# บทที่ 5

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### 5.1 การศึกษาคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของแป้งข้าวโพดที่เตรียมได้

#### 5.1.1 คุณภาพทางเคมี

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของแป้งข้าวโพดที่เตรียมได้ในตารางที่ 8 พบว่า โดยเฉลี่ย แป้งข้าวโพดที่เตรียมได้มีความชื้นร้อยละ 10.45 โปรตีนร้อยละ 9.23 ไขมันร้อยละ 4.72 เถ้าร้อยละ 1.32 เส้นใยร้อยละ 2.85 และคาร์โบไฮเดรทร้อยละ 71.43 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Boonyasirikul(3) ในตารางที่ 5 แต่ค่อนข้างจะแตกต่างไปจากผลการทดลองของศุภวรรณ(2) และ Suphantharika(10) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมล็ดข้าวโพดที่ใช้ในการทดลองต่างฤดูกาล หรือต่างรอบกัน

#### 5.1.2 คุณภาพทางกายภาพ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวโพดที่เตรียมได้ในตารางที่ 9 และ 10 พบว่า แป้งข้าวโพดมีขนาดอนุภาคมากที่สุดในช่วง 355-500 ไมครอน มีความหนาแน่นรวมประมาณ 0.590-0.673 กรัม/มิลลิลิตร และมีการดูดซับน้ำประมาณ 1.36-1.48 กรัม/กรัมตัวอย่างแป้งข้าวโพดแห้ง

### 5.2 การศึกษาผลของตัวแปรบางประการที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

#### 5.2.1 การศึกษาผลของสภาวะที่ใช้เตรียมแถบข้าวโพดโดยการใช้เครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทรูเดอร์ที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

เนื่องจากในการผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบได้เลือกผลิตจากแถบข้าวโพดที่มีลักษณะเรียบสม่ำเสมอและต่อเนื่องกันดี ผลการทดลองในตารางที่ 11 และรูปที่ 4 พบว่า แถบข้าวโพดที่เตรียมจากสภาวะที่ใช้ส่วนผสมที่มีความชื้นร้อยละ 30 และร้อยละ 40 ทุกสภาวะที่ทดลองมีลักษณะที่ไม่ดี คือ แถบข้าวโพดที่เตรียมจากส่วนผสมที่มีความชื้นร้อยละ 30 ทุกสภาวะทดลองมีลักษณะ

ผิวหน้าที่เป็นรอยพอง อาจเป็นเพราะว่าส่วนผสมมีความชื้นไม่เพียงพอต่อการทำให้สุกภายในเครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทรูดเดอร์ คือ ขณะที่แป้งเกิดการเจลาติไนเซชัน เม็ดแป้งจะดูดน้ำเข้าไปมากขึ้นและเป็นไปอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้น(5) ดังนั้นความชื้นที่ผิวหน้าจึงมีน้อยกว่าภายใน เมื่อเคลื่อนผ่านส่วนหัวไดออกมาสัมผัสกับบรรยากาศภายนอกทำให้เกิดรอยพองที่ผิวหน้าเนื่องจากมีความแตกต่างของความดัน ส่วนแถบข้าวโพดที่เตรียมจากสภาวะที่ใช้ส่วนผสมที่มีความชื้นร้อยละ 40 ทุกสภาวะทดลองมีลักษณะไม่เรียบสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าส่วนผสมมีความชื้นมากเกินไป ทำให้เกิดลักษณะที่เหนียวหนืดขณะป้อนลงไปในกระบอกเครื่องด้วยการหมุนส่งของสกรูป้อน จนเกิดการอุดตันทำให้ไม่สามารถป้อนส่วนผสมลงไปในส่วนกระบอกเครื่องได้โดยสะดวก เป็นผลให้ส่วนผสมเข้าไปในกระบอกเครื่องไม่สม่ำเสมอแถบข้าวโพดที่ได้จึงมีลักษณะไม่เรียบสม่ำเสมอ นอกจากนี้แถบข้าวโพดที่เตรียมได้จากสภาวะที่ใช้ส่วนผสมที่มีความชื้นร้อยละ 35 อุณหภูมิส่วนที่ 2: ส่วนที่ 3 เท่ากับ 120 : 120°ซ และ 130 : 130°ซ และใช้ความเร็วสกรูอัด 50-100 รอบต่อนาที มีรอยถลอกที่ผิวหน้า ที่เป็นเช่นนี้คงเพราะว่าอุณหภูมิที่ใช้สูงเกินไป ซึ่งมีผลทำให้ความชื้นในโดระเหยออกมาที่ผิวหน้ามาก เมื่อโดเคลื่อนผ่านหัวไดซึ่งมีอุณหภูมิสูงทำให้มีส่วนของโดบางส่วนแห้งแข็ง และติดแน่นที่บริเวณช่องเปิดของหัวไดซึ่งขัดขวางและเสียดสีกับแถบข้าวโพดที่ยังชื้นและเคลื่อนออกมา ทำให้บริเวณผิวหน้าของแถบข้าวโพดมีรอยถลอก

ดังนั้นจึงได้เลือกแถบข้าวโพดที่เตรียมจากการใช้ส่วนผสมที่มีความชื้น ร้อยละ 35 ป้อนเข้าเครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทรูดเดอร์ที่ปรับอุณหภูมิส่วนที่ 2 ส่วนที่ 3 เท่ากับ 110:110°ซ และใช้ความเร็วสกรูอัด 50 75 และ 100 รอบต่อนาที ซึ่งมีลักษณะเรียบสม่ำเสมอดี และผลิตเป็นข้าวโพดแผ่นกรอบ นำมาตรวจคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

### 5.2.1.1 คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ

ผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพด้านความชื้น ความหนาแน่นรวม อัตราการพองตัว และแรงที่ทำให้แตกหัก แสดงไว้ในตารางที่ 12-13

5.2.1.1.1 ความชื้น โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารว่างสำเร็จรูปควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5(60) ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีอายุการเก็บสั้นลง (78) ผลการทดลองในตารางที่ 12 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.38-2.70 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ Katz และ Labuza(60) แนะนำข้างต้น โดยความชื้นที่วิเคราะห์ได้นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 13)

5.2.1.1.2 ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบ สามารถบอกถึงการพองตัวได้ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความหนาแน่นรวมสูง เป็น

ผลมาจากข้าวโพดแผ่นกรอบนั้นมีการพองตัวน้อย(9,10,11) ผลการทดลองในตารางที่ 12 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.371-0.407 กรัมต่อ มิลลิลิตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13)

5.2.1.1.3 อัตราการพองตัว เนื่องจากอัตราการพองตัวเป็นค่าผกผันกับความหนาแน่นรวม คือ ข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความหนาแน่นรวมต่ำ จะมีอัตราการพองตัวสูง เพราะว่าอัตราการพองตัว เป็นอัตราส่วนของความหนาแน่นรวมของผลิตภัณฑ์ก่อนทอดต่อความหนาแน่นรวมของผลิตภัณฑ์หลังทอด(ภาคผนวก ก.1) ผลการทดลองในตารางที่ 12 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ มีอัตราการพองตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.62-2.73 เท่า ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13)

5.2.1.1.4 แรงที่ทำให้แตกหัก ในที่นี้แรงที่ทำให้แตกหัก หมายถึง แรงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบแต่ละแผ่นแตกหัก ซึ่งสามารถบอกถึงความแข็ง ความกรอบ รวมถึงการพองตัวของข้าวโพดแผ่นกรอบได้ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความกรอบมาก ควรใช้แรงที่ทำให้แตกหักน้อยกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความกรอบน้อยกว่า ผลการทดลองในตารางที่ 12 พบว่า ข้าวโพดกรอบที่ผลิต มีค่าแรงที่ทำให้แตกหักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.80-8.65 นิวตัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13)

### 5.2.1.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในตารางที่ 14 และ 15 พบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ การอมน้ำมันและการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยทุกตัวอย่างได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ (ตารางที่ 14)

