	2	107.67	2.803	0.050*
Error	230.446	6	38.408		
Total	15469.8	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดสุดท้ายของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและ
สตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	1102.567	2	551.284	5.988	0.037*
Milling	17851.74	1	17851.74	193.917	0.000*
Variety*Milling	947.115	2	473.557	5.144	0.050*
Error	552.351	6	92.058		
Total	172405.3	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการคั้นตัวของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ชที่
ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	264.059	2	132.029	17.571	0.003*
Milling	4457.151	1	4457.151	593.164	0.000*
Variety*Milling	114.079	2	57.039	7.591	0.023*
Error	45.085	6	7.514		
Total	15967.25	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารซัลฟิวเรททั้งหมดของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและ
สารซัลฟิวเรทที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	28.826	2	14.413	10.765	0.010*
Milling	970.068	1	970.068	724.541	0.000*
Variety*Milling	65.255	2	32.628	24.370	0.001*
Error	8.033	6	1.339		
Total	71177.749	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงดึง (tensile strength) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสด
ทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	2511.885	5	502.377	83.452	0.000*
Level	225.200	2	112.600	18.704	0.000*
Variety*Level	775.856	10	77.586	12.888	0.000*
Error	325.077	54	6.020		
Total	52947.432	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งที่ผ่านการโม่แห้ง และสตาร์ชที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	0.161	2	0.081	0.103	0.904
Milling	13.76	1	13.76	17.58	0.006*
Variety*Milling	1.228	2	0.614	0.784	0.050*
Error	4.696	6	0.783		
Total	83962.62	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสตาร์ชทนย่อยของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและ สตาร์ชที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	43.782	2	21.891	59.624	0.000*
Milling	3076.263	1	3076.263	8379.00	0.000*
Variety*Milling	32.015	2	16.007	43.598	0.000*
Error	2.203	6	0.367		
Total	15497.001	12			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็ง (hardness) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสด
ทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	6.693×10^7	5	1.339×10^7	77.913	0.000*
Level	4720816.248	2	2360408.124	13.738	0.000*
Variety*Level	5.493×10^7	10	5492770.626	31.969	0.000*
Error	9278044.039	54	171815.630		
Total	3.012×10^9	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวหนึบ (adhesiveness) ของกล้วยเดี่ยวเส้น
เล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	6.323×10^7	5	1.265×10^7	15.367	0.000*
Level	3.361×10^7	2	1.680×10^7	20.419	0.000*
Variety*Level	1.711×10^7	10	1711246.213	2.079	0.042*
Error	4.444×10^7	54	823007.063		
Total	6.241×10^8	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสามารถในการยึดเกาะ (cohesiveness) ของ
กล้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	0.588	5	0.118	39.271	0.000*
Level	0.001	2	0.000	0.088	0.916
Variety*Level	0.260	10	0.026	8.664	0.000*
Error	0.162	54	0.003		
Total	8.517	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่น (springiness) ของกล้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสด
สดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	2.370	5	0.474	9.731	0.000*
Level	0.064	2	0.032	0.655	0.523
Variety*Level	1.053	10	0.105	2.162	0.035*
Error	2.631	54	0.049		
Total	45.033	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความติดเหนียว (gumminess) ของก้วยเตี่ยวเส้นเล็ก
สดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	1.555×10 ⁷	5	3110179.517	21.383	0.000*
Level	608937.671	2	304468.836	2.093	0.133
Variety*Level	5063928.260	10	506392.826	3.482	0.001*
Error	7854350.523	54	145450.936		
Total	3.080×10 ⁸	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (chewiness) ของก้วยเตี่ยว
เส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	2.963×10 ⁷	5	5925864.612	17.553	0.000*
Level	925473.292	2	462736.646	1.371	0.263
Variety*Level	1.320×10 ⁷	10	1320183.440	3.910	0.000*
Error	1.823×10 ⁷	54	337605.132		
Total	2.319×10 ⁸	72			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดทดแทน
ด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	345.722	5	69.144	356.714	0.000*
Level	232.536	2	116.268	299.824	0.000*
Variety*Level	106.767	10	10.677	55.081	0.000*
Error	6.978	36	0.194		
Total	216980.515	54			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสีแดง (a*) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดทดแทน
ด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	71.202	5	14.240	2121.003	0.000*
Level	19.179	2	9.590	1429.003	0.000*
Variety*Level	8.186	10	0.819	121.947	0.000*
Error	0.242	36	0.153		
Total	101.520	54			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสีเหลือง (b*) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	65.163	5	13.033	86.531	0.000*
Level	1.998	2	0.999	6.402	0.004*
Variety*Level	46.825	10	4.683	30.012	0.000*
Error	5.617	36	0.156		
Total	2072.252	54			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาว (whiteness) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	355.620	5	71.124	399.890	0.000*
Level	232.663	2	116.332	654.066	0.000*
Variety*Level	111.919	10	11.192	62.926	0.000*
Error	6.403	36	0.178		
Total	213315.937	54			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารร้ชทนย่อยของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Variety	2.168	5	0.434	81.233	0.000*
Level	0.135	2	0.067	12.640	0.000*
Variety*Level	0.230	10	0.023	4.315	0.003*
Error	0.096	18	0.005		
Total	58.490	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบปริมาณสารร้ชทนย่อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งจากเผือกที่สูงที่สุดกับสูตรควบคุม

