บทที่ 5
อภิปรายและวิจารณ์ผล

5.1 องค์ประกอบทางเคมี

การศึกษาสมบัติของวัตถุดิบทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของวัตถุดิบเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป โดยสมบัติของข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงในด้านองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 6.12, 4.50, 2.66, 1.58, 12.66 และ 72.48 (โดยน้ำหนักเปียก) และเส้นบะหมี่ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงเท่ากับร้อยละ 12.29, 1.11, 2.26, 1.59, 6.86 และ 75.89 (โดยน้ำหนักเปียก)

5.2 การวางแผนการทดลอง Central composite design (CCD)

Yetilmezsoy et al. (2009) พบว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนนับว่ามีความจำเป็นในการหาค่านัยสำคัญของแบบจำลอง แบบจำลองที่สร้างขึ้นควรแสดงความเหมาะสมของความสัมพันธ์ที่แท้จริงของปัจจัยที่ถูกคัดเลือก *P*-value ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งแสดงถึงความมีนัยสำคัญของการแบบจำลอง ในขณะที่สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination; R^2) ได้นำมาใช้เพื่อพิจารณาระดับความเหมาะสมของแบบจำลอง สำหรับแบบจำลองที่เหมาะสมควรมีค่า R^2 ไม่น้อยกว่า 0.80 (Sharma et al., 2009) นอกจากนี้ การทดสอบความเหมาะสมของสมการถดถอย (lack-of-fit) ได้นำมาพิจารณาเพื่อวัดความไม่เหมาะสมของแบบจำลองซึ่งแสดงให้เห็นปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กัน ในการวิเคราะห์การถดถอย การไม่มีนัยสำคัญของ lack of fit ($P > 0.05$) บ่งบอกถึงแบบจำลอง Quadratic model มีค่านัยสำคัญทางสถิติต่อค่าตอบสนอง ขั้นต่อมาได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาสร้างภาพ 3 มิติแสดงพื้นที่ตอบสนอง (Response surface) และ Contour plot ซึ่งเป็นการวัดค่าตอบสนองที่มีพื้นฐานจาก Second-order model ที่เกิดจาก 3 ปัจจัย โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ มีค่าคงที่

5.2.1 ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด สารฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์

จากสมการ $Y_1=83.2+8.1x_1-38.4x_2+4.4x_3-8.5x_1^2+10x_2^2-5.7x_2^2+8.4x_1x_2-12.3x_1x_3+3.6x_2x_3$ โดยปัจจัย x_1, x_2 และ x_3 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่เป็นเส้นตรง และquadratic และปฏิสัมพันธ์โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_1 ในการประเมินด้วย RSM พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณสารแอนโทไซยานินจะสูงสุด (131.9 μg/mg CE) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 43.4 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 30:70 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.4 ตามลำดับ

จากสมการ Y_2=674.1+66.1x_1-207.3x_2+30.3x_3+9.3x_1^2-135.0x_2^2+7.1x_3^2+116.7 x_1x_2+53.1x_1x_3–9.6x_2x_3 โดยปัจจัย x_1, x_2 และ x_3 แสดงถึงอิทธิพลที่เป็น Linear และ Quadratic โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_1 ในการประเมินด้วย RSM พบว่าปริมาณฟีนอลิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณสารฟีนอลิกสูงสุด (858.6 μg GE/g) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 50 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 36.3:73.7 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.5 ตามลำดับ

จากสมการ Y_3 = 583.5+93.7x_1-179.0x_2+22.6x_3+13.4x_1^2–128.4x_2^2–59.3x_3^2+ 148.6x_1x_2–61.8x_1x_3+67.5x_2x_3 โดยปัจจัย x_1, x_2 และ x_3 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่เป็น Linear และ Quadratic รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ของปัจจัย x_2 และ x_3 โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_3 ในการประเมินด้วย RSM พบว่าปริมาณฟีนอลิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณสารฟลาโวนอยด์จะสูงสุด (703.5 μg QE/g) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 40 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 30:70 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.37 ตามลำดับ

