การประเมินทางพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรที่สัมพันธ์กับขนาดครอก
และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว

นางสาวทิตยา วรวัฒนธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวบาล
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# GENETIC EVALUATIONS OF PIGLET SURVIVAL TRAITS THAT ASSOCIATED WITH LITTER SIZE AND INDIVIDUAL BIRTH WEIGHT

Miss Titaya Worawattanatam

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Animal Breeding
Department of Animal Husbandry
Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การประเมินทางพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรที่สัมพันธ์กับขนาดครอกและน้ำหนักแรกเกิดรายตัว |
| โดย | นางสาวทิตยา วรวัฒนธรรม |
| สาขาวิชา | การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นลินี อิ่มบุญตา |

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์

(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. รุ่งโรจน์ ธนาวงษ์นุเวช)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.ดวงสมร สุวัฑฒน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นลินี อิ่มบุญตา)

.....กรรมการ

(ดร.อรรณพ สุริยสมบูรณ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทิตยา วรวัฒนธรรม : การประเมินทางพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรที่สัมพันธ์กับขนาดครอกและน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (GENETIC EVALUATIONS OF PIGLET SURVIVAL TRAITS THAT ASSOCIATED WITH LITTER SIZE AND INDIVIDUAL BIRTH WEIGHT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. นลินี อิ่มบุญตา, 129 หน้า.

ประเมินค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) และการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ร่วมกับลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) และลักษณะขนาดครอก (LS) จากข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรจำนวน 14,389 บันทึก (1,413 ครอก) จากแม่สุกร 705 ตัว ข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์กเชียร์ และดูร็อก บันทึกในฟาร์มที่เลี้ยงสุกรในโรงเรือนเปิดที่ไม่มีระบบระบายความร้อน เป็นข้อมูลของลูกสุกรที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึง 2560 ประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธี Gibbs sampling สำหรับลักษณะแบบไบนารี่และวิธี Average Information Restricted Maximum Likelihood (AIREML) สำหรับลักษณะแบบต่อเนื่อง ผลการศึกษาพบว่า ลำดับท้อง ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร และกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด มีอิทธิพลต่อ PSB, PSW และ IBW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ PSW และ IBW ยังได้รับอิทธิพลจากพันธุ์ และเพศของสุกร ($p<0.05$) สำหรับ LS พบว่าขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุ์ของลูกสุกร และกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด ($p<0.05$) ค่าอัตราพันธุกรรมของ PSB, PSW, IBW และ LS มีค่าเท่ากับ 0.23 ± 0.02, 0.36 ± 0.03, 0.38 ± 0.03 และ 0.22 ± 0.01 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง IBW กับ PSB และ PSW มีค่าสูงเท่ากับ 0.77 ± 0.05 และ 0.85 ± 0.05 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง PSB กับ PSW มีค่าปานกลางเท่ากับ 0.69 ± 0.14 สำหรับลักษณะรายครอกพบว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง LS กับลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) และน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) มีค่าเป็นลบเท่ากับ -0.16 ± 0.03 -0.64 ± 0.02 และ -0.99 ± 0.001 ตามลำดับ จากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกเพื่อเพิ่มน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรอาจมีผลทำให้ PSB และ PSW เพิ่มขึ้น แต่หากคัดเลือกเพื่อเพิ่ม LS จะมีผลทำให้ %PSB, %PSW และ ABW ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา สัตวบาล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

# # 5875310031 : MAJOR ANIMAL BREEDING

KEYWORDS: GENETIC CORRELATION / GENETIC PARAMETER / INDIVIDUAL BIRTH WEIGHT / LITTER SIZE / PIGLET SURVIVAL / THRESHOLD-LINEAR MODEL

TITAYA WORAWATTANATAM: GENETIC EVALUATIONS OF PIGLET SURVIVAL TRAITS THAT ASSOCIATED WITH LITTER SIZE AND INDIVIDUAL BIRTH WEIGHT. ADVISOR: ASST. PROF. NALINEE IMBOONTA, Ph.D., 129 pp.

Piglet survival at birth (PSB) and piglet survival at wean (PSW) were analyzed together with individual birth weight (IBW) and litter size (LS) to estimate genetic parameters. Data of 14,389 (1,413 litters) purebred piglets were available from 705 sows. Data on Landrace, Yorkshire and Duroc piglets were recorded in opened building, without a water or fan cooling system, during 2006 to 2017. Variance components were estimated by using Gibbs sampling method for binary traits and Average Information Restricted Maximum Likelihood (AIREML) method for continuous traits. The results showed that parity, gestation length, and herd-year-month at birth (HYM) significantly influenced PSB, PSW and IBW ($p<0.05$). In addition, PSW and IBW were also influenced by breed and gender ($p<0.05$). Breed and HYM had an influence on LS ($p<0.05$). Heritability estimates for PSB, PSW, IBW and LS were 0.23 ± 0.02, 0.36 ± 0.03, 0.38 ± 0.03 and 0.22 ± 0.01, respectively. IBW had high genetic correlations with PSB (0.77 ± 0.05) and PSW (0.85 ± 0.05). While PSB had moderate genetic correlation with PSW (0.69 ± 0.14). For litter trait, genetic correlation between LS and percentage of PSB (%PSB), percentage of PSW (%PSW) and average birth weight (ABW) were negative at -0.16 ± 0.03, -0.64 ± 0.02 and -0.99 ± 0.001, respectively. The genetic correlation indicated that increasing IBW could result in increasing PSB and PSW. The results also indicated that selection for LS will decrease %PSB, %PSW and ABW.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Animal Husbandry Student's Signature .....

Field of Study: Animal Breeding Advisor's Signature .....

Academic Year: 2017

# กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นลินี อิ่มบุญตา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิเคราะห์และการเขียนทุกขั้นตอน ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ นายสัตวแพทย์ชาตรี คติวรเวช ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่สละเวลาให้คำแนะนำต่าง ๆ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ สัตวแพทย์หญิงทิวากร ศิริโชคชัชวาล ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ที่ดูแลข้อมูล และสัตวบาลของฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยนาท ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับข้อมูลและให้การดูแลตลอดการเก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสัตวบาลทุกท่านที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้ารับการศึกษาในระดับมหาบัณฑิตสาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ในครั้งนี้

ท้ายที่สุดข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่ให้โอกาสสนับสนุนในการศึกษา และเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ นิสิตบัณฑิตศึกษาภาควิชาสัตวบาล ที่ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาที่ดีตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**สารบัญ**

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ด

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 4

2.1 ความหมายของการอยู่รอดของลูกสุกร ..... 4

2.2 การบันทึกข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ..... 5

2.2.1 การบันทึกการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นรายตัว (individual record) ..... 5

2.2.2 การบันทึกการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นรายครอก ..... 5

2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อลักษณะที่ศึกษา ..... 5

2.3.1 ปัจจัยเนื่องจากแม่สุกรที่คลอดลูก ..... 5

2.3.2 ปัจจัยเนื่องจากแม่สุกรที่เลี้ยงลูก ..... 7

2.3.3 ปัจจัยเนื่องจากลูกสุกร ..... 7

2.3.4 ปัจจัยเนื่องจากสิ่งแวดล้อม ..... 9

2.4 ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ..... 10

2.4.1 ค่าอัตราพันธุกรรม ..... 10

2.4.2 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ..... 10

2.4.3 ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ..... 10

2.5 โมเดลสำหรับการวิเคราะห์การอยู่รอดของลูกสุกร ..... 14



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.5.1 โมเดลเชิงเส้น ....14
2.5.2 โมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้น ....15
2.6 อิทธิพลทางพันธุกรรมที่กำหนดในโมเดล ....16
2.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน ....19
2.7.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี REML ....19
2.7.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Bayesian Estimation ....19
2.8 การประมาณค่าพารามิเตอร์ ....23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย ....24
3.1 การจัดการภายในฟาร์ม ....24
3.1.1 การจัดการภายในโรงเรือน ....24
3.1.2 การจัดการด้านอาหาร ....25
3.2 โครงสร้างของข้อมูล ....26
3.2.1 แฟ้มข้อมูลการเกิดจนกระทั่งหย่านม ....26
3.2.2 แฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ ....27
3.3 การตรวจสอบและการจัดการข้อมูล ....27
3.3.1 ลักษณะที่ใช้ในการศึกษา ....27
3.3.2 การคำนวณลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา ....28
3.3.3 การตรวจสอบและการจัดการแฟ้มข้อมูล ....28
3.3.4 การตรวจสอบและการจัดการแฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ ....29
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ....29
3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพรรณนา ....29
3.4.2 วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล ....30
3.5 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา ....31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.5.1 วิเคราะห์ปัจจัยคงที่ ..... 31
3.5.2 วิเคราะห์ปัจจัยสุ่ม ..... 33
3.5.3 วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนตั้งต้น ..... 35
3.6 การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวน ..... 36
3.6.1 วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนทีละลักษณะ ..... 37
3.6.2 การวิเคราะห์เบื้องต้นระหว่างหลายลักษณะร่วมกัน ..... 40
3.6.3 วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนหลายลักษณะร่วมกัน ..... 40
3.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ..... 44
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 47
4.1 สถิติพรรณนาและการกระจายตัวของข้อมูล ..... 47
4.1.1 สถิติพรรณนา ..... 47
4.1.2 สาเหตุการตายก่อนหย่านม ..... 55
4.1.3 การกระจายตัวของข้อมูล ..... 57
4.1.4 การกระจายตัวของข้อมูลจำแนกตามปัจจัยคงที่ ..... 59
4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา ..... 66
4.2.1 ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา ..... 66
4.2.2 ปัจจัยสุ่มที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา ..... 72
4.3 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวน ..... 76
4.3.1 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์ทีละลักษณะ ..... 76
4.3.2 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์หลายลักษณะร่วมกัน ..... 79
4.4 ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ..... 82
4.4.1 ค่าอัตราพันธุกรรม ..... 82
4.4.2 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ..... 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง ..... 85
5.1 สถิติพรรณนา ..... 85
5.2 ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะต่าง ๆ ..... 86
5.2.1 ลำดับท้องของแม่สุกร ..... 86
5.2.2 ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร ..... 88
5.2.3 พันธุ์ของลูกสุกร ..... 89
5.2.4 เพศของลูกสุกร ..... 89
5.3 ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ..... 90
5.3.1 ค่าอัตราพันธุกรรม ..... 90
5.3.2 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ..... 94
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ ..... 99
6.1 ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา ..... 99
6.2 ค่าอัตราพันธุกรรม ..... 100
6.3 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ..... 100
6.4 ข้อเสนอแนะ ..... 101
ภาคผนวก ..... 102
รายการอ้างอิง ..... 121
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 129

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

**ตารางที่ 2.1** เปอร์เซ็นต์การตายของลูกสุกรก่อนหย่านมที่ได้รับอิทธิพล ปี-ฤดูกาลแตกต่างกัน ..... 9

**ตารางที่ 2.2** ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านม .....12

**ตารางที่ 2.3** ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร .....13

**ตารางที่ 3.1** องค์ประกอบโภชนะสำหรับแม่สุกรอุ้มท้องและแม่สุกรให้นม และระดับความต้องการ โภชนะ ตามคำแนะนำของ National Research Council ปี ค.ศ. 1998 (NRC, 1998).....25

**ตารางที่ 3.2** ปัจจัยคงที่ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS).....32

**ตารางที่ 3.3** ปัจจัยสุ่มที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) และลักษณะขนาดครอก (LS).....34

**ตารางที่ 4.1** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านม .....48

**ตารางที่ 4.2** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ .....50

**ตารางที่ 4.3** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ .....52

**ตารางที่ 4.4** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของสุกรพันธุ์ดูร็อก .....54

**ตารางที่ 4.5** จำนวนชุดข้อมูล (เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตัวเมีย ตัวผู้ และรวมทั้งสองเพศ จำแนกตามสาเหตุการตาย .....56

**ตารางที่ 4.6** จำนวนบันทึกข้อมูลของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร (parity).....59

**ตารางที่ 4.7** จำนวนบันทึกข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร (parity).....60

**ตารางที่ 4.8** จำนวนบันทึกข้อมูลของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร .....61

**ตารางที่ 4.9** จำนวนบันทึกข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร.....63

**ตารางที่ 4.10** จำนวนบันทึกข้อมูลของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว(IBW) ที่จำแนกตามพันธุ์ของสุกร .....64

**ตารางที่ 4.11** จำนวนบันทึกข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามพันธุ์ของสุกร .....65

**ตารางที่ 4.12** จำนวนบันทึกข้อมูลรายตัวของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกร ก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามเพศของลูกสุกร .....65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 4.13** อิทธิพลของปัจจัยคงที่ที่กระทบต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) .....67

**ตารางที่ 4.14** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร .....68

**ตารางที่ 4.15** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) ที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร .....69

**ตารางที่ 4.16** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามพันธุ์ของลูกสุกร.....71

**ตารางที่ 4.17** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามเพศของลูกสุกร .....71

**ตารางที่ 4.18** การทดสอบ approximate Wald test ของโมเดลที่มีอิทธิพลของปัจจัยสุ่มที่กระทบต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS).....73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.19** อิทธิพลของปัจจัยสุ่มที่กระทบต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่ระบุภายในโมเดลสุดท้าย .....74

**ตารางที่ 4.20** ค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะรายตัว ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) .....75

**ตารางที่ 4.21** ค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะรายครอก ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) .....75

**ตารางที่ 4.22** ค่ามัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) และ ช่วง 95 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนภายหลัง (Highest Posterior Density: 95% HPD) สำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) .....76

