บทที่ 6
การศึกษาผลของการทดแทนข้าวโพดบดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากของสุกรขุน

6.1 บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตสุกรในประเทศไทยได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมากในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา จนกระทั่งปัจจุบันการผลิตทางการค้าจะใช้สายพันธุ์สุกรที่มีศักยภาพทางการผลิตสูง ในขณะเดียวกันสุกรที่ให้ผลผลิตสูงๆ มักจะประสบกับสภาวะเครียดประกอบกับมีความสามารถในการย่อยได้อาหารที่มีคุณภาพต่ำได้น้อย สุกรเหล่านี้มีความต้องการอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะสูง และย่อยได้มาก มีเยื่อใยต่ำ ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง ได้แก่ กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองไขมันเต็มผ่านกระบวนการเอ็กทรูชั่นเป็นแหล่งโปรตีนหลักในอาหารสุกร เพราะว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีโปรตีนและกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง มีเยื่อใยต่ำ และหาง่าย อย่างไรก็ตาม กากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในประเทศไทยไม่ได้มีการกะเทาะเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออก มีองค์ประกอบเยื่อใยประมาณ 7% ทำให้เมื่อนำไปประกอบสูตรอาหารสุกรจะทำให้มีระดับเยื่อใยในอาหารค่อนข้างสูง แต่ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันในประเทศไทยเริ่มมีการกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดพืชน้ำมันก่อนการสกัดน้ำมัน เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองจะถูกกะเทาะออกก่อนกระบวนการสกัดน้ำมัน ทำให้มีผลิตภัณฑ์กากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือก และเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร

ข้าวโพดบดและกากถั่วเหลืองที่มีราคาสูงขึ้นในปัจจุบันทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรต้องพยายามหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นมาแทน เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้จากกระบวนการกะเทาะเปลือกถั่วเหลืองอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรนำมาประกอบในสูตรอาหารสุกรแม่พันธุ์และสุกรขุนได้ในปริมาณถึง 15% โดยไม่มีผลกระทบในเชิงลบต่อสมรรถนะการผลิต (Kornegay, 1981) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองมีเยื่อใยเป็นองค์ประกอบอยู่สูง การย่อยได้พลังงานและโภชนะอื่นๆ จะลดลง ถ้าใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหาร (Dilger et al., 2004; Kornegay, 1981) ดังนั้นการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารสุกรต้องมีการเพิ่มพลังงานในสูตรอาหารโดยใช้ไขมัน หรือน้ำมัน วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบดต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพของเนื้อสุกรในสุกรขุน

6.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบดในอาหารสุกรขุนต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพเนื้อของสุกรขุน

6.3 วิธีดำเนินการทดลอง

6.3.1 นำวัตถุดิบที่จะใช้ในการประกอบสูตรอาหารมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ได้แก่ โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า และความชื้น โดยวิธี proximate analysis (AOAC, 1990) และนำมาคำนวณความต้องการพลังงานตาม NRC, (1998) เพื่อทำการประกอบสูตรอาหาร รายละเอียดสูตรอาหารทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 6.1

6.3.2 ใช้สุกรขุนผสมสามสายพันธุ์ [Duroc x (Landrace x Large White)] จำนวน 96 ตัว โดยแบ่งเป็นสุกรเพศผู้ตอน 48 ตัว และสุกรเพศเมีย 48 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 60 กิโลกรัม ทำการบล็อกสุกรโดยใช้น้ำหนักตัวและเพศ (6 ตัว/คอก; 0.85 ตารางเมตร/ตัว) ทำการสุ่มกลุ่มการทดลอง 1 จาก 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้ 1 คอก ภายในบล็อก (กลุ่มการทดลองละ 4 บล็อก รวมจำนวนสุกร 24 ตัว/กลุ่มการทดลอง)

6.3.3 สุกรทุกตัวเลี้ยงอยู่ภายใต้โรงเรือนเดียวกัน และภายในคอกมีถังกลเพื่อใส่อาหาร ระบบน้ำเป็นแบบ nipple และสุกรทุกตัวได้รับการเลี้ยงดูอย่างดีเหมือนกัน

