



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

ตัวบาล

ตัวบาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมและผลที่มีอิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอด
มีชีวิตต่อลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงทรนใน
ประเทศไทย

Genetic Parameters and Effect of Proportion of Female Piglet Born Alive on
Prewaning Growth Traits in a Purebred Pietrain Population in Thailand

นามผู้วิจัย นายธราดล พันธุ์สนิท

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศกร คุณวุฒิฤทธิธรรม, วท.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(Professor Mauricio A. Elzo, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์กัญจนะ มากวิจิตร, Dr.Med.Vet.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญอ้อม โฉมทิ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมและควมมีอิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตต่อ
ลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียเทรนในประเทศไทย

Genetic Parameters and Effect of Proportion of Female Piglet Born Alive on Prewaning Growth
Traits in a Purebred Pietrain Population in Thailand

โดย

นายธราดล พันธุ์สนธิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2553

ชราดล พันธุ์สนิท 2553: พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมและควมมีอิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตต่อลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียเทรนในประเทศไทย ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศกร คุณวุฒิจูฑิธรณ, วท.ค. 93 หน้า

ข้อมูลการให้ผลผลิตลูกของแม่สุกรพันธุ์แท้เพียเทรน (Pietrain) จำนวน 1,252 ตัว (3,583 ข้อมูล) ที่คลอดลูกระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง 2550 และถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย ถูกนำมาใช้ในการศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (NBA) น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรเฉลี่ย (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมของลูกสุกรเฉลี่ย (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของลูกสุกร (ADG) ในการศึกษาครั้งนี้ FPB คำนวณจากจำนวนลูกเพศเมียต่อจำนวนลูกทั้งหมดในครอกและถูกจำแนกเป็นกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ($0 \leq \text{FPB} \leq 20\%$) กลุ่มที่ 2 ($20 < \text{FPB} \leq 40\%$) กลุ่มที่ 3 ($40 < \text{FPB} \leq 60\%$) กลุ่มที่ 4 ($60 < \text{FPB} \leq 80\%$) และกลุ่มที่ 5 ($80 < \text{FPB} \leq 100\%$) ค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับ NBA BW WW และ ADG ถูกคำนวณโดยใช้กลวิธี Restricted Maximum Likelihood และนำมาใช้ในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ศึกษา หุ่นจำลองทางสถิติแบบ Repeatability model ที่วิเคราะห์ข้อมูลพร้อมกันครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis) และพิจารณาปีและฤดูกาลที่แม่สุกรคลอดลูก ลำดับการคลอดลูก และ FPB เป็นปัจจัยกำหนด ส่วนปัจจัยสุ่มประกอบด้วยตัวสัตว์ สิ่งแวดล้อมแบบถาวร และความคลาดเคลื่อนสุ่มจากปัจจัยอื่นๆ ผลการศึกษาพบว่า สุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 3 มี NBA สูงสุด (8.38 ± 0.07 ตัว; $P < 0.05$) และสุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 2 (7.99 ± 0.08 ตัว) และกลุ่มที่ 4 (7.92 ± 0.09 ตัว) มี NBA สูงกว่าสุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 1 (6.62 ± 0.13 ตัว) และกลุ่มที่ 5 (6.44 ± 0.17 ตัว) อย่างไรก็ตาม สุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 2 (1.73 ± 0.02 กิโลกรัม) กลุ่มที่ 3 (1.71 ± 0.02 กิโลกรัม) และกลุ่มที่ 4 (1.73 ± 0.02 กิโลกรัม) มี BW ต่ำกว่าสุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 1 (1.76 ± 0.01 กิโลกรัม) และกลุ่มที่ 5 (1.75 ± 0.02 กิโลกรัม) นอกจากนี้ยังพบว่า สุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 1 และ 2 มี WW และ ADG สูงสุด และมีค่าลดลงในสุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 3 4 และ 5 อัตราพันธุกรรมสำหรับ NBA BW WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.07 0.12 0.07 และ 0.07 ตามลำดับ อัตราซ้ำสำหรับ NBA BW WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.11 0.24 0.15 และ 0.16 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ NBA กับ BW WW และ ADG BW กับ WW และ ADG และ WW กับ ADG มีค่าเท่ากับ -0.22 -0.17 -0.33 0.31 0.21 และ 0.99 ตามลำดับ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต และลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม ซึ่งอาจนำไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสุกร อย่างไรก็ตาม อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำ การลดความผันแปรของสภาพแวดล้อมภายในระบบการผลิตอาจสนับสนุนให้การคัดเลือกลักษณะเหล่านี้ มีประสิทธิภาพและแม่นยำมากขึ้น

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Taradon Punsanit 2010: Genetic Parameters and Effect of Proportion of Female Piglet Born Alive on Preweaning Growth Traits in a Purebred Pietrain Population in Thailand.

Master of Science (Agriculture), Major Field: Animal Science, Department of Animal

Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Skorn Koonawootrittriron, Ph.D. 93 pages.

Piglets production data of 1,252 Pietrain sows (3,583 records), which farrowed from 2004 through 2007 and were raised under a Thai environmental condition, were used to study effect of proportion of female piglets born alive (FPB) and estimate genetic parameters for number of piglets born alive (NBA), average birth weight of the piglets (BW), average weaning weight of the piglets (WW), and average daily gain of the piglets (ADG). In this study, FPB was defined as the proportion of female to all piglets in the litter, and classified as group 1 ($0 \leq \text{FPB} \leq 20\%$), group 2 ($20 < \text{FPB} \leq 40\%$), group 3 ($40 < \text{FPB} \leq 60\%$), group 4 ($60 < \text{FPB} \leq 80\%$) and group 5 ($80 < \text{FPB} \leq 100\%$). Variance components for NBA BW WW and ADG were estimated by a restricted maximum likelihood procedure. Then those estimates were used to compute heritabilities and genetic correlations. The used model was a bivariate (2 traits) repeatability model that considered farrowing year and season, parity and FPB as fixed effects, the random effects were animal permanent environment and residual. The results revealed that the least squares means (LSM) for NBA of sows in group 3 (8.38 ± 0.07 piglets) was the highest of all litter groups ($P < 0.05$), and sows in group 2 (7.99 ± 0.08 piglets) and group 4 (7.92 ± 0.09 piglets) had higher NBA LSM than sows in group 1 (6.62 ± 0.13 piglets) and group 5 (6.44 ± 0.17 piglets). However, LSM for BW were lower for sows in group 2 (1.73 ± 0.02 kg), group 3 (1.71 ± 0.02 kg) and group 4 (1.73 ± 0.02 kg) than those for sows in group 1 (1.76 ± 0.01 kg) and group 5 (1.75 ± 0.02 kg). Similar trends were found for WW and ADG. Sows in group 1 and 2 had the highest LSM for WW and ADG and then declined towards group 3, 4 and 5. Heritability estimates for NBA BW WW and ADG were 0.07, 0.12, 0.07 and 0.07, respectively. Repeatability estimates for NBA BW WW and ADG were 0.11, 0.24, 0.15 and 0.16, respectively. Genetic correlations between NBA and BW, WW and ADG, BW and WW and ADG, WW and ADG were -0.22, -0.17, -0.33, 0.31, 0.21 and 0.99, respectively. These results implied the association between FPB and pre-weaning growth traits that could be used for increasing efficiency of pig production. However, the studied traits had low heritability. Reducing environmental variation of the production system might increase efficiency and accuracy of selection for these traits.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศกร คุณวุฒิฤทธิธรม อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก Professor Dr. Mauricio A. Elzo รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. กัญจนะ มากวิจิตร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญอ้อม โฉมทิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ทำให้ คำปรึกษาทั้งในเรื่องการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จ สมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี ประธานในการสอบปากเปล่า ขั้นสุดท้าย และ อาจารย์ ดร. นลินี อิ่มบุญตา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน รวมถึงมอบความรู้ที่เป็น ประโยชน์ในการค้นคว้าวิจัยสำหรับใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ ต่อไป ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี ที่ได้ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ คุณสุภาพ ธีรานูวัฒน์ ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับใช้ในการ ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสมาชิกหน่วยพันธุศาสตร์สัตว์เขตร้อนชื้น (Tropical Animal Genetic Unit; TAGU) และเพื่อนทุกคนในภาควิชาสัตวบาลที่ได้ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจใน การทำวิทยานิพนธ์

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่ทุกคนในครอบครัวที่ได้ อบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจตลอดมา

ธราดล พันธุ์สนิท

พฤษภาคม 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	38
สรุปและข้อเสนอแนะ	67
สรุป	67
ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	70
ภาคผนวก	82
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความแตกต่างระหว่างอสุจิ X และ Y	8
2	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์	18
3	ค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์	19
4	สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (r_p) ระหว่างลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์	20
5	สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (r_p) ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์	21
6	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)	23
7	ค่า P - Value ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต	31
8	ค่า P - Value ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย	33

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ค่าเฉลี่ยแบบถีสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยจำแนกตามสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)	47
10	ค่าประมาณและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานขององค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)	51
11	ค่าประมาณและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอัตราพันธุกรรม และอัตราซ้ำสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)	53
12	สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ระหว่างจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)	55
13	ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (σ^2_{add}) ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (σ^2_{env}) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ^2_{res}) สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)	57
14	ค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (σ^2_{add}) ความแปรปรวนร่วมของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (σ^2_{env}) และความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ^2_{res}) สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)	62
ตารางผนวกที่		
1	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล	88
2	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกลำดับการคลอดลูก	89
3	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล	90
4	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกลำดับการคลอดลูก	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
5 พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ สำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)	92

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	องค์ประกอบและลักษณะของตัวอสุจิ	7
2	ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล	39
3	ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (a) น้ำหนักแรกเกิด (b) น้ำหนักเมื่อหย่านม (c) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (d) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (e) โดยจำแนกลำดับการคลอดลูก	41
4	ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล	43
5	ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (a) น้ำหนักแรกเกิด (b) น้ำหนักเมื่อหย่านม (c) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (d) โดยจำแนกลำดับการคลอด	45
6	ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ที่สัมพันธ์กับจำนวนครอก โดยจำแนกตามสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต	47
ภาพผนวกที่		
1	ความถี่ และการกระจายตัวของข้อมูลสำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (a) น้ำหนักแรกเกิด (b) น้ำหนักเมื่อหย่านม (c) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (d) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (e)	83

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ADG	=	Average daily gain of a piglet
BW	=	Birth weight of a piglet
FPB	=	Proportion of female piglets born alive
h^2	=	Heritability
NBA	=	Number born alive of a piglet
r_g	=	Genetic correlation
r_p	=	Phenotypic correlation
REML	=	Restricted Maximum Likelihood
t	=	Repeatability
WW	=	Weaning weight of a piglet

พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมและความมีอิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมี
ชีวิตต่อลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียเทรนใน
ประเทศไทย

Genetic Parameters and Effect of Proportion of Female Piglet Born Alive on
Prewaning Growth Traits in a Purebred Pietrain Population in Thailand

คำนำ

ในปัจจุบัน การเลี้ยงสุกรในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมเชิงการค้าซึ่งประกอบด้วยฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ การเลี้ยงสุกรให้มีประสิทธิภาพและได้กำไรสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ อาหาร และการจัดการฟาร์ม พันธุ์สุกรที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงได้แก่ ลาร์จไวท์ (Large White) แลนด์เรซ (Landrace) และคูรอก (Duroc) อย่างไรก็ตาม ด้วยความต้องการพัฒนาลักษณะปริมาณ และคุณภาพซาก พันธุ์สุกรอื่นๆ เช่น แฮมเชียร์ (Hampshire) และเพียเทรน (Pietrain) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติดีเด่นในเรื่องของขนาดกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจึงได้รับความนิยม และถูกนำมาใช้ประโยชน์ในระบบการผลิตของตนเองมากขึ้น (Baas *et al.*, 1992; Edwards *et al.*, 2003)

ในการผลิตสุกรเชิงการค้า การนำความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่เกี่ยวข้องทางเศรษฐกิจมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์ นอกจากจะสามารถช่วยให้ผลผลิตที่จะได้ในรุ่นลูกมีปริมาณและคุณภาพดียิ่งขึ้นแล้ว ยังมีโอกาสส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงและมีโอกาสได้ผลกำไรมากยิ่งขึ้น ซึ่งลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันนั้นมีหลายลักษณะ เช่น จำนวนลูกสุกรแรกเกิด (Total born) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG; Average Daily Gain) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR; Feed Conversion Ratio) เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (Lean percentage) ขนาดครอก (Litter size) และสัดส่วนเพศ (Sex ratio) เป็นต้น

โดยทั่วไป การเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกรมักได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพภูมิอากาศในแต่ละปีและฤดูกาล (Tantasuparuk *et al.*, 2000; Suriyasomboon *et al.*, 2006; Tantasuparuk *et al.*, 2007) ลำดับการคลอดลูกของแม่สุกร (Schneider *et al.*, 1982;

Tantasuparuk *et al.*, 2000; Damgaard *et al.*, 2003; Suriyasomboon *et al.*, 2006) และสัดส่วนเพศของลูกสุกร (Edgerton and Cromwell, 1986; Quiniou *et al.*, 2002; Alfonso, 2005) ซึ่งมักแตกต่างกันออกไปในแต่ละครอก และในแต่ละพันธุ์ (Gorecki, 2003; Su *et al.*, 2008)

สัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศผู้และเพศเมียนั้นแตกต่างกันไปในแม่สุกรแต่ละตัว และในการให้ลูกแต่ละครอก ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบัน การกำหนดเพศของลูกสามารถทำได้โดยการแยกอสุจิในระยะก่อนการเกิดปฏิสนธิ (Sexing sperm) และการคัดแยกเพศของตัวอ่อนในระยะหลังปฏิสนธิ (Embryo transfer) ซึ่งทั้งสองวิธีการดังกล่าว ต้องผ่านกระบวนการปฏิบัติหลายขั้นตอน อีกทั้งยังอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์และเทคนิคในการปฏิบัติมาก นอกจากนั้น เป้าหมายและความต้องการสัดส่วนลูกสุกรเพศผู้และเพศเมียของฟาร์มแต่ละฟาร์มมีความแตกต่างกัน บางฟาร์มต้องการสัดส่วนลูกสุกรที่เป็นเพศผู้จำนวนมาก เพื่อใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกเป็นพ่อพันธุ์และเป็นสุกรขุน แต่บางฟาร์มต้องการสัดส่วนลูกสุกรที่เป็นเพศเมียมากกว่าเพื่อใช้เป็นสุกรแม่พันธุ์หรือแม้กระทั่งสุกรขุน เนื่องจากสุกรเพศเมียที่ได้จากการขุนมีคุณภาพซากไม่แตกต่าง แต่มีกลิ่นเฉพาะตัวน้อยกว่าสุกรเพศผู้ที่นำมาใช้ในการขุน (Williams *et al.*, 1963)

ด้วยเหตุนี้การศึกษาที่ 1 จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสมรรถภาพการผลิต ปัจจัยที่มีอิทธิพล และประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต และการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกรที่ถูกเลี้ยงดูในโรงเรือนแบบเปิดภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้ในการศึกษา อาจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการคัดเลือก และจับคู่ผสมพันธุ์ เพื่อการเพิ่มสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตของสุกร

อย่างไรก็ตาม ด้วยสัดส่วนเพศของลูกสุกรมีความสัมพันธ์กับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (Edgerton and Cromwell, 1986; Gorecki, 2003) และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร (Alfonso, 2005) ดังนั้นการศึกษาที่ 2 จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต และการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของสุกรพันธุ์แท้เพียงหนึ่งที่เลี้ยงดูในโรงเรือนแบบเปิดภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพล และประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ของสุกรพันธุ์แท้เพียงหนึ่งในโรงเรียนแบบเปิดภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ของสุกรพันธุ์แท้เพียงหนึ่งในโรงเรียนแบบเปิดภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญของการผลิตสุกรเพศเมียในระบบการผลิตสุกรในเชิงการค้า

ประชากรสุกรในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 ประกอบด้วยแม่พันธุ์จำนวน 906,099 ตัว (จาก 98,172 ฟาร์ม) ซึ่งเพิ่มขึ้น 16.43 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนแม่พันธุ์ในปี พ.ศ. 2549 (มีแม่พันธุ์จำนวน 778,261 ตัว จาก 104,067 ฟาร์ม; กรมปศุสัตว์, 2552) เมื่อพิจารณาด้านการส่งออกสุกรมีชีวิต เนื้อสุกรแช่แข็ง และเนื้อสุกรสุก ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า มีการส่งออก เท่ากับ 189,930 ตัว 5,747.60 ตัน และ 8,234.68 ตัน ตามลำดับ โดยสุกรมีชีวิต เนื้อสุกรแช่แข็ง และเนื้อสุกรสุกมีการส่งออกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 ในสัดส่วน 166.89, 11.13 และ 16.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (มีปริมาณสุกรมีชีวิต เนื้อสุกรแช่แข็ง และเนื้อสุกรสุกส่งออกในปี พ.ศ. 2550 เท่ากับ 71,163 ตัว 5,172.18 ตัน และ 7,075.69 ตัน ตามลำดับ) ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากความต้องการของผู้บริโภคทั้งภายในและนอกประเทศที่เพิ่มมากขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2551)

ในการเลี้ยงสุกรเชิงอุตสาหกรรม สุกรเพศเมียมีความสำคัญต่อการผลิต เนื่องจากการผลิตภายในฟาร์มเน้นผลกำไรจากการจำหน่ายแม่พันธุ์ และจากขายลูกสุกร หรือการเลี้ยงขุนด้วยตนเอง โดยทั่วไป ผู้ผลิตมักพิจารณาคัดทิ้งหรือปลดระวางสุกรแม่พันธุ์ เมื่อสุกรให้ลูกแล้วประมาณ 6 ครอก หรือระบบการผลิตของฟาร์มเอื้อให้ผลิตสุกรสาวทดแทนได้อย่างต่อเนื่อง สุกรแม่พันธุ์จะถูกพิจารณาเลิกใช้งานหรือปลดระวาง เมื่อมีการให้ลูกแล้วประมาณ 6 ครอก และมีการคัดเลือกสุกรสาวขึ้นมาทดแทนอย่างต่อเนื่อง โดยพิจารณาจากพันธุ์ประวัติและลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เมื่อสุกรสาวที่มีน้ำหนักประมาณ 70 ถึง 80 กิโลกรัม หรือมีอายุประมาณ 4 ถึง 5 เดือน จะเริ่มแสดงอาการเป็นสัด ซึ่งจะถูกรวบรวมตรวจสอบความสมบูรณ์พันธุ์และการเป็นสัด และได้รับการผสมพันธุ์ด้วยพ่อพันธุ์หรือน้ำเชื้อพันธุ์ (การผสมเทียม) เมื่อเป็นสัดครั้งที่ 2 สุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์และผสมติดจะใช้ระยะเวลาในการอุ้มท้องประมาณ 114 ± 3 วัน โดยมีขนาดครอกแรกคลอดเฉลี่ยประมาณ 8 ถึง 16 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และความสมบูรณ์ของแม่พันธุ์ (วันดี, 2546)

2. ความสำคัญของการให้ลูกสุกรเพศผู้หรือเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต

สัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศผู้หรือเพศเมียนั้นเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจลักษณะหนึ่ง ที่ผู้ผลิตเริ่มให้ความสนใจมากขึ้น ในแง่ของการผลิตสุกรเชิงการค้า ความต้องการสัดส่วนลูกสุกร

เพศผู้ และเพศเมียที่จะได้จากแม่สุกรนั้นอาจแตกต่างกันไปในแต่ละฟาร์ม บางฟาร์มอาจต้องการลูกสุกรเพศผู้จำนวนมากสำหรับนำมาใช้ประโยชน์เป็นพ่อพันธุ์หรือเพื่อการขุน แต่บางฟาร์มอาจมีความต้องการลูกสุกรเพศเมียมากกว่าเพศผู้สำหรับการพัฒนาเป็นสุกรแม่พันธุ์ หรือแม้กระทั่งสุกรขุน ซึ่งในการผลิตสุกรขุน สุกรเพศเมียที่ได้จากการขุนมีลักษณะซากที่ไม่แตกต่างกับสุกรเพศผู้ แต่พบว่ามักค้ำน้อยกว่าสุกรเพศผู้ (Williams *et al.*, 1963) ซึ่งอาจเป็นผลให้ซากของสุกรเหล่านั้นเป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่า

แต่อย่างไรก็ตาม สัดส่วนเพศของลูกสุกรในแต่ละครอกของแม่สุกรนั้นส่งผลกระทบต่อความผันแปรสำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกร เช่น จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักเมื่อหย่านมของลูกสุกร เป็นต้น ซึ่งลักษณะดังกล่าว ก็เป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ที่ผู้ผลิตให้ความสนใจในการพัฒนาและปรับปรุงลักษณะนั้นด้วยเช่นกัน โดยงานวิจัยหลายฉบับ (เช่น Edgerton and Cromwell, 1986; Peaker and Taylor, 1996; Gorecki, 2003; Alfonso, 2005) ได้รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัดส่วนเพศของลูกสุกรกับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร แต่ยังไม่มียางานถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวในประชากรสุกรที่ถูกเลี้ยงดูในเขตร้อนชื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย

จากการศึกษาของ Edgerton and Cromwell (1986) พบว่า สัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศผู้แรกคลอดมีชีวิตเพิ่มขึ้นเมื่อแม่สุกรให้ขนาดครอกเล็ก (9.2 ตัว) และสัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศผู้แรกคลอดมีชีวิตลดลงเมื่อแม่สุกรให้ขนาดครอกใหญ่ (10.2 ตัว) สอดคล้องกับ Servanty *et al.* (2007) ที่ทำการศึกษาในสุกรป่า พบว่าแม่สุกรที่ให้ขนาดครอกเล็ก มักให้สัดส่วนการให้ลูกเพศผู้แรกคลอดมีชีวิตมากกว่าแม่สุกรที่ให้ขนาดครอกใหญ่ นอกจากนี้ Alfonso (2005) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วนเพศและน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร พบว่า กลุ่มลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง (มากกว่า 1.50 กิโลกรัม) มักมีสัดส่วนลูกสุกรเพศผู้สูงกว่ากลุ่มลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดปานกลาง (1 ถึง 1.50 กิโลกรัม) และต่ำ (น้อยกว่า 1 กิโลกรัม) กลุ่มลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดปานกลาง (1 ถึง 1.50 กิโลกรัม) มักมีสัดส่วนลูกสุกรเพศเมียสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาความสามารถทางพันธุกรรมของแม่สุกรให้มีสัดส่วนเพศของลูกสุกรที่เหมาะสม อาจส่งผลให้การแสดงออกของสมรรถภาพการผลิตของลูกสุกรในช่วงก่อนหย่านมดียิ่งขึ้น

3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนการให้ลูกเพศเมีย

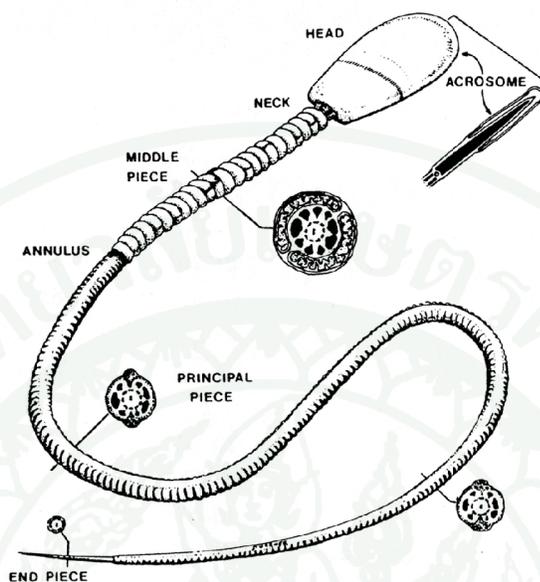
สุกรแม่พันธุ์แต่ละตัวในแต่ละลำดับการคลอดมีสัดส่วนลูกเพศผู้และเพศเมียที่แตกต่างกัน โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนการให้ลูกที่มีเพศแตกต่างกันนั้นอาจเป็นผลมาจากโครโมโซมเพศ พันธุ์ ลำดับการคลอดลูก และสิ่งแวดล้อม (Bearden *et al.*, 2004)

3.1 โครโมโซม X และ Y

น้ำเชื้อ (Semen) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวอสุจิ และเซมินัล พลาสมา (Seminal plasma) ซึ่งเป็นสารที่หลั่งมาจากต่อมเพศผู้ (Accessory glands) ช่วยสร้างสารที่เป็นประโยชน์กับตัวอสุจิ ปริมาณน้ำเชื้อของสุกรที่หลั่งออกมาแต่ละครั้ง มีปริมาตร 150 ถึง 200 มิลลิลิตร มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ประมาณ 7.3 ถึง 7.8 มีจำนวนตัวอสุจิประมาณ 200 ถึง 300 ล้านตัวต่อปริมาณน้ำเชื้อ 1 มิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยอสุจิที่มีรูปร่างปกติประมาณ 70 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (Garner and Hafez, 2000)

อสุจิ (Spermatozoa) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนหัวและส่วนหาง ส่วนหัวอสุจิมีนิวเคลียส ซึ่งภายในบรรจุสารพันธุกรรม (Deoxy-ribonucleic acid; DNA) ส่วนหัวอสุจิถูกปกคลุมด้วยอะโครโซม (Acrosome) และโพสนิวเคลียส แคป (Postnuclear cap) โดยอะโครโซม (Acrosome) จะคลุมส่วนหัวด้านหน้า และโพสนิวเคลียส แคป (Postnuclear cap) จะปกคลุมส่วนหัวด้านท้าย และส่วนนี้จะต่อกับบริเวณหาง สำหรับส่วนหางอสุจิประกอบด้วยส่วนคอ (Neck pieces) ส่วนกลาง (Middle pieces) ส่วนหลัก (Principal pieces) และส่วนท้าย (End pieces) ดังแสดงในภาพที่ 1

โดยปกติสุกรเพศเมียมีโครโมโซมเพศเป็น XX (Homogametic sex) และสุกรเพศผู้มีโครโมโซมเพศเป็น XY (Heterogametic sex) ความแตกต่างของโครโมโซมเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดเพศ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นทันทีภายหลังการปฏิสนธิระหว่างไข่กับอสุจิ (Glucksmann, 1978) ในส่วนหัวของอสุจิประกอบด้วยนิวเคลียส อะโครโซมและสารพันธุกรรมของเซลล์อสุจิ ที่มีเพียง n เดียว (Haploid genome) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการปฏิสนธิกับไข่ ดังนั้นอสุจิเซลล์หนึ่งจะมีโอกาสนำ X-chromosome หรือ Y-chromosome ได้เพียงชนิดเดียว (Garner and Hafez, 2000) ดังนั้นเมื่ออสุจิที่มี X-chromosome ปฏิสนธิกับไข่ ตัวอ่อนจะพัฒนาเป็นเพศเมีย หากอสุจิที่มี Y-chromosome ปฏิสนธิกับไข่ ตัวอ่อนก็จะพัฒนาเป็นเพศผู้ (Glucksmann, 1978)



ภาพที่ 1 องค์ประกอบและลักษณะของตัวอสุจิ

ที่มา: Garner and Hafez (2000)

