

วัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีทดลอง

3.1 วัสดุ

3.1.1 เมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ-1 ซึ่งปลูก เก็บเกี่ยวและกระเทาะ เมล็ดที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา ขนส่งมาทางรถยนต์ นำมาล้างทำความสะอาดและแยกสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออกไป แล้วจึงอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด(Tray Drier) ที่อุณหภูมิ 50 °ซ (8) เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง เมื่อทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องจึงนำมาใส่ในถังพลาสติกมีฝาปิด โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อใช้ทดลองต่อไป

3.1.2 แป้งมันสำปะหลังตราปลามังกร

3.1.3 เกลือแกง

3.1.4 ถังพลาสติกที่ทำด้วย oriented polypropylene / polyethylene
ขนาด 6 X 8 นิ้ว

3.1.5 ถังเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ ขนาด 6 X 8 นิ้ว

3.1.6 ถังโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำขนาด 6 X 8 นิ้ว

3.1.7 ถังกระดาษคราฟท์ ขนาด 6 X 8 นิ้ว

3.1.8 น้ำกลั่น

3.1.9 เมล็ดงาดำ

3.1.10 Petroleum ether(analytical grade)

3.1.11 Sulfuric acid(analytical grade)

3.1.12 Potassium sulfate(analytical grade)

3.1.13 Sodium thiosulfate(analytical grade)

3.1.14 Mercuric oxide(analytical grade)

3.1.15 Methyl red(analytical grade)

3.1.16 Hydrochloric acid(analytical grade)

3.1.17 Acid potassium phthalate(analytical grade)

3.1.18 Glacial acetic acid(analytical grade)

3.1.19 2-Thiobarbituric acid(analytical grade)