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1.232	1	1.232	362.382	0.003*
Error	0.007	2	0.003		
Total	7.741	4			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงดึง (tensile strength) ของกัวยเดี่ยวเส้นเล็กแห้ง
ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	242.008	2	121.004	42.606	0.000*
Temp	157.837	1	157.837	55.575	0.000*
Speed	13.129	1	13.129	4.623	0.042*
Type*Temp	280.912	2	140.456	49.455	0.000*
Type*Speed	71.814	2	35.907	12.643	0.000*
Temp*Speed	0.78	1	0.78	0.275	0.605
Type*Temp*Speed	8.097	2	4.048	1.425	0.260
Error	68.162	24	2.84		
Total	14731.361	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 61 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็ง (hardness) ของกัวยเดี่ยวเส้นเล็กแห้ง
ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	3.346×10^7	2	1.673×10^7	71.291	0.000*
Temp	6725565.364	1	6725565.364	28.661	0.000*
Speed	82343.268	1	82343.268	0.351	0.559
Type*Temp	3338686.968	2	1669343.484	7.114	0.004*
Type*Speed	1071259.938	2	535629.969	2.283	0.102
Temp*Speed	868758.524	1	868758.524	3.720	0.066
Type*Temp*Speed	1253981.867	2	626990.933	2.672	0.090
Error	5631776.093	24	234657.337		
Total	1.575×10^9	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวหนึบ (adhesiveness) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กแห้ง
ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	90642.693	2	45321.347	14.925	0.000*
Temp	14175.284	1	14175.284	4.668	0.041*
Speed	26610.092	1	26610.092	8.763	0.007*
Type*Temp	1001.595	2	500.798	0.165	0.849
Type*Speed	3901.213	2	1950.607	0.642	0.535
Temp*Speed	2346.757	1	2346.757	0.773	0.388
Type*Temp*Speed	920.876	2	460.438	0.152	0.860
Error	72878.555	24	3036.606		
Total	972619.250	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสามารถในการยึดเกาะ (cohesiveness) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็ก
แห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	0.021	2	0.011	2.667	0.090
Temp	0.000	1	0.000	0.100	0.755
Speed	3.027×10^{-5}	1	3.027×10^{-5}	0.008	0.931
Type*Temp	0.008	2	0.004	1.059	0.362
Type*Speed	0.005	2	0.003	0.652	0.530
Temp*Speed	0.010	1	0.010	2.507	0.126
Type*Temp*Speed	0.003	2	0.002	0.394	0.679
Error	0.096	24	0.009		
Total	21.762	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่น (springiness) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วย แป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	0.129	2	0.065	7.404	0.003*
Temp	0.013	1	0.013	1.479	0.236
Speed	0.003	1	0.003	0.294	0.593
Type*Temp	0.029	2	0.014	1.638	0.215
Type*Speed	0.016	2	0.008	0.890	0.424
Temp*Speed	0.000	1	0.000	0.018	0.896
Type*Temp*Speed	0.026	2	0.013	1.511	0.241
Error	0.209	24	0.009		
Total	20.528	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความติดเหนียว (gumminess) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วย แป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	2.896×10^7	2	1.448×10^7	36.747	0.000*
Temp	4777808.289	1	4777808.289	12.126	0.002*
Speed	69787.635	1	68787.635	0.175	0.680
Type*Temp	3425017.865	2	1712508.932	4.346	0.024*
Type*Speed	1139649.540	2	569824.770	1.446	0.255
Temp*Speed	2039762.132	1	2039762.132	5.177	0.052
Type*Temp*Speed	743783.620	2	371891.810	0.944	0.403
Error	9456500.728	24	394020.864		
Total	1.463×10^7	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (chewiness) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	2.376×10 ⁷	2	1.188×10 ⁷	19.490	0.000*
Temp	4685630.218	1	4685630.218	7.688	0.011*
Speed	223282.116	1	223282.116.0	0.366	0.551
Type*Temp	4096248.461	2	2048124.231	3.361	0.052
Type*Speed	2422850.098	2	1211425.049	1.988	0.159
Temp*Speed	717914.042	1	717914.042	1.178	0.289
Type*Temp*Speed	835819.069	2	417909.535	0686	0.513
Error	1.463×10 ⁷	24	609436.664		
Total	5.797×10 ⁸	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ (หลังการลวก)

