บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมการผลิตสุกร อาหารสัตว์เป็นต้นทุนหลักของการผลิต ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมด (Rauw et al., 2006) ปัจจุบันประเทศไทยมีสุกรพ่อแม่พันธุ์ประมาณ 2.9 ล้านตัว (กรมปศุสัตว์, 2011) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากจำนวน 1 ล้านตัวในปี พ.ศ. 2551 (กรมปศุสัตว์, 2008) และมีจำนวนสุกรขุน 6.1 ล้านตัว อย่างไรก็ตามตัวเลขสุกรขุนเป็นตัวเลขที่ได้จากการสำรวจ ณ. เวลานั้นๆ แต่สุกรแม่พันธุ์มีวงจรการให้ผลผลิตสุกรขุนอยู่ตลอดช่วงอายุที่เลี้ยง ในกรณีที่แม่สุกรให้ลูกเฉลี่ย 14.62 ตัว/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2009) จำนวนสุกรขุนที่ผลิตได้จากพ่อแม่พันธุ์นี้ในปี 2554 จะมีประมาณ 30 ล้านตัว ทำให้ความต้องการอาหารสัตว์มีเพิ่มมากขึ้น ความต้องการวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปัจจุบันไม่เพียงแต่ใช้เพื่อการเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปีเพื่อให้เพียงพอกับจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น แต่บางส่วนยังถูกนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานทดแทน (ไบโอดีเซล) อีกด้วย (Cai et al., 2008) ทำให้ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อผู้เลี้ยงสุกรในประเทศไทยเช่นเดียวกับผู้เลี้ยงสุกรทั่วโลก สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย (2011) รายงานว่าต้นทุนวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2541 ถึง พ.ศ. 2554 ราคาของกากถั่วเหลืองนำเข้า ปลายข้าว ข้าวโพด และรำ มีราคาเพิ่มขึ้นกิโลกรัมละ 4.02 4.89 4.68 และ 4.31 บาท ตามลำดับ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร คือการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Efficiency, FE) ของสุกรให้ดีขึ้น โดยทำการปรับปรุงพันธุกรรมให้สุกรมีประสิทธิภาพในการใช้อาหารเพิ่มขึ้น หรือกินอาหารลดลงโดยที่สุกรยังมีการเจริญเติบโตเท่าเดิม (Hoque et al., 2007) ตัวอย่างจากการศึกษาในฟาร์มแห่งหนึ่งในปี 2008 อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทดสอบในฟาร์มช่วงน้ำหนักตัว 25-100 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 18.5 เปอร์เซนต์ พลังงาน 3200 กิโลแคลอรี เมื่อคิดราคาวัตถุดิบในปัจจุบันจะมีราคาต้นทุนอาหารที่เป็นส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์เท่ากับ 14.74 บาท/ กิโลกรัมอาหาร หลังจากทางฟาร์มทำการทดลองลดคุณค่าในอาหารลง มีต้นทุนอาหารเท่ากับ 13.98 บาท/กิโลกรัม และทำการคัดเลือกสุกรที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารนี้ได้ โดยยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ไม่แตกต่างจากเดิม หลังจากทำการคัดเลือกต่อเนื่องและพบว่าสุกรมีค่า FCR เท่ากับ 2.32 ผลจากการปรับปรุงพันธุ์ ทำให้ต้นทุนต่อการผลิตสุกร 1 ตัวจากการเลี้ยงด้วยอาหารแบบใหม่นี้มีต้นทุน

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

เฉพาะส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ลดลง เท่ากับ FCR x ราคาอาหารที่แตกต่าง x น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น = 2.32 x (14.74-13.98) x (100-25) = 132.24 บาท ถ้ามีสุกรขุน 30 ล้านตัว/ปี อุตสาหกรรมการผลิตสุกรในประเทศไทยจะสามารถประหยัดค่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ลงได้เท่ากับ 3,967.20 ล้านบาท/ปี นั่นคือการลดต้นทุนอย่างยั่งยืนด้วยการปรับปรุงพันธุ์สุกร

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา นักปรับปรุงพันธุ์สัตว์มุ่งให้ความสนใจ ในการปรับปรุงพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารในสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่นๆ เช่น โค และ ไก่ มากกว่าในสุกร (Hoque et al., 2006; Rauw et al., 2006; Hoque et al., 2007; Arthur et al., 2008) สำหรับในสุกรทั้งผู้ผลิตและนักปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ให้ความสำคัญกับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain, ADG) มากกว่าลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร เนื่องจากในการเลี้ยงสุกรระยะขุน ผู้ผลิตนิยมเลี้ยงสุกรหลายตัวอยู่ในคอกเดียวกันและให้กินอาหารร่วมกัน ทำให้ขาดข้อมูลปริมาณอาหารที่สุกรกินได้ (Feed Intake, FI) เป็นรายตัว จึงไม่สามารถคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรเป็นรายตัวได้ หากต้องการเก็บข้อมูลของสุกรเป็นรายตัว ผู้ผลิตต้องเพิ่มต้นทุนในการสร้างคอกสำหรับเลี้ยงสุกรเป็นรายตัวและต้องใช้แรงงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังต้องลงทุนเครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่สามารถบันทึกปริมาณการกินอาหารของสุกรเป็นรายตัวที่มีราคาสูงมาก ส่งผลให้งานวิจัยเกี่ยวกับปริมาณอาหารที่สุกรกินได้และประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่อนข้างน้อย (Morde and Kennedy, 1993) และส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเฉพาะในสุกรพันธุ์ดูร็อกเพศผู้ เนื่องจากในการผลิตสุกรขุนสามสายพันธุ์ นิยมใช้สุกรพันธุ์ดูร็อกเป็นพ่อพันธุ์ จึงมีข้อมูลการทดสอบเฉพาะสุกรพันธุ์นี้เป็นหลัก (Hoque et al., 2007; Rauw et al., 2006; Suzuki et al., 2005; de Haer and de Vries, 1993; Von Felde et al., 1996)

ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลางถึงสูง (Mrode and Kennedy,1993; Hoque et al., 2007) แสดงว่าลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่สามารถคัดเลือกให้มีความก้าวหน้าทางพันธุกรรมได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rauw และคณะ (2006) ที่รายงานว่าสามารถคัดเลือกอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรได้สำเร็จ นอกจากนี้มีรายงานว่าการคัดเลือกลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันส่งผลทางอ้อมให้สุกรลดปริมาณอาหารที่กินได้ลง นั่นคือสุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น (Sather and Fredeen, 1978) เช่นเดียวกับ Cleveland และคณะ (1982, 1983) ที่รายงานว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารในสุกร ทำได้ทางอ้อมจากการคัดเลือกสุกรให้มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นและความหนาไขมันสันหลังลดลง อย่างไรก็ตามยังมีรายงานที่ให้ผลขัดแย้งกับรายงาน

ข้างต้นที่รายงานว่าการคัดเลือกให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้เพิ่มขึ้น นั่นคือสุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง (Mrode and Kennedy, 1993; Hoque et al., 2007) ผลของการคัดเลือกลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินได้ จึงยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

การคัดเลือกลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio, FCR) โดยตรงให้ผลตอบสนองไม่ดีนัก (Webb and King, 1983) สำหรับการคัดเลือกที่เน้นลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารมากกว่าลักษณะอัตราการเจริญเติบโตในสุกรที่ให้กินอาหารแบบเต็มที่ พบว่าส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินได้ของสุกรลดลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกรได้ถ้ามีการคัดเลือกเช่นนี้เป็นระยะเวลานาน (Smith et al., 1991) การคัดเลือกลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยตรงให้ผลการคัดเลือกไม่แน่นอน เนื่องจากข้อมูลประสิทธิภาพการใช้อาหารเป็นข้อมูลที่เกิดจากการคำนวณมาจากสัดส่วนของปริมาณอาหารที่กินได้และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสุกร ไม่ได้เป็นค่าที่วัดจากตัวสุกรโดยตรง (Hoque et al., 2009) นักวิจัยหลายท่าน (Kennedy et al., 1993; Rauw et al., 2006; Hoque et al., 2009; Hoque and Suzuki, 2008) จึงได้เสนอทางเลือกสำหรับการปรับปรุงลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยแนะนำให้คัดเลือกจากลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (Residual Feed Intake, RFI) เนื่องจากการคัดเลือกลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของสุกร (Hoque et al., 2007) ปริมาณอาหารที่กินเหลือ มีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้ (Actual Feed Intake, AFI) และปริมาณอาหารที่สัตว์ต้องการเพื่อการดำรงชีวิตและให้ผลผลิต (Expected Feed Intake, EFI) (Mrode and Kennedy, 1993; Hoque et al., 2007)

ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าอัตราพันธุกรรม (h^2 = 0.34 ถึง 0.42) สูงกว่าลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (h^2 = 0.27) (Hoque et al., 2007) แสดงว่าการคัดเลือกลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ มีโอกาสให้ผลตอบสนองต่อการคัดเลือกได้สูงกว่าการคัดเลือกลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ และลักษณะปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (r_g = 0.81 ถึง 0.86) มีค่าสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักกับลักษณะปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (r_g = 0.46) (Hoque et al., 2007) หมายความว่าการคัดเลือกลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือจะส่งผลตอบสนองทางอ้อมต่อลักษณะปริมาณ

อาหารที่กินต่อวันได้ มากกว่าการคัดเลือกผ่านทางลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน รวมทั้งความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทั้งสาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนปรับปรุงพันธุ์สุกร และเป็นแนวทางในการคัดเลือกสุกรพันธุ์ในประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (Residual Feed Intake) ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Efficiency) และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain)
2. ประมาณความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง
   2.1 ปริมาณอาหารที่กินเหลือ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร
   2.2 ปริมาณอาหารที่กินเหลือ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน
   2.3 ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพิจารณาคัดเลือกลักษณะที่ต้องการปรับปรุงได้อย่างแม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต
2. ทราบค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร และนำค่าความสัมพันธ์ไปปรับปรุงวิธีการคัดเลือกลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน
3. นำค่าที่ได้ไปใช้ในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์หลายลักษณะพร้อมกัน เพื่อให้ได้สุกรพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบและคัดขึ้นใช้งาน มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีไปสู่สุกรขุน สุกรขุนที่ได้จะมีความสามารถในการใช้อาหารดีขึ้น กล่าวคือกินอาหารในปริมาณที่ลดลงแต่มีความสามารถในการเจริญเติบโตเท่าเดิม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดเพื่อประโยชน์ในการลดต้นทุนการผลิตเนื้อสุกร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะการให้ผลผลิตของสุกร

ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรลักษณะการให้ผลผลิตเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ลักษณะการให้ผลผลิตมีหลายลักษณะเช่น ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความหนาไขมันสันหลัง และปริมาณเนื้อแดง เป็นต้น (Robinson and Buhr, 2005) นอกจากนี้ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือเริ่มได้รับความสนใจศึกษากันมากขึ้น (Mrode and Kennedy, 1993; Hoque et al., 2007) เพื่อนำมาใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ ในการศึกษาประสิทธิภาพการใช้อาหารมีลักษณะที่เกี่ยวข้องหลายลักษณะด้วยกัน คือ ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินเหลือ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวันและความหนาไขมันสันหลัง ดังจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

1. ลักษณะปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวัน

ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวันแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ปริมาณอาหารที่คาดว่าสัตว์จะกินต่อวัน และปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้จริงในแต่ละวัน (Arthur et al., 2001) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ปริมาณอาหารที่คาดว่าสัตว์จะกินต่อวัน

ปริมาณอาหารที่คาดว่าสัตว์จะกินต่อวัน (Expected Feed Intake, EFI) หมายถึง ปริมาณอาหารที่ประเมินได้จากความต้องการอาหารของสัตว์เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิต (NRC, 1998) หรือเป็นปริมาณอาหารที่ประมาณได้จากการใช้สมการทำนาย (regression) เช่นจากการศึกษาของ Mrode และ Kennedy (1993) ที่ประมาณค่า EFI จากค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และความหนาไขมันสันหลัง Nguyen และคณะ (2001) ประมาณค่า EFI จากโมเดล 2 แบบ โดยโมเดลที่ 1 ประมาณจากอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน โมเดลที่ 2 ประมาณจากอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและความหนาไขมันสันหลัง การศึกษาของ Hoque และคณะ (2007) ที่ประมาณค่า EFI จาก Metabolic Body Weight และ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

โดยที่ Metabolic Body Weight คำนวณ ณ น้ำหนักกึ่งกลางระหว่างน้ำหนักเมื่อเริ่มทดสอบและเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ และการศึกษาของ Hoque และคณะ (2009) ที่ประมาณค่า EFI จากโมเดลที่แตกต่างกัน 4 โมเดล โดยที่ในแต่ละโมเดลประกอบด้วยปัจจัยเนื่องจาก อายุที่เริ่มทดสอบ น้ำหนักที่เริ่มทดสอบ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน โมเดลที่ 2 เพิ่มปัจจัยเนื่องจากความหนาไขมันสันหลัง โมเดลที่ 3 เพิ่มปัจจัยเนื่องจากพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และโมเดลที่ 4 เพิ่มปัจจัยเนื่องจากความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันพร้อมกัน เข้าในโมเดลสำหรับสร้างสมการทำนาย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าโมเดลที่ 4 ที่ประกอบด้วยปัจจัยเนื่องจากอายุที่เริ่มทดสอบ น้ำหนักที่เริ่มทดสอบ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ให้สมการทำนายที่มีความแม่นยำมากที่สุดเนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (coefficient of determination, R^2) สูงที่สุดเท่ากับ 0.69 ในขณะที่โมเดล 1, 2 และ 3 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.59, 0.68 และ 0.61 ตามลำดับ

1.2 ปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้จริง

ปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้จริง (Actual Feed Intake, AFI) หมายถึงปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้จริงตามความต้องการของร่างกายขณะนั้น ปริมาณอาหารที่กินได้จริงต่อวันของสุกรหลังหย่านมมีความสำคัญต่อสมรรถนะการผลิตของสุกร และเป็นค่าที่สะท้อนถึงสุขภาพของสุกรตัวนั้น (Bruininx et al., 2001) ปัจจัยที่มากระทบต่อการกินได้ของสุกร (NRC, 1987) มีดังนี้

1.2.1 **สรีรวิทยา** (Physiological factor) ได้แก่ พันธุกรรม ระบบฮอร์โมน การรับกลิ่นและรสชาติ เป็นต้น

1.2.2 **สิ่งแวดล้อม** (Environmental factor) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความเร็วลม วิธีการให้อาหาร และความหนาแน่นของการเลี้ยง เป็นต้น

1.2.3 **อาหาร** (Dietary factor) ได้แก่ ปริมาณอาหารที่ได้รับ ระดับพลังงานในอาหาร (Energy density) ยาปฏิชีวนะในอาหาร ความน่ากินของอาหาร และปริมาณน้ำที่กิน เป็นต้น

1.2.4 **รูปแบบของการกินอาหาร** (Feed intake pattern) รูปแบบของการกินอาหารของสุกรมีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้จริง ซึ่งรูปแบบการกินอาหารประกอบด้วย จำนวนครั้งที่กินอาหาร เวลาที่ใช้ในการกินอาหารในแต่ละครั้ง และปริมาณอาหารที่กินได้ต่อครั้ง เป็นต้น (de Haer and de Vries, 1993) รูปแบบการกินอาหาร ขึ้นอยู่กับพันธุ์และเพศของสุกร เช่น การศึกษาของ de Haer และ de Vries (1993) ที่ทดลองเลี้ยงสุกรพันธุ์ดัชแลนด์เรซ (273 ตัว) และ เกรทยอร์คเชีย (132 ตัว) โดยให้สุกรกินอาหารแบบเต็มที่และเลี้ยงสุกรคอกละ 8 ตัว แต่ละคอกมีเครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่สามารถบันทึกปริมาณการกินอาหารของสุกรเป็นรายตัว ผลการทดลองพบว่าสุกรพันธุ์เกรทยอร์คเชียมีจำนวนครั้งที่กินอาหารมากกว่า แต่ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละครั้งน้อยกว่าสุกรพันธุ์ดัชแลนด์เรซ อย่างไรก็ตามเมื่อรวมปริมาณอาหารที่กินต่อวันพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน สำหรับอิทธิพลเนื่องจากเพศ พบว่าสุกรสาวมีจำนวนครั้งที่กินอาหารมากกว่า แต่ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละครั้งน้อยกว่าสุกรเพศผู้

2. ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (Residual Feed Intake, RFI)

ปริมาณอาหารที่กินเหลือ หมายถึงค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้จริง (AFI) กับปริมาณอาหารที่คาดว่าสัตว์จะกินต่อวัน (EFI) หรือ RFI คือปริมาณอาหารที่กินเหลือเมื่อเทียบกับความต้องการของร่างกาย AFI ของสัตว์แต่ละตัวอาจมากกว่าหรือน้อยกว่า EFI เนื่องจาก EFI เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้สำหรับสัตว์พันธุ์ใดพันธุ์หนึ่ง ณ อายุหรือน้ำหนักในช่วงหนึ่งๆ ปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินต่อวัน มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของสุกรตัวนั้น โดยสามารถประมาณค่าได้จากสมการทำนายสำหรับพลังงานย่อยได้ (Digestible Energy, DE) (NRC, 1987) คือ DE intake (kcal/day) = 13,162 $\times$(1-$e^{-0.0176BW}$) เมื่อ e มีค่าประมาณ 2.718281828459045 และ BW = Body weight แนวความคิดเรื่องการใช้ RFI มาประเมินประสิทธิภาพการใช้อาหารในสัตว์ เริ่มต้นในต้นศตวรรษ 1940 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารไก่ไข่ (Gilbert et al., 2006) และพบว่าการคัดเลือกเพื่อลดค่า RFI สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารได้โดยไม่มีผลกับลักษณะการให้ผลผลิตอื่น ๆ (Kennedy et al., 1993) Nguyen และคณะ (2001) เสนอแนะว่าการคัดเลือกสุกรให้สุกรมีค่า RFI ต่ำจะเพิ่มคุณภาพซากและเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของสุกร

ค่า RFI ของสัตว์แต่ละตัวแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการย่อยอาหารและการนำเอาพลังงานที่ย่อยได้ไปใช้เพื่อการดำรงชีวิต (Hoque et al, 2007) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่

กับพฤติกรรมการกินอาหาร (feeding behavior) สารอาหารที่ย่อยได้ (nutrient digestion) และความต้องการสารอาหารเพื่อดำรงชีวิต (maintenance requirement) (Cai et al., 2008) ถ้าค่า RFI มีค่าเป็นบวกแสดงว่าสุกรกินอาหารมากกว่าความต้องการเฉลี่ยของสุกรพันธุ์นั้น นั่นคือสุกรด้อยประสิทธิภาพในการใช้อาหาร ถ้าค่า RFI มีค่าเป็นลบแสดงว่าสุกรกินอาหารน้อยกว่าความต้องการเฉลี่ย และสุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าเฉลี่ยฝูง