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งพบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตทั้ง 3 ตัวอย่าง มีคุณภาพดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใช้ความเร็วสกรูอัด 100 รอบต่อนาที จะทำให้มีกำลังผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบได้สูงกว่าการใช้ความเร็วสกรูอัด 75 และ 50 รอบต่อนาที ตามลำดับ จึงได้เลือกสภาวะที่ใช้ความเร็วสกรูอัด 100 รอบต่อนาที เพื่อใช้ในการทดลองศึกษาในขั้นต่อมา

5.2.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้งข้าวโพดแผ่นและความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอดที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

การทดลองได้เตรียมแถบข้าวโพดจากสภาวะที่เลือกจากข้อ 5.2.1 คือ ใช้ส่วนผสมที่มีความชื้นร้อยละ 35 ป้อนเข้าเครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทรูดเดอร์ที่ปรับอุณหภูมิ ส่วนที่ 2 : ส่วนที่ 3 เท่ากับ 110:110°ซ และใช้ความเร็วสกรูอัด 100 รอบต่อนาที ต่อจากนั้นจึงตัดแถบข้าวโพดให้เป็นแผ่น ๆ แต่ละแผ่นยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ทำการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60°ซ และ 80°ซ จนกระทั่งมีความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอดประมาณร้อยละ10±1 และร้อยละ 15±1 เมื่อทอดในน้ำมันที่มีอุณหภูมิประมาณ 195±3°ซ เป็นเวลา 15 วินาที จึงนำข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ไปตรวจคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.2.2.1 คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ

จากผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพด้านความชื้น ไขมัน ความหนาแน่นรวม อัตราการพองตัว และแรงที่ทำให้แตกหักของข้าวโพดแผ่นกรอบ ที่แสดงไว้ในตารางที่ 17-19

5.2.2.1.1 ความชื้น พบว่า ความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วงร้อยละ 2.60-3.63 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 17) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 18 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง และผลร่วมของอุณหภูมิอบแห้งและความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอด มีผลต่อความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีปริมาณความชื้นต่ำกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ เนื่องจากอุณหภูมิอบแห้งที่ 80°ซ สูงเกินไป ทำให้ผิวหน้าของข้าวโพดแผ่นเกิดลักษณะแห้งแข็ง(case hardening)(5) เมื่อทอดในน้ำมันอุณหภูมิสูงประมาณ 195±3°ซ ทำให้ความชื้นที่อยู่ภายในระเหยออกสู่ภายนอกได้น้อย ดังนั้นข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้จากการอบแห้งข้าวโพดแผ่นที่อุณหภูมิ80°ซ จึงมีความชื้นสูงกว่ากรณีที่อบแห้งที่อุณหภูมิ60°ซ ทั้งนี้Reesman(58) ได้อธิบายการอบแห้งชิ้นอาหารที่จะทำเป็นอาหารพองไว้ว่า ควรอบแห้งชิ้นอาหารนั้นภายใต้สภาวะที่ทำให้ความชื้นเริ่มระเหยจากภายในชิ้นอาหาร ด้วยอัตราที่เท่ากับอัตราการระเหยความชื้นจากผิวหน้าชิ้นอาหาร และระเหยต่อไปจนกระทั่งมีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 9 ปกติอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนมีค่าประมาณ 71°ฟ-180°ฟ(ขึ้นกับอัตราการหมุนเวียนของลมร้อน) เมื่อนำไปทอดในน้ำมันหรืออบในตู้อบ จะทำให้ความชื้นระเหยออกไปอย่างรวดเร็วและเกิดการพองตัว

5.2.2.1.2 ไขมัน ไขมันมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลิตภัณฑ์ในด้านคุณภาพและอายุการเก็บ เพราะจะเป็นส่วนที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพจากการหืน(65) เช่นมันฝรั่งแผ่นกรอบที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 2 และมีไขมันร้อยละ 35 ถ้าเก็บไว้ภายใต้สภาวะที่ดีพอ จะมีอายุการเก็บได้มากที่สุด 12 สัปดาห์ เพราะเกิดกลิ่นหืน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (66) Lachman(44) รายงานไว้ว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบควรมีไขมันประมาณร้อยละ 20-25 และระดับไขมันที่พอเหมาะคือ ร้อยละ 23 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลการทดลองในตารางที่ 17 พบว่าไขมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วงร้อยละ 22.97-25.06 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 18 พบว่า ความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอด มีผลต่อไขมันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลจากอุณหภูมิอบแห้ง และผลร่วมของตัวแปรทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญ จากตารางที่ 19 จะพบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีไขมันต่ำกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบ ที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 10±1 มีไขมันต่ำกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 15±1 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของSmith (79) ที่รายงานไว้ว่า การทำให้มันฝรั่งแผ่นแห้งก่อนทอด จะช่วยให้ไขมันในมันฝรั่งแผ่นกรอบมีค่าต่ำลง และมีความกรอบมากขึ้น

5.2.2.1.3 ความหนาแน่นรวม พบว่า ความหนาแน่นรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตอยู่ในช่วง 0.436-0.868 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 17) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 18 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอด และผลร่วมของตัวแปรทั้งสอง มีผลต่อความหนาแน่นรวมอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีความหนาแน่นรวมต่ำกว่ากรณีที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ (ตารางที่ 19) คงเป็นเพราะว่าข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ เกิดลักษณะผิวหน้าแห้งแข็ง เมื่อนำไปทอดในน้ำมันร้อน ทำให้ความชื้นที่อยู่ภายในแผ่นข้าวโพดระเหยสู่ภายนอกได้น้อยและมีการพองตัวจึงน้อย ซึ่งหมายถึงว่ามีความหนาแน่นรวมสูง นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 10±1 มีความหนาแน่นรวมต่ำกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 15±1 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 19) อาจเป็นเพราะว่าเมื่อทอดข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 15±1 ในน้ำมันอุณหภูมิประมาณ 195±3°ซ เกิดการพองตัวรวดเร็วไปจนทำให้ผิวหน้าต้านทานไม่ได้ และเกิดการยุบลงเมื่อความดันลดลง ทำให้มีความหนาแน่นรวมสูง ในขณะที่ทอดข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 10±1 เกิดการระเหยของความชื้นจากภายในสู่ภายนอก ในอัตราที่ทำให้เกิดความดันพอดีกับความต้านทานของผิวหน้าข้าวโพดแผ่น ทำให้ไม่เกิดการยุบตัวลง จึงคงสภาพการพองตัวไว้ได้(50) ทำให้มีความหนาแน่นรวมต่ำกว่า

5.2.2.1.4 อัตราการพองตัว พบว่าอัตราการพองของข้าว

โพดแผ่นกรอบที่ผลิตอยู่ในช่วง 1.52-2.70 เท่า ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง ที่ 16) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 18 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง และความชื้น ของข้าวโพดแผ่นก่อนทอด มีผลต่ออัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต จากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีอัตราการพองตัวสูงกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจาก ข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ10±1 มีอัตราการพองตัวสูงกว่าข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งอุณหภูมิ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 19) และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้น ก่อนทอดร้อยละ15±1 อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 19) เหตุผลเช่นเดียวกับในกรณีของความหนาแน่น รวมในข้อ 5.2.2.1.3 โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความหนาแน่นรวมต่ำ จะมีอัตราการพองตัว มากกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความหนาแน่นรวมสูง

5.2.2.1.5 แรงที่ทำให้แตกหัก พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ ผลิตมีค่าแรงที่ทำให้แตกหัก อยู่ในช่วง 7.60-8.84 นิวตัน (ตารางที่ 17) ซึ่งไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 18 และ 19)

### 5.2.2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวโพดแผ่น กรอบที่ผลิตได้ ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ความกรอบ การอมน้ำมัน และการยอมรับรวม ในตารางที่ 20-22