**ตารางที่ 4.23** ค่ามัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) และ ช่วง 95 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนภายหลัง (Highest Posterior Density: 95% HPD) สำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) .....77

**ตารางที่ 4.24** ค่ามัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) และ ช่วง 95 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนภายหลัง (Highest Posterior Density: 95% HPD) สำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว (IBW) .....78

**ตารางที่ 4.25** ค่าความแปรปรวนสำหรับปัจจัยสุ่มในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) .....78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.26** ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) ระหว่างปัจจัยสุ่ม และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมและพันธุกรรมของแม่สุกร ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW).....79

**ตารางที่ 4.27** ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมและพันธุกรรมของแม่สุกร ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW).....80

**ตารางที่ 4.28** ค่าความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนแรกเกิด (%PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS).....81

**ตารางที่ 4.29** ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS).....81

**ตารางที่ 4.30** ค่าอัตราพันธุกรรมทางตรงและค่าอัตราพันธุกรรมของแม่สุกร ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW).....83

**ตารางที่ 4.31** ค่าอัตราพันธุกรรมทางตรง(แสดงบนเส้นทแยงมุม) และ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม(แสดงเหนือเส้นทแยงมุม) ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS).....83

**ตารางที่ 4.32** ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW).....84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางภาคผนวกที่ 1** จำนวนบันทึกข้อมูลรายตัวของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิด รายตัว (IBW) ที่จำแนกตามกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด (HY2M).....103

**ตารางภาคผนวกที่ 2** จำนวนบันทึกข้อมูลรายตัวของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และขนาดครอกที่จำแนกตามกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด (HY2M).....108



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# สารบัญภาพ

**ภาพที่ 3.1** การกระจายตัว (Q-Q plot) ของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดรายตัว .....30

**ภาพที่ 3.2** การกระจายตัว (Q-Q plot) ของข้อมูลขนาดครอก.....31

**ภาพที่ 4.1** การกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร .....57

**ภาพที่ 4.2** การกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอก .....58

**ภาพที่ 4.3** การกระจายตัวของข้อมูลขนาดครอกแรกเกิด .....58

**ภาพภาคผนวกที่ 1** เปอร์เซ็นต์ข้อมูลวันที่ลูกสุกรตายก่อนหย่านม .....112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# บทที่ 1

# บทนำ

## ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

การเลี้ยงสุกรถือเป็นอุตสาหกรรมทางปศุสัตว์ที่สำคัญของประเทศไทย ในการผลิตสุกรเชิงพาณิชย์ ผู้ผลิตให้ความสำคัญกับการปรับปรุงลักษณะทางการสืบพันธุ์ โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มจำนวนลูกสุกรหย่านมต่อแม่ต่อปี และเน้นการเพิ่มขนาดครอกแรกเกิดในแม่สุกร อย่างไรก็ตาม ขนาดครอกที่ใหญ่ขึ้นมักส่งผลให้อัตราการอยู่รอดของลูกสุกรในขณะคลอดและช่วงก่อนหย่านมลดลง (Persdotter, 2010) ในทวีปยุโรประหว่างปี ค.ศ. 2010 ถึง 2015 อัตราการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมอยู่ในช่วง 80.5 – 81.5 เปอร์เซ็นต์ (Baxter et al., 2011; KilBride et al., 2012) ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราการอยู่รอดของลูกสุกรในประเทศไทยที่อยู่ในช่วง 79.1 – 80.7 เปอร์เซ็นต์ (Jamparat et al., 2010; Nuntapaitoon and Tummaruk, 2013; 2015) การที่ลูกสุกรมีอัตราการอยู่รอดต่ำส่งผลให้เกิดการสูญเสียรายได้จากการจำหน่ายลูกสุกรหย่านม จากรายงานการศึกษาต้นทุนค่าเสียโอกาสที่เกิดจากลูกสุกรตายก่อนหย่านมในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1990 พบว่า ผู้ผลิตสุกรสูญเสียรายได้รวมประมาณ 193.7 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ (Crooks et al., 1993)

ในปัจจุบัน การเพิ่มขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด เป็นเป้าหมายหลักอย่างหนึ่งของโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์สุกร ซึ่งมีรายงานว่าขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิดมีความสัมพันธ์แบบไม่พึงประสงค์กับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรจนกระทั่งหย่านม (Högberg and Rydhmer, 2000; Hermesch et al., 2001; Bunter et al., 2009) หากสามารถทำการคัดเลือกเพื่อเพิ่มอัตราการอยู่รอดของลูกสุกรได้ อาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มจำนวนลูกสุกรหย่านมต่อแม่ต่อปี (Van der Lende et al., 2002) นอกจากนี้ การอยู่รอดของลูกสุกรยังมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร (Leenhouwers et al., 1999) โดยลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง มีโอกาสที่จะอยู่รอดก่อนหย่านมได้มากขึ้น (Alonso-Spilsbury et al., 2007) อย่างไรก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดครอก การอยู่รอดของลูกสุกร และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ร่วมกันยังมีอยู่น้อย (Hermesch et al., 2001) ดังนั้น การศึกษาทางพันธุกรรมถึงการอยู่รอดของลูกสุกรรายตัว ควบคู่กับลักษณะน้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอก จะได้ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรม และข้อมูลความสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ สามารถใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มจำนวนลูกสุกรหย่านมต่อแม่ต่อปี ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว โดยทำการตรวจสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา ประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษา รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรจากค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตสุกรในประเทศต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลของปัจจัยที่ส่งผลต่อการอยู่รอด ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดรายตัวของลูกสุกรก่อนหย่านม
2. ประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอด ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดรายตัวของลูกสุกรก่อนหย่านมโดยใช้โมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้นตรง
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอยู่รอดของลูกสุกร ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดรายตัวที่มีผลต่อประสิทธิภาพการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม

**คำสำคัญ:** ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว ขนาดครอก การอยู่รอดของลูกสุกร โมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้นตรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**Keywords:** genetic correlation, genetic parameter, individual birth weight, litter size, piglet survival, threshold-linear model

**คำถามสำหรับการวิจัย**

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอยู่รอด ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวก่อนหย่านมมีอะไรบ้าง
2. อัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอด ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวก่อนหย่านมที่วิเคราะห์จากโมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้นตรงเป็นอย่างไร

3. สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดครอกและน้ำหนักแรกเกิดรายตัว เพื่อปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมได้หรือไม่

**สมมติฐานการวิจัย**

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิด ได้แก่ พันธุ์ เพศ ลำดับท้องของแม่สุกร ระยะเวลาการอุ้มท้อง และฝูง ปี ฤดูกาล

2. ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ต้องการศึกษามีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง

3. พบค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะขนาดครอกและน้ำหนักแรกเกิดรายตัว เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมได้

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย**

1. ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว

2. ทราบค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ขนาดครอก และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว และสามารถนำค่าที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างแม่นยำ

3. ทราบค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว และขนาดครอก และนำค่าความสัมพันธ์ที่พบไปปรับปรุงวิธีการคัดเลือกสุกรในลักษณะที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 2

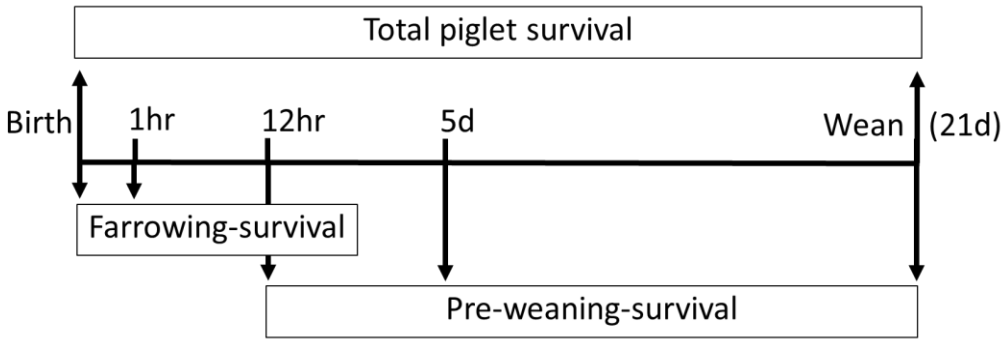
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความหมายของการอยู่รอดของลูกสุกร

การอยู่รอดของลูกสุกร (piglet survival) มีคำจำกัดความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับผู้วิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย และช่วงที่ทำการศึกษา เช่น จากการศึกษาของ Ibanez-Escriche และคณะ (2009) การอยู่รอดของลูกสุกร หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของลูกสุกรที่เกิดมีชีวิตและมีชีวิตรอดในระยะ 12 ชั่วโมงหลังคลอด และจากการศึกษาของ Knol และคณะ (2002) การอยู่รอดของลูกสุกร หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของลูกสุกรที่เกิดมีชีวิตและมีชีวิตรอดจนกระทั่งหย่านม

การอยู่รอดของลูกสุกร (total piglet survival) แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ ๆ คือ การอยู่รอดขณะคลอด (farrowing-survival) และการอยู่รอดก่อนหย่านม (pre-weaning-survival) ช่วงเวลาที่กำหนดสำหรับการอยู่รอดในแต่ละการศึกษาแตกต่างกัน โดยการอยู่รอดขณะคลอดจากการศึกษาของ van Arendonk และคณะ (1996) กำหนดให้ลูกสุกรที่ตายภายใน 1 ชั่วโมงหลังคลอดเป็นลูกสุกรตายแรกคลอด การตายก่อนหย่านมของลูกสุกรก็มีการกำหนดช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เช่น การศึกษาของ Arango และคณะ (2006) มีการบันทึกการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมที่อายุ 12 ชั่วโมง อายุ 5 วัน และเมื่อหย่านม อายุ 21 วัน เป็นต้น การอยู่รอดของลูกสุกรสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ในภาพที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




**ภาพที่ 2.1** การอยู่รอดของลูกสุกรในขณะคลอดและก่อนหย่านม

## 2.2 การบันทึกข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร

ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร สามารถศึกษาได้จากการอยู่รอดของลูกสุกรโดยตรง หรือศึกษาได้จากลักษณะลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านม การบันทึกข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรมี 2 แบบ คือ การบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายตัว และการบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายครอก

### 2.2.1 การบันทึกการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นรายตัว (individual record)

ในข้อมูลของลูกสุกรแต่ละครอก จะมีการบันทึกข้อมูลการอยู่รอดหรือการตายของลูกสุกรเป็นรายตัว เช่น การเกิดมีชีวิต (piglet born alive) การตายแรกคลอด (stillborn piglet) การอยู่รอดหลังคลอดจนถึงหย่านม และการเกิดมีชีวิตแต่ตายก่อนหย่านม โดยมีการกำหนดรหัสสำหรับการเกิดเหตุการณ์ คือ 0 แทนการไม่เกิดเหตุการณ์ และ 1 แทนการเกิดเหตุการณ์ ดังนั้น หากลูกสุกรเกิดมีชีวิตจะมีรหัสเป็น 0 ลูกสุกรตายแรกคลอดจะมีรหัสเป็น 1 ลูกสุกรมีชีวิตรอดถึงหย่านมมีรหัสเป็น 0 และลูกสุกรเกิดมีชีวิตแต่ตายก่อนหย่านมมีรหัสเป็น 1 เป็นต้น (Grandinson et al., 2002; Arango et al., 2006; Dufrasne et al., 2014) นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น น้ำหนักแรกเกิดรายตัว และน้ำหนักสุกรเมื่อตาย เป็นต้น

### 2.2.2 การบันทึกการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นรายครอก (litter record)

เป็นการบันทึกข้อมูลของฟาร์มที่เลี้ยงสุกรเชิงพาณิชย์ เนื่องจากเป็นการประหยัดเวลาและแรงงานในการทำงานประจำวัน การบันทึกข้อมูลจึงบันทึกเป็นรายครอก ได้แก่ จำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิต เปอร์เซ็นต์ลูกสุกรเกิดมีชีวิต จำนวนลูกสุกรหย่านม เปอร์เซ็นต์ลูกสุกรหย่านม จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด เปอร์เซ็นต์ลูกสุกรตายแรกคลอด จำนวนลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านม และเปอร์เซ็นต์ลูกสุกรตายก่อนหย่านม เป็นต้น (Knol et al., 2002; Rydhmer et al., 2008) ในการบันทึกข้อมูลเป็นรายครอกมักบันทึกน้ำหนักแรกคลอดโดยการชั่งน้ำหนักลูกสุกรรวมทั้งครอก แล้วจึงคิดเป็นน้ำหนักแรกคลอดเฉลี่ยสำหรับลูกสุกรทุกตัว

## 2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อลักษณะที่ศึกษา

### 2.3.1 ปัจจัยเนื่องจากแม่สุกรที่คลอดลูก

***1) พันธุ์ของสุกร***

จากการศึกษาของ Lee และ Haley (1995) รายงานว่า ที่น้ำหนักแรกเกิดเท่ากันลูกสุกรพันธุ์เหมยซานมีอัตราการอยู่รอดสูงกว่าลูกสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ 10 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Le Dividich และคณะ (1991) ที่ศึกษาในลูกสุกรอายุ 2 ชั่วโมงหลังคลอด และพบว่า แม้ลูกสุกรพันธุ์เหมยซานจะมีน้ำหนักแรกเกิดต่ำอยู่ในช่วง 0.8 ถึง 1.3 กิโลกรัม แต่ลูกสุกรพันธุ์เหมยซานมีอัตราการลดลงของอุณหภูมิร่างกายต่อนาทีไม่แตกต่างกับลูกสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ โดยมีอัตราการลดลงของอุณหภูมิร่างกาย เท่ากับ 0.081 และ 0.087 องศาเซลเซียสต่อนาที ตามลำดับ อาจส่งผลให้ลูกสุกรมีการตายไม่แตกต่างกัน