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารของสัตว์โดยการคัดเลือกจากลักษณะ RFI มีประสิทธิภาพดีกว่าการคัดเลือกจากลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) (Mrode and Kennedy, 1993; Arthur et al., 2001) การใช้ค่า RFI มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ค่า FCR เนื่องจากปริมาณอาหารที่กินเหลือเป็นลักษณะที่อิสระจากค่าน้ำหนักตัว (weight) และการเจริญเติบโต (gain) ของสัตว์ เนื่องจาก RFI = AFI – EFI ซึ่งไม่มีค่าน้ำหนักตัวและการเจริญเติบโตมาเกี่ยวข้องในการคำนวณ ในขณะที่ FCR = AFI/ADG และ ADG คำนวณมาจากค่าน้ำหนักตัวของสุกร ดังนั้นการคัดเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยใช้ค่า RFI จะไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสัตว์ ในขณะที่ค่า FCR มีข้อเสียเปรียบเนื่องจากเป็นค่าที่สัมพันธ์กับขนาดร่างกายและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสัตว์ ทำให้การคัดเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารจากค่า FCR ไม่ค่อยได้ผล

ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับการใช้อาหารของสุกรเพื่อการดำรงชีวิตและให้ผลผลิต จากการศึกษาพบว่า การใช้ค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือ ในการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้อาหารมีความแม่นยำกว่า การใช้ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก หรือประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Kennedy et al., 1993) ดังนั้นการคัดเลือกสุกรโดยใช้ ปริมาณอาหารที่กินเหลือ อาจเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการย่อยพลังงานในอาหารโดยไม่ทำให้ความอยากกินอาหารของสัตว์ลดลง โดยวัดได้จากปริมาณอาหารที่กินได้ (Hoque et al., 2007) และสามารถนำลักษณะนี้ไปใช้เป็นลักษณะหนึ่งในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ เมื่อทราบค่าอัตราพันธุกรรม และค่าความสัมพันธ์กับลักษณะอื่นที่มีผลทางเศรษฐกิจ

3. **ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร** (Feed efficiency, FE)

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของสุกรในการเพิ่มน้ำหนักตัวจากการกินอาหาร 1 หน่วย หรืออาจพิจารณาได้จากอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) โดยที่ค่า FCR นี้ เป็นส่วนกลับของค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณอาหารที่ใช้ไปในการเพิ่มน้ำหนักตัวของสุกรขึ้น 1 หน่วย ที่ผ่านมามีรายงานที่เกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารในสุกรไม่มากนัก (Hoque et al., 2007) จากการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะ FCR ของ ชำนาญ บุญมี และคณะ (2551) ที่ทำการศึกษาโดยใช้สุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ ทั้งสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียจำนวน 32 ตัว ที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อกสายพันธุ์อเมริกากับแม่สุกรสองสายพันธุ์ (แลนด์เรซ-ลาร์จไวท์) ที่เกิดจากการผสมสลับระหว่างสายพันธุ์นอร์เวย์ และสายพันธุ์อเมริกา พบว่าสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์เพศผู้ตอนและเพศเมียมี FCR ไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีค่า FCR เท่ากับ 2.67 ± 0.21 และ 2.56 ± 0.37 ตามลำดับ แสดงว่าเพศของสุกรไม่มีผลต่อ FCR อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาพบว่าสายพันธุ์ของสุกรมีผลต่อ FCR โดยสุกรที่เกิดจากแม่พันธุ์แลนด์เรซ-ลาร์จไวท์สายพันธุ์อเมริกา มีค่า FCR สูงกว่าสุกรที่เกิดจากแม่พันธุ์แลนด์เรซ-ลาร์จไวท์สายพันธุ์นอร์เวย์ โดยมีค่า FCR เท่ากับ 2.78 ± 0.28 และ 2.45 ± 0.38 ตามลำดับ

4. **ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน** (Average Daily Gain, ADG)

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน เป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสุกร ซึ่งมีปัจจัยต่างๆ มากระทบดังนี้

4.1 **อายุและน้ำหนักตัว**

อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรมีค่าแตกต่างกันไปตามอายุและน้ำหนักตัวของสุกรที่ทำการทดสอบ สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ที่ทำการทดสอบตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 180 วัน มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 529 กรัม/วัน (Kaplon et al., 1991) ในขณะที่การเริ่มทำการทดสอบที่อายุมากขึ้นพบว่ามีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเพิ่มขึ้น เช่นในการศึกษาของ Imboonta และคณะ (2007) รายงานว่าสุกรพันธุ์แลนด์เรซที่ทำการทดสอบในช่วงอายุ 63 ถึง 184 วัน มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 780 กรัม/วัน สำหรับอิทธิพลเนื่องจากน้ำหนักตัว Teye และคณะ (2006) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (50%

ดูร็อก 25% แลนด์เรซ 25%ลาร์จไวท์) ที่ทำการทดสอบในช่วงน้ำหนัก 40 ถึง 100 กิโลกรัม มีค่า 902 กรัม/วัน ในขณะที่ Chiba และคณะ (1995) รายงานค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (50%ดูร็อก 25% แลนด์เรซ 25%ลาร์จไวท์) ที่ทดสอบในช่วงน้ำหนัก 54 ถึง 103 กิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วง 1,020 ถึง 1,090 กรัม/วัน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสุกรที่มีน้ำหนักหย่านมต่างกัน มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่างกัน เช่น ลูกสุกรที่มีน้ำหนักหย่านมเฉลี่ย 9.3 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมากกว่าลูกสุกรที่มีน้ำหนักหย่านมเฉลี่ย 8.0 และ 6.7 กิโลกรัม (Bruininx et al., 2001)

4.2 ระดับโปรตีนในอาหาร

ปริมาณสารอาหารที่สุกรได้รับมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณโปรตีนในอาหาร Teye และ คณะ (2006) รายงานว่าสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (50%ดูร็อก 25% แลนด์เรซ 25%ลาร์จไวท์) ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน สูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์

5. ลักษณะความหนาไขมันสันหลัง (Backfat Thickness, BF)

ความหนาไขมันสันหลังเป็นตัวกำหนดคุณภาพซากของสุกร สุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังมากจะมีคุณภาพซากต่ำลง เนื่องจากจะมีไขมันแทรกอยู่ตามส่วนต่างๆของร่างกาย เช่น แทรกอยู่ใต้ผิวหนัง แทรกอยู่ระหว่างมัดกล้ามเนื้อ ทั่วร่างกาย (Fortin and Elliot, 1985) ความหนาไขมันสันหลังมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับเปอร์เซ็นต์ไขมันทั่วร่างกายของสุกร (Suzuki et al., 2009) และมีสหสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (Suzuki et al., 2005) นั่นคือเมื่อสุกรมีความหนาไขมันสันหลังมากจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าสุกรมีไขมันมากและมีเนื้อแดงน้อย นอกจากนี้ลักษณะความหนาไขมันสันหลังมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะอัตราการเจริญเติบโต (Lo et al., 1992[b]; Van Wilk et al., 2005) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.37 (Mrode and Kennedy, 1993; Johnson et al., 1999; Hoque et al., 2009) นั่นคือสุกรที่โตเร็วจะมีความหนาไขมันมาก ในการคัดเลือกสุกรจึงนิยมพิจารณาลักษณะความหนาไขมันสันหลังควบคู่ไปกับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจอื่นๆ

ความหนาไขมันสันหลังเป็นลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลางถึงสูง มีค่าตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.79 (Jonhson et al., 1999; Ferraz and Johnson,1993; Mrode and Kennedy, 1993; Li and Kennedy, 1994; Kuhlers and Jungst, 1983) จึงสามารถคัดเลือกได้โดยตรงจากสมรรถภาพของสุกร ความหนาไขมันสันหลังของสุกรมีชีวิตสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องอัลตร้าซาวด์ ซึ่งมีตำแหน่งที่ใช้ในการวัดแตกต่างกันหลายแบบ เช่น

1) การวัดความหนาไขมันสันหลังตามแนวสันหลังของสุกรทั้งหมด 4 ตำแหน่ง คือ หน้ากระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย หลังกระดูกไหล่ และระหว่างส่วนหลังถึงสะโพกอีก 2 ตำแหน่ง (ตำแหน่งที่ความหนาไขมันสันหลังบางที่สุด และหนาที่สุด) แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Holm et al., 2004)

2) การวัดความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งแนวสันหลังและตำแหน่งที่ห่างจากแนวสันหลังของสุกรออกมาข้างละ 5 เซนติเมตร และนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยแล้วปรับที่น้ำหนักสุกร 100 กิโลกรัม (Li and Kennedy, 1994)

3) การวัดความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งซี่โครงที่ 10 โดยห่างจากกึ่งกลางหลังลงมา 4 เซนติเมตร วัดเมื่อสุกรมีน้ำหนัก 105 กิโลกรัม (Kuhlers and Jungst, 1983)

4) การวัดความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ที่ตำแหน่งต่างๆ 4 ตำแหน่ง คือ ซี่โครงซี่สุดท้าย (ห่างจากแนวสันหลัง 1.8 นิ้ว และ 2.6 นิ้ว) โคนสะโพก (ห่างจากแนวสันหลัง1.8 นิ้ว) และ ซี่โครงคู่ที่ 10 – 11 (ห่างจากแนวสันหลัง 2.6 นิ้ว) แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย (กรมปศุสัตว์, 2012)

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

1. **ค่าอัตราพันธุกรรม**

ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability, h^2) เป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม (σ_a^2) ต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ (σ_p^2) ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมมีความแตกต่างกันไปตามวิธีการศึกษา และกลุ่มประชากร โดยค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (Falconer and Mackay, 1996)

1.1 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือในสุกร (ตารางที่ 2.1) มีรายงานไว้จำนวนไม่มากนัก เนื่องจากเป็นลักษณะใหม่ที่นักวิจัยเพิ่งเริ่มให้ความสนใจศึกษา ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ RFI มีค่าต่ำถึงปานกลาง (0.10 ถึง 0.38) Mrode และ Kennedy (1993) ทำการศึกษาลักษณะ RFI ในสุกรพันธ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์และดูร็อก จากน้ำหนัก 30 ถึง 90 กิโลกรัม ณ สถานีทดสอบของประเทศคานาดาในช่วงปี 1976 ถึง 1989 เมื่อทำการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ RFI โดยปรับด้วยค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปรับด้วยค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและความหนาไขมันสันหลัง และปรับด้วยอัตราเนื้อแดง พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของ RFI มีค่าเท่ากับ 0.33 ± 0.05, 0.30 ± 0.06 และ 0.38 ± 0.05 ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือที่รายงานโดย Von Felde และคณะ (1996) ซึ่งได้ทำการทดสอบในสุกรเพศผู้แลนด์เรซและลาร์จไวท์ อายุ 100 ถึง 170 วันให้กินอาหารแบบเต็มที่ ประมาณค่าโดยใช้ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตและค่าความหนาไขมันสันหลัง มีค่าเท่ากับ 0.18 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรม 0.17 ที่ใช้แบบหุ่นที่ปรับด้วยอายุและน้ำหนักเริ่มต้นทดสอบร่วมกับค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ในฟาร์มที่เลี้ยงสุกรแบบการค้าในรัฐอาร์คันซอ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Johnson et al., 1999) Gilbert และคณะ (2006) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของ RFI ในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เพศผู้ น้ำหนักระหว่าง 35 ถึง 95 กิโลกรัม ที่ถูกทดสอบในฟาร์ม ประเทศฝรั่งเศส มีค่าเท่ากับ 0.15 ± 0.03 ซึ่งหาค่าโดยปรับด้วยปัจจัยกลุ่มอายุที่เกิด และจำนวนสุกรในครอก Hoque และคณะ (2009) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ RFI ในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1995 ถึง 2001 ที่ปรับด้วยลักษณะต่างๆ 5 ลักษณะด้วยกัน พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้

จากการปรับด้วยค่า อายุที่เริ่มต้นทดสอบ น้ำหนักที่เริ่มต้นทดสอบ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าเท่ากับ 0.38 ± 0.05 ค่าอัตราพันธุกรรมที่ปรับด้วยค่า อายุที่เริ่มต้นทดสอบ น้ำหนักที่เริ่มต้นทดสอบ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และความหนาไขมันสันหลัง มีค่าเท่ากับ 0.22 ± 0.07 ค่าอัตราพันธุกรรมที่ปรับด้วย อายุที่เริ่มต้นทดสอบ น้ำหนักที่เริ่มต้นทดสอบ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน มีค่าเท่ากับ 0.33 ± 0.04 และเมื่อปรับด้วยอายุที่เริ่มต้นทดสอบ น้ำหนักที่เริ่มต้นทดสอบ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันพร้อมกัน พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ RFI มีค่าเท่ากับ 0.20 ± 0.07

ตารางที่ 2.1 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ

ที่มา	พันธุ์	จำนวนข้อมูล (บันทึก)	โมเดล/วิธีการวิเคราะห์[1]	วิธีการประมาณ[2]	ค่าอัตราพันธุกรรม[3]
Mrode and Kennedy (1993)	Yorkshire Landrace Duroc	3,783 2,842 937	AM/MULTI	REML	0.30 ถึง 0.38
Von Felde et al. (1996)	Large White Landrace	1,814 1,374	AM/MULTI	REML	0.18 ± 0.03
Johnson et al. (1999)	Large White	26,706	AM/MULTI	DFREML	0.10 ถึง 0.17
Gilbert et al. (2006)	Large White	180	AM/MULTI	REML	0.15 ± 0.03
Hoque et al. (2009)	Duroc	1,642	AM/MULTI	REML	0.20 ถึง 0.38

[1] AM = Animal Model, MULTI = Multivariate analysis

[2] REML = Restricted Maximum likelihood, DFREML= Derivative Free Restricted Maximum likelihood

[3] Mean $\pm$ SE

1.2 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่าปานกลางถึงสูง (ตารางที่ 2.2) จากการศึกษาของ ปกรณ์ และคณะ (1998) ในสุกรพ่อพันธุ์แลนด์เรซจากประเทศนอร์เวย์ พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่าเท่ากับ 0.54 ± 0.13 ในขณะที่ พรรณพงา (2000) พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์ ดูร็อก และลาร์จไวท์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.36 Johnson และคณะ (1999) ศึกษาในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ที่ถูกทดสอบในฟาร์มที่เลี้ยงสุกรแบบการค้าในรัฐอาร์คันซอ ประเทศสหรัฐอเมริกา รายงานว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.16 เช่นเดียวกันกับการรายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์ และดูร็อกที่ทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศคานาดาในช่วงปี 1976 ถึง 1989 มีค่าเท่ากับ 0.28 ± 0.06 (Mrode and Kennedy, 1993) และเท่ากับ 0.19 ± 0.06 ที่รายงานในสุกรพันธุ์แลนด์เรซและลาร์จไวท์ ที่ทดสอบในช่วงอายุ 100 ถึง 170 วัน ในศูนย์ทดสอบสุกร ประเทศเยอรมัน ระหว่างปี 1992 ถึง ปี 1994 (Von Felde et al., 1996) Gilbert และคณะ (2006) รายงานค่าลักษณะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เพศผู้ ที่ถูกทดสอบในฟาร์ม ประเทศฝรั่งเศส มีค่าเท่ากับ 0.24 ± 0.05

ตารางที่ 2.2 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ที่มา	พันธุ์	จำนวนข้อมูล (บันทึก)	โมเดล/วิธีการวิเคราะห์[1]	วิธีการประมาณ[2]	ค่าอัตราพันธุกรรม[3]
ปกรณ์ และคณะ (1998)	Landrace	187	SM	-	0.54 ± 0.13
พรรณพงา (2000)	Landrace	8,619	AM/MULTI	REML	0.20 ถึง 0.36
	Yorkshire	2,307			
	Duroc	1,738			
	Large White	8,116			
Mrode and Kennedy (1993)	Yorkshire	3,783	AM / MULTI	REML	0.28 ± 0.06
	Landrace	2,842			
	Duroc	937			
Von Felde et al.,(1996)	Large White	1,814	AM / MULTI	REML	0.19 ± 0.06
	Landrace	1,374			
Johnson et al. (1999)	Large White	26,706	AM / MULTI	DFREML	0.16
Gilbert et al. (2006)	Large White	180	AM / MULTI	REML	0.24 ± 0.05

[1] AM = Animal Model, MULTI = Multivariate analysis, SM = Sire model

[2] REML = Restricted Maximum likelihood, DFREML= Derivative Free Restricted Maximum likelihood.

[3] Mean ± SE

1.3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าปานกลางถึงสูง (ตารางที่ 2.3) จากการรายงานของ Mrode และ Kennedy (1993) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์ และดูร็อกมีค่าเท่ากับ 0.43 ± 0.06 ซึ่งใกล้เคียงกับ Hoque และคณะ (2007, 2009) ที่รายงานในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1995 ถึง 2001มีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.44 ± 0.10 และ 0.48 ± 0.03 ตามลำดับ และจากการศึกษาของ Ducos และคณะ (1993) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ของสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และแลนด์เรซของประเทศฝรั่งเศสเท่ากับ 0.30 ± 0.02 และ 0.34 ± 0.02 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Gilbert และคณะ (2007) ที่ทำการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของสุกรลาร์จไวท์ ที่ถูกทดสอบในฟาร์มประเทศฝรั่งเศส กลุ่มที่เกิดจากแม่สุกรท้องแรกที่ได้รับการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อสดและแม่สุกรท้องสองที่ได้รับการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อแช่แข็ง พบว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเท่ากับ 0.35 ± 0.06 และ 0.37 ± 0.05 ตามลำดับ จากการตรวจเอกสารพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าต่างกันตามพันธุ์ของสุกร พบว่าสุกรพันธุ์ผสม (0.42 ± 0.15) มีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรพันธุ์แท้ (0.39 ± 0.15) (McLaren et al., 1985) และค่าอัตราพันธุกรรมอาจมีค่าต่างกันตามวิธีการให้อาหารแบบให้กินเต็มที่หรือให้กินแบบจำกัด (Jungst et al.,1981;Hoque et al., 2007)

ตารางที่ 2.3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

ที่มา	พันธุ์	จำนวนข้อมูล (บันทึก)	โมเดล/วิธีการวิเคราะห์[1]	วิธีการประมาณ[2]	ค่าอัตราพันธุกรรม[3]
Mclaren et al. (1985)	Pure breed	2,258	SM	Henderson III	0.39 ± 0.15
	Cross breed	4,815			0.42 ± 0.15
Ducos et al. (1993)	Large White	3,671	AM / MULTI	DFREML	0.30 ± 0.02
	Landrace	3,630			0.34 ± 0.02
Mrode and Kennedy (1993)	Yorkshire	3,783	AM / MULTI	REML	0.43 ± 0.06
	Landrace	2,842			
	Duroc	937			
Gilbert et al. (2007)	Large white	793	AM / MULTI	REML	0.35 ± 0.06[4]
		657			0.37 ± 0.05[5]
Hoque et al. (2007)	Duroc	1,642	AM / MULTI	REML	0.44 ± 0.10
Hoque et al. (2009)	Duroc	1,642	AM / MULTI	REML	0.48 ± 0.03

[1] AM = Animal Model, MULTI = Multivariate analysis, SM = Sire model

[2] Henderson III = Henderson's Method 3, REML = Restricted Maximum likelihood, DFREML = Derivative Free Restricted Maximumlikelihood

[3] Mean ± SE

[4,5] ข้อมูลของสุกรที่เกิดจากการผสมด้วยน้ำเชื้อสด (fresh semen) และน้ำเชื้อแช่แข็ง (frozen semen)