โครโมโซม X และ Y มีความแตกต่างกันในเรื่องส่วนประกอบของ DNA ภายในนิวเคลียส โดยอสุจิ X มี X-chromosome ภายในนิวเคลียส ส่วนอสุจิ Y มี Y-chromosome ภายในนิวเคลียส (Garner and Hafez, 2000) นอกจากนี้ ยังพบความแตกต่างกันในเรื่องต่างๆ เช่น ขนาด รูปร่าง น้ำหนัก และการเคลื่อนที่ เป็นต้น (ตารางที่ 1) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ผลการใช้เทคนิค Flow cytometric ในการวัดความแตกต่างระหว่าง DNA ของ X-chromosome และ Y-chromosome พบว่า X-chromosome มีปริมาณ DNA มากกว่า Y-chromosome 3.0 ถึง 4.5 เฟอร์เซ็นต์ ส่วนในสุกร นั้น พบว่า X-chromosome มีปริมาณ DNA มากกว่า Y-chromosome 3.7 เฟอร์เซ็นต์ (Johnson and Clarke, 1988)

ตามทฤษฎี การแบ่งตัวแบบไมโอซิส (Meiosis) ของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะส่งผลให้มีอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 : 50 แต่เมื่ออสุจิผ่านกระบวนการต่างๆ ภายในระบบสืบพันธุ์เพศผู้ อสุจิบางส่วนอาจถูกทำลาย ส่งผลให้อัตราส่วนของอสุจิที่หลั่งออกมาภายนอกของเพศผู้มีอัตราส่วนเปลี่ยนแปลงไปจากร้อยละ 50 : 50 ซึ่งความแตกต่างเช่นนี้ อาจผันแปรไปตามการหลั่งน้ำเชื้อพันธุ์แต่ละครั้ง และความแตกต่างระหว่าง

สัตว์เพศผู้แต่ละตัว ลักษณะดังกล่าวอาจมีผลทำให้โอกาสในการเข้าปฏิสนธิกับไข่ของอสุจิที่มี X-chromosome หรือ Y-chromosome มีค่าไม่เท่ากัน (Kawarasaki *et al.*, 1995) เช่น ในสุกร พบว่า มีอัตราส่วนของอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome เท่ากับ 49 : 51 (Kawarasaki *et al.*, 1995) ส่วนในโค นั้น พบว่า มีอัตราส่วนของอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome เท่ากับ 52 : 48 (Schwerin *et al.*, 1991) ส่งผลให้เกิดความผันแปรของสัดส่วนเพศของลูกที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง ซึ่งบางครั้งอาจมีสัดส่วนของเพศใดเพศหนึ่งมากกว่าอีกเพศอย่างเด่นชัด

ตารางที่ 1 ความแตกต่างระหว่างอสุจิ X และ Y

พารามิเตอร์	ความแตกต่าง	ที่มา
1. ปริมาณ DNA	อสุจิ X ในโค สุกร และแกะมีปริมาณ DNA มากกว่าอสุจิ Y 3.9 3.7 และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ	Johnson and Clarke (1988)
2. การเคลื่อนที่	Y-chromosome เคลื่อนที่เร็วกว่า X-chromosome	Hafez and Hafez (2000)
3. การย้อมสารเรืองแสง Quinacrine	Y-chromosome ปรากฏจุดเรืองแสง (Fluorescent body) แต่ X-chromosome ไม่พบจุดเรืองแสง	Hafez and Hafez (2000)
4. ผนังเซลล์อสุจิ	X-chromosome มีประจุลบมากกว่า จึงเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก ในขณะที่ Y-chromosome เคลื่อนที่เข้าหาขั้วลบ	Hafez and Hafez (2000)

นอกจากความผันแปรของการหลั่งน้ำเชื้อแต่ละครั้ง และความแตกต่างระหว่างสัตว์เพศผู้แต่ละตัวแล้ว ยังพบว่าสภาพความเป็นกรดด่างหรือสารคัดหลั่งภายในช่องคลอดมีผลต่อความผันแปรของสัดส่วนอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome ด้วยเช่นกัน โดยอสุจิที่มี Y-chromosome ของสุกร มีโอกาสเข้าปฏิสนธิกับไข่ได้มากกว่าอสุจิที่มี X-chromosome ซึ่งอสุจิที่มี X-chromosome นั้นจะอ่อนแอในสภาวะที่เป็นด่าง (สุวรรณ, 2534) ดังนั้น สัดส่วนเพศของลูกสุกรที่ผันแปรไปในการคลอดแต่ละครั้ง เป็นผลมาจากทั้งปัจจัยภายในและภายนอกของสุกร

3.2 ฤดูกาล

แม่พันธุ์สุกรที่คลอดลูกในฤดูกาลที่ต่างกัน มักมีผลต่อสัดส่วนเพศของลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตที่ต่างกัน โดย Gorecki (2003) ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ Zlotnicka White และ Polish Landrace จำนวน 436 ครอก ในประเทศโปแลนด์ พบว่า ช่วงเดือนที่แม่พันธุ์สุกรคลอดลูกมีผลต่อสัดส่วนการให้ลูกเพศเมีย ($P < 0.05$) โดยแม่พันธุ์สุกรที่คลอดลูกในช่วงเดือน มี.ค. ถึง ส.ค. ให้ลูกสุกรที่มีสัดส่วนเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตค่อนข้างสูง ส่วนสุกรแม่พันธุ์ที่คลอดลูกในช่วงเดือน ก.ย. ถึง ก.พ. ลูกสุกรมักมีสัดส่วนเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ ช่วงเดือนที่แม่พันธุ์สุกรคลอดลูกยังมีผลต่อขนาดครอก ($P < 0.05$) ซึ่งแม่พันธุ์ที่คลอดลูกในช่วงเดือน มี.ค. ถึง ส.ค. มักให้ลูกที่มีมีขนาดครอกใหญ่

Nonaka *et al.* (1999) ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของฤดูกาลที่เกิดต่อสัดส่วนเพศของลูกแรกเกิดในหญิงชาวแคนาดา จำนวน 127,658 คน พบว่า แม่ที่คลอดลูกในช่วงของเดือน ก.พ. ถึง เม.ย. จะพบสัดส่วนการให้ลูกเพศชายต่ำ ลักษณะที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากแม่อาจอยู่ในสภาวะที่ยอมรับอสุจิ X-chromosome ได้มากกว่าปกติ หรือแม่อาจอยู่ในสภาวะที่สูญเสียอสุจิ Y-chromosome มากกว่าปกติ และระดับฮอร์โมน Gonadotropin ของแม่ที่สูงขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว อาจส่งผลให้สัดส่วนเพศของลูกในระยะหลังปฏิสนธิ (Primary sex ratio) เปลี่ยนแปลงไป (James, 1986)

3.3 ลำดับครอกและอายุของพ่อแม่พันธุ์สุกร

Jamriska (1991) รายงานว่าแม่พันธุ์สุกรที่มีอายุมากกว่า 2.5 ปี ให้สัดส่วนลูกสุกรเพศผู้แรกคลอดมีชีวิต (52.69 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากลุ่มแม่พันธุ์สุกรที่มีอายุต่ำกว่า 2.5 ปี ส่วนพ่อพันธุ์สุกรที่มีอายุมากกว่า 2 ปี นั้น ให้สัดส่วนลูกเพศผู้แรกคลอดมีชีวิต (52.41 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าสุกรพ่อพันธุ์ที่มีอายุต่ำกว่า 2 ปี (50.84 เปอร์เซ็นต์)

Meikle *et al.* (1996) และ Gorecki (2003) รายงานสอดคล้องกันว่า อายุของแม่พันธุ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับขนาดครอก ($r_p = 0.30$) จำนวนลูกสุกรที่เกิดมีชีวิต ($r_p = 0.26$) และจำนวนลูกสุกรมีชีวิตเมื่อ 21 วัน ($r_p = 0.12$) มากกว่าสัดส่วนเพศของลูกสุกร อย่างไรก็ตาม สัดส่วนเพศเมียของลูกสุกรมีความสัมพันธ์เชิงลบกับจำนวนลูกสุกรที่ตายแรกคลอด ($r_p = -0.09$)

3.4 พ่อพันธุ์ (คู่ผสมพันธุ์)

ผลงานวิจัยหลายฉบับรายงานให้ทราบว่า พ่อพันธุ์มีผลต่อสัดส่วนเพศของลูกสุกร เช่น การศึกษาในประชากรพ่อพันธุ์ของฟาร์มแห่งหนึ่งในเมือง Zlotniki ประเทศโปแลนด์ โดยใช้ข้อมูลจากลูกสุกรจำนวน 3,852 ตัว แม่พันธุ์ 152 ตัว และพ่อพันธุ์ 19 ตัว พบว่าการใช้พ่อพันธุ์ที่มีกลุ่มพันธุ์แตกต่างกันมีผลทำให้ลูกที่เกิดมีสัดส่วนเพศแตกต่างกัน ($P < 0.05$) เมื่อใช้พ่อพันธุ์ Polish Landrace ในการผสมพันธุ์ แม่พันธุ์ให้สัดส่วนลูกสุกรเพศเมียต่อเพศผู้เท่ากับ 0.448 : 0.552 แต่เมื่อใช้พ่อพันธุ์ Zlotnicka White ในการผสมพันธุ์ แม่พันธุ์ให้สัดส่วนลูกสุกรเพศเมียต่อเพศผู้เท่ากับ 0.493 : 0.507 (Gorecki, 2003)

ฉัตรชัย (2538) ศึกษาวิจัยในประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ และลาร์จไวท์ที่ถูกเลี้ยงภายใต้โรงเรือนระบบเปิดในประเทศไทย โดยฟาร์มทดลองมีแม่พันธุ์จำนวน 48 ตัว พ่อพันธุ์จำนวน 6 ตัว และลูกสุกรที่เกิดจากการผสมพันธุ์โดยใช้พ่อพันธุ์แลนด์เรซมีจำนวน 193 ตัว และลูกสุกรที่เกิดจากการผสมพันธุ์โดยใช้พ่อพันธุ์ลาร์จไวท์มีจำนวน 203 ตัว จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้พ่อพันธุ์แลนด์เรซ และลาร์จไวท์ในการผสมพันธุ์ แม่พันธุ์ให้สัดส่วนลูกสุกรเพศเมียต่อเพศผู้เท่ากับ 50.78 : 49.22 และ 51.72 : 48.28 ตามลำดับ ($P > 0.05$)

4. การกำหนดเพศในสุกรแม่พันธุ์

4.1 ประเภทของสัดส่วนเพศ

สัดส่วนเพศเป็นค่าเปรียบเทียบจำนวนลูกสุกรเพศผู้ต่อลูกสุกรเพศเมียซึ่ง Nalbandov (1976) แบ่งสัดส่วนเพศออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

4.1.1 สัดส่วนเพศของลูกหลังปฏิสนธิ (Primary sex ratio) เป็นค่าสัดส่วนเพศที่เกิดขึ้นหลังจากอสุจิปฏิสนธิกับไข่ ซึ่งใช้โครโมโซมที่เป็นองค์ประกอบของอสุจิ (X หรือ Y) เป็นตัวกำหนดเพศของลูก (XX หรือ XY)

4.1.2 สัดส่วนเพศของลูกแรกคลอด (Secondary sex ratio) เป็นค่าสัดส่วนเพศของลูกที่มีชีวิตหลังจากคลอด เนื่องจากในระหว่างการท้อง ปัจจัยต่างๆ เช่น สารเคมี เชื้อโรค อุณหภูมิ และ

การขาดสารอาหาร อาจมีผลต่อการมีชีวิตรอดของตัวอ่อน และส่งผลให้สัดส่วนเพศของลูกสุกรที่คลอดแตกต่างกัน

4.1.3 สัดส่วนเพศของลูกเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ (Tertiary sex ratio) เป็นสัดส่วนเพศของลูกเมื่อถึงวัยที่สืบพันธุ์ได้ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงสมรรถภาพของตัวลูกสัตว์เอง และอาจบ่งบอกถึงความสามารถทางพันธุกรรมของลูกสัตว์ด้วยเช่นกัน

4.2 การคัดแยกเพศของลูกสัตว์

การคัดแยกเพศของลูกสัตว์เป็นการจำแนกเพศของลูกสุกรที่เกิด เพื่อให้ได้ลูกสุกรเพศผู้หรือเพศเมียตามที่ต้องการ และสอดคล้องกับเป้าหมายการผลิต ซึ่งการคัดแยกเพศสามารถทำได้ 2 ระยะ (Bearden *et al.*, 2004) คือ

4.2.1 ระยะก่อนเกิดการปฏิสนธิ (Sexing sperm) สามารถทำได้โดยการแยกอสุจิเพื่อให้ได้อสุจิที่มี X-chromosome หรือ Y-chromosome จากนั้นนำอสุจิที่ได้ไปทำการผสมเทียมโดยใช้ส่วนของอสุจิที่มี X-chromosome เมื่อต้องการลูกเพศเมีย และใช้ในส่วนของอสุจิที่มี Y-chromosome เมื่อต้องการลูกเพศผู้

การแยกอสุจิที่มี X-chromosome หรือ Y-chromosome เป็นวิธีการที่ช่วยในการกำหนดเพศในสัตว์ ทำให้ทราบเพศของสัตว์ก่อนที่จะนำไปผสมเทียม อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำของการเกิดลูกเพศผู้หรือเพศเมียนั้น จะแตกต่างกันออกไปตามวิธีการต่างๆ ที่ใช้ เช่น

1) Flow cytometry (Cell sorter) เครื่องมือชนิดนี้จะทำหลังการย้อมสี DNA ของอสุจิด้วยสีย้อมเรืองแสง (Flourescing DNA) โดยอาศัยหลักการที่ปริมาณ DNA ของอสุจิที่มี X-chromosome มากกว่าอสุจิที่มี Y-chromosome อสุจิที่ย้อมสีแล้วเมื่อนำผ่านเครื่อง Flow cytometry จะถูกแยกออกเป็นกลุ่ม คือกลุ่มของอสุจิที่มี X-chromosome และกลุ่มของอสุจิที่มี Y-chromosome วิธีการนี้สามารถคัดแยกอสุจิที่มีชีวิตได้ประมาณ 5,000 ถึง 6,000 ตัวต่อวินาที และมีความแม่นยำ 90 เปอร์เซ็นต์ (Seidel and Garner, 2002)

2) Albumin gradient เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแยกอสุจิที่มี X-chromosome และอสุจิที่มี Y-chromosome ออกจากกันโดยอาศัยหลักการการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ (Swim down) โดยอสุจิที่มี Y-chromosome ที่มีขนาดเล็ก จะเคลื่อนที่ลงไปที่ด้านล่างของภาชนะที่บรรจุโปรตีนอัลบูมิน (Albumin) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้เร็วกว่าอสุจิที่มี X-chromosome วิธีการนี้ให้ความแม่นยำ 70 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (Ericsson and Ericsson, 1999)

3) Free-flow electrophoresis เครื่องมือชนิดนี้อาศัยความแตกต่างของ ประจุไฟฟ้าที่อยู่บนผิวของอสุจิ ซึ่งอสุจิที่มี X-chromosome มีประจุลบมากกว่า Y-chromosome ดังนั้นอสุจิจึงถูกนำมาแยกออกจากกันด้วยเครื่อง Free-flow electrophoresis (Blotner *et al.*, 1994)

4) Laminar flow เป็นการแยกอสุจิโดยอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของอสุจิในของเหลว โดยอสุจิที่มี X-chromosome และอสุจิที่มี Y-chromosome จะเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันในของเหลวที่กำลังไหล และมีอัตราการไหลเปลี่ยนไปที่ละน้อยแบบพาราโบลา โดยที่การเคลื่อนที่ของอสุจิที่มี X-chromosome จะมีรูปแบบการว่ายที่ตรงกว่าอสุจิที่มี Y-chromosome จึงสามารถแยกส่วนกลุ่มที่ว่ายตรงออกมาได้ (อนันต์, 2535) วิธีการนี้สามารถแยกอสุจิที่มี X-chromosome ในมนุษย์ได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ (Sarker *et al.*, 1984)

4.2.2 ระยะเวลาหลังเกิดการปฏิสนธิ (Embryo sexing) เป็นการคัดแยกเพศของตัวอ่อน ในระยะ Morula หรือ Blastocyst เพื่อให้ได้เพศของลูกตามต้องการ จากนั้นทำการย้ายฝากตัวอ่อนไปยังตัวรับต่อไป

การคัดแยกเพศของตัวอ่อน โดยการนำตัวอ่อนที่ได้จากการกระตุ้นการตกไข่ ผสมแล้วนำออกมาจากมดลูก เมื่อตัวอ่อนอายุประมาณ 6 ถึง 8 วัน ซึ่งเป็นระยะ Morula หรือ Blastocyst มาตรวจดูว่ามี Y-chromosome ในเซลล์ของตัวอ่อนหรือไม่ การคัดเลือกเพศจากตัวอ่อนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตรวจด้วยวิธี Karyotype โดยตรวจโครโมโซมของตัวอ่อนด้วยวิธีการย้อมสี การตัดเอาเซลล์ของตัวอ่อน และการนำเซลล์ดังกล่าวไปเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวน วิธีนี้ไม่ได้รับความนิยมมากนักเนื่องจากใช้ระยะเวลานาน นอกจากนี้ยังมีการตรวจด้วยวิธี H-Y antigen ที่จำเพาะต่อ Y-chromosome แต่วิธีดังกล่าวมีความแม่นยำน้อย ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาการตรวจเพศตัวอ่อนด้วย DNA probe โดยผลิตลำดับของ DNA ที่มีความจำเพาะต่อ Y-chromosome ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการนำตัวอย่างเซลล์ตัวอ่อนได้จากการตัด (Splitting) หรือเจาะดูออกมา

(Aspiration) ด้วยเครื่อง Micromanipulator และนำไปตรวจหาส่วนของโครโมโซม Y ทำโดยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) ซึ่งจะเพิ่มปริมาณ DNA ที่มีความจำเพาะกับ Y-chromosome แล้วนำไปตรวจดูแถบ DNA ที่ปรากฏหลังจากทำ Gel electrophoresis หากผลการวิเคราะห์ภาพเจลพบแถบ DNA 2 แถบ แสดงว่าตัวอย่างที่ตรวจมี Y-chromosome คือเป็นเพศผู้ แต่หากปรากฏแถบ DNA เพียงแถบเดียว แสดงว่าตัวอย่างที่ตรวจเป็นเพศเมีย การตรวจเพศโดยวิธีนี้ใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ตั้งแต่การเตรียมตัวอย่างเซลล์จนทราบเพศ และสามารถตรวจเพศตัวอ่อนได้ 90 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถระบุเพศได้) เทคนิคนี้เป็นวิธีการที่ให้ความแม่นยำสูง 95 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ (มงคล, 2543)

4.3 วิธีการตรวจสอบอสุจิที่มี X และ Y-chromosome

การตรวจสอบอสุจิ เพื่อหาสัดส่วนระหว่างอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome สามารถทำได้หลายวิธี และแต่ละวิธีมีความแม่นยำที่แตกต่างกันออกไป เช่น

4.3.1 Quinacrine Staining เป็นเทคนิคการย้อมสี Quinacrine hydrochloride ซึ่งจะทำให้เกิดการเรืองแสงเฉพาะ Y-chromosome ในระยะ Metaphase สีย้อม Quinacrine จะให้จุดเรืองแสงของ F-body ในนิวเคลียสของตัวอสุจิ กรณีที่เป็นเพศเมียจะไม่พบ F-body แต่กรณีที่เป็นเพศผู้จะพบ F-body (Roberts and Goodall, 1976) และจากการทดลองย้อมสี Quinacrine ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด พบว่าการเกิด F-body นั้นแตกต่างกัน เช่น ในมนุษย์ โค และสุกร พบการเกิด F-body เท่ากับ 38 42 และ 42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Ogawa *et al.*, 1988)

4.3.2 H-Y Antigen เป็นวิธีการตรวจหาอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome โดยอาศัยคุณสมบัติของอสุจิที่มี Y-chromosome มี H-Y Antigen บนผนังเซลล์มากกว่าอสุจิที่มี X-chromosome แต่มีปริมาณของ DNA น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อใช้ Antibody (ตัวที่ 1) ที่จำเพาะต่อ H-Y Antigen จะจับเฉพาะอสุจิที่มี Y-chromosome เท่านั้น และเมื่อใช้ Antibody ตัวที่ 2 พร้อมสารเรืองแสงไปจับกับ Antibody ตัวที่ 1 ทำให้สามารถนับจำนวนอสุจิที่ข้อมติสารเรืองแสงผ่านกล้อง Fluorescence จากวิธีการดังกล่าวสามารถแยกอสุจิที่มี X-chromosome และ Y-chromosome ออกจากกันได้ (อนันต์, 2535)

4.3.3 DNA Probe เป็นวิธีการตรวจสอบอสุจิโดยการตรวจสอบ DNA ที่ทราบลำดับเบสบางส่วนบน Y-chromosome ซึ่งการตรวจสอบจะใช้วิธี PCR หรือ Fluorescent *In Situ* Hybridization (FISH) วิธีการตรวจสอบนี้มีความแม่นยำสูงและใช้เวลาน้อย (มงคล, 2543)

5. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

5.1 ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลในรอบปี ส่งผลกระทบต่อลักษณะน้ำหนักแรกเกิดและน้ำหนักเมื่อหย่านมของลูกสุกร (Schneider *et al.*, 1982; Suriyasomboon *et al.*, 2006) โดย Suriyasomboon *et al.* (2006) ศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อลักษณะ BW ในประชากรแม่พันธุ์ลูกผสมแลนด์เรซ × ยอร์กเชียร์ในประเทศไทย พบว่า BW ของลูกสุกรมีค่าสูงสุดในฤดูฝน (ก.ค. ถึง ต.ค.) และมีค่าต่ำสุดในฤดูร้อน (มี.ค. ถึง มิ.ย.) ซึ่งแตกต่างกับการรายงานของ Schneider *et al.* (1982) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ดอร์ค แฮมเชียร์ ยอร์กเชียร์ และเชสเตอร์ไวท์ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า BW และ WW ของลูกสุกรในฤดูใบไม้ผลิ (มี.ค. ถึง พ.ค.) สูงกว่าฤดูใบไม้ร่วง (ก.ย. ถึง พ.ย.) เท่ากับ 0.06 กิโลกรัม และ 0.12 กิโลกรัม ตามลำดับ ($P < 0.05$)

Tantasuparuk *et al.* (2007) ศึกษาความผันแปรของฤดูกาลที่มีต่อลักษณะ NBA ในประชากรสุกรแม่พันธุ์ลูกผสม Landrace × Yorkshire ภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย พบว่าแม่สุกรที่คลอดลูกในฤดูกาลที่แตกต่างกันมักมี NBA ที่แตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยแม่สุกรให้ NBA ในฤดูร้อน (10.3 ตัว) มากกว่าฤดูหนาว (9.5 ตัว) และฤดูฝน (8.4 ตัว) ตามลำดับ

ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ และการแบ่งฤดูกาลในการศึกษา เช่นการศึกษาของ Suriyasomboon *et al.* (2006) ในประเทศไทยแบ่งฤดูกาลที่ศึกษาออกเป็น 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน (มี.ค. ถึง มิ.ย.) ฤดูฝน (ก.ค. ถึง ต.ค.) และฤดูหนาว (พ.ย. ถึง ก.พ.) สำหรับประเทศในยุโรปทางตอนเหนือและสหรัฐอเมริกาแบ่งฤดูกาลออกเป็น 4 ฤดูกาล ดังนี้ ฤดูหนาว (ธ.ค. ถึง ก.พ.) ฤดูใบไม้ผลิ (มี.ค. ถึง พ.ค.) ฤดูร้อน (มิ.ย. ถึง ส.ค.) และฤดูใบไม้ร่วง (ก.ย. ถึง พ.ย.) ด้วยเหตุนี้ ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลกระทบต่อการแสดงออกสำหรับลักษณะที่ศึกษาแตกต่างกัน

จากสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลนั้น ส่งผลต่อลักษณะ NBA โดย Tantasuparuk *et al.* (2000) ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ และยอร์กเชียร์ ภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศ พบว่า แม่สุกรให้ NBA สูงสุดในฤดูร้อน ทั้งนี้เนื่องมาจาก แม่สุกรได้รับการผสมพันธุ์ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งสภาพอากาศมีอุณหภูมิที่เอื้อให้แม่สุกรมีความสมบูรณ์พันธุ์สูง และอัตราการตายของตัวอ่อนมีน้อย จึงส่งผลให้แม่สุกรให้ NBA สูง

5.2 ลำดับการคลอดลูก

อิทธิพลของลำดับการคลอดที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ลักษณะ BW และ WW ของลูกสุกรแตกต่างกัน (Schneider *et al.*, 1982; Tanavots, 1997) โดย Schneider *et al.* (1982) พบว่า BW (1.23 กิโลกรัม) และ WW (5.60 กิโลกรัม) ของลูกสุกรที่เกิดจากแม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกมีค่าต่ำกว่าลูกสุกรที่คลอดในลำดับการคลอดครั้งถัดมา เท่ากับ - 0.15 และ - 0.49 กิโลกรัม ตามลำดับ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Tanavots (1997) ที่ศึกษาในประชากรสุกร Estonian Large White, Estonian Landrace และ Estonian Large White \times Estonian Landrace ในประเทศเอสโตเนีย พบว่า BW และ WW ของลูกสุกรในลำดับการคลอดครั้งแรกของแม่สุกรต่ำกว่าลำดับการคลอดครั้งถัดมา ($P < 0.10$)

Suriyasomboon *et al.* (2006) ศึกษาประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ \times ยอร์กเชียร์ และคูรีอค พบว่า ลำดับการคลอดของแม่สุกรที่แตกต่างกันส่งผลต่อลักษณะ NBA แตกต่างกัน โดยลักษณะ NBA เพิ่มขึ้นจากลำดับการคลอดครั้งแรกถึงลำดับการคลอดครั้งที่ 4 ถึง 5 และลดลงในลำดับการคลอดครั้งที่ 6 ถึง 8 ตามลำดับ ลักษณะเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก แม่พันธุ์ที่ให้ลูกในลำดับการคลอดครั้งที่ 2 และลำดับการคลอดถัดมา มีความพร้อมในด้านขนาดของร่างกาย และความสมบูรณ์พันธุ์ที่ดีกว่าแม่พันธุ์ที่ให้ลูกในลำดับการคลอดครั้งแรก (Gama and Johnson, 1993)

5.3 สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต

สัดส่วนเพศของลูกสุกรที่แตกต่างกันในแต่ละครอก อาจส่งผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกรแตกต่างกัน ซึ่งมีงานวิจัยหลายฉบับ (เช่น Edgerton and Cromwell, 1986; Peaker and Taylor, 1996; Gorecki, 2003; Alfonso, 2005) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของสัดส่วนเพศของลูกสุกรที่มีต่อลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต และน้ำหนักแรกเกิดของลูก

สุกร โดย Edgerton and Cromwell (1986) พบว่า แม่สุกร (12 ตัว) ที่ให้ลูกเพศผู้แรกคลอดมีชีวิตใน สัดส่วนที่ต่ำกว่ามักมีขนาดครอก (10.2 ตัว) ใหญ่กว่า ($P < 0.05$) แม่สุกรที่ให้ลูกเพศผู้แรกคลอดมี ชีวิตในสัดส่วนที่สูงกว่า (9.2 ตัว) รวมทั้งรายงานของ Peaker and Taylor (1996) ที่ทำการศึกษาใน หนูทดลองแล้วพบว่า หนูที่มีขนาดครอกเล็กกว่า (1 ถึง 2 ตัว) มักมีส่วนการให้ลูกเพศผู้สูงกว่า หนูที่มีขนาดครอกใหญ่กว่า (4 ถึง 5 ตัว; $P < 0.05$) นอกจากนี้ Alfonso (2005) ที่ศึกษาในประชากร สุกรสายพันธุ์เชิงการค้า จำนวน 168 ครอก พบว่า สุกรที่ให้สัดส่วนลูกเพศผู้สูงกว่ามักมี BW สูงกว่า สุกรที่ให้สัดส่วนลูกเพศผู้ต่ำกว่า ($P < 0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขณะที่สุกรเพศเมียตั้งท้อง ตัว อ่อนเพศผู้อาจเจริญเติบโตได้เร็วกว่าตัวอ่อนเพศเมีย (Rohde Parfet *et al.*, 1990; Cassar *et al.*, 1994)