***2) ลำดับท้องของสุกร***

Persdotter (2010) รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดและลำดับท้องของแม่สุกรในประเทศสวีเดน พบว่า แม่สุกรในลำดับท้องที่ 4 ขึ้นไป มีจำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดสูงกว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 ถึง 3 ส่งผลให้มีจำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิตลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arango และคณะ (2006) ที่รายงานว่า แม่สุกรในลำดับท้องที่ 5 มีจำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดสูงที่สุด ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากแม่สุกรที่อายุมากไม่มีแรงเบ่ง ทำให้ลูกสุกรที่คลอดลำดับท้าย ๆ มีโอกาสตายขณะคลอดสูงจากการถูกมดลูกบีบรัดเป็นเวลานาน และจากการขาดออกซิเจนเนื่องจากการขาดของสายสะดือภายในมดลูก (Persdotter, 2010)

***3) ระยะเวลาในการอุ้มท้อง***

เมื่อคอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) สลายตัวในช่วงสุดท้ายของการอุ้มท้อง ส่งผลให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนโพรเจสเทอโรน (Progesterone) ในกระแสเลือดลดลง และในขณะเดียวกันระดับของฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) ในกระแสเลือดจะเพิ่มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเอสโตรเจน มีผลไปเหนี่ยวนำให้มีการคลอดเกิดขึ้น การพัฒนาของตัวอ่อนโดยเฉพาะส่วนที่สำคัญ คือสมองและตับจะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 วันก่อนคลอด (Rydhmer et al., 2008) โดยตับจะมีการสะสมพลังงานสำรองที่สำคัญซึ่งอยู่ในรูปไกลโคเจนให้แก่ลูกสุกร (Hakkarainen, 1975) Rydhmer และคณะ (2008) ได้ตั้งข้อสังเกตว่าหากแม่สุกรมีการอุ้มท้องที่นานขึ้นจะช่วยเพิ่มเวลาในการพัฒนาตัวอ่อน เพิ่มการเจริญเติบโต และช่วยเพิ่มโอกาสการมีชีวิตรอดของลูกสุกรมากขึ้น สอดคล้องกับความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏที่พบว่า แม่สุกรที่มีระยะเวลาในการอุ้มท้องตั้งแต่ 112 วันขึ้นไปมีอัตราการตายแรกคลอดของลูกสุกรต่ำกว่าแม่สุกรที่มีการอุ้มท้องต่ำกว่า 112 วัน

ระยะเวลาในการอุ้มท้องถูกควบคุมด้วยพันธุกรรมของทั้งแม่สุกรและของลูกสุกร Rydhmer และคณะ (2008) ได้ศึกษาพันธุกรรมของแม่สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ในฟาร์มนิวเคลียสของประเทศสวีเดน ระหว่างปี ค.ศ. 1990 ถึง ค.ศ. 2005 พบว่า แม่สุกรที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องนานจะมี

จำนวนลูกสุกรตายก่อนหย่านมลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hanenberg และคณะ (2001) ที่รายงานว่า แม่สุกรที่มีระยะเวลาอุ้มท้องนานอาจช่วยเพิ่มการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ทั้งนี้ยังพบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงบวกระหว่างระยะเวลาอุ้มท้อง กับน้ำหนักแรกเกิด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรก่อนหย่านม บ่งชี้ว่า ลูกสุกรที่คลอดช้าจะมีเวลามากขึ้นในการพัฒนาก่อนคลอด ทำให้น้ำหนักแรกเกิดมากขึ้น และมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นในช่วงกินนมส่งผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรหลังคลอด (Rydhmer et al., 2008)

***4) ขนาดครอกของลูกสุกร***

ขนาดครอกของลูกสุกรมีบทบาทสำคัญต่อจำนวนลูกตายแรกคลอด จากการศึกษาของ Borges และคณะ (2005) พบว่า ขนาดครอกที่มีจำนวนลูกสุกรมากกว่า 12 ตัว จะมีลูกตายแรกคลอดสูงกว่าขนาดครอกที่มีจำนวนลูกสุกร 6-12 ตัว การที่ขนาดครอกที่มากกว่า 12 ตัวส่งผลให้ความอยู่รอดของลูกสุกรลดลง เนื่องจากขนาดครอกที่ใหญ่สัมพันธ์กับระยะเวลาการคลอดที่นานและมีความเสี่ยงสูงที่ลูกสุกรจะขาดออกซิเจนในขณะคลอด (Herpin et al., 2001)

**2.3.2 ปัจจัยเนื่องจากแม่สุกรที่เลี้ยงลูก**

แม่สุกรเลี้ยงลูก มีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรโดยผ่านความสามารถในการเลี้ยงลูก เช่น จำนวนและคุณภาพของหัวนมที่ใช้งานได้ ปริมาณและคุณภาพของน้ำนม ลักษณะการเคลื่อนไหวเปลี่ยนท่านั่งและนอน รวมถึงนิสัยของแม่สุกรที่จะส่งผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรในช่วงดูดนม (Knol, 2001) Grandinson และคณะ (2003) รายงานว่า แม่สุกรที่มีพฤติกรรมตอบสนองต่อเสียงร้องของลูกสุกรเร็วจะมีการเคลื่อนไหวในคอกคลอดลดลง โอกาสที่ลูกสุกรจะถูกทับตายก็ลดลง ชี้ให้เห็นว่า แม่สุกรที่ตอบสนองต่อเสียงร้องของลูกสุกรมีแนวโน้มที่จะลดการตายของลูกสุกรแรกเกิด

**2.3.3 ปัจจัยเนื่องจากลูกสุกร**

***1) น้ำหนักแรกเกิด***

การศึกษาของ Leenhouwers และคณะ (1999) พบว่า ในครอกของลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยต่ำ มีจำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดสูงกว่าครอกที่มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยสูง และลูกสุกรที่มีขนาดเล็กที่สุดในครอก มีความเสี่ยงต่อการตายแรกคลอดสูงที่สุด เนื่องจากลูกสุกรที่มีขนาดเล็ก อาจมีความแข็งแรงของร่างกายต่ำ มีโอกาสตายในระหว่างการคลอดที่นาน เนื่องจากการขาดออกซิเจนในเลือดอย่างรุนแรง ส่งผลให้โอกาสที่ลูกสุกรจะตายแรกคลอดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Canario และคณะ (2006) ที่รายงานว่า ลูกสุกรมีความเสี่ยงที่จะตายแรกคลอดสูงเมื่อมีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าน้ำหนักเฉลี่ยของครอก

ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำจะมีระดับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเลือดต่ำ (Zaleski and Hacker, 1993) มีความเข้มข้นของคอร์ติซอล (Cortisol) ในเลือดสูงกว่าลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง ส่งผลให้การเจริญเติบโตของลูกสุกรต่ำกว่าปกติ (Klemcke et al., 1993) และลูกสุกรอ่อนแอมีความเสี่ยงสูงที่จะตายระหว่างคลอด อย่างไรก็ตาม หากลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดสูงมากกว่า 2 กิโลกรัม ลูกสุกรก็มีโอกาสที่จะตายแรกคลอดเช่นกัน เกิดจากลูกสุกรที่มีขนาดใหญ่ผ่านออกมาทางช่องคลอดลำบาก ใช้ระยะเวลาในการคลอดนานขึ้น ทำให้ลูกสุกรตายแรกคลอดได้ (Leenhouwers et al., 1999)

ลูกสุกรในครอกที่มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยต่ำ มีอัตราการอยู่รอดของลูกสุกรในช่วงกินนมต่ำ (Canario et al., 2006) เกิดเนื่องจากขนาดครอกที่ใหญ่ ทำให้ลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดต่ำ มีพลังงานสะสมภายในร่างกายน้อยและร่างกายอ่อนแอ ไม่สามารถแย่งกินนมได้ (Lay et al., 2002) หากลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดสูงจะสามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น (Mersmann et al., 1984) Quiniou และคณะ (2002) รายงานว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่า 1 กิโลกรัม มีโอกาสที่จะอยู่รอดจนกระทั่งหย่านม น้อยกว่า 71 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tabuaciri และคณะ (2010) ที่รายงานว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงมีโอกาสที่จะอยู่รอดจนกระทั่งหย่านมมากขึ้น

***2) เพศของลูกสุกร***

ในการศึกษาของ Cecchinato และคณะ (2010) พบว่า ลูกสุกรตัวเมียและตัวผู้มีอัตราการตายแรกคลอดไม่ต่างกัน ($p>0.05$) โดยอัตราการตายแรกคลอดในเพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 11.04 และ 10.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ van Arendonk และคณะ (1996) ที่พบว่า เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมในทั้งสองเพศไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 82.8 และ 82.9 เปอร์เซ็นต์ ในลูกสุกรเพศผู้และเพศเมียตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาของ Knol และคณะ (2002) พบว่า เพศของลูกสุกรมีอิทธิพลต่อความอยู่รอดของลูกสุกร โดยที่ลูกสุกรเพศเมียมีโอกาสอยู่รอดก่อนหย่านมสูงกว่าลูกสุกรเพศผู้ 2.2 เปอร์เซ็นต์ในสุกรสายแม่ (dam line) และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ในสุกรสายพ่อ (sire line)

ทั้งนี้ผลการศึกษาจากแต่ละงานวิจัยมีโอกาสแตกต่างกันได้ ซึ่งต้องพิจารณาถึงอิทธิพลอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ลำดับท้องของแม่สุกร และขนาดครอกของลูกสุกร (Cecchinato et al., 2010) รวมทั้งพื้นฐานทางพันธุกรรมของสุกรที่ทำการศึกษาแตกต่างกัน เช่น สุกรที่ถูกคัดเลือกจากลักษณะ

เป้าหมาย (breeding goal) ที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรในแต่ละเพศ ดังนั้นในการศึกษาแต่ละครั้งจำเป็นต้องทำการตรวจสอบอิทธิพลของเพศต่อความอยู่รอดของลูกสุกรเสียก่อน

**2.3.4 ปัจจัยเนื่องจากสิ่งแวดล้อม**

อุณหภูมิและฤดูกาลถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกร เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน และระบบการจัดการฟาร์มที่แตกต่างกัน การศึกษาของ Rydhmer และคณะ (2008) มีการเก็บข้อมูลจาก 2 ฟาร์ม จึงกำหนดให้อิทธิพลจากฟาร์ม-ปีที่คลอดเป็นปัจจัยสุ่มและกำหนดอิทธิพลของเดือนที่คลอดเป็นปัจจัยคงที่ เช่นเดียวกับ Cecchinato และคณะ (2010) ที่กำหนดให้เดือนและปีที่เกิดเป็นปัจจัยคงที่เช่นกัน ต่างจากการศึกษาของ Chen และคณะ (2010) กำหนดให้ ฟาร์ม-ฤดูกาล-ปีที่เกิด เป็นปัจจัยคงที่ การศึกษาของ Strange และคณะ (2013) ได้กำหนดกลุ่มที่ได้รับสิ่งแวดล้อมร่วมกัน ออกเป็น 8 กลุ่ม บันทึกข้อมูลระหว่างปี ค.ศ. 2006 – 2008 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 แต่ละปีแบ่งเป็น 4 ฤดูกาล จากรายงานอัตราการตายก่อนหย่านมของลูกสุกรในประเทศเดนมาร์ก พบว่า ฤดูใบไม้ร่วง (ก.ย. ถึง พ.ย.) ในปี ค.ศ. 2006 มีอัตราการตายของลูกสุกรเท่ากับ 21.1 เปอร์เซ็นต์ ต่างจาก ฤดูเดียวกันในปี ค.ศ. 2007 ที่มีลูกสุกรมีอัตราการตายเท่ากับ 26.7 เปอร์เซ็นต์ ชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของฤดูกาลและปีที่แตกต่างกันต่อการอยู่รอดของลูกสุกร กล่าวได้ว่าการกำหนดปัจจัยอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมนั้นแตกต่างกันออกไปในแต่ละการศึกษา

**ตารางที่ 2.1** เปอร์เซ็นต์การตายของลูกสุกรก่อนหย่านมที่ได้รับอิทธิพล ปี-ฤดูกาลแตกต่างกัน

| อิทธิพล | ฤดูกาล-ปี | จำนวนสัตว์ | เปอร์เซ็นต์การตาย |
|---|---|---|---|
| ฤดูกาลและปีที่ลูกสุกรเกิด | ฤดูใบไม้ร่วง 2006 | 2741 | 21.1 |
| | ฤดูหนาว 2006/2007 | 4825 | 23.3 |
| | ฤดูใบไม้ผลิ 2007 | 4683 | 24.5 |
| | ฤดูร้อน 2007 | 4507 | 23.2 |
| | ฤดูใบไม้ร่วง 2007 | 4430 | 26.7 |
| | ฤดูหนาว 2007/2008 | 4838 | 21.9 |
| | ฤดูใบไม้ผลิ 2008 | 5561 | 21.4 |
| | ฤดูร้อน 2008 | 2609 | 21.8 |

ที่มา: Strange และคณะ (2013)