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	15.319	2	7.660	3.865	0.035*
Temp	75.342	1	75.342	38.017	0.084
Speed	2.361	1	2.361	1.192	0.286
Type*Temp	7.923	2	3.962	1.999	0.157
Type*Speed	16.385	2	8.193	4.134	0.059
Temp*Speed	34.457	1	34.457	17.387	0.000*
Type*Temp*Speed	10.726	2	5.363	2.706	0.087
Error	47.563	24	1.982		
Total	165484.849	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)



ตารางที่ 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของกล้วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง
ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ
(หลังการลวก)

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	23.600	2	11.800	84.375	0.000*
Temp	0.453	1	0.453	3.242	0.084
Speed	0.036	1	0.036	0.258	0.616
Type*Temp	1.027	2	0.513	3.671	0.041*
Type*Speed	0.827	2	0.413	2.956	0.071
Temp*Speed	0.185	1	0.185	1.322	0.262
Type*Temp*Speed	0.973	2	0.486	3.477	0.047*
Error	3.356	24	0.140		
Total	206.638	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 69 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของกล้วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง
ทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ
(หลังการลวก)

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	94.653	2	47.327	44.893	0.000*
Temp	10.978	1	10.978	10.414	0.003*
Speed	1.240	1	1.240	1.176	0.289
Type*Temp	0.741	2	0.370	0.351	0.707
Type*Speed	24.261	2	12.130	11.507	0.000*
Temp*Speed	12.769	1	12.769	12.112	0.002*
Type*Temp*Speed	10.734	2	5.367	5.091	0.019*
Error	25.301	24	1.054		
Total	3514.583	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาว (whiteness) ของถ้วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง
ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ
(หลังลวก)

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	35.170	2	17.585	9.020	0.001*
Temp	85.026	1	85.026	43.757	0.000*
Speed	1.099	1	1.099	0.566	0.459
Type*Temp	7.020	2	3.510	1.806	0.186
Type*Speed	28.112	2	14.056	7.234	0.003*
Temp*Speed	20.423	1	20.423	10.510	0.003*
Type*Temp*Speed	18.227	2	9.114	4.690	0.019*
Error	46.635	24	1.943		
Total	158032.044	36			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร้อยละการสูญเสียของแข็งขณะลวกของถ้วยเตี๋ยวเส้น
เล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและ
ความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	9.460	2	4.730	125.595	0.000*
Temp	0.572	1	0.572	15.202	0.002*
Speed	0.025	1	0.025	0.664	0.431
Type*Temp	0.221	2	0.110	2.930	0.092
Type*Speed	1.576	2	0.788	20.922	0.000*
Temp*Speed	1.030	1	1.030	27.354	0.054
Type*Temp*Speed	0.220	2	0.110	2.918	0.093
Error	0.452	12	0.038		
Total	1047.780	24			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 72 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารซทนย่อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของ กว๋ยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Type	1.029	2	0.515	8.021	0.005*
Temp	0.28	1	0.28	4.366	0.057
Speed	0.148	1	0.148	2.311	0.152
Type*Temp	0.072	2	0.036	0.564	0.582
Type*Speed	0.066	2	0.033	0.518	0.608
Temp*Speed	0.399	1	0.399	6.212	0.057
Type*Temp*Speed	0.223	2	0.111	1.736	0.215
Error	0.834	12	0.064		
Total	85.933	24			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 73 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบปริมาณสารซทนย่อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของกว๋ยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งจากเผือกที่สูงที่สุดกับสูตรควบคุม