3.1.20 Calcium hydroxide(British pharmacopoeia grade)

3.1.21 Sodium hydroxide(analytical grade)

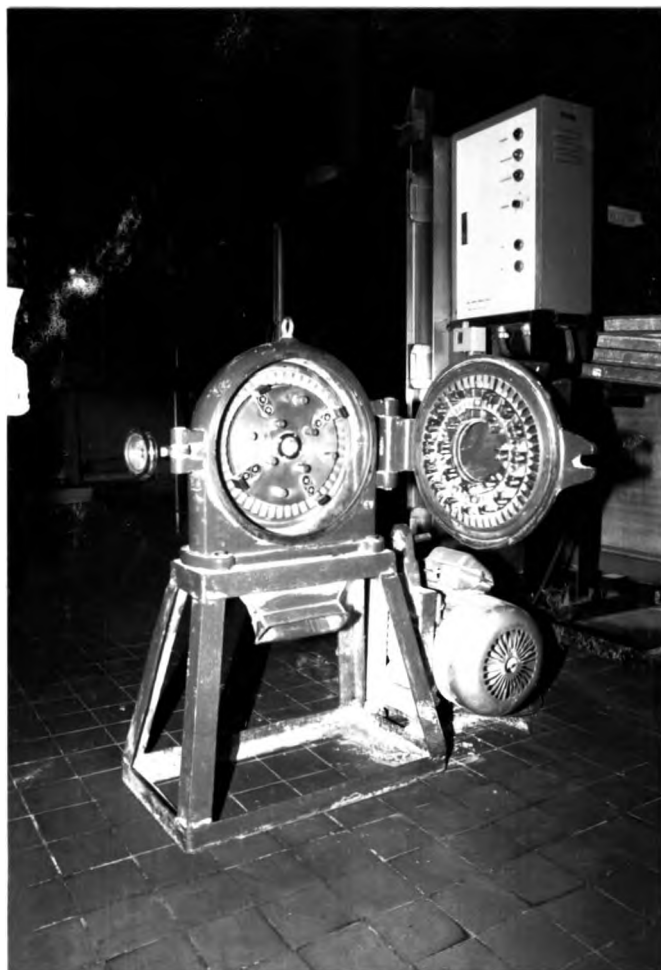
3.1.22 น้ำมันพืชตราไนฟ์

3.2 อุปกรณ์

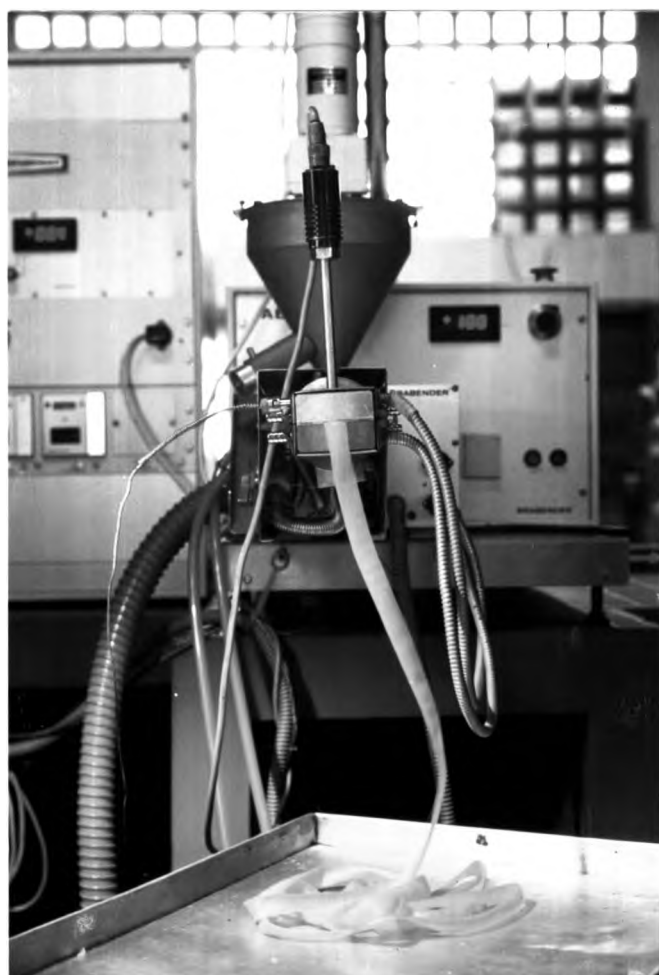
- 3.2.1 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดโลหะ (0-250 องศาเซลเซียส)
- 3.2.2 กะทะไฟฟ้าตรานกยูง (Model CP 1800)
- 3.2.3 เครื่องชั่งหยาบ (Sartorius model 1907 MP 8)
- 3.2.4 เครื่องชั่งละเอียด (Sartorius model A 200 S)
- 3.2.5 เต้าไฟฟ้า
- 3.2.6 เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก ยี่ห้อ Sea Master
- 3.2.7 ชุดตะแกรงร่อน
- 3.2.8 เครื่อง Texturometer และ Recorder ดังรูปที่ 1
- 3.2.9 เครื่องผสม (Kenwood)
- 3.2.10 เครื่อง Centrifuge
- 3.2.11 Pin mill grinder ดังรูปที่ 2
- 3.2.12 เครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทрудเดอร์ (Barbender 20 DN) ดังรูปที่ 3
- 3.2.13 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray drier) (Kan Seng Lee machinery HA 20) ดังรูปที่ 4
- 3.2.14 เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติกระบบสุญญากาศและก๊าซ (Multivac model AG 500) ดังรูปที่ 5
- 3.2.15 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer UV-240)
- 3.2.16 เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์ทางเคมี เช่น บีกเกอร์ กระจกตวง ไปเบต และขวดรูปชมพู่ เป็นต้น