## 2.4 ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

### 2.4.1 ค่าอัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability, $h^2$) คือ ค่าสัดส่วนความแปรปรวนของอิทธิพลจากยีนแบบบวกสะสม ต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยค่าอัตราพันธุกรรมทำให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการศึกษาว่า การแสดงออกขึ้นอยู่กับพันธุกรรมหรือสิ่งแวดล้อม (Falconer and Mackay, 1996) โดยลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ แสดงให้เห็นว่าลักษณะดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าพันธุกรรม โดยค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการตายก่อนหย่านม (ตารางที่ 2.2) มีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.21 เนื่องจากประชากรและสิ่งแวดล้อมต่างกัน อีกทั้งโมเดลและวิธีการเก็บข้อมูลรวมถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละการศึกษาแตกต่างกัน (Falconer and Mackay, 1996; Arango et al., 2006; Rydhmer et al., 2008; Dufrasne et al., 2014)

### 2.4.2 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genetic correlation, $r_{gg}$) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะสองลักษณะ มีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ถ้าลักษณะนั้น ๆ มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อกัน คือมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ เมื่อทำการคัดเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่งอีกลักษณะหนึ่งก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ขึ้นอยู่กับเครื่องหมายและค่าสหสัมพันธ์ ซึ่งอาจจะเป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวก หรือมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อมีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางพันธุกรรมของประชากรและสภาพแวดล้อม (Falconer and Mackay, 1996) การศึกษาของ Grandinson และคณะ (2002) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักแรกเกิดและลูกสุกรที่ถูกทับตายเท่ากับ -0.49 กล่าวได้ว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงจะถูกทับตายลดลง นอกจากนี้ ยังพบค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างการอยู่รอดของลูกสุกรกับลักษณะอื่น ๆ อีก เช่น ลักษณะระยะเวลาอุ้มท้องของแม่สุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2.3 (Hanenberg et al., 2001; Grandinson et al., 2002; Grandinson et al., 2003; Rydhmer et al., 2008; Tabuaciri et al., 2010)

### 2.4.3 ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ

ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ (Phenotypic correlation, $r_{pp}$) เป็นค่าที่แสดงความ สัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏของลักษณะสองลักษณะ ถ้าลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือ

ลดลงก็จะส่งผลต่ออีกลักษณะให้เปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน แต่เนื่องจากความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏนั้นเกิดจากอิทธิพลร่วมกันระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม (Falconer and Mackay, 1996) ทำให้ไม่สามารถแยกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของลักษณะนั้น ๆ เกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมหรือสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาของ Tabuaciri และคณะ (2010) รายงานความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเท่ากับ 0.28 แสดงให้เห็นว่าลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดมากและสามารถอยู่รอดจนกระทั่งหย่านมได้มากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 2.2** ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านม

| ที่มา | พันธุ์[1] | ข้อมูล | ลักษณะที่ศึกษา[2] | จำนวนข้อมูล[3] | วิธีวิเคราะห์[4] | โมเดล | อิทธิพลคงที่[5] | อิทธิพลสุ่ม[6] | ค่าอัตราพันธุกรรม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arango et al. (2006) (USA) | LW | 2003 – 2005 | TM | 49788 | Gibb sampling | Threshold-linear model | P + LS | c + a + m | 0.03 |
| | | | PWM (Early & Late) | 41041 | | | P + LS | c + a + m | 0.05 |
| | | | PWM (Early) | 41041 | | | P + LS + sex+ BW | c + a + m | 0.05 |
| | | | PWM (Late) | 41041 | | | P + LS + sex+ BW | c + a + m | 0.04 |
| | | | NBD | 4236 | | Animal model | P + LS | c + a + m | 0.21 |
| Rydhmer et al. (2008) (Sweden) | YS | 1983-1999 (Experiment herd) | PWM* | 179 (S) 540 (D) | AI-REML | Sire-dam model | Month + mating type | c + sire +dam | |
| | | 1990-2005 (Nucleus herd) | PWM* | 1351 (S) 4569 (D) | AI-REML | Sire-dam model | Farrowing batch | Sire + dam | 0.02-0.04 |
| Dufrasne et al. (2014) (USA) | DxLW xLR | 2008-2010 | PWM | 99384 | Gibb sampling | Threshold -linear model & Sire model | P + sex | sire + c + l | 0.03 |

[1] LW = Large white, YS = Yorkshire, DxLWxLR = crossbred (Duroc x LW x Landrace)

[2] TM= total mortality (1or0), PWM = pre-weaning mortality not include stillborn (1or0), PWM* = number of PWM, NBD = number born alive but dead

[3] S = sire line, D = dam line

[4] AI-REML = Average Information Restricted Maximum Likelihood

[5] P = parity, LS = litter size, BW = birth weight

[6] c = contemporary group, a = direct genetic effect, m = maternal genetic effect, l = common environment

**ตารางที่ 2.3** ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร

| ที่มา | พันธุ์[1] | ช่วงข้อมูล | ลักษณะที่ศึกษา[2] | ค่าสหสัมพันธ์ |
|---|---|---|---|---|
| Hanenberg et al. (2001) (Denmark) | LR | 1992-1996 | GL - PS | 0.40 |
| Knol (2001) (Netherlands) | Dalland lines | 1993-1997 | PWM – SB | 0.14 |
| | | | PWM - TB | 0.45 |
| Grandinson et al. (2002) (Sweden) | YS | 1984 - 1999 | BW – TM | 0.18 |
| | | | BW – SB | 0.25 |
| | | | BW - crush | -0.49 |
| Grandinson et al. (2003) (Sweden) | YS | 1999-2001 | Scream test – PWM | -0.24 |
| | | | Scream test - crush | -0.16 |
| Arango et al. (2006) (USA) | LW | Since 2003 | SB - BW | -0.43 |
| | | | SB - TM | 0.45 |
| | | | SB - early PWM | 0.69 |
| | | | SB – late PWM | 0.07 |
| Rydhmer et al. (2008) (Sweden) | YS | Experiment herd 1983-1999 | GL – SB | 0.76 |
| | | | GL - PWM | -0.27 |
| | | nucleus herd 1990-2005 | GL - SB | Parity 1 = 0.04<br>Parity 2 = -0.20 |
| Tabuaciri et al. (2010) (England) | LW, LR, D | 2009-2010 | BW – PS | 0.22 |

[1] LR = Landrace, YS = Yorkshire, LW = Large white, D = Duroc

[2] GL = gestation length, PS = piglet survival at wean, PWM = pre-weaning mortality not include stillborn, SB = stillborn piglet, TM= total mortality, BW = birth weight

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2.5 โมเดลสำหรับการวิเคราะห์การอยู่รอดของลูกสุกร**

โมเดลที่ได้รับความนิยมใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีอยู่ 2 แบบ คือ โมเดลเชิงเส้น (linear model) (Knol et al., 2002; Rydhmer et al., 2008; Strange et al., 2013) และโมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้น (threshold linear model) (Grandinson et al., 2002; Arango et al., 2006; Hellbrugge et al., 2008; Ibanez-Escriche et al., 2009; Dufrasne et al., 2014)

**2.5.1 โมเดลเชิงเส้น (liner model)**

โมเดลเชิงเส้น เป็นโมเดลพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยมีเงื่อนไขที่สำคัญ คือ ค่าสังเกตที่นำมาวิเคราะห์ต้องเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง และมีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) (Mrode and Thompson, 2005) แม้ว่าโมเดลเชิงเส้นจะไม่เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบไม่ต่อเนื่อง ก็ยังมีรายงานการศึกษาที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกร ด้วยโมเดลเชิงเส้น โดยไม่คำนึงถึงการกระจายตัวของค่าสังเกต เนื่องจากโมเดลเชิงเส้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ได้ง่ายกว่า (Mrode and Thompson, 2005) เช่น การศึกษาของ Knol และคณะ (2002) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาโมเดลที่เหมาะสมสำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรโดยใช้ direct maternal และ nurse sow เป็นอิทธิพลทางพันธุกรรม และเปรียบเทียบแต่ละโมเดลด้วยค่า log likelihood โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Model 1 $y = Xb + Z_1 a + \quad + Z_4 lit + e$

Model 2 $y = Xb + \quad Z_2 m + \quad + Z_4 lit + e$

Model 3 $y = Xb + \quad + Z_3 f \quad + Z_4 lit + e$

Model 4 $y = Xb + Z_1 a + Z_2 m \quad + Z_4 lit + e$

Model 5 $y = Xb + Z_1 a + \quad + Z_3 f \quad + Z_4 lit + e$

Model 6 $y = Xb + \quad Z_2 m + Z_3 f \quad + Z_4 lit + e$

Model 7 $y = Xb + Z_1 a + Z_2 m + Z_3 f \quad + Z_4 lit + e$

โดยที่

y = เวคเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรในช่วงที่แตกต่างกัน คือ การอยู่รอดขณะคลอด การอยู่รอดระหว่างดูดนม

X = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

b = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่

$Z_i$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ (i = 1 ถึง 4)

A = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ (direct genetic effect)

m = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกร (maternal genetic effect)

f = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกรที่เลี้ยงลูก (nurse sow effect)

Lit = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มของลูกสุกร (common litter effect)

e = เวคเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน

อย่างไรก็ตาม linear model มีข้อจำกัด คือ หากค่าสังเกตที่นำมาวิเคราะห์มีลักษณะไม่ต่อเนื่องหรือเป็นจำนวนนับ จะทำให้ตัวประมาณที่ได้มีอคติ (bias) (Arango et al., 2006) เนื่องจากค่าคาดหวังของข้อมูลที่มีลักษณะต่อเนื่อง จะมีได้ทั้งค่าลบ ศูนย์ และบวก ในขณะที่ค่าคาดหวังของข้อมูลลักษณะไม่ต่อเนื่องจะมีค่าเป็นลบไม่ได้ (Long, 1997)

**2.5.2 โมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้น (threshold linear model)**

โมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้นเป็นโมเดลที่สามารถใช้ได้กับทั้งข้อมูลไม่ต่อเนื่อง และข้อมูลแบบต่อเนื่อง โดยข้อมูลที่มีการกระจายแบบไม่ต่อเนื่อง จะถูกปรับให้อยู่ในรูปของตัวแปรต่อเนื่อง (liability) ที่มีการกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) (Mrode and Thompson, 2005) ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ threshold linear model ร่วมกับข้อมูลที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่องต่างๆ เช่น ข้อมูลโรคเต้านมอักเสบ และ ข้อมูลการคลอดยากในโค (Van Tassell et al., 2003; Carlén et al., 2006) รวมทั้งข้อมูลการตายแรกคลอดในสุกรที่มีค่าสังเกตเป็นแบบ binary แล้วปรับให้อยู่ในรูป liability เช่น การศึกษาของ Grandinson และคณะ (2002) ใช้ linear model และ threshold linear model ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลที่ส่งผลต่อการตายก่อนหย่านมของลูกสุกรที่มีสาเหตุแตกต่างกัน และลักษณะน้ำหนักแรกเกิด โดยโมเดลที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

Linear model $y = Xb + Z_1c + Z_2m + Wa + e$

Threshold linear model $l = Xb + Z_1c + Z_2m + e$

โดยที่

y = เวคเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการตายของลูกสุกรที่เกิดจากสาเหตุแตกต่างกัน (ตายแรกคลอด ถูกแม่ทับ การตายทั้งหมด) หรือ ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด

l = เวคเตอร์ของค่าสังเกตของลักษณะการตายของลูกสุกรที่เกิดจากสาเหตุแตกต่างกัน ถูกปรับให้อยู่ในรูป liability

X = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

b = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่

$Z_1, Z_2$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

m = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกร (maternal genetic effect)

W = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

a = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ (direct genetic effect)

e = เวคเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน $e \sim (0, I\sigma_e^2)$

จากโมเดลแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยและอิทธิพลทางพันธุกรรมที่ระบุภายในโมเดลมีลักษณะไม่ต่างกัน มีเพียงค่าสังเกตของข้อมูล y และ l ที่มีลักษณะและการกระจายตัวของข้อมูลแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2.6 อิทธิพลทางพันธุกรรมที่กำหนดในโมเดล**

อิทธิพลทางพันธุกรรมในแต่ละโมเดลมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาและข้อมูลที่บันทึก การศึกษาของ Cecchinato และคณะ (2010) ได้กำหนดอิทธิพล sire และ dam ไว้ในโมเดล เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ข้อมูลของสุกรพันธุ์แท้ในการทำนายการอยู่รอดของสุกรลูกผสม และหาพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมรวมทั้งความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดพันธุ์แท้และลูกผสม ที่เกิดจากพ่อสุกรกลุ่มเดียวกัน โมเดลที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

Purebred $y = Xb + s_{1+}d_{1+}l_1 + e$

Crossbred $y = Xb + s_{2+}d_{2+}l_2 + e$

โดยที่

y = เวคเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์แท้หรือลูกสุกรลูกผสม

X = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

b = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่

$s_1$ = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของพ่อสุกรในฟาร์มพันธุ์แท้ (sire effect)

$s_2$ = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของพ่อสุกรในฟาร์มลูกผสม (sire effect)

$d_1$ = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกรในฟาร์มพันธุ์แท้ (dam effect)

$d_2$ = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกรในฟาร์มลูกผสม (dam effect)

l = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มลูกสุกร (common litter)

e = เวคเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน e~$(0, I\sigma_e^2)$

การศึกษาของ Kapell และคณะ (2011) ที่ใช้ animal maternal model ในการศึกษาลักษณะการอยู่รอดขณะคลอดและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวและรายครอก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าอัตราพันธุกรรมและค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดในลูกสุกรต่างสายพันธุ์ โดยใช้ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร โมเดลที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