5.2.2.2.1 ลักษณะปรากฏ พบว่าคะแนนการยอมรับด้านลักษณะ ปรากฏของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตอยู่ในช่วง 5.19-6.51 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง และความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอด มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจาก ข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ สูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 10±1 มี คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 15±1 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22) ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ทดสอบมีความชอบข้าวโพดแผ่นกรอบที่มี การพองตัวมาก มากกว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีการพองตัวน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัด อัตราการพองตัวในข้อ 5.2.2.1.4

5.2.2.2.2 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพด แผ่นกรอบที่ผลิตได้ อยู่ในช่วง 4.87-7.24 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นของข้าว

โพดแผ่นก่อนทอด และผลร่วมของตัวแปรทั้งสอง มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอด ร้อยละ 10±1 มีคะแนนสูงกว่าที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 15±1 อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 22) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ ซึ่งสูงเกินไปทำให้ข้าวโพดแผ่นมีผิวหน้าที่แห้งแข็ง เมื่อนำไปทอดในน้ำมันที่มีอุณหภูมิสูง จึงอาจมีลักษณะของสีที่คล้ำเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ และมีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 10±1 มีสีคล้ำ จนไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ(คะแนน 4.87 คะแนน) ทั้งนี้ Matz(5) ได้อธิบายไว้ว่าในการลดความชื้นชั้นหนังหมู เพื่อทำเป็นแคบหมู ถ้ามีความชื้นอยู่สูงเกินไป จะทำให้อาหารนั้นมีโพรงอากาศใหญ่ และเนื้อหยาบ ถ้ามีความชื้นต่ำเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำหรือไหม้เกรียมได้เป็นบางส่วน โดยเฉพาะบริเวณที่แห้งเกินไป

5.2.2.2.3 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ได้อยู่ในช่วง 5.82-6.57 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 22) เหตุผลทำนองเดียวกับด้านสี โดยอาจมีกลิ่นไหม้เกิดขึ้น ซึ่งทำให้กลิ่นของข้าวโพดลดลงได้

5.2.2.2.4 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ อยู่ในช่วง 5.97-6.91 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ60°ซ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22) เหตุผลทำนองเดียวกับด้านกลิ่นในข้อ 5.2.2.2.3 เพราะว่า โดยทั่วไปการยอมรับด้านรสชาติมีอิทธิพลจากกลิ่นด้วย(72)

5.2.2.2.5 ความกรอบ พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ มีคะแนนการยอมรับด้านความกรอบอยู่ในช่วง 5.51-6.77 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอด และผลร่วมของตัวแปรทั้งสอง มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านความกรอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 10±1 มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจาก

ข้าวโพดแผ่นที่มีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 15±1 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22) ทั้งนี้เนื่องมาจากข้าวโพดแผ่นกรอบที่สภาวะดังกล่าวมีอัตราการพองตัวสูง ซึ่งหมายถึงว่ามีความกรอบดีผู้ทดสอบจึงให้คะแนนการยอมรับที่สูงกว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีอัตราการพองตัวต่ำกว่า (ดูตารางที่ 18 ประกอบ) และสอดคล้องกับค่าแรงที่ทำให้แตกหักในข้อ 5.2.2.1.5 ด้วย

5.2.2.2.6 การอมน้ำมัน พบว่า คะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ อยู่ในช่วง 6.41-6.83 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันอย่างนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 22)ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจไขมันในข้อ 5.2.2.1.2 คือผู้ทดสอบชอบข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีไขมันน้อยมากกว่ากรณีที่มีไขมันมาก

5.2.2.2.7 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้อยู่ในช่วง 5.69-6.82 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 20) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 21 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตข้าวโพดแผ่นที่กรอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°ซ (ตารางที่ 22)

เมื่อพิจารณาจากคะแนนการยอมรับจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบ ที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ60°ซ และมีความชื้นของข้าวโพดแผ่นก่อนทอดร้อยละ10±1 มีคะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ สูงและมีคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพดีกว่าสภาวะเหลือ จึงเลือกสภาวะนี้ไปทดลองในขั้นต่อมา

5.2.3 <u>การศึกษาผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพดและปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ</u>

ได้ทดลองผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบโดยการทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 0 10 และ 20 และผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0 0.25 และ 0.50 นำมาตรวจคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.2.3.1 <u>คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ</u>

จากผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและกายภาพด้านความชื้น ไขมัน ความหนาแน่นรวม อัตราการพองตัว และแรงที่ทำให้แตกหัก ในตารางที่ 23-25

5.2.3.1.1 ความชื้น พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 9

ตัวอย่างมีความชื้นเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 2.69-3.13 (ตารางที่ 23) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 24 พบว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด และปริมาณแคเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ผสม ไม่มีผลต่อความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตอย่างมีนัยสำคัญ

5.2.3.1.2 ไขมัน พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 9 ตัวอย่างมีไขมันเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 22.28-28.02 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 23) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 24 พบว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด และปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีผลต่อไขมันของข้าวโพดกรอบที่ผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลร่วมของตัวแปรทั้งสองนี้ไม่มีผลต่อไขมันอย่างมีนัยสำคัญ จากตารางที่ 25 จะพบว่า เมื่อทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งมันสำปะหลังปริมาณมากขึ้น จะทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีไขมันมากขึ้น เพราะว่าการเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังเข้าไปมากขึ้น ทำให้มีอะไมโลเพคตินเพิ่มขึ้น จึงดูดซับน้ำมันที่ใช้ทอดเข้าไปได้มากขึ้น(36) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของศุภวรรณ(2) Lee(9) และ Suphantharika(10)

เมื่อพิจารณาผลของปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ จะพบว่า เมื่อผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ จะพบว่า เมื่อผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์มาก ข้าวโพดแผ่นกรอบมีไขมันต่ำกว่ากรณีที่ผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่า ทั้งนี้อาจเกิดจากการทำปฏิกิริยาของแคลเซียมออกับน้ำมันในแป้งข้าวโพด เพื่อให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะกับผลิตภัณฑ์(21) ทำให้ปริมาณไขมันในข้าวโพดแผ่นกรอบลดลง

5.2.3.1.3 ความหนาแน่นรวม พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 9 ตัวอย่าง มีความหนาแน่นรวมในช่วง 0.236-0.523 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 23) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 24 พบว่า ปริมาณแป้งสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด มีผลต่อความหนาแน่นรวมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และผลร่วมของตัวแปรทั้งสอง ไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมอย่างมีนัยสำคัญ จากตารางที่ 25 จะพบว่า เมื่อทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งมันสำปะหลังปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีความหนาแน่นรวมลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของศุภวรรณ(2) Lee(9) และ Suphantharika(11) เพราะว่าการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบพองตัวมากขึ้น จึงมีความหนาแน่นลดลง(2)

5.2.3.1.4 อัตราการพองตัว พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 9 ตัวอย่าง มีอัตราการพองตัวอยู่ในช่วง 2.43-4.19 เท่า ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 23) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 24 พบว่า ปริมาณสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด มีผลต่ออัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และผลร่วมของตัวแปรทั้งสอง ไม่มีผลต่ออัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากตารางที่ 25 จะพบว่า เมื่อทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งมันสำปะหลังปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบ

มีอัตราการพองตัวมากขึ้น เพราะว่าทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้อัตราการพองตัวของอะมัยโลเพคตินเพิ่มสูงขึ้น เมื่อทอดในน้ำมันร้อน จึงทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบพองตัวมากขึ้น จึงมีอัตราการพองตัวสูงขึ้น(2)

5.2.3.1.5 แรงที่ทำให้แตกหัก พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 9 ตัวอย่าง มีค่าแรงที่ทำให้แตกหัก 7.84-10.01 นิวตัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 23) นั่นคือ ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด และปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่มีผลต่อค่าแรงที่ทำให้แตกหักอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 24)