1.4 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความหนาไขมันสันหลัง

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความหนาไขมันสันหลังมีค่าปานกลางถึงสูง (ตารางที่ 2.4) จากการศึกษาของ ปกรณ์ และคณะ (1998) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความหนาไขมันสันหลังในพ่อสุกรพันธุ์แลนด์เรซจากประเทศนอร์เวย์ มีค่าเท่ากับ 0.30 ± 0.11 เช่นเดียวกับ Ducos และคณะ (1993) ที่รายงานว่าค่าอัตราพันธุกรรมสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และแลนด์เรซของประเทศฝรั่งเศสมีค่าเท่ากับ 0.64 ± 0.01 และ 0.56 ± 0.01 ตามลำดับ และ Imboonta และคณะ (2007) รายงานว่าค่าอัตราพันธุกรรมในสุกรพันธุ์แลนด์เรซมีค่าเท่ากับ 0.61 ± 0.02 ในขณะที่ Gilbert และคณะ (2007) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความหนาไขมันสันหลังของสุกรลาร์จไวท์ ที่ทดสอบในฟาร์ม ประเทศฝรั่งเศส มีค่าเท่ากับ 0.63 ± 0.05 จากการตรวจเอกสารพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.64 ยกเว้นการศึกษาในประเทศไทยของปกรณ์ และคณะ (1998) ที่มีค่าปานกลาง (0.30)

ตารางที่ 2.4 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความหนาไขมันสันหลัง

ที่มา	พันธุ์	จำนวนข้อมูล (บันทึก)	โมเดล/วิธีการวิเคราะห์[1]	วิธีการประมาณค่า[2]	ค่าอัตราพันธุกรรม[3]
ปกรณ์ และคณะ (1998)	Landrace	187	SM	-	0.30 ± 0.11
Ducos et al. (1993)	Large White	3,671	AM / MULTI	DFREML	0.64 ± 0.01
	Landrace	3,630	AM / MULTI	FREML	0.56 ± 0.01
Imboonta et al. (2007)	Landrace	15,755	AM / MULTI	AIREML	0.61 ± 0.02
Gilbert et al. (2007)	Large White	793	AM / MULTI	REML	0.63 ± 0.05

[1] AM = Animal Model, MULTI = Multivariate analysis, SM = Sire model

[2] REML = Restricted Maximum likelihood, DFREML = Derivative Free Restricted Maximum likelihood

[3] Mean ± SE

2. ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและทางลักษณะปรากฏ

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genetic correlation, r_{gg}) เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ 2 ลักษณะ ถ้าลักษณะสองลักษณะใดๆ ก็ตามมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อกัน ($r_g \neq 0$) เมื่อทำการคัดเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอีกลักษณะหนึ่งไปด้วย ส่วนค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (Phenotypic correlation, r_p) เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ 2 ลักษณะ (Falconer and Mackay, 1996)

2.1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ RFI และ FI

จากการศึกษาของ Hoque และคณะ (2007) ในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1995 ถึง 2001 ทำการประมาณค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือ (RFI_{phe} และ RFI_{gen}) จาก EFI ที่ได้จากการทำ phenotypic และ genotypic regression พบว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของ RFI_{phe} และ RFI_{gen} กับ FI มีค่าเท่ากับ 0.81 และ 0.86 ตามลำดับ และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏมีค่าเท่ากับ 0.78 และ 0.82 ตามลำดับ การที่ค่าสหสัมพันธ์ทั้งพันธุกรรมและทางลักษณะปรากฏมีค่าสูงและมีค่าเป็นบวก แสดงว่าลักษณะ RFI และ FI มีความสัมพันธ์กันสูง ถ้ามีการคัดเลือกให้สุกรกินอาหารเหลือน้อย (ค่า RFI_{phe} และ RFI_{gen} ต่ำลง) ก็จะทำให้สุกรกินอาหารในปริมาณที่น้อยลงด้วย จากการศึกษาเดียวกันนี้ Hoque และคณะ (2007) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และทางลักษณะปรากฏ ระหว่างลักษณะ FCR และ FI ในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบในสถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่น ว่ามีค่าเท่ากับ 0.46 และ 0.57 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง FCR กับ FI มีค่าต่ำกว่าความสัมพันธ์ระหว่าง RFI กับ FI

ในปี 2006 และ 2007 Gilbert และคณะ รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI และ FI ในสุกรขุนและสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เพศผู้ ที่ถูกทดสอบในฟาร์ม ประเทศฝรั่งเศส มีค่าเท่ากับ 0.38 ± 0.13 และ 0.77 ± 0.10 ตามลำดับ และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ RFI และ FI มีค่าเท่ากับ 0.70 และ 0.68 ตามลำดับ

2.2 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ RFI และ FE

Cai และคณะ (2008) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างลักษณะ RFI และ FE ในสุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าเท่ากับ -0.69 ± 0.03 แสดงว่าถ้าคัดเลือกสุกรให้มีค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือลดลง จะทำให้สุกรมีค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงขึ้น หลายงานวิจัยทำการศึกษาประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร ออกมาเป็นค่าของลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) ซึ่งเป็นค่าผกผันกับค่าของลักษณะ FE ดังนั้นค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จึงมีทิศทางตรงข้ามกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI และ FE ในปี 2006 และ 2007 Gilbert และคณะ รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI และ FCR ในสุกรขุนและสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ ที่ทดสอบในฟาร์ม ประเทศฝรั่งเศส มีค่าเท่ากับ 0.57 ± 0.13 และ 0.70 ± 0.08 ตามลำดับ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Cai และคณะ (2008) ดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น แสดงว่าถ้าทำการคัดเลือกให้สุกรมีค่า RFI ต่ำลง จะส่งผลให้สุกรมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักลดลงเช่นกัน ซึ่งหมายถึงสุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์

2.3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ RFI และ ADG

Gilbert และคณะ (2006) ทำการศึกษาด้านพันธุกรรมในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เพศผู้ ที่ทดสอบในฟาร์ม ประเทศฝรั่งเศส และรายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง RFI และ ADG ว่ามีค่าเท่ากับ -0.16 ± 0.17 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าลักษณะ RFI และ ADG ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏมีค่าเท่ากับ 0.13 เช่นเดียวกับ Mrode และ Kennedy (1993) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI และ ADG ไว้เท่ากับ 0.18 ± 0.10 และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏมีค่าเท่ากับ 0.04 ในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์ และดูร็อกที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศคานาดาในช่วงปี 1976 ถึง 1989 Hoque และคณะ (2007) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI กับ ADG ในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1995 ถึง 2001 มีค่าเท่ากับ 0.23 ± 0.12 และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเท่ากับ 0.03 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI กับ ADG ที่รายงานโดยการศึกษาทั้งสองนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

จากการศึกษาของ Hoque และคณะ (2007) ที่พบว่าลักษณะ RFI, FI และ ADG เป็นลักษณะที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพียงพอที่จะทำการคัดเลือกได้ และจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง RFI กับ ADG ที่แสดงว่าการคัดเลือก RFI จะไม่ส่งผลกระทบต่อ ADG อีกทั้งค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง RFI_{phe} และ RFI_{gen} กับ FI (r_{gg} = 0.81 และ 0.86) ที่มีค่าสูงกว่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง FCR กับ FI (r_{gg} = 0.46) Hoque และคณะ (2007) จึงได้สรุปความเห็นว่าควรใช้ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์สำหรับสุกรพันธุ์ดูร็อกเพื่อปรับปรุงลักษณะประสิทธิภาพการเพิ่มน้ำหนักตัวให้ดีขึ้น

2.4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ RFI และ BF

จากการศึกษาด้านพันธุกรรมในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ เพศผู้ ในประเทศฝรั่งเศส พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI และ BF เท่ากับ -0.15 ± 0.13 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเท่ากับ -0.03 (Gilbert et al., 2006) แสดงว่าลักษณะ RFI และ BF ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ในขณะที่รายงานของ Mrode และ Kennedy (1993) ในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์ และดูร็อกที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศคานาดาในช่วงปี 1976 ถึง 1989 ซึ่งวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง BF และ RFI ค่า RFI ที่นำมาศึกษานี้ (RFI1, RFI2, RFI3) ได้มาจากการประมาณ โดยใช้ค่า EFI ที่ต่างกัน 3 แบบ คือ EFI ที่ได้จากการทำ regression ค่า FI กับค่าปรับ (covariate) ต่างๆดังนี้ 1) น้ำหนักเริ่มต้น และ ADG 2) น้ำหนักเริ่มต้น ADG และ BF 3) น้ำหนักเริ่มต้น และ อัตราการเจริญของเนื้อแดง (lean growth rate) เมื่อนำค่า RFI1 ถึง RFI3 มาหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับลักษณะ BF พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ RFI_1 RFI_2 และ RFI_3 กับ BF เท่ากับ 0.34 ± 0.07 0.15 ± 0.09 และ 0.61 ± 0.05 ตามลำดับ แสดงว่าถ้าคัดเลือกให้สุกรมี BF ลดลงจะส่งผลให้สุกรกินอาหารเหลือลดลง ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏมีค่าเท่ากับ 0.20 0.04 และ 0.45 ตามลำดับ

2.5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ADG และ FE

Cai และคณะ (2008) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ และทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ ADG และ FE ในสุกรพันธุ์ยอร์คเชียร์ ในประเทศสหรัฐอเมิกา มีค่าเท่ากับ 0.46 ± 0.04 และ 0.30 ± 0.21 ตามลำดับ แสดงว่าถ้าคัดเลือกให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น จะส่งผลให้สุกรมีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการใช้อาหารสูงขึ้น ซึ่งเป็นการ

ตอบสนองในทิศทางที่พึงประสงค์ จากการตรวจเอกสารพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ADG และ FE มีรายงานอยู่น้อย รายงานส่วนใหญ่เป็นการรายงานค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ADG และ FCR ซึ่งสามารถใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ADG และ FE ได้ เนื่องจากค่า FCR เป็นส่วนกลับของค่า FE ดังนั้นค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จะมีเครื่องหมายตรงข้ามกัน เช่น ค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ ADG และ FCR ในสุกรพันธุ์แลนด์เรซและยอร์คเชียร์ของประเทศฝรั่งเศส มีค่าเท่ากับ -0.49 ± 0.02 (Ducos et al., 1993) แสดงว่าถ้าคัดเลือกให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น จะส่งผลให้ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรลดลง ซึ่งหมายความว่าสุกรมีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีขึ้นนั่นเอง อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยบางกลุ่มรายงานว่าลักษณะ ADG ไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับลักษณะ FCR เช่น Gilbert และคณะ (2006) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ ADG และ FCR ในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์มีค่าเท่ากับ-0.16 ± 0.17 และ Hoque และคณะ (2007) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ ADG และ FCR ที่ศึกษาในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1995 ถึง 2001 มีค่าเท่ากับ -0.10 ± 0.07 ซึ่งผลจากการศึกษาทั้งสองข้างต้นพบว่าค่าสหสัมพันธ์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าลักษณะ ADG และ FCR ไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อกัน

2.6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ FI และ ADG

Mrode และ Kennedy (1993) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ FI และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.80 ± 0.03 และมีค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเท่ากับ 0.74 ในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์คเชียร์ และดูร็อกที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศคานาดาในช่วงปี 1976 ถึง 1989 ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Hoque และคณะ (2007) ที่ศึกษาในสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่ถูกทดสอบ ณ สถานีทดสอบของประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี 1995 ถึง 2001 มีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ FI และ ADG เท่ากับ 0.77 ± 0.04 และมีค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเท่ากับ 0.51 และ Johnson และคณะ (1999) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ FI และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.82 และมีค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเท่ากับ 0.72 ในสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ที่ถูกทดสอบในฟาร์มที่เลี้ยงสุกรแบบการค้าในรัฐอาร์คันซอ ประเทศสหรัฐอเมริกา จากตัวเลขแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ FI และ ADG ดังกล่าวข้างต้น มีค่าค่อนข้างสูง และมีค่าเป็นบวก จึงกล่าวได้ว่าสุกรที่โตเร็วจะกินอาหารต่อวันมากด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลของสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซสายพันธุ์นอรเวย์ ทั้งสุกรเพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอน ที่ถูกทดสอบสมรรถภาพทางการผลิตภายในฟาร์มสุกรเชิงการค้าแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย เป็นฟาร์มที่ผลิตสุกรพันธุ์แท้เพื่อใช้ทดแทนภายในฟาร์ม และเพื่อจำหน่ายสุกรพันธุ์ สุกรที่นำมาทดสอบได้รับการพัฒนาพันธุ์ภายใต้สภาพการเลี้ยงดูของฟาร์มเอกชน ผู้ทำการวิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบสุกร เก็บบันทึกข้อมูล และคำนวณค่าของลักษณะต่างๆ ดังนี้คือ ปริมาณอาหารที่กินเหลือ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และความหนาไขมันสันหลัง

ข้อมูลเกี่ยวกับสุกรและการจัดการฟาร์ม

1. **การพัฒนาพันธุ์สุกร** สุกรที่เข้าทดสอบทั้งหมดเป็นสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซสายพันธุ์นอรเวย์ที่เกิดภายในฟาร์มที่ทำการศึกษา เป็นสุกรที่เกิดจากสุกรพ่อ-แม่พันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงทั้งลักษณะการให้ผลผลิตและลักษณะทางการสืบพันธุ์ไปพร้อมๆ กัน ได้แก่ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความหนาไขมันสันหลัง จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิต และน้ำหนักลูกสุกรแรกคลอด โดยทำการคัดเลือกต่อเนื่องมาเป็นเวลาหลายชั่วรุ่น ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

2. **การจัดการด้านอาหาร** แม้จะมีรายงานว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงขึ้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น (Teye et al., 2006) ก็ตาม แต่เนื่องจากภาวะที่วัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน และเป็นแหล่งพลังงาน มีผลทำให้ต้นทุนอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตสุกรสูงขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้ในช่วงเวลาที่ผ่านมาทางฟาร์มสุกรแห่งนี้ จึงได้ทำการปรับเปลี่ยนสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร ให้เป็นสูตรอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรทั่วไป (ตารางที่ 3.1) ในขณะเดียวกันทางฟาร์มทำการคัดเลือกสุกรที่มีความสามารถในการใช้อาหารที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำนี้ และยังคงมีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตดี ขึ้นทดแทนภายในฟาร์ม

3. **การจัดการด้านโรงเรือน** โรงเรือนทุกหลังในฟาร์มสุกรแห่งนี้เป็นโรงเรือนเปิด ที่ไม่มีระบบการระบายอากาศ กล่าวคือ ไม่มีพัดลม ไม่มีน้ำหยด หรือสเปรย์น้ำเพื่อลดความร้อนภายในโรงเรือน

4. **ลักษณะเฉพาะของสุกร** เป็นสุกรที่มีลักษณะเด่น คือ มีความหนาไขมันสันหลังบางมาก เมื่อเทียบกับสุกรพันธุ์เดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์กัน สามารถใช้อาหารที่มีคุณภาพต่ำกว่าอาหารปกติที่ใช้เลี้ยงสุกรทั่วไปที่อยู่ในช่วงอายุและน้ำหนักเดียวกันได้ดี สามารถอยู่ได้ในโรงเรือนที่ไม่มีอุปกรณ์ระบายอากาศได้ดี

การทดสอบสุกร

1. **การจัดการโรงเรือน**

โรงเรือนที่ใช้สำหรับทดสอบสุกรในการศึกษาครั้งนี้ เป็นโรงเรือนแบบเปิด ไม่มีระบบระบายความร้อนใดๆ โรงเรือนมีความกว้าง 7.0 เมตร และมีความยาว 44.0 เมตร หลังคาเป็นหลังคาจั่วสองชั้นมุงด้วยกระเบื้อง ติดตั้งตาข่ายกันนกรอบโรงเรือน ภายในโรงเรือนมีคอกทดสอบทั้งหมด 100 คอก วางเรียงตัวตามแนวยาวของโรงเรือนข้างละ 50 คอก โดยมีทางเดินกว้าง 1.0 เมตร คั่นกลางระหว่างแนวคอกทั้งสองด้าน คอกทดสอบมีขนาด 0.8 × 1.5 ตารางเมตร พื้นคอกเป็นพื้นคอนกรีต มีที่ให้อาหารแบบราง คอกละ 1 ราง และมีน้ำให้กินอย่างเต็มที่ โดยใช้ที่ให้น้ำอัตโนมัติ คอกละ 1 หัว สุกรถูกเลี้ยงให้อยู่คอกละ 1 ตัว

2. **การคัดเลือกสุกรเข้าทดสอบ**

สุกรที่เข้าทดสอบเป็นลูกสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซ เพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอน ที่เกิดภายในฟาร์มแห่งนี้ หย่านมเมื่ออายุประมาณ 35 วัน น้ำหนักหย่านมประมาณ 8.0 กิโลกรัม และเป็นสุกรที่ไม่มีปัญหาด้านสุขภาพ ทำการย้ายสุกรเข้าโรงเรือนทดสอบเมื่ออายุเฉลี่ย 11 สัปดาห์ ให้สุกรปรับสภาพเข้ากับโรงเรือน และสภาพแวดล้อมใหม่เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นเริ่มทำการทดสอบเมื่ออายุเฉลี่ย 12 สัปดาห์ นำสุกรเข้าทดสอบเป็นชุด จำนวนสุกรชุดละ 4 ถึง 48 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนลูกสุกรหย่านมที่ทางฟาร์มผลิตได้ในช่วงนั้นๆ มีสุกรเข้าทดสอบจำนวนทั้งสิ้น 27

ชุด และแต่ละชุดถูกทดสอบเป็นเวลา 3 เดือน จำนวนสุกรที่นำเข้าทดสอบทั้งหมด 486 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอน จำนวน 93, 264 และ 129 ตัว ตามลำดับ

3. การจัดการด้านอาหาร

สุกรทุกชุดที่เข้าทดสอบได้รับอาหารสูตรเดียวกันตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ โดยอาหารที่ใช้ในการทดสอบถูกควบคุมให้มีสัดส่วนและชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์คงที่ (ตารางที่ 4.8) ตลอดช่วงการทดสอบ สารอาหารที่สุกรได้รับประกอบด้วยโปรตีน 16.34 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 2,954 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3.1) สุกรได้รับอาหารแบบเต็มที่ โดยเติมอาหารให้เมื่ออาหารในรางพร่องไปจนเกือบหมด ระมัดระวังไม่ให้มีอาหารตกหล่น ในกรณีที่สุกรคุ้ยอาหารตกหล่นจากราง ทำการเก็บอาหารดังกล่าว ในกรณีที่อาหารเปียก นำอาหารไปตากให้แห้ง และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหักออกจากปริมาณอาหารที่ให้สุกรกิน และคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินจริง อาหารสุกรที่ใช้ในการศึกษาไม่มียาปฏิชีวนะ และสารเร่งการเจริญเติบโต ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้จริงของสุกรเป็นรายตัว

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารพื้นฐานสำหรับสุกรทดลอง ค่าจากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และ ระดับโภชนะตามคำแนะนำของ ศูนย์อาหารสัตว์ ม.เกษตรกำแพงแสน ปี พ.ศ.2554

คุณค่าทางโภชนะ	ค่าที่วิเคราะห์	ระดับความต้องการ (สุกร นน. 20-100 กก.)
พลังงานในสุกร(kcal/kg)	2954[1]	3325-3264
โปรตีน (%)	16.34	20.0-17.0
ไขมัน (%)	6.91	3.81-3.98
เยื่อใย (%)	3.48	4.75-4.68
แคลเซียม (%)	0.91	0.91-0.81
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.60	0.72-0.61