รูปที่ 1 เครื่อง Texturometer และ Recorder



រូប ២ Pin mill grinder



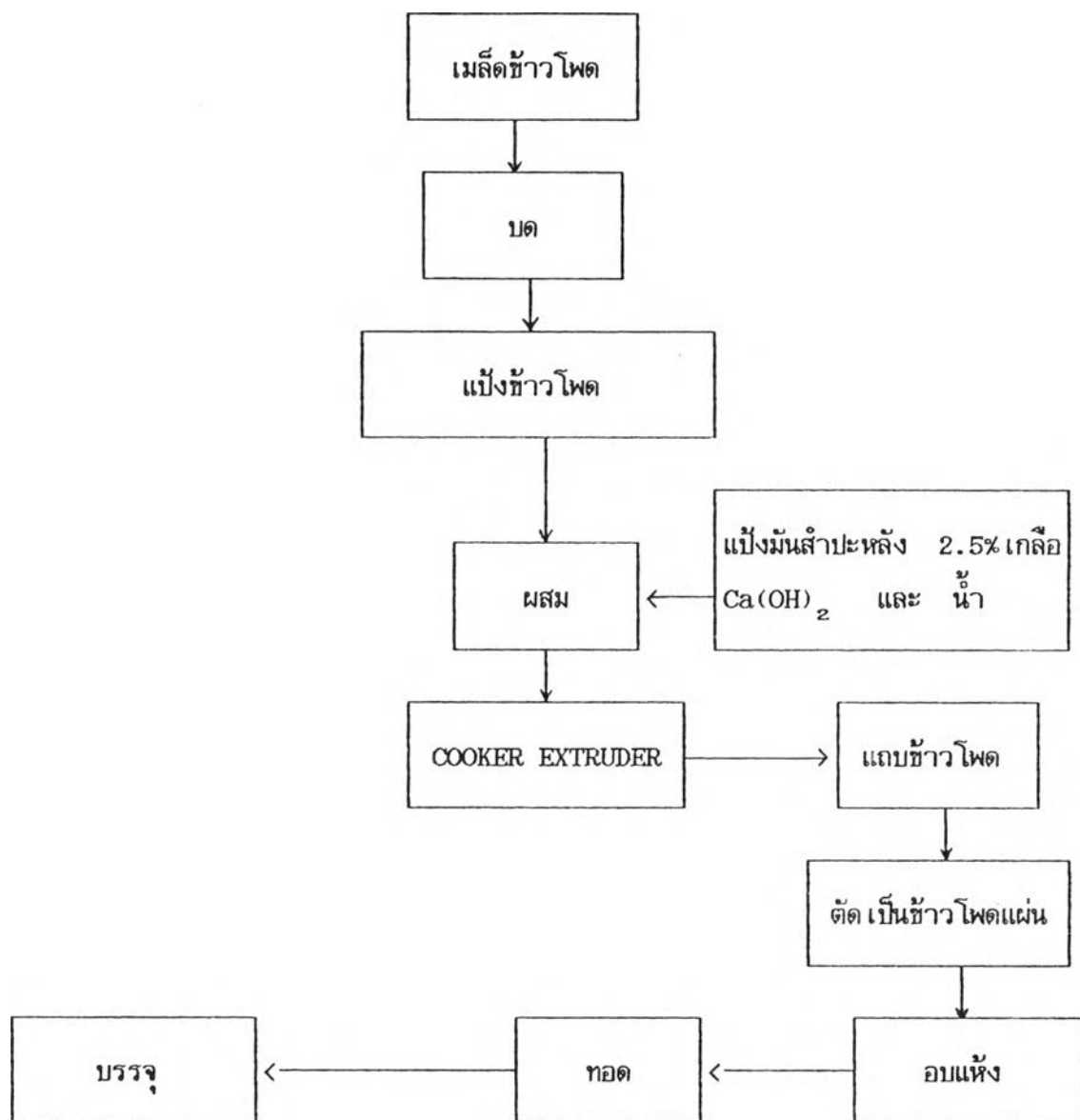
รูปที่ 3 เครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทราเตอร์



