

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 คุณภาพเนื้อ

##### 5.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH value) และค่าสีของเนื้อ (meat colour)

การพิจารณาคุณภาพเนื้อจากค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยพิจารณาร่วมกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ภายหลังจากฆ่า กล้ามเนื้อของสัตว์ยังคงมีการทำงาน โดยอาศัยพลังงานจากกลูโคสที่อยู่ในรูปของไกลโคเจนซึ่งสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ แต่เป็นการทำงานในสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic glycolysis) ผลผลิตที่ได้คือ กรดแลคติก (lactic acid) เมื่อกรดแลคติกถูกผลิตออกมา ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลดลง เนื้อจะมีสภาพเป็นกรด ซึ่งความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทั้งพันธุกรรมของสัตว์ การจัดการก่อนฆ่า ระหว่างการฆ่า และหลังการฆ่า เป็นต้น ปกติแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงจากสภาพปกติ (pH 7) เป็น 5.6-5.8 และ 5.7-6.0 ภายใน 45 นาทีและ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ตามลำดับ หากค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงมากเกินไป จะส่งผลให้โปรตีนในกล้ามเนื้อเสียสภาพธรรมชาติ (denature) และสูญเสียคุณสมบัติบางประการ เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง น้ำจึงซึมออกมาจากเซลล์กล้ามเนื้อ มากกว่าปกติ รวมถึงสารสีในกล้ามเนื้อ (myoglobin) ที่ถูกชะออกมามาก ทำให้เนื้อมีลักษณะซีด เหมว และไม่คงรูป (pale, soft and exudative; PSE) การเกิดความผิดปกติของเนื้อดังกล่าวทำให้ถูกจัดเป็นเนื้อที่มีคุณภาพต่ำและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลอง ค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อสันนอกลดลงอย่างต่อเนื่องภายหลังจากฆ่าสุกรที่ 45 นาที (pH<sub>1</sub>) และ 24 ชั่วโมง (pH<sub>2</sub>) โดยมีค่าเท่ากับ 7.23, 7.19 และ 7.16 ลดลงเป็น 6.43, 6.40 และ 6.38 ในสุกรกลุ่มควบคุม (T1) กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาว (T2) และกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียว (T3) ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ค่าสีของเนื้อ ทำการวัดสีเนื้อสันนอกของสุกร ค่าที่แสดงคือค่าความสว่างของเนื้อ (L\*, lightness) ค่าความเป็นสีแดงของเนื้อ (a\*, redness) และค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อ (b\*, yellowness) สีของเนื้อที่สดหรือผิดปกติเป็นผลเนื่องมาจากรงควัตถุของกล้ามเนื้อ (myoglobin) ที่มีรูปแบบแตกต่างกันไป และยังสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (สัญญา, 2553)



ผลการทดลองพบว่าค่าความสว่างของเนื้อไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบในทุกกลุ่มทดลอง ส่วนค่าความเป็นสีแดงของเนื้อสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกามีค่าต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 6.03 ส่วนกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวมีค่าสูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือกลุ่มควบคุม (6.83 และ 6.13 ตามลำดับ) และยังพบว่าค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อสันนอก ในกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ( $P < 0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 9.82 และ 8.72 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวก่าเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.52 อันเป็นผลมาจากไขมันในเนื้อของสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงที่สุด ซึ่งค่าความเป็นสีเหลืองจะสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อ ถ้ามีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อมากจะมีค่าความเป็นสีเหลืองมาก (สัจชัย, 2553)

จากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Corino *et al.* (2008) ที่เปรียบเทียบการใช้น้ำมันเมล็ดทานตะวัน 2.5% กับกากลินสีด 5% ในอาหารสุกร พบว่ากลุ่มที่ใช้น้ำมันเมล็ดทานตะวันมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสูงกว่าในกลุ่มที่ใช้กากลินสีด (1.89 และ 1.79 ตามลำดับ) และมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่า (5.11 และ 4.89 ตามลำดับ) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ส่วน Maoka *et al.* (2008) รายงานว่าเมื่อเสริมกรดเฟอรูลิก (0.01-0.5%) และแกมมาโอไรซานอล (0.05-0.5%) ในปลา Red sea bream (*Pagrus major*) เป็นระยะเวลา 98 วัน ทำให้เนื้อปลามีค่าความสว่าง (lightness) เพิ่มขึ้นในทุกระดับของการเสริม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งในส่วนของคุณค่าความเป็นสีแดง (redness) และค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness) ของเนื้อปลา ขณะที่การทดลองของ Lampe *et al.* (2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสุกรที่ได้รับข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพดสีเหลืองและข้าวโพดสีขาว พบว่าเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวบาร์เลย์มีค่าความสว่างของเนื้อ ( $L^*$ ) สูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของคุณค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับการทดลองของ Carr *et al.* (2005) ที่พบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเนื้อสุกรที่ได้รับข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพดและข้าวสาลีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