[1] ME = Metabolizable energy พลังงานที่ใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม

4. **การบันทึกข้อมูล**

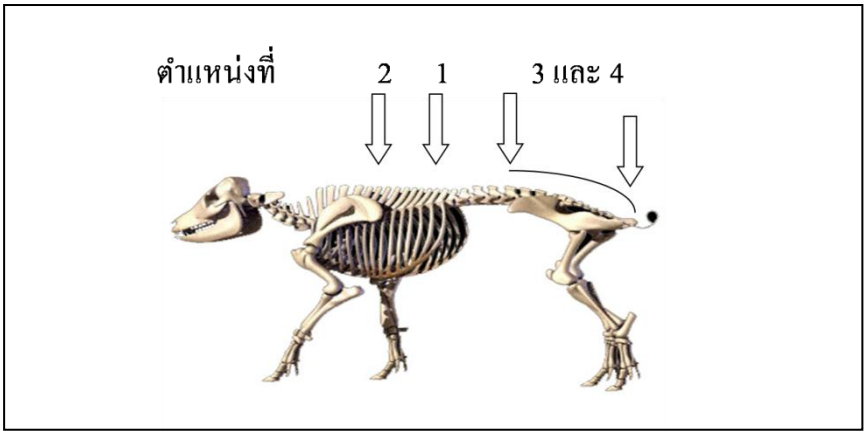
เริ่มทดสอบเมื่อสุกรอายุ 12 สัปดาห์ โดยมีการบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้

1) น้ำหนักสุกร เมื่อเริ่มทดสอบ
2) น้ำหนักสุกร เมื่อออกทดสอบ
3) ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้เป็นรายตัว ทำการบันทึกทุก 2 วัน จนสิ้นสุดการทดสอบ
4) ความหนาไขมันสันหลัง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ
5) อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนในแต่ละวัน

5. **การวัดความหนาไขมันสันหลัง**

ทำการวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่องอัลตราซาวน์ ลีน สเตรก (Lean Streak) รุ่นเมดาตา (Medata) โดยวัดความหนาไขมันสันหลังตามแนวสันหลังของสุกร (mid-line) ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง (ภาพที่ 3.1) (Holm et al., 2004) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร โดยรายละเอียดของตำแหน่งที่ทำการวัดมีดังนี้

ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่ง 2.5 เซนติเมตร หน้ากระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย
ตำแหน่งที่ 2	หลังกระดูกไหล่
ตำแหน่งที่ 3	ลากเครื่องวัดตั้งแต่ส่วนหลังถึงสะโพก เพื่อหาตำแหน่งที่ความหนาไขมันสันหลังบางที่สุด และบันทึกค่าตำแหน่งที่บางที่สุด
ตำแหน่งที่ 4	ลากเครื่องวัดตั้งแต่ส่วนหลังถึงสะโพก เพื่อหาตำแหน่งที่ความไขมันสันหลังหนาที่สุด และบันทึกค่าตำแหน่งที่หนาที่สุด



ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งบนแนวเส้นกลางหลัง 4 ตำแหน่ง ที่ใช้ในการวัดความหนาไขมันสันหลัง
ที่มา: ดัดแปลงจาก Agricultural Zoology p. 472 (Theobald, 1913)

โครงสร้างข้อมูล

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลลักษณะการกินอาหาร และลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซเพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอน ซึ่งทำการบันทึกข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

2. แฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

แฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 2 แฟ้มข้อมูล คือ

2.1 แฟ้มข้อมูลลักษณะการกินอาหาร และลักษณะการเจริญเติบโต

ประกอบด้วย

1) หมายเลขประจำตัวของพ่อพันธุ์สุกร
2) พันธุ์ของสุกร
3) วันเดือนปีเกิดของสุกร
4) วันเดือนปี ที่สุกรเข้าทดสอบ
5) วันเดือนปี ที่สุกรออกทดสอบ
6) อายุของสุกรที่เข้าทดสอบ

7) อายุของสุกรที่ออกทดสอบ
8) ปริมาณอาหารที่สุกรกินทั้งหมดในช่วงการทดสอบ
9) ปริมาณอาหารที่สุกรกินเหลือ
10) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร
11) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน
12) ความหนาไขมันสันหลัง

2.2 **แฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ** ประกอบด้วย
1) หมายเลขประจำตัวของสุกรที่เข้าทดสอบ
2) หมายเลขประจำตัวพ่อพันธุ์ของสุกรที่เข้าทดสอบ
3) หมายเลขประจำตัวแม่พันธุ์ของสุกรที่เข้าทดสอบ

การจัดการข้อมูล

1. **ลักษณะที่ใช้ในการศึกษา**

ลักษณะการกินอาหาร และลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 **ลักษณะการกินอาหารของสุกร** ประกอบด้วย

1.1.1 **ปริมาณอาหารที่กินเหลือ (Residual feed intake, RFI)** คือ ผลต่างของปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวัน (Actual Feed Intake, AFI) และปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินต่อวัน (Expected Feed Intake, EFI) มีหน่วยเป็น กรัม/วัน คำนวณได้จากสูตรการคำนวณ (Hoque et al., 2007) ดังต่อไปนี้

$$RFI = AFI - EFI \quad (1)$$

โดยที่ RFI = ปริมาณอาหารที่กินเหลือ
AFI = ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวัน
EFI = ปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินต่อวัน

1.1.2 **ประสิทธิภาพการใช้อาหาร** (Feed efficiency, FE) คือ ความสามารถของสุกรในการเพิ่มน้ำหนักตัวจากการกินอาหาร 1 หน่วย คำนวณได้จากสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$FE = Gain/Feed \quad (2)$$

โดยที่ FE = ประสิทธิภาพการใช้อาหาร
Gain = น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่ทำการทดสอบ
Feed = ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้ในช่วงที่ทำการทดสอบ

1.2 **ลักษณะการเจริญเติบโต** ประกอบด้วย

1.2.1 **อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน** (Average daily gain, ADG) คือ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวันของสุกรในช่วงที่ทำการทดสอบ มีหน่วยเป็น กรัม/วัน คำนวณได้จากสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$ADG = (FWT - SWT)/DAY \quad (3)$$

โดยที่ ADG = อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน
FWT = น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ
SWT = น้ำหนักเมื่อเริ่มต้นการทดสอบ
DAY = ระยะเวลาที่ทำการทดสอบ

1.2.2 **ความหนาไขมันสันหลัง** (Back fat thickness, BF) คือ ความหนาไขมันใต้ผิวหนังเฉลี่ยจากการวัดความหนาไขมันสันหลังตามแนวสันหลังของสุกรทั้งหมด 4 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

2. การตรวจสอบ และการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสุกรมีทั้งหมดจำนวน 486 บันทึก ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลลักษณะการกินอาหาร ลักษณะการเจริญเติบโตของสุกร และความถูกต้องของข้อมูลพันธุ์ประวัติ สำหรับข้อมูลของสุกรที่ป่วยไม่กินอาหาร หรือกินอาหารน้อยกว่าปกติเป็นระยะเวลานานกว่า 15 วัน หรือสุกรที่ตายก่อนเสร็จสิ้นการทดสอบ จะไม่นำมาใช้ในการศึกษา

ภายหลังการตรวจสอบความถูกต้อง ลบข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ และลบข้อมูลของสุกรที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้นออกแล้ว จากสุกรที่เข้าทดสอบ 486 ตัวเหลือข้อมูลของสุกรเข้าทำการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 479 บันทึก เป็นข้อมูลของสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซทั้งหมด ซึ่งมาจากพ่อพันธุ์สุกร 17 ตัว และแม่พันธุ์สุกร 70 ตัว โดยเป็นข้อมูลของสุกรเพศเมียมากที่สุด คือ 260 ตัว รองลงมาคือสุกรเพศผู้ตอน และสุกรเพศผู้ ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 128 และ 91 ตัว ตามลำดับ

3. การจำแนกปัจจัยคงที่

ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งปัจจัยคงที่ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่ม และปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่ม

3.1.1 **เพศของสุกร** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ เพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอน

3.1.2 **พ่อพันธุ์ของสุกร** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 17 กลุ่ม ตามหมายเลขประจำตัวพ่อพันธุ์ของสุกร

3.1.3 **แม่พันธุ์ของสุกร** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 70 กลุ่ม ตามหมายเลขประจำตัวแม่พันธุ์ของสุกร

3.1.4 **ครอกของสุกร** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 103 กลุ่ม โดยจัดให้สุกรที่มีพ่อ และแม่เดียวกันเป็น 1 ครอก หรือ 1 กลุ่มการจัดการ (contemporary group)

3.1.5 **ปี-เดือนที่สุกรเกิด** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 15 กลุ่ม คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยแบ่งให้แต่ละเดือนในแต่ละปีเป็น 1 กลุ่มการจัดการ

3.1.6 **วันที่สุกรเข้าทดสอบ** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน โดยแบ่งออกเป็น 27 กลุ่ม คือ ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึง วันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2554 โดยแบ่งให้แต่ละวัน- เดือน-ปี ที่มีการรับสุกรเข้าทดสอบเป็น 1 กลุ่มการจัดการ

3.1.7 **ปี-เดือนที่สุกรเข้าทดสอบ** เป็นปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 15 กลุ่ม คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 โดยแบ่งให้แต่ละเดือนในแต่ละปีเป็น 1 กลุ่มการจัดการ

3.2 ปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วม

3.2.1 **อายุสุกรที่เข้าทดสอบ** เป็นปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมสำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

3.2.2 **น้ำหนักสุกรที่เข้าทดสอบ** เป็นปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมสำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

3.2.3 **อายุสุกรที่ออกทดสอบ** เป็นปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมสำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ และลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร

3.2.4 **น้ำหนักสุกรที่ออกทดสอบ** เป็นปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมสำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ และลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร

3.2.5 **ความหนาไขมันสันหลัง** เป็นปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมสำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

การประมาณค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือ

ปริมาณอาหารที่กินเหลือ (RFI) คำนวณจากผลต่างระหว่างปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวัน (AFI) และ ปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินต่อวัน (EFI) ทำการประมาณค่า RFI โดยใช้วิธีการดังนี้

1. **วิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะ AFI**

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะ AFI ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least squares, OLS) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยเนื่องจากเพศ และครอกของสุกร มีอิทธิพล ($p<0.05$) ต่อลักษณะปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริง หลังจากนั้นทำการประมาณค่าอิทธิพลของปัจจัยเนื่องจากเพศ และครอกของสุกร โดยใช้โมเดลดังต่อไปนี้

$$AFI_{ijk} = \mu + Sex_i + Litter_j + e_{ijk} \quad (4)$$

โดยที่

AFI_{ijk} = ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวัน

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

Sex_i = อิทธิพลเนื่องจากเพศ ($i = 1, 2, 3$)

$Litter_j$ = อิทธิพลเนื่องจากครอกของสุกร ($j = 1, 2, \ldots, 103$)

e_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อน

2. **ปรับปัจจัยคงที่ออกจากลักษณะ AFI**

ค่า AFI ที่ใช้ในการประมาณค่า RFI เป็นค่าที่ถูกปรับปัจจัยคงที่เนื่องจากเพศและครอกของสุกร ที่ประมาณได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริง ในหัวข้อที่ผ่านมา โดยทำการปรับดังต่อไปนี้

$$Adj_AFI_i = AFI_i - Sex_i - Litter_i \quad (5)$$

โดยที่

Adj_AFI_i = ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวันที่ปรับปัจจัยคงที่ของสุกรตัวที่ i

Sex_i = ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลเนื่องจากเพศของสุกรตัวที่ i

$Litter_i$ = ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลเนื่องจากครอกของสุกรตัวที่ i

3. **สร้างสมการทำนายค่า** EFI

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ ทั้งแบบแบ่งกลุ่ม และแบบที่เป็นตัวแปรปรวนร่วม ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะ AFI ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least squares, OLS) เพื่อสร้างสมการทำนาย (regression model) ที่มีค่าความแม่นยำในการทำนายสูงที่สุด ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยเนื่องจากเพศ ครอกของสุกร ADG และ BF มีอิทธิพล ($p<0.05$) ต่อลักษณะปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวัน

หลังจากนั้นนำปัจจัยดังกล่าว คือ เพศ ครอกของสุกร ADG และ BF มาทำการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) เพื่อสร้างสมการทำนายโดยใช้โมเดลดังนี้

$$AFI_{ijk} = Sex_i + Litter_j + b_1ADG_{ijk} + b_2BF_{ijk} \quad (6)$$

โดยที่

AFI_{ijk} = ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้ต่อวัน ของสุกรตัวที่ k

Sex_i = อิทธิพลเนื่องจากเพศที่ i (i = 1, 2, 3)

$Litter_j$ = อิทธิพลเนื่องจากครอกของสุกรที่ j (j = 1, 2, …, 103)

b_1 = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่น (regression coeffient) สำหรับลักษณะ ADG

b_2 = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นสำหรับลักษณะ BF

ADG_{ijk} = ค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเพศที่ i ครอกของสุกรที่ j ของสุกรตัวที่ k

BF_{ijk} = ค่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรเพศที่ i ครอกของสุกรที่ j ของสุกรตัวที่ k

ผลจากการวิเคราะห์การถดถอย พบว่าสมการทำนายที่ได้มีค่าความแม่นยำในการทำนายสูงสุด ($R^2 = 0.85$) และได้สมการทำนายดังนี้

$$EFI_{ijk} = \mu + Sex_i + Litter_j + (0.001664)\ ADG_{ijk} + (0.041544)\ BF_{ijk} \qquad (7)$$

โดยที่

EFI_{ijk} = ปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรตัวที่ k จะกินได้

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

Sex_i = ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลเนื่องจากเพศที่ i (i = 1, 2, 3)

$Litter_j$ = ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลเนื่องจากครอกของสุกรที่ j (j = 1, 2, …, 103)

ADG_{ijk} = ค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเพศที่ i ครอกของสุกรที่ j ของสุกรตัวที่ k

BF_{ijk} = ค่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรเพศที่ i ครอกของสุกรที่ j ของสุกรตัวที่ k

4. ทำนายค่า EFI สำหรับสุกรแต่ละตัว

ในการทำนายค่า EFI สำหรับสุกรแต่ละตัวนั้น ทำนายโดยใช้สมการทำนายที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ผ่านมา (สมการที่ 7) โดยกำหนดให้ EFI เป็นตัวแปรตาม (dependent variable) และกำหนดให้เพศ ครอก อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และความหนาไขมันสันหลังของสุกรตัวที่ต้องการทำนายค่า EFI เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable)

อย่างไรก็ตามในการทำนายค่า EFI นี้จะทำนายค่า EFI ที่ปราศจากอิทธิพลของเพศและครอกของสุกร (Nguyen et al., 2001) จึงต้องปรับปัจจัยคงที่เนื่องจากอิทธิพลของเพศ และครอกของสุกรออกจากสมการทำนาย ดังนั้นจะได้สมการทำนายค่า EFI ที่ปรับอิทธิพลของเพศและครอกของสุกรออกแล้ว ดังนี้

$$EFI_i = \mu + (0.001664)\, ADG_i + (0.041544)\, BF_i \quad (8)$$

โดยที่

EFI_i = ค่าทำนายของปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินต่อวันของสุกรตัวที่ i (i = 1, 2, …, 479) (ค่า EFI ที่ปราศจากอิทธิพลเนื่องจากเพศและครอกของสุกร)

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

ADG_i = ค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรตัวที่ i

BF_i = ค่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรตัวที่ i

5. **คำนวณค่า** RFI

ปริมาณอาหารที่กินเหลือ คำนวณจากผลต่างระหว่างปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวันหลังปรับปัจจัยคงที่ (Adj_AFI) ที่ได้จากสมการที่ 5 และปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินต่อวัน (EFI) ที่ปราศจากปัจจัยคงที่ ที่ได้จากสมการที่ 8 โดยใช้โมเดลดังนี้

$$RFI_i = Adj_AFI_i - (\mu + 0.001664 \times ADG_i + 0.041544 \times BF_i) \quad (9)$$

โดยที่

RFI_i = ปริมาณอาหารที่กินเหลือ ของสุกรตัวที่ i (i = 1, 2, …, 479)

Adj_AFI_i = ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวันที่ปรับปัจจัยคงที่ของสุกรตัวที่ i

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ที่ได้จากสมการ 8)

ADG_i = ค่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรตัวที่ i

BF_i = ค่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรตัวที่ i

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าสถิติพรรณนา และการวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. **การวิเคราะห์ค่าสถิติพรรณนา**

นำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบ และการจัดการเบื้องต้น จำนวน 479 บันทึก จากสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซทั้งหมด 479 ตัว มาทำการวิเคราะห์ค่าสถิติพรรณนา ซึ่งประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของข้อมูล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2. **การวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์**

การวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน และการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 **การวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา**

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันด้วยแบบหุ่นเชิงเส้นตรง โดยนำปัจจัยคงที่ทั้งหมดเข้าสู่สมการพร้อมกัน ทำการวิเคราะห์แบบทีละลักษณะ (univariate analysis) ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least squares, OLS) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ จากนั้นพิจารณาว่าปัจจัยคงที่ปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปัจจัยคงที่ที่อาจมีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ที่ทำการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ สรุปในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่ม และปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมที่ทำการทดสอบ สำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (RFI) ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FE) และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร (ADG)

ปัจจัยคงที่	ลักษณะ		
	RFI	FE	ADG
<u>แบบแบ่งกลุ่ม</u>			
เพศของสุกร	✓	✓	✓
พ่อพันธุ์ของสุกร	✓	✓	✓
แม่พันธุ์ของสุกร	✓	✓	✓
ครอกของสุกร	✓	✓	✓
ปี-เดือนที่สุกรเกิด	✓	✓	✓
วันที่สุกรเข้าทดสอบ	✓	✓	✓
ปี-เดือนที่สุกรเข้าทดสอบ	✓	✓	✓
<u>ตัวแปรปรวนร่วม</u>			
อายุสุกรที่เข้าทดสอบ	✓	✓	✓
น้ำหนักสุกรที่เข้าทดสอบ	✓	✓	✓
อายุสุกรที่ออกทดสอบ	✓	✓	–
น้ำหนักสุกรที่ออกทดสอบ	✓	✓	–
ความหนาไขมันสันหลัง	✓	✓	✓

✓ ปัจจัยคงที่ที่อาจมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา

– ปัจจัยคงที่ที่ไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบหลายลักษณะพร้อมกัน เพื่อประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) (Patterson and Thompson, 1971) ด้วยโปรแกรม REMLF90 (Misztal, 2001) โดยที่แบบหุ่นผสมเชิงเส้นตรงที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนมีรูปแบบดังนี้

$$\left.\begin{aligned} \boldsymbol{y_1} &= \boldsymbol{X_1 b_1} + \boldsymbol{Z_1 a_1} + \boldsymbol{e} \\ \boldsymbol{y_2} &= \boldsymbol{X_2 b_2} + \boldsymbol{Z_2 a_2} + \boldsymbol{e} \\ \boldsymbol{y_3} &= \boldsymbol{X_3 b_3} + \boldsymbol{Z_3 a_3} + \boldsymbol{e} \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

โดยที่

$\boldsymbol{Y}_{1\text{-}3}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะที่ทำการศึกษา โดยที่ y_1 ถึง y_3 คือลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ตามลำดับ

$\boldsymbol{X}_{1\text{-}3}$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตของลักษณะที่ทำการศึกษา และปัจจัยคงที่