รูปที่ 4 ตู้อบลมร้อนแบบถาด



รูปที่ 5 เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติกในระบบสุญญากาศและก๊าซ



รูปที่ 6 กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบโดยการใช้เครื่องคुकเกอร์เอ็กซ์ทรูเดอร์
ที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมแป้งข้าวโพด(whole corn flour)

นำเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการทำความสะอาด และเอาสิ่งเจือปนอื่นๆออกไป บดด้วยเครื่องบดแบบ pin mill โดยใช้ตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 มิลลิเมตร 1 ครั้ง

3.3.1.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวโพด

นำแป้งข้าวโพดมาวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมีซึ่งได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต(โดยการหาจากผลต่างในสูตร) ตามที่อธิบายใน A.O.A.C. (71)

$$\text{คาร์โบไฮเดรต(\%)} = 100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เส้นใย} + \text{เถ้า})$$

3.3.1.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวโพด โดยการวิเคราะห์ปริมาณดังต่อไปนี้

3.3.1.2.1 การกระจายขนาดของอนุภาค โดยการร่อนผ่านชุดตะแกรงมาตรฐาน(9)

3.3.1.2.2 ความหนาแน่นรวม(bulk density) โดยวิธีแทนที่ด้วยเมล็ดงา(2)

3.3.1.2.3 การดูดซับน้ำ(water uptake capacity) ตามวิธีการที่อธิบายโดย Lee(9)

3.3.2 การศึกษาน้ำหนักของตัวแปรบางประการที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

3.3.2.1 ศึกษาน้ำหนักของสภาวะที่ใช้ในการเตรียมแผ่นข้าวโพด โดยการใช้เครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทราเตอร์ที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

ในการศึกษาส่วนนี้ใช้แป้งข้าวโพด เกลือแกง และน้ำ ผสมให้เข้ากันดีในเครื่องผสมเป็นเวลา 10 นาที และเก็บไว้ในถุงโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงป้อนเข้าเครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทราเตอร์ โดยมีตัวแปรที่ใช้ศึกษาทดลอง คือ

3.3.2.1.1 ความชื้นของส่วนผสม คือ ร้อยละ 30 35 และ 40 (โดยน้ำหนัก เปียก)

3.3.2.1.2 อุณหภูมิเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ส่วนที่ 2 : ส่วนที่ 3 คือ $110:110^{\circ}\text{C}$ $120:120^{\circ}\text{C}$ และ $130:130^{\circ}\text{C}$

3.3.2.1.3 ความเร็วของสกรูอัด (extruder screw speed) คือ 50 75 และ 100 รอบต่อนาที

โดยกำหนดตัวแปรที่คงที่ตลอดการทดลองคือ ปริมาณเกลือแกงร้อยละ 2.50 ความเร็วของสกรูป้อน (feeding screw) 30 รอบต่อนาที สกรูอัดที่มีอัตราส่วนแรงกด (compression ratio) 1:1 อุณหภูมิส่วนที่ 1 เท่ากับ 80°C ขนาดหัวได (die) ที่ให้ลักษณะแผ่นแบบแถบ (ribbon) ที่คงที่ ขนาดความยาวของข้าวโพดแผ่นประมาณ 5 เซนติเมตร ทอดในน้ำมันปาล์ม (ตราไนซ์) อุณหภูมิประมาณ $195\pm 3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 วินาที

เลือกแถบข้าวโพดที่เรียบสม่ำเสมอและต่อเนื่องกันดีไม่แตกหักจากกัน มาทดลองศึกษา โดยตัดให้มีความยาวประมาณ 5 ซม. อบแห้งให้มีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 10 ± 1 ด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60°C และนำไปทอดน้ำมันอุณหภูมิประมาณ $195\pm 3^{\circ}\text{C}$ (9, 10, 11) เป็นเวลา 15 วินาที นำข้าวโพดแผ่นกรอบที่ได้มาตรวจคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น ความหนาแน่นรวม อัตราการพองตัว (ภาคผนวกที่ ก1) 'แรงที่ทำให้แตกหัก (ภาคผนวกที่ ก2-ก3) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แผนงานที่ใช้ในการทดลองคือ 3^3 Factorial Design ทดลอง 2 ซ้ำ (74)