ดังนั้นจากแสดงให้เห็นว่าตัวแปร x_1 และ x_2 มีเฉพาะอิทธิพลของ quadratic โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y จะถูกประเมินด้วย RSM พบว่าสารแอนโทไซยานิน สารฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์จะเพิ่มขึ้นเมื่อตัวแปรทั้งสามมีค่าเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นปริมาณสารแอนโทไซยานินจะลดลงเมื่อปริมาณกัวร์กัมและปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นต่อไป โดยงานวิจัยของ Li et al. (2011) พบว่า TAC ในคุกกี้ข้าวโพดสีม่วงจะมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น โดยอธิบายว่าเมื่อปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นจะส่งผลให้อุณภูมิภายในคุกกี้ต่ำลง ดังนั้นกิจกรรมของน้ำ (aw) จึงมีผลต่อความคงตัวของสารแอนโทไซยานินที่อุณหภูมิสูง (Sadilova et al., 2006) Gradinaru et al. (2003) รายงานว่าการลดลงของ aw จาก 0.99 เป็น 0.34 เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อัตราการทำลายของสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า ขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิจาก 100 เป็น 140 °C จะเหนี่ยวนำให้มีอัตราการทำลายของสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 17 เท่า ดังนั้นอุณหภูมิถือว่าเป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อการำลายสารแอนโทไซยานิน ยิ่งไปกว่านั้น สภาวะที่มีอุณหภูมิสูงและค่า aw ต่ำ อาจจะเป็นสาเหตุให้อัตราการทำลายของสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นถึง 70 เท่า นอกจากนี้ Stauffer (1993) พบว่าการเติมกัมส์ลงในผลิตภัณฑ์ขนมอบจะช่วยกักเก็บความชื้น และส่งเสริมความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งจะส่งผลต่อการทำลายของสารแอนโทไซยานินที่ลดลง

5.2.2 ปริมาณสารต้านออกซิเดชัน

จากสมการ Y_4 = 1,415.2+50.3x_1-255.5x_2+13.2x_3+2.2x_1^2-139.2x_2^2-13.6x_3^2+ 92.1x_1x_2+ 122.7x_1x_3-31.2x_2x_3 โดยปัจจัย x_1 x_2 และ x_3 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่เป็น Linear และ Quadratic โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_4 ในการประเมินด้วย RSM พบว่าปริมาณ ABTS-RSA เพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณความสามารถในการต้านอนุมูล ABTS จะ

สูงสุด (1,658.41 μg TE/g) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 50 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 33.:63 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.50 ตามลำดับ

จากสมการ $Y_5 = 905.8+42.3x_1-245.6x_2+43.1x_3+27.5x_1^2-56.1x_2^2-45.8x_3^2+43.0x_1x_2+10.56x_1x_3+9.2x_2x_3$ ชี้ให้เห็นว่าปัจจัย x_1, x_2 และ x_3 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่เป็น Linear และ Quadratic โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_5 ในการประเมินด้วย RSM พบว่าปริมาณ FRAB เพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณ FRAB จะสูงสุด (1132.9 μg TE/g)) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 50 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 30:70 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.42 ตามลำดับ หลังจากนั้นปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดจะลดลงเมื่อปริมาณน้ำ อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง และปริมาณกัวร์กัมเพิ่มขึ้นต่อไป

จากสมการ $Y_6 = 372.3+5.8x_1-108.1x_2+12.7x_3+5.5x_1^2-25.9x_2^2-23.7x_3^2+47.6x_1x_2+31.2x_1x_3-4.9x_2x_3$ ชี้ให้เห็นว่าปัจจัย x_1, x_2 และ x_3 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่เป็น Linear และ Quadratic โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_5 ในการประเมินด้วย RSM จะแสดงใน Figure 6 พบว่าปริมาณ ความสามารถในการจับกับเฟอร์รัสไอออน เพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยความสามารถในการจับกับเฟอรัสจะสูงสุด (445.7 μg EDTE/g) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 44.9 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 30.6:69.4 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.5 ตามลำดับ

Meyer et al. (1998) พบว่าความสามารถในการต้านออกซิเดชันที่ต่างกันระหว่างข้าวโพดสีม่วงเป็นอิทธิพลจากปริมาณสารแอนโทไซยานินในรงควัตถุ ขณะที่ความแตกต่างของความสามารถในการต้านออกซิเดชันระหว่างพันธุ์ข้าวโพดสีม่วงมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นและองค์ประกอบที่จำเพาะของอนุพันธ์แอนโทไซยานิน (Stintzing et al., 2002) ซึ่งเป็นอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม ฤดูกาล และสภาวะภูมิศาสตร์ในการเจริญเติบโตของข้าวโพด (Adom et al., 2002)