6.3.4 การให้อาหารเป็นการให้แบบกินได้เต็มที่ (ad libitum) ภาชนะที่ให้อาหารจะเป็นแบบถังกล โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมไม่ทำการเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง กลุ่มการทดลองที่ 2 ทำการเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดบด 3 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มการทดลองที่ 3 ทำการเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดบด 6 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มการทดลองที่ 3 ทำการเสริม เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดบด 9 เปอร์เซ็นต์ การคำนวณความต้องการโภชนะอ้างอิงจาก NRC (1998)

6.3.5 ทำการบันทึกน้ำหนักของสุกรแรกเข้าโดยทำการเก็บน้ำหนักของสุกรทุก 2 สัปดาห์ ปริมาณการกินจะทำการเก็บทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วันติดต่อกัน โดยการทำความสะอาดที่ให้อาหารแล้วใส่อาหารที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการเก็บอาหารที่เหลือชั่งน้ำหนัก การวัดปริมาณการกินโดยจะต้องนำอาหารก่อนกินและหลังกินไปอบเพื่อไล่ความชื้นออกเสียก่อน แล้วทำการปรับความชื้นของอาหารหลังกินให้เท่ากับอาหารก่อนกิน แล้วจึงค่อยนำปริมาณอาหารก่อนกินลบด้วยปริมาณอาหารที่เหลือหลังกิน เป็นจำนวนอาหารที่กินได้ต่อวัน ในการวัดสมรรถภาพการผลิตจะใช้ค่า ADG, ADFI และ G/F เป็นดัชนีในการวัด

6.3.6 ทำการสุ่มสุกรมาชำแหละกลุ่มการทดลองละ 12 ตัว (3 ตัว/บล็อก) โดยมีทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนทั้งหมด 48 ตัว

6.3.7 ทำการชั่งน้ำหนักซาก (Carcass weight) หลังจากการชำแหละ ตัดส่วนหัวและนำอวัยวะภายในออกทั้งหมด

6.3.8 หลังจากนั้นนำซากซีกขวา เพื่อใช้ในการวัดความหนาของไขมันสันหลัง (Back fat thickness) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (lean percent) ความแน่น (firmness) ไขมันแทรก (marbling) และสี (color)

6.3.9 ทำการวัดความหนาของไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่ตำแหน่งซี่โครงซี่แรก (1st rib) ซี่โครงซี่ที่ 10 (10th rib) ซี่โครงซี่สุดท้าย (last rib) และกระดูกเอวข้อสุดท้าย (last lumbar) โดยใช้ swine back fat gauge (Warrie et al., www, 2001)

6.3.10 การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area) วัดที่เนื้อสันนอกบริเวณกระดูกซี่โครงคู่ที่ 10 โดยใช้ Leaf area (บริษัท Delta-t Devices LTD. England) และใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล ทำการ calibrate เครื่องโดยใช้ไม้บรรทัด ว่าจะวัดออกมาเป็นหน่วยตารางเซนติเมตร หลังจากนั้นนำเนื้อสันนอกส่วนที่จะวัดไปวางบนเครื่องโดยที่มีแผ่นใสรองเพื่อวัดพื้นที่หน้าตัด ซึ่งค่าที่ได้จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

6.3.11 การวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (Lean percent) โดยใช้ตามวิธีของ NPPC,(1991)

$$\text{Lean percent} = \frac{[7.231 + (0.437 \times \text{carcass weight}) - (18.746 \times \text{tenth rib fat}) + (3.877 \times \text{LEA})] \times 100}{\text{Carcass weight}}$$

เมื่อ LEA คือ loin eye area

6.3.12 การประเมินสี (color) ในเนื้อสันนอกและเนื้อสะโพก ทำการประเมินหลังจากทำการแช่เย็นที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาประเมินสี โดยที่เนื้อสันนอกจะทำการประเมินที่เนื้อสันนอกระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 และเนื้อสะโพกจะทำการประเมินที่กล้ามเนื้อส่วน semimembranosus จะใช้การสะท้อนแสงด้วยเครื่องวัดสี CR-300 MINOLTA (Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan) รายงานผลในหน่วยของสีตามระบบของ Hunter เป็นค่า L, a และ b แหล่งแสงที่ใช้เป็นแบบ Daylight (D65) โดยใช้เครื่องมือวัดสีที่เรียกว่า Minolta colorimeter แล้วรายงานผลเป็นค่า L, a, b ตามระบบของ Hunter การประเมินทำได้โดยการห่อหุ้มตัวอย่างเนื้อสันนอกและเนื้อสะโพกด้วยฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ (m WRAP, บริษัท เอ็ม เอ็ม พี แพ็คเกจจิ้ง กรุ๊พ จำกัด, กทม.) โดยทำการวัดเนื้อสันนอกและเนื้อสะโพกจำนวน 12 ครั้งต่อตัวอย่างและทำการวัดทั่วบริเวณชิ้นเนื้อ