6. อัตราพันธุกรรม อัตราซ้ำ และสหสัมพันธ์สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

6.1 อัตราพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรม (Heritability, h^2) สำหรับลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นค่าสัดส่วนของ ความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่อความแปรปรวนสำหรับลักษณะปรากฏ ดังนั้น ค่าอัตรา พันธุกรรมจึงเป็นค่าเฉพาะสำหรับฝูงสัตว์หรือประชากรหนึ่งๆ ประชากรสัตว์ที่แตกต่างกันย่อมมี องค์ประกอบทางพันธุกรรมแตกต่างกัน นอกจากนี้ ค่าอัตราพันธุกรรมยังเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึง ความสำคัญหรืออิทธิพลของพันธุกรรมต่อการแสดงออกสำหรับลักษณะต่างๆ ของสัตว์ใน ประชากร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาศักยภาพการแสดงออกสำหรับลักษณะใดๆ ควรเน้นการ ปรับปรุงความสามารถทางพันธุกรรม ร่วมกับการปรับปรุงสภาพแวดล้อม เพื่อให้สัตว์สามารถ แสดงออกที่พึงปรารถนาได้ดีที่สุด (Falconer and Mackay, 1996)

อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกร (NBA BW WW และ ADG) ของลูกสุกร มีค่าอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.39 (ตารางที่ 2) Huang (1985) รายงานค่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะสัดส่วนเพศของลูกสุกรในประชากรสุกรพันธุ์ครีโอล และยอร์กเชียร์ มีค่าเท่ากับ 0.07 ซึ่งอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะดังกล่าวมีค่าต่ำ แสดงถึงลักษณะดังกล่าวนี้ ได้รับอิทธิพลอันเนื่องมาจากความผันแปรของสภาพแวดล้อมสูงกว่าอิทธิพลทางพันธุกรรม

6.2 อัตราซ้ำ

อัตราซ้ำ (Repeatability, t) เป็นอัตราส่วนของความแปรปรวนที่มีผลมาจากพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมแบบถาวรต่อความแปรปรวนในลักษณะปรากฏทั้งหมด ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือปรากฏได้หลายครั้งในชั่วชีวิตหนึ่ง (Falconer and Mackay, 1996) อัตราซ้ำสำหรับลักษณะ NBA BW และ WW ของลูกสุกร มีค่าอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.47 โดยค่าอัตราซ้ำแต่ละลักษณะจะแตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 3 อย่างไรก็ตาม ค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) นั้นยังไม่พบรายงานการศึกษา ลักษณะดังกล่าวในประชากรสุกรใดๆ

6.3 สหสัมพันธ์สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

การพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะใดลักษณะหนึ่งนั้น อาจส่งผลกระทบให้ลักษณะอื่นเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งแบบสนับสนุนซึ่งกันและกัน (Synergistic effect) คือเมื่อคัดเลือกลักษณะหนึ่งจะมีผลทำให้ลักษณะอื่นดีขึ้นด้วย หรืออาจส่งผลตรงกันข้าม (Antagonistic effect) คือเมื่อคัดเลือกเพื่อปรับปรุงให้ลักษณะหนึ่งดีขึ้น มีผลทำให้ลักษณะหนึ่งก็ลดลง โดยสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (Phenotypic correlation) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่แสดงออกภายนอก ในขณะที่สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genetic correlation) เป็นความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่เกิดจากยีนตำแหน่งหนึ่งมีผลในการควบคุมลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ หรือยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองอยู่บนตำแหน่งโครโมโซมตำแหน่งเดียวกัน (Falconer and Mackay, 1996; Bourdon, 2000)

ค่าสหสัมพันธ์สำหรับลักษณะสองลักษณะ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าทั้งสองลักษณะนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน หากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.3 สำหรับสหสัมพันธ์เชิงบวก หรือมีค่าอยู่ระหว่าง -0.1 ถึง -0.3 สำหรับสหสัมพันธ์เชิงลบ แสดงว่าทั้งสองลักษณะนั้นมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 0.5 สำหรับสหสัมพันธ์เชิงบวก หรือมีค่าอยู่ระหว่าง -0.3 ถึง -0.5 สำหรับสหสัมพันธ์เชิงลบ แสดงว่าทั้งสองลักษณะนั้นมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง และหากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 สำหรับสหสัมพันธ์เชิงบวก หรือมีค่าอยู่ระหว่าง -0.5 ถึง -1.0 สำหรับสหสัมพันธ์เชิงลบ แสดงว่าทั้งสองลักษณะนั้นมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (Cohen *et al.*, 2003)

ตารางที่ 2 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์

พันธุ์สุกร	ลักษณะที่ศึกษา				แหล่งที่มา
	NBA	BW	WW	ADG	
สุกรพันธุ์แท้					
แลนค์เรซ	0.10	0.21	-	0.14	Crump <i>et al.</i> (1997)
ยอร์กเชียร์	-	-	0.30	-	Hogberg and Rydhmer (2000)
ลาร์จไวท์	-	0.02	0.08	-	Kaufmann <i>et al.</i> (2000)
แลนค์เรซ ลาร์จไวท์	0.23	0.04	0.15	-	Ruiz-Flores and Johnson (2001)
ยอร์กเชียร์ × ลาร์จไวท์	-	0.04	-	-	Knol <i>et al.</i> (2002)
และเพียเทรน					
ยอร์กเชียร์	0.12	0.39	0.19	-	Damgaard <i>et al.</i> (2003)
พื้นเมือง Mukota	-	-	-	0.15	Chimonya and Dzama (2007)
แลนค์เรซ	-	0.31	0.32	-	Prajoga (2007)
ลาร์จไวท์	-	0.10	0.20	0.24	Rosendo <i>et al.</i> (2007a)
ลาร์จไวท์	0.16	0.36	0.24	-	Rosendo <i>et al.</i> (2007b)
Polish synthetic line (L990)					Sobczynska <i>et al.</i> (2007)
(ลำดับการคลอดที่ 1)	0.11	-	0.12	-	
(ลำดับการคลอดที่ 2-8)	0.07	-	0.10	-	
พื้นเมือง Ashanti Black	-	0.06	0.14	0.21	Darfour-Oduro <i>et al.</i> (2009)
สุกรลูกผสม					
คูรีอก × แลนค์เรซ	0.08	0.03	-	-	Mesa <i>et al.</i> (2005)
และยอร์กเชียร์					
ลาร์จไวท์ × คูรีอก	-	0.20	-	-	Roche <i>et al.</i> (2009)

ตารางที่ 3 ค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์

พันธุ์สุกร	ลักษณะที่ศึกษา				แหล่งที่มา
	NBA	BW	WW	ADG	
ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ คูรีอค	0.14 - 0.21	-	-	-	Skorupski <i>et al.</i> (1996)
-	0.15	0.30	0.15	-	Bourdon (2000)
แลนด์เรซ	0.13	-	-	-	Kim (2001)
ยอร์กเชียร์ คูรีอค แฮมเชียร์	0.14 - 0.17	-	-	-	Chen <i>et al.</i> (2003)
แลนด์เรซ					
ยอร์กเชียร์	0.21	0.47	0.33	-	Damgaard <i>et al.</i> (2003)
เพียเทรน แลนด์เรซ	0.05, 0.06	-	-	-	Hamann <i>et al.</i> (2004)
ลาร์จไวท์	0.18	-	-	-	Canario <i>et al.</i> (2006)
ลาร์จไวท์	0.24	0.45	0.38	-	Rosendo <i>et al.</i> (2007a)
เชิงการค้า	0.18	-	0.19	-	Sobczynska <i>et al.</i> (2007)

สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA กับลักษณะ BW และ WW มีค่าอยู่ในช่วง -0.40 ถึง -0.06 และ -0.49 ถึง -0.15 ตามลำดับ และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA กับลักษณะ ADG มีค่าเท่ากับ -0.14 สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW กับ WW และ ADG มีค่าอยู่ในช่วง 0.29 ถึง 0.57 และ 0.11 ถึง 0.14 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าอยู่ในช่วง 0.10 ถึง 0.97 (ตารางที่ 4 และ 5)

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA กับ BW มีค่าอยู่ในช่วง -0.06 ถึง -0.74 และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA กับ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.46 และ -0.30 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ BW กับ WW และ ADG มีค่าอยู่ในช่วง 0.39 ถึง 1.00 และ 0.33 ถึง 0.87 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.85 (ตารางที่ 4 และ 5) สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และสหสัมพันธ์ทาง

พันธุกรรมมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อลักษณะ โครงสร้างของประชากรที่ศึกษา พันธุ์ และการจัดการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (r_p) ระหว่างลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์

พันธุ์สุกร	NBA - BW		NBA - WW		NBA - ADG		แหล่งที่มา
	r_g	r_p	r_g	r_p	r_g	r_p	
คูร์ค ยอร์คเชียร์ × แฮมเชียร์	-	-0.31	-	-0.23	-	-0.14	Young <i>et al.</i> (1977)
ยอร์คเชียร์ แฮมเชียร์ คูร์ค	-	-0.35	-	-0.49	-	-	Irvin and Swiger (1984)
ยอร์คเชียร์ แฮมเชียร์ คูร์ค แลนด์เรซ	-	-0.25	-	-	-	-	Yen <i>et al.</i> (1987)
ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ ลำดับการคลอดที่ 1	-0.74	-	-	-	-0.30	-	Hermesch <i>et al.</i> (2000)
คูร์ค	-0.06	-	-	-	-	-	Oh and See (2005)
ลาร์จไวท์	-0.45	-0.40	-0.46	-0.15	-	-	Rosendo <i>et al.</i> (2007b)
แลนด์เรซ	-	-0.06	-	-0.32	-	-	Skorjanc <i>et al.</i> (2007)

สำหรับลักษณะสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) มีสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเชิงบวกกับลักษณะขนาดครอก โดยพบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏของ FPB กับจำนวนลูกสุกรทั้งหมด และ NBA มีค่าเท่ากับ 0.13 และ 0.15 ตามลำดับ (Gorecki, 2003)

ตารางที่ 5 สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (r_p) ระหว่างลักษณะ น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ของสุกรต่างกลุ่มพันธุ์

พันธุ์สุกร	BW - WW		BW - ADG		WW - ADG		แหล่งที่มา
	r_g	r_p	r_g	r_p	r_g	r_p	
คูรีอก ขอร์คเชียร์ × แฮมเชียร์	-	0.39	-	0.11	-	0.10	Young <i>et al.</i> (1977)
ขอร์คเชียร์ คูรีอก Spot และแลนค์เรซ	0.54	0.51	-	-	-	-	Hutchens <i>et al.</i> (1981)
ขอร์คเชียร์ แฮมเชียร์ และคูรีอก	-	0.36	-	-	-	-	Irvin and Swiger (1984)
ลาร์จไวท์ แลนค์เรซ ลำดับการคลอดที่ 1	-	-	0.33	-	-	-	Hermesch <i>et al.</i> (2000)
ลาร์จไวท์	0.59	-	-	-	-	-	Kaufmann <i>et al.</i> (2000)
ลาร์จไวท์ × แลนค์เรซ	-	0.57	-	-	-	-	Quiniou <i>et al.</i> (2002)
คูรีอก	0.39	-	-	-	-	-	Oh and See (2005)
แลนค์เรซ	0.99	-	-	-	-	-	Prajoga (2007)
แลนค์เรซ	-	0.29	-	0.14	-	0.97	Skorjanc <i>et al.</i> (2007)
พื้นเมือง Ashanti Black	1.00	-	0.87	-	0.85	-	Darfour-Oduro <i>et al.</i> (2009)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลและประชากรสุกรที่ศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ประกอบไปด้วย ข้อมูลจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (NBA; Number born alive) น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรเฉลี่ย (BW; Birth weight) น้ำหนักเมื่อหย่านมของลูกสุกรเฉลี่ย (WW; Weaning weight) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านมของลูกสุกร (ADG; Average daily gain) ที่รวบรวมได้จากแม่สุกรพันธุ์แท้เพียเทรน (Pietrain) ที่ปลอดยีนเครียด (Negative halothane gene; NN) จำนวน 1,252 ตัว ที่คลอดลูกระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง 2550 และถูกเลี้ยงดูในโรงเรือนแบบเปิดของฟาร์มสุกรทางการค้าแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี

การตรวจสอบยีนที่ตอบสนองต่อความเครียดในสุกรประชากรนี้ เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 และดำเนินการต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน โดยในปีแรก สุกรพ่อแม่พันธุ์ทุกตัวในประชากรถูกเก็บตัวอย่างเลือด และส่งไปตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการชีววิทยาโมเลกุล ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เพื่อประเมินรูปแบบของยีนที่ตอบสนองต่อความเครียด (NN Nn และ nn โดย N เป็นยีนที่ไม่ตอบสนองต่อความเครียด และ n เป็นยีนที่ตอบสนองต่อความเครียด) เมื่อพบว่าสุกรตัวใดมีรูปแบบของยีนที่ตอบสนองต่อความเครียด (Nn และ nn) สุกรตัวนั้นจะไม่ถูกนำมาใช้เป็นสุกรพ่อแม่พันธุ์ และดำเนินการเช่นนี้อย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำสุกรจากภายนอกฟาร์มมาใช้ประโยชน์เป็นพ่อหรือแม่พันธุ์ภายในระบบการผลิต

ประชากรสุกรที่นำมาศึกษาค้างนี้ มีจำนวน 1,252 ตัว (3,583 ข้อมูล) เกิดจากพ่อพันธุ์จำนวน 165 ตัว แม่พันธุ์จำนวน 799 ตัว แม่สุกรพันธุ์แท้เพียเทรน ให้จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตเฉลี่ย 7.96 ตัว (SD = 2.32 ตัว) เป็นเพศผู้ 4.09 ตัว (SD = 1.84 ตัว) และเพศเมีย 3.87 ตัว (SD = 1.83 ตัว) ให้ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย 1.75 กิโลกรัม (SD = 0.24 กิโลกรัม) โดยลูกสุกรเพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.76 กิโลกรัม (SD = 0.27 กิโลกรัม) และลูกสุกรเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.73 กิโลกรัม (SD = 0.27 กิโลกรัม) ให้ลูกมีน้ำหนักเมื่อหย่านมเฉลี่ย 7.03 กิโลกรัม (SD = 1.13 กิโลกรัม) โดยลูกสุกรเพศผู้มีน้ำหนักหย่านมเฉลี่ย 7.64 กิโลกรัม (SD = 1.26 กิโลกรัม) และลูกสุกรเพศเมียมีน้ำหนักหย่านมเฉลี่ย 6.90 กิโลกรัม (SD = 1.12 กิโลกรัม) ให้ลูกที่มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านม 222.29 กรัมต่อวัน (SD = 45.24 กรัมต่อวัน) โดยลูกสุกรเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยก่อนหย่านม

นม 245.01 กรัมต่อวัน (SD = 50.26 กรัมต่อวัน) และลูกสุกรเพศเมียมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ก่อนหย่านม 217.70 กรัมต่อวัน (SD = 45.30 กรัมต่อวัน) และมีสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอด มีชีวิต (FPB) 48.50 เปอร์เซ็นต์ (SD = 19.34 เปอร์เซ็นต์) ดังปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และ สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)

ลักษณะ	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย ± ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
คละเพศ				
NBA (ตัว)	3,583	7.96 ± 2.32	1	14
BW (กิโลกรัม)	3,583	1.75 ± 0.24	0.9	2.6
WW (กิโลกรัม)	3,097	7.03 ± 1.13	3.2	11.7
ADG (กรัมต่อวัน)	3,097	222.29 ± 45.24	78	400
FPB (เปอร์เซ็นต์)	3,583	48.50 ± 19.34	0	100
เพศผู้				
NBA (ตัว)	3,583	4.09 ± 1.84	0	10
BW (กิโลกรัม)	3,525	1.76 ± 0.27	0.8	2.8
WW (กิโลกรัม)	1,445	7.64 ± 1.26	3.6	12.5
ADG (กรัมต่อวัน)	1,445	245.01 ± 50.26	78	513
เพศเมีย				
NBA (ตัว)	3,583	3.87 ± 1.83	0	11
BW (กิโลกรัม)	3,508	1.73 ± 0.27	0.5	2.9
WW (กิโลกรัม)	2,937	6.90 ± 1.12	3.2	11.5
ADG (กรัมต่อวัน)	2,937	217.70 ± 45.30	75	390

1.1 การจัดการเลี้ยงดูสุกรสาว แม่พันธุ์ พ่อพันธุ์และลูกสุกร

ก. การจัดการเลี้ยงดูสุกรสาว

สุกรสาวที่ได้รับคัดเลือกเป็นสุกรทดแทนมีอายุประมาณ 6 ถึง 7 เดือน หรือน้ำหนักประมาณ 90 ถึง 100 กิโลกรัม ถูกนำมาเลี้ยงในคอกสุกรทดแทน ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในปริมาณ 2 ถึง 2.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

ข. การจัดการเลี้ยงดูสุกรแม่พันธุ์

ส่วนสุกรแม่พันธุ์ได้รับอาหารในปริมาณ 3 ถึง 3.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในช่วงก่อนผสมพันธุ์ 10 วัน โดยให้วันละ 3 ครั้ง ในช่วงหลังการผสม แม่สุกรแต่ละตัวได้รับอาหารซึ่งมีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 05.30 น. และ 14.30 น.

ค. การจัดการเลี้ยงดูสุกรแม่พันธุ์ในช่วงอู้มท้อง

ภายหลังได้รับการผสมพันธุ์ แม่สุกรได้รับการตรวจการเป็นสัดในช่วง 18 ถึง 24 วัน หากสุกรตัวใดมีการกลับสัด สุกรตัวนั้นได้รับการตรวจสอบการเป็นสัด และผสมพันธุ์ใหม่ เมื่อแม่สุกรอู้มท้องประมาณ 12 สัปดาห์จะย้ายสุกรไปที่ชองคลอด

ในช่วงอู้มท้อง แม่สุกรแต่ละตัวได้รับอาหารซึ่งมีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม การให้อาหารถูกแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้ 1) ในช่วงอู้มท้องระยะแรก (หลังผสมพันธุ์ ถึง อู้มท้องได้ 42 วัน) ให้อาหารปริมาณ 1.4 ถึง 1.6 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน 2) ในช่วงอู้มท้องวันที่ 42 ถึง 84 ให้อาหารปริมาณ 1.4 ถึง 1.8 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และ 3) ในช่วงอู้มท้องวันที่ 84 ถึง 107 วัน ให้อาหารปริมาณ 1.8 ถึง 2.0 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในช่วงก่อนคลอด 1 สัปดาห์ สุกรแม่พันธุ์ถูกย้ายเข้าคอกคลอด และเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารระยะแม่สุกรเลี้ยงลูก ซึ่งมีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,300 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และให้ในปริมาณ 1.8 ถึง 2.0 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 05.30 น. และ 16.00 น.

ง. การจัดการเลี้ยงดูสุกรแม่พันธุ์ในช่วงหลังคลอด

ในช่วงหลังคลอด 1 ถึง 2 วันแรก สุกรได้รับอาหารอย่างเต็มที่ ซึ่งมีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,300 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยให้วันละ 3 ครั้ง ในเวลา 05.30 น. 11.00 น. และ 16.00 น. ในระยะแม่สุกรเลี้ยงลูก สุกรแต่ละตัวได้รับอาหารในปริมาณ 3.5 ถึง 4 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และหลังหย่านม จึงกลับมาให้อาหารตามปกติ วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 05.30 น. และ 13.30 น.

จ. การจัดการเลี้ยงดูพ่อพันธุ์สุกร

พ่อพันธุ์เริ่มถูกใช้งานเมื่ออายุประมาณ 9 ถึง 10 เดือน ซึ่งก่อนเริ่มใช้งานมีการฝึกให้พ่อพันธุ์ขึ้นหุ่นล้อ (Dummy) จนกว่าพ่อพันธุ์คุ้นเคย และได้น้ำเชื้อที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ พ่อพันธุ์ได้รับการควบคุมปริมาณอาหารเพื่อไม่ให้อ้วนหรือผอมเกินไป โดยพ่อพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบจะได้รับอาหารซึ่งมีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ให้อาหารปริมาณ 2 ถึง 2.2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในเวลา 05.30 น. และ 13.30 น. พ่อพันธุ์ที่อายุมากกว่า 1 ปี ได้รับอาหารปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ทั้งนี้การพิจารณาปริมาณอาหารที่ให้พ่อพันธุ์จึงขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และอายุของพ่อพันธุ์แต่ละตัว

ฉ. การจัดการเลี้ยงดูลูกสุกร

ภายหลังคลอด ลูกสุกรได้รับการทำประวัติ ชั่งน้ำหนัก สุกรแรกเกิดอายุ 1 ถึง 3 วัน ได้รับความอบอุ่นจากไฟกกและได้รับน้ำนมเหลืองอย่างเต็มที่ วันที่ 2 ลูกสุกรถูกตัดสายสะดือ ตัดเบอร์หู และฉีดวัคซีนเข็มแรก เมื่ออายุ 10 วัน ลูกสุกรเริ่มได้รับอาหารเลี้ยงดู ซึ่งจะมีระดับโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,700 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยให้ทีละน้อย เพื่อให้ลูกสุกรหัดกินอาหาร ลูกสุกรถูกหย่านมที่อายุ 21 วัน ซึ่งลูกสุกรแต่ละตัวได้รับการชั่งน้ำหนักรายตัวและจดบันทึกข้อมูล ลูกสุกรที่มีรูปร่างขนาดเล็ก ขาดประสิทธิภาพ หรือมีความผิดปกติอื่นๆ ที่ไม่ต้องการถูกคัดออกจากฝูง หลังจากนั้น ลูกสุกรหย่านมถูกย้ายไปเลี้ยงในโรงเรือนอนุบาล และได้รับอาหารเลี้ยงดูต่อไปอีก 2 สัปดาห์ ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นอาหารระยะอนุบาล ซึ่งมีระดับโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3,650 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

1.2 การจัดการด้านสุขภาพ

สุกรสาว พ่อพันธุ์ และแม่พันธุ์ ได้รับการจัดการด้านสุขภาพตามโปรแกรมมาตรฐานของฟาร์ม โดยสุกรสาวทดแทนอายุ 22 สัปดาห์ได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียม สุกรอายุ 24 สัปดาห์ได้รับวัคซีนอหิวาห์สุกร สุกรอายุ 25 สัปดาห์ได้รับวัคซีนพาร์โวไวรัส สุกรอายุ 26 สัปดาห์ได้รับวัคซีนปากและเท้าเปื่อย และสุกรอายุ 27 สัปดาห์ได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียม

แม่พันธุ์แต่ละตัวได้รับวัคซีนป้องกันโรค โดยก่อนคลอด 3 สัปดาห์ได้รับวัคซีนอหิวาห์สุกร ก่อนคลอด 4 สัปดาห์ได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียม หลังคลอด 3 สัปดาห์ได้รับวัคซีนปากและเท้าเปื่อย และทุก 4 เดือนแม่พันธุ์ได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียม และทำการถ่ายพยาธิโดยผสมยาถ่ายพยาธิลงในอาหาร ส่วนพ่อพันธุ์ได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียมทุก 6 เดือน สำหรับการทำวัคซีนในลูกสุกรเริ่มทำเมื่อลูกสุกรอายุ 5 สัปดาห์ โดยเมื่อลูกสุกรมีอายุ 5 และ 7 สัปดาห์ ได้รับวัคซีนอหิวาห์สุกร เมื่ออายุ 6 และ 8 สัปดาห์ได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียม

1.3 การคัดเลือกและผสมพันธุ์

ก. การคัดเลือกสุกรสาวทดแทน

สุกรสาวทดแทน ถูกคัดเลือกโดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก ความสมบูรณ์พันธุ์และพันธุ์ประวัติ ดังนี้

- 1) โครงสร้างลักษณะของสุกร เช่น ความยาวลำตัว ความสมบูรณ์ของขา ขนาดไหล่ และสะโพก เป็นต้น ซึ่งสามารถพิจารณาได้ด้วย การวัด หรือสายตาของผู้ชำนาญการ
- 2) ความสมบูรณ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ โดยพิจารณาถึงลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ที่มีความผิดปกติหรือไม่ เช่น สุกรสาวที่มีอวัยวะสืบพันธุ์เล็กเกินไป จะไม่ถูกนำมาเป็นสุกรทดแทน
- 3) พันธุ์ประวัติ การคัดเลือกสาวโดยพิจารณาจากพันธุ์ประวัติของแม่สุกรที่แสดงออกทางลักษณะปรากฏที่พึงประสงค์ เช่น แม่สุกรที่ให้ลูกดก เลี้ยงลูกเก่ง การเจริญเติบโตดี เป็นต้น

4) ความสมบูรณ์ของเต้านม โดยพิจารณาจากแม่สุกรทดแทนที่มีเต้านมเพียงพอต่อการเลี้ยงลูกสุกรขนาดครอกใหญ่ ดังนั้นจำนวนของเต้านมไม่ควรน้อยกว่า 14 เต้า ที่สมบูรณ์ และระยะห่างควรอยู่ในระยะที่เหมาะสม

5) สุขภาพของสุกรสาว โดยพิจารณาถึงสุขภาพทั่วไปของสุกร เช่น สุกรปลอดจากโรค เป็นต้น รวมถึงการพิจารณาขนาดร่างกายของสุกร เช่น สุกรไม่อ้วน หรือผอมจนเกินไป

ข. การกระตุ้นและการตรวจการเป็นสัด

การกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวทำโดยการให้สุกรมาอยู่รวมกันในคอก รวมถึงการให้พ่อพันธุ์เดินตรวจสัดระหว่างคอกสุกร การตรวจการเป็นสัดนั้นทำทุกวันโดยผู้ชำนาญ โดยการสังเกตลักษณะของอวัยวะเพศภายนอก และการตอบสนองต่อการกดหลังในกรณีที่สุกรยืนนิ่ง แสดงว่าสุกรตัวนั้นเป็นสัด รวมถึงการสังเกตอาการเป็นสัดอื่นๆ เช่น อาการกระวนกระวาย กินอาหารลดลง อวัยวะเพศบวมแดง หรือมีเมือกใสเหนียวไหลออกจากช่องคลอด เป็นต้น

ค. การผสมพันธุ์สุกร

เมื่อสุกรสาวผ่านการคัดเลือก สุกรแต่ละตัวที่เป็นสัดได้รับการผสมพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียม (Artificial insemination; AI) ด้วยน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกและจับคู่ผสมพันธุ์ ที่พิจารณาจากความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับรูปร่างและการเจริญเติบโต สุกรแต่ละตัวได้รับการผสมซ้ำอีกครั้งโดยเว้นช่วงห่าง 12 ชั่วโมง และใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์สุกรตัวเดียวกัน ในแต่ละรอบของการผสมพันธุ์ สุกรถูกบันทึกวันที่ได้รับการผสมพันธุ์ และหมายเลขพ่อพันธุ์ที่นำมาผสมพันธุ์ สุกรสาวที่เป็นสัดครั้งแรกได้รับการชั่งน้ำหนักและวัดขนาดร่างกาย สุกรสาวที่มีขนาดร่างกายเล็กไม่ได้รับการผสมพันธุ์ในการเป็นสัดครั้งแรก แต่ได้รับการผสมพันธุ์เมื่อเป็นสัดในรอบถัดมา หรือมีขนาดร่างกายที่เหมาะสม (อายุประมาณ 10 เดือน และน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 120 กิโลกรัม)