### 5.1.2 องค์ประกอบทางโภชนาของเนื้อ (chemical composition)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น (moisture) โปรตีน (crude protein) และไขมัน (fat) ผลการทดลองพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของสุกรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) โดยพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีค่าสูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 21.12% รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก่าและกลุ่มควบคุม (20.53

และ 20.13% ตามลำดับ) และยังพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) โดยกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวมีค่าสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวดำ โดยมีค่าเท่ากับ 2.10, 1.84 และ 1.67% ตามลำดับ ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง

การสะสมปริมาณไขมันในเนื้อเป็นผลมาจากการสร้างไตรกลีเซอไรด์ซึ่งสามารถสร้างได้ในตับ เซลล์กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งการสร้างไตรกลีเซอไรด์ที่ตับจะเป็นการสร้างเพื่อส่งออกไปออกซิไดซ์ที่เนื้อเยื่ออื่นๆ โดย VLDL จากนั้นเอนไซม์ lipoprotein lipase ที่ผนังเซลล์หลอดเลือดจะสลายไตรกลีเซอไรด์ได้กรดไขมันและไปสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ (อุยณีย์, 2547) ซึ่งจากผลการทดลองในสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวดำเป็นพลังงานพบว่ามีปริมาณไตรกลีเซอไรด์ต่ำที่สุด ดังนั้นจึงมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อต่ำที่สุดตามไปด้วย ข้าวเหนียวดำจึงมีแนวโน้มทำให้การสะสมไขมันในเนื้อสัตว์ลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Zawistowski *et al.* (2009) พบว่าการเสริมสารสกัดจากข้าวเหนียวดำ (*Oryza sativa* L. *indica*) มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาและตับ และ LDL cholesterol ลดลงและสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมาของหนูทดลองได้ Chen and Cheng (2006) รายงานว่า VLDL และ LDL มีหน้าที่ในการขนส่งคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ที่สร้างจากตับและได้จากอาหาร ไปสะสมยังส่วนต่างๆของร่างกาย โดยเฉพาะการสะสมในเซลล์ไขมันและกล้ามเนื้อ และจากการทดลองของ Wilson *et al.* (2007) พบว่าสารแกมมาโอไรซานอลสามารถลดปริมาณ LDL และ VLDL cholesterol และเพิ่มปริมาณ HDL ในหนูแฮมสเตอร์

### 5.1.3 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อใช้พิจารณาทางด้านคุณภาพเนื้อ โดยพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (drip loss) และการทำละลาย (thawing loss) พบว่าในสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวดำมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวและกลุ่มควบคุมตามลำดับ ขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะปรุงสุก (cooking loss) ของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวและปลายข้าวเหนียวดำ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง โดยเนื้อที่สามารถอุ้มน้ำได้มากจะมีความชุ่มฉ่ำสูง ซึ่งสามารถวัดได้จากการประเมินการตรวจชิม (สัญญาชัย, 2553; Lawrie, 1998) นอกจากนี้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ (Allen *et al.*, 1998)

#### 5.1.4 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force value)

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อเป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) โดยตรง ซึ่งวัดออกมาเป็นค่าแรงสูงสุด (maximum force) และค่าพลังงาน (energy) โดยทำการวัดค่าแรงตัดผ่านจากกล้ามเนื้อสุกรที่ผ่านการปรุงสุกแล้ว (ต้ม) จากการทดลองพบว่า สารแอนโทไซยานินและแกมมา-โอไรซานอลไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยกล้ามเนื้อสุกรกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาว และกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวกามีค่าแรงสูงสุดแต่ค่าพลังงานที่ใช้ในการตัดผ่านไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ )

#### 5.1.5 ปริมาณคอลลาเจนในเนื้อ (collagen content)

คอลลาเจนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีมากถึง 20-25 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด พบได้ในผิวหนัง กระดูก กระดูกอ่อน เอ็นและผนังเส้นเลือด (Bodwell and McClain, 1971) ปริมาณของคอลลาเจนและโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มกลุ่มของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มให้รวมเป็นมัดกล้ามเนื้อ (perimysium) เป็นปัจจัยในการใช้ตัดสินความเหนียวของเนื้อ โดยเนื้อที่มีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (soluble collagen) สูงเนื้อจะมีความนุ่ม ส่วนเนื้อที่มีปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย (insoluble collagen) สูงเนื้อจะมีความเหนียว โดยจะวิเคราะห์หาปริมาณไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่พบเฉพาะในคอลลาเจน (Greaser, 2009)

จากผลการทดลองพบว่าปัจจัยทางด้านของอาหารได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาว และกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก่า ไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนในเนื้อสุกร กล่าวคือ สารสำคัญทั้ง 2 ชนิดคือแอนโทไซยานินและแกมมา-โอไรซานอลไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนในเนื้อสุกร โดยปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้และละลายไม่ได้ รวมทั้งปริมาณคอลลาเจนรวมทั้งหมด ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณคอลลาเจนในเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านอายุ โดยในสัตว์ที่มีอายุมากจะมีปริมาณคอลลาเจนในเนื้อมากกว่าสัตว์อายุน้อย (สัญญาชัย, 2553) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hill (1966) ที่ทำการศึกษ ปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อของสุกรที่มีอายุต่างกันพบว่า ในสุกรอายุน้อยมีปริมาณคอลลาเจนในเนื้อน้อยกว่าสุกรอายุมาก ซึ่งปริมาณคอลลาเจนจะเพิ่มขึ้นตามอายุของสุกรที่เพิ่มขึ้น

#### 5.1.6 การประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation)

การประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีการประเมิน โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัดสินคุณภาพด้านความนุ่ม (tenderness) กลิ่น (odor) รสชาติ (flavor) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และความพอใจโดยรวม (overall acceptability) เป็นต้น ให้คะแนนตามลักษณะที่พิจารณาได้ โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่ง

หมายถึง ความพอใจน้อยที่สุดไปจนถึงพอใจมากที่สุด (ไพโรจน์, 2545) การสูญเสียน้ำของเนื้อจะลดคุณค่าทางโภชนาของอาหารและทำให้เนื้อมีความนุ่มลดลงและมีรสชาติค็อยลง (Pelicano *et al.*, 2003) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการประเมินเช่น ชนิดอาหารที่สัตว์ได้รับ เพศ พันธุกรรม บรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษา (Ngapo and Gariépy, 2008)

ผลการทดลองพบว่าเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก้ามี่คะแนนด้านความคงรูปสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก้ามี่เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของไขมันต่ำที่สุดอันเนื่องมาจากผลของสารแกมมา-โอไรซานอลทำให้มีการสะสมไขมันในเนื้อลดลง จึงมีความคงรูปมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ คะแนนด้านรสชาติของเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวค็อยกว่ากลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก้ามี่และกลุ่มควบคุมเล็กน้อย ส่วนคะแนนด้านความนุ่มและความชุ่มฉ่ำของเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก้ามี่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวมีคะแนนต่ำที่สุด จากการศึกษาการเลี้ยงสุกรด้วยแหล่งธัญพืชชนิดอื่น เช่นการทดลองของ Lampe *et al.* (2006) พบว่าเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวบาร์เลย์มีรสชาติแ่กกว่าเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดสีเหลืองและข้าวโพดสีขาว แต่ไม่มีความแตกต่างกันในด้านของความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความพอใจโดยรวม ขณะที่การทดลองของ Carr *et al.* (2005) พบว่าความนุ่มและความชุ่มฉ่ำของเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด และข้าวสาลี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวสาลีมีแนวโน้มความนุ่มและความชุ่มฉ่ำต่ำกว่าทั้งสองกลุ่มการทดลอง นอกจากนี้การทดลองของ Moreland (1971) พบว่าเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวบาร์เลย์มีความนุ่มและความพอใจโดยรวมสูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพด ข้าวฟ่างและข้าวสาลี

#### 5.1.7 ปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ (cholesterol and triglyceride content)

คอเลสเตอรอลเป็นไขมันชนิดหนึ่ง ที่ร่างกายใช้สร้างเป็นเยื่อเซลล์ สร้างเป็นฉนวนหุ้มเส้นประสาท สร้างฮอร์โมนต่างๆ ที่สำคัญคือฮอร์โมนเพศ นอกจากนี้ ยังใช้สร้างเกลือน้ำดี ซึ่งช่วยในการแตกตัวของอาหารจำพวกไขมัน (อุษณีย์, 2547) พบในอาหารที่มาจากสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์เท่านั้น (สัญญาชัย, 2553)