5.2.3.2 <u>การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส</u>

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 26-29

5.2.3.2.1 ลักษณะปรากฏ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ อยู่ในช่วง 5.32-7.09 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 26) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 27 พบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากตารางที่ 29 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังปริมาณมากขึ้น มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏมากขึ้น เพราะว่าแป้งมันสำปะหลัง ช่วยทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีลักษณะการพองตัวมากขึ้น ซึ่งผู้ทดสอบชอบมากขึ้น โดยแป้งมันสำปะหลังที่เติมลงไป ทำให้ส่วนไมโลเพคตินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่ง Feldberge(36) ได้อธิบายไว้ว่า แป้งที่มีอะมัยโลเพคตินสูงจะให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่พองตัว เปราะและเบา

5.2.3.2.2 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ อยู่ในช่วง 4.50-7.69 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 26) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 27 พบว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด มีผลต่อคะแนนการยอมรับบด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสี แต่ผลร่วมของตัวแปรทั้งสองนี้มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ จากตารางที่ 29 พบว่า เมื่อทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งมันสำปะหลังปริมาณมากขึ้น ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบได้รับคะแนนการยอมรับด้านสีมากขึ้น เพราะว่า แป้งมันสำปะหลังสามารถปรับปรุงคุณภาพด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบได้(2) เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังมากขึ้น จะทำให้สีของผลิตภัณฑ์อ่อนลง คือข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 0 มีสีเหลืองคล้ำ(10YR/7/10) ซึ่งผู้ทดสอบไม่ยอมรับ (มีคะแนน 4.89 คะแนน ในตารางที่ 29) เมื่อทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 10 และ 20 ทำให้สีของข้าวโพดแผ่นกรอบอ่อนลงเป็นสีเหลืองที่สวยขึ้น (2.5YR/8.5/3 และ 2.5YR/9/5 ตามลำดับ)

5.2.3.2.3 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 5.75-6.80 คะแนน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 26) นั้นคือ ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 27)

5.2.3.2.4 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.13-6.94 คะแนน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 26) ดังนั้น ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 27) ผลการทดลองจึงไม่สอดคล้องกับคำอธิบายของ Daniel(12) Sanderson(13) และ Khan และคณะ(14) ซึ่งได้อธิบายไว้ว่าการเติมด่างลงในแป้งข้าวโพดจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกลิ่น และรสชาติที่ดีกว่ากรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่ไม่ได้เติมด่าง ทั้งนี้อาจเพราะว่าในการทำข้าวโพดแผ่นแบบทอร์ทิลลา ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาของแคลเซียมอิออนกับน้ำมันในแป้งข้าวโพดนานถึง 10-24 ชั่วโมง แต่ในการทำข้าวโพดแผ่นกรอบนี้ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาตินี้น้อยกว่า

5.2.3.2.5 ความกรอบ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.57-7.63 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 26) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 28 พบว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านความกรอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนการยอมรับด้านความกรอบจะมากขึ้น เมื่อข้าวโพดแผ่นกรอบมีการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังปริมาณมากขึ้น(ตารางที่ 29) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Berge(34) ซึ่งรายงานไว้ว่าการเติมแป้งข้าวโพด จะช่วยให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีความกรอบมากขึ้น

5.2.3.2.6 การอมน้ำมัน พบว่า คะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 5.82-7.26 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 26) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 28 พบว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวโพด มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะไม่มีผลจากปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ผสม และผลร่วมของตัวแปรทั้งสองนี้อย่างมีนัยสำคัญ จากตารางที่ 29 จะพบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังที่มากขึ้นมีคะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันลดลง เป็นเพราะว่าเมื่อทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้มีการพองตัวมากขึ้น และดูดซับน้ำมันจากน้ำมันที่ใช้ทอดมากขึ้น(36) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจคุณภาพด้านไขมันในตารางที่ 23 และ 25

5.2.3.2.7 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 5.51-7.56 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 26) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 28 พบว่า ปริมาณ

แป้งมันสำปะหลัง ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และผลร่วมของตัวแปรทั้งสอง มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากการทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 0 10 และ 20 มีคะแนนสูงขึ้นตามลำดับ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากการผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0 0.25 และ 0.5 มีคะแนนสูงขึ้นตามลำดับเช่นกัน(ตารางที่ 29) อย่างไรก็ตาม พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งข้าวโพดร้อยละ 10 และผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 0.50 มีคะแนนสูงที่สุด (ตารางที่ 26)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สภาวะที่ใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งข้าวโพดร้อยละ 10 และผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.50 ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด และมีคุณภาพด้านความชื้นไขมัน ที่ดีกว่ากรณีที่ทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 20 และผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.25 คือ ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบเสื่อมเสียคุณภาพจากการสูญเสียความกรอบและการหืนได้ช้ากว่ากรณีหลัง ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงได้เลือกสภาวะแรกนี้ไปใช้ทดลองศึกษาในขั้นต่อมา

5.2.4 <u>การศึกษาผลของการกระจายขนาดอนุภาคแป้งข้าวโพดที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ</u>

การทดลองได้ใช้แป้งข้าวโพดที่ผลิตจากการบดเมล็ดข้าวโพดผ่านช่องตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.9 มิลลิเมตร 1 ครั้ง (ขนาดอนุภาคใหญ่) 1.7 มิลลิเมตร 1 ครั้ง (ขนาดอนุภาคปานกลาง) และ 1.7 มิลลิเมตร 2 ครั้ง (ขนาดอนุภาคเล็ก) ทั้งนี้ขนาดอนุภาคของแป้งข้าวโพดจะมีขนาดเล็กลง เมื่อจำนวนครั้งการบดมากขึ้น (43) (ดูตารางที่ 9) นำไปผลิตเป็นข้าวโพดแผ่นกรอบ ตามสภาวะที่เลือกจากข้อ 5.2.1 5.2.2 และ 5.2.3 ข้างต้น และตรวจคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.2.4.1 <u>คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ</u>

จากผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบผลิตได้ในด้านความชื้น ไขมัน ความหนาแน่นรวม อัตราการพองตัวและแรงที่ทำให้แตกหัก ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 30-31 พบว่า ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าการใช้แป้งที่มีการกระจายขนาดอนุภาคที่ต่างกันนี้ไม่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ

5.2.4.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ ในตารางที่ 32-34

5.2.4.2.1 ลักษณะปรากฏ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.42-6.88 คะแนน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32 และ 33)

5.2.4.2.2 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32 และ 33) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ขนาดอนุภาคปานกลาง และขนาดอนุภาคใหญ่ มีคะแนน 7.34 7.11 และ 6.88 คะแนนตามลำดับทั้งนี้คะแนนของกรณีแรกกับกรณีที่สอง ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ แต่กรณีแรกมีคะแนนแตกต่างกับกรณีที่สามอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กรณีที่สองกับกรณีที่สามมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การที่มีคะแนนการยอมรับด้านสีที่แตกต่างกันนี้อาจเป็นเพราะว่า แป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคเล็กมีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก เมื่อทอดในน้ำมันอุณหภูมิสูงจึงเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล(browning reaction) ได้มากกว่า ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีสีเหลืองที่สวยกว่า กรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า ซึ่งมีพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับอุณหภูมิในการทอดน้อยกว่า และมีสีเหลืองที่อ่อนกว่า

5.2.4.2.3 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32 และ 33) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคเล็ก มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคปานกลางและขนาดอนุภาคใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ แต่ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจาก 2 กรณีหลัง มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก มีโอกาสที่น้ำมันในแป้งข้าวโพดทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสม และให้กลิ่นได้ดีกว่ากรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่

5.2.4.2.4 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 32 และ 33) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคเล็ก และที่มีขนาดอนุภาคปานกลางมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 2 กรณีนี้ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 32) เหตุผลเช่นเดียวกันกับด้านกลิ่นในข้อ 5.2.4.2.3

5.2.4.2.5 ความกรอบ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32 และ 33) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่ขนาดอนุภาคเล็ก และที่มีขนาดอนุภาคปานกลาง มี

คะแนนการยอมรับด้านความกรอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ใช้แป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 32) เพราะว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาค เล็ก มีลักษณะ เนื้อสัมผัสที่ละ เอียดกว่ากรณีที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าซึ่งมีลักษณะ เนื้อสัมผัสหยาบ