5.2.3 การสูญเสียภายหลังการให้ความร้อน

จากสมการ $Y_7 = 372.3+5.8x_1-108.1x_2+12.7x_3+5.5x_1^2-25.9x_2^2-23.7x_3^2+47.6x_1x_2+31.2x_1x_3-4.9x_2x_3$ ชี้ให้เห็นว่าปัจจัย x_1, x_2 และ x_3 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่เป็น Linear และ Quadratic โดย Contour plot และค่าทำนายของ Y_5 ในการประเมินด้วย RSM พบว่าปริมาณการสูญเสียภายหลังการให้ความร้อนจะเพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยความสามารถในการจับกับเฟอรัส จะสูงสุด (ร้อยละ 8.4) สภาวะการผลิตที่ปริมาณน้ำ (WC) ร้อยละ 40 อัตราส่วนแป้งข้าวต่อแป้งข้าวโพดสีม่วง (RF:PCF) 50:50 และปริมาณกัวร์กัมร้อยละ 0.5 ตามลำดับ

5.3 ผลของการเติมกรดต่อสารไฟโตเคมิคอล และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน

การเติมกรดลงไปในสูตร PWN เพื่อลดค่า pH ของผลิตภัณฑ์มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการทำลายของสารไฟโตเคมิคอลในระหว่างกระบวนการเอกซ์ทรูเดอร์ พบว่า PWN ที่เติมกรดแอสคอร์บิกและกรดฟิวมาริก ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักแป้ง จะมีสีชมพูสว่างขึ้นเมื่อเทียบกับ PWN ที่ไม่เติมกรด (ตัวควบคุม) ซึ่งจะปรากฏสีน้ำตาลที่ผิวของและภายในของเส้นบะหมี่ การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของ PWN แสดงให้เห็นว่ารงควัตถุสีม่วงถูกทำลายเนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงในกระบวนเอกซ์ทรูเดอร์ พบว่า PWN ที่เติมกรดทั้ง 2 ชนิดในสูตรจะมีปริมาณ TAC, TFN และ TPN มากกว่า PWN ไม่เติมกรด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Li et al. (2011) พบว่า การเติมกรดลงในสูตรทำให้ค่า pH ของ PWCC ลดลง ซึ่งเมื่อค่า pH ลดลงกลับส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มี TAC เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Del Pozo-Insfran et al. (2007) รายงานว่าการปรับสภาพโดให้เป็นกรดจะลดอัตราการทำลายของ TPN, TFN และ TAC ในข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง เนื่องจากภายใต้สภาวะที่เป็นกรดจะส่งเสริมให้สารไฟโตเคมิคอลมีความคงตัวมากขึ้น

ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของ PWN จึงขึ้นกับปริมาณของสารไฟโตเคมิคอล สอดคล้องกับข้อมูลของ Chang et al. (2002) ที่ว่าความสามารถในการต้านออกซิเดชันของข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงแปรผันโดยตรงกับปริมาณสารฟีนอกลิกโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของกรดเฟรูลิกและกรดพาราคูมาริก และ Bily et al. (2004) พบว่าความสามารถในการต้านออกซิเดชันที่สูงของทั้งผลิตภัณฑ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงผลจากองค์ประกอบของสารแอนโทไซยานินและ/หรือสารฟีนอลิกที่เป็นสารต้านออกออกซิเดชันโดยทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ สารให้ไฮโดรเจนและจับกับซิงเกลทออกซิเจน และสารฟลาโวนอยด์ประกอบด้วยกลุ่มไฮดรอกซิลซึ่งแสดงความสามารถในการต้านออกซิเดชันผ่านกระบวนการ scavenging หรือ chelating

5.4 ผลของกรดต่อคุณสมบัติทางกายภาพ

5.4.1 คุณลักษณะสี

การประเมินคุณลักษณะสีของ PWN จะนำมาใช้เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของ TAC พบว่า PWN ที่เติมกรดทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าความสว่างของสี (L*) และค่าความแตกต่างของสี (E) สูงกว่า PWN ไม่เติมกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.5$) นอกจากนี้ค่า E ในทุกตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น (ตาราวที่ 5) ซึ่งค่า E ที่สูงขึ้นแสดงว่า PWN มีความสว่างมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Poei-Langston and Wrolstad (2007) พบว่าการเติมกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 4% จะเหนี่ยวนำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากยิ่งขึ้น ซึ่งความสว่างที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นจากการฟอร์มตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรด หรือเป็นผลโดยตรงจากการควบแน่นของสารแอนโทไซยานินกับกรดแอสคอร์บิกที่เป็นสาเหตุให้สีสว่างขึ้น