6.3.13 การวัดความคงตัวหรือความแน่น (firmness) ของเนื้อสันนอกและเนื้อสะโพกทำการประเมินหลังจากทำการแช่เย็นที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาประเมินความคงตัวหรือความแน่นโดยที่เนื้อสันนอกจะทำการประเมินที่เนื้อสันนอกระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 และเนื้อสะโพกจะทำการประเมินที่กล้ามเนื้อส่วน semimembranosus โดยใช้ หัววัดแบบ warner bratzler blade attachment ซึ่งต่อกับเครื่อง Texture Analyzer (TA-TX2 Texture Analyzer, stable Micro Systems, UK) โดยที่ตัวอย่างที่ใช้วัดมีขนาด 1 x 3 x1 (กว้าง x ยาว x สูง) ซึ่งขณะรอการวัดตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ในถุงพลาสติกปกมิดชิดที่อุณหภูมิ 5-10 °C (Harris and Shorthose, 1988; Lyon and Lyon, 1998) บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการตัดตัวอย่างในหน่วยเป็นกรัม แล้วรายงานค่าเป็นแรงสูงสุดต่อความหนาของตัวอย่าง (Force/Distance) (Lyon and Lyon, 1998) และทำการวัด 12 ครั้งในแต่ละตัวอย่าง

6.3.14 การวัดไขมันแทรก (marbling) ในเนื้อสันนอกและสะโพก โดยที่เนื้อสันนอกจะทำการประเมินที่เนื้อสันนอกระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 และเนื้อสะโพกจะทำการประเมินที่กล้ามเนื้อส่วน semimembranosus โดยการประเมินเป็น score (1 = devoid to practically devoid, 2 = trace to slight, 3 = small to modest, 4 = moderate to slightly abundant และ 5 = moderately abundant or greater) ตามวิธีของ NPPC, (1991)

6.3.15 ทำการบดตัวอย่างเนื้อสุกร ซึ่งประกอบด้วย เนื้อส่วนสะโพกและเนื้อสันนอก ให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Super blender, National) และหลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อทั้งสองส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย โปรตีน ความชื้น และเถ้า โดยใช้วิธี proximate analysis (AOAC, 1990)

6.3.16 การวิเคราะห์ปริมาณของไขมันในเนื้อส่วนสะโพกและเนื้อสันนอก (percentage of lipid) ซึ่งดัดแปลงจากวิธี Folch et al. (1957) และ Metcalfe et al. (1966) โดยการชั่งตัวอย่าง 15 กรัมใส่ลงไปในโถปั่น เติมสารผสมระหว่าง chloroform-methanol (2:1 v/v) ปริมาณ 90 มิลลิลิตร และปั่นให้ละเอียดเป็นเวลา 2 นาทีด้วยเครื่อง homoginizer (Nissei AM-8 Homoginizer, Nihonseiki kaisha, LTD., Japan) แล้วเติม chloroform ปริมาณ 30 มิลลิลิตรและปั่นอีกครั้งเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นกรองตัวอย่างใส่ separating funnel แล้วเติมน้ำกำจัดไอออน (deionizer water) ปริมาณ 30 มิลลิลิตร และ 0.58% NaCl ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้นอย่างชัดเจน ปล่อยสารละลายส่วนล่างใส่ evaporating flask ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ทำการแยกตัวทำสารละลายออกจากไขมันโดยระเหยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วย Rotary Evaporator (BUCHI Rotavapor R-200, BUCHI Labortecnnik AG, Switzerland) บันทึกน้ำหนักไขมันที่ได้

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และทำการวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลโดยวิธี orthogonal polynomial. ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1985)