1.4 ระบบความปลอดภัยทางชีวภาพในฟาร์ม (Farm Biosecurity)

ฟาร์มที่ทำการศึกษามีระบบป้องกัน หรือลดโอกาสในการนำเชื้อโรคเข้าสู่ฟาร์ม หรือออกจากฟาร์ม รวมไปถึงรถขนส่ง การจัดการขยะ ซากสัตว์ และน้ำทิ้ง โดยมีวิธีการควบคุมโรคอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรการที่สำคัญในการป้องกันโรคในฟาร์ม ได้แก่

1.4.1 มาตรการป้องกันก่อนเข้าฟาร์ม

- 1) ควบคุมการเข้า หรือออกของคน สัตว์ และยานพาหนะ
- 2) ทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ ยานพาหนะ ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ในกรณีที่ต้องเข้าไปในฟาร์ม

1.4.2 มาตรการป้องกันตรงทางเข้าฟาร์ม

- 1) ประตูทางเข้าฟาร์มปิด เพื่อให้ผู้มาเยี่ยมฟาร์มต้องรายงานให้ทราบก่อน
- 2) มีห้องสำหรับใส่เสื้อผ้า และรองเท้าบูทเข้าฟาร์ม มีอ่างน้ำสำหรับล้างมือด้วยสบู่ฆ่าเชื้อ
- 3) ฆ่าเชื้อที่รองเท้าก่อนเข้าฟาร์มในอ่างใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ และเปลี่ยนน้ำยาฆ่าเชื้อทุก ๆ 1-3 วัน

1.4.3 มาตรการป้องกัน หรือทำลายเชื้อโรครภายในฟาร์ม

- 1) รักษาความสะอาดในโรงเรือน ใช้ตาข่ายคลุม และกำจัดเศษอาหาร เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์เช่น นก หนู เข้ามาในโรงเรือน
- 2) หากมีสุกรป่วย จะนำสุกรตัวนั้นแยกออกจากกลุ่ม เพื่อเฝ้าดูอาการ และรักษา หากมีสุกรตาย จะนำสุกรตัวนั้นฝังในบริเวณที่อยู่ห่างจากที่ตั้งฟาร์ม
- 3) กรณีมีการพบ หรือสงสัยว่ามีการเกิดโรคระบาด จะทำการฉีดพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อภายในบริเวณฟาร์ม คอก และบริเวณรอบ ๆ ทุกวัน

2. ข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาใช้ศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลพันธุ์ประวัติ (Pedigree) และสมรรถภาพในการแสดงออก (Performance) สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม ได้แก่ จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันของลูกสุกร

ข้อมูลพันธุ์ประวัติ และสมรรถภาพการแสดงออกถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เช่น มีความผิดพลาดของการจดบันทึก พันธุ์ประวัติไม่ถูกต้อง เป็นต้น ไม่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องแล้ว ถูกนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด การสร้างกราฟความถี่ของข้อมูล เป็นต้น จากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2003) เพื่อพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล NBA BW WW ADG และ FPB ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเบื้องต้น พบว่า NBA มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1 ตัว และค่าสูงสุดเท่ากับ 23 ตัว และความถี่ของ NBA ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 14 ตัว (99.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนข้อมูล NBA ทั้งหมด) ดังนั้น การคลอคลุกของแม่พันธุ์สุกรที่มี NBA มากกว่า 14 ตัว ไม่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (คิดเป็น 0.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนข้อมูล NBA ทั้งหมด) การกระจายตัวของข้อมูลสำหรับลักษณะ BW WW ADG และ FPB นั้นเป็นแบบปรกติ ซึ่งแสดงดังภาพผนวกที่ 1

จากนั้น ข้อมูลชุดดังกล่าวจะถูกนำมาตรวจสอบความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มการจัดการ (Contemporary group; year \times season) โดยพิจารณาจาก การปรากฏของพ่อพันธุ์สุกรที่ใช้ในการผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์ที่คลอคลุกในแต่ละกลุ่มการจัดการที่ใช้ในการพิจารณา ข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มการจัดการขนาดใหญ่ที่สุดของชุดข้อมูล (Largest connected dataset) เท่านั้น ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติในขั้นตอนต่อไป โดยผลการพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มการจัดการ พบว่า ทุกกลุ่มการจัดการ (11 กลุ่ม ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2550) มีความเชื่อมโยงกัน ดังนั้น ชุดข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติในขั้นตอนต่อไป

ฤดูกาลที่ศึกษาถูกจำแนกเป็นฤดูร้อน (มี.ค. ถึง มิ.ย.) ฤดูฝน (ก.ค. ถึง ต.ค.) และฤดูหนาว (พ.ย. ถึง ก.พ.) โดยในแต่ละฤดูกาลมีความผันแปรของอุณหภูมิ ดังนี้ ฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.8 ถึง 29.2 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิสูงสุด 35.2 ถึง 36.0 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 68 ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.7 ถึง 27.8 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิสูงสุด 33.0 ถึง 33.1 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 74 ถึง 76 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.5 ถึง 26.7 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิสูงสุด 32.0 ถึง 33.3 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 65 ถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ลำดับการคลอคลุกของแม่สุกรถูกจำแนกเป็นลำดับการคลอคลุกที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ ≥ 8 สัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB; Proportion of female piglets born alive) ของแม่สุกรแต่ละตัว ถูกคำนวณจากจำนวนลูกสุกรเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตหารด้วยจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด

เนื่องจากไม่พบรายงานการจำแนกกลุ่มสัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศเมียในงานวิจัยใด ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงพิจารณาแบ่งกลุ่ม FPB เริ่มต้นจากค่ากลางของค่าการกระจายตัวของ FPB (50 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งจัดเป็นค่าพื้นฐานที่แสดงถึงความน่าจะเป็นของการได้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Y-Chromosome) และเพศเมีย (X-Chromosome) จากการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (Meiosis) ซึ่งมีสัดส่วน 50:50 หลังจากนั้นพิจารณาการกระจายตัวที่เบี่ยงเบนออกจากค่ากลางออกไป 10 เปอร์เซ็นต์ (± 10) ซึ่งจะได้กลุ่ม FPB ของค่ากลาง คือ กลุ่ม FPB 40 - 60 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มอื่นๆ จึงถูกแบ่งในสัดส่วนที่เท่ากันคือ 20 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่กลุ่ม FPB 0 - 20 เปอร์เซ็นต์, 20 - 40 เปอร์เซ็นต์, 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ และ 80 - 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ FPB ถูกจัดเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ($0 \leq \text{FPB} \leq 20$ เปอร์เซ็นต์) กลุ่มที่ 2 ($20 < \text{FPB} \leq 40$ เปอร์เซ็นต์) กลุ่มที่ 3 ($40 < \text{FPB} \leq 60$ เปอร์เซ็นต์) กลุ่มที่ 4 ($60 < \text{FPB} \leq 80$ เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มที่ 5 ($80 < \text{FPB} \leq 100$ เปอร์เซ็นต์) โดยกลุ่มที่ถูกจัดแบ่งนั้น สามารถอธิบายความหมายระดับของ FPB ได้ดังนี้ กลุ่มแม่สุกรให้ FPB ในระดับต่ำ ระดับค่อนข้างต่ำ ระดับปานกลาง ระดับค่อนข้างสูง และระดับสูง ตามลำดับ

3. การทดสอบอิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตและลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตและลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมถูกจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเทรน และ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเทรน

3.1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเทรน

ปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ได้แก่ ปีและฤดูกาลที่คลอดลูก ลำดับการคลอดลูก และพ่อพันธุ์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ถูกนำมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติในความสัมพันธ์ของปัจจัยซึ่งจะพิจารณาที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์ของปัจจัยถูกคำนวณค่า

และนำมาพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่าง ด้วยวิธี t-test การวิเคราะห์ค่าทางสถิติทั้งหมด ดำเนินการโดยใช้ชุดคำสั่งใน SAS (SAS, 2003)

จากการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติในควมมีอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าว พบว่า พ่อพันธุ์ มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.10$) ดังนั้น พ่อพันธุ์จึงไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ จากนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษาถูกนำมากำหนดไว้ใน หนึ่งจำลองทางสถิติที่ [1] และถูกนำมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติอีกครั้ง (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่า P - Value ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต

ลักษณะ	ค่า P - Value	
	ปีและฤดูกาล	ลำดับการคลอด
จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (ตัว)	0.0001	0.0001
น้ำหนักแรกเกิด (กิโลกรัม)	0.0001	0.0001
น้ำหนักเมื่อหย่านม (กิโลกรัม)	0.0001	0.0001
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (กรัมต่อวัน)	0.0001	0.0001
สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์)	0.0148	0.0225

หนึ่งจำลองทางสถิติที่ [1] จึงประกอบด้วย ปีและฤดูกาลที่คลอดลูก และลำดับการคลอดลูก เป็นปัจจัยกำหนด และพิจารณาอิทธิพลแบบบวกสะสมในตัวสัตว์ และความคลาดเคลื่อนสุ่มจากปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณา เป็นปัจจัยสุ่ม ซึ่งสามารถเขียนอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$y_{ijkl} = \mu + (\text{Year} \times \text{Season})_i + \text{Parity}_j + \text{Animal}_k + e_{ijkl} \quad \dots[1]$$

เมื่อ

y_{ijkl} = ลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม ได้แก่ NBA BW WW ADG และ FPB ของแม่สุกร 1 ที่คลอดลูกในปีและฤดูกาล i ในลำดับการคลอดที่ j ซึ่งแม่พันธุ์แต่ละตัวมีพันธุกรรมแบบบวกสะสม k แตกต่างกัน

μ = ค่าเฉลี่ยสำหรับลักษณะที่พิจารณา

- $(\text{Year} \times \text{Season})_i$ = อิทธิพลร่วมระหว่างปี (พ.ศ. 2547 ถึง 2550) และฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) i
- Parity_j = อิทธิพลของลำดับการคลอดลูก j เมื่อ $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ และ ≥ 8)
- Animal_k = อิทธิพลของแม่พันธุ์ k ที่คลอดลูก
- e_{ijklm} = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม, $NID \sim (0, \sigma_e^2)$

3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเรน

สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโต (ADG) ถูกนำมากำหนดไว้ในหุ่นจำลองทางสถิติที่ [2] และถูกนำมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8)

หุ่นจำลองทางสถิติที่ [2] จึงประกอบไปด้วย ปีและฤดูกาลที่คลอดลูก ลำดับการคลอดลูก และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) เป็นปัจจัยกำหนด และมีอิทธิพลแบบบวกสะสมในตัวสัตว์ และความคลาดเคลื่อนสุ่มจากปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณาเป็นปัจจัยสุ่ม โดยหุ่นจำลองทางสถิติ [2] สามารถเขียนอธิบายได้สมการดังต่อไปนี้

$$y_{ijklm} = \mu + (\text{Year} \times \text{Season})_i + \text{Parity}_j + \text{FPB}_k + \text{Animal}_l + e_{ijklm} \quad \dots[2]$$

เมื่อ

- y_{ijklm} = ลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม ได้แก่ NBA BW WW และ ADG ของแม่สุกร m ที่คลอดลูกในปีและฤดูกาล i ในลำดับการคลอดที่ j มีสัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต k ซึ่งแม่พันธุ์แต่ละตัวมีพันธุกรรมแบบบวกสะสม 1 แตกต่างกัน
- μ = ค่าเฉลี่ยสำหรับลักษณะที่พิจารณา
- $(\text{Year} \times \text{Season})_i$ = อิทธิพลร่วมระหว่างปี (พ.ศ. 2547 ถึง 2550) และฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) i

- Parity_j** = อิทธิพลของลำดับการคลอดลูก j เมื่อ $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ และ ≥ 8)
- FPB_k** = อิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศเมียแรกเกิดมีชีวิต k โดย $k = 1, 2, 3, 4$ และ 5 (กลุ่มที่ 1 เท่ากับ $0 \leq \text{FPB} \leq 20$ เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 เท่ากับ $20 < \text{FPB} \leq 40$ เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3 เท่ากับ $40 < \text{FPB} \leq 60$ เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 4 เท่ากับ $60 < \text{FPB} \leq 80$ เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 5 เท่ากับ $80 < \text{FPB} \leq 100$ เปอร์เซ็นต์)
- Animal_l** = อิทธิพลของแม่พันธุ์ 1 ที่คลอดลูก
- e_{ijklm}** = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม, $\text{NID} \sim (0, \sigma_e^2)$

ตารางที่ 8 ค่า P - Value ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย

ลักษณะ	ค่า P - Value		
	ปีและฤดูกาล	ลำดับการคลอด	สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต
จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (ตัว)	0.0001	0.0001	0.0001
น้ำหนักแรกเกิด (กิโลกรัม)	0.0001	0.0001	0.0013
น้ำหนักเมื่อหย่านม (กิโลกรัม)	0.0001	0.0001	0.0002
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (กรัมต่อวัน)	0.0001	0.0001	0.0003

4. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษา

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษา ถูกจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ตามรูปแบบการทดสอบความมีอิทธิพลของปัจจัย ได้แก่

4.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเท่านั้น

4.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ที่ได้พิจารณาความแตกต่างของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเทรน

หุ่นจำลองทางพันธุกรรมที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะเป็น Repeatability model ที่พิจารณาปัจจัยกำหนดที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษาร่วมกับพันธุกรรมแบบบวกสะสมของตัวสัตว์แต่ละตัว อิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (Environmental permanent) และความคลาดเคลื่อนสุ่มที่เกิดขึ้นจากการแสดงลักษณะออกมาในแต่ละครั้งของสุกรแต่ละตัวในประชากรสุกรที่ศึกษา

ดังนั้น ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับการสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในการศึกษาที่ 4.1 หุ่นจำลองทางพันธุกรรมที่ใช้ในการศึกษาจึงพิจารณาปีและฤดูกาลที่คลอดลูก และลำดับการคลอดลูก เป็นปัจจัยกำหนด และพิจารณาอิทธิพลแบบบวกสะสมในตัวสัตว์ อิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมแบบถาวร และความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นปัจจัยสุ่ม ส่วนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ที่ได้พิจารณาความแตกต่างของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ในการศึกษาที่ 4.2 หุ่นจำลองทางพันธุกรรมที่ใช้ในการศึกษาจึงพิจารณาปีและฤดูกาลที่คลอดลูก ลำดับการคลอดลูก และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตเป็นปัจจัยกำหนด และพิจารณาอิทธิพลแบบบวกสะสมในตัวสัตว์ อิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมแบบถาวร และความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นปัจจัยสุ่ม

หุ่นจำลองทางพันธุกรรมทั้งสองสามารถเขียนในรูป Matrix notation ได้ดังแสดงในสมการที่ [3] และ [4]

$$y = Xb + Za + Wpe + e \quad \dots[3]$$

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{pe} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} XX' & XZ' & XW' \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix} \quad \dots[4]$$

เมื่อ

$$\alpha_1 = \sigma^2 / \sigma_e^2 \quad \text{และ} \quad \alpha_2 = \sigma^2 / \sigma_{pe}^2$$

$$E[y] = Xb \quad V \begin{bmatrix} a \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

$$V[y] = ZAZ' \sigma_a^2 + WIO_{pe}^2 W' + R \quad R = I\sigma_e^2$$

- y** = เวกเตอร์สำหรับลักษณะที่ศึกษา
- b** = เวกเตอร์ของอิทธิพลของปัจจัยกำหนด (fixed effects)
- a** = เวกเตอร์ของอิทธิพลจากอิทธิพลแบบบวกสะสมในตัวสัตว์แต่ละตัว (random additive genetic effects)
- pe** = เวกเตอร์ของอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (random permanent environmental effects)
- e** = เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (residual effect)
- X** = เมทริกซ์ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในเวกเตอร์ **y** ไปยังปัจจัยต่างๆ ในเวกเตอร์ **b** ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์แต่ละตัว
- Z** = เมทริกซ์ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในเวกเตอร์ **y** ไปยังปัจจัยต่างๆ ในเวกเตอร์ **a** ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์แต่ละตัว
- W** = เมทริกซ์ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในเวกเตอร์ **y** ไปยังปัจจัยต่างๆ ในเวกเตอร์ **pe** ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์แต่ละตัว

องค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาถูกประมาณค่าด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood procedure (REML) ซึ่งใช้กลวิธีคำนวณค่าแบบ Average information (AI) algorithm (ASREML; Gilmour *et al.*, 2001) ด้วยลักษณะโครงสร้างชุดข้อมูลที่ศึกษาไม่เอื้อต่อการวิเคราะห์หลายลักษณะพร้อมกัน (Multivariate analysis) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม และความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร สำหรับลักษณะสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) มีค่าต่ำ (ตารางที่ 10) ดังนั้น ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับ FPB และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในการศึกษาที่ 4.1 จึงดำเนินการโดยวิเคราะห์ครั้งละ 1 ลักษณะ (Univariate analysis) และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ที่ได้พิจารณาความแตกต่างของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ในการศึกษาที่ 4.2 จึงดำเนินการโดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)

โดยค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับแต่ละลักษณะนั้น ได้มาจากการวิเคราะห์ค่าสำหรับแต่ละลักษณะ (Single trait analysis) จากชุดข้อมูลเดียวกัน

ค่าประมาณองค์ประกอบของความแปรปรวนในการศึกษาที่ 4.1 ได้จากการวิเคราะห์ครั้งละ 1 ลักษณะ สำหรับค่าประมาณองค์ประกอบของความแปรปรวนในการศึกษาที่ 4.2 ได้จากการวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ ซึ่งค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้ในแต่ละครั้งถูกนำมาเฉลี่ยเป็นค่าองค์ประกอบความแปรปรวนเฉลี่ยโดยรวม โดยค่าประมาณองค์ประกอบของความแปรปรวนที่ได้ในแต่ละการศึกษาถูกนำไปใช้ในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability, h^2) อัตราซ้ำ (Repeatability, t) สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (Phenotypic correlation, r_p) และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genetic correlation, r_g) ซึ่งสามารถคำนวณค่าได้จากสมการ [5] [6] [7] และ [8] ดังต่อไปนี้

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \quad \dots[5]$$

เมื่อ

- h^2 = อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่พิจารณา
- σ_a^2 = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (Additive genetic variance)
- σ_{pe}^2 = ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (Permanent environmental variance)
- σ_e^2 = ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Residual variance)

$$t = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \quad \dots[6]$$

เมื่อ

- t = อัตราซ้ำสำหรับลักษณะที่พิจารณา
- σ_a^2 = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (Additive genetic variance)
- σ_{pe}^2 = ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (Permanent environmental variance)
- σ_e^2 = ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Residual variance)

$$r_g = \frac{COV_{g(x,y)}}{\sqrt{(Var_g(x))(Var_g(y))}} \quad \dots[7]$$

เมื่อ

- r_g = สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ x และลักษณะ y
 $COV_{g(x,y)}$ = ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ x และลักษณะ y
 $Var_g(x)$ = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ x
 $Var_g(y)$ = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ y

$$r_p = \frac{COV_{p(x,y)}}{\sqrt{(Var_p(x))(Var_p(y))}} \quad \dots[8]$$

เมื่อ

- r_p = สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ x และลักษณะ y
 $COV_{p(x,y)}$ = ความแปรปรวนร่วมของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ x และลักษณะ y
 $Var_p(x)$ = ความแปรปรวนสำหรับลักษณะ x
 $Var_p(y)$ = ความแปรปรวนสำหรับลักษณะ y

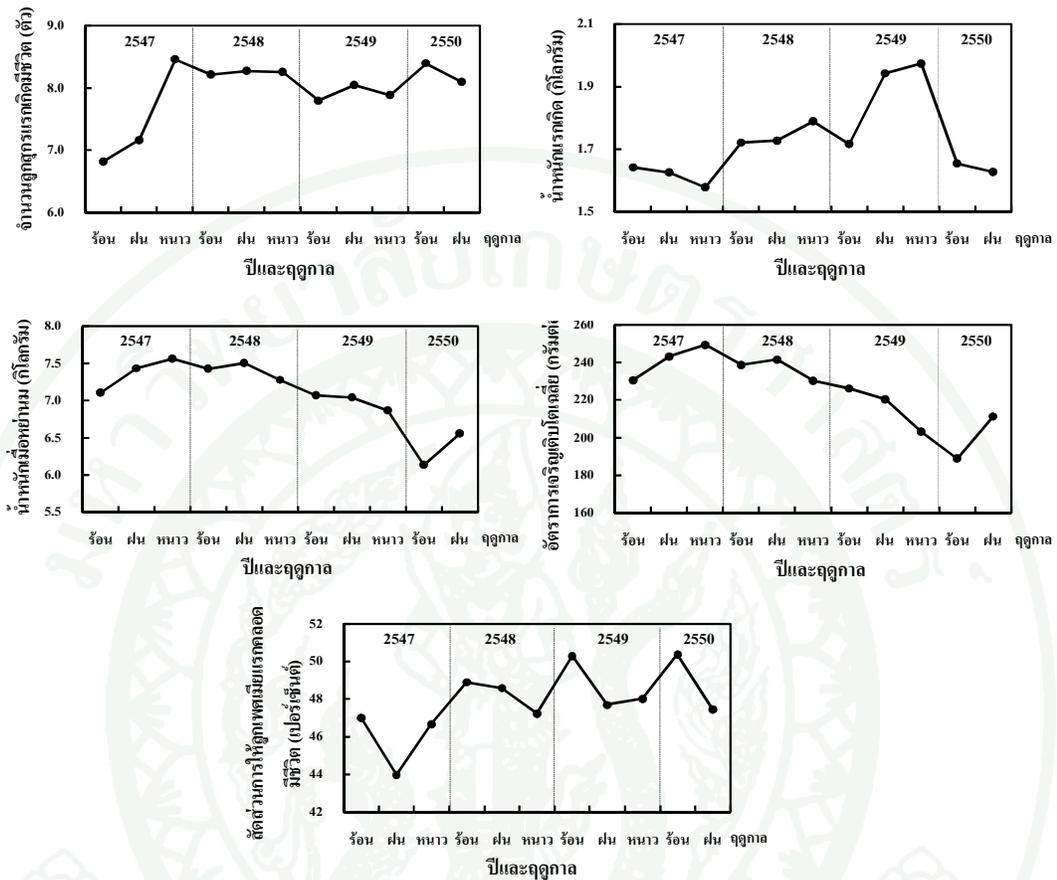
ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงเทรน

1.1 อิทธิพลของปีและฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับ NBA BW WW ADG และ FPB จำแนกตามปีและฤดูกาล ถูกนำเสนอในภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่า ลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB ของแม่สุกรพันธุ์แท้เพียงเทรนมีความผันแปรไปตามปีและฤดูกาลที่คลอดลูก และไม่มีฤดูกาลใดที่แม่สุกรมี NBA BW WW ADG หรือ FPB ดีเด่นเหนือกว่าฤดูกาลอื่นๆ อย่างไรก็ตาม แม่สุกรพันธุ์แท้เพียงเทรนมีค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับ NBA อยู่ในช่วง 6.82 ± 0.16 ตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูร้อน) ถึง 8.46 ± 0.17 ตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) สำหรับ BW อยู่ในช่วง 1.58 ± 0.02 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) ถึง 1.97 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2549; ฤดูหนาว) สำหรับ WW อยู่ในช่วง 6.14 ± 0.05 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2550; ฤดูร้อน) ถึง 7.56 ± 0.08 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) สำหรับ ADG อยู่ในช่วง 188.73 ± 2.15 กรัมต่อตัวต่อวัน (พ.ศ. 2550; ฤดูร้อน) ถึง 249.29 ± 3.28 กรัมต่อตัวต่อวัน (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) และสำหรับ FPB อยู่ในช่วง 43.97 ± 1.44 กรัมต่อตัวต่อวัน (พ.ศ. 2547; ฤดูฝน) ถึง 50.38 ± 0.95 กรัมต่อตัวต่อวัน (พ.ศ. 2550; ฤดูร้อน)

ภานุวัฒน์ (2549) ศึกษาความผันแปรของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อลักษณะขนาดครอกในประชากรสุกรพันธุ์แท้ดาร์จไวท์ แลนด์เรซ และลูกผสม 2 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพแวดล้อมประเทศไทย พบว่า อิทธิพลอันเนื่องมาจากกลุ่มการจัดการ (ฟาร์ม-ปี-เดือนที่คลอดลูก) มีผลต่อจำนวนลูกสุกรแรกเกิดทั้งหมด และจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (NBA; $P < 0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมของภูมิอากาศและการจัดการฟาร์มในช่วงระยะเวลานั้นๆ ของการคลอดลูกมีความแตกต่างกัน จึงส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพด้านการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตของแม่สุกร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ *Suriyasomboon et al.* (2006) และ *Tantasuparuk et al.* (2007) ที่พบว่า อิทธิพลของฤดูกาลมีผลต่อลักษณะ NBA



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์สำหรับจำนวนลูกสูกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล

Tantasuparuk *et al.* (2000) รายงานการศึกษาถึงความผันแปรร่วมของปีและเดือนที่แม่สูกรเกิดต่อลักษณะ NBA ในประชากรสูกรพันธุ์แลนด์เรซและยอร์กเชียร์ในประเทศไทย จำนวน 3,848 และ 2,033 ครอก ตามลำดับ พบว่า สูกรที่คลอดลูกในปีและเดือนที่แตกต่างกันมักมี NBA ที่แตกต่างกัน ($P < 0.01$) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของความผันแปรของฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือนและในแต่ละปี และเมื่อพิจารณาถึงเดือนที่แม่สูกรเกิดต่อลักษณะ NBA พบว่า แม่สูกรที่คลอดลูกในเดือนสิงหาคมจะมี NBA ต่ำสุด ทั้งนี้เนื่องมาจากแม่สูกรกลุ่มดังกล่าวได้รับการผสมพันธุ์ในช่วงเดือนเมษายน ซึ่งมีสภาพอากาศร้อน ส่งผลโดยตรงต่อการผสมติดของแม่สูกร อย่างไรก็ตาม ความผันแปรสำหรับลักษณะที่ศึกษาในครั้งนี้แตกต่างกับรายงานผลการวิจัยของ Tantasuparuk *et al.* (2000), Suriyasomboon *et al.* (2006) และ Tantasuparuk *et al.* (2007) ในเรื่อง