จากการศึกษาสารแกมมาโอไรซานอลที่ประกอบด้วย ferulic acid ester กับ triterpene alcohols เช่น cycloartenol (CA 106 mg%) และ 24-methylene cycloartenol (494 mg%) พบว่า CA สามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ได้ โดยเกิดการสะสม CA ที่ตับ ทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cholesterol esterase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สลาย cholesterol ester เป็น

free-cholesterol และ free fatty acid ซึ่งจะถูกนำไปสะสมที่เนื้อเยื่อสัตว์และสัตว์ที่ได้รับ CA จะมีการขับ endogenous sterol ออกมาเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง (Rukmini and Raghuram, 1991) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำเป็นแหล่งพลังงานมีปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ ) ส่วนสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มควบคุม

ส่วนไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerol) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของไขมัน และเป็นพลังงานสำรองที่มีมากที่สุดในร่างกาย โดยเกือบทั้งหมดจะถูกเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อไขมัน (อุษณีย์, 2547)

จากผลการทดลองพบว่า สุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำเป็นแหล่งพลังงานมีปริมาณไตรกลีเซอไรด์ต่ำที่สุด รองลงมาคือกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูงที่สุด ( $P < 0.001$ ) (0.62, 0.82 และ 0.97 ตามลำดับ) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสุกรที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำเป็นแหล่งพลังงานมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำที่สุด ส่งผลให้มีปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อต่ำ ซึ่งปริมาณไตรกลีเซอไรด์นั้นมีความแปรผันตามปริมาณไขมันในเนื้อ (De Smet *et al.*, 2004) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการทดลองในไก่กระโทงที่ได้รับการเสริมด้วยน้ำมันรำข้าวซึ่งมีสารแกมมาโอโรซานอลสูงในระดับ 1-5% พบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในกล้ามเนื้อสะโพกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Anitha *et al.*, 2006)

### 5.1.8 ค่าการหืนของเนื้อ

ค่า thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ใช้เป็นตัวบ่งชี้การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อ โดยการวัดการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง malondialdehyde (MDA) และ สารละลาย thiobarbituric acid (TBA) (Irwin and Hedges, 2004) ในเนื้อที่เก็บรักษาโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากการตัดแต่งเป็นเวลา 0-9 วัน

จากผลการทดลอง พบว่า วันที่ 0 ของการเก็บรักษาเนื้อสุกรในกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำและปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีค่าการหืนไม่แตกต่างกัน แต่ในกลุ่มควบคุมมีค่าการหืนสูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาเนื้อสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำมีค่าการหืนต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการหืนในการเก็บรักษาเนื้อในวันที่ 6 พบว่าเนื้อสุกรกลุ่มควบคุมมีค่าการหืนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวและปลายข้าวเหนียวกำเป็นแหล่งพลังงานตามลำดับ ( $P < 0.001$ ) วันที่ 9 ของการเก็บรักษาเนื้อสุกรกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวไม่แตกต่างกัน แต่เนื้อสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำเป็น

แหล่งพลังงานมีค่าการหีนต่ำที่สุด ( $P < 0.001$ ) จากผลการทดลองพบว่าสุกรกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกามีค่าการหีนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาว

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลายข้าวเหนียวกามีสารแกมมาโอโรซานอลและแอนโทไซยานินในระดับสูง ซึ่งสารทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (antioxidant) โดยสารแกมมาโอโรซานอลมีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 10 เท่า (Xu *et al.*, 2001) เช่นเดียวกับแอนโทไซยานินที่มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดอนุมูลอิสระได้อีกด้วย (Kaneda *et al.*, 2006) จากผลการทดลองที่ได้ให้ผลสอดคล้องกับ Sáyago-Ayerdi *et al.* (2009) ได้ศึกษาถึงผลของการเสริมกากองุ่น (Grape pomace concentrate) ที่มีแอนโทไซยานินในระดับสูงที่ระดับต่างกัน (0, 30 และ 60 mg/kg) ต่อการหีนของไขมัน (TBARS) ของ chicken patties ที่เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นในสภาพสดและปรุงสุกแล้วเป็นระยะเวลา 0, 3, 6, 13 และ 20 วัน พบว่าในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา chicken patties ในสภาพสดและปรุงสุกแล้วของกลุ่มที่เสริมกากองุ่นที่ระดับ 60 mg/kg มีค่าการหีนน้อยสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เสริมที่ระดับ 30 mg/kg และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 5.1.9 องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ (fatty acid composition)