5.2.4.2.6 การอมน้ำมัน พบว่า คะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32 แล 33) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาค เล็ก มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคปานกลางอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ข้าวโพดแผ่นกรอบกรณีแรกมีคะแนนสูงกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32) และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคปานกลาง มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่อย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจไขมันในตารางที่ 30

5.2.4.2.7 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดกรอบที่ผลิตได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 32 และ 33) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาค เล็ก มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่ากรณีที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า คือ ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ ขนาดอนุภาคปานกลาง และขนาดอนุภาค เล็ก มีคะแนนการยอมรับรวม 6.68 7.21 และ 7.25 คะแนนตามลำดับ (ตารางที่ 32) ทั้งนี้คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบกรณีแรกต่ำกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบสองกรณีหลังอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนการยอมรับของข้าวโพดแผ่นกรอบสองกรณีหลัง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้คง เป็น เพราะว่ามีผลมาจากคะแนนการยอมรับด้านอื่น ๆ ของตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นที่ได้คะแนนคล้ายคลึงกัน คือข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ มีคะแนนด้านต่าง ๆ ต่ำกว่า 2 กรณีหลัง

เมื่อพิจารณาคุณภาพต่าง ๆ ซึ่งพบว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาค เล็ก (บดผ่านช่องตะแกรงขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 มม. 2 ครั้ง) มีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่มีขนาดอนุภาคปานกลาง ดังนั้นจึงพิจารณาคุณภาพด้านปริมาณความชื้น และปริมาณไขมัน พบว่าข้าวโพดแผ่นกรอบกรณีหลังมีคุณภาพดีกว่ากรณีแรก และมีความสะดวกในการบด เมล็ดข้าวโพดให้เป็นแป้งข้าวโพดดีกว่า จึง เลือกสภาวะที่ใช้แป้งข้าวโพดที่ได้จากการบดผ่านช่องตะแกรงขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 มิลลิ เมตร 1 ครั้ง เพื่อใช้ทดลองในขั้นต่อมา

5.3 การพัฒนาข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อม

การทดลองได้ผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบตามสภาวะที่เลือกจากข้อ 5.2.1 5.2.2 5.2.3 และ 5.2.4 ซึ่งเป็นชนิดธรรมดา นำมาพัฒนาเป็นข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อมเข้มข้น 80° บริกซ์ และนำมาเปรียบเทียบกัน โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 34 และ 35

5.3.1 ลักษณะปรากฏ พบว่า คะแนนการยอมรับของข้าวโพดแผ่นกรอบทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อมมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดาเป็นเพราะว่าการเคลือบน้ำเชื่อมทำให้ผิวหน้าของข้าวโพดแผ่นกรอบมีความมันวาว และเรียบขึ้น จึงทำให้ได้รับคะแนนสูงกว่า

5.3.2 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อมมีคะแนนสูงกว่าชนิดธรรมดา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการเคลือบน้ำเชื่อม ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีสีเหลืองใสแวววาวขึ้น

5.3.3 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของข้าวโพดแผ่นกรอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดามีคะแนนสูงกว่าชนิดเคลือบน้ำเชื่อม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการเคลือบน้ำเชื่อมบดบังกลิ่นข้าวโพด

5.3.4 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดามีคะแนนสูงกว่าชนิดเคลือบน้ำเชื่อม เพราะว่าการเคลือบด้วยน้ำเชื่อมทำให้เกิดรสที่หวานเกินไป ซึ่งผู้ทดสอบส่วนมากไม่ค่อยชอบ

5.3.5 ความกรอบ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นกรอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดามีคะแนสูงกว่าชนิดเคลือบน้ำเชื่อม ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเคลือบน้ำเชื่อม ทำให้ข้าวโพดมีความเหนียว และติดฟันของผู้ทดสอบ จึงทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ คือ คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นกรอบเท่ากับ 3.93 คะแนน

5.3.6 การอมน้ำมัน พบว่า คะแนนการยอมรับด้านการอบน้ำมันของข้าวโพดแผ่นกรอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

5.3.7 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดามีคะแนนสูงกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อม ทั้งนี้เป็นเพราะว่าข้าวโพดแผ่นกรอบมีคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ ความกรอบและการอมน้ำมัน สูงกว่าข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดน้ำเชื่อม จึงทำให้มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าด้วย แม้ว่าจะมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ และสีต่ำกว่า

เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับรวมซึ่งพบว่าข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดามีคะแนนสูง

กว่า ซึ่งข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดเคลือบน้ำเชื่อมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงได้เลือกสภาวะที่ผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดาเพื่อใช้ทดลองศึกษาการเก็บผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อมา

## 5.4 การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภท third generation snack ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำให้สุก และมีรูปร่างตามต้องการด้วยเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ และอบแห้งเป็นบางส่วนเพื่อให้มีลักษณะแข็ง และนำไปทำให้พองตัวกรอบ เบาด้วยการทอดในน้ำมัน ซึ่งอาจทอดที่โรงงานผลิต หรือตามความสะดวกของผู้บริโภค(78) ดังนั้นจึงอาจผลิตเป็นข้าวโพดแผ่นกรอบซึ่งเป็นอาหารว่างสำเร็จรูป หรือผลิตเป็นข้าวโพดแผ่นซึ่งเป็นชนิดกึ่งสำเร็จรูป สามารถนำไปทอดน้ำมันให้พอง กรอบและเบา ในเวลาที่ต้องการได้

บางครั้งผู้ผลิตไม่สามารถที่จะผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ทันที หลังจากเตรียมข้าวโพดแผ่นไว้แล้ว อาจชะลอการผลิตสักช่วงระยะหนึ่ง อาจมีการเก็บข้าวโพดแผ่นที่เตรียมไว้ในภาชนะบรรจุซึ่งสามารถป้องกันซึมผ่านของไอน้ำหรือความชื้นได้ดี เพื่อไม่ให้มีการเพิ่มความชื้นขึ้นในข้าวโพดแผ่น ถ้าข้าวโพดแผ่นมีปริมาณความชื้นในปริมาณที่ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำได้ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างสำเร็จรูปมักจะเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการสูญเสียความกรอบซึ่งเกิดจากการดูดซับความชื้น และการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันซึ่งเกิดจากการมีออกซิเจน(66) การป้องกันการเสื่อมคุณภาพดังกล่าว สามารถป้องกันได้โดยการเลือกใช้ชนิดภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และเก็บภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานออกไปได้การทดลองวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงผลของตัวแปรบางประการในการเก็บผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

### 5.4.1 การศึกษาผลของชนิดภาชนะบรรจุและระยะเวลาเก็บข้าวโพดแผ่นที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ

การทดลองได้ทำการผลิตข้าวโพดแผ่นตามสภาวะที่เลือกจากข้อ 5.3 และนำข้าวโพดแผ่นที่ยังไม่ได้ทอดนี้เก็บในถุงโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ และถุงโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำซ้อนด้วยถุงกระดาษคราฟท์ ถุงพลาสติกชนิดนี้ มีคุณสมบัติกันการซึมผ่านของไอน้ำในช่วงที่คาดว่าใช้งานวิจัยครั้งนี้และมีราคาค่อนข้างถูก(75) โดยเก็บเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง และทำการตรวจสอบคุณภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบ ทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยการนำข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้มาทอดในน้ำมันอุณหภูมิประมาณ 195$\pm$3°ซ เป็นเวลา 15 วินาที

5.4.1.1 คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ

จากการตรวจคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 9.86-10.65 โดยลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดแผ่นยังดีอยู่ และผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบด้านความชื้น ไขมัน ความหนาแน่นรวม อัตราการพองตัวและแรงที่ทำให้แตกหัด ที่แสดงไว้ในตารางที่ 36-38