ค่าความเข้มของสี (Hue) ของ PWN ที่เติมกรดทั้ง 4 ชนิดจะมีต่ำกว่าคุกกี้ที่ไม่เติมกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต โดยค่า Hue จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกรดเข้มข้นขึ้น (ตารางที่ 5) ซึ่งค่า Hue นับเป็นพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายความแตกต่างของสีระหว่าง PWN ที่เติมกรดและไม่เติมกรด การปรับสภาพเป็นกรดของ PWN ทำให้ค่า Hue ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อค่า pH ของ PWN ลดลงส่งผลให้ความเข้มของสีม่วงลดลง ดังนั้น การปรับสภาพเป็นกรดของ PWN จึงเป็นผลให้ Hue ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าสีของ PWNC ที่ดีจะพิจารณาจากค่า Hue ซึ่ง PWN ที่ปรับสภาพเป็นกรดจะให้ลักษณะปรากฏของสีดีกว่า

ค่าเฉดสี (Chroma) ของ PWN จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกรดเข้มข้นขึ้น โดยค่า Chroma เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความชัดเจนของสี การอบ PWN ด้วยความร้อนจะทำให้ผิวของคุกกี้มีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยามิลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสีจากอุณหภูมิสูง (32) ซึ่งส่งผลทำให้ความชัดเจนของสีใน PWN ลดลง ซึ่งการเติมกรดลงในผลิตภัณฑ์จะทำให้สีผิวของ PWN มีความชัดเจนของสีม่วงมากขึ้น ดังนั้นการเติมกรดลงในสูตร PWN จะส่งเสริมให้ลักษณะปรากฏของสีผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

5.4.2 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

ค่าความแข็ง (hardness) ของเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงได้ทำการติดตามโดยใช้ break test 3 จุด โดยค่า hardness คือแรงที่ probe ใช้เพื่อทำลายตัวอย่างเส้นบะหมี่คือ 1,104.8, 1,303.6 และ 1,203.3 N สำหรับตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่ไม่เติมกรด เติมกรดแอสคอร์บิก และกรดฟิวมาริก ตามลำดับ ดังนั้น การเติมกรดในตัวอย่างเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงจะทำให้ค่า hardness เพิ่มขึ้น

ค่าแรงดึงของเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงจะพิจารณาจากตามค่า cooking times โดยพบว่าค่าแรงดึงของเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงคือ 15.7, 27.7 และ 23.6 สำหรับตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่ไม่เติมกรด เติมกรดแอสคอร์บิก และกรดฟิวมาริก ตามลำดับ ดังนั้น การเติมกรดในตัวอย่างเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงจะทำให้ค่าแรงดึงของเส้นบะหมี่เพิ่มขึ้น

5.4.3 การสูญเสียภายหลังการให้ความร้อน (Cooking loss)

จากการทดลองพบว่าค่า cooking loss ของเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงคือร้อยละ 11.2, 13.5 และ 12.3 สำหรับตัวอย่างเส้นบะหมี่ที่ไม่เติมกรด เติมกรดแอสคอร์บิก และกรดฟิวมาริก ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่า cooking loss ของเส้นบะหมี่จากข้าวโพดม่วงจะลดลงเมื่อเติมกรดในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นที่ทราบกานว่า cooking loss ของเส้นบะหมี่มีความสัมพันธ์กับ degree of starch gelatinization และ structural network (Chansri et al., 2005) ดังนั้น ค่า cooking loss ที่เพิ่มขึ้นของตัวอย่างเส้นบะหมี่จากแป้งข้างามีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดเจลที่ต่ำและโครงสร้างที่

ไม่แข็งแรงทำให้เกิดการสูญเสียของของแข็ง (solid loss) ต่อปริมาณที่ทำให้สุก (cooking water) มากขึ้น ยิ่ง ผลการทดลองดังกล่าวเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ Kong and Lee (2010) ซึ่งได้ทำการเติม germinated brown rice ไปในสูตรของ wheat-based sheeted noodles พบว่า cooking loss ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิด cooking water ที่ขุ่น และเส้นบะหมี่ที่เหนียว (sticky noodles)