องค์ประกอบของกรดไขมันโดยทั่วไปในเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่เป็น saturated fatty acid (SFA) และ monounsaturated fatty acid (MUFA) ส่วน polyunsaturated fatty acid (PUFA) มีความแปรผันมาก พบได้ตั้งแต่ 2-30% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ทั้งนี้สัดส่วนของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สายพันธุ์ อาหาร และชนิดของกล้ามเนื้อ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันในเนื้อสุกร มีผลมาจากปริมาณกรดไขมันที่เปลี่ยนแปลงในอาหาร เนื่องจากสุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยว (monogastric) และไม่มีการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะเหมือนสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันเมื่อถูกคูดซึม (Rosenvold and Andersen, 2003) นอกจากนี้กรดไขมันยังส่งผลกระทบต่อกลิ่นและอายุการเก็บรักษา โดยเนื้อที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่ในปริมาณสูงจะส่งผลให้เนื้อมีกลิ่นที่ผิดปกติและอายุ การเก็บรักษาสั้น แต่การบริโภคกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและ โรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด (สัจจชัย, 2553)

กรดไขมันชนิดอิ่มตัวหรือ saturated fatty acid (SFA) ที่พบมากในเนื้อสุกรคือ palmitic acid (C16:0) และ stearic acid (C18:0) แต่ไม่มีผลต่อการสูงขึ้นของระดับคอเลสเตอรอลในเลือด (Kelly *et al.*, 2001) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวหรือ monounsaturated fatty acid (MUFA) พบในเนื้อ 40% ของปริมาณไขมันทั้งหมดในเนื้อ ได้แก่ oleic acid (C18:1 n-9) ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว

เชิงซ้อนหรือ polyunsaturated fatty acid (PUFA) ที่พบในเนื้อสุกรประกอบด้วย กรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และ โอเมก้า 6 ในปริมาณ 19 และ 17% ตามลำดับ โดยมีคำแนะนำว่าสัดส่วนของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 ควรน้อยกว่า 4:1 (Enser *et al.*, 2000) ร่างกายของสัตว์มีความจำเป็นต้องได้รับกรดไขมันชนิดที่จำเป็น (essential fatty acid) กรดไขมันชนิด oleic (C18:1) และ linoleic (C18:2) พบมากในเมล็ดพืชหรือผลไม้ เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโพด เป็นต้น โดยเฉพาะ linoleic acid (C18:2 n-6) และ  $\alpha$ -linoleic acid (C18:3 n-3) เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ กรดไขมันชนิดอื่นที่มีความจำเป็นต่อร่างกายเช่น arachidonic acid, eicosapentaenoic (EPA) และ docosahexaenoic (DHA) โดยพบว่าปริมาณและชนิดกรดไขมันที่พบในเนื้อมีความสัมพันธ์กับกรดไขมันที่พบในพืชอาหารสัตว์

เนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวกามีแนวโน้มสัดส่วนของ SFA ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ สัดส่วนของ MUFA ในเนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มควบคุมสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวและกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก่าตามลำดับ ( $P < 0.05$ ) ขณะที่สัดส่วน PUFA ในกลุ่มควบคุมต่ำที่สุด ส่วนกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก่าและกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวมีมากกว่า ( $P < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่าง PUFA:SFA พบว่ากลุ่มควบคุมมีสัดส่วนต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ ) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวและกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก่า โดยมีค่าเท่ากับ 0.40, 0.52 และ 0.54% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมดในเนื้อ ตามลำดับ นอกจากนี้เนื้อสุกรของกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก่ามีสัดส่วนระหว่าง n-6:n-3 ต่ำที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวและกลุ่มควบคุมสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 8.52, 10.9 และ 15.0% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมดในเนื้อ จากการศึกษาของ Lampe *et al.* (2006) พบว่าสุกรที่ได้รับข้าวบาร์เลย์มีปริมาณ PUFA ต่ำที่สุด ขณะเดียวกันมีปริมาณ SFA และ MUFA สูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดสีเหลืองและข้าวโพดสีขาว นอกจากนี้การทดลองของ Carr *et al.* (2005) พบว่าปริมาณ SFA และ MUFA ของเนื้อสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวบาร์เลย์มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดและข้าวสาลี แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