Litter data $y = Xb + Za + Wc + e$

Individual data $y = Xb + Zd + Zm + Wl + e$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยที่

y = เวคเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร หรือ น้ำหนักแรกเกิด หรือความแปรปรวนของน้ำหนักแรกเกิด

X = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

b = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่

Z = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มทางพันธุกรรม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

a = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมจากตัวสัตว์ (animal genetic effect)

W = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

c = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากสิ่งแวดล้อมถาวร (permanent environment)

d = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมทางตรง (direct genetic effect)

m = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกร (maternal genetic effect)

l = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มลูกสุกร (common litter)

e = เวคเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน e~$(\mathbf{0}, I\sigma_e^2)$

การศึกษาข้อมูลรายครอก กำหนดให้ animal genetic effect และ permanent environment เป็นปัจจัยสุ่มในโมเดล แต่การศึกษาข้อมูลรายตัว จะกำหนดให้ direct genetic effect, maternal genetic effect และ common environment เป็นปัจจัยสุ่ม พบว่า การศึกษาระดับของข้อมูลที่แตกต่างกันจะมีอิทธิพลทางพันธุกรรมที่มากระทบแตกต่างกัน โดยข้อมูลรายครอกนั้นจะเป็นการศึกษาในแม่สุกร แต่ข้อมูลรายตัวนั้นจะศึกษาอิทธิพลที่ลูกสุกรได้รับโดยตรง

การศึกษาของ Dufrasne และคณะ (2014) ใช้ sire effect เพื่อศึกษาข้อมูลลูกผสมจากแม่สุกรสองสายพันธุ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมในฟาร์มทางการค้า โดยใช้ข้อมูลพ่อสุกรพันธุ์แท้และแม่สุกรสองสายพันธุ์ เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ไม่มีพันธุ์ประวัติของแม่สุกรจึงใช้เฉพาะข้อมูลของพ่อพันธุ์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนด้วย sire model ทำการศึกษาลูกสุกรตั้งแต่ช่วงหย่านมถึงน้ำหนักสุดท้ายก่อนเข้าตลาด โดยโมเดลที่ใช้ในการศึกษา คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$y = Xb + Zs + Wl + Qc + e$$

โดยที่

y = เวคเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร หรือ ลักษณะน้ำหนักสุดท้ายก่อนฆ่า

X = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

b = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่

Z = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มทางพันธุกรรม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

s = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของพ่อสุกร (sire effect)

W = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

l = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มลูกสุกร (common litter)

Q = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

c = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากสิ่งแวดล้อมถาวร (permanent environment)

e = เวคเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน e~$(0, I\sigma_e^2)$

## 2.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน

การประเมินค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม จำเป็นต้องทราบค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของข้อมูลที่จะประเมิน ดังนั้นการประมาณองค์ประกอบความแปรปรวนจึงเป็นส่วนสำคัญ หากค่าประมาณความแปรปรวนเบี่ยงเบนไปจากความเป็นจริง จะมีผลต่อการประเมินค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม สำหรับวิธีการประเมินความแปรปรวนมีอยู่หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ในการศึกษาลักษณะการตายหรือการอยู่รอดของลูกสุกรมี 2 วิธี คือ วิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) และวิธี Bayesian Estimation

### 2.7.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี REML

วิธี REML เป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธี Maximum likelihood โดยมีการปรับส่วนของปัจจัยคงที่ออก แล้วประมาณค่าในส่วนของปัจจัยสุ่มที่เหลือให้มีค่าสูงสุด ส่งผลให้ค่าประมาณความแปรปรวนที่ได้มีคุณสมบัติไม่มีอคติ (Patterson and Thompson, 1971) วิธี REML ใช้โมเดลเชิงเส้นในการวิเคราะห์ และสามารถใช้ในการศึกษาข้อมูลที่มีการคัดเลือกเกิดขึ้นในประชากรได้ โดยใช้เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์ในการปรับความสัมพันธ์ระหว่างเครือญาติ ทำให้ค่าประมาณที่ได้มีความถูกต้อง แต่วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ค่าสังเกตที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีการกระจายแบบปกติ (Mrode and Thompson, 2005) อย่างไรก็ตาม ยังมีหลายการศึกษาที่ทำการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรด้วยวิธี REML เช่น การศึกษาของ Grandinson และคณะ (2002) และ Strange และคณะ (2013)

### 2.7.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Bayesian Estimation

วิธี Bayesian Estimation เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์จากตัวประมาณแบบ Bayesian การประมาณค่าแบบ Bayesian เป็นการใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติเชิงอนุมาน ซึ่งมี

ความยุ่งยาก ต่อมาจึงมีการคิดค้นวิธีการ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) และพัฒนาวิธี MCMC ให้อยู่ในรูปแบบโปรแกรม Gibbs sampling (Autcha, 2011) ทำให้การประมาณค่าแบบ Bayesian มีความสะดวกมากขึ้น

สถิติ Bayesian เป็นการพิจารณาความน่าจะเป็นอย่างมีเงื่อนไข เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ กล่าวได้ว่า การแจกแจงภายหลัง (posterior distribution) ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่อยู่ในรูปของฟังก์ชันค่าควรจะเป็น (likelihood function) และใช้ค่าการแจกแจงก่อนหน้า (prior distribution) ในการวิเคราะห์ร่วมกันนับเป็น 1 รอบของการคำนวณ (iteration) โดยค่าแจกแจกภายหลังที่ได้จากรอบการคำนวณที่ 1 จะถูกกำหนดให้เป็นค่าการแจกแจงก่อนหน้าของรอบการคำนวณที่ 2 แล้วเริ่มทำการวิเคราะห์อีกครั้งไปเรื่อย ๆ ตามรอบของการคำนวณที่ต้องการ (Schaeffer, 2004) โดยใช้ทฤษฎีแบบเบย์ที่ระบุว่า การแจกแจงภายหลังแปรผันตรงกับผลคูณของฟังก์ชันค่าควรจะเป็นและการแจกแจงก่อนหน้า ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

ทฤษฎีของเบย์ (bayes' theorem)

$$p(\theta|y) \propto p(y|\theta)p(\theta) \tag{1}$$

ในรูปแบบของสมการทฤษฎีของเบย์

$$\mathrm{p}(\theta|\mathrm{y}) = \frac{\mathrm{p}(\theta)\mathrm{p}(\mathrm{y}|\theta)}{\mathrm{p}(\mathrm{y})} \tag{2}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยที่

$\mathrm{p}(\theta|\mathrm{y})$ = การแจกแจงภายหลัง (posterior distribution)

$\mathrm{p}(\theta)$ = การแจกแจงก่อนหน้า (prior distribution)

$\mathrm{p}(\mathrm{y}|\theta)$ = ฟังก์ชั่นค่าควรจะเป็น (likelihood function)

$\mathrm{p}(\mathrm{y})$ = ความน่าจะเป็นของค่าสังเกต

$\theta$ = พารามิเตอร์ต่างๆที่ประกอบไปด้วย $\mathrm{b}\ \mathrm{u}\ \sigma_u^2$ และ $\sigma_e^2$

$\mathrm{b}$ = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่มีอิทธิพลกับลักษณะที่ทำการศึกษา

$\mathrm{u}$ = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์

กำหนดให้ $u \sim NID(0, A\sigma_u^2)$

$\sigma_u^2$ = องค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม

$\sigma_e^2$ = องค์ประกอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

จาก animal model

$$y = Xb + Zu + e \quad (3)$$

เงื่อนไขของเวกเตอร์ y กำหนดให้

$$y|b, u, \sigma_u^2, \sigma_e^2 \sim N(Xb + Zu, I\sigma_e^2) \quad (4)$$

และ

$$p(y|\, b, u, \sigma_u^2, \sigma_e^2) \propto (\sigma_e^2)^{\frac{-N}{2}} \exp\left[\frac{-(y-Xb-Zu)'(y-Xb-Zu)}{2\sigma_e^2}\right] \quad (5)$$

โดยที่

$y$ = เวกเตอร์ของค่าสังเกต

X = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

Z = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม (Incidence matrix) ของแต่ละลักษณะ

b = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่มีอิทธิพลกับลักษณะที่ทำการศึกษา

u = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์

กำหนดให้ $u \sim NID(0, A\sigma_u^2)$

โดยที่ A คือ เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

$\sigma_u^2$ = องค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม

$\sigma_e^2$ = องค์ประกอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

***ช่วง Burn-in***

จากการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Gibbs sampling ผลลัพธ์ที่ได้จากการแจกแจงภายหลัง ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด ใช้เพียงค่าที่อยู่ในช่วง 100 ถึง 10,000 รอบของการคำนวณเท่านั้น ขึ้นอยู่กับโมเดลและชุดข้อมูล ช่วงเริ่มต้นที่ไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ เรียกว่าช่วง burn-in ซึ่งเป็นช่วงต้นของการคำนวณและถูกตัดทิ้ง เนื่องจากช่วง burn-in นั้นมีความแปรปรวนของผลลัพธ์สูง เมื่อผ่านพ้นช่วงที่กราฟมีความแปรปรวนสูงแล้ว ค่าที่วิเคราะห์จะค่อนข้างคงที่ การกำหนดความยาวของช่วงที่ทำการ burn-in โดยทั่วไปจะสามารถคาดคะเนได้จากลักษณะของกราฟในแต่ละรอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของการวิเคราะห์ ซึ่งก่อนการวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องพิจารณาถึงช่วงการ burn-in และตัดทิ้งเสียก่อน (Schaeffer, 2004)

***การวิเคราะห์หลังช่วงการ burn-in***

Roehe และคณะ (2009) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการประมาณค่าแบบ Bayesian ซึ่งดำเนินการด้วยโปรแกรม Gibbs sampling เพื่อประเมินองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษา โดยค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้ เป็นค่าสถิติอนุมานที่เกิดจากการสุ่ม marginal posterior distribution ซึ่ง การแจกแจงภายหลัง (posterior distribution) ได้จากการนำค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบ (iteration) มาสร้างเป็นกราฟการแจกแจง โดยในช่วงแรกของการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนจะมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง เรียกว่าช่วง burn in ซึ่งในการวิเคราะห์ต้องตัดข้อมูลในช่วง burn-in ออก และใช้เฉพาะข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงหลังการ burn in ซึ่งกราฟค่อนข้างคงที่ แล้วจึงทำการสุ่มบันทึกข้อมูลในช่วงที่เท่ากัน เช่น ทุก ๆ 10 iterations ของการวิเคราะห์จะสุ่มขึ้นมา 1 ค่า เพื่อลดความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละรอบ iterations หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมต่อไป สามารถตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์ได้จากค่า highest posterior density หรือ HPD ซึ่งเป็นช่วงที่มี marginal posterior distributions 95% หรือเรียกว่าช่วงความเชื่อมั่นแบบเบย์ (Bayesian confidence interval) นอกจากนี้ ยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ได้จากการกระจายตัวของ marginal posterior distributions โดยพิจารณาจากความเบ้ของกราฟค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย เมื่อกราฟของค่าความแปรปรวนภายหลังมีลักษณะเบ้ออกจากศูนย์กลาง ค่ามัยธฐานและค่าฐานนิยมจะมีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวน (Schaeffer, 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยความแปรปรวนทั้งหมด n รอบ หลังการ burn-in แต่บางงานวิจัยจะแสดงค่าฐานนิยม (mode) ของการประมาณ ซึ่งมีความเหมาะสมกว่า หากกราฟการกระจายตัวของการประมาณนี้ไม่ใช่การกระจายแบบปกติ (skewed) บางงานวิจัยจึงรายงานทั้งค่าเฉลี่ย และค่าฐานนิยม อย่างไรก็ตามการรายงานผลด้วยค่าฐานนิยมควรนำเสนอบนพื้นฐานของข้อมูลที่เป็นอิสระเท่านั้น ดังนั้นการคำนวณหาอัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าความแปรปรวนที่ใช้ อาจเป็นค่าเฉลี่ยหรือช่วงของความแปรปรวน ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสนใจของผู้วิจัย (Schaeffer, 2004)

**2.8 การประมาณค่าพารามิเตอร์**

การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนจะได้ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม (Additive genetic variance, $\sigma_a^2$ ) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Residual variance, $\sigma_e^2$ ) โดยค่าเหล่านี้ถูกนำมาคำนวณค่าอัตราพันธุกรรม ($h^2$) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏจากสมการ (6), (7) และ (8) ตามลำดับ (Falconer and Mackay, 1996) ดังนี้

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2+\sigma_e^2} \quad (6)$$

โดยที่

$h^2$ = ค่าอัตราพันธุกรรม

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสม

$\sigma_e^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากความคลาดเคลื่อน

$$r_{gg} = \frac{COV_{g_1g_2}}{\sqrt{var(g_1)var(g_2)}} \quad (7)$$

โดยที่

$r_{gg}$ = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$COV_{g_1g_2}$ = ความแปรปรวนร่วมเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$var(g_1)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 1

$var(g_2)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 2

$$r_{pp} = \frac{COV_{p_1p_2}}{\sqrt{var(p_1)var(p_2)}} \quad (8)$$

โดยที่

$r_{pp}$ = ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$COV_{p_1p_2}$ = ความแปรปรวนร่วมเนื่องจากลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$var(p_1)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากลักษณะปรากฏของลักษณะที่ 1