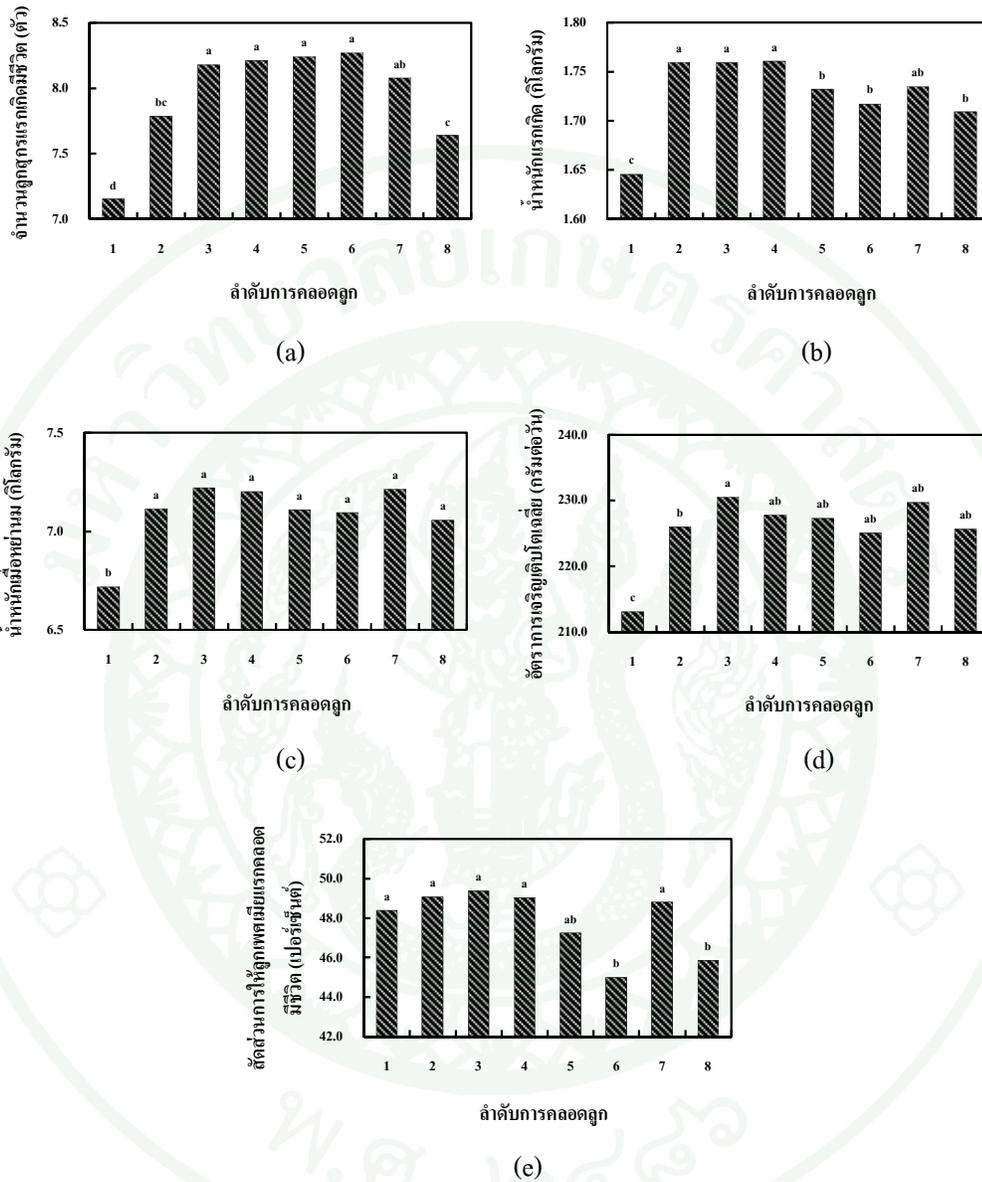
อิทธิพลสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อลักษณะที่ศึกษา ความผันแปรของ NBA BW WW ADG และ FPB ในแต่ละปีและฤดูกาลนั้นอาจมีสาเหตุจากความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไปในแต่ละปีและฤดูกาล

1.2 อิทธิพลของลำดับการคลอดลูก

ลำดับการคลอดลูกของแม่สุกรที่ต่างกันมีผลทำให้สุกรมีลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB แตกต่างกัน (ภาพที่ 3) แม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรก มีค่าเฉลี่ยแบบลีสสแควร์สำหรับ NBA (7.15 ± 0.08 ตัว) BW (1.65 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว) WW (6.72 ± 0.04 กิโลกรัมต่อตัว) และ ADG (213.13 ± 1.66 กรัมต่อตัวต่อวัน) ต่ำกว่า แม่สุกรที่คลอดลูกในครั้งถัดมา (7.64 ± 0.15 ถึง 8.27 ± 0.12 ตัว สำหรับ NBA, 1.71 ± 0.01 ถึง 1.76 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว สำหรับ BW, 7.06 ± 0.08 ถึง 7.22 ± 0.05 กิโลกรัมต่อตัว สำหรับ WW, และ 225.04 ± 2.67 ถึง 230.57 ± 1.83 กรัมต่อตัวต่อวัน สำหรับ ADG)

แม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกมี FPB (48.37 ± 0.72 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างจากแม่สุกรที่ให้ลูกลำดับการคลอดที่ 2 3 4 5 และ 7 (47.24 ± 1.05 ถึง 49.36 ± 0.81 เปอร์เซ็นต์) แต่มีค่ามากกว่า ($P < 0.05$) แม่สุกรที่ให้ลูกลำดับการคลอดที่ 6 และ 8 (44.99 ± 1.19 และ 45.85 ± 1.26 เปอร์เซ็นต์)

ลักษณะความผันแปรของ BW และ WW ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับแพรว และคณะ (2551) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์แท้และลูกผสมพียูเทรน ลาร์จไวท์ และแลนด์เรซที่ ถูกเลี้ยงดูในโรงเรือนระบบเปิดในประเทศไทย พบว่า BW ของลูกสุกรในลำดับการคลอดลูกครอกแรกมีค่าต่ำที่สุด (1.49 กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับลำดับการคลอดลูกครอกที่ 2 ถึง 8 (1.54 ถึง 1.59 กิโลกรัม; $P < 0.05$) และสอดคล้องกับรายงาน Schneider *et al.* (1982) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ครุ็อค แฮมเชียร์ ยอร์กเชียร์ และเซสเตอร์ไวท์ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า BW และ WW ของลูกสุกรในลำดับครอกแรกมีค่าต่ำกว่า ($P < 0.05$) ลำดับครอกที่ 2 เท่ากับ - 0.15 กิโลกรัม และ - 0.49 กิโลกรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (a) น้ำหนักแรกเกิด (b) น้ำหนักเมื่อหย่านม (c) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (d) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (e) โดยจำแนกลำดับการคลอคลูก

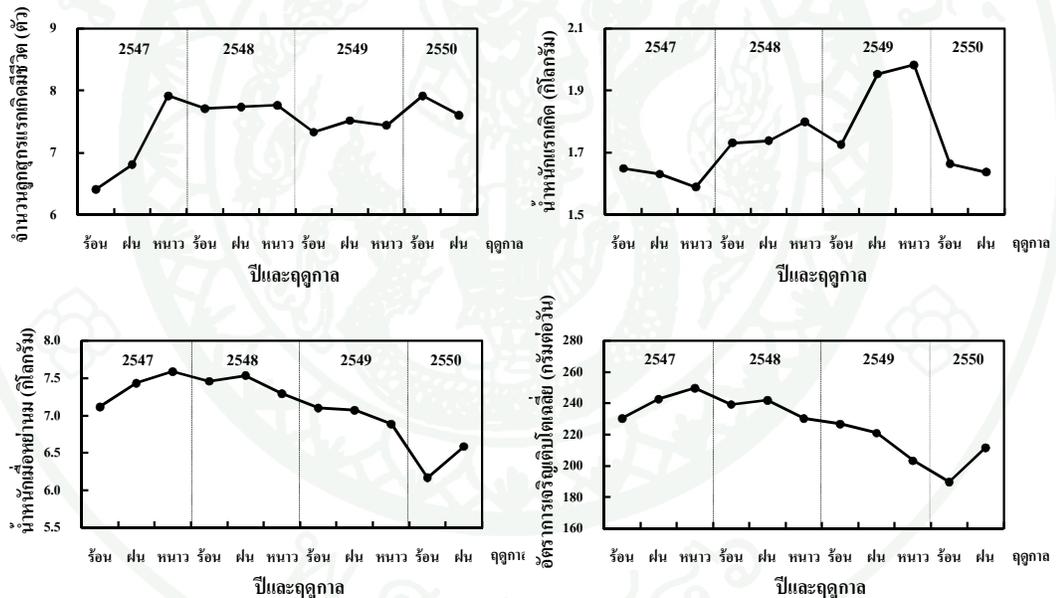
นอกจากนี้ Tantasuparak *et al.* (2000) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ (3,848 ครอก) และยอร์กเชียร์ (2,033 ครอก) ในประเทศไทย พบว่า ความผันแปรอันเนื่องมาจากลำดับการคลอดของแม่สุกรส่งผลต่อลักษณะ NBA และ BW โดยลักษณะ NBA ของประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซจะเพิ่มขึ้นในลำดับการคลอดลูกครั้งแรกถึงลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 2 และจะเพิ่มขึ้นจากลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 2 ไปจนถึงลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 5 หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงมาในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 7 ถึง 8 สำหรับในประชากรสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ ลักษณะ NBA มีค่าต่ำสุดในลำดับการคลอดลูกครั้งแรก และจะเพิ่มขึ้นในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 2 ถึง 4 และลดลงในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 7 ถึง 8 เช่นเดียวกัน การเพิ่มขึ้นของ NBA ในลำดับการคลอดครั้งแรกถึงลำดับการคลอดครั้งที่ 4 อธิบายโดยความสัมพันธ์กันระหว่างอัตราการตกไข่กับลำดับการคลอดของแม่สุกร ซึ่งอัตราการตกไข่จะเพิ่มขึ้นตามลำดับการคลอด (Tantasuparak *et al.*, 2001) โดยในสุกรสาวที่ให้ลูกครั้งแรก การให้ลักษณะ NBA อาจถูกจำกัดด้วยช่องว่างของมดลูก (Gama and Johnson, 1993) และลักษณะ NBA จะลดลงในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 7 ถึง 8 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอัตราการตายของตัวอ่อนของลูกสุกรเพิ่มขึ้นตามอายุของแม่สุกรที่เพิ่มขึ้น (Hughes and Varley, 1980) ความผันแปรของลักษณะที่ศึกษานี้ อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ความสมบูรณ์ของร่างกาย และความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่สุกรที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอายุและลำดับคลอด (Gama and Johnson, 1993; Schukken *et al.*, 1994) โดยสุกรที่ให้ลูกในลำดับครอกแรกอาจมีความสมบูรณ์ของร่างกาย และความสมบูรณ์พันธุ์น้อยกว่าแม่สุกรที่ให้ลูกในลำดับครอกถัดมา

รูปแบบความผันแปรของ FPB ในแม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกเปรียบเทียบกับแม่สุกรที่ให้ลูกในครั้งถัดมามีความแตกต่างกับความผันแปรสำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) กล่าวคือ ลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมมีค่าน้อยในแม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรก เนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์พันธุ์และความสมบูรณ์ของร่างกายแม่สุกร ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมมีค่ามากขึ้นในแม่สุกรที่ให้ลูกครั้งถัดมา เนื่องจากความสมบูรณ์พันธุ์และความสมบูรณ์ของร่างกายแม่สุกรที่มีมากขึ้น แต่สำหรับลักษณะ FPB พบว่าแม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกให้ FPB ไม่แตกต่างจากแม่สุกรที่ให้ลูกในลำดับการคลอดที่ 2, 3, 4, 5 และ 7 ($P>0.05$) และแม่สุกรที่ให้ลูกในลำดับการคลอดที่ 6 และ 8 ให้ FPB ต่ำกว่าแม่สุกรที่ให้ลูกในลำดับการคลอดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมและการจัดการในช่วงนั้นๆ เนื่องต่อการสูญเสียตัวอ่อนเพศเมีย ส่งผลให้ลำดับการคลอดที่ 6 และ 8 มี FPB ต่ำ

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG)

2.1 อิทธิพลของปีและฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับ NBA BW WW และ ADG จำแนกตามปีและฤดูกาลถูกนำเสนอในภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งให้เห็นว่า ลักษณะ NBA BW WW และ ADG ของแม่สุกรพันธุ์แท้เพียงเท่านั้นมีความผันแปรไปตามปีและฤดูกาลที่คลอดลูก และไม่มีฤดูกาลใดที่แม่สุกรมี NBA BW WW หรือ ADG ดีเด่นเหนือกว่าฤดูกาลอื่นๆ



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล

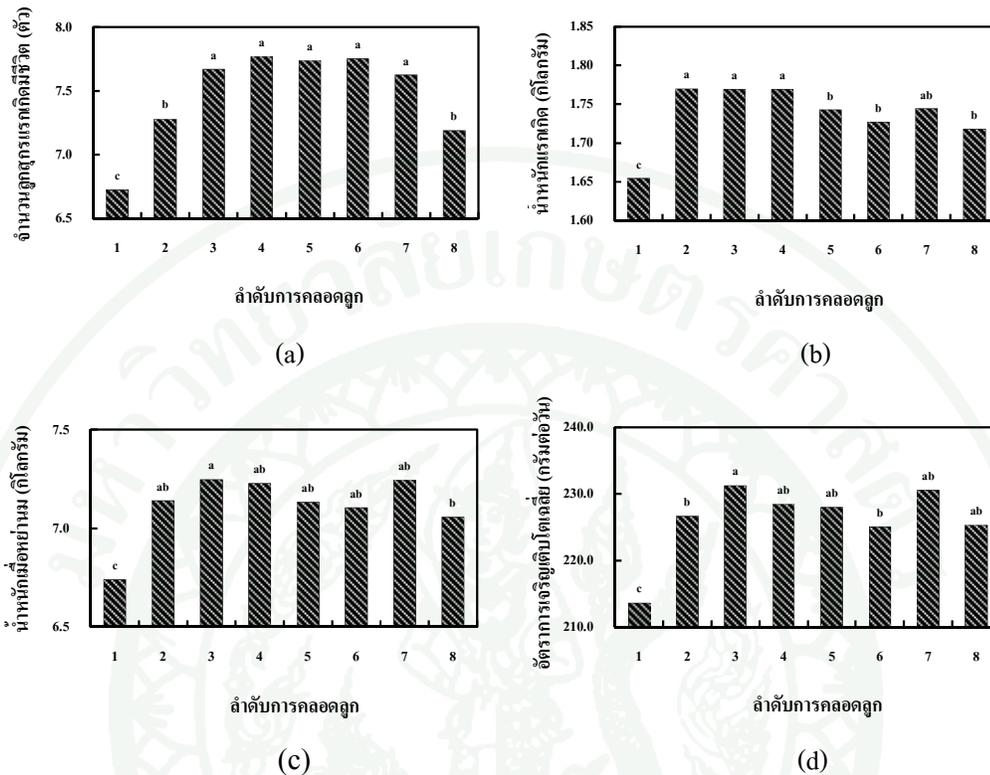
อย่างไรก็ตาม แม่สุกรพันธุ์แท้เพียงเท่านั้นมีค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์สำหรับ NBA อยู่ในช่วง 6.41 ± 0.16 ตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูร้อน) ถึง 7.92 ± 0.11 ตัว (พ.ศ. 2550; ฤดูร้อน) สำหรับ BW อยู่ในช่วง 1.59 ± 0.02 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) ถึง 1.98 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2549; ฤดูหนาว) สำหรับ WW อยู่ในช่วง 6.17 ± 0.06 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2550; ฤดูร้อน) ถึง 7.59 ± 0.08 กิโลกรัมต่อตัว (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) และสำหรับ ADG อยู่ในช่วง 189.69 ± 2.26 กรัมต่อ

ตัวต่อวัน (พ.ศ. 2550; ฤดูร้อน) ถึง 249.88 ± 3.37 กรัมต่อตัวต่อวัน (พ.ศ. 2547; ฤดูหนาว) ความผันแปรสำหรับลักษณะ NBA BW WW และ ADG ตามปีและฤดูกาลที่พบในการศึกษาครั้งนี้ อาจมีสาเหตุจากความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละปีและในแต่ละฤดูกาล และยังเป็นผลมาจากความแตกต่างในการบริหารจัดการฟาร์มสุกร ให้เหมาะสมกับความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อม ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปีและฤดูกาลของผู้ผลิตสุกร เช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1

2.2 อิทธิพลของลำดับการคลอดลูก

ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับ NBA BW WW และ ADG ผันแปรไปตามลำดับการคลอดลูกของแม่สุกร (ภาพที่ 5) แม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกมีค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์สำหรับ NBA (6.73 ± 0.09 ตัว) BW (1.65 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว) WW (6.74 ± 0.04 กิโลกรัมต่อตัว) และ ADG (213.67 ± 1.77 กรัมต่อตัวต่อวัน) ต่ำกว่าแม่สุกรที่คลอดลูกในครั้งถัดมา (7.19 ± 0.15 ถึง 7.77 ± 0.11 ตัว สำหรับ NBA, 1.72 ± 0.01 ถึง 1.77 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว สำหรับ BW, 7.06 ± 0.08 ถึง 7.25 ± 0.05 กิโลกรัมต่อตัว สำหรับ WW และ 225.09 ± 2.79 ถึง 231.26 ± 1.98 กรัมต่อตัวต่อวัน สำหรับ ADG)

ลักษณะความผันแปรของ NBA BW WW และ ADG ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับการรายงานของ *Suriyasomboon et al.* (2006) ที่ศึกษาประชากรแม่พันธุ์สองสาย Landrace \times Yorkshire ที่ถูกเลี้ยงดูในระบบเปิด และพบว่า จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตในลำดับการคลอดลูกแรกต่ำสุด ($P < 0.01$) และค่อยๆ เพิ่มขึ้นในลำดับการคลอดลูกที่ 2 ถึง 5 แต่จะลดลงในลำดับการคลอดลูกที่ 6 ถึง 8 ($P < 0.01$) และการรายงานของ *Damgaard et al.* (2003) ที่ศึกษาประชากรแม่พันธุ์ยอร์กเชียร์ จำนวน 2,003 ครอก โดยพบว่า ลักษณะ NBA เพิ่มขึ้นจากลำดับการคลอดลูกครั้งแรกถึงลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 4 และจะลดลงในลำดับการคลอดถัดมา สำหรับลักษณะ BW ให้ค่าสูงสุดในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 2 และ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับลำดับการคลอดลูกครั้งแรก และลำดับการคลอดลูกครั้งอื่นๆ สำหรับลักษณะน้ำหนักลูกสุกรเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ ให้ค่าสูงสุดในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับลำดับการคลอดลูกครั้งแรก และลำดับการคลอดลูกครั้งอื่นๆ



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยแบบบิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (a) น้ำหนักแรกเกิด (b) น้ำหนักเมื่อหย่านม (c) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (d) โดยจำแนกลำดับการคลอด

นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับรายงานวิจัยอื่นๆ (แพรว และคณะ, 2551; Ncube *et al.*, 2003; Borges *et al.*, 2005) ที่รายงานผลไปในทิศทางเดียวกัน ลักษณะเช่นนี้อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ความสมบูรณ์ของร่างกาย และความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่สุกรที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอายุและลำดับคลอด (Gama *et al.*, 1993; Schukken *et al.*, 1994) เช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1

2.3 อิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต

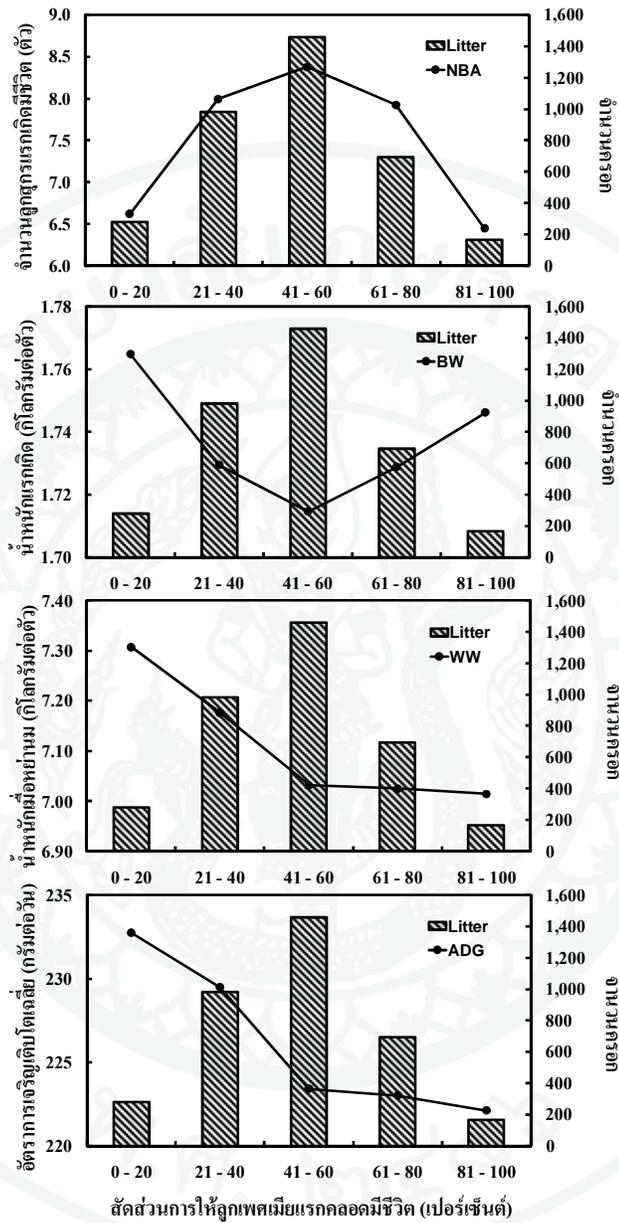
ค่าเฉลี่ยแบบบิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับ NBA BW WW และ ADG จำแนกตามสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียคลอดเกิดมีชีวิต ถูกนำเสนอในตารางที่ 9 ทุกลักษณะที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB; $P <$

0.05) แม่สุกรมีค่าเฉลี่ยแบบลิสสแควร์สำหรับ NBA เพิ่มขึ้นจาก 6.62 ± 0.13 ตัว เป็น 8.38 ± 0.07 ตัว เมื่อ FPB เพิ่มขึ้นจากกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ 3 และจากนั้นลดลงจนถึง 6.44 ± 0.17 ตัว เมื่อ FPB เพิ่มขึ้นจากกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ 5 (ภาพที่ 6) รูปแบบความผันแปรดังกล่าวตรงกันข้ามกับกรณีสำหรับลักษณะ BW ซึ่งลดลงจาก 1.76 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว เป็น 1.71 ± 0.01 กิโลกรัมต่อตัว เมื่อ FPB เพิ่มขึ้นจากกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ 3 และเพิ่มขึ้นจนถึง 1.75 ± 0.02 กิโลกรัมต่อตัว เมื่อ FPB เพิ่มขึ้นจากกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ 5 (ภาพที่ 6) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ WW และ ADG (ภาพที่ 6) นั้นแตกต่างไปจาก NBA และ BW โดยเมื่อ FPB เพิ่มขึ้นจากกลุ่มที่ 1 จนถึงกลุ่มที่ 5 แม่สุกรให้ลูกที่มี WW และ ADG ลดลง (จาก 7.31 ± 0.07 เป็น 7.01 ± 0.09 กิโลกรัมต่อตัว สำหรับ WW และจาก 232.72 ± 2.96 เป็น 222.11 ± 3.48 กรัมต่อตัวต่อวัน สำหรับ ADG)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยแบบลิสสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยจำแนกตามสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)

FPB	จำนวน ข้อมูล	NBA (ตัว)	BW (กิโลกรัม)	WW (กิโลกรัม)	ADG (กรัมต่อวัน)
1 ($0 \leq \text{FPB} \leq 20\%$)	282	6.62 ± 0.13^c	1.76 ± 0.01^a	7.31 ± 0.07^a	232.72 ± 2.96^a
2 ($20 < \text{FPB} \leq 40\%$)	982	7.99 ± 0.08^b	1.73 ± 0.01^b	7.18 ± 0.04^a	229.47 ± 1.54^a
3 ($40 < \text{FPB} \leq 60\%$)	1,460	8.38 ± 0.07^a	1.71 ± 0.01^b	7.03 ± 0.03^b	223.39 ± 1.34^b
4 ($60 < \text{FPB} \leq 80\%$)	692	7.92 ± 0.09^b	1.73 ± 0.01^b	7.02 ± 0.04^b	223.02 ± 1.79^b
5 ($80 < \text{FPB} \leq 100\%$)	167	6.44 ± 0.17^c	1.75 ± 0.02^a	7.01 ± 0.09^b	222.11 ± 3.48^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยแบบคัสแคร์สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ที่สัมพันธ์กับจำนวนครอก โดยจำแนกตามสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์)

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง NBA และ FPB ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ (ภาพที่ 6) แตกต่างจากรายงานของ Edgerton and Cromwell (1986) ที่พบว่า สุกรที่ให้สัดส่วนลูกเพศผู้แรกคลอดมีชีวิตต่ำมักมีขนาดครอกใหญ่กว่า ($P < 0.05$) สุกรที่ให้สัดส่วนลูกเพศผู้แรกคลอดมีชีวิตสูง และรายงานของ Peaker and Taylor (1996) ที่พบว่า หนูทดลองที่มีขนาดครอกเล็กกว่า (1 ถึง 2 ตัว) มีสัดส่วนการให้ลูกเพศผู้สูงกว่าหนูทดลองที่มีขนาดครอกใหญ่กว่า (4 ถึง 5 ตัว; $P < 0.05$) ซึ่งความแตกต่างระหว่างรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว (NBA และ FPB) อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของประชากรสุกรที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม การลดลงของ NBA เมื่อ FPB ลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากสัดส่วน 41 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม 3) นั้น อาจเป็นผลมาจากการสูญเสียตัวอ่อนในเพศใดเพศหนึ่ง (เพศผู้ หรือเพศเมีย) ภายหลังจากการปฏิสนธิในสัดส่วนเพศที่เท่ากัน (เพศผู้ 50: เพศเมีย 50 เปอร์เซ็นต์)

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง BW และ FPB ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ (ภาพที่ 6) มีลักษณะตรงกันข้ามกับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง NBA และ FPB ซึ่งรูปแบบที่ตรงกันข้ามกันนั้น เป็นเหตุผลซึ่งกันและกัน (เมื่อ FPB ลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากสัดส่วน 41 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ NBA ลดลง แต่ BW เพิ่มขึ้น) ซึ่งสอดคล้องกับ Quimiou *et al.* (2002) ที่รายงานว่า แม่สุกรที่มีขนาดครอกใหญ่ขึ้นมักมีค่าเฉลี่ยของ BW ลดลง ($P < 0.01$) ซึ่งเมื่อขนาดครอกใหญ่ขึ้นหรือมีตัวอ่อนในมดลูกมากขึ้น จำนวนตัวอ่อนที่มากขึ้นนั้น มักส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดในมดลูกที่ไปเลี้ยงตัวอ่อนลดลง ตัวอ่อนแต่ละตัวจึงได้รับสารอาหารน้อย ส่งผลให้การพัฒนาขนาดของร่างกายของตัวอ่อนเกิดขึ้นไม่เต็มที่ เมื่อคลอดออกมาลูกสุกรแต่ละตัวจึงมี BW น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับลูกสุกรที่เกิดจากแม่ที่มีขนาดครอกเล็กกว่า (Pere and Etienne, 2000) แต่อย่างไรก็ตาม รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง BW และ FPB ในการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจาก Alfonso (2005) ที่พบว่าสุกรที่ให้สัดส่วนลูกเพศผู้สูงกว่ามักมี BW สูงกว่าสุกรที่ให้สัดส่วนลูกเพศผู้ต่ำกว่า ($P < 0.01$) ซึ่งลักษณะเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากในขณะที่แม่สุกรตั้งท้องตัวอ่อนเพศผู้อาจเจริญเติบโตได้เร็วกว่าตัวอ่อนเพศเมีย (Rohde Parfet *et al.*, 1990; Cassar *et al.*, 1994)