$\boldsymbol{Z}_{1\text{-}3}$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตของลักษณะที่ทำการศึกษา และปัจจัยสุ่ม

$\boldsymbol{b}_{1\text{-}3}$ = เวกเตอร์ของปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา ในข้อ 2.1

$\boldsymbol{a}_{1\text{-}3}$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ ซึ่ง $a \sim NID(0, A\sigma_a^2)$ และ A เป็นเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

$\boldsymbol{e}$ = เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อน ซึ่ง $e \sim NID(0, I\sigma_e^2)$

และมีองค์ประกอบความแปรปรวนดังนี้

$$var\begin{bmatrix} \boldsymbol{a}_1 \\ \boldsymbol{a}_2 \\ \boldsymbol{a}_3 \\ \boldsymbol{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{A}\sigma^2_{a_{11}} & \boldsymbol{A}\sigma_{a_{12}} & \boldsymbol{A}\sigma_{a_{13}} & \boldsymbol{0} \\ \boldsymbol{A}\sigma_{a_{21}} & \boldsymbol{A}\sigma^2_{a_{22}} & \boldsymbol{A}\sigma_{a_{23}} & \boldsymbol{0} \\ \boldsymbol{A}\sigma_{a_{31}} & \boldsymbol{A}\sigma_{a_{32}} & \boldsymbol{A}\sigma^2_{a_{33}} & \boldsymbol{0} \\ \boldsymbol{0} & \boldsymbol{0} & \boldsymbol{0} & \boldsymbol{I}\sigma^2_e \end{bmatrix} \quad (11)$$

โดยที่

A = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

I = เมตริกซ์เอกลักษณ์

σ^2_a = ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม ($\sigma^2_{a_{ii}}$) ของลักษณะที่ i และความแปรปรวนร่วมของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม ($\sigma^2_{a_{ij}}$) ระหว่างลักษณะที่ i และ j (i และ j มีค่าเท่ากับ 1 ถึง 3)

σ^2_e = ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของ ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน โดยนำค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่วิเคราะห์ได้จากข้อ 2.2 เข้าสู่สมการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.1 **ค่าอัตราพันธุกรรม** (h^2) ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประมาณได้จากการนำค่าความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม (σ^2_a) และค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2_e) มาเข้าสู่สมการดังนี้ (Falconer and Mackey, 1996)

$$\boldsymbol{h}^2 = \frac{\sigma^2_a}{\sigma^2_a + \sigma^2_e} \quad (12)$$

โดยที่

h^2 =ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษา

σ_a^2 =ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม

σ_e^2 =ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

2.3.2 **ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม** (r_{gg}) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา ประมาณได้จากค่าความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสมของแต่ละลักษณะ และค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา โดยใช้สมการดังนี้ (Falconer and Mackey, 1996)

$$r_{gg} = \frac{\sigma_{a_1 a_2}}{\sqrt{\sigma^2_{a_1}\sigma^2_{a_2}}} \qquad (13)$$

โดยที่

r_{gg} = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา

$\sigma_{a_1 a_2}$ = ค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา

$\sigma^2_{a_1}$ = ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 1

$\sigma^2_{a_2}$ = ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 2

2.3.3 **ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ** (r_{pp}) ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษาสามารถประมาณได้จาก ค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของแต่ละลักษณะ และค่าความแปรปรวนร่วมทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา โดยใช้สมการดังนี้ (Falconer and Mackey, 1996)

$$r_{pp} = \frac{\sigma_{p_1 p_2}}{\sqrt{\sigma^2_{p_1}\sigma^2_{p_2}}} \qquad (14)$$

โดยที่

$\boldsymbol{r}_{pp}$ = ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา

$\sigma_{p_1 p_2}$ = ค่าความแปรปรวนร่วมทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา

$\sigma^2_{p_1}$ = ค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะที่ 1

$\sigma^2_{p_2}$ = ค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะที่ 2

2.3.4 **ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน** (standard error, S.E., $\boldsymbol{\sigma}$) เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90 ไม่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าประมาณทางพันธุกรรม (genetic component estimations) อย่างไรก็ตามค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าอัตราพันธุกรรม สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Swigger และคณะ (1964) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Falconer และ Mckay (1996) ซึ่งวิธีการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนทั้งสองวิธีนี้ได้ถูกใช้เพื่อประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในงานวิจัยอื่นๆ ที่ทำการประมาณค่าทางพันธุกรรมด้วยโปรแกรม BLUPF90 (Lo et al., 1992[b]; Chen et al., 2002; Nemcova et al., 2011) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

1) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าอัตราพันธุกรรม (Swigger et al., 1964)

$$S.E.(h^2) = 4\sqrt{\frac{2(N-1)(1-t)^2[1+(k-1)t]^2}{k^2(N-S)(S-1)}} \qquad (15)$$

โดยที่

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

S = จำนวนพ่อพันธุ์

K = $\left(\frac{1}{S-1}\right) \times \left[N - \left(\frac{\sum n_i^2}{N}\right)\right]$

n_i = จำนวนข้อมูลของพ่อที่ i

t = *สหสัมพันธ์ภายในชั้น* (intraclass correlation)
assume = 0.25 h^2 (Lo et al., 1992)

2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Falconer and Mckay, 1996)

$$S.E.\left(r_{xy}\right)=\frac{1-r_{xy}^2}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{\sigma h_x^2 \sigma h_y^2}{h_x^2 h_y^2}} \qquad (16)$$

$S.E.\left(r_{xy}\right)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ x และ y

r_{xy}^2 = กำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ x และ y

$\sigma\left(h_x^2\right)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ x

$\sigma\left(h_y^2\right)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ y

h_x^2 = ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ x

h_y^2 = ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ y

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพรรณนา

1. ค่าสถิติพรรณนาของสุกรที่เข้าทดสอบรวมทุกเพศ

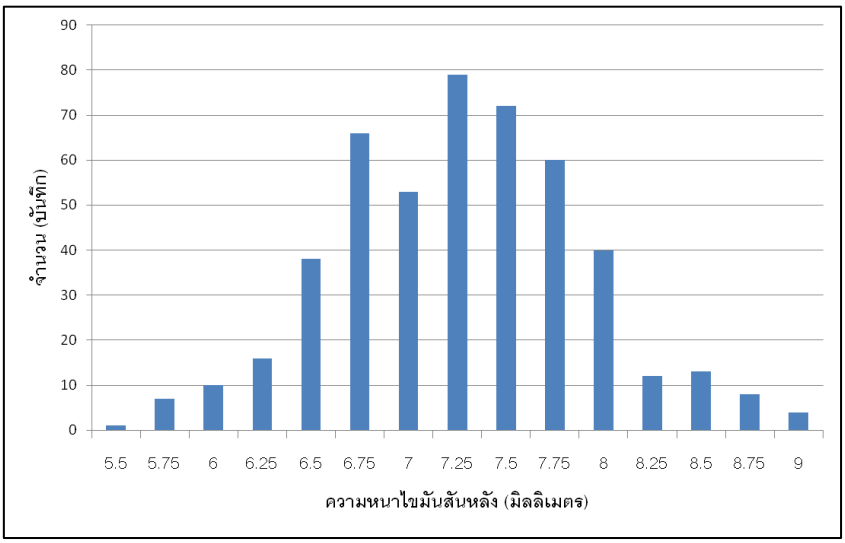
ค่าสถิติพรรณนาของลักษณะที่ทำการศึกษาของสุกรรวมทุกเพศ แสดงดังตารางที่ 4.1 สุกรที่ศึกษามีอายุเมื่อเข้าทดสอบเฉลี่ย 85.22 ± 4.14 วัน ที่น้ำหนักเฉลี่ย 24.50 ± 6.35 กิโลกรัม มีระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบเฉลี่ย 93.76 ± 12.30 วัน และออกทดสอบที่อายุเฉลี่ย 178.97 ± 12.81 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 98.80 ± 13.34 กิโลกรัม สุกรมีความหนาไขมันสันหลังเมื่อออกทดสอบเฉลี่ย 7.27 ± 0.64 มิลลิเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 798.09 ± 121.77 กรัม/วัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ย 0.43 ± 0.07 ปริมาณอาหารที่สุกรเข้าทดสอบกินได้จริงต่อวัน และปริมาณอาหารที่สุกรกินได้จริงต่อวันที่ถูกปรับอิทธิพลเนื่องจากเพศและครอกของสุกร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.88 ± 0.33 และ 1.52 ± 0.20 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ที่ถูกปรับอิทธิพลเนื่องจากเพศและครอกของสุกร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 ± 0.21 กิโลกรัม/วัน และปริมาณอาหารที่กินเหลือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60 ± 190 กรัม/วัน

สุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์นอรเวย์ ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความหนาไขมันสันหลังต่ำ ผลการศึกษาพบว่าสุกรที่เข้าทดสอบมีค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังต่ำคือ 7.27 มิลลิเมตร การกระจายตัวของความหนาไขมันสันหลังของสุกรรวมทุกเพศ แสดงในภาพที่ 4.1 ข้อมูลส่วนใหญ่ (85.17 เปอร์เซ็นต์) เป็นข้อมูลของสุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.0 มิลลิเมตร โดยมีค่าฐานนิยม (mode) อยู่ที่ 7.25 มิลลิเมตร ข้อมูลของสุกรเพียง 7.10 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความหนาไขมันสันหลังน้อยกว่า 6.5 มิลลิเมตร และ 7.73 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความหนาไขมันสันหลังมากกว่า 8.0 มิลลิเมตร โดยสุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังสูงที่สุดมีความหนาไขมันสันหลังเท่ากับ 9.0 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติพรรณนาของลักษณะที่ทำการศึกษาของสุกรรวมทุกเพศ

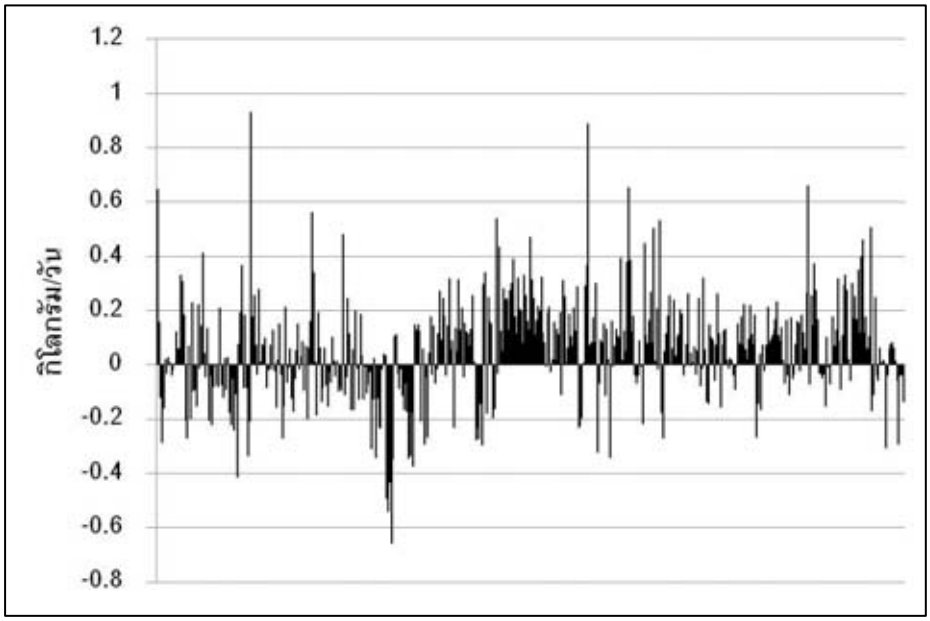
ลักษณะ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
อายุเข้าทดสอบ (วัน)	85.22	4.14	72.00	92.00
อายุออกทดสอบ (วัน)	178.97	12.81	142.00	224.00
น้ำหนักเข้าทดสอบ (กก.)	24.50	6.35	9.10	63.13
น้ำหนักออกทดสอบ (กก.)	98.80	13.34	54.00	133.00
ระยะเวลาทดสอบ (วัน)	93.76	12.30	56.00	140.00
ความหนาไขมันสันหลัง (มม.)	7.27	0.64	5.50	9.00
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	798.09	121.77	401.00	1176.00
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.43	0.07	0.24	0.91
อาหารที่กินได้ (กก./วัน)	1.88	0.33	0.82	2.81
อาหารที่กินได้ปรับ*(กก./วัน)	1.52	0.20	0.81	2.31
อาหารที่คาดว่าจะกินได้*(กก./วัน)	1.46	0.21	0.74	2.12
อาหารที่กินเหลือ (กก./วัน)	0.06	0.19	-0.66	0.93

* ปริมาณอาหารที่ปรับอิทธิพลปัจจัยคงที่เนื่องจากเพศและครอกของสุกร



ภาพที่ 4.1 การกระจายตัวของความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยของสุกรรวมทุกเพศ

การกระจายตัวของปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรรวมทุกเพศ แสดงในภาพที่ 4.2 ข้อมูลส่วนใหญ่ (62.21 เปอร์เซ็นต์) เป็นข้อมูลของสุกรที่มีปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่ามากกว่าศูนย์ (0.01 ถึง 0.93 กิโลกรัม/วัน) แสดงว่าสุกรเหล่านี้มีปริมาณอาหารที่กินจริงต่อวันสูงกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ สำหรับสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารที่ดีคือมีปริมาณอาหารที่กินจริงต่อวันมีค่าเป็นลบคือมีค่าน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้มีอยู่จำนวน 181 ตัว คิดเป็น 37.79 เปอร์เซ็นต์ของสุกรที่เข้าทดสอบทั้งหมด



ภาพที่ 4.2 การกระจายตัวของปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรรวมทุกเพศ

2. ค่าสถิติพรรณนาจำแนกตามเพศของสุกร

ค่าสถิติพรรณนาของลักษณะที่ใช้ในการศึกษาเมื่อจำแนกตามเพศของสุกร แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 สุกรที่เข้าทดสอบทั้งสิ้น 479 ตัว มาจากสุกรเพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอนจำนวน 91 260 และ 128 ตัว ตามลำดับ มีอายุเฉลี่ยที่เข้าทดสอบใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามสุกรเพศผู้มีอายุที่ออกทดสอบน้อยที่สุด (174.36 ± 11.71 วัน) และมีระยะเวลาที่ใช้ทดสอบสั้นที่สุด (88.96 ± 11.09 วัน) ส่วนสุกรเพศเมียมีอายุที่ออกทดสอบ (180.85 ± 12.58 วัน) และระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ (95.42 ± 12.37 วัน) มากกว่าสุกรเพศผู้แต่ไม่ต่างจากสุกรเพศผู้ตอน สำหรับลักษณะน้ำหนักที่เข้า

ทดสอบ พบว่าสุกรเพศผู้มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักเข้าทดสอบมากที่สุด (25.28 ± 6.31 กิโลกรัม) ในขณะที่สุกรเพศผู้ตอนมีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักออกทดสอบมากที่สุด (101.85 ± 11.28 กิโลกรัม)

สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ความหนาไขมันสันหลัง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ผลการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้มีสมรรถภาพการผลิตสูงที่สุดในทุกลักษณะ สุกรเพศเมียมีสมรรถภาพการผลิตต่ำที่สุดในลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร สำหรับสุกรเพศผู้ตอนมีสมรรถภาพการผลิตต่ำที่สุดในลักษณะความหนาไขมันสันหลัง

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่กินได้จริงของสุกรเพศผู้ตอนมีค่าสูงที่สุด สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่กินได้จริงหลังทำการปรับปัจจัยคงที่เนื่องจากเพศและครอกของสุกรออกแล้ว พบว่ามีค่าเท่ากันในสุกรทุกเพศ ค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ (ที่ผ่านการปรับปัจจัยคงที่) ของสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอนมีค่าเท่ากัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ของสุกรเพศเมียมีค่าต่ำที่สุด

ถ้าค่าของปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าต่ำแสดงว่าสุกรตัวนั้นมีประสิทธิภาพดี ค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอนมีค่าเป็นลบ ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรเพศเมียมีค่าเป็นบวก แสดงว่าสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอนกินอาหารน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ ในขณะที่สุกรเพศเมียกินอาหารมากกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของลักษณะที่ทำการศึกษาจำแนกตามเพศของสุกร

ลักษณะ	เพศผู้ (91 ตัว)	เพศเมีย (260 ตัว)	เพศผู้ตอน (128 ตัว)
อายุเข้าทดสอบ (วัน)	85.41 ± 4.22	85.43 ± 4.14	84.65 ± 4.07
อายุออกทดสอบ (วัน)	174.36 ± 11.71[a]	180.85 ± 12.58[b]	178.44 ± 13.22[b]
น้ำหนักเข้าทดสอบ (กก.)	25.28 ± 6.31	24.47 ± 6.13	24.03 ± 6.81
น้ำหนักออกทดสอบ (กก.)	100.05 ± 13.83[b]	96.86 ± 13.8[a]	101.85 ± 11.28[b]
ระยะเวลาทดสอบ (วัน)	88.96 ± 11.09[a]	95.42 ± 12.37[b]	93.79 ± 12.17[b]
ความหนาไขมันสันหลัง (มม.)	7.09 ± 0.6[a]	7.24 ± 0.62[a]	7.46 ± 0.67[b]
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	845.35 ± 123.7[b]	761.81 ± 105.26[a]	838.17 ± 128.27[b]
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.47 ± 0.09[c]	0.42 ± 0.06[a]	0.44 ± 0.07[b]
อาหารที่กินได้ (กก./วัน)	1.85 ± 0.33[a]	1.85 ± 0.33[a]	1.95 ± 0.33[b]
อาหารที่กินได้ปรับ*(กก./วัน)	1.52 ± 1.18	1.52 ± 0.19	1.52 ± 0.24
อาหารที่คาดว่าจะกินได้*(กก./วัน)	1.54 ± 0.22[b]	1.40 ± 0.18[a]	1.54 ± 0.22[b]
อาหารที่กินเหลือ (กก./วัน)	-0.02± 0.22[a]	0.12 ± 0.17[b]	-0.02 ± 0.16[a]

* ปริมาณอาหารที่ปรับอิทธิพลปัจจัยคงที่เนื่องจากเพศและครอกของสุกร

[a, b, c] ค่าเฉลี่ยภายในลักษณะเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

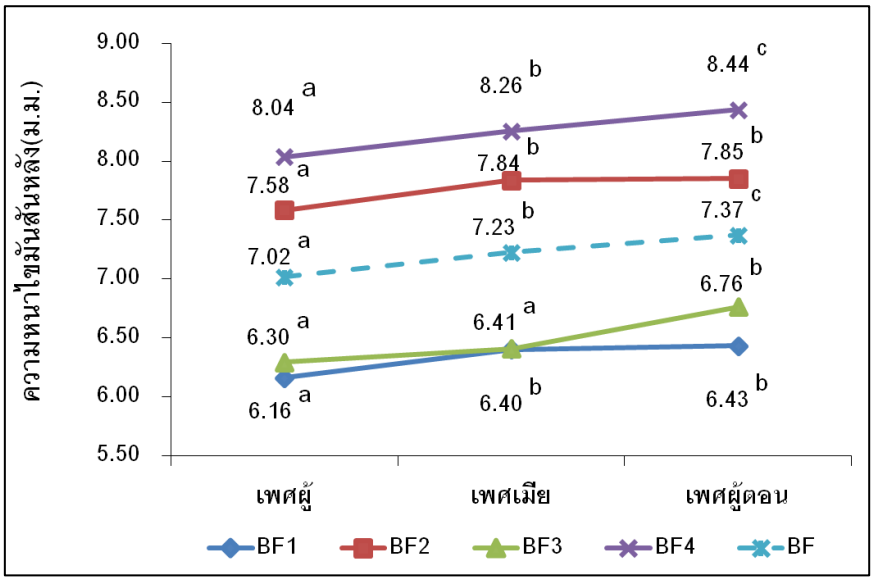
3. ความหนาไขมันสันหลังวัดที่ตำแหน่งต่าง ๆ จำแนกตามเพศของสุกร