การประเมินผลคือ คะแนนการยอมรับจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ได้รับการฝึก 10-15 คน ให้คะแนนแบบ 9 Points Hedonic-scale โดยคะแนน 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด คะแนน 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และกำหนดให้คะแนนต่ำกว่า 5 คะแนน ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ (73) (ภาคผนวกที่ ข) และใช้สภาวะที่เลือกนี้ไปทดลองในขั้นต่อไป

3.3.2.2 ศึกษามลของอุณหภูมิที่อบแห้งข้าวโพดแผ่นและความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอดที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

นำตัวอย่างข้าวโพดแผ่นดิบที่เตรียมจากเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ด้วยสภาวะที่เหมาะสมที่เลือกจากข้อ 3.3.2.1 ไปอบในตู้อบลมร้อนแบบถาด โดยเรียงข้าวโพดแผ่นเพียงชั้นเดียวให้เต็มถาด จนกระทั่งมีความชื้นที่ต้องการ นำไปทอดในน้ำมันร้อนอุณหภูมิ $195\pm 3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 วินาที โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการทดลองคือ

3.3.2.2.1 อุณหภูมิที่ใช้ออบแห้งประมาณ 60°C และ 80°C

3.3.2.2.2 ความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอดร้อยละ 10 ± 1

และร้อยละ 15 ± 1

แผนงานที่ใช้ทดลองคือ 2^2 Factorial Design ทดลอง 2 ชั้น (74)

นำตัวอย่างที่ผ่านการทอดไปตรวจสอบคุณภาพด้านความชื้น ความหนาแน่นรวม ไขมัน อัตราการพองตัว แรงที่ทำให้แตกหักหัก และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เหมือนกับ ข้อ 3.3.2.1 และนำสภาวะที่เหมาะสมไปทดลองในขั้นต่อไป

3.3.2.3 ศึกษาผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพดและปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ผสมที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

การทดลองทำโดยใช้แป้งข้าวโพดที่เตรียมไว้ ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เกลือแกง และน้ำในเครื่องผสมเป็นเวลา 10 นาที และเตรียมเป็นข้าวโพดแผ่นโดยใช้สภาวะที่เลือกจากข้อ 3.3.2.1 และ ข้อ 3.3.2.2 โดยตัวแปรที่ใช้ศึกษาทดลองคือ

3.3.2.3.1 ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด คือ ร้อยละ 0 10 และ 20 (โดยน้ำหนักแป้งข้าวโพด)

3.3.2.3.2 ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์คือ ร้อยละ 0 0.25 และ 0.50 (โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด)

แผนงานที่ใช้ทดลองคือ 3^2 Factorial Design ทดลอง 2 ชั้น (74)

นำตัวอย่างที่ผ่านการทอดไปตรวจสอบคุณภาพด้านความชื้น ความหนาแน่นรวม ไขมัน อัตราการพองตัว แรงที่ทำให้แตกหักหัก และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เหมือนกับ ข้อ 3.3.2.2 และนำสภาวะที่เหมาะสมไปทดลองในขั้นต่อไป

3.3.2.4 ศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวโพดที่มีการกระจายขนาดอนุภาคต่างกันที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

การทดลองใช้แป้งข้าวโพดที่บดผ่านช่องตะแกรงขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนครั้งที่บดต่างกัน ผสมกับส่วนผสมอื่นๆ เพื่อผลิตเป็นข้าวโพดแผ่นกรอบ ตามสภาวะที่เลือกจากข้อ 3.3.2.1 - 3.3.2.3 โดยตัวแปรที่ใช้ศึกษาทดลองคือแป้งข้าวโพดที่บดผ่านช่องตะแกรง