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	0.651	2	0.362	3.135	0.073
Error	1.558	15	0.104		
Total	66.316	18			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทน้อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	50.588	5	10.118	3.282	0.006*
Error	1831.410	594	3.083		
Total	24711.000	600			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทน้อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	343.628	5	68.726	34.984	0.000*
Error	1166.890	594	1.964		
Total	25997.000	600			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทน้อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	11.688	5	2.338	0.790	0.557
Error	1758.630	594	2.961		
Total	24011.000	600			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 77 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์
เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทน้อยจากเปลือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	50.133	5	10.027	4.714	0.000*
Error	1263.360	594	2.127		
Total	24776.000	600			

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบทางประสามลัมผัส

แบบสอบถามการทดสอบวัดความชอบจากผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง

ID.....

เพศ ☐ชาย ☐หญิง

กรุณาเลือกลักษณะเด่นและสำคัญที่สุดที่ท่านใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง
ให้เลือกเพียงข้อเดียว

- ☐ ความเหนียวติด
- ☐ ความนุ่ม
- ☐ ความยืดหยุ่น
- ☐ สี
- ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ)



คำชี้แจง

ขอให้ท่านผู้ทดสอบชิมบ้วนปากด้วยน้ำสะอาดที่เตรียมไว้ โดยบ้วนใส่โถบ้วนจากนั้นชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว แล้วให้กาเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความชอบที่ท่านคิดว่าตรงกับความรู้สึกต่อตัวอย่างนั้นๆที่สุด จากนั้นบ้วนปากด้วยน้ำดื่มสะอาดที่เตรียมไว้ให้ เพื่อล้างรสตกค้างในปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

ท่านมีความชอบในตัวอย่าง..... เท่าใด (ระบุรหัสตัวอย่าง)

เนื้อสัมผัส เช่นความเหนียว-นุ่ม	สี	กลิ่น	ความชอบโดยรวม
☐ ชอบมากอย่างยิ่ง	☐ ชอบมากอย่างยิ่ง	☐ ชอบมากอย่างยิ่ง	☐ ชอบมากอย่างยิ่ง
☐ ชอบมาก	☐ ชอบมาก	☐ ชอบมาก	☐ ชอบมาก
☐ ชอบ	☐ ชอบ	☐ ชอบ	☐ ชอบ
☐ ชอบเล็กน้อย	☐ ชอบเล็กน้อย	☐ ชอบเล็กน้อย	☐ ชอบเล็กน้อย
☐ ไม่แน่ใจ	☐ ไม่แน่ใจ	☐ ไม่แน่ใจ	☐ ไม่แน่ใจ
☐ ไม่ชอบเล็กน้อย	☐ ไม่ชอบเล็กน้อย	☐ ไม่ชอบเล็กน้อย	☐ ไม่ชอบเล็กน้อย
☐ ไม่ชอบ	☐ ไม่ชอบ	☐ ไม่ชอบ	☐ ไม่ชอบ
☐ ไม่ชอบมาก	☐ ไม่ชอบมาก	☐ ไม่ชอบมาก	☐ ไม่ชอบมาก
☐ ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง	☐ ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง	☐ ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง	☐ ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง

เมื่อท่านตอบคำถามเสร็จแล้ว กรุณาเลื่อนกระดาษชิมไว้ข้างหน้าบุรุษทดสอบชิมของท่าน หากต้องการสิ่งใดเพิ่มเติม กรุณายกมือขึ้นเพื่อส่งสัญญาณให้นักวิจัยทราบ