6.4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ADFI ($p < 0.001$) และ ADG ($p < 0.001$) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (linear และ quadratic) เมื่อระดับการทดแทนข้าวโพดบดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ในขณะที่ gain: feed ($p > 0.05$) และน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ($p > 0.05$) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6.2) ในทางตรงกันข้าม Radar Matrix (1996); Van Oeckel (1998) และ Stewart et al. (2008) ไม่พบความแตกต่างของสมรรถนะการผลิตของสุกรเมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรขุนที่ระดับ 5%, 15% และ 30% ในทำนองเดียวกัน Kornegay (1981) รายงานว่าการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในสูตรอาหารสุกรขุนไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตของสุกร งานวิจัยในปัจจุบัน Yan et al. (2010) ยังพบว่าไม่มีผลกระทบต่อสุกรขุนเมื่อเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารสุกรขุน

อย่างไรก็ตาม Bowers et al. (2000) รายงานว่า ADG และ ADFI เพิ่มขึ้นเมื่อเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง 3% ในอาหารสุกรขุน หลังจากการเสริมที่ระดับนี้ ADG และ ADFI จะลดลงเมื่อการเสริมยิ่งเพิ่มขึ้น (ADG: linear $p < 0.04$, cubic $p < 0.01$; ADFI: cubic $p < 0.04$) ในขณะที่ G: F มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ระดับการเสริม 3% หลังจากระดับนี้ G:F จะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง (quadratic $p < 0.11$; cubic $p < 0.11$) ทำนองเดียวกัน การศึกษาที่ดำเนินการโดย DeCamp et al. (2001) แนะนำว่าการเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 10% ในอาหารสุกรขุนสามารถเพิ่ม ADG และ G:F สำหรับเหตุผลที่การเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทำให้ ADG และ G:F เพิ่มขึ้นนั้น เกิดจากการเพิ่มไขมันในอาหารสุกร ไม่ใช่เพราะการเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง การเพิ่ม ADG ในสุกรขุนที่ได้รับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองในการศึกษาครั้งนี้ น่าจะเกิดจากการเติมไขมันในอาหารสุกรเพื่อปรับสมดุลพลังงานในอาหารให้ได้ตามคำแนะนำของ NRC (1998)

การเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองไม่มีผลต่อความหนาของไขมันสันหลัง ($p > 0.05$) ที่กระดูกซี่โครงซี่ที่ 10 และที่ตำแหน่ง last lumbar, LEA และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ในขณะที่ความหนาไขมันกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 เพิ่มขึ้น แต่ที่ซี่สุดท้ายลดลง (linear และ quadratic) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6.2) การเพิ่มขึ้นของความหนาไขมันที่ซี่โครงซี่ที่ 1 ของสุกรที่ได้รับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองนั้นอาจเกิดจากการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นของสุกรที่ได้รับเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง และอาจเกิดจากในอาหารสุกรขุนที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบมีไขมันสูง การศึกษาที่ดำเนินการโดย Bowers et al. (2000) พบว่าความหนาของไขมันสันหลังลดลงเมื่อเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 3% หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง และลดลงกลับมาเท่ากับกลุ่มควบคุม ในขณะที่ LEA เพิ่มขึ้นที่ระดับการเสริม 3% หลังจากนั้นลดลงตามการเพิ่มขึ้นของเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง และเพิ่มขึ้นกลับมาเท่ากับกลุ่มควบคุม

การศึกษาคุณภาพของกล้ามเนื้อส่วน Semimembranosus และ Longissimus ในสุกรขุน (firmness, marbling, and color) พบว่า firmness ($p < 0.01$) ลดลง ในขณะที่ marbling ($p < 0.001$) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (linear)(Table 6.3) ค่า L* ของกล้ามเนื้อทั้งสองส่วน ไม่มีผลกระทบจากเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง ค่า b* ในกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (linear และ quadratic) ในขณะที่ค่า a* ของกล้ามเนื้อส่วน semimembranosus เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (linear และ quadratic) เมื่อทำการทดแทนข้าวโพดบดด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลือง อาหารที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบอยู่ 6% สามารถเพิ่มค่า a* ของกล้ามเนื้อส่วน longissimus อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ที่ศึกษาถึงผลการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่อสีของเนื้อสุกรนั้นไม่พบ อย่างไรก็ตาม การเสริมเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองให้กับโคเนื้อที่ได้รับพืชอาหารสัตว์สดสามารถปรับปรุงสีของกล้ามเนื้อโดยไม่มีผลระทบต่อสีของไขมัน (Baublitz et al., 2004) อาหารที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบไม่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบความชื้นและโปรตีนของกล้ามเนื้อส่วน semimembranosus และ longissimus อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของไขมันในกล้ามเนื้อ

ทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้น ($p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองทดแทนข้าวโพดบด (Table 6.4) ผลการศึกษาทำนองเดียวกันได้มีการรายงานก่อนหน้านี้ (Stewart et al., 2008)

Table 6.1 Ingredients, analyzed and calculated nutrient composition of basal diets (as-fed basis).