ความหนาไขมันสันหลังที่ได้จากการวัดที่ตำแหน่งต่างๆ 4 ตำแหน่ง ของสุกรแต่ละเพศแสดงในภาพที่ 4.3 ความหนาไขมันสันหลังแสดงเป็นค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ที่ปรับปัจจัยเนื่องจากกลุ่มการจัดการของเดือน-ปีที่ทำการทดสอบ และตัวแปรปรวนร่วมเนื่องจากน้ำหนักของสุกรเมื่อออกทดสอบ ผลการศึกษาพบว่าสุกรเพศผู้มีความหนาไขมันสันหลังบางที่สุด ($p<0.05$) ในทุกจุดที่ทำการวัดเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรเพศเมียและสุกรเพศผู้ตอน ยกเว้นที่ BF3 ที่พบว่ามีค่าไม่ต่างจาก BF3 ของสุกรเพศเมีย ส่วนสุกรเพศผู้ตอนมีความหนาไขมันสันหลังสูงที่สุดในตำแหน่ง BF3 และ BF4 ในขณะที่ BF1 และ BF2 มีค่าไม่ต่างจาก BF1 และ BF2 ของสุกรเพศเมีย

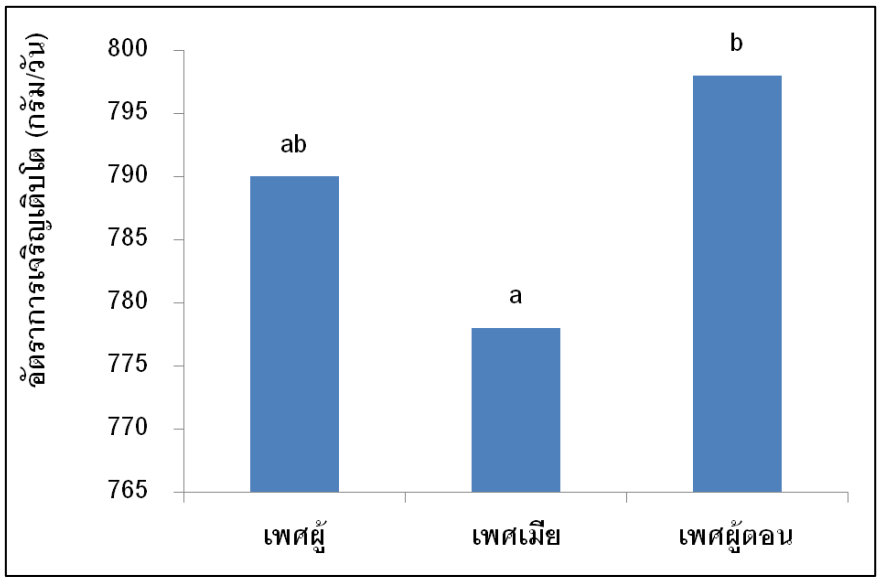
ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยจากการวัดความหนาไขมันสันหลังทั้ง 4 ตำแหน่ง (BF) พบว่าสุกรเพศผู้มีความหนาไขมันสันหลังต่ำที่สุด ($p<0.05$) รองลงมาเป็นสุกรเพศเมีย และสุกรเพศผู้ตอนตามลำดับ

4. อัตราการเจริญเติบโตจำแนกตามเพศของสุกร

ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตของสุกร ที่ปรับปัจจัยเนื่องจากกลุ่มการจัดการของเดือน-ปีที่เข้าการทดสอบ ครอกของสุกร และตัวแปรปรวนร่วมเนื่องจากความหนาไขมันสันหลังของสุกรเมื่อออกทดสอบ จำแนกตามเพศของสุกร แสดงในภาพที่ 4.4 พบว่าค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ เพศเมีย และเพศผู้ตอน มีค่าเท่ากับ 841.38 752.71 และ 817.41 กรัม/วัน ตามลำดับ สุกรเพศผู้มีค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ของอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ไม่แตกต่างจากของสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย อย่างไรก็ตามสุกรเพศเมียมีแนวโน้มที่จะมีค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำที่สุด



ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยลีสแคว์ของความหนาไขมันสันหลังวัดที่ตำแหน่งต่างๆ จำแนกตามเพศของสุกร ([a, b, c] ค่าเฉลี่ยแบบลีสแคว์ภายในลักษณะเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$; BF1 = 2.5 เซนติเมตรหน้ากระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย BF2 = หลังกระดูกไหล่ BF3 = ตำแหน่งที่ความหนาไขมันสันหลังบางที่สุด BF4 = ตำแหน่งที่ความไขมันสันหลังหนาที่สุด และ BF = ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยจากการวัดความหนาไขมันสันหลังทั้ง 4 ตำแหน่ง)



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยลีสแคว์ของอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน จำแนกตามเพศของสุกร ([a, b] ค่าเฉลี่ยแบบลีสแคว์ที่มีอักษรต่างกัน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ $p<0.05$)

5. ลักษณะที่ทำการศึกษาจำแนกตามความหนาไขมันสันหลัง

เมื่อทำการจำแนกสุกรโดยใช้ค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังของสุกรที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นเกณฑ์ และแบ่งสุกรออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มสุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังบาง (≤ 7.25 มิลลิเมตร) และความหนาไขมันสันหลังหนา (> 7.25 มิลลิเมตร) (ตารางที่ 4.3) พบว่าสุกรกลุ่มที่มีความหนาไขมันสันหลังหนามีระยะเวลาทดสอบนานกว่า และมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าสุกรกลุ่มที่มีความหนาไขมันสันหลังบาง เท่ากับ 3.52 วัน และ 45.07 กรัม/วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม สุกรกลุ่มที่มีความหนาไขมันสันหลังหนามีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำกว่ากลุ่มที่มีความหนาไขมันสันหลังบางเท่ากับ 0.02 และกินอาหารมากกว่าอยู่เท่ากับ 160 กรัม/วัน นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มของความหนาไขมันสันหลังไม่ส่งอิทธิพลต่อลักษณะอาหารที่กินเหลือ (p>0.05)

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยลีสแควร์ที่ปรับด้วยปัจจัยเนื่องจากเพศของสุกร ของลักษณะระยะเวลาทดสอบ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณอาหารที่กินได้จริง และปริมาณอาหารที่กินเหลือ จำแนกตามความหนาไขมันสันหลังของสุกร

ลักษณะ	ความหนาไขมันสันหลัง		
	บาง (≤ 7.25 มม.) (270 ตัว)	หนา (> 7.25 มม.) (209 ตัว)	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาทดสอบ (วัน)	91.19	94.71	p = 0.0018
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	795.51	840.58	p < 0.0001
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.45	0.43	p = 0.0052
อาหารที่กินได้ (กก./วัน)	1.82	1.98	p < 0.0001
อาหารที่กินเหลือ (กก./วัน)	0.04	0.01	P = 0.1021

6. ลักษณะที่ทำการศึกษาจำแนกตามปริมาณอาหารที่กินเหลือ

เมื่อทำการจำแนกสุกรโดยใช้ค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรเป็นเกณฑ์ แบ่งสุกรออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารไม่ดี (กินอาหารมากกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าจะกินได้ หรือ RFI > 0 กรัม/วัน) และกลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารดี (กินอาหารน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าจะกินได้ หรือ RFI < 0 กรัม/วัน) (ตารางที่ 4.4) พบว่ากลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารดี เข้าทดสอบที่น้ำหนักมากกว่า มีระยะเวลาทดสอบสั้นกว่า มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่า กลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารไม่ดี เท่ากับ 1.62 กิโลกรัม 5.92 วัน 65.15 กรัม/วัน และ 0.03 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสุกรทั้งสองกลุ่มมีอายุเฉลี่ยที่เข้าทดสอบ และมีปริมาณอาหารที่กินต่อวันเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยลีสแควร์ที่ปรับด้วยปัจจัยเนื่องจากเพศของสุกร ของลักษณะระยะเวลาทดสอบ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณอาหารที่กินได้จริง และปริมาณอาหารที่กินเหลือ จำแนกตามสมรรถภาพการกินอาหารของสุกร

ลักษณะ	สมรรถภาพการกินอาหาร*		
	ไม่ดี (300 ตัว)	ดี (179 ตัว)	ระดับนัยสำคัญ
อายุเข้าทดสอบ (วัน)	85.21	85.10	p = 0.80
อายุออกทดสอบ (วัน)	180.56	174.54	p = 0.01
น้ำหนักเข้าทดสอบ (กก.)	23.87	25.49	p < 0.0001
น้ำหนักออกทดสอบ (กก.)	98.26	101.24	p = 0.03
ระยะเวลาทดสอบ (วัน)	93.35	89.43	p < 0.0001
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	786.20	851.35	p < 0.0001
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.43	0.46	p < 0.0001
อาหารที่กินได้ (กก./วัน)	1.89	1.89	p = 0.66
อาหารที่กินเหลือ (กก./วัน)	0.15	-0.13	P < 0.0001

* ไม่ดี = ปริมาณอาหารที่กินได้จริงมากกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าจะกินได้ (RFI > 0 กรัม/วัน)
ดี = ปริมาณอาหารที่กินได้จริงน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าจะกินได้ (RFI < 0 กรัม/วัน)

ค่าทางพันธุศาสตร์

1. ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา

จากการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร (ตารางที่ 4.5) พบว่าปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่มเนื่องจากเพศของสุกร และครอกของสุกรมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ทำการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และปัจจัยเนื่องจากปี-เดือนที่สุกรเข้าทดสอบมีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมพบว่า ปัจจัยเนื่องจากอายุ และน้ำหนักของสุกรที่ออกทดสอบ มีอิทธิพลต่อลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เพียงลักษณะเดียว ส่วนปัจจัยเนื่องจากความหนาไขมันสันหลังของสุกรมีอิทธิพลต่อลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.5 ปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่ม และปัจจัยคงที่ที่เป็นตัวแปรปรวนร่วมที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (RFI) ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FE) และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร (ADG)

ลักษณะ	ปัจจัยคงที่[1]					
	แบบแบ่งกลุ่ม			ตัวแปรปรวนร่วม		
	SEX	LITTER	YMT	FAGE	FWT	BF
RFI	*	*	*	-	-	-
FE	*	*	-	*	*	*
ADG	*	*	*	-	-	*

[1] SEX = เพศสุกร (เพศผู้ เพศเมีย เพศผู้ตอน); LITTER = ครอกของสุกร; YMT = ปี - เดือนที่สุกรเข้าทดสอบ; FAGE = อายุที่สุกรออกทดสอบ; FWT = น้ำหนักที่สุกรออกทดสอบ และ BF = ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยของสุกร

* $p < 0.05$, - ปัจจัยคงที่ที่ไม่ได้นำเข้าวิเคราะห์ เนื่องจาก $p > 0.05$

2. องค์ประกอบความแปรปรวน

ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม และค่าความแปรปรวนร่วมทางลักษณะปรากฏของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนด้วยแบบหุ่นผสมเชิงเส้นตรง แสดงดังตารางที่ 4.6

ความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมของ ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าเท่ากับ 37.35 (กรัม/วัน)^2 6.49 และ 4,181 (กรัม/วัน)^2 ตามลำดับ และมีค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสำหรับลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเท่ากับ 198.5 (กรัม/วัน)^2 13.24 และ 6,765 (กรัม/วัน)^2 ตามลำดับ

ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่าเป็นลบ ส่วนความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับอัตราการเจริญเติบโตมีค่าเป็นบวก และความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารกับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีค่าเป็นบวก

ความแปรปรวนร่วมทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าเป็นลบ ในขณะที่ความแปรปรวนร่วมทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารกับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าเป็นบวก

ตารางที่ 4.6 ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม (แนวเส้นทแยงมุม) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (ค่าภายในวงเล็บ) ค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือแนวเส้นทแยงมุม) และค่าความแปรปรวนร่วมทางลักษณะปรากฏ (ใต้แนวเส้นทแยงมุม) ของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (RFI) ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FE) และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร (ADG)

ลักษณะ	RFI	FE	ADG
RFI	**37.35 (198.5)**	-8.54	7.16
FE	-55.50	**6.49 (13.24)**	24.09
ADG	-2.53	68.45	**4,181 (6,765)**

3. ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร แสดงดังตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าค่อนข้างต่ำคือมีค่าเท่ากับ 0.16 ส่วนลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรและลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.38 ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ กับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร มีค่าค่อนข้างสูงแต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม โดยมีค่าเท่ากับ -0.55 หมายความว่าถ้าทำการคัดเลือกให้ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าลดลงจากที่คาดไว้ จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น เนื่องจากค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือคำนวณได้จากปริมาณอาหารที่กินได้จริงลบด้วยปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ ดังนั้นถ้าค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือน้อยลง หมายถึงอาหารที่สุกรกินได้จริงถูกนำไปใช้เพื่อการดำรงชีพและเพื่อการให้ผลผลิตได้หมดไม่มีเหลือ ค่าที่ได้จึงมีค่าน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ ทำให้มีค่าติดลบมากขึ้น นั่นคือสุกรกินอาหารเหลือน้อยลง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารกับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าไม่ต่างจากศูนย์ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.02 ± 0.38 และ 0.15 ± 0.31 ตามลำดับ แสดงว่าการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ หรือการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร จะไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร มีค่าสูงและมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยมีค่าเท่ากับ -0.81 แสดงว่าสุกรที่กินอาหารเหลือน้อยเป็นสุกรที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดี ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ กับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าต่ำมาก แสดงว่าค่าปริมาณอาหารที่สุกรกินเหลือที่สามารถคำนวณได้นั้นไม่มีความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรตัวนั้น

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร กับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีค่าต่ำและมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 0.15 แสดงว่าสุกรที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีคือมีค่าสูง เป็นสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงเช่นกัน

ตารางที่ 4.7 ค่าอัตราพันธุกรรม (ตามแนวเส้นทแยงมุม) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือแนวเส้นทแยงมุม) ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (ใต้แนวเส้นทแยงมุม) ของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (RFI) ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FE) และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร (ADG)

ลักษณะ	RFI	FE	ADG
RFI	**0.16±0.1**	-0.55±0.27	0.02±0.38
FE	-0.81	**0.33±0.15**	0.15±0.31
ADG	-0.00	0.15	**0.38±0.17**

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

ค่าสถิติพรรณนา

อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรรวมทุกเพศที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นอัตราการเจริญเติบโตในช่วงอายุ 85.22 ถึง 178.97 วัน และอยู่ในช่วงน้ำหนัก 24.50 ถึง 98.80 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 798.09 $\pm$121.77 กรัม/วัน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Imboonta และคณะ (2007) ที่ทำการศึกษาในสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซเพศผู้และเพศเมีย และทดสอบในช่วงอายุ 63 ถึง 184 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 780 กรัม/วัน แต่มีค่าน้อยกว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (902 กรัม/วัน) ของสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (50% ดูร็อก 25% แลนด์เรซ 25% ลาร์จไวท์) ที่ทดสอบในช่วงน้ำหนัก 40 ถึง 100 กิโลกรัม ที่รายงานโดย Teye และคณะ (2006) และน้อยกว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (1,020 ถึง 1,090 กรัม/วัน) ของสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (50%ดูร็อก 25% แลนด์เรซ 25%ลาร์จไวท์) ที่ทดสอบในช่วงน้ำหนัก 54 ถึง 103 กิโลกรัม ที่รายงานโดย Chiba และคณะ (1995) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดเนื่องจากสุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นสุกรพันธุ์แท้ ส่วนสุกรที่ใช้ในงานวิจัยที่อ้างถึงทั้งสองงานวิจัย เป็นสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ ซึ่งอาจได้ประโยชน์จากการเกิดเฮทเทอโรซีสในตัวสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ นอกจากนี้งานวิจัยทั้งสองทำการทดสอบสุกรที่น้ำหนักเริ่มต้นสูงกว่า จึงทำให้สุกรมีค่าอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าค่าที่รายงานในการศึกษานี้

เมื่อเปรียบเทียบกับผลจากการศึกษาอื่นที่ทำการทดสอบในประเทศไทยพบว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่า พันธุ์ของสุกรต่างกัน และทำการทดสอบที่ช่วงอายุต่างกัน เช่น การทดสอบสุกรพันธุ์แลนด์เรซจำนวน 306 ตัว ในช่วงน้ำหนัก 30 ถึง 90 กิโลกรัม โดยใช้อาหารที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ตลอดการทดลอง พบว่ามีค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 872.05 กรัม/วัน (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2008) ในขณะที่ มังกร และคณะ (2007) รายงานใน การทดสอบสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) ในช่วงน้ำหนัก 30 ถึง 90 กิโลกรัม โดยใช้อาหารโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 867.02 กรัม/วัน ชำนาญ และคณะ (2009) และการทดสอบสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์ (ดูร็อก-ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) อายุ

เฉลี่ย 82.5 ถึง 178 วันและน้ำหนักเฉลี่ย 22 ถึง 100 กิโลกรัม พบว่ามีค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 824.43 $\pm$ 85.58 กรัม/วัน โดยใช้อาหารโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และ 16 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสุกรในช่วงน้ำหนัก 20 ถึง 50 กิโลกรัม และ 50 ถึง 100 กิโลกรัม ตามลำดับเมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรแต่ละเพศในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสุกรเพศผู้มีแนวโน้มที่จะมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Davies (1982) ที่รายงานว่าสุกรเพศผู้มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเนื่องจากได้รับอิทธิพลของฮอร์โมนเพศผู้

ประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรรวมทุกเพศที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 เมื่อเปลี่ยนค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FE) เป็นค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) จะมีค่าเท่ากับ 2.33 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (2.34) ที่ทำการศึกษาในสุกรพันธุ์แลนด์เรซจำนวน 306 ตัว (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2008) อย่างไรก็ตามอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกรลูกผสมสามสายพันธุ์เพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย ที่เกิดจากแม่พันธุ์แลนด์เรซ-ลาร์จไวท์สายพันธุ์นอรเวย์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.45 (ชำนาญ และคณะ, 2009) และค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) ที่มีค่าเท่ากับ 2.42 ที่ทำการทดสอบในช่วงน้ำหนัก 30 ถึง 90 กิโลกรัม (มังกร และคณะ, 2007) แสดงว่าสุกรที่ใช้ในการศึกษานี้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าแม้ว่าสุกรในการศึกษาที่นำมาเปรียบเทียบเป็นสุกรลูกผสมก็ตาม ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากสุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ผ่านการคัดเลือกภายในฟาร์มมาอย่างต่อเนื่อง

ลักษณะความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.27 มิลลิเมตร และ 85.17 เปอร์เซนต์ของสุกรที่ศึกษาทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังอยู่ในช่วง 6.5 ถึง 8.0 มิลลิเมตร แสดงว่าสุกรที่ทดสอบมีความแปรปรวนของความหนาไขมันสันหลังต่ำ สุกรที่ทดสอบมีค่าความหนาไขมันสันหลังต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรจากรายงานของ Imboonta และคณะ (2007) ที่รายงานค่าค่าเฉลี่ยความหนาไขมันสันหลังของสุกรพันธุ์แลนด์เรซเพศผู้และเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 7.86 $\pm$ 1.77 มิลลิเมตร ในขณะที่ Holm และคณะ (2004) รายงานค่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรปรับที่น้ำหนัก 100 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 9.89 $\pm$ 1.43 มิลลิเมตร Kerr และคณะ (2003) รายงานค่าความหนาไขมันสันหลังของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (แลนด์เรซ-แฮมเชียร์) ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูง (3,280 ถึง 3,300 กิโลแคลอรี) มีค่าเท่ากับ 26.08 มิลลิเมตร การที่ค่าความหนาไขมันสันหลังแตกต่างกันนี้เกิดเนื่องจากสุกรผ่านการคัดเลือกมาต่างกัน และพลังงานในอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร

ต่างกัน สุกรที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำอาจมีผลทำให้ความหนาไขมันสันหลังต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Apple และคณะ (2004) ที่รายงานว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำลงจาก3,480 กิโลแคลอรี เหลือ 3,300 กิโลแคลอรี จะมีความหนาไขมันสันหลังลดลงจาก 18.3 มิลลิเมตร ลดลงเหลือ 17.1 มิลลิเมตร

ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรรวมทุกเพศที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 $\pm$ 0.19 กิโลกรัม/วัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะอาหารที่กินเหลือมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย $(\mathrm{CV} = \frac{\mathrm{SD}}{\bar{\mathrm{X}}} = 3.17)$ เนื่องจากค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือมีทั้งค่าบวกและค่าลบเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจึงได้ค่าใกล้ศูนย์ แต่ SD เป็นค่าที่แสดงถึงความเบี่ยงเบนของค่าสังเกตแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่าใกล้ศูนย์ ดังนั้น SD จึงมีค่าสูงมากเมื่อนำมาเทียบกับค่าเฉลี่ย การที่สุกรมีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินเหลือเท่ากับ 0.06 $\pm$ 0.19 กิโลกรัม/วัน แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วสุกรจะกินอาหารมากกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้อยู่เท่ากับ 60 กรัม/วัน อย่างไรก็ตามในฝูงที่ทำการศึกษานี้มีสุกรที่กินอาหารได้จริงน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้อยู่ถึง 37.79 เปอร์เซนต์ของสุกรทั้งหมด (ภาพที่ 4.2) และลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพียงพอ (h^2 = 0.16) แสดงว่ามีโอกาสที่จะทำการคัดเลือกสุกรโดยใช้ลักษณะนี้เป็นเกณฑ์เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าทางพันธุกรรมได้ ค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.66 กิโลกรัม/วัน แสดงว่าในฝูงสุกรที่ใช้ในการทดสอบนี้ มีสุกรที่มีศักยภาพในการกินอาหารสูง คือสามารถกินอาหารได้จริงน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าควรจะกินได้เฉลี่ยวันละ 660 กรัม โดยที่ยังมีประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตปกติ (859 กรัม/วัน, ไม่ได้แสดงข้อมูล)

ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอนมีค่าต่ำกว่าศูนย์ แสดงว่าสุกรมีประสิทธิภาพการกินอาหารดี คืออาหารที่กินได้จริงมีค่าใกล้เคียงกับค่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ อย่างไรก็ตามค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือในสุกรทั้งสองเพศนี้มีค่าสูงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย แสดงว่าลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือในสุกรทั้งสองเพศนี้มีความผันแปรสูง ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินเหลือของสุกรเพศเมียมีค่ามากกว่าศูนย์ และมีค่ามากกว่าสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอน แสดงว่าปริมาณอาหารที่กินได้จริงของสุกรเพศเมียมีค่าสูงกว่าค่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ และสุกรเพศเมียมีแนวโน้มที่จะใช้ปริมาณอาหารในการให้ผลผลิตมากกว่าสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอน

กลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารดี (RFI < 0 กรัม/วัน) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่มีสมรรถภาพการกินอาหารไม่ดี สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากกลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารดีเข้าทดสอบที่น้ำหนักมากกว่าแม้ว่าจะมีอายุที่เข้าทดสอบเท่ากัน แสดงว่าสุกรกลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตในช่วงก่อนเข้าทดสอบสูงกว่ากลุ่มสุกรที่มีสมรรถภาพการกินอาหารไม่ดี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bruininx และคณะ (2001) ที่รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตในช่วงก่อนหย่านมของสุกรจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตในช่วงหลังหย่านมของสุกรนั้น

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ในรายงานนี้เป็นการรายงานครั้งแรกในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ (0.16) มีค่าค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณมีความผันแปรทางพันธุกรรมเพียงพอที่จะทำการคัดเลือก และกำหนดให้เป็นลักษณะเป้าหมายในการคัดเลือกที่สำคัญทางเศรษฐกิจลักษณะหนึ่งได้ จากรายงานของ Cai และคณะ (2008) ที่ทำการคัดเลือกสุกรพันธุ์แท้ยอร์คเชียร์เพื่อลดค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือพบว่าสุกรฝูงนี้มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง (0.29) เมื่อทำการคัดเลือกเป็นระยะเวลา 4 ชั่วรุ่น ผลการคัดเลือกพบว่าสุกรกลุ่มที่ถูกคัดเลือกมีค่า RFI ลดลง 96 กรัม/วัน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงว่าลักษณะนี้สามารถทำการคัดเลือกได้เป็นผลสำเร็จ

ค่าอัตราพันธุกรรมจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Johnson (1999) และ Von Felde และคณะ (1996) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าเท่ากับ 0.17 และ 0.18 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าของ Hoque และคณะ (2009) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการที่แตกต่างกัน 4 แบบ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.38 และรายงานว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือที่ได้จากสมการที่ปรับด้วยค่าความหนาไขมันสันหลังจะมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากสมการที่ไม่นำค่าความหนาไขมันสันหลังมาปรับในสมการ ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือที่ได้จากการทบทวนเอกสารของ Nguyen และคณะ (2004) มีค่าตั้งแต่ 0.13 ถึง 0.47 Mrode และ Kennedy (1993) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าเท่ากับ 0.30 เมื่อปรับด้วยค่าอัตราการเจริญเติบโตและความหนาไขมันสันหลัง และมีค่าเท่ากับ 0.38 เมื่อปรับด้วยค่าปริมาณเนื้อแดง

เช่นเดียวกับ Johnson และคณะ (1999) ที่รายงานว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าต่ำ (0.23) เมื่อปรับค่าด้วยอัตราการเจริญเติบโต แต่จะมีค่าปานกลาง (0.39) เมื่อปรับด้วยความหนาไขมันสันหลัง ดังนั้นค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือที่มีการรายงานไว้ มีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่ามีการนำลักษณะใดเข้าร่วมในสมการ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการย่อยได้ และพลังงานที่ต้องการในการดำรงชีวิตของสุกรที่ใช้ในการศึกษา และขึ้นอยู่กับค่าการสะสมของโปรตีนและพลังงานของสุกรที่ใช้ในการศึกษาในแต่ละรายงานนั้น (Kennedy et al., 1993)

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.38 เช่นเดียวกับ Imboonta และคณะ ที่ศึกษาในสุกรพันธุ์แลนด์เรซเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงในประเทศไทย และมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรม (0.36) ที่ได้จากการศึกษาของ Lo และคณะ (1992) ซึ่งทำการศึกษาในสุกรพันธุ์ดูร็อคและแลนด์เรซในช่วงน้ำหนัก 39.5 ถึง 103.6 กิโลกรัม และมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรม (0.34) ที่ได้จากการศึกษาในสุกรพันธุ์แลนด์เรซของประเทศฝรั่งเศส (Ducos et al., 1993) อย่างไรก็ตามพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมจากการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่าค่าอัตราพันธุกรรม (0.43) ของสุกรสายพันธุ์ดูร็อค ยอร์คเชียร์ และแลนด์เรซ ที่รายงานโดย Mrode และ Kennedy (1993) และค่าอัตราพันธุกรรม (0.48) ของสุกรพันธุ์ดูร็อก ที่รายงานโดย Hoque และคณะ (2009) ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าปานกลาง แสดงว่าลักษณะอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเป็นลักษณะที่ให้ผลตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ดีปานกลาง นั่นคือสามารถปรับปรุงพัฒนาสุกรในลักษณะอัตราการเจริญเติบโตได้ จากการทบทวนเอกสารพบว่ามีการรายงานค่าอัตราพันธุกรรมที่ต่ำกว่าค่าที่ประมาณได้จากการศึกษานี้ เช่น Johnson และคณะ (1999) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.24 ที่ประมาณได้จากสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เพศผู้ Ferraz และ Johnson (1993) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของสุกรพันธุ์แลนด์เรซเท่ากับ 0.23 และ Bereskin และคณะ (1976) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของสุกรพันธุ์ดูร็อกและพันธุ์ยอร์คเชียร์ ที่เลี้ยงแบบรวมกลุ่มมีค่าเท่ากับ 0.10 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ การที่ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าแตกต่างกันนี้สาเหตุหนึ่งอาจเกิดเนื่องจากรูปแบบการเลี้ยง (เลี้ยงแบบรวมกลุ่ม หรือ แบบเลี้ยงเดี่ยว) และวิธีการให้อาหาร (ให้แบบจำกัด หรือ ให้แบบเต็มที่) ดังที่ Jungst และคณะ (1981) ให้ข้อเสนอแนะว่าความแตกต่างของค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับวิธีการให้อาหาร Robison และ Berruecos (1973) ชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงสุกรแบบเลี้ยงเดี่ยวส่งผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมสูงขึ้น

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าปานกลาง (0.33) และมีค่าตกอยู่ในช่วงค่าอัตราพันธุกรรม (0.20 ถึง 0.36) ของสุกรพันธุ์แลนด์เรซยอร์คเชียร์ ดูร็อก และลาร์จไวท์ ที่รายงานโดย พรรณพงา (2000) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าอัตราพันธุกรรม (0.54) ที่ได้จากการศึกษาของ ปกรณ์ และคณะ (1998) ที่ศึกษาในสุกรพันธุ์แลนด์เรซเพศผู้ที่นำเข้าจากประเทศนอรเวย์ และต่ำกว่าการศึกษาของ Holm และคณะ (2004) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรม (0.50) ของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ในประเทศนอรเวย์ จากรายงานค่าอัตราพันธุกรรมข้างต้นพบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรพันธุ์แลนด์เรซมีค่าปานกลางแสดงว่าลักษณะนี้เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดได้ดีและสามารถคัดเลือกสุกรให้มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่าเป็นลบ และมีค่าค่อนข้างสูง (-0.55) แสดงว่าถ้ามีการคัดเลือกสุกรให้มีค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือลดลงจะส่งผลให้สุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางที่พึงประสงค์ของผู้ผลิตสุกร จากการทบทวนเอกสารพบว่าการศึกษาเกี่ยวกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือและลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารมีรายงานไว้น้อย และส่วนใหญ่จะรายงานเป็นค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือและลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ กับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (0.57) ที่รายงานโดย Gilbert และคณะ (2006) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ที่รายงานโดย Gillbert และคณะ (2007) และ Hoque และคณะ (2007) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.71 และ 0.86 ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ของสุกรมีค่าผกผันกับค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดังนั้นค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ได้จึงมีทิศทางตรงกันข้ามกับการศึกษาในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมดังกล่าวข้างต้น สามารถแปลผลได้ในทำนองเดียวกัน คือถ้ามีการคัดเลือกสุกรให้มีค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือลดลงซึ่งหมายถึงสุกรกินอาหารได้จริงน้อยกว่าปริมาณอาหารที่คาดว่าสุกรจะกินได้ ก็จะส่งผลให้สุกรมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักลดลง นั่นคือสุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ กับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าไม่ต่างจากศูนย์ ให้ผลทำนองเดียวกันกับการรายงานของ Johnson และคณะ (1999) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือและลักษณะอัตราการเจริญเติบโตที่ของสุกรเพศผู้ที่เลี้ยงแบบขังเดี่ยวว่ามีค่าต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.11 ถึง 0.18 เช่นเดียวกับที่ Mrode และ Kennedy (1993) Gilbert และคณะ (2006) และ Hoque และคณะ (2007) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ว่ามีค่าเท่ากับ 0.18 ± 0.10, -0.16 ± 0.17 และ 0.23 ± 0.12 ตามลำดับซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากทุกรายงานไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเมื่อทำการคัดเลือกสุกรจากลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือจะไม่ส่งผลต่อลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรนั้น

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าไม่ต่างจากศูนย์ แสดงว่าการคัดเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร จะไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ Suzuki และคณะ (2005) และ Hoque และคณะ (2007) ที่รายงานว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ -0.09 $\pm$ 0.07 และ - 0.10 $\pm$ 0.07 ตามลำดับ

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา และค่าสำคัญทางพันธุศาสตร์ดังนี้

1. **ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ** ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ได้แก่ ปัจจัยเนื่องจากกลุ่มการจัดการของเดือน-ปีที่เข้าทดสอบ ครอก และเพศของสุกร พบว่าสุกรเพศผู้และเพศผู้ตอนมีปริมาณอาหารที่กินเหลือน้อยกว่าสุกรเพศเมีย ปริมาณอาหารที่กินเหลือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 ± 0.19 กิโลกรัม/วัน และมีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.16 ± 0.10

2. **ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร** ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร ได้แก่ ครอกและเพศของสุกร โดยมีตัวแปรปรวนร่วมเป็นอายุที่ออกทดสอบ น้ำหนักที่ออกทดสอบ และความหนาไขมันสันหลัง พบว่าสุกรเพศผู้ในประชากรฝูงนี้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด รองลงมาเป็นสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 ± 0.07 และมีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.33 ± 0.15

3. **ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน** ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะอัตราการเจริญเติบต่อวัน ได้แก่ ปัจจัยเนื่องจากกลุ่มการจัดการของเดือน-ปีที่เข้าทดสอบ ครอก และเพศของสุกร โดยมีตัวแปรปรวนร่วมเป็นความหนาไขมันสันหลัง พบว่าสุกรเพศเมียมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำที่สุด แต่ค่าเฉลี่ยลีสแคว์ของสุกรเพศเมียไม่ต่างจากค่าเฉลี่ยลีสแคว์ของสุกรเพศผู้ อัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 798.09 ± 121.77 กรัม/วัน และมีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.38 ± 0.17

4. **ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา** ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือกับลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร และลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม เท่ากับ -0.55 ± 0.27 และ 0.02 ± 0.38 ตามลำดับ และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ เท่ากับ -0.81 และ -0.00 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและทางลักษณะปรากฏ

ระหว่างลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าเท่ากับ 0.146 ± 0.31 และ 0.15 ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความผันแปรทางลักษณะปรากฏของปริมาณอาหารที่กินเหลือในสุกรที่ทำการศึกษา มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร ลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือมีความผันแปรทางพันธุกรรมเพียงพอที่จะทำการคัดเลือกได้ เมื่อคัดเลือกแล้วจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่ออัตราเจริญเติบโตต่อวันของสุกร

ข้อเสนอแนะ

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองกับสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์นอรเวย์ที่มีความหนาไขมันสันหลังบางมากเมื่อเทียบกับสุกรสายพันธุ์อื่นๆ เป็นสุกรที่ผ่านการคัดเลือกให้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย และ ได้รับอาหารที่มีคุณค่าต่ำกว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่ยังมีคุณค่าอาหารเพียงพอที่สุกรจะสามารถดำรงชีวิตและให้ผลผลิตได้ตามปกติ ดังนั้นการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้จึงควรคำนึงถึงความแตกต่างด้านพันธุกรรมของสุกรด้วยเช่นกัน

การคัดเลือกลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ อาจนำไปประยุกต์ใช้ได้ค่อนข้างยาก เพราะมีข้อจำกัดจากความยุ่งยากในการจัดการสุกรเป็นรายตัว มีต้นทุนที่แพงขึ้น และต้องเพิ่มแรงงานในการเลี้ยงสุกรและการจดบันทึกข้อมูล อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีการนำเครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่สามารถบันทึกการกินอาหารของสุกรเป็นรายตัวมาใช้ ทำให้สามารถคัดเลือกลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือได้ และจะช่วยให้การพัฒนาลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือเป็นไปได้อย่างกว้างขวาง แม้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารจะสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือ ซึ่งบ่งชี้ว่าจะให้ผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกได้สูงกว่าก็ตาม แต่ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารเป็นค่าที่เกิดจากสัดส่วนของปริมาณอาหารที่กินต่อผลผลิตที่เกิดขึ้น ในการประมาณค่าทางสถิติการใช้ข้อมูลที่เป็นสัดส่วนอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ (Mroad and Kennedy, 1993) และค่าปริมาณอาหารที่กินเหลือเป็นค่าที่แสดงถึงการกินอาหารได้มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าปริมาณอาหารที่ต้องการสำหรับการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิต และในการทดลองครั้งนี้สุกรที่ใช้ในการทดลองเป็นสุกรที่ผ่านการคัดเลือกให้มี

ประสิทธิภาพการใช้อาหารมาหลายชั่วรุ่น ดังนั้นจึงมีความเชื่อมั่นว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารและลักษณะปริมาณอาหารที่กินเหลือที่คำนวณได้ มีน้ำหนักเพียงพอที่จะให้ความสนใจนำไปใช้ในการคัดเลือกสุกรให้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นได้สำเร็จ และ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงควรรใช้ทั้งสองลักษณะพร้อมกันในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพอาหารของสุกร

การวิจัยครั้งนี้มีจำนวนสุกรที่เข้าทดสอบเพียง 479 ตัว และเป็นสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซเท่านั้น การผลิตสุกรพันธุ์เพื่อให้ได้สุกรขุนที่มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงเพื่อผลกำไรที่เพิ่มขึ้น ควรทำการพัฒนาในสุกรทุกพันธุ์ที่นำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับผลิตสุกรขุน ดังนั้นจึงควรทำการวิจัยเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง ควรทำการศึกษาในสุกรหลากหลายพันธุ์มากขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อและแม่พันธุ์ และเพื่อให้การพัฒนาพันธุ์สุกรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในทุกๆ ด้านที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตของสุกร ผู้ผลิตควรติดตามลักษณะทางการสืบพันธุ์ของสุกรที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อลดปริมาณอาหารที่กินเหลือ เพื่อเฝ้าระวังผลตอบสนองทางอ้อมที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจจะเกิดขึ้นกับลักษณะทางการสืบพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ 2008 (2551). ประมวลสถิติประจำปี 2551 ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ [Online]. Available:http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly51/stock51/graph/graph06.pdf

กรมปศุสัตว์ 2011 (2554). สรุปข้อมูลและสถิติจำนวนสุกรและเกษตรกรผู้เลี้ยงประจำปี 2554 กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ [Online]. Available: http://www.dld.go.th/ict/th/images/stories/stat_web/yearly/2554/pig54/report_pig_54.pdf

กรมปศุสัตว์ 2012 (2555) เอกสารเผยแพร่เรื่อง คู่มือปฏิบัติงานการจัดการฟาร์มสุกรและการทดสอบพันธุ์ สำหรับการจัดการฟาร์มและการทดสอบพันธุ์ของงานเลี้ยงสุกรตามศูนย์ / สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ [Online]. Available: http://www.dld.go.th/lcna_nak/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=419www.dld.go.th/research

ชำนาญ บุญมี วรทัย รอดเรือง สุรศักดิ์ โสภณจิตร 2009 (2551). โครงการพัฒนาพันธุ์สุกรเชิงการค้ากรมปศุสัตว์34. ลักษณะทางเศรษฐกิจบางประการและลักษณะซากของสุกรขุน 3สายพันธุ์ ที่เกิดจากพ่อสุกรพันธ์ดูร็อกสายพันธุ์อเมริกากับแม่ลูกผสมแลนด์เรซ-ลาร์จไวท์ สายพันธุ์นอร์เวย์และอเมริกา ใน:รายงานผลการวิจัยประจำปี 2551 กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. :186-195.