การที่ลูกสุกรเพศผู้มี BW สูงกว่าลูกสุกรเพศเมีย อาจเนื่องมาจากในขณะที่แม่พันธุ์ตั้งท้อง ตัวอ่อนเพศผู้มีการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าตัวอ่อนเพศเมีย (Rohde Parfet *et al.*, 1990; Cassar *et al.*, 1994) และการที่ลูกสุกรเพศผู้มี WW สูงกว่าลูกสุกรเพศเมีย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมของลูกสุกรแรกเกิดเพศผู้มีความแข็งแรงกว่าเพศเมีย จึงสามารถเข้าคูดนมจากเต้านมของแม่สุกรได้เร็วกว่า ซึ่งอาจทำให้ได้รับปริมาณน้ำนม และสารอาหารที่มากกว่า จึงส่งผลให้ลูกสุกรเพศผู้มีอัตราการ

เจริญเติบโตในช่วงก่อนหย่านมที่เร็วกว่าเพศเมีย (Colson *et al.*, 2006) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างกับการศึกษาของ Skorjanc *et al.* (2007) ที่พบว่า เพศของลูกสุกรไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรสำหรับลักษณะ BW และ WW ทั้งนี้ความแตกต่างดังกล่าว อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของโครงสร้างของประชากรที่ศึกษา พันธุ์สุกร และการบริหารจัดการฟาร์ม

ความสัมพันธ์ระหว่าง WW กับ FPB และ ADG กับ FPB ที่พบในการศึกษานี้ (ภาพที่ 6) เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อ FPB เพิ่มขึ้นจากกลุ่มที่ 1 จนถึงกลุ่มที่ 5 แม่สุกรให้ลูกที่มี WW และ ADG ลดลง ลักษณะเช่นนี้อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากอิทธิพลจากความแตกต่างระหว่างเพศของลูกสุกรที่มีต่อ WW และ ADG ซึ่งงานวิจัยหลายฉบับ (เช่น Schneider *et al.*, 1982; Cahill *et al.*, 2005; Skorjanc *et al.*, 2007) พบว่า ลูกสุกรเพศผู้มี WW และ ADG สูงกว่าลูกสุกรเพศเมีย ด้วยเหตุนี้ ในครอกที่มีลูกสุกรเพศผู้จำนวนมาก (FPB ต่ำ) จึงมี WW และ ADG สูงกว่าขนาดครอกที่มีลูกสุกรเพศผู้น้อย (FPB สูง)

ตามทฤษฎี การแบ่งตัวแบบไมโอซิสของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ส่งผลให้มี X- และ Y-chromosome คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 : 50 ภายหลังจากปฏิสนธิ หากเป็นไปตามทฤษฎีดังกล่าว แม่สุกรจะให้ลูกในสัดส่วนเพศที่เท่าๆ กัน (เพศผู้ 50: เพศเมีย 50 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามงานวิจัยหลายฉบับรายงานถึงผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ที่สนับสนุนให้เกิดเพศใดเพศหนึ่ง หรือมีผลต่อการสูญเสียตัวอ่อนในเพศใดเพศหนึ่ง (เพศผู้ หรือเพศเมีย) ภายหลังจากการปฏิสนธิ จึงอาจส่งผลให้สัดส่วนเพศของลูกสุกรเปลี่ยนแปลงไปจากสัดส่วนที่เท่าๆ กัน

Weinberg *et al.* (1995) รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะการสร้างและเจริญของไข่จนสมบูรณ์ (Follicular phase) ในมดลูก พบว่า หากได้รับการผสมพันธุ์ในช่วงใกล้วันตกไข่ แม่มีโอกาสดูเกิดลูกเพศชายมากกว่าเพศหญิง สอดคล้องกับ Krackow (1995) ที่รายงานว่าสัดส่วนเพศของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาในการผสมพันธุ์กับรอบการเป็นสัด และเกี่ยวข้องกับความผันแปรของระดับกลูโคสในกระแสเลือด นอกจากนี้ Cameron (2004) ยังพบว่า ภายใต้อาหารที่สัตว์เกิดความเครียด ส่งผลให้กลูโคสไหลเวียนในกระแสเลือดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งระดับกลูโคสในมดลูกที่เพิ่มขึ้นเอื้อต่อการพัฒนาตัวอ่อนเพศผู้ในระยะบลาสโตซิสต์ (Blastocyst) และการพัฒนาตัวอ่อนเพศผู้สามารถพัฒนา และเติบโตได้เร็วกว่าเพศเมีย (Mittwoch, 1993) และรายงานของ Larson *et al.* (2001) ที่พบว่า ระดับกลูโคสที่เพิ่มขึ้นระหว่างการแบ่งเซลล์

ช่วงต้นนั้น อาจส่งผลให้สัดส่วนทางเพศเปลี่ยนแปลงไปจากทฤษฎี โดยระดับกลูโคสที่เพิ่มขึ้นอาจยับยั้งการพัฒนาของตัวอ่อนเพศเมียในระยะบลาสโตซิสต์

Grant (2007) รายงานถึง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ของแม่และสัดส่วนทางเพศ พบว่า ผลกระทบของความเครียดจากสภาพแวดล้อมส่งผลให้ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนของแม่เพิ่มขึ้น อาจเหนี่ยวนำให้เกิดเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ดังนั้น หากสมมติฐานของระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนของแม่มีความสัมพันธ์กับการกำหนดเพศของลูก แม่ที่มีระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนสูงกว่าปกติมีแนวโน้มให้ลูกเพศผู้มากกว่าเพศเมีย และแม่ที่มีระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนต่ำกว่าปกติมีแนวโน้มให้ลูกเพศเมียมากกว่าเพศผู้ และ Jame (2004) รายงานว่า สัดส่วนทางเพศของลูกถูกควบคุมโดยระดับฮอร์โมนของพ่อและแม่ ในช่วงเวลาการผสมพันธุ์ โดยฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนและเอสโตรเจน (Estrogen) ของพ่อในระดับสูงมีความสัมพันธ์กับโอกาสที่จะเกิดเพศชายมากกว่าเพศหญิง

จากปัจจัยของช่วงเวลาที่ได้รับการผสมพันธุ์ในวงรอบการเป็นสัด ความผันแปรของระดับกลูโคสในกระแสเลือด หรือความผันแปรของระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนและเอสโตรเจน อาจเอื้อต่อการเกิดเพศใดเพศหนึ่ง หรือมีผลต่อการสูญเสียตัวอ่อนในเพศใดเพศหนึ่งภายหลังจากการปฏิสนธิได้ ส่งผลให้สัดส่วนเพศของลูกสุกรเปลี่ยนแปลงไป

ในภาพรวมรูปแบบการเปลี่ยนแปลงสำหรับลักษณะที่ศึกษาในครั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างกันในโครงสร้างของประชากร พันธุกรรมของสุกร อาหาร การจัดการเลี้ยงดู ตลอดจนความสามารถในการปรับตัวทางสรีระวิทยาภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่แตกต่างกันของสุกรที่ศึกษา ด้วยเหตุนี้ การศึกษาวิจัยในรายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์ ปริมาณความผันแปรทางพันธุกรรม อัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ศึกษา อาจช่วยให้ทราบข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการอธิบายรูปแบบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงทรน

3.1 องค์ประกอบความแปรปรวน

ค่าประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกร และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต ซึ่งประกอบไปด้วย ความแปรปรวนของพันธุกรรมแบบบวกสะสม สิ่งแวดล้อมแบบถาวร และความคลาดเคลื่อนสุ่ม ปรากฏดังรายละเอียดในตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาสัดส่วนความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมเปรียบเทียบกับความแปรปรวนทางลักษณะปรากฏ พบว่า BW มีสัดส่วนความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสูงกว่า NBA WW ADG และ FPB แสดงให้เห็นว่า BW มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่าลักษณะอื่นๆ ซึ่งส่งผลให้การคัดเลือกลักษณะดังกล่าวสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าลักษณะอื่นๆ

ตารางที่ 10 ค่าประมาณและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานขององค์ประกอบความแปรปรวน สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)

องค์ประกอบความแปรปรวน	ลักษณะที่ศึกษา				
	NBA (ตัว ²)	BW (กิโลกรัม ²)	WW (กิโลกรัม ²)	ADG (กรัม ²)	FPB (เปอร์เซ็นต์ ²)
พันธุกรรมแบบบวกสะสม	0.37 ± 0.13	0.005 ± 0.001	0.07 ± 0.03	108.75 ± 48.55	1.81 ± 3.77
สิ่งแวดล้อมแบบถาวร	0.22 ± 0.14	0.005 ± 0.001	0.09 ± 0.03	164.80 ± 53.68	0.00 ± 0.00
ความคลาดเคลื่อนสุ่ม	4.46 ± 0.13	0.032 ± 0.001	0.91 ± 0.03	1415.87 ± 44.40	370.36 ± 9.44
ลักษณะปรากฏ	5.06 ± 0.12	0.043 ± 0.001	1.07 ± 0.03	1689.00 ± 44.86	372.20 ± 8.82

เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร เปรียบเทียบกับความแปรปรวนทางลักษณะปรากฏ พบว่า BW มีสัดส่วนความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวรสูงกว่าลักษณะอื่นๆ แสดงให้เห็นว่า BW ได้รับอิทธิพลจากความผันแปรของสิ่งแวดล้อมแบบถาวรสูงกว่าลักษณะอื่นๆ ส่งผลให้มีค่าอัตราซ้ำที่สูงกว่าลักษณะอื่นๆ ด้วย ดังนั้นโอกาสที่จะเกิด BW ในลักษณะเช่นนี้ในครั้งถัดไป จึงสูงกว่าลักษณะอื่นๆ เนื่องจากอัตราซ้ำเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ในชั่วชีวิตหนึ่งของแม่พันธุ์สุกร

สำหรับลักษณะ FPB เมื่อพิจารณาค่าจากสัดส่วนความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมเปรียบเทียบกับความแปรปรวนทางลักษณะปรากฏ พบว่ามีค่าน้อยมาก แสดงให้เห็นว่าลักษณะ FPB มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้น้อย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่มเปรียบเทียบกับความแปรปรวนทางลักษณะปรากฏ พบว่ามีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าลักษณะ FPB ได้รับอิทธิพลจากความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมมาก สำหรับค่าความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวรสำหรับลักษณะ FPB มีค่าเท่ากับ 0 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะ FPB ไม่ได้รับอิทธิพลจากความผันแปรของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร

3.2 อัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB ในประชากรสุกรที่ศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.074 ± 0.026 , 0.124 ± 0.033 , 0.067 ± 0.029 , 0.064 ± 0.028 และ 0.005 ± 0.010 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 12.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาหลายฉบับ (Huang, 1985; Crump *et al.*, 1997; Ruiz-Flores and Johnson, 2001; Damgaard *et al.*, 2003; Rosendo *et al.*, 2007a) ที่พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB ของประชากรอื่นๆ มีค่าระหว่าง 0.07 ถึง 0.39 (ตารางที่ 2) ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ FPB มีค่าน้อยกว่าการรายงานของ Huang (1985) ที่ได้ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์คูรีออค และยอร์กเชียร์ โดยพบว่าลักษณะสัดส่วนเพศของลูกสุกรมีค่าอัตราพันธุกรรม เท่ากับ 0.07

ตารางที่ 11 ค่าประมาณและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอัตราพันธุกรรม และอัตราซ้ำ สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)

พารามิเตอร์	ลักษณะที่ศึกษา				
	NBA	BW	WW	ADG	FPB
อัตราพันธุกรรม	0.074 ± 0.026	0.124 ± 0.033	0.067 ± 0.029	0.064 ± 0.028	0.005 ± 0.010
อัตราซ้ำ	0.118 ± 0.018	0.248 ± 0.020	0.149 ± 0.020	0.162 ± 0.021	0.005 ± 0.010

อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกสำหรับลักษณะที่ศึกษามากกว่าความแตกต่างทางพันธุกรรม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ถูกเลี้ยงดูในโรงเรือนระบบเปิด ความผันแปรของสภาพอากาศ จึงอาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของสุกร ความสมบูรณ์ของแม่สุกร และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกร (Kornegay and Thomas, 1983; Hughes *et al.*, 1990) ดังนั้น การปรับปรุงการจัดการฟาร์มที่สามารถควบคุมความผันแปรของสภาพแวดล้อมและการจัดการให้ลดลง อาจช่วยให้เกิดการคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ค่าอัตราพันธุกรรมที่แตกต่างกันยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความแตกต่างของโครงสร้างของประชากรที่ศึกษา พันธุ์สุกร หุ่นจำลองทางสถิติ วิธีการประมาณค่า และการบริหารจัดการฟาร์ม อย่างไรก็ตาม การควบคุมความผันแปรของสภาพแวดล้อมร่วมกับการปรับปรุงการจัดการ อาจสามารถช่วยให้การคัดเลือกสุกรเพื่อปรับปรุงลักษณะ NBA BW WW และ ADG สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.3 อัตราซ้ำ

ค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB ในประชากรสุกรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.12 ± 0.02 , 0.25 ± 0.02 , 0.15 ± 0.02 , 0.16 ± 0.02 และ 0.005 ± 0.01 ตามลำดับ

(ตารางที่ 11) ทั้งนี้อัตราซ้ำสำหรับลักษณะ NBA BW WW และ ADG ของประชากรอื่นๆ มีค่าระหว่าง 0.09 ถึง 0.33 (ตารางที่ 3)

ค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะ NBA BW WW และ ADG มีค่าค่อนข้างต่ำ (12 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกสำหรับลักษณะที่ศึกษา ดังนั้น การคัดเลือกแม่สุกรโดยพิจารณาจากค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะดังกล่าวเพียงอย่างเดียว อาจทำให้ลักษณะที่แสดงออกในครั้งถัดไปคลาดเคลื่อนจากความ เป็นจริงได้ ด้วยเหตุนี้ การคัดเลือกแม่สุกรจึงควรพิจารณาจากความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับ ลักษณะของสัตว์ร่วมด้วย

เมื่อพิจารณาถึงค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะ FPB มีค่าเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็น ถึงความผันแปรของสภาพแวดล้อมแบบถาวรไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะดังกล่าว ซึ่งการคัดเลือกแม่ สุกรโดยพิจารณาลักษณะนี้ ไม่สามารถพิจารณาจากค่าอัตราซ้ำได้ ดังนั้นการคัดเลือกจึงควร พิจารณาจากความสามารถทางพันธุกรรม

3.4 สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 12 ซึ่งค่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.13 ($P < 0.01$) แสดง ให้เห็นว่า เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ NBA ที่เพิ่มขึ้นแล้ว จะมีผลทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ BW ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Skorjanc *et al.* (2007) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ จำนวนลูกสุกร 48 ครอก พบว่าลักษณะ NBA และ BW มีความสัมพันธ์เชิงลบ โดยสหสัมพันธ์ทาง ลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.06 และงานวิจัยของ Rosendo *et al.* (2007b) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ พบว่าลักษณะ NBA และ BW มีความสัมพันธ์เชิง ลบเช่นเดียวกันโดยมีสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ เท่ากับ -0.40

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW และ WW มีค่าเท่ากับ 0.22 ($P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่า เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ BW ที่เพิ่มขึ้นแล้ว จะมีผลทำให้ลูกสุกร มีลักษณะ WW เพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Quiniou *et al.* (2002) ที่ศึกษาในประชากร สุกรสองสาย ลาร์จไวท์ \times แลนด์เรซ จำนวนลูกสุกร 965 ครอก พบว่า ลักษณะ BW และ WW มี

ความสัมพันธ์เชิงบวก โดยสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW และ WW มีค่าเท่ากับ 0.57 และงานวิจัยของ Skorjanc *et al.* (2007) พบว่าลักษณะมีความสัมพันธ์เชิงบวกเช่นเดียวกัน โดยสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ มีค่าเท่ากับ 0.29

ตารางที่ 12 สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ระหว่างจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB)

	FPB	NBA	BW	WW	ADG
FPB	1	0.0193 ¹	-0.0198	-0.0870	-0.0849
		0.2472 ²	0.2365	<.0001	<.0001
		3,583 ³	3,583	3,097	3,097
NBA		1	-0.1273	-0.0105	0.0032
			<.0001	0.559	0.8592
			3,583	3,097	3,097
BW			1	0.2239	0.0288
				<.0001	0.1091
				3,097	3,097
WW				1	0.9247
					<.0001
					3,097

หมายเหตุ ¹สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ²ค่า P - Value ³จำนวนครอก (ข้อมูล)

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.92 ($P < 0.01$) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่สูง แสดงให้เห็นว่า เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ WW ที่เพิ่มขึ้นแล้ว จะมีผลทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ ADG เพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Skorjanc *et al.* (2007) พบว่าลักษณะมีความสัมพันธ์เชิงบวกเช่นเดียวกัน โดยสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.97

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ FPB และ WW, FPB และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.09 และ -0.08 ($P < 0.01$) ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ สำหรับสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ FPB และ NBA, FPB และ BW พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แตกต่างกับการรายงานของ Gorecki (2003) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง FPB และลักษณะขนาดครอกในประชากรสุกรพันธุ์ Zlotnicka White และ Polish Landrace จำนวน 436 ครอก พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ FPB และ NBA มีค่าเท่ากับ 0.15

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของแต่ละลักษณะที่ศึกษาแตกต่างออกไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อลักษณะ โครงสร้างของประชากรที่ศึกษา พันธุ์สุกร และการจัดการที่แตกต่างกัน (Falconer and Mackay, 1996; Bourdon, 2000)

เนื่องด้วยลักษณะที่ศึกษามีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (ความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบ) ดังนั้น การคัดเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่งควรพิจารณาจากสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมร่วมด้วย เนื่องจากค่าดังกล่าวได้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมของสัตว์ แต่สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏนั้น แสดงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏที่แสดงออกภายนอก ซึ่งรวมไปถึงความผันแปรอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งการคัดเลือกโดยพิจารณาสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏเพียงอย่างเดียว อาจทำให้การแสดงออกของ 2 ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

จากการวิเคราะห์โดยใช้หุ่นจำลองทางสถิติที่ [1] พบว่า ลักษณะ FPB มีค่าอัตราพันธุกรรม และอัตราซ้ำน้อยมาก (น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกสำหรับลักษณะ FPB ด้วยเหตุนี้หากต้องการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะ FPB ควรควบคุมความผันแปรของสภาพแวดล้อม และปรับปรุงการจัดการ ซึ่งอาจสนับสนุนให้การคัดเลือกลักษณะนี้ มีประสิทธิภาพ และแม่นยำมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่าง FPB และ WW, FPB และ ADG พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบซึ่งกันและกัน แสดงให้เห็นว่าหากปรับปรุงลักษณะ FPB เพิ่มขึ้นแล้ว อาจส่งผลต่อลักษณะ WW และ ADG มีแนวโน้มลดลง ด้วยเหตุนี้ในการวิเคราะห์โดยใช้หุ่นจำลองทางสถิติที่ [2] จึงพิจารณาถึงความสัมพันธ์สำหรับลักษณะ FPB ที่มีต่อลักษณะ NBA BW WW และ ADG รวมถึงประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะดังกล่าวด้วย

4. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ที่ได้พิจารณาความแตกต่างของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียเทรน

4.1 องค์ประกอบความแปรปรวน

ค่าองค์ประกอบความแปรปรวน สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของลูกสุกร ประกอบไปด้วย ความแปรปรวนของพันธุกรรมแบบบวกสะสม สิ่งแวดล้อมแบบถาวร และความคลาดเคลื่อนสุ่ม แสดงดังตารางที่ 13 ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม ความแปรปรวนร่วมอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมแบบถาวร และความแปรปรวนร่วมอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนสุ่มระหว่างลักษณะที่ศึกษา แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (σ^2_g) ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร (σ^2_e) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ^2) สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)

ลักษณะ	σ^2_g	σ^2_e	σ^2
NBA	0.318 ± 0.118 ถึง 0.333 ± 0.120	0.189 ± 0.126 ถึง 0.198 ± 0.124	4.205 ± 0.118 ถึง 4.210 ± 0.119
BW	0.005 ± 0.001	0.005 ± 0.001	0.032 ± 0.001
WW	0.069 ± 0.031 ถึง 0.073 ± 0.031	0.086 ± 0.033 ถึง 0.092 ± 0.033	0.899 ± 0.028 ถึง 0.902 ± 0.028
ADG	110.940 ± 48.030 ถึง 114.480 ± 48.510	152.850 ± 53.070 ถึง 160.010 ± 53.160	1408.800 ± 44.220 ถึง 1411.57 ± 44.320

4.2 อัตราพันธุกรรม

4.2.1 ลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต

ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.07 (ตารางที่ 15) ซึ่งใกล้เคียงกับการรายงานของ Sobczynska *et al.* (2007) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์เชิงการค้า (Line 990) โดยวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมแยกเป็น 2 ส่วนตามลำดับการคลอดลูก และพบว่า สุกรที่คลอดลูกในครั้งแรก และสุกรที่ให้ลูกในลำดับการคลอดที่ 2 ถึง 8 มีค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA เท่ากับ 0.11 และ 0.07 ตามลำดับ และยังมีค่าใกล้เคียงกับ Mesa *et al.* (2005) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA ในประชากรสุกรพันธุ์ลูกผสมคูร์ร็อก × แลนด์เรซ - ยอร์กเชียร์ มีค่าเท่ากับ 0.08

ตารางที่ 14 ค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (σ_{μ}) ความแปรปรวนร่วมของสิ่งแวดล้อมแบบถาวร ($\sigma_{\mu\mu}$) และความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (σ_{μ}) สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)

	BW	WW	ADG
σ_{μ}			
NBA	-0.009 ± 0.009	-0.026 ± 0.043	-2.024 ± 1.659
BW	-	0.006 ± 0.005	0.162 ± 0.188
WW	-	-	2.853 ± 1.199
$\sigma_{\mu\mu}$			
NBA	-0.002 ± 0.010	0.071 ± 0.045	3.751 ± 1.795
BW	-	0.011 ± 0.005	0.204 ± 0.192
WW	-	-	3.649 ± 1.294
σ_{ϵ}			
NBA	-0.073 ± 0.008	-0.106 ± 0.043	-2.273 ± 1.709
BW	-	0.0363 ± 0.004	0.218 ± 0.147
WW	-	-	32.200 ± 1.062

Tyra and Rozycki (2004) ศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของสุกรหลากหลายสายพันธุ์ พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA ของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ลาร์จไวท์เชิงการค้า (Line 990) และดูรีอค มีค่าเท่ากับ 0.10, 0.14 และ 0.18 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้อยกว่ารายงานของ Ruiz-Flores and Johnson (2001) ที่ได้ศึกษาประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซและลาร์จไวท์ พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA มีค่าเท่ากับ 0.23 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA มีค่าอยู่ในช่วง 0.07 ถึง 0.23 (Crump *et al.*, 1997; Ruiz-Flores and Johnson, 2001; Damgaard *et al.*, 2003; Mesa *et al.*, 2005; Sobczynska *et al.*, 2007)

4.2.2 ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด

ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ BW ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.12 (ตารางที่ 15) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Rosendo *et al.* (2007a) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ และพบว่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ BW มีค่าเท่ากับ 0.10

ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษามีค่าสูงกว่าการรายงานของ Kaufmann *et al.* (2000) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ จำนวน 1,928 ครอก พบว่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ BW มีค่าเท่ากับ 0.02 และการรายงานของ Ruiz-Flores and Johnson (2001) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ลาร์จไวท์ พบว่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ BW มีค่าเท่ากับ 0.04 รวมถึงการรายงานของ Knol *et al.* (2002) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.04 เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่างานวิจัยหลายฉบับ (เช่น Crump *et al.*, 1997; Damgaard *et al.*, 2003; Rosendo *et al.*, 2007a, Roehle *et al.*, 2009) ที่พบว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.39

4.2.3 ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม

ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.07 (ตารางที่ 15) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Kaufmann *et al.* (2000) ที่ศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ จำนวน 1,928 ครอก พบว่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW มีค่าเท่ากับ

0.08 และการศึกษาของ Sobczynska *et al.* (2007) ในประชากรสุกรพันธุ์เชิงการค้า (Line 990) พบว่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW ในลำดับการคลอดที่ 2 ถึง 8 มีค่าเท่ากับ 0.10

ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษามีค่าต่ำกว่างานวิจัยหลายฉบับ (เช่น Hogberg and Rydhmer, 2000; Ruiz-Flores and Johnson, 2001; Damgaard *et al.*, 2003; Prajoga, 2007; Rosendo *et al.*, 2007a; 2007b) พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW มีค่าอยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.32 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW ที่ได้จากการศึกษา มีค่าในระดับต่ำ ดังนั้น การควบคุมความผันแปรของสภาพแวดล้อม และปรับปรุงการจัดการ อาจสนับสนุนให้การคัดเลือกลักษณะนี้ มีประสิทธิภาพ และแม่นยำมากขึ้น

4.2.4 ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ WW ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.07 (ตารางที่ 15) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการรายงานของ Rosendo *et al.* (2007a) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ พบว่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ ADG มีค่าเท่ากับ 0.24

Chimonya and Dzama (2007) ทำการศึกษาถึงพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมในประชากรสุกรพันธุ์พื้นเมือง Mukota พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ ADG มีค่าเท่ากับ 0.15 รวมถึงรายงานของ Darfour-Oduro *et al.* (2009) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์พื้นเมือง Ashanti Black พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ ADG มีค่าเท่ากับ 0.21 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ ADG ในประชากรอื่นๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 ถึง 0.24 (Crump *et al.*, 1997; Chimonya and Dzama, 2007; Rosendo *et al.*, 2007b; Darfour-Oduro *et al.*, 2009)

อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นถึง ความผันแปรของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกสำหรับลักษณะที่ศึกษามากกว่าความแตกต่างทางพันธุกรรม ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ถูกเลี้ยงดูในโรงเรือนระบบเปิด ความผันแปรของสภาพอากาศ อาจส่งผลต่อการดำรงชีวิต ความสมบูรณ์ของแม่สุกร และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกร เช่น ผลของฤดูกาลที่ส่งผลต่อ NBA พบว่า แม่พันธุ์ที่ผสมในช่วงฤดูร้อน มี NBA น้อยกว่าที่ผสมในช่วงฝนหรือหนาว ซึ่งการที่ NBA ต่ำลงในช่วงฤดูร้อนนั้น เนื่องมาจากมีอัตราการผสมติดต่ำ รวมถึงความสามารถในการกินอาหารของแม่สุกร

ในช่วงเลี้ยงลูกลดลง ทำให้ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ ส่งผลต่อสุขภาพของแม่สุกร และปริมาณการตกไข่ ดังนั้น การปรับปรุงการจัดการฟาร์มที่สามารถควบคุมความผันแปรของสภาพแวดล้อม และการจัดการให้ลดลง อาจช่วยให้เกิดการคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น แนวทางในการจัดการเพื่อคุมความผันแปรของสภาพแวดล้อมนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ในช่วงฤดูร้อน ควรมีการปรับสูตรอาหาร หรือเพิ่มปริมาณสารอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของแม่สุกร หรือการปรับอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้เหมาะสม โดยการใช้ระบบพัดลมร่วมกับน้ำหยด หรือระบบการพ่นละอองน้ำเป็นฝอย เพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงและพัดลมยังช่วยในการระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และฝุ่นละอองออกจากโรงเรือนอีกด้วย