$var(p_2)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากลักษณะปรากฏของลักษณะที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลการให้ผลผลิตของแม่สุกรพันธุ์แท้สายพันธุ์นอรเวย์ที่มีการจดบันทึกไว้ในฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่ง จังหวัดชัยนาท ประเทศไทย มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (พ.ศ. 2524-2553) เท่ากับ 28.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 69 เปอร์เซ็นต์ (สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2558) เป็นฟาร์มสุกรพันธุ์แท้ขนาด 220 แม่พันธุ์ มีการบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายตัวตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านม

การพัฒนาพันธุ์สุกรของฟาร์มแห่งนี้ สุกรพ่อแม่พันธุ์ผ่านการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงทั้งลักษณะการให้ผลผลิตและลักษณะทางการสืบพันธุ์ไปพร้อม ๆ กัน ได้แก่ ลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความหนาไขมันสันหลัง จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิต และน้ำหนักลูกสุกรแรกคลอด โดยทำการคัดเลือกต่อเนื่องมาเป็นเวลาหลายชั่วรุ่น ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยและภายในโรงเรือนเปิดที่ไม่มีระบบระบายความร้อน

## 3.1 การจัดการภายในฟาร์ม

### 3.1.1 การจัดการภายในโรงเรือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะของโรงเรือนภายในฟาร์ม เป็นโรงเรือนแบบเปิด หลังคาจั่วสองชั้นมุงด้วยกระเบื้อง พื้นคอนกรีต ไม่มีพัดลมระบายความร้อน สุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์ต้องมีอายุไม่ต่ำกว่า 225 วัน (7 เดือน 15วัน) น้ำหนักไม่ต่ำกว่า 130 กิโลกรัม ตรวจการเป็นสัดของแม่สุกรวันละ 2 ครั้ง เช้าเย็น เมื่อตรวจพบการเป็นสัดจะทำการผสมเทียม 2-3 ครั้งต่อรอบการเป็นสัด เมื่อแม่สุกรอุ้มท้องได้ประมาณ 100 วัน จะถูกย้ายไปที่คอกคลอด ลูกสุกรแรกเกิดจะมีการบันทึกสถานะ (เกิดมีชีวิต ตายแรกคลอด หรือ มัมมี่) น้ำหนักแรกเกิด วันเดือนปีเกิด และทำเครื่องหมายประจำตัวโดยการสักหมายเลขประจำตัว 4 หลักที่บริเวณใบหู ลูกสุกรได้รับการเลี้ยงดูจากแม่สุกรที่คลอดจนกระทั่งหย่านม หากมีการย้ายฝากจะดำเนินการภายใน 24 ชั่วโมงหลังเกิดและทำการบันทึกข้อมูลการย้ายฝาก ลูกสุกรที่เกิดมีชีวิต แต่ตายในช่วงก่อนหย่านม จะบันทึกวันเดือนปีที่ตาย และสาเหตุการตาย โดยลูกสุกรภายในฟาร์มมีอายุหย่านมประมาณ 5 สัปดาห์ ทำการคัดเลือกสุกรขึ้นทำพันธุ์ที่อายุ 60 วัน ลูกสุกรที่

ได้รับคัดเลือกจะได้รับหมายเลขประจำตัวใหม่โดยการติดเครื่องหมายที่ใบหู เป็นเลขประจำตัว 5 หลัก สำหรับสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ และดูร็อก และเป็นเลขประจำตัว 6 หลักสำหรับสุกรพันธุ์แลนด์เรซ

**3.1.2 การจัดการด้านอาหาร**

แม่สุกรท้องว่าง และแม่สุกรอุ้มท้องได้รับอาหารสูตรเดียวกันตลอดช่วงเวลาตั้งท้อง วันละ 2.2-2.5 กิโลกรัมต่อแม่ และแม่สุกรเลี้ยงลูกได้รับอาหาร 6-7 กิโลกรัมต่อแม่ต่อวัน วัตถุดิบอาหารประกอบด้วย ปลายข้าว รำสด รำหยาบ มันสำปะหลัง ถั่วอบ กากถั่ว ปลาป่น เกลือ ไดแคลเซียมฟอสเฟต หินฝุ่น พรีมิกซ์ วิตามิน และแร่ธาตุ โดยอาหารของแม่สุกรมีการควบคุมสัดส่วนและวัตถุดิบคงที่ สารอาหารที่แม่สุกรได้รับ ประกอบด้วยโปรตีน 12.30 และ 13.38 เปอร์เซ็นต์ในแม่สุกรอุ้มท้องและแม่สุกรให้นม ตามลำดับ และมีค่าพลังงานจากการย่อยได้ เท่ากับ 2,816 และ 2,858 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ในสูตรอาหารสำหรับแม่สุกรอุ้มท้องและแม่สุกรให้นม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** องค์ประกอบโภชนะสำหรับแม่สุกรอุ้มท้องและแม่สุกรให้นม และระดับความต้องการโภชนะ ตามคำแนะนำของ National Research Council ปี ค.ศ. 1998 (NRC, 1998)

| โภชนะ | แม่สุกรอุ้มท้อง | แม่สุกรให้นม | ระดับความต้องการตาม NRC แม่สุกรอุ้มท้อง[1] | ระดับความต้องการตาม NRC แม่สุกรให้นม[2] |
|---|---|---|---|---|
| DE (kcal/kg) | 2,816 | 2,858 | 3,400 | 3,400 |
| ME (kcal/kg) | 2,727 | 2,760 | 3,265 | 3,265 |
| Fat (%) | 4.86 | 5.27 | - | - |
| Fiber (%) | 9.70 | 9.256 | - | - |
| Lignin (%) | 4.70 | 4.4 | - | - |
| Crude protein (%) | 12.30 | 13.375 | 12.40 | 16.30 |
| Methionine + cysteine (%) | 0.385 | 0.419 | 0.37 | 0.40 |
| Lysine (%) | 0.65 | 0.714 | 0.54 | 0.82 |
| Threonine (%) | 0.466 | 0.509 | 0.44 | 0.54 |
| Calcium (%) | 1.045 | 1.03 | 0.75 | 0.75 |
| Phosphorus (%) | 0.357 | 0.352 | 0.35 | 0.35 |

[1] สารอาหารที่แนะนำสำหรับแม่สุกรอุ้มท้องที่มีน้ำหนัก 175 กิโลกรัม ขณะผสมพันธุ์

[2] สารอาหารที่แนะนำสำหรับแม่สุกรให้นม น้ำหนัก 175 กิโลกรัมหลังคลอด ที่มีลูกสุกร 10 ตัวต่อครอก

DE: digestible energy, ME: Metabolizable energy

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**3.2 โครงสร้างของข้อมูล**

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลการให้ผลผลิตของแม่สุกรพันธุ์แท้ 3 พันธุ์ คือ แม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซ ยอร์กเชียร์ และดูร็อก และข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์แท้รายตัวตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านม เป็นข้อมูลที่มีการคลอดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 โดยมีจำนวนข้อมูลของลูกสุกรทั้งหมด 1,989 ครอก 16,357 บันทึก จากแม่พันธุ์สุกรจำนวน 866 ตัว

การศึกษาครั้งนี้แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 แฟ้มข้อมูล คือ

**3.2.1 แฟ้มข้อมูลการเกิดจนกระทั่งหย่านม** ประกอบด้วย

1. หมายเลขประจำตัวลูกสุกรแรกเกิด
2. พันธุ์ของลูกสุกร
3. วันเดือนปีเกิดของลูกสุกร
4. หมายเลขประจำตัวแม่พันธุ์
5. ลำดับท้องของแม่พันธุ์
6. หมายเลขประจำตัวพ่อพันธุ์ที่ผสม
7. วันเดือนปีที่ผสมพันธุ์
8. โรงเรือนที่เกิด
9. ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร
10. ลำดับที่ลูกสุกรเกิด
11. เวลาที่ลูกสุกรเกิด
12. สถานะของลูกสุกรแรกเกิด (เกิดมีชีวิต หรือตายแรกคลอด)
13. เพศของลูกสุกร
14. น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร
15. จำนวนลูกสุกรที่เกิดทั้งหมดในครอก
16. จำนวนลูกสุกรที่เกิดมีชีวิตในครอก
17. จำนวนลูกสุกรที่ตายแรกคลอดในครอก
18. วันเดือนปีที่หย่านมของลูกสุกร
19. จำนวนลูกสุกรที่หย่านมในครอก
20. น้ำหนักของลูกสุกรที่อายุ 21 วัน
21. น้ำหนักหย่านมของลูกสุกร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

22. วันเดือนปีที่ตายของลูกสุกร
23. สถานะของลูกสุกรหย่านม (อยู่รอด หรือ ตายก่อนหย่านม)
24. หมายเลขประจำตัวของลูกสุกรที่ผ่านการคัดเลือกขึ้นทำพันธุ์ที่อายุ 60 วัน

**3.2.2 แฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ** ประกอบด้วย

1. หมายเลขประจำตัวของลูกสุกร
2. หมายเลขประจำตัวพ่อของลูกสุกร
3. หมายเลขประจำตัวแม่ของลูกสุกร
4. วันเดือนปีเกิดของลูกสุกร

## 3.3 การตรวจสอบและการจัดการข้อมูล

### 3.3.1 ลักษณะที่ใช้ในการศึกษา

***ลักษณะรายตัว***

1) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร (piglet survival, PS) แบ่งเป็นลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (piglet survival at birth, PSB) คือ ลูกสุกรมีชีวิตขณะคลอดที่บันทึกข้อมูลไม่เกิน 12 ชั่วโมง บันทึกรหัสเป็น 1 และลูกสุกรที่ตายแรกคลอดบันทึกรหัสเป็น 0 และลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (piglet survival at wean, PSW) คือ ลูกสุกรมีชีวิตจนกระทั่งหย่านมบันทึกรหัสเป็น 1 ลูกสุกรที่ตายในช่วงหลังคลอดจนถึงวันหย่านมบันทึกรหัสเป็น 0

2) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (individual birth weight, IBW) คือ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรที่มีการชั่งน้ำหนักหลังจากคลอดทันที หรือไม่เกิน 12 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล เป็นการบันทึกข้อมูลรายตัว มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

***ลักษณะรายครอก***

1) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (percent of piglet survival at birth, %PSB) ที่คำนวณจากจำนวนขนาดครอกแรกเกิด และลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (percent of piglet survival at wean, %PSW) ที่คำนวณจากจำนวนลูกที่เกิดมีชีวิตทั้งหมด

2) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (average birth weight, ABW) คือ น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรที่เกิดมีชีวิตภายในครอกของแม่สุกร

3) ลักษณะขนาดครอก (litter size, LS) คือ ขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด ประกอบด้วยลูกสุกรเกิดมีชีวิตและลูกสุกรตายแรกคลอด ในการศึกษาครั้งนี้ลักษณะขนาดครอกจะไม่รวมมัมมี่ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่สมบูรณ์ ผิวหนังสีเข้ม และลูกสุกรที่ตายภายในท้องก่อนคลอด ลักษณะขนาดครอกมีหน่วยเป็นตัวต่อครอก

**3.3.2 การคำนวณลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา**

ลักษณะที่เกิดจากการคำนวณ คือ ขนาดครอก เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม เปอร์เซ็นต์ลูกสุกรตายแรกคลอด และน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย คำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ขนาดครอก} = \text{จำนวนลูกสุกรที่เกิดมีชีวิต} + \text{จำนวนลูกสุกรที่ตายแรกคลอด} \quad (1)$$

$$\text{การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกสุกรหย่านมทั้งหมด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด} + \text{จำนวนลูกตายแรกคลอด}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด} + \text{จำนวนลูกตายแรกคลอด}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกหย่านมทั้งหมด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด}} \times 100 \quad (4)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$\text{ลูกสุกรตายแรกคลอด (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด} + \text{จำนวนลูกตายแรกคลอด}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (กิโลกรัม)} = \frac{\text{ผลรวมของน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตภายในครอก}}{\text{จำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิตภายในครอก}} \quad (6)$$

**3.3.3 การตรวจสอบและการจัดการแฟ้มข้อมูล**

ข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรที่ได้จากบันทึกของฟาร์มจำนวน 16,357 บันทึก นำมาตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้อง สำหรับข้อมูลลูกสุกรที่ไม่ทราบพันธุ์ ลูกสุกรที่เป็นมัมมี่ และ

ลูกสุกรที่เกิดจากแม่ที่มีการบันทึกว่าเต้านมอักเสบหลังคลอด จะไม่นำมาใช้ในการศึกษา ในบันทึกที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์ เช่น ไม่มีข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด จะกำหนดให้เป็นข้อมูลสูญหาย (missing value)

ภายหลังจากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้น จะไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ เหลือข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้งสิ้น 14,389 บันทึก จาก 1,413 ครอก เป็นข้อมูลลูกสุกรพันธุ์แท้ 3 พันธุ์ คือ แลนด์เรซ ยอร์กเชียร์ และดูร็อก เท่ากับ ซึ่งมาจากแม่พันธุ์สุกรแลนด์เรซ ยอร์กเชียร์ และดูร็อก เท่ากับ 474 149 และ 82 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 705 ตัว และข้อมูลพ่อพันธุ์สุกรแลนด์เรซ ยอร์กเชียร์ และดูร็อก เท่ากับ 198 61 และ 42 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 301 ตัว

### 3.3.4 การตรวจสอบและการจัดการแฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ

แฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ ประกอบด้วย หมายเลขประจำตัวของลูกสุกร หมายเลขประจำตัวแม่ของลูกสุกร และหมายเลขประจำตัวพ่อของลูกสุกร รวมถึงวันเดือนปีเกิดของลูกสุกร