Feed ingredients	0% Soyhull	3% Soyhull	6% Soyhull	9% Soyhull
Ingredients, %				
Ground corn	66.80	62.80	58.80	54.80
Soybean hull	0.00	3.00	6.00	9.00
Rice bran	11.30	11.30	11.30	11.30
Soy bean meal (44% CP)	15.20	15.20	15.20	15.20
Fish meal (58% CP)	3.00	3.00	3.00	3.00
Dicalcium phosphate (18% P)	1.20	1.20	1.20	1.20
Palm oil	2.00	3.00	4.00	5.00
Premix[1]	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100	100	100	100
Analyzed composition, unit				
Crude protein, %	15.73	15.75	15.76	15.74
Ether extract, %	3.21	3.17	3.14	3.06
Crude fiber, %	2.23	3.26	4.28	5.31
Calculated composition, unit				
Metabolizable energy, kcal/kg	3,295	3,295	3,295	3,295
Ca, %	0.50	0.50	0.50	0.50
Available P, %	0.67	0.67	0.67	0.67
Lysine, %	0.81	0.81	0.81	0.81
Methionine + Cystine, %	0.51	0.51	0.51	0.51

[1] Provided per kg of diet: vitamin A, 6,000 IU; vitamin D_3, 1,200 IU; vitamin E, 11 IU; vitamin K_3, 1 mg; vitamin B_1 1 mg; vitamin B_2 2.1 mg; vitamin B_6 1.2 mg; vitamin B_{12} 15 mg; pantotinic acid 7 mg; niacin 13.2 mg; choline 300 mg; Co 0.3 mg; Cu 100 mg; I 0.6 mg; Mn 35 mg; Zn 60 mg; Fe 60 mg; Se 0.15 mg.

Table 6.2 Effects of dietary treatment on growth and carcass composition

Soybean Hull	0%	3%	6%	9%	SEM	Linear	Quadratic	Cubic
ADFI[1], kg/d	2.07[c]	2.09b[c]	2.15[a]	2.10[b]	0.009	0.0001	0.0002	0.0003
ADG[2], g/d	651[b]	677[a]	670[a]	674[a]	3.593	0.0005	0.0142	0.7940
Gain:Feed	0.315	0.324	0.312	0.321	0.005	0.3680	0.9080	0.3320
Initial wt., kg	60.7	60.7	60.8	60.7	0.414	0.9481	0.8842	0.8450
Final wt., kg	97.2	98.6	98.3	98.4	0.456	0.1102	0.3402	0.9513
Back fat , cm								
1st rib	3.06[d]	3.43[b]	3.49[a]	3.33[c]	0.020	0.0001	0.0001	0.4393
10th rib	2.54	2.48	2.54	2.52	0.015	0.9517	0.2070	0.0064
Last rib	2.48[a]	2.29[b]	2.04[c]	2.27[b]	0.036	0.0001	0.0001	0.0019
Last-lumbar	2.23	2.16	2.17	2.18	0.032	0.3492	0.2091	0.6531
LEA[3], cm^2	41.21	39.90	39.58	39.89	0.653	0.4442	0.1516	0.4126
Lean, %	51.80	50.02	50.49	50.77	0.677	0.4121	0.1487	0.4341

[1]ADFI: average daily feed intake, kg/d; [2]ADG; average daily gain, g/d; [3]LEA: loin eye area, cm^2; SEM = standard error of mean.