5.4.1.1.1 ความชื้น พบว่า ความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตอยู่ในช่วงร้อยละ 2.60-2.88 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 36) แสดงว่า ชนิดภาชนะบรรจุ คือ ถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำทั้งแบบที่ไม่ซ้อนถุงกระดาษ(PE) และแบบซ้อนถุงกระดาษ (PE/P) และระยะเวลาเก็บ ไม่มีผลต่อความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 37) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Suphantharika(10) ซึ่ง พบว่า ความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดสุกที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ไม่มีอิทธพลจากระยะเวลาเก็บแป้งข้าวโพดสุกไว้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

5.4.1.1.2 ไขมัน พบว่า ไขมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตอยู่ในช่วงร้อยละ 23.63-25.72 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 36) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 37 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บ มีผลต่อไขมันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนแบบซ้อนถุงกระดาษคราฟท์ มีไขมันเฉลี่ยต่ำกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนแบบไม่ซ้อนถุงกระดาษคราฟท์อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้เป็นเวลานานขึ้นมีไขมันเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 38) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้มีความชื้นเพิ่มขึ้น จึงทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตได้มีการดูดซับน้ำมันเข้าไปได้มาก เพราะว่าการดูดซับน้ำมันจะมีค่ามากขึ้น เมื่อความชื้นเริ่มต้นมากขึ้น(79) ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำและซ้อนตัวด้วยถุงกระดาษคราฟท์ อีกชั้นหนึ่งจะช่วยกันการซึมผ่านของไอน้ำหรือความชื้นได้ดีกว่า กรณีที่ไม่ซ้อนด้วยถุงกระดาษคราฟท์ เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นจึงทำให้ความชื้นของข้าวโพดแผ่นในแต่ละสภาวะเพิ่มขึ้น จึงทำให้เวลาทอดในน้ำมันแล้วข้าวโพดแผ่นกรอบดูดซับน้ำมันเข้าไปได้มาก ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Suphantharika(10) ซึ่งรายงานไว้ว่าระยะเวลาเก็บแป้งข้าวโพดสุกนานขึ้น จะทำให้ไขมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตเพิ่มขึ้น

5.4.1.1.3 ความหนาแน่นรวม พบว่า ความหนาแน่นรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 0.367-0.376 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 36) นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บ ไม่มีผลต่อความ

หนาแน่นรวมมอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 37) ผลการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับ Suphantharika(10) ซึ่งรายงานไว้ว่าระยะ เวลาในการ เก็บแป้งข้าวโพดสุก จะมีผลต่อความหนาแน่นรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ทำจากแป้งข้าวโพดสุกที่เตรียมจาก degerminated corn flour มากกว่ากรณีที่เตรียมจาก whole corn flour โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ทำจาก degerminated corn flour มีความหนาแน่นรวมต่ำลง ระหว่างการ เก็บในช่วง 4-8 สัปดาห์

5.4.1.1.4 อัตราการพองตัว พบว่า อัตราการพองตัวของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตอยู่ในช่วง 3.25-3.29 เท่า ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 36) นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะ เวลา เก็บ ไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นรวมในข้อ 5.4.1.1.3

5.4.1.1.5 แรงที่ทำให้แตกหัก พบว่า แรงที่ทำให้แตกหักของข้าวโพดแผ่นกรอบ อยู่ในช่วง 8.76-9.50 นิวตัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 36) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าระยะ เวลา เก็บ มีผลต่อแรงที่ทำให้แตกหักอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 37) โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่ เก็บไว้ เป็นระยะ เวลานานขึ้น มีค่าแรงที่ทำให้แตกหัก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 38) ซึ่งอาจ เป็นเพราะว่าความชื้นที่ เพิ่มขึ้นในข้าวโพดแผ่น มีผลทำให้โครงสร้างของแป้ง-โปรตีน เกิดลักษณะพลาสติกและอ่อนตัวลง(60) เมื่อนำไปผลิต เป็นข้าวโพดแผ่นกรอบแล้วมีค่าแรงที่ทำให้แตกหักสูง

### 5.4.1.2 การประ เมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประ เมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่ เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลี เอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซ้อนถุงกระดาษคราฟท์และแบบไม่ซ้อนถุงกระดาษคราฟท์ เป็นระยะ เวลา 8 สัปดาห์ แสดงผลในตารางที่ 39-41

5.4.1.2.1 ลักษณะปรากฏ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของข้าวโพดแผ่นกรอบ อยู่ในช่วง 7.10-7.45 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 39) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 40 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุและผลร่วมของชนิดภาชนะบรรจุและระยะ เวลา เก็บ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่ เก็บในถุงพลาสติกโพลี เอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ แบบไม่ซ้อนถุงกระดาษคราฟท์มีคะแนนต่ำกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่ เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลี เอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซ้อนถุงกระดาษคราฟท์อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 41) เพราะว่ามีการพองตัวต่ำกว่า (ตารางที่ 38)

5.4.1.2.2 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.90-7.46 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่

39) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 40 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ ระยะเวลาเก็บ และผลร่วมของตัวแปรทั้งสองนี้ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสี อย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่เก็บในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ แบบซ้อนถุงกระดาษคราฟท์ มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำแบบไม่ซ้อนถุงกระดาษอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 41) และข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิตจากข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้นานขึ้น มีคะแนนการยอมรับของแสง จึงทำให้สีของข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้เปลี่ยนไปน้อยมาก ขณะที่ข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำแบบไม่ซ้อนถุงกระดาษคราฟท์ซึ่งโปร่งแสง จึงทำให้ข้าวโพดแผ่นมีสีชืดจางลง เมื่อนำไปทอดในน้ำมัน สีของข้าวโพดแผ่นกรอบจึงอาจอ่อนกว่ากรณีแรก เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นจึงทำให้สีของข้าวโพดแผ่นชืดจางมากขึ้นได้ ซึ่งเป็นผลให้สีของข้าวโพดแผ่นกรอบมีสีอ่อนลงได้มากขึ้น

5.4.1.2.3 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น อยู่ในช่วง 6.95-7.36 คะแนน (ตารางที่ 39) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 40 และตารางที่ 41)

5.4.1.2.4 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.95-7.30 คะแนน (ตารางที่ 39) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 40 และตารางที่ 41)

5.4.1.2.5 ความกรอบ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.95-7.35 คะแนน (ตารางที่ 39) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 40) นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 40 และตารางที่ 41)

5.4.1.2.6 การอมน้ำมัน พบว่า คะแนนการยอมรับด้านการอมน้ำมันของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 6.35-6.80 คะแนน (ตารางที่ 39) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 40 และตารางที่ 41)

5.4.1.2.7 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่ผลิต อยู่ในช่วง 7.15-7.40 คะแนน (ตารางที่ 39) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ชนิดภาชนะบรรจุ และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 40 และตารางที่ 41)

5.4.2 การศึกษาผลของชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บของข้าวโพดแผ่นกรอบ

การทดลองได้ผลิตข้าวโพดแผ่นกรอบชนิดธรรมดาจากข้าวโพดแผ่นที่ผลิตตามสภาวะที่เลือกจากข้อ 5.2 และ 5.3 และนำมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE (oriented polypropylene laminated polyethylene pouch) และถุงพลาสติกชนิดเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium-foil pouch) ซึ่งสามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและความชื้นได้ดี(7) โดยใช้สภาวะการบรรจุภายใต้อากาศปกติ และบบรรจุภายใต้ใช้กาซไนโตรเจน โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30±2°ซ ทำการสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนกระทั่งผู้ทดสอบไม่ยอมรับคุณภาพ ได้ผลในตารางที่ 42-61

5.4.2.1 คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 2

ผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 2 แสดงไว้ในตารางที่ 42-44

5.4.2.1.1 ความชื้น พบว่า ความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วงร้อยละ 2.56-4.33 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 42) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่43 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ มีผลต่อความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดเคลือบอลูมิเนียมฟอยล์ มีความชื้นต่ำกว่ากรณีที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 44) เพราะว่าถุงพลาสติกชนิดเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์มีสมบัติซึ่งสามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีกว่า OPP/PE(69)