ทำการตรวจสอบและจัดการข้อมูลพันธุ์ประวัติเพื่อใช้ในการประเมินพันธุกรรม ดังนี้

1) ตรวจสอบความถูกต้องพันธุ์ของสุกรว่าตรงตามบันทึกหมายเลขประจำตัวสุกร ตรวจสอบความถูกต้องของวันเดือนปีที่เกิดของลูกสุกรด้วยการพิจารณาร่วมกับวันเดือนปีที่ผสมลำดับท้องและการอุ้มท้องของแม่สุกร และตรวจสอบความถูกต้องหมายเลขพ่อพันธุ์จากบันทึกการนำสุกรขึ้นเป็นพ่อพันธุ์ภายในฟาร์ม

2) ลูกสุกรที่ผ่านการคัดพันธุ์ที่อายุ 60 วัน ใช้หมายเลขประจำตัวที่ทางฟาร์มกำหนดให้ภายหลังการคัดพันธุ์ในการวิเคราะห์ โดยที่ลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์และดูร็อกมีหมายเลขประจำตัว 5 หลัก และลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ มีหมายเลขประจำตัว 6 หลัก

3) ลูกสุกรตายแรกคลอดที่ไม่มีหมายเลขประจำตัว ลูกสุกรตายก่อนหย่านมและลูกสุกรที่หย่านมแต่ไม่ได้รับการคัดเลือกขึ้นทำพันธุ์ที่มีหมายเลขประจำตัวสุกรแรกเกิด 4 หลัก จะถูกกำหนดหมายเลขประจำตัวขึ้นใหม่เป็นหมายเลขประจำตัว 10 หลัก เพื่อหลีกเลี่ยงการซ้ำกันของหมายเลขประจำตัวของลูกสุกร

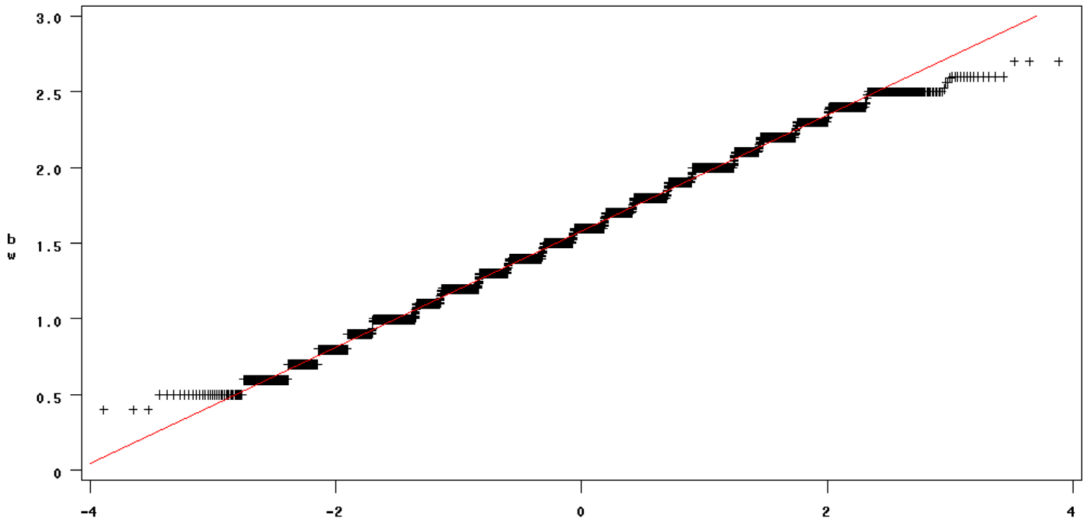
## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

### 3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive statistic)

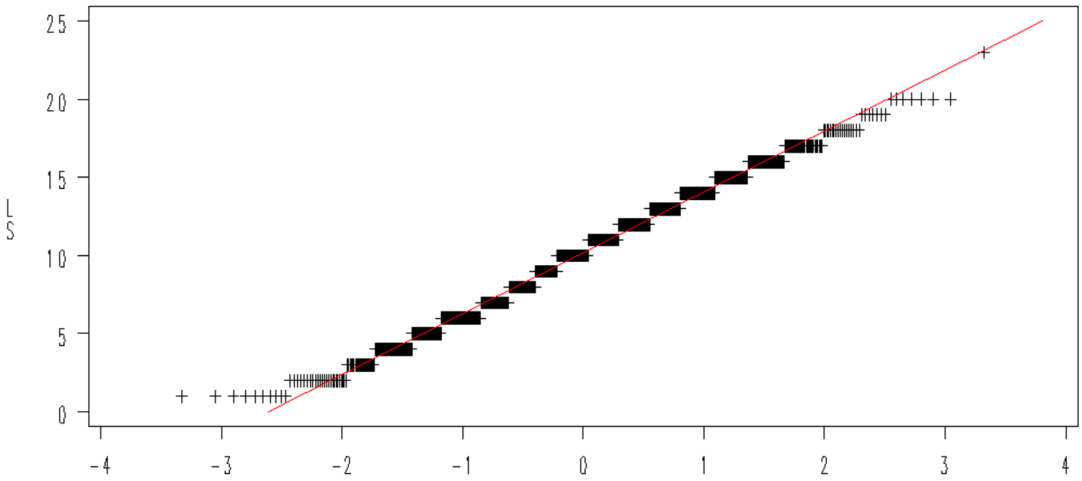
หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอกที่ใช้ในการศึกษา ด้วยคำสั่ง PROC MEANS ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป SAS 9.4 (SAS, 2014)

### 3.4.2 วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลจากบันทึกผลผลิตภายในฟาร์มสุกร ทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS ด้วยชุดคำสั่ง PROC UNIVARIATE จากการทดสอบ Kolmogorov Smirnov test การทดสอบ Cramer von Mises test และการทดสอบ Anderson Darling test ด้วยสมมติฐานว่า ค่าสังเกตมีการกระจายตัวแบบปกติ พบว่า ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว และลักษณะขนาดครอก มีค่า p value น้อยกว่า 0.05 ปฏิเสธสมมติฐาน กล่าวคือ ลักษณะการอยู่รอด น้ำหนักแรกเกิดรายตัว และลักษณะขนาดครอก มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณากราฟ Q – Q plot พบว่าลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว และลักษณะขนาดครอก มีแนวโน้มการกระจายตัวแบบปกติ ดังแสดงในภาพที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสังเกตด้วย linear model มีเงื่อนไขที่สำคัญ คือ ค่าสังเกตที่นำมาวิเคราะห์ต้องเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่องและมีการกระจายแบบปกติ (Mrode and Thompson, 2005) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าสังเกตทั้ง 3 ลักษณะมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ threshold linear model ซึ่งเป็นโมเดลไม่ต่อเนื่องเชิงเส้น สามารถใช้ได้กับทั้งข้อมูลไม่ต่อเนื่องและข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Mrode and Thompson, 2005)




**ภาพที่ 3.1** การกระจายตัว (Q-Q plot) ของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดรายตัว




**ภาพที่ 3.2** การกระจายตัว (Q-Q plot) ของข้อมูลขนาดครอก

## 3.5 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

### 3.5.1 วิเคราะห์ปัจจัยคงที่

ปัจจัยคงที่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ลำดับท้องของแม่สุกร (ลำดับท้องที่ 1 ถึง ≥5) ระยะเวลาที่แม่สุกรอุ้มท้อง (≤113 ถึง ≥120 วัน) พันธุ์ของสุกร (แลนด์เรซ ยอร์กเชียร์ และดูร็อก) เพศของลูกสุกร (เพศผู้ และเพศเมีย) และกลุ่มการจัดการเกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างโรงเรือน–ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นข้อมูลลูกสุกรที่เกิดใน 5 โรงเรือน ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึง 2560 เป็นเวลาทั้งสิ้น 11 ปี และเดือนเกิดของลูกสุกร โดยแบ่งเป็น 2 เดือนต่อ 1 กลุ่ม ได้ทั้งสิ้น 116 กลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ซึ่งมีค่าสังเกตแบบทวินาม (ตารางที่ 3.2) โดยทำการวิเคราะห์ทีละลักษณะ (univariate analysis) และกำหนดให้อิทธิพลจากทุกปัจจัยเป็นปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่ม (categorical fixed effects) วิเคราะห์โดยใช้ binary logistic regression ซึ่งเป็นการหาอิทธิพลของปัจจัยคงที่ ด้วยเทคนิควิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคทวิ ผ่านคำสั่ง PROC LOGISTIC (SAS, 2014) เหมาะสมกับข้อมูลแบบแบ่งกลุ่ม และข้อมูลที่เป็นลำดับ เลือกปัจจัยคงที่ภายในโมเดล ด้วยวิธี Stepwise selection with fast backward elimination แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้ stepwise selection คือการคัดเลือกโดยนำปัจจัยคงที่ที่มีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสู่โมเดลทีละปัจจัย เรียงลำดับจากปัจจัยที่มีค่า p-value น้อยที่สุดก่อน ตามลำดับ ส่วนขั้นตอน backward elimination คือการ

กำจัดปัจจัยที่ เมื่อนำเข้าโมเดลและวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นแล้ว พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (SAS, 2017) หลังจากนั้นนำปัจจัยที่ผ่านการคัดเลือก ไปกำหนดเป็นปัจจัยคงที่ในโมเดลสำหรับการวิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยสุ่ม ในขั้นตอนถัดไป

จากการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ด้วยคำสั่ง PROC LOGISTIC และ option LSMEANS จะได้ค่าค่าเฉลี่ยลีสแควร์ (least square mean) ที่จำแนกโดยปัจจัยคงที่ เพื่อเปรียบเทียบผลของปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ด้วยวิธี HSD (Tukey's studentized range test) (Carmer and Walker, 1985; SAS, 2013)

**ตารางที่ 3.2** ปัจจัยคงที่ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| อิทธิพล | ลักษณะรายตัว | | | ลักษณะรายครอก | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PSB | PSW | IBW | %PSB | %PSW | ABW | LS |
| ***ปัจจัยจากแม่สุกร*** | | | | | | | |
| ลำดับท้อง | / | / | / | / | / | / | / |
| ระยะเวลาการอุ้มท้อง | / | / | / | / | / | / | - |
| ***ปัจจัยจากลูกสุกร*** | | | | | | | |
| พันธุ์ | / | / | / | / | / | / | / |
| เพศ | / | / | / | - | - | - | - |
| ***ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม*** | | | | | | | |
| โรงเรือน-ปี-เดือน | / | / | / | / | / | / | / |

/ ทำการทดสอบปัจจัย, - ไม่ทดสอบปัจจัย

วิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ซึ่งมีค่าสังเกตแบบต่อเนื่อง (ตารางที่ 3.2) โดยทำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ทีละลักษณะและกำหนดให้อิทธิพลจากทุกปัจจัยเป็นปัจจัยคงที่แบบแบ่งกลุ่ม วิเคราะห์โดยใช้ general linear model ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าอิทธิพลของปัจจัยคงที่ในโมเดลด้วยเทคนิค minimize sum square error หรือ least square ผ่านคำสั่ง PROC GLM จากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2014) ในแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษา กำหนดปัจจัยคงที่ในโมเดลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทีละปัจจัย หลังจากนั้นนำปัจจัยคงที่ทั้งหมดที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เข้าวิเคราะห์พร้อมกันอีกครั้ง โดยกำหนดปัจจัยคงที่ทุกตัวที่มีนัยสำคัญจากขั้นตอนแรกในโมเดล แล้วนำปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่ได้จากการวิเคราะห์หลายปัจจัยพร้อมกัน ไปกำหนดเป็นปัจจัยคงที่ในโมเดลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยสุ่ม ในขั้นตอนถัดไป

จากการวิเคราะห์ปัจจัยคงที่ด้วยคำสั่ง PROC GLM และ option LSMEANS จะได้ค่าค่าเฉลี่ยลีสแควร์ ที่จำแนกโดยปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ทำการเปรียบเทียบผลของปัจจัยคงที่ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลีสแควร์ ด้วยวิธี HSD (Carmer and Walker, 1985; SAS, 2013)

**3.5.2 วิเคราะห์ปัจจัยสุ่ม**

ปัจจัยสุ่มที่ระบุในโมเดลสุดท้ายจะพิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติของปัจจัยสุ่ม จากสถิติ Wald test เลือกปัจจัยสุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ ในโมเดล และนำไปใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษาต่อไป ปัจจัยสุ่ม (random effects) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย กลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด (litter effect) จำนวนทั้งสิ้น 1,413 กลุ่ม อิทธิพลจากตัวสัตว์ 14,389 ตัว และอิทธิพลจากแม่สุกร 705 ตัว

ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม วิเคราะห์ปัจจัยสุ่มโดยใช้โมเดล generalized linear mixed models ภายในโมเดลประกอบด้วยปัจจัยคงที่ที่มีนัยสำคัญทางสถิติจากขั้นตอนที่ 3.5.1 และกำหนดปัจจัยสุ่มที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ผ่านการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง PROC GLIMMIX และใช้ option COVTEST ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบไม่ต่อเนื่อง โดยกำหนดให้ค่าสังเกตลักษณะการอยู่รอดเป็น binary (SAS, 2014)

ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก

วิเคราะห์ปัจจัยสุ่มโดยใช้โมเดล general linear mixed model ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบปกติ โมเดลประกอบด้วยปัจจัยคงที่ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา และปัจจัยสุ่มที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา ผ่านการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง PROC MIXED และ option COVTEST (SAS, 2014)