5.5 ผลของการเติมกรดต่อการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้ปริมาณแป้งมันเทศเพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีส้มของเส้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จาก 5.9 เป็น 6.9 ในขณะที่ความเข้มข้นของน้ำแป้งผสมที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความเหนียวนุ่มและความชอบรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จาก 6.3 เป็น 5.9 และจาก 6.4 เป็น 5.8 ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างที่การใช้ความเข้มข้นของน้ำแป้งผสมร้อยละ 35 และ 40 ดังนั้นจากค่าคุณภาพต่างๆ จึงเลือกสิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศร้อยละ 30 เนื่องจากต้องการเพิ่มการใช้ปริมาณแป้งมันเทศให้มากที่สุด และใช้ความเข้มข้นของน้ำแป้งผสมร้อยละ 40 เนื่องจากมีค่าร้อยละของการยืดตัวสูงกว่าที่ร้อยละ 35 และ 45

5.6 ผลของอุณหภูมิการจัดเก็บต่อปริมาณสารไฟโตเคมิคอล ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน และความสามารถในการต้านจุลินทรีย์

5.6.1 ผลของอุณหภูมิการจัดเก็บต่อปริมาณสารไฟโตเคมิคอล

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิการจัดเก็บที่อุณหภูมิห้องต่อปริมาณ TAC, TPC และ TFC ของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่ไม่เติมกรด (NPWN) เติมกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2 (APWN) กรดฟิวมาริกร้อยละ 2 (FPWN) นาน 4 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีการลดลงของปริมาณสารฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในตัวอย่างทั้ง 3 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า TAC, TPC และ TFC ใน APWN มีค่าสูงกว่า NPWN ตามลำดับ

5.6.2 ผลของอุณหภูมิการจัดเก็บต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชัน

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิการจัดเก็บที่อุณหภูมิห้องต่อปริมาณ ABTS-RSA, FRAB และ FCA ของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่ไม่เติมกรด (NPWN) เติมกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2 (APWN) เติมกรดฟิวมาริกร้อยละ 2 (FPWN) นาน 4 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีการลดลงของปริมาณสารฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในตัวอย่างทั้ง 3 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ABTS-RSA, FRAB และ FCA ใน APWN มีค่าสูงกว่า NPWN ตามลำดับ

5.6.3 ผลของอุณหภูมิการจัดเก็บต่อความสามารถในการต้านจุลินทรีย์

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิการจัดเก็บที่อุณหภูมิห้องต่อปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณเชื้อราทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่ไม่เติมกรด (NPWN) เติมกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 2 (APWN) เติมกรดฟิวมาริกร้อยละ 2 (FPWN) นาน 4 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีการลดลงของปริมาณสารฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ในตัวอย่างทั้ง 3 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณเชื้อราทั้งหมด ใน APWN มีค่าสูงกว่า NPWN ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การเติมกรดอินทรีย์ช่วยป้องกันและลดการสูญเสียของสารไฟโตเคมิคอลได้เป็นอย่างดีและยังมีผลในการลดการเพิ่มขึ้นของ TPC และ TFC ใน PWN (520 และ 25 CFU/g) ได้ดีขึ้นเช่นเดียวกัน (P<0.05) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tajkarimi and Ibrahim (2011) ที่พบว่ากรดอินทรีย์มีผลในการต้านจุลินทรีย์อย่างมาก และในสภาวะที่มีค่า pH ต่ำจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการต้านจุลินทรีย์และต้านออกซิเดชัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Friedman and Jürgens (2000) พบว่ากิจกรรมการต้านจุลินทรีย์ของสารฟีนอลิกในน้ำผลไม้ขึ้นกับค่า pH และกิจกรรมการต้านจุลินทรีย์ของโรวานเบอร์รี่ (Rovanberry) เป็นผลมาจากสารฟีนอลิกและกรดซอร์บิกซึ่งมีผลในการยับยั้งยีสต์และรา (Brunnen, 1985) การลด pH 5.5-5.8 ของผลิตภัณฑ์ข้าวโพดด้วยการเติมกรดฟิวมาริกจะยังคงทำให้สารต้านจุลินทรีย์จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงยืดอายุการเก็บได้มากกว่า 60 วัน (Del Pozo-Insfran et al., 2007) สอดคล้องกับงานวิจัยที่ Garza-Casso et al. (2002) ได้รายงานว่าต้องใช้ปริมาณกรดฟิวมาริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.45 ของน้ำหนักแป้งข้าวโพด เพื่อปรับค่า pH ของทอร์ทิลลาไปที่ 5.5 ขณะที่การทดลองนี้ได้เติมกรดฟิวมาริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักแป้งข้าวโพด เพื่อปรับสภาพความเป็นกรดของโดข้าวโพด