5.4.2.1.2 ค่า TBA (Thiobarbuturic acid value) พบว่า ค่า TBA ของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 0.97-1.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 42) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 43 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ สภาวะการบรรจุ และผลร่วมของชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุ มีผลต่อค่า TBA อย่างมีนัยสำคัญ จากตารางที่ 44 จะพบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกเคลือบอะลูเนียมฟอยล์ มีค่า TBA ต่ำกว่ากรณีที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญเพราะว่า ถุงพลาสติกเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของความชื้น ออกซิเจน และสามารถป้องกันการส่องผ่านของแสงสว่างได้ดีกว่า ถุงพลาสติกชนิด OPP/PE(69) โดยความชื้น ออกซิเจนและแสงสว่างจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการหืนและข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีค่า TBA ต่ำกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ อย่างมีนัย

สำคัญ เพราะว่ากาซไนโตรเจนช่วยชะลอการหืนได้ ขณะที่ออกซิเจนในอากาศปกติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการหืน(64) นอกจากนี้ข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้กาซไนโตรเจน($Al_2$-$N_2$) บรรจุในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้อากาศปกติ($Al_2$-$O_2$) บรรจุในถุง OPP/PE ภายใต้กาซไนโตรเจน(OPP/PE-$N_2$) บรรจุในถุง OPP/PE ภายใต้ใช้อากาศปกติ (OPP/PE-$O_2$) มีค่า TBA เท่ากับ 0.98 1.13 1.12 และ 1.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ามีผลร่วมของชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุ นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากความชื้น ออกซิเจน และแสงสว่างจากสภาวะแวดล้อมซึ่งเป็นตัวแปรที่ไม่ได้ควบคุมด้วย ซึ่งช่วยเร่งการหืน ทำให้ ค่า TBA ในแต่ละกรณีข้างต้นเพิ่มขึ้นจากปริมาณเริ่มต้น และจะสังเกตได้ว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุง $Al_2$-$N_2$ มีค่า TBA เพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นมาก (ค่า TBA เริ่มต้นเท่ากับ 0.291 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อาจเป็นเพราะว่ายังมีออกซิเจนเหลือค้างในโพรงหรือช่วงว่างภายในข้าวโพดแผ่นกรอบอยู่บ้าง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสเกิดการหืนเพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้ Sacharow และ Griffin(68)กล่าวไว้ว่า ถ้ามีออกซิเจนเหลืออยู่ภายในถุงที่บรรจุมันฝรั่งแผ่นทอดเพียง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหืนได้ นอกจากนี้อาจเป็นผลมากจากเกลือที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยเกลือเป็นตัวแปรหนึ่งที่เร่งปฏิกิริยาการหืน(65) Mitchell และคณะ(65) ได้รายงานไว้ว่า ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปจากธัญพืชจะเกิดการหืนอย่างรวดเร็ว ถ้าหากว่าธัญพืชนั้นมีไขมันสูง และมีการเติมเกลือในระหว่างการผลิต โดยเกลือจะเป็นตัวเร่งการหืน แต่ถ้าไม่มีการเติมเกลือในกระบวนการผลิต และไม่มีการนำผลิตภัณฑ์ไปอบหรือปิ้ง จะสามารถเก็บผลิตภัณฑ์นั้นได้ โดยไม่เกิดการหืนแม้มีที่อุณหภูมิ 38°ซ

5.4.2.1.3 แรงที่ทำให้แตกหัก พบว่า ค่าแรงที่ทำให้แตกหักของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 8.82-12.51 นิวตัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 42) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 43 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ มีผลต่อแรงที่ทำให้แตกหักอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $AL_2$-foil มีแรงที่ทำให้แตกหักต่ำกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE เป็นเพราะว่าถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดีกว่าถุง OPP/PE(69) จึงทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้มีความชื้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 44) จึงทำให้มีค่าแรงที่ทำให้แตกหักต่ำกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE ซึ่งมีความชื้นมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Katz และ Labuza(60) ที่รายงานไว้ว่าการสูญเสียความกรอบของอาหารว่างจากการดูดซับความชื้นเข้าไป โดยความชื้นที่เพิ่มขึ้นทำให้โครงสร้างของแป้ง-โปรตีนเกิดลักษณะพลาสติก และอ่อนตัวลงมีผลทำให้ความแข็งทางกลของอาหารว่างลดลง

5.4.2.2 <u>การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 2</u>

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวม ของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 45-47

5.4.2.2.1 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บอยู่ในช่วง 6.40-7.40 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 45) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 46 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ เพราะว่าถุง $Al_2$-foil มีคุณสมบัติป้องกันการผ่านของแสง จึงมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่ากรณีที่ใช้ถุง OPP/PE ซึ่งโปร่งแสง(69)

5.4.2.2.2 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 6.40-7.40 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันกอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 45) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 46 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE เพราะว่า Al2-foil มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของแสงแดด ความชื้น และออกซิเจน ดีกว่าถุง OPP/PE จึงทำให้เกิดกลิ่นหืนได้น้อยกว่า ผลการทดลองจึงสอดคล้องกับ TBA ในข้อ 5.4.2.1.2 อย่างไรก็ตาม ผู้ทดสอบยังคงยอมรับด้านกลิ่นอยู่

5.4.2.2.3 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 6.00-7.40 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 45) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 46 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 46) เหตุผลเดียวกันกับกลิ่นในข้อ 5.4.2.2.2 เพราะว่ารสชาติได้รับอิทธิพลจากกลิ่นด้วย(80)

5.4.2.2.4 ความกรอบ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นที่เก็บไว้ อยู่ในช่วง 5.40-7.00 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 45) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 46 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านความกรอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 47) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจปริมาณความชื้น และแรงที่ทำให้แตกหัก ในข้อ 5.4.2.1.1 และ 5.4.2.1.3 เพราะถุง $Al_2$-foil มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีกว่าถุง OPP/PE ทำให้ความกรอบสูญเสียไปน้อย

5.4.2.2.5 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ อยู่ในช่วง 5.30-7.30 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัย

สำคัญ (ตารางที่ 45) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 46 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง$Al_2$-foilมีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้กาศปกติ อย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 47) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และความกรอบที่อธิบายข้างต้นในข้อ 5.4.2.2.1-5.4.2.1.4

### 5.4.2.3 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ด้วยสภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 4

ผลตรวจคุณภาพทางเคมีและกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ด้วยสภาวะต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 48-50

5.4.2.3.1 ความชื้น พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้มีความชื้น อยู่ในช่วงร้อยละ 2.60-5.73 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 48) ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 49 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ มีผลต่อความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อย่างมีนัยสำคัญ โดยความชื้นเฉลี่ยของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บในถุง $Al_2$-foil เคลือบอะลูมิเนียมมีค่าต่ำกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 49) เพราะว่าถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำหรือความชื้นได้ดีกว่าถุงพลาสติกชนิด OPP/PE(69) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในข้อ 5.4.2.1.1

5.4.2.3.2 ค่า TBA พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้มีค่า TBA อยู่ในช่วง 1.14-2.42 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 48) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 49 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ และสภาวะการบรรจุ มีผลต่อค่า TBA ของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง$Al_2$-foil มีค่า TBA ต่ำกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุงOPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีค่า TBA ต่ำกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 50) เหตุผลเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้อ 5.4.2.1.2 ข้างต้น

5.4.2.3.3 แรงที่ทำให้แตกหัก พบว่า แรงที่ทำให้แตกหักของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ อยู่ในช่วง 9.20-15.28 นิวตัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 48) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 49 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุ มีผลต่อแรงที่ทำให้แตกหักอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง$Al_2$-foil มีคาแรงที่ทำให้แตกหักต่ำกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 50) เพราะว่าถุง $Al_2$-foil ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นหรือไอน้ำได้ดีกว่า