Table 6.3 Effects of dietary treatment on meat quality

Soybean Hull	0%	3%	6%	9%	SEM	Linear	Quadratic	Cubic
Semimembranosus								
Firmness[1], g/cm	187.8[a]	169.8[b]	168.0[b]	159.1[c]	2.551	0.0076	0.0001	0.1492
Marbling[2]	2.51[c]	3.17[a]	3.16[a]	3.34[a]	0.067	0.0001	0.1018	0.3336
Color[3]								
L*	52.39	51.87	51.72	51.99	0.335	0.4020	0.1857	0.8856
a*	9.36[c]	9.67b[c]	10.82[a]	9.95[b]	0.110	0.0001	0.0001	0.0001
b*	3.57[c]	3.55[c]	5.01[a]	4.04[b]	0.064	0.0001	0.0001	0.0001
Longissimus								
Firmness[1]	183.6[a]	173.2[b]	168.6[bc]	161.8[c]	2.384	0.0088	0.0017	0.4251
Marbling[2]	2.27[c]	3.03[b]	3.37[a]	3.39[a]	0.069	0.0001	0.0126	0.6834
Color[3]								
L*	52.99	55.14	53.23	53.78	0.465	0.8702	0.1238	0.0040
a*	7.95[b]	7.64[c]	8.40[a]	7.99[b]	0.079	0.0.0170	0.5243	0.0001
b*	2.91[b]	3.20[a]	3.08[a]	3.06[a]	0.025	0.0001	0.0126	0.7516

[1] TA – TX2, Stable Micro System, UK.; expressed as g/cm.

[2] NPPC (1991) scoring system. 1 = devoid to practically devoid, 5 = moderately abundant or greater.

[3] Minolta CR-300, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan. L*: lightness (larger number indicates a lighter color); a*: redness (larger number indicates a more intense red color); b*: yellowness (larger number indicates more yellow color).

SEM = standard error of mean.

Table 6.4 Effects of dietary treatment on chemical composition of meat

Soybean Hull	0%	3%	6%	9%	SEM	Linear	Quadratic	Cubic
Semimembranosus								
Moisture, %	71.13	71.59	71.65	71.45	0.288	0.4317	0.2555	0.9221
Protein, %	22.78	22.57	22.88	22.74	0.160	0.7732	0.8461	0.1847
Fat, %	3.59[c]	4.45[b]	4.43[b]	4.82[a]	0.054	0.0001	0.0901	0.3053
Ash, %	1.08[c]	1.16[b]	1.25[a]	1.16[b]	0.018	0.0005	0.0001	0.0393

สำหรับผลตอบแทนทางการเงินแสดงไว้ในตารางที่ 6.5 จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน พบว่า สุกรขุนที่ได้รับอาหารข้นที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบที่ระดับ 3% ให้ผลตอบแทนทางการเงินสูงที่สุด กล่าวคือ สูงกว่ากลุ่มควบคุม เท่ากับ 35.34 – 35.06 = 0.28 บาท/กิโลกรัมน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 6.5 ผลตอบแทนทางการเงินของสุกรที่ได้รับอาหารที่เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน

บาท	0%	3%	6%	9%
Gain:Feed	0.315	0.324	0.312	0.321
Feed/Gain	3.17	3.09	3.21	3.12
Cost (Baht/kg Gain)	35.34	35.06	37.14	36.81

6.5 สรุปผลการทดลอง

เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองสามารถเพิ่มคุณภาพของซากสุกรในการศึกษาครั้งนี้ โดยไม่มีผลกระทบในเชิงลบต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเยื่อใยในเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองสามารถถูกสุกรใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาครั้งนี้มีข้อแนะนำว่าสามารถใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบในอาหารสุกรขุนได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับต่ำ (3 – 6%) และอาจเพิ่ม ADG และ G:F สำหรับในระดับสูง (>6%) สามารถใช้ได้เช่นกัน แต่ต้องมีการเสริมแหล่งของพลังงานเพื่อให้สุกรได้รับพลังงานเพียงพอต่อความต้องการ และเป็นข้อที่ควรคำนึงเมื่อทำการประกอบสูตรอาหารที่ใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่มีพลังงานเป็นองค์ประกอบอยู่ในระดับต่ำ ผลพลอยได้เหล่านี้ต้องทำการเสริมด้วยไขมันในสูตรอาหารเพื่อให้แน่ใจว่าสุกรได้รับพลังงานอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินแล้ว ระดับการใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ 3% ให้ผลตอบแทนทางด้านการเงินสูงที่สุด ในขณะที่การใช้ที่ระดับ 6 และ 9% นั้น ให้ผลตอบแทนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เพราะเมื่อใช้เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองแล้วต้องทำการเสริมน้ำมันปาล์มเพื่อรักษระดับพลังงานให้สมดุลกับความต้องการของสุกร