ปกรณ์ ภู่ประเสริฐ ประภาส มหินชัย และสภาวัลย์ บรรเลงทอง. 1998 (2541). การสร้างสุกรพันธุ์แลนด์เรซของกรมปศุสัตว์ 16. การประเมินสุกรพ่อพันธุ์แลนด์เรซที่นำเข้าจากประเทศนอร์เวย์. ใน:รายงานผลการวิจัยประจำปี 2541 กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. : 186-195.

พรรณพงา แสงสุริยะ. 2000 (2543). ดัชนีการคัดเลือกลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจในสุกรพันธุ์แท้. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 130 หน้า.

มังกร วงศ์ศรี เชาวลิต โชคสวัสดิ์ นิกร ยุระชัย. 2007 (2550). โครงการพัฒนาพันธุ์สุกรเชิงการค้าของกรมปศุสัตว์ 6 ลักษณะทางเศรษฐกิจบางประการของสุกรลูกผสมลาร์จไวท์และแลนด์เรซเพศเมียระหว่างสายพันธุ์ไอร์แลนด์และแคนาดา. [Online]. Available: http://www.dld.go.th/breeding/Journal/vol2/Swine_Munggorn.pdf

ศูนย์อาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 2011 (2554). "เอกสารวิชาการ สูตรอาหารมันสำปะหลัง สำหรับสุกร สัตว์ปีก โคนมและปลา". [Online]. Available:http://www.ptg2552.com/index.php?mo=3&art=252766

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2011 (2554). “ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์”. [Online]. Available:http://www.thaifeedmill.com/tabid/78/Default.aspx

สัมฤทธิ์ แสนบัว วิศาล ศรีสุริยะ วโรชา จำปารัตน์ ศรชัย คงสุข. 2008 (2550). การสร้างสุกรพันธุ์แลนด์เรซของกรมปศุสัตว์ (28) การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายพันธุ์ปากช่อง 1 ในรุ่นที่ 4 และในรุ่นที่ 5 ใน:รายงานผลการวิจัยประจำปี 2541 กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. ทะเบียนงานวิจัยเลขที่: 47(1)(35:28)-0406-020

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2009 (2552). "การผลิตสินค้าเกษตร". [Online]. Available:http://www.oac.go.th/main.php?filename=agri_production.

Apple, J.K., Maxwell, C.V., Brown, D.C., Friesen, K.G., Musser, R.E., Johnson, Z.B. and Armstrong, T.A. 2004. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. J. Anim. Sci. 82(11): 3277-3287.

Arthur, P.F., Archer, J.A., Johnston, D.J., Herd, R.M., Richardson, E.C. and Parnell, P.F. 2001. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. J. Anim. Sci. 79: 2805-2811.

Arthur, P.F., Barchia, I.M. and Giles, L.R. 2008. Optimum duration of performance tests for evaluating growing pigs for growth and feed efficiency traits. J. Anim. Sci. 86: 1096-1105.

Bereskin, B., Davey, R.J. and Peter, W.H. 1976. Genetic, Sex and Diet Effects on Pig Growth and Feed use. J. Anim. Sci. 43(5): 977-984.

Bruininx, E.M.A.M., van der Peet-Schwering, C.M.C., Schrama, J.W., Vereijken, P.F.G., Vesseur, P.C., Everts, H., den Hartog, L.A. and Beynen, A.C. 2001. Individually measured feed intake characteristics and growth performance of group-housed weanling pigs: Effects of sex, initial body weight, and body weight distribution within groups. J. Anim. Sci. 79: 301-308.

Cai, W., Casey, D.S. and Dekkers, J.C.M. 2008. Selection response and genetic parameters for residual feed intake in Yorkshire swine. J. Anim. Sci. 86: 287-298.

Chen, P., Bass, T.J., Mabry, J.W., Dekkers, J.C.M. and Koehler. K.J. 2002. Genetic parameters and trends for lean growth rate and its components in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. J. Anim. Sci. 80(8):2062-2070.

Chiba, L.I., Ivey, H.W., Cummins, K.A. and Gamble, B.E. 1995. Effects of urea as a source of extra dietary nitrogen on growth performance and carcass traits of finisher pigs. Nutr. Res. 15: 1029-1036.

Cleveland, E.R., Cunningham, P.J. and Peo, Jr. E.R. 1982. Selection for lean growth in Swine. J. Anim. Sci. 54: 719-727.

Cleveland, E.R., Johnson, R.K., Mandigo, R.W. and Peo, Jr. E.R. 1983. Index selection and feed intake restriction in swine. II. Effect on energy utilization. J. Anim. Sci. 56: 570-578.

Davies, H.L. 1982. Nutrition and growth manual. Melbourne: Hedges & Bell. 1-19

de Haer, L.C.M. and de Vries, A.G. 1993. Feed intake patterns of and feed digestibility in growing pigs housed individually or in groups. Livest. Prod. Sci. 33: 277-292.

Ducos, A., Bidanel, J.P., Ducrocq, V., Boichard, D. and Groeneveld, E. 1993. Multivariate restricted maximum likelihood estimation of genetic parameters for growth, carcass and meat quality traits in French Large White and French Landrace pigs. Genet. Sel. Evol. 25: 475-493.

Falconer, D.S. and Mackey, T.F.C. 1996. Introduction of quantitative genetics. 4th ed. England: Longman Group Limited.

Ferraz, J.B. and Johnson, R.K. 1993. Animal model estimation of genetic parameters and response to selection for litter size and weight, growth, and backfat in closed seedstock populations of large white and Landrace swine. J. Anim. Sci. 71(4): 850-858.

Fortin, A. and Elliot, J.I. 1985. Relationships between backfat thickness and chemical composition of the body and components of swine. J. Anim. Sci. 61: 158-164..

Gilbert, H., Bidanel, J.P., Gruand, J., Caritez, J.C., Billon, Y., Guillouet, P., Lagant, H., Noblet, J. and Sellier, P. 2006. Genetic parameters and responses to divergent selection for residual feed intake in the growing pig. Proceeding of 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, Brazil. August 13-18, 2006

Gilbert, H., Bidanel, J.P., Gruand, J., Caritez, J.C., Billon, Y., Guillouet, P., Lagant, H., Noblet, J. and Sellier, P. 2007. Genetic parameters for residual feed intake in growing pigs, with emphasis on genetic relationship with carcass and meat quality traits. J. Anim. Sci. 85: 3182-3188.

Holm, B., Bakken, M., Klemetsdal, G. and Vangen, O. 2004. Genetic correlations between reproduction and production traits in swine. J. Anim. Sci. 82: 3458-3464.

Hoque, M.A., Arthur, P.F., Hiramoto, K. and Oikawa, T. 2006. Genetic parameters for carcass traits of field progeny and their relationships with feed efficiency traits of their sire population for Japanese Black cattle. Livest. Sci. 100: 251-260.

Hoque, M.A., Kadowaki, H., Shibata, T., Oikawa, T. and Suzuki, K. 2007. Genetic parameters for measures of the efficiency of gain of boars and the genetic relationships with its component traits in Duroc pigs. J. Anim. Sci. 85: 1873-1879.

Hoque, M.A. and Suzuki, K. 2008. Genetic parameters for production traits and measures of residual feed intake in Duroc and Landrace Pigs. J. Anim. Sci. 79: 543-549.

Hoque, M.A., Kadowaki, H., Shibata, T., Oikawa, T. and Suzuki, K. 2009. Genetic parameters for measures of residual feed intake and growth traits in seven generations of Duroc pigs. Livest. Sci. 121: 45-49.

Imboonta, N., Rydhmer, L. and Tumwasorn, S. 2007. Genetic parameters for reproduction and production traits of Landrace sows in Thailand. J. Anim. Sci. 85: 53-59.

Johnson, Z.B., Chewning, J.J. and Nugent, R.A., 3rd. 1999. Genetic parameters for production traits and measures of residual feed intake in Large White swine. J. Anim. Sci. 77: 1679-1685.

Jungst, S.B., Christian, L.L. and Kuhlers, D.L. 1981. Response to selection for feed efficiency in individually fed Yorkshire boars. J. Anim. Sci. 53: 323-331.

Kaplon, M.J., Rothschild, M.F., Berger, P.J. and Healey, M. 1991. Population parameter estimates for performance and reproductive traits in Polish Large White nucleus herds. J. Anim. Sci. 69: 91-98.

Kennedy, B.W., van der Werf, J.H.J. and Meuwissen, T.H.E. 1993. Genetic and statistical properties of residual feed intake. J. Anim. Sci. 71: 3239-3250.

Kerr, B.J., Southern, L.L., Bidner, T.D., Friesen, K.G. and Easter, R.A. 2003. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. J. Anim. Sci. 81(12): 3075-3087.

Kuhlers, D.L. and Jungst, S.B. 1983. Estimates of genetic parameters for growth rate and backfat thickness of swine tested to 105 and 135 kg. J. Anim. Sci. 57: 879-884

Li, X. and Kennedy, B.W. 1994. Genetic parameters for growth rate and backfat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc, and Hampshire pigs. J. Anim. Sci. 72(6): 1450-1454.

Lo, L.L., McLaren, D.G., McKeith, F.K., Fernando, R.L. and NovakofskI J. 1992a. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: I. Breed effects. J. Anim. Sci. 70(8): 2373-2386.

Lo, L.L., McLaren, D.G., McKeith, F.K., Fernando, R.L. and Novakofski, J. 1992b. Genetic analyses of growth, real-time ultrasound, carcass, and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs: II. Heritabilities and correlations. J. Anim. Sci. 70(8): 2387-2396.

McLaren, D.G., Buchanan, D.S. and Hintz, R.L. 1985. Sire ranking based upon purebred versus crossbred progeny performance in swine. J. Anim. Sci. 60: 902-912.

Misztal, I. 2001. "REMLF90."

[online]. Available:http://nec.ads.uga.edu/pub/ignacy/remlf90

Mrode, R.A. and Kennedy, B.W. 1993. Genetic variation in measures of food efficiency in pigs and their genetic relationships with growth rate and backfat. Anim. Prod. 56: 225-232.

Nemcova, E., Stipkova, M. and Zavadilova, L. 2011. Genetic parameters for linear type triats in Czech Holstein cattle. Czech J. Anim. Sci. 56: 157-162.

Nguyen, N.H., Mc Phee, C.P. and Daniels L.J. Selection for growth rate in pigs on restricted feeding, genetic parameters and correlated responses in residual feed intake. In: Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics 14th Conference, Queensland, NZ, 2001, Queenstown, NZ.

Nguyen, N.H., Mc Phee, C.P. and Wade C.M. Genetic selection strategies for efficient lean growth in pigs. Pig News Inf. 25 (2004), pp 149-163.

NRC. 1987. Predicting Feed Intake of Food - Producing Animals. National Academy press, Washington, DC. 82 pages.

NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th Revised Edition, National Research Council. 210 pages.

Patterson, H.D. and Thompson, R. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal . Biometrika 58: 545-554.

Rauw, W.M., Soler, J., Tibau, J., Reixach, J. and Raya, L.G. 2006. The relationship between residual feed intake and feed intake behavior in group-housed Duroc barrows. J. Anim. Sci. 84: 956-962.

Robinson, J.A.B. and Buhr, M.M. 2005. Impact of genetic selection on management of boar replacement. Theriogenology 63: 668-678.

Robison, O.W. and Berruecos, J.M. 1973. Feed efficiency in Swine. I. A comparison of measurement periods and methods of expressing feed efficiency. J. Anim. Sci. 37: 643-649.

SAS. 2006. Base SAS® 9.1.3 Procedure Guide. 2nd Cary, NC, USA: SAS Institute Inc. 385 pages.

Safranski, T.J. 2008. Genetic selection of boars. Theriogenology 70(8): 1310-1316.

Sather, A.P. and Fredeen, H.T. 1978. Effect of selection for lean growth rate upon feed utilization by the market hog. Can. J. Anim. Sci. 58: 285-289.

Smith, W.C., Ellis, M., Chadwick, J.P. and Laird, R. 1991. The influence of index selection for improved growth and carcass characteristics on appetite in a population of Large White pigs. Anim. Prod. 52: 193-199.

Suzuki, K., Kadowaki, H., Shibata, T., Uchida, H. and Nishida, A. 2005. Selection for daily gain, loin-eye area, backfat thickness and intramuscular fat based on desired gains over seven generations of Duroc pigs. Livest. Prod. Sci. 97: 193-202.

Suzuki, K., Inomata, K., Katoh, K., Kadowaki, H. and Shibata T. 2009. Genetic correlations among carcass cross-sectional fat area ratios, production traits, intramuscular fat, and serum leptin concentration in Duroc pigs. J. Anim. Sci. 87: 2209-2215.

Swigger, L.A., Harvey, W.R., Everson, D.O. and Gregory, K.E. 1964. The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. Biometrics 20: 818-827.

Teye, G.A., Sheard, P.R., Whittington, F.M., Nute, G.R., Stewart, A. and Wood, J.D. 2006. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. Meat. Sci. 73: 157-165.

Theobald, F. V. 1913. [Online]. Available:http://www.stirfry central.com. Agricultural Zoology p.472

Van Wijk, H.J., Arts, D.J.G., Matthews, J.O., Webster, M., Ducro, B.J. and Knol, E.F. 2005. Genetic parameters for carcass composition and pork quality estimated in a commercial production chain. J. Anim. Sci. 83(2): 324-333.

Von Felde, A., Roehe, R., Looft, H. and Kalm, E. 1996. Genetic association between feed intake and feed intake behaviour at different stages of growth of group-housed boars. Livest. Prod. Sci. 47: 11-22.

Webb, Q.J. and King, J.W.B. 1983. Selection for improve food conversion ratio on ad libitum group feeding in pigs. Anim. Prod. 37: 375-385.

ภาคผนวก

ตารางที่ 4.8 ส่วนประกอบของอาหารพื้นฐานสำหรับสุกรทดลอง

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ปลายข้าว	26.80
ข้าวโพด	30.10
รำละเอียด	18.10
กากถั่วเหลือง 47 เปอร์เซ็นต์ ไทย	11.70
ถั่วอบไขมันเต็ม	10.00
โมโนแคลเซียมฟอตเฟต P2	1.68
แคลเซียมคาร์บอเนต	1.00
เกลือ	0.40
แร่ธาตุและวิตามินพรีมิกซ์ *	0.22
รวม	100.00

* **หมายถึง** ใน 1 กิโลกรัมของแร่ธาตุและวิตามินพรีมิกซ์ประกอบด้วย วิตามินเอ 4.8 ล้านหน่วยสากล (1.65 กรัม) ต่อกิโลกรัมอาหาร วิตามินดี3 8.8 แสนหน่วยสากล (0.02 กรัม) ต่อกิโลกรัมอาหาร วิตามินอี 8.8 กรัม วิตามินเค3 0.88 กรัม วิตามินบี1 0.44 กรัม วิตามินบี2 2.2 กรัม วิตามินบี6 0.88 กรัม วิตามินบี12 15.00 มิลลิกรัม กรดเพนโททีนิค 6.24 กรัม กรดนิโคทินิค 7.04 กรัม กรดโฟลิก 0.20 กรัม ไบโอติน 0.13 กรัม โคลีนคลอไรด์ 110.0 กรัม แมงกานีส 17.6 กรัม ไอโอดีน 0.09 กรัม โคบอลต์ 0.88 กรัม สังกะสี 44.0 กรัม ทองแดง 4.4 กรัม เหล็ก 44.0 กรัม ซิลีเนียม 0.04 กรัม แมกนีเซียม 26.40 กรัม สารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ 0.66 กรัม และ สื่อจนครบ 1000.00 กรัม

ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารพื้นฐานที่ใช้ในการทดลอง ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม FeedLIVE 1.52 ค่าจากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และ ระดับความต้องการตามคำแนะนำของ NRC ปี ค.ศ.1998

คุณค่าทางโภชนะ	ค่าที่คำนวณได้ (เปอร์เซ็นต์, %)	ค่าที่วิเคราะห์ (เปอร์เซ็นต์, %)	ระดับความต้องการ ตาม NRC 1998 สุกร นน. 20-120 กก.
พลังงานในสุกร(kcal/kg)	3,150.74[2]	2,954[2] 3,939[1]	3,265[2]
โปรตีน (%)	15.87	16.34	18.0 – 13.2
ไขมัน	6.14	6.911	NA
เยื่อใย	4.04	3.48	NA
แคลเซียม (%)	0.74	0.91	0.60 – 0.45
ฟอสฟอรัสรวม (%)	0.88	0.60	0.50 – 0.40
ฟอสฟอรัสใช้ได้ในสุกร(%)	0.38	-	0.23 – 0.15
เกลือ	0.46	-	NA
ไลซีน (%)*	0.77	-	0.95 – 0.60
เมทไธโอนีน-ซีสทีน (%)*	0.51	-	0.54 – 0.35
เมทไธโอนีน (%)*	0.27	-	0.25 – 0.16
ทรีโอนีน (%)*	0.57	-	0.61 – 0.41
ทริปโทรเฟน (%)*	0.18	-	0.17 – 0.11

[1] GE, Bomb = Gross energy ปริมาณความร้อนที่เกิดจากการสันดาป หาค่าได้จากการนำอาหารไปเผาไหม้ในเครื่อง บอมบ์คาลอริมิเตอร์

[2] ME = Metabolizable energy พลังงานที่ใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม

- ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

* Total basis

NA ไม่ได้แสดงไว้ใน NRC (1998)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	สัตวแพทย์หญิงทิวากร ศิริโชคชัชวาล
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 25 ธันวาคม พุทธศักราช 2500
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาสัตวแพทยศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) ปีการศึกษา 2523
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2524 - 2526 สัตวแพทย์ประจำฟาร์ม บริษัท ศรีราชาฟาร์ม จำกัด พ.ศ. 2526 - 2528 บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด พ.ศ. 2528 - 2530 สัตวแพทย์และผู้จัดการฟาร์ม จองชัยฟาร์ม พ.ศ. 2530 - ปัจจุบัน บริษัท ฟินนอร์-เอเซีย จำกัด
ตำแหน่งปัจจุบัน	กรรมการผู้จัดการ บริษัท ฟินนอร์-เอเซีย จำกัด
ศึกษาต่อ	ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551

ผลงานในวิทยานิพนธ์ที่ได้รับการตีพิมพ์

Thivakorn Sirichokchatchawan and Nalinee Imboonta. 2012. Relationship between Backfat Thickness at Different Locations, Average Backfat Thickness and Average Daily Gain in Purebred Landrace Pigs. In: The Thai Journal of Veterinary Medicine. Proceeding of the 11th Chulalongkorn University Veterinary Annual Conference, ISSN 0125-6491 Vol. 42 Supplement May 18, 2012. (abstract). p S47.