3.3.2.4.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.9 มิลลิเมตร 1 ครั้ง

3.3.2.4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 มิลลิเมตร 1 ครั้ง

3.3.2.4.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 มิลลิเมตร 2 ครั้ง

แผนงานที่ใช้ทดลองคือ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ชั้น (74)

นำข้าวโพดแผ่นกรอบไปตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ และประเมินผลเหมือนข้อ 3.3.2.2 และนำสภาวะที่เหมาะสมไปทดลองในขั้นต่อไป

3.4 การพัฒนาข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดต่างๆ

การทดลองส่วนนี้ทำโดยการนำตัวอย่างข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดาที่เลือกจากข้อ

3.3.2.4 ไปเตรียมเป็นข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อมเข้มข้น 80° บร็อกซ์ และเปรียบเทียบกันโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แผนงานที่ใช้ทดลองคือ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ

3.5 การศึกษาการเก็บของผลิตภัณฑ์ข้าวโพดแผ่นก่อนทอดและข้าวโพดแผ่นกรอบ

3.5.1 ศึกษาผลของชนิดภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บข้าวโพดแผ่นที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

ในการทดลองส่วนนี้ใช้ตัวอย่างข้าวโพดแผ่นก่อนทอดที่เลือกจากข้อ 3.3.2.4 บรรจุในถุงพลาสติก โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซ้อนด้วยถุงกระดาษคราฟท์ และแบบไม่ซ้อนถุงกระดาษคราฟท์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยตัวแปรที่ศึกษาทดลองคือ

3.5.1.1 ชนิดภาชนะบรรจุคือ ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซ้อนถุงกระดาษคราฟท์ และแบบไม่ซ้อนถุงกระดาษคราฟท์

3.5.1.2 ระยะเวลาเก็บ คือ 0 2 4 6 และ 8 สัปดาห์

แผนงานที่ใช้ทดลองคือ 2×5 Factorial Design ทดลอง 2 ซ้ำ (74)

นำตัวอย่างที่ผ่านการทอดในน้ำมันอุณหภูมิ $195 \pm 3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 วินาที มาตรวจสอบคุณภาพด้านความชื้น ความหนาแน่นรวม ไชมัน อัตราการพองตัว แรงที่ทำให้แตกหักหัก และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เหมือนกับ ข้อ 3.3.2.2

3.5.2 ผลของภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บของข้าวโพดแผ่นกรอบ

ใช้ตัวอย่างข้าวโพดแผ่นกรอบที่เลือกจากข้อ 3.4 ไปบรรจุในภาชนะบรรจุที่จะศึกษา ปิดถุงให้สนิทนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีตัวแปรที่ศึกษาทดลองคือ

3.5.2.1 ชนิดของภาชนะบรรจุคือ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ และถุงพลาสติกชนิด OPP/PE (oriented polypropylene laminated polyethylene)

3.5.2.2 สภาวะการบรรจุคือ ภายใต้อากาศปกติ และ ภายใต้อากาศไนโตรเจน

แผนงานที่ใช้ทดลองคือ 2^2 Factorial Design และ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ (74)

โดยจะทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความชื้น ค่า TBA(77) และ แรงที่ทำให้แตกหัก และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวม ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนกระทั่งผู้ทดสอบไม่ยอมรับ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของข้อมูลคุณภาพด้านต่าง ๆ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบสำเร็จรูป คือ

3.6.1.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ใช้โปรแกรม Statistical Processing System (SPS) Version PC 4.0 by R.C. Kirk and G.J. Muhyoff และโปรแกรม Statistic Analysis Package (SAP) by Chulalongkorn University

3.6.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการทดลอง โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.05$) โดยการใช้โปรแกรม SPS และ Turkey's Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha=0.05$) โดยการใช้โปรแกรม SAP