4.3 อัตราชำ

4.3.1 ลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต

ค่าอัตราชำสำหรับลักษณะ NBA ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.11 (ตารางที่ 15) ซึ่งมีค่าสูงกว่าการรายงานของ Hamann *et al.* (2004) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์เพียเทรน แลนด์เรซ จำนวน 23,003 และ 48,577 ครอก พบว่า ค่าอัตราชำสำหรับลักษณะ NBA มีค่าเท่ากับ 0.05 และ 0.06 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่าอัตราชำที่ได้จากศึกษามีค่าต่ำกว่าการรายงานของ Chen *et al.* (2003) ที่ทำการศึกษาในประชากรหลายพันธุ์ พบว่า ค่าอัตราชำสำหรับลักษณะ NBA ของสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ คูร์อค แฮมเชียร์ แลนด์เรซ มีค่าเท่ากับ 0.17, 0.17, 0.14 และ 0.15 ตามลำดับ รวมถึงการรายงานอีกหลายฉบับ (Skorupski *et al.*, 1996; Kim, 2001; Damgaard *et al.*, 2003; Canario *et al.*, 2006; Sobczynska *et al.*, 2007; Rosendo *et al.*, 2007b) พบว่า ค่าอัตราชำสำหรับลักษณะ NBA อยู่ระหว่าง 0.13 ถึง 0.24

4.3.2 ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด

ค่าอัตราชำสำหรับลักษณะ BW ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.24 (ตารางที่ 15) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการรายงานของ Damgaard *et al.* (2003) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ จำนวน 2,003 ครอก พบว่า อัตราชำสำหรับลักษณะ BW มีค่าเท่ากับ 0.47 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง รวมถึงการรายงานของ Rosendo *et al.* (2007b) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ดาร์จไวท์ พบว่า อัตราชำสำหรับลักษณะ BW มีค่าเท่ากับ 0.45

4.3.3 ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม

ค่าอัตราเข้าสำหรับลักษณะ WW ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.15 (ตารางที่ 15) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการรายงานของ Sobczynska *et al.* (2007) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์เชิงการค้า (Line 990) พบว่า อัตราเข้าสำหรับลักษณะ WW มีค่าเท่ากับ 0.19 รวมถึงการรายงานของ Damgaard *et al.* (2003) และ Rosendo *et al.* (2007b) พบว่า อัตราเข้าสำหรับลักษณะ WW มีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.38 ตามลำดับ

ตารางที่ 15 พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ สำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)

พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม	ลักษณะที่ศึกษา			
	NBA	BW	WW	ADG
อัตราพันธุกรรม	0.0684	0.1190	0.0669	0.0671
อัตราเข้า	0.1094	0.2381	0.1508	0.1605
สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g)				
NBA	-	-0.22 ± 0.21^1	-0.17 ± 0.28	-0.34 ± 0.28
BW	-	-	0.31 ± 0.22	0.21 ± 0.24
WW	-	-	-	0.99 ± 0.02
สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (r_p)				
NBA	-	-0.19 ± 0.02	-0.03 ± 0.02	-0.01 ± 0.02
BW	-	-	0.25 ± 0.02	0.07 ± 0.02
WW	-	-	-	0.92 ± 0.00

หมายเหตุ ¹ ค่าประมาณ \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

4.3.4 ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

ค่าอัตราซ้ำสำหรับลักษณะ ADG ในประชากรที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.16 (ตารางที่ 15) สำหรับอัตราซ้ำสำหรับลักษณะ ADG ในประชากรอื่นๆ ยังไม่พบการรายงานค่าดังกล่าว

4.4 สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

4.4.1 ลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต และน้ำหนักแรกเกิด

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.19 ± 0.02 (ตารางที่ 15) ทั้งนี้ สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ NBA และ BW ในประชากรอื่นๆ มีค่าระหว่าง -0.06 ถึง -0.40 (Yen *et al.*, 1987; Rosendo *et al.*, 2007b; Skorjanc *et al.*, 2007)

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.22 ± 0.21 โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ในเชิงลบซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับการรายงานของ Hermes *et al.* (2000) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.74 , -0.69 และ -0.56 ในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะในเชิงลบค่อนข้างสูง รวมถึงการรายงานของ Rosendo *et al.* (2007b) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.45 ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม Oh and See (2005) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์คูร์ออก พบว่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ BW มีค่าเท่ากับ -0.06 ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำค่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ BW แสดงถึงความสัมพันธ์ในเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ NBA เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ BW ลดลง

4.4.2 ลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต และน้ำหนักเมื่อหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ WW มีค่าเท่ากับ -0.03 ± 0.02 (ตารางที่ 15) แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำ สอดคล้องกับการรายงานของ Rosendo *et al.* (2007b) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ WW มีค่าเท่ากับ -0.15 ทั้งนี้ สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ NBA และ WW ในประชากรอื่นๆ มีค่าระหว่าง -0.15 ถึง -0.49 (Young *et al.*, 1977; Irvin and Swiger, 1984; Rosendo *et al.*, 2007b; Skorjanc *et al.*, 2007) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ WW มีค่าเท่ากับ -0.17 ± 0.28 สอดคล้องกับ Rosendo *et al.* (2007b) ที่รายงานว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ WW มีค่าเท่ากับ -0.46 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ WW แสดงถึงความสัมพันธ์ในเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ NBA เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ WW ลดลง

4.4.3 ลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต และอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ WW มีค่าเท่ากับ -0.01 ± 0.02 (ตารางที่ 15) แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำ สอดคล้องกับการรายงานของ Young *et al.* (1977) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์คูร์รอด ยอร์กเชียร์ × แฮมเชียร์ พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ NBA และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.14 แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงลบเช่นเดียวกัน สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.34 ± 0.28 สอดคล้องกับการรายงานของ Hermes *et al.* (2000) ที่พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.30 , -0.01 และ -0.26 ในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ NBA และ ADG แสดงให้เห็นว่า เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ NBA เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ ADG ลดลง

4.4.4 น้ำหนักแรกเกิด และน้ำหนักเมื่อหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW และ WW มีค่าเท่ากับ 0.25 ± 0.02 (ตารางที่ 15) ทั้งนี้ สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ระหว่างลักษณะ BW และ WW ในประชากรอื่นๆ มีค่าระหว่าง 0.29 ถึง 0.57 (Young *et al.*, 1977; Quiniou *et al.*, 2002; Skorjanc *et al.*, 2007) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ BW และ WW มีค่าเท่ากับ 0.31 ± 0.22 โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ในเชิงบวกซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับการรายงานของ Kaufmann *et al.* (2000) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ดาร์จไวท์ จำนวน 1,928 ครอก พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ BW และ WW มีค่าเท่ากับ 0.59 รวมถึงการรายงานของ Prajoga (2007) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ซึ่งพบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ BW และ WW มีค่าเท่ากับ 0.99 ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Darfour-Oduro *et al.* (2009) ในประชากรสุกรพันธุ์พื้นเมือง Ashanti Black พบว่า ลักษณะ BW และ WW มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 1 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ BW และ WW แสดงให้เห็นว่าเมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ BW เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ WW เพิ่มขึ้น เช่นกัน

4.4.5 น้ำหนักแรกเกิด และอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.07 ± 0.02 (ตารางที่ 15) แสดงถึงความสัมพันธ์ในเชิงบวก สอดคล้องกับการรายงานของ Young *et al.* (1977) พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.11 รวมถึงการรายงานของ Skorjanc *et al.* (2007) พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ BW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.14 สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ BW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.21 ± 0.24 โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ในเชิงบวก สอดคล้องกับการรายงานของ Hermes *et al.* (2000) ซึ่งพบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ BW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.33, 0.27 และ 0.33 ในลำดับการคลอดลูกครั้งที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ รวมถึงการรายงานของ Darfour-Oduro *et al.* (2009) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์พื้นเมือง Ashanti Black พบว่า ลักษณะทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวก เท่ากับ 0.85 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวก

สะสมสำหรับลักษณะ BW และ ADG ซึ่งให้เห็นว่าเมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ BW เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ ADG เพิ่มขึ้น เช่นกัน

4.4.6 น้ำหนักเมื่อหย่านม และและอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.92 ± 0.00 (ตารางที่ 15) สอดคล้องกับการรายงานของ Skorjanc *et al.* (2007) พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.97 สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.99 ± 0.02 โดยแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูง สอดคล้องกับการรายงานของ Darfour-Oduro *et al.* (2009) ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์พื้นเมือง Ashanti Black พบว่า สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะ WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.85 แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงเช่นเดียวกัน ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ WW และ ADG ซึ่งให้เห็นว่า เมื่อคัดเลือกให้ลูกสุกรมีลักษณะ WW เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ลูกสุกรมีลักษณะ ADG เพิ่มขึ้น เช่นกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อและประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) และการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงทรน

ความผันแปรของจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (NBA) น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรเฉลี่ย (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมของลูกสุกรเฉลี่ย (WW) อัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกร (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกสุกรเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ของแม่สุกรพันธุ์แท้เพียงทรน ได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของปีและฤดูกาลที่แม่สุกรคลอดลูก และลำดับการคลอดลูก ($P < 0.01$) แม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกมี NBA BW WW ADG และ FPB ต่ำกว่าแม่สุกรที่คลอดลูกในครั้งถัดมา อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB ในประชากรสุกรที่ศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.074 ± 0.026 , 0.124 ± 0.033 , 0.067 ± 0.029 , 0.064 ± 0.028 และ 0.005 ± 0.010 ตามลำดับ อัตราซ้ำสำหรับลักษณะ NBA BW WW ADG และ FPB มีค่าเท่ากับ 0.12 ± 0.02 , 0.25 ± 0.02 , 0.15 ± 0.02 , 0.16 ± 0.02 และ 0.005 ± 0.01 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ NBA และ BW, BW และ WW, WW และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.13 , 0.22 และ 0.92 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏของระหว่างลักษณะ FPB และ WW, ADG มีค่าเท่ากับ -0.09 และ -0.08 ตามลำดับ

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) ต่อการเจริญเติบโตก่อนหย่านม (NBA BW WW และ ADG) ของสุกรพันธุ์แท้เพียงทรน

ความผันแปรของจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต (NBA) น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรเฉลี่ย (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมของลูกสุกรเฉลี่ย (WW) และอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกร (ADG) ของแม่สุกรพันธุ์แท้เพียงทรน ได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของปีและฤดูกาลที่แม่สุกรคลอดลูก ลำดับการคลอดลูก และ สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต แม่สุกรที่ให้ลูกครั้งแรกมี NBA BW WW และ ADG ต่ำกว่าแม่สุกรที่คลอดลูกในครั้งถัดมาเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1 สุกรที่มี FPB

อยู่ในกลุ่มที่ 3 มีค่า NBA สูงที่สุด (8.38 ± 0.07 ตัว; $P < 0.05$) ในขณะที่สุกรที่มี FPB อยู่ในกลุ่มที่ 1 (6.62 ± 0.13 ตัว; $P < 0.05$) และกลุ่มที่ 5 (6.44 ± 0.17 ตัว; $P < 0.05$) มีค่า NBA ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม สุกรที่มี FPB ทั้งสองกลุ่ม (กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 5) มี BW ใกล้เคียงกันและสูงที่สุด (1.76 ± 0.01 กิโลกรัม และ 1.75 ± 0.02 กิโลกรัม ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น สุกรที่มี FPB มากกว่ามักให้ลูกที่มี WW และ ADG ต่ำกว่า ส่วนอัตราพันธุกรรม สำหรับลักษณะ NBA BW WW และ ADG ในประชากรสุกรที่ศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 0.07, 0.12, 0.07 และ 0.07 ตามลำดับ อัตราค่าสำหรับลักษณะ NBA BW WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.11, 0.24, 0.15 และ 0.16 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะ NBA และ BW, NBA และ WW, NBA และ ADG, BW และ WW, BW และ ADG, WW และ ADG มีค่าเท่ากับ -0.22, -0.17, -0.33, 0.31, 0.21 และ 0.99 ตามลำดับ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นเป็นนัยถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตและลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสุกร

ข้อเสนอแนะ

แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

1. ค่าเฉลี่ย ความมีชีวิตพลของปัจจัยต่างๆ ค่าอัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ จำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนและการจับคู่ผสมพันธุ์ เพื่อพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะดังกล่าวในประชากรสุกรที่ศึกษาได้ และอาจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับประชากรสุกรอื่นๆ ที่มีโครงสร้างของประชากร และรูปแบบการผลิตที่คล้ายคลึงกับประชากรที่ศึกษา
2. สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม ดังนั้นการปรับปรุงความสามารถทางพันธุกรรมของแม่สุกรให้มีสัดส่วนเพศของลูกสุกรที่เหมาะสม อาจส่งผลให้การแสดงออกของลักษณะที่ศึกษาดียิ่งขึ้น

แนวทางการศึกษาต่อ

1. การศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลทางชีววิทยาที่สามารถอธิบายถึงกลไก หรือรูปแบบที่เป็นส่วนสำคัญต่อความสัมพันธ์ระหว่าง “สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต” และ “ลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม” จะช่วยให้การใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ของทั้งสองลักษณะสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การศึกษาครั้งนี้จำกัดอยู่เพียงประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงหนึ่งในโรงเรียนระบบเปิดของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย รูปแบบการศึกษาเช่นนี้อาจจำเป็นต้องทำซ้ำในประชากรสุกรพันธุ์แท้เพียงทรน หรือประชากรสุกรพันธุ์อื่นๆ เพื่อยืนยันให้เห็นชัดเจนว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง “สัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต” และ “ลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านม” ยังคงมีลักษณะเช่นเดิม หรือว่าแตกต่างกันไปในแต่ละประชากร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะช่วยให้การใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ของทั้งสองลักษณะสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2551. สถิติ นำเข้า/ส่งออก สินค้าปศุสัตว์ปี 2551. แหล่งที่มา:

http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly51/index51.html, 15 ธันวาคม 2552.

_____. 2552. ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทยปี 2552. แหล่งที่มา:

http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly52/index52.html, 15 ธันวาคม 2552.

ฉัตรชัย จันทน์สมบูรณ์. 2538. การศึกษาการกำหนดเพศในสุกร โดยใช้น้ำเชื้อจากการปั่นเหวี่ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

แพรว เทียงพิมล, สุปราณี วงศ์ขวัญ, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี และศกร คุณวุฒิฤทธิธณ. 2551. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของแม่สุกรพันธุ์แท้และลูกผสมเพียงทรน ลาร์จไวท์และแลนด์เรซที่เลี้ยงดูภายใต้สภาวะแวดล้อมแบบร้อนชื้น, น. 154-161. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46. (สาขาสัตว). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภานุวัฒน์ คัมภีราวัฒน์. 2549. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะขนาดครอกในสุกรโดยใช้โมเดลลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มงคล เตชะกำฟู. 2543. เทคโนโลยีการย้ายฝากตัวอ่อนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในปศุสัตว์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุวรรณ ช่างกลิ้งดี. 2534. ผลของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อและสภาพ พี เอช ของมดลูกต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่สุกรและสัดส่วนเพศของลูก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันดี ทาตระกูล. 2546. สุกรและการผลิตสุกร. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- อนันต์ ศรีขาว. 2535. วิธีแยกอสุจิ X และ Y ในปลสุตัว ก้าวหน้าไปถึงไหน, น. 1-25. ใน เอกสาร
**ประกอบการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง X-and Y-chromosome bearing sperm
 separation prospective**, 24-26 มิถุนายน 2535. คณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Alfonso, L. 2005. Sex ratio of offspring in pigs: farm variability and relationship with litter size
 and piglet birth weight. **Spanish J. Agric. Res.** 3(3): 287-295.
- Baas, T.J., L.L. Christian and M.F. Rothschild. 1992. Heterosis and recombination effects in
 Hampshire and Landrace swine: II. Performance and carcass traits. **J. Anim. Sci.** 70(1):
 99-105.
- Bearden, H.J., J.W. Fuquay and S.T. Willard. 2004. **Applied Animal Reproduction.** 6 th ed.,
 Pearson Education, Inc., New Jersey.
- Blottner, S., H. Bostedt, K. Mewes and C. Pitra. 1994. Enrichment of bovine X and Y
 spermatozoa by free-flow electrophoresis. **Zentralbl Veterinarmed A.** 41: 466-474.
- Borges, V.F., M.L. Bernardi, F.P. Bortolozzo and I. Wentz. 2005. Risk factors for stillbirth and
 foetal mummification in four Brazilian swine herds. **Prev. Vet. Med.** 70: 165-176.
- Bourdon, R.M. 2000. **Understanding Animal Breeding.** Prentice Hall, Inc., Upper Saddle
 River, New Jersey.
- Cahill, A.E., P.B. Lynch, L. Lawlor, L. Boyle, J.V. O'Doherty and J. Le Dividich. 2005. **Studies
 on growth rates in pigs and the effect of birth weight.** M.S. Thesis, University
 College Dublin.
- Cameron, E.Z. 2004. Facultative adjustment of mammalian sex ratios in support of the Trivers–
 Willard hypothesis: evidence for a mechanism. **Proc. R. Soc. Lond. B.** 271: 1723-1728.

- Canario, L., N. Roy, J. Gruand and J.P. Bidanel. 2006. Genetic variation of farrowing kinetics traits and their relationships with litter size and perinatal mortality in French Large White sows. **J. Anim. Sci.** 84: 1053-1058.
- Cassar, G., W.A. King and G.J. King. 1994. Influence of sex on early growth of pig conceptuses. **J. Reprod. Fertil.** 101: 317-320.
- Chen, P., T.J. Baas, J.W. Mabry, K.J. Koehler and J.C M. Dekkers. 2003. Genetic parameters and trends for litter traits in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. **J. Anim. Sci.** 81: 46-53.
- Chimonya, M. and K. Dzama. 2007. Estimation of genetic parameters for growth performance and carcass traits in Mukota pigs. **Animal.** 1: 317-323.
- Cohen, J., P. Cohen, S.G. West and L.S. Aiken. 2003. **Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences.** 3rd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Colson, V., P. Orgeur, S.D. Courboulay, A. Foury and P. Mormede. 2006. Grouping piglets by sex at weaning reduces aggressive behaviour. **App. Anim. Behav. Sci.** 97: 152-171.
- Crump, R.E., R. Thompson, C.S. Haley and J. Mercer. 1997. Individual animal model estimates of genetic correlations between performance test and reproduction traits of Landrace pigs performance tested in a commercial nucleus herd. **Anim. Sci.** 65: 291-298.
- Damgaard, L.H., L. Rydhmer, P. Lovendahl and K. Grandinson. 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. **J. Anim. Sci.** 81: 604-610.

- Darfour-Oduro, K.A. A., Naazie, B.K. Ahunu and G.S. Aboagye. 2009. Genetic parameter estimates of growth traits of indigenous pigs in Northern Ghana. **Livest. Sci.** 125(2): 187-191.
- Edgerton, L.A. and G.L. Cromwell. 1986. Sex of siblings may influence reproductive performance of sows. **J. Anim. Sci. Suppl.** 63(1): 365.
- Edwards, D.B., R.O. Bates and W.N. Osburn. 2003. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. **J. Anim. Sci.** 81: 1895-1899.
- Ericsson, R.J. and S.A. Ericsson. 1999. Sex ratios, pp. 431-437. In Knobil, E. and Neill, J.D. (eds.). **Encyclopedia of Reproduction**: 4. Academic Press.
- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. **Introduction to Quantitative Genetics**. Longman Scientific & Technical, England.
- Gama, L.L. and R.K. Johnson. 1993. Changes in ovulation rate, uterine capacity, uterine dimensions and parity effects with selection for litter size in swine. **J. Anim. Sci.** 71: 608-617.
- Garner, D.L. and E.S.E. Hafez. 2000. Spermatozoa and Seminal Plasma, pp. 96-109. In Hafez, B. and Hafez, E.S.E. (ed.). **Reproduction in Farm Animal**, 7 th ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Gilmour, A.R., B.R. Cullis, S.J. Welham and R. Thomson. 2001. **ASREML Reference Manual**. NSW Agriculture.
- Glucksmann, A. 1978. **Sex Determination and Sexual Dimorphism in Mammals**. Wykeham Publications Ltd., London.

- Gorecki, M.T. 2003. Sex ratio in litters of domestic pigs (*Sus scrofa* f. *domestica* Linnaeus, 1758). **Biol. Lett.** 40(2): 111-118.
- Grant, V.J. 2007. Could maternal testosterone levels govern mammalian sex ratio deviations?. **J. Theor. Biol.** 246: 708-719.
- Hafez, E.S.E. and B. Hafez. 2000. X and Y Chromosome-Bearing Spermatozoa, pp. 390-394. In Hafez, B. and Hafez, E.S.E. (ed.). **Reproduction in Farm Animal**, 7 th ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Hamann, H., R. Steinheuer and O. Distl. 2004. Estimation of genetic parameters for litter size as a sow and boar trait in German herdbook Landrace and Pietrain swine. **Livest. Prod. Sci.** 85: 201-207.
- Hermesch, S., B.G. Luxford and H.-U. Graser. 2000. Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs: 3. Genetic parameters for reproduction traits and genetic correlations with production, carcass and meat quality traits. **Livest. Prod. Sci.** 65: 261-270.
- Hogberg, A. and L. Rydhmer. 2000. A genetic study of piglet growth and survival. **Acta Agric. Scand. Sect. A.** 50 (4): 300-303.
- Huang, M.-Y. 1985. A study of effects of blood types, sires, litter size and other factors on sex ratios in pigs. **Pig News and Information** (Abstracts). 6(1): 121.
- Hughes, P. and M. Varley. 1980. **Reproduction in the pig**. Butterworths, London, UK.
- _____, P.E. G.P., Pearce and A.M. Paterson. 1990. Mechanisms mediating the stimulatory effects of the boar on gilt reproduction. **J. Reprod. Fertil. Suppl.** 40: 323-341.

- Hutchens, L.K., R.L. Hintz and R.K. Johnson. 1981. Genetic and phenotypic relationships between pubertal and growth characteristics of gilts. **J. Anim. Sci.** 53(4): 946-951.
- Irvin, K.M. and L.A. Swiger. 1984. Genetic and Phenotypic Parameters for Sow Productivity. **J. Anim Sci.** 58: 1144-1150.
- James, W.H. 1986. Homonal control of sex ratio. **J. Theor. Biol.** 118: 427-441.
- _____. 2004. Further evidence that mammalian sex ratios at birth are partially controlled by parental hormone levels around the time of conception. **Hum. Reprod.** 19: 1950 - 1956.
- Jamriska, M. 1991. Analysis of sex ration in pig progeny with regard to the age of parents and breed. **In AGRIS Record**, p. 119-127.
- Johnson, L.A. and R. N. Clarke. 1988. Flow sorting of X and Y chromosome-bearing mammalian sperm: Activation and pronuclear development of sorted bull, boar, and ram sperm microinjected into hamster oocytes. **Gamete Res.** 21(4): 335-343.
- Kaufmann, D., A. Hofer, J.P. Bidanel and N. Kunzi. 2000. Genetic parameters for individual birth and weaning weight and for litter size of Large White pigs. **J. Anim. Breed. Genet.** 117: 121-128.
- Kawarasaki, T., T. Kohsaka, M. Sone, M. Yoshida and K. Bamba. 1995. Detection of Y-Bearing porcine spermatozoa by *In Situ* hybridization using digoxigenin-labeled, porcine male specific DNA probe produced by polymerase chain reaction. **Mol. Reprod. Dev.** 40: 455 - 459.
- Kim, H.J. 2001. **Genetic Parameters for Productive and Reproductive Traits of Sows in Multiplier Farms.** Ph.D. Thesis, Georg-August-University of Gottingen, Gottingen, Germany.

- Knol, E.F., B.J. Ducro, J.A.M. van Arendonk and T. van der Lende. 2002. Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing-, pre-weaning- and total piglet survival. **Livest. Prod. Sci.** 73: 153-164.
- Kornegay, E.T. and H.R. Thomas. 1983. Effects of air-conditioned versus naturally ventilated housing during hot weather on the reproductive efficiency of gilts or sows. **J. Reprod. Fertil.** 10(4): 387-395.
- Larson, M.A., K. Kimura, H.M. Kubisch and R. M. Roberts. 2001. Sexual dimorphism among bovine embryos in their ability to make the transition to expanded blastocyst and in the expression of the signaling molecule IFN-tau. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA.** 98: 9677-9682.
- Meikle, D.B., L.C. Drickamer, S.H. Vesser, R.D., Arthur and T.L., Rosenthal. 1996. Dominance rank and parental investment in swine (*Sus scrofa domestica*). **Ethology.** 102: 969-978.
- Mesa, H., T.J. Safranski, K.A. Fischer, K.M. Cammack and W.R. Lamberson. 2005. Selection for placental efficiency in swine: Genetic parameters and trends. **J. Anim. Sci.** 83: 983-991.
- Mittwoch, U. 1993. Blastocysts prepare for the race to be male. **Hum. Reprod.** 8: 1550-1555.
- Nalbandov, A.V. 1976. **Reproductive Physiology of Mammals and Birds.** 3 rd ed., W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Ncube, M., K., Dzama, M., Chimonyo, A., Kanengoni and H. Hamudikuwanda. 2003. Effect of boar genotype on reproductive performance of the local sows of Zimbabwe. **Livest. Res. Rural. Dev.** 15(2).
- Nonaka, K., B. Desjardins, H. Charbonneau, J. Legare and T. Miura. 1999. Human sex ratio at birth and mother's birth season: multivariate analysis. **Hum. Biol.** 71(5): 875-884.