ถุง OPP/PE เหตุผลเหมือนกันกับที่อธิบายในข้อ 5.4.2.1.3 ข้างต้น และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีค่าแรงที่ทำให้แตกหักต่ำกว่า กรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ (ตารางที่ 50) อาจเป็นเพราะว่าออกซิเจนในอากาศปกติ มีผลต่อการสลายตัวของโมเลกุลไขมัน จึงทำให้โครงสร้างของข้าวโพดแผ่นกรอบอ่อนตัวลงได้

5.4.2.4 <u>การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ด้วยสภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 4</u>

ผลตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ด้วยสภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 4 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 51-53

5.4.2.4.1 สี พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 6.20-7.25 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 51) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 52 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ และสภาวะการบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 53) ทั้งนี้ด้วยเหตุผลเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้อ 5.4.2.2.1 ข้างต้น

5.4.2.4.2 กลิ่น พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 5.50-6.70 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 51) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 52 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ และสภาวะการบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง$Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 53) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจค่า TBA ในข้อ 5.4.2.3.2 ด้วยเหตุผลเดียวกันกับข้อ 5.4.2.2.2

5.4.2.4.3 รสชาติ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ อยู่ในช่วง 4.80-7.15 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 51) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 52 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง$Al_2$-foil มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 53) ทั้งนี้จะพบว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ถุงOPP/PE ที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจนและที่บรรจุภายใต้อากาศปกติไม่ได้รับการยอมรับด้านรสชาติจากผู้ทดสอบ คือมีคะแนน 4.95 และ 4.80 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 51) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการยอมรับในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปได้รับอิทธิพล

จากกลิ่นด้วย ถ้าผลิตภัณฑ์เริ่มมีกลิ่นหืนและผู้ทดสอบสังเกตได้ คะแนนจะลดลงเช่นเดียวกับคะแนนในด้านกลิ่น อย่างไรก็ตามพบว่าผู้ทดสอบสามารถสังเกตความแตกต่างของกลิ่นได้ดีกว่ารสชาติ(80)

5.4.2.4.4 ความกรอบ พบว่า คะแนนการยอมรับด้านความกรอบของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้อยู่ในช่วง 3.15-7.30 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 51) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 52 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านความกรอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีคะแนนสูงกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ (ตารางที่ 53) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจแรงที่ทำให้แตกหักในข้อ 5.4.2.3.3 ด้วยเหตุผลเดียวกัน อย่างไรก็ตาม พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุง OPP/PE ไม่ได้รับการยอมรับด้านความกรอบจากผู้ทดสอบ ทั้งสภาวะการบรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน และภายใต้อากาศปกติ คือมีคะแนน 3.50 และ 3.15 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 51) โดยมีค่าแรงทำให้แตกหักเท่ากับ 15.07 และ 15.28 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 48)

5.4.2.4.5 การยอมรับรวม พบว่า คะแนนการยอมรับรวมของข้าวโพดที่เก็บไว้ อยู่ในช่วง 3.45-7.10 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 51) ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 52 พบว่า ชนิดภาชนะบรรจุและสภาวะการบรรจุ มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง $Al_2$-foil มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่ากรณีที่บรรจุในถุง OPP/PE อย่างมีนัยสำคัญ และข้าวโพดแผ่นกรอบที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่ากรณีที่บรรจุภายใต้อากาศปกติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 53) เพราะว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้แต่ละกรณีมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และความกรอบ ที่อธิบายข้างต้น โดยเฉพาะข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE ที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน และบรรจุภายใต้อากาศปกติไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ คือมีคะแนนการยอมรับรวม 3.75 และ 3.45 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 51) เนื่องจากคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ และความกรอบ เป็นสำคัญ ดังนั้นในสัปดาห์ที่ 6 จึงได้ตัดสภาวะการเก็บที่ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบออกไปจากการทดลองศึกษาในสัปดาห์ต่อไป

### 5.4.2.5 คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ใต้สภาวะต่าง ๆ ในสัปดาห์ที่ 6

เนื่องจากการทดลองได้มีการตัดสภาวะการทดลองที่เก็บข้าวโพดแผ่นกรอบไว้ในถุง OPP/PE ที่บรรจุภายใต้สภาวะที่ใช้กาซไนโตรเจน และบรรจุภายใต้สภาวะที่ใช้อากาศปกติไป ดังนั้นในสัปดาห์ที่ 6 จึงได้ปรับสภาวะการทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block

Design โดยสภาวะการทดลองคือ ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟลอยล์ที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ และบรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน โดยนำมาตรวจคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพด้านความชื้น ค่า TBA และแรงที่ทำให้แตกหัก ซึ่งผลการทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 54-55

5.4.2.5.1 ความชื้น พบว่า ความชื้นของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ และเก็บในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีความชื้นร้อยละ 2.80 และ 2.70 ตามลำดับ

5.4.2.5.2 ค่า TBA พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ มีค่า TBA สูงกว่ากรณีที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 55) คือ มีค่า TBA เท่ากับ 2.64 และ 2.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ(ตารางที่ 54) เพราะว่ากาซไนโตรเจน ช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน ในขณะที่ออกซิเจนในอากาศปกติที่ใช้บรรจุเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าว

5.4.2.5.3 แรงที่ทำให้แตกหัก พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ที่บรรจุภายใต้อากาศปกติ และที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียม-ฟอยล์ที่บรรจุภายใต้กาซไนโตรเจน มีค่าแรงที่ทำให้แตกหัก เท่ากับ 9.44 และ 9.31 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 54) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 55)

5.4.2.6 <u>การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในสัปดาห์ที่ 6</u>

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในสัปดาห์ที่ 6 ได้ปรับการทดสอบมาเป็นแบบ Randomized Complete Block Design ได้ผลดังตารางที่ 56 และ 57 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์และบรรจุภายใต้กาซไนโตรเจนมีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมสูงกว่ากรณีที่เก็บในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์และบรรจุภายใต้อากาศปกติ อย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนการยอมรับด้านความกรอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 56 และ 57) เพราะว่าการบรรจุภายใต้กาซไนโตรเจนจะช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันต่าง ๆ ได้ดีกว่าการบรรจุภายใต้อากาศปกติ ซึ่งมีออกซิเจนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ข้าวโพดแผ่นกรอบมีการเปลี่ยนแปลงของสี และการหืนได้น้อยกว่ากรณีหลัง เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับรวม จะพบว่าข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์และบรรจุภายใต้อากาศปกติ ไม่ได้รับ

การยอมรับจากผู้ทดสอบ ซึ่งมีผลมาจากคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น และรสชาติที่ต่ำกว่าเนื่องจากการหืน ผลจากการตรวจ ค่า TBA ของสภาวะนี้พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้น ในการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 จึงได้ตัดสภาวะการเก็บนี้ออกไป

5.4.2.7 คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ ในสัปดาห์ที่ 8

ผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 58 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์และบรรจุภายใต้กาซไนโตรเจนมีความชื้นร้อยละ 2.73 ค่า TBA 2.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าแรงที่ทำให้แตกหัก 9.60 นิวตัน และยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยมีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวม เท่ากับ 6.75 5.10 5.34 6.65 และ 5.70 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 59)

5.4.2.8 คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ และบรรจุภายใต้สภาวะที่ใช้ ในสัปดาห์ที่ 10

ผลการตรวจคุณภาพทางเคมีและกายภาพ แสดงในตารางที่ 60 ส่วนผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงไว้ในตารางที่ 61 พบว่า ข้าวโพดแผ่นกรอบที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ และบรรจุภายใต้กาซไนโตรเจนยังคงได้รับการยอมรับด้านสี และความกรอบ คือมีคะแนน 6.70 และ 6.70 คะแนน ตามลำดับ แต่ไม่ได้รับการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมจากผู้ทดสอบ โดยมีคะแนน 3.95 4.65 และ 4.75 คะแนน ตามลำดับ เพราะว่ามีกลิ่นหืนเกิดขึ้นจนผู้ทดสอบไม่ยอมรับโดยข้าวโพดแผ่นกรอบมีความชื้นร้อยละ 2.85 ค่า TBA 2.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าแรงที่ทำให้แตกหัก 9.70 นิวตัน