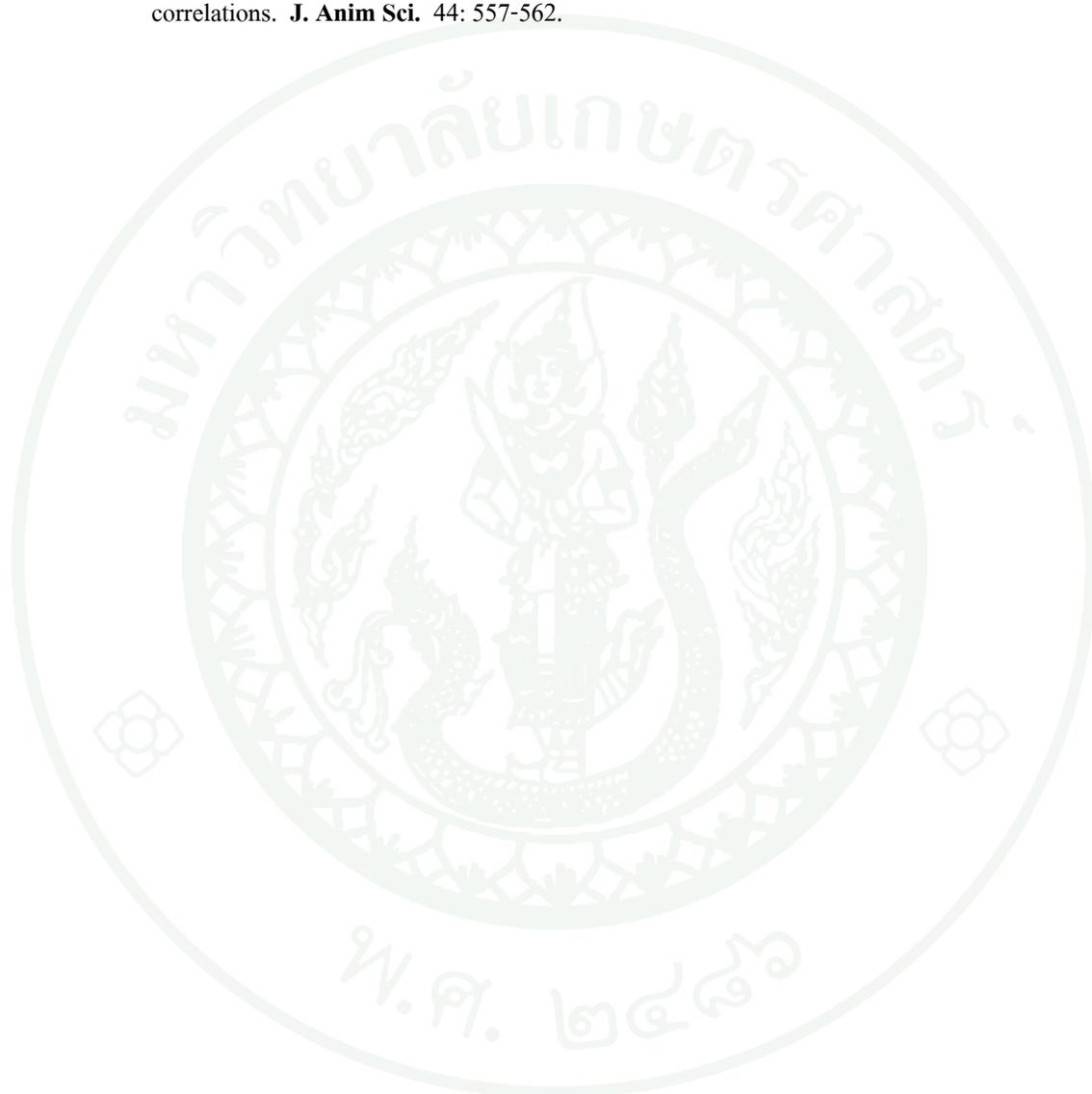
- Ogawa, S., H. Yamakawa, J. Yamanoi, S. Nishida, Y. Kano, T. Takeshima, K. Tauchi and H. Nagashima. 1988. Are fluorescent bodies of Y-spermatozoa detectable in common with mammalian species?. **Theriogenology**. 29: 1083-1089.
- Oh, S.H. and M.T. See. 2005. Genetic correlation between reproductive traits in swine. **J. Anim. Sci. Suppl.** 83(1): 12.
- Peaker, M. and E. Taylor. 1996. Sex ratio and litter size in the guinea-pig. **J. Reprod. Fertil.** 108(1): 63-67.
- Pere, M.C. and M. Etienne. 2000. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reprod. Nutr. Dev.** 40: 369-382.
- Prajoga, S.B.K. 2007. Estimation of Relative Efficiency of Indirect Selection for Weaning Weight Base on Birth Weight Using Maternal Effect Model on Landrace Cross Breed Pigs. **JARTS, "Der Tropenlandwirt"**. Sup. 90: 166-170.
- Quiniou, N., J. Dagorn and D. Gaudre. 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livest. Prod. Sci.** 78: 63-70.
- Roberts, A.M. and H. Goodall. 1976. Y chromosome visibility in quinacrine-stained human spermatozoa. **Nature**. 262: 493-494.
- Roehe, R., N.P. Shrestha, W. Mekkiawy, E.M. Baxter, P.W. Knap, K.M. Smurthwaite, S. Jarvis, A.B. Lawrence and S.A. Edwards. 2009. Genetic analyses of piglet survival and individual birth weight on first generation data of a selection experiment for piglet survival under outdoor conditions. **Livest. Sci.** 121: 173-181.

- Rohde Parfet, K.A., W.R. Lamberso, A.R. Rieke, T.C. Cantley, V.K. Ganjam, F.S. Vom Saal and B.N. Day. 1990. Intrauterine position effects in male and female swine: subsequent survivability, growth rate, morphology and semen characteristics. **J. Anim. Sci.** 68: 179-185.
- Rosendo, A., L. Canario, T. Druet, J. Gogue and J.P. Bidanel. 2007a. Correlated responses of pre- and postweaning growth and backfat thickness to six generations of selection for ovulation rate or prenatal survival in French Large White pigs. **J. Anim. Sci.** 85: 3209-3217.
- _____, T. Druet, J. Gogue, L. Canario and J.P. Bidanel. 2007b. Correlated responses for litter traits to six generations of selection for ovulation rate or prenatal survival in French Large White pigs. **J. Anim. Sci.** 85: 1615-1624.
- Ruiz-Flores, A. and R.K. Johnson. 2001. Direct and correlated responses to two-stage selection for ovulation rate and number of fully formed pigs at birth in swine. **J. Anim. Sci.** 79: 2286-2297.
- SAS. 2003. **SAS OnlineDoc 9.1.3.** SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sarker, S. D.J. Jolly, T. Firedman and O.W. Jones. 1984. Swimming behavior of X and Y human sperm. **Differentiation.** 27: 120-125.
- Schneider, J.F., L.L. Christian and D.L. Kuhlers. 1982. Effects of season, parity and sex on performance of purebred and crossbred swine. **J. Anim. Sci.** 54(4): 728-738.
- Schukken, Y.H., J. Buurman, R.B.M. Huirne, A.H. Willemse, J.C.M. Vernooij, J. Vandenbroek and J.H.M. Verheijden. 1994. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. **J. Anim. Sci.** 72: 1387-1392.

- Schwerin, M., S. Blottner, P.D. Thomsen, D. Roschlau and G. Brockmann. 1991. Quantification of Y chromosome bearing spermatozoa of cattle using In Situ hybridization. **Mol. Reprod. Dev.** 30: 39-43.
- Seidel, G.E. and D.L. Garner. 2002. Current status of sexing mammalian spermatozoa. **Reproduction.** 124: 733-743.
- Servanty, S, J-M. Gaillard, D. Allaine, S. Brandt and E. Baubet. 2007. Litter size and fetal sex ratio adjustment in a highly polytocous species: the wild boar. **Behav. Ecol.** 18: 427-432 .
- Skorjanc, D., M. Brus and M.C. Potokar. 2007. Effect of birth weight and sex on pre-weaning growth rate of piglets. **Arch. Tierz., Dummerstorf.** 50(5): 476-486.
- Skorupski, M.T., D.J. Garrick and H.T. Blair. 1996. Estimates of genetic parameters for production and reproduction traits in three breeds of pigs. **New Zealand J. Agric. Res.** 39: 387-395.
- Sobczynska, M., T. Blicharski, A. Korwin-Kossakowska and M. Kamyczek. 2007. Maternal effects on farrowing and pre-weaning traits in Line 990 pigs. **Anim. Sci. Pap. Rep.** 25 (3): 173-182.
- Su, G., D. Sorensen and M.S. Lund. 2008. Variance and Covariance components for liability of piglet survival during different periods. **Animal.** 2(2): 184-189.
- Suriyasomboon, A., N., Lundeheim, A., Kunavongkrit and A., Einarsson. 2006. Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. **Theriogenology.** 65: 606-628.

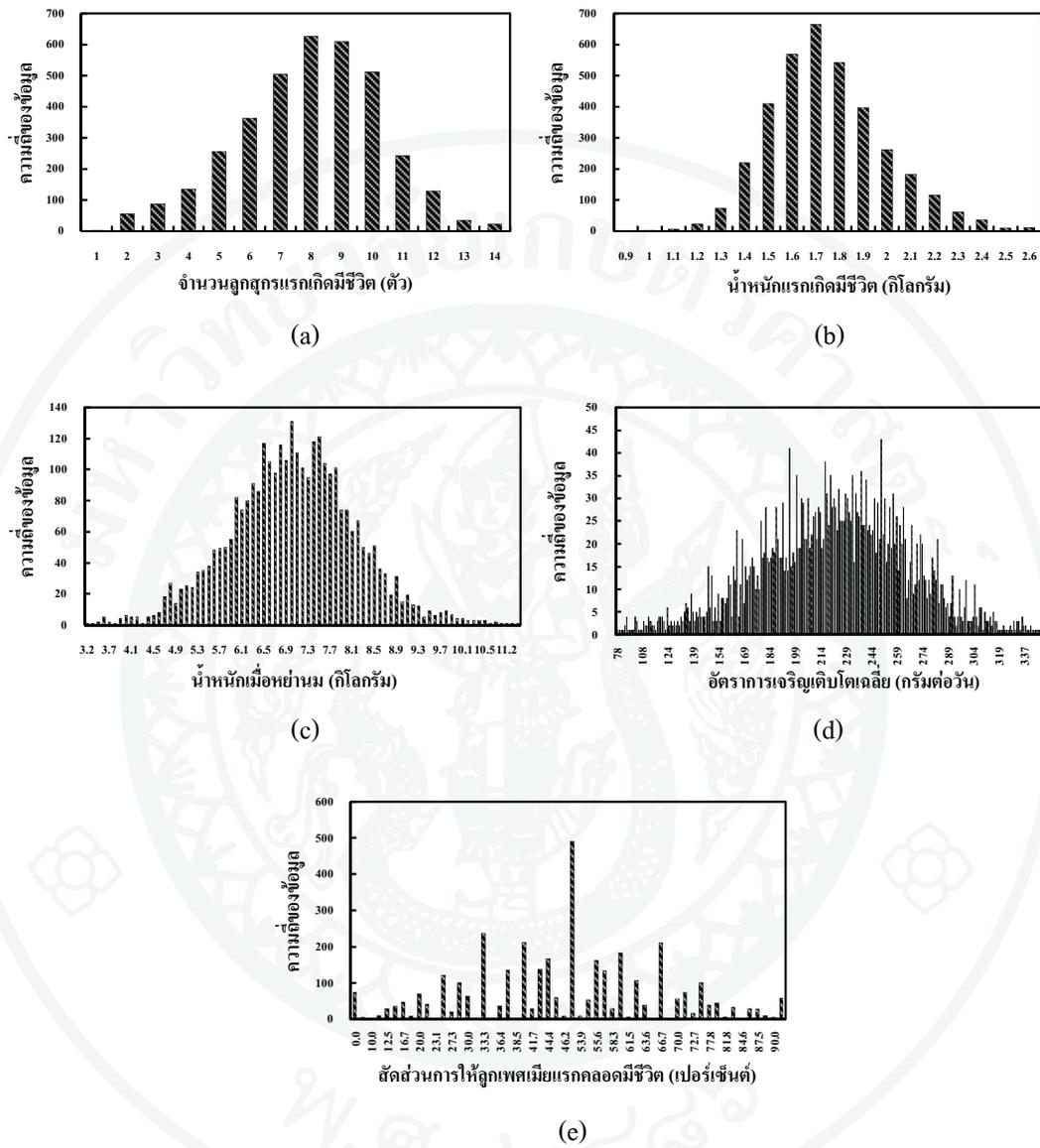
- Tanavots, A. 1997. Effect of environmental factors and crossbreeding on litter size and litter weights of Estonian Large White sows. **3rd Baltic Animal Breeding Conference**. Riga, Latvia. 97-99.
- Tantasuparuk, W., N. Lundeheim, A.-M. Dalin, A. Kunavongkrit and S. Einarsson. 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. **Theriogenology**. 54: 481-496.
- _____, W., A.-M. Dalin, N. Lundeheim, A. Kunavongkrit and S. Einarsson. 2001. Body weight loss during lactation and its influence on weaning-to-service interval and ovulation rate in Landrace and Yorkshire sows in the tropical environment of Thailand. **Anim. Reprod. Sci.** 65(3-4): 273-281.
- _____, W., Tantasuparuk, M. Techakumphu and A. Kunavongkrit. 2007. Age, body weight and backfat thickness at first observed oestrus in crossbred Landrace × Yorkshire gilts, seasonal variation and their influence on subsequent reproductive performance. **Anim. Reprod. Sci.** 99: 167-181.
- Tyra, M. and M. Rozycki. 2004. Heritability of reproductive traits in pigs. **Anim. Sci. Pap. Rep. Suppl.** 22(3): 235-242.
- Weinberg, C.R., D.D. Baird and A.J. Wilcox. 1995. The sex of the baby may be related to the length of the follicular phase in the conception cycle. **Hum. Reprod.** 10: 304-307.
- Williams, L. D., A. M. Pearson, and N. B. Webb. 1963. Incidence of sex odor in boars, sows, barrows and gilts. **J. Anim. Sci.** 22: 166-168.
- Yen, H.F., G.A. Isler, W.R. Harvey and K.M. Irvin. 1987. Factors affecting reproductive performance in swine. **J. Anim. Sci.** 64: 1340-1348.

Young, L.D., R.K. Johnson and I.T. Omtvedt. 1977. An analysis of the dependency structure between a gilt's prebreeding and reproductive traits. I. Phenotypic and genetic correlations. **J. Anim Sci.** 44: 557-562.





ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ความถี่ และการกระจายตัวของข้อมูลสำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิต ทั้งหมด (a) น้ำหนักแรกเกิด (b) น้ำหนักเมื่อหย่านม (c) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (d) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (e)

ตัวอย่างชุดคำสั่ง SAS ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการศึกษาที่ 1

```

Data ONE;
Infile 'C:\FinalData.txt' DLM = '09'X;
Input Anim $ Sire $ Dam$ Boar $ PAR FY FM FS YS NBA BW WW ADG FPB GFPB;
/*      Anim = Sow,
        Sire = Sire of the sow,
        Dam = Dam of the sow,
        Boar = Mate of the sow,
        PAR = Parity,
        FY = Farrowing year,
        FM = Farrowing month,
        FS = Farrowing season,
        YS = Farrowing year and season,
        NBA = Number born alive of a piglet,
        BW = Birth weight of a piglet,
        WW = Weaning weight of a piglet,
        ADG = Average daily gain of a piglet,
        FPB = Proportion of female piglets born alive,
        GFPB = Group of Proportion of female piglets born alive */

/*ชุดคำสั่งการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเบื้องต้น*/
Proc Univariate Data = ONE plot normal freq;
    Var NBA BW WW ADG FPB;

/*ชุดคำสั่งการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา*/
Proc Mixed Data = ONE;
    Class YS PAR Anim;
    Model NBA = YS PAR;
    Random Anim;
    Lsmeans YS PAR/Pdiff Stderr;

Run;
QUIT;

```

ตัวอย่างชุดคำสั่ง SAS ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการศึกษาที่ 2

```

Data TWO;
Infile 'C:\FinalData.txt' DLM = '09'X;
Input Anim $ Sire $ Dam$ Boar $ PAR FY FM FS YS NBA BW WW ADG FPB GFPB;

/*ชุดคำสั่งการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเบื้องต้น*/
Proc Univariate Data = TWO plot normal freq;
    Var NBA BW WW ADG;

/*ชุดคำสั่งการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา*/
Proc Mixed Data = TWO;
    Class YS PAR GFPB Anim;
    Model NBA = YS PAR GFPB;
    Random Anim;
    Lsmeans YS PAR GFPB/Pdiff Stderr;

Run;
QUIT;

```

ตัวอย่างชุดคำสั่ง ASREML ที่ใช้ในการประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับ
ลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาของการศึกษาที่ 1

Anim	!P	# Sow
Sire	!P	# Sire of the sow
Dam	!P	# Dam of the sow
Boar	!A	# Mate of the sow
Par	8	# Parity
FY	2007	# Farrowing year (2004 to 2007)
FM	12	# Farrowing month (1 to 12)
FS	3	# Farrowing season (1 = Nov to Feb; 2 = Mar to Jun; 3 = Jul to Oct)
YS	11	# Farrowing year and season
NBA		# Number born alive of a piglet
BW		# Birth weight of a piglet
WW		# Weaning weight of a piglet
ADG		# Average daily gain of a piglet
FPB		# Proportion of female piglets born alive
GFPB	5	# Group of Proportion of female piglets born alive

C:\ASREML\FPB.ped !SKIP 1 !MAKE !REPEAT

C:\ASREML\FPB.dat !SKIP 1 !MAXIT 100 !ASUV

FPB ~ Trait YS Par !r Anim ide(Anim)

ตัวอย่างชุดคำสั่ง ASREML ที่ใช้ในการประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนสำหรับ
ลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาของการศึกษาที่ 2

Anim	!P	# Sow
Sire	!P	# Sire of the sow
Dam	!P	# Dam of the sow
Boar	!A	# Mate of the sow
Par	8	# Parity
FY	2007	# Farrowing year (2004 to 2007)
FM	12	# Farrowing month (1 to 12)
FS	3	# Farrowing season (1 = Nov to Feb; 2 = Mar to Jun; 3 = Jul to Oct)
YS	11	# Farrowing year and season
NBA		# Number born alive of a piglet
BW		# Birth weight of a piglet
WW		# Weaning weight of a piglet
ADG		# Average daily gain of a piglet
FPB		# Proportion of female piglets born alive
GFPB	5	# Group of Proportion of female piglets born alive

```
C:\ASREML\FPB.ped !SKIP 1 !MAKE !REPEAT
C:\ASREML\FPB.dat !SKIP 1 !MAXIT 100 !ASUV
```

```
NBA BW ~ Trait Tr.YS Tr.Par Tr.GFPB !r Tr.Anim Tr.ide(Anim)
```

```
1 2 2
```

```
0 0 0
```

```
Trait 0 US !GP
```

```
4.460
```

```
0 0.032
```

```
Tr.Anim
```

```
Trait 0 US !GP
```

```
0.370
```

```
0 0.005
```

```
Anim
```

```
Tr.ide(Anim)
```

```
Trait 0 US !GP
```

```
0.220
```

```
0 0.005
```

```
ide(Anim)
```

การวิเคราะห์โดยใช้หุ่นจำลองทางสถิติ [1]

ตารางผนวกที่ 1 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล

ปี	ฤดูกาล	NBA (ตัว)	BW (กิโลกรัม)	WW (กิโลกรัม)	ADG (กรัมต่อวัน)	FPB (เปอร์เซ็นต์)
2547	ร้อน	6.82 ± 0.16	1.64 ± 0.01	7.11 ± 0.08	230.48 ± 3.14	47.01 ± 1.39
	ฝน	7.16 ± 0.17	1.63 ± 0.02	7.43 ± 0.08	243.13 ± 3.33	43.97 ± 1.44
	หนาว	8.46 ± 0.17	1.58 ± 0.02	7.56 ± 0.08	249.29 ± 3.28	46.66 ± 1.44
2548	ร้อน	8.21 ± 0.13	1.72 ± 0.01	7.43 ± 0.06	238.55 ± 2.55	48.90 ± 1.15
	ฝน	8.27 ± 0.11	1.73 ± 0.01	7.51 ± 0.05	241.41 ± 2.19	48.59 ± 0.99
	หนาว	8.25 ± 0.11	1.79 ± 0.01	7.28 ± 0.05	230.09 ± 2.17	47.22 ± 0.98
2549	ร้อน	7.80 ± 0.13	1.72 ± 0.01	7.07 ± 0.06	226.06 ± 2.50	50.29 ± 1.12
	ฝน	8.05 ± 0.11	1.94 ± 0.01	7.04 ± 0.05	220.33 ± 2.15	47.70 ± 0.96
	หนาว	7.89 ± 0.11	1.97 ± 0.01	6.87 ± 0.06	203.04 ± 2.22	48.01 ± 0.98
2550	ร้อน	8.39 ± 0.11	1.65 ± 0.01	6.14 ± 0.05	188.73 ± 2.15	50.38 ± 0.95
	ฝน	8.10 ± 0.12	1.63 ± 0.01	6.56 ± 0.06	211.09 ± 2.51	47.46 ± 1.01

ตารางผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกลำดับการคลอดลูก

ลำดับการ คลอดลูก	NBA (ตัว)	BW (กิโลกรัม)	WW (กิโลกรัม)	ADG (กรัมต่อวัน)	FPB (เปอร์เซ็นต์)
1	7.15 ± 0.08 ^d	1.65 ± 0.01 ^c	6.72 ± 0.04 ^b	213.13 ± 1.66 ^c	48.37 ± 0.72 ^a
2	7.78 ± 0.08 ^{bc}	1.76 ± 0.01 ^a	7.11 ± 0.04 ^a	226.00 ± 1.60 ^b	49.06 ± 0.72 ^a
3	8.18 ± 0.09 ^a	1.76 ± 0.01 ^a	7.22 ± 0.05 ^a	230.57 ± 1.83 ^a	49.36 ± 0.81 ^a
4	8.21 ± 0.11 ^a	1.76 ± 0.01 ^a	7.20 ± 0.05 ^a	227.81 ± 2.06 ^{ab}	49.03 ± 0.93 ^a
5	8.24 ± 0.12 ^a	1.73 ± 0.01 ^b	7.11 ± 0.06 ^a	227.30 ± 2.35 ^{ab}	47.24 ± 1.05 ^{ab}
6	8.27 ± 0.12 ^a	1.72 ± 0.01 ^b	7.09 ± 0.07 ^a	225.04 ± 2.67 ^{ab}	44.99 ± 1.19 ^b
7	8.08 ± 0.16 ^{ab}	1.73 ± 0.01 ^{ab}	7.21 ± 0.08 ^a	229.74 ± 3.06 ^{ab}	48.80 ± 1.36 ^a
≥8	7.64 ± 0.15 ^c	1.71 ± 0.01 ^b	7.06 ± 0.08 ^a	225.64 ± 3.19 ^{ab}	45.85 ± 1.26 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P < 0.05)

การวิเคราะห์โดยใช้หุ่นจำลองทางสถิติที่ [2]

ตารางผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) โดยจำแนกตามปีและฤดูกาล

ปี	ฤดูกาล	NBA (ตัว)	BW (กิโลกรัม)	WW (กิโลกรัม)	ADG (กรัมต่อวัน)
2547	ร้อน	6.41 ± 0.16	1.65 ± 0.02	7.11 ± 0.08	230.47 ± 3.19
	ฝน	6.81 ± 0.16	1.63 ± 0.02	7.43 ± 0.08	242.77 ± 3.38
	หนาว	7.91 ± 0.17	1.59 ± 0.02	7.59 ± 0.08	249.88 ± 3.37
2548	ร้อน	7.71 ± 0.13	1.73 ± 0.01	7.46 ± 0.07	239.35 ± 2.65
	ฝน	7.74 ± 0.12	1.74 ± 0.01	7.53 ± 0.06	242.03 ± 2.31
	หนาว	7.77 ± 0.12	1.80 ± 0.01	7.29 ± 0.06	230.33 ± 2.28
2549	ร้อน	7.33 ± 0.13	1.73 ± 0.01	7.10 ± 0.06	226.84 ± 2.58
	ฝน	7.52 ± 0.11	1.95 ± 0.01	7.07 ± 0.06	221.05 ± 2.28
	หนาว	7.44 ± 0.11	1.98 ± 0.01	6.89 ± 0.06	203.40 ± 2.32
2550	ร้อน	7.92 ± 0.11	1.66 ± 0.01	6.17 ± 0.06	189.69 ± 2.26
	ฝน	7.60 ± 0.12	1.64 ± 0.01	6.59 ± 0.07	211.76 ± 2.61

ตารางผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA) น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) และสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิต (FPB) โดยจำแนกลำดับการคลอดลูก

ลำดับการคลอดลูก	จำนวนข้อมูล	NBA (ตัว)	BW (กิโลกรัม)	WW (กิโลกรัม)	ADG (กรัมต่อวัน)
1	764	6.73 ± 0.09 ^c	1.65 ± 0.01 ^c	6.74 ± 0.04 ^c	213.67 ± 1.77 ^c
2	731	7.28 ± 0.09 ^b	1.77 ± 0.01 ^a	7.14 ± 0.04 ^{ab}	226.66 ± 1.75 ^b
3	580	7.67 ± 0.10 ^a	1.77 ± 0.01 ^a	7.25 ± 0.05 ^a	231.26 ± 1.98 ^a
4	440	7.77 ± 0.11 ^a	1.77 ± 0.01 ^a	7.23 ± 0.05 ^{ab}	228.50 ± 2.15 ^{ab}
5	349	7.74 ± 0.12 ^a	1.74 ± 0.01 ^b	7.13 ± 0.06 ^{ab}	228.01 ± 2.46 ^{ab}
6	269	7.75 ± 0.14 ^a	1.73 ± 0.01 ^b	7.10 ± 0.07 ^{ab}	225.09 ± 2.79 ^b
7	206	7.62 ± 0.16 ^a	1.74 ± 0.01 ^{ab}	7.24 ± 0.08 ^{ab}	230.58 ± 3.14 ^{ab}
≥8	244	7.19 ± 0.15 ^b	1.72 ± 0.01 ^b	7.06 ± 0.08 ^b	225.38 ± 3.26 ^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P < 0.05)

ตารางผนวกที่ 5 พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทาง
ลักษณะปรากฏ สำหรับลักษณะจำนวนลูกสุกรแรกเกิดมีชีวิตทั้งหมด (NBA)
น้ำหนักแรกเกิด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย
(ADG) โดยวิเคราะห์ครั้งละ 2 ลักษณะ (Bivariate analysis)

ลักษณะ	พารามิเตอร์ทางพันธุกรรม			
	อัตราพันธุกรรม	อัตราซ้ำ	สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม	สหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ
NBA – BW			-0.2208 ± 0.2136^2	-0.1867 ± 0.0171
NBA	0.0704 ± 0.0252^1	0.1104 ± 0.0177		
BW	0.1229 ± 0.0328	0.2488 ± 0.0196		
NBA - WW			-0.1726 ± 0.2844	-0.0275 ± 0.0189
NBA	0.0674 ± 0.0247	0.1094 ± 0.0177		
WW	0.0678 ± 0.0287	0.1492 ± 0.0205		
NBA – ADG			-0.3371 ± 0.2824	-0.0061 ± 0.0189
NBA	0.0676 ± 0.0245	0.1087 ± 0.0177		
ADG	0.0672 ± 0.0281	0.1610 ± 0.0211		
BW - WW			0.31 ± 0.2233	0.2488 ± 0.0179
BW	0.1247 ± 0.0329	0.2495 ± 0.0196		
WW	0.0652 ± 0.0284	0.1515 ± 0.0204		
BW – ADG			0.2105 ± 0.2362	0.0688 ± 0.0191
BW	0.1247 ± 0.0329	0.2493 ± 0.0196		
ADG	0.0660 ± 0.0283	0.1613 ± 0.0211		
WW – ADG			0.9889 ± 0.0168	0.9168 ± 0.0029
WW	0.0685 ± 0.0289	0.1526 ± 0.0206		
ADG	0.0682 ± 0.0285	0.1592 ± 0.0211		

หมายเหตุ ¹ ค่าอัตราพันธุกรรม \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

² ค่าสหสัมพันธ์ \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายธราดล พันธุ์สนิท
เกิดวันที่	13 เมษายน 2524
สถานที่เกิด	อำเภอธัญญา จังหวัดตรัง
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตสัตว์) มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

ธราดล พันธุ์สนิท, ศกร คุณวุฒิจิตกร, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, Mauricio A. Elzo, กัญจนะ มากวิจิตร และ บุญอ้อม โฉมทิ. 2552. อิทธิพลของสัดส่วนการให้ลูกเพศเมียแรกคลอดมีชีวิตต่อลักษณะการเจริญเติบโตก่อนหย่านมในสุกรพันธุ์เพียเทรน. **แก่นเกษตร** 37(1): 23-30.

Punsanit, T., S. Koonawootrittriron, T. Suwanasopee, and M. A. Elzo. 2009. Effect of proportion of females on number of piglets born alive and pre-weaning growth traits in Pietrain swine in Thailand. Joint ADSA-CSAS-ASAS Meeting, Montreal, Canada. July 12-16, 2009. **J. Anim. Sci.** (E-Suppl. 2)