ปัจจัยสุ่มที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย คือ ปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด และปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกร สำหรับปัจจัยสุ่มที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะขนาดครอก คือ ปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกร (ตารางที่ 3.3) ในส่วนของปัจจัยสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ในโมเดล จำเป็นต้องระบุภายในโมเดลที่วิเคราะห์หาปัจจัยสุ่ม เนื่องจากการประมาณค่าอิทธิพลต่างๆภายในโมเดลต้องใช้ความแปรปรวนจากทุกปัจจัยสุ่มร่วมกัน (มนต์ชัย, 2544)

**ตารางที่ 3.3** ปัจจัยสุ่มที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| ปัจจัยสุ่ม | ลักษณะรายตัว | | | ลักษณะรายครอก | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PSB | PSW | IBW | %PSB | %PSW | ABW | LS |
| กลุ่มของครอกที่เกิด[1] | / | / | / | / | / | / | - |
| อิทธิพลจากแม่สุกร[1] | / | / | / | / | / | / | / |
| ตัวสัตว์[2] | / | / | / | / | / | / | / |

[1]ปัจจัยสุ่มที่ต้องการทดสอบ 2 ,อิทธิพลจากตัวสัตว์ที่ต้องระบุภายในโมเดล

/ ทำการทดสอบปัจจัย, - ไม่ทดสอบปัจจัย

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยสุ่มครั้งละหนึ่งปัจจัย โมเดลที่ใช้วิเคราะห์ปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด ($l_m$) แสดงในสมการที่ (7) สำหรับโมเดลที่ใช้วิเคราะห์ปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่สุกร ($m_n$) แสดงในสมการที่ (8)

$$y_{bmo} = \mu + X_b + l_m + a_o + e_{bmo} \quad (7)$$

$$y_{bno} = \mu + X_b + m_n + a_o + e_{bno} \quad (8)$$

โดยที่

$y_{bmo}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม หรือลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย

$y_{bno}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย หรือลักษณะขนาดครอก

$\mu$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา

$X_b$ = ปัจจัยคงที่ที่มีนัยสำคัญต่อลักษณะที่ศึกษา

$l_m$ = อิทธิพลสุ่มเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรคลอด กลุ่มที่ m (m = 1-1,413) โดยที่ $l_m \sim NID\left(0, \sigma_l^2\right)$

$m_n$ = อิทธิพลสุ่มเนื่องจากแม่สุกร กลุ่มที่ n (n= 1-705) โดยที่ $m_n \sim NID\left(0, \sigma_m^2\right)$

$a_o$ = อิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ที่ o โดยที่ $a_o \sim NID\left(0, \sigma_a^2\right)$

$e_{bmo}, e_{bno}$ = อิทธิพลสุ่มอื่นๆ ที่ค่าสังเกตได้รับ โดยที่ $e \sim NID\left(0, \sigma_e^2\right)$

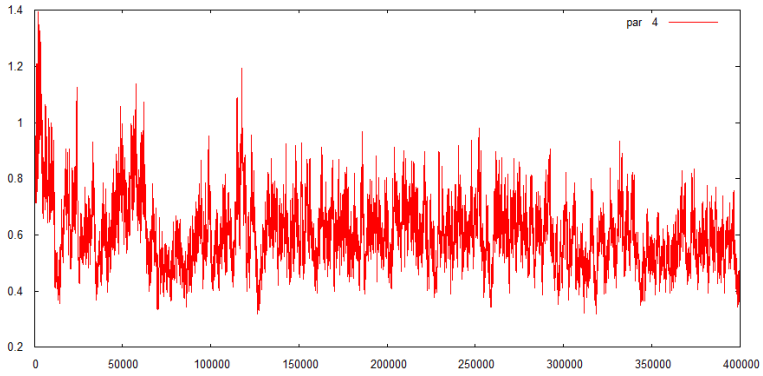
### 3.5.3 วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนตั้งต้น

จากการวิเคราะห์ปัจจัยสุ่ม ด้วยโมเดลผสมที่มีทั้งปัจจัยคงที่และปัจจัยสุ่ม ด้วยคำสั่ง PROC GLIMMIX และ PROC MIXED ในโปรแกรม SAS (SAS, 2014) จะได้ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของปัจจัยสุ่มที่ระบุไว้ในโมเดล นำค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.5.2 ไปใช้สำหรับเป็นค่าองค์ประกอบความแปรปรวนตั้งต้น สำหรับการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนในขั้นตอนถัดไป สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ที่มีข้อมูลแบบไบนารี่ จะกำหนดให้ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 1 เป็นไปตามสมมติฐานของ binary threshold model (Ødegård et al., 2010)

## 3.6 การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวน

***ลักษณะรายตัว***

ทำการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว ด้วยวิธี Gibb sampling ผ่าน threshold linear model ที่มีทั้งปัจจัยคงที่ (fixed effect) และปัจจัยสุ่ม (random effect) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป THRGIBBS1F90 (Tsuruta, 2017b) มีข้อกำหนด (assumption) ในการวิเคราะห์ คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างปัจจัยสุ่มมีค่าเป็นศูนย์ มีเกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณ คือ กำหนดรอบสุ่ม 100,000 รอบ และบันทึกค่าทุกๆ 20 รอบ ในการวิเคราะห์ครั้งแรกจะกำหนดให้ช่วง burn in เป็น 0 เพื่อพิจารณาลักษณะความถี่ของกราฟค่าความคลาดเคลื่อน ในช่วงต้นที่กราฟมีความแปรปรวนสูงจะพิจารณาให้เป็นช่วง burn in จากการวิเคราะห์ครั้งแรกพบว่าในช่วงแรกกราฟมีความแปรปรวนสูง ดังแสดงในภาพที่ 3.3 จากนั้นทำการวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้ง กำหนดรอบสุ่ม 400,000 รอบ สุ่มค่าความแปรปรวนจากการวิเคราะห์โดยบันทึกค่าทุกๆ 20 รอบ และกำหนดช่วง burn in เท่ากับ 150,000 รอบ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์




**ภาพที่ 3.3** กราฟของค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยสุ่ม จากโปรแกรมสำเร็จรูป THRGIBBS1F90

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป THRGIBBS1F90 เป็นแฟ้มข้อมูลองค์ประกอบความแปรปรวน ซึ่งอยู่ในรูปแบบของ last solution file หลังจากนั้นทำการอ่านผลจาก last solution file ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป POSTGIBBSF90 (Tsuruta, 2017a) ผลที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป POSTGIBBSF90 คือค่ามัธยฐาน (median) ค่าฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior of mean) ของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของปัจจัยสุ่มภายในโมเดล ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน PSD (posterior standard deviation) ของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของปัจจัยสุ่มภายในโมเดล ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมอนติ คาร์โล MCse

(Monte Carlo error) และค่า highest posterior density หรือ HPD ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าความแปรปรวนของปัจจัยสุ่ม 95 เปอร์เซ็นต์ (marginal posterior distributions 95%) ทำการพิจารณากราฟการกระจายตัวของค่าความแปรปรวนของปัจจัยสุ่มเพื่อดูการเบ้ของข้อมูล หากข้อมูลมีการกระจายตัวของค่าความแปรปรวนแบบปกติ จะใช้ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior of mean) ที่ได้ไปคำนวณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม หากกราฟการกระจายของค่าความแปรปรวนของปัจจัยสุ่มมีลักษณะเบ้ไปจากปกติ จะใช้ค่าฐานนิยมของความแปรปรวนในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมเพื่อรายงานผลร่วมกับค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนต่อไป (Schaeffer, 2004) และตรวจสอบค่าความแปรปรวนของการวิเคราะห์ปัจจัยสุ่มด้วยช่วง HPD 95 เปอร์เซ็นต์

***ลักษณะรายครอก***

วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ด้วยวิธี AIREML ที่มีทั้งปัจจัยคงที่ (fixed effect) และปัจจัยสุ่ม (random effect) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AIREMLF90 (Misztal, 2017a)

### 3.6.1 วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนทีละลักษณะ

วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวน สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยทีละลักษณะด้วยโมเดลสุดท้าย ดังแสดงในสมการที่ (9) และวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนสำหรับลักษณะขนาดครอก ด้วยโมเดลสุดท้ายดังแสดงในสมการที่ (10) โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

***ลักษณะรายตัว***

1) สร้าง parameter file ด้วยโปรแกรม RENUMF90 (Misztal, 2017b) และใช้ค่าความแปรปรวนที่วิเคราะห์ได้จาก PROC GLIMMIX เป็นค่าความแปรปรวนเริ่มต้น

2) นำ parameter file ที่ได้เข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม THRGIBBS1F90 สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) แปลผล last solution file ที่ได้จากโปรแกรม THRGIBBS1F90 ด้วยโปรแกรม POSTGIBBSF90

4) นำค่า posterior mean ที่ได้จากโปรแกรม POSTGIBBSF90 ไปเป็นค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนหลายลักษณะพร้อมกันต่อไป

***ลักษณะรายครอก***

1) สร้าง parameter file ด้วยโปรแกรม RENUMF90 (Misztal, 2017b) และใช้ค่าความแปรปรวนที่วิเคราะห์ได้จาก PROC MIXED เป็นค่าความแปรปรวนเริ่มต้น

2) นำ parameter file ที่ได้เข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม AIREMLF90 สำหรับลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอก

3) นำค่าความแปรปรวนที่ได้จากโปรแกรม AIREMLF90 ไปเป็นค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนหลายลักษณะพร้อมกันต่อไป

$$\mathrm{y} = X\beta + Z_l l + Z_m m + Z_a a + e \qquad (9)$$

ความแปรปรวนจากอิทธิพลของปัจจัยสุ่มมีสมมติฐาน คือ

$$\mathrm{var}\begin{bmatrix} l \\ m \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_l^2 & 0 & 0 \\ 0 & A\sigma_m^2 & A\sigma_{m,a} \\ 0 & A\sigma_{m,a} & A\sigma_a^2 \end{bmatrix}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยที่

$y$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม หรือลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย

$X$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่

$\beta$ = เวกเตอร์ของปัจจัยคงที่

$Z_l$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด

$l$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด

$Z_m$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มเนื่องอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร

$m$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร

$Z_a$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม

$a$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม

$e$ = เวกเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน

$I$ = identity matrix

$\sigma_l^2$ = ความแปรปรวนสุ่มเนื่องอิทธิพลจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด

$\sigma_m^2$ = ความแปรปรวนสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร

$A$ = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

$\sigma_{m,a}$ = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกรและอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม

$$\mathrm{y} = X\beta + Z_m m + Z_a a + e \tag{10}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความแปรปรวนจากอิทธิพลของปัจจัยสุ่มมีสมมติฐาน คือ

$$\text{Var}\begin{bmatrix} m \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_m^2 & A\sigma_{m,a} \\ A\sigma_{m,a} & A\sigma_a^2 \end{bmatrix}$$

โดยที่

$y$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะขนาดครอก

$X$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่

$\beta$ = เวกเตอร์ของปัจจัยคงที่

$Z_m$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มเนื่องอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร

$m$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร

$Z_a$ = เมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม

$a$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม

$e$ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน

$\sigma_m^2$ = ความแปรปรวนสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร

$A$ = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

$\sigma_{m,a}$ = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกรและอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม

**3.6.2 การวิเคราะห์เบื้องต้นระหว่างหลายลักษณะร่วมกัน**

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรรายตัว ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด และลักษณะขนาดครอก ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ได้ เนื่องจากลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรรายตัวและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวเป็นข้อมูลของตัวสัตว์ (animal) แต่ลักษณะขนาดครอกเป็นข้อมูลของแม่สุกร (sow) การที่สัตว์เป็นคนละตัวกันจึงไม่สามารถหาสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกันได้

ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะรายตัว คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว และศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะรายครอก คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรที่เกิดมีชีวิตภายในครอก และขนาดครอก

**3.6.3 วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนหลายลักษณะร่วมกัน**

การวิเคราะห์หลายลักษณะ (multiple trait analyses) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ในการศึกษาครั้งนี้มีโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม

และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวร่วมกัน แสดงในสมการที่ (11) และโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก แสดงในสมการที่ (12)

$$\begin{bmatrix} \mathrm{y}_{\mathrm{psb}} \\ \mathrm{y}_{\mathrm{psw}} \\ \mathrm{y}_{\mathrm{IBW}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 & 0 & 0 \\ 0 & W_2 & 0 \\ 0 & 0 & W_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{1m} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{2m} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{3m} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{1a} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{2a} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{3a} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix} \quad (11)$$

ความแปรปรวนจากอิทธิพลของปัจจัยสุ่มมีสมมติฐาน คือ

$$\mathrm{Var}\begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \\ m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_{l_1}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{l_2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{l_2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_1}^2 & A\sigma_{m_{12}} & A\sigma_{m_{13}} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_3} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_{21}} & A\sigma_{m_2}^2 & A\sigma_{m_{23}} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_3} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_{31}} & A\sigma_{m_{32}} & A\sigma_{m_3}^2 & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_3} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{a_1}\sigma_{m_1} & A\sigma_{a_1}\sigma_{m_2} & A\sigma_{a_1}\sigma_{m_3} & A\sigma_{a_1}^2 & A\sigma_{a_{12}} & A\sigma_{a_{13}} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{a_2}\sigma_{m_1} & A\sigma_{a_2}\sigma_{m_2} & A\sigma_{a_2}\sigma_{m_3} & A\sigma_{a_{12}} & A\sigma_{a_2}^2 & A\sigma_{a_{23}} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{a_3}\sigma_{m_1} & A\sigma_{a_3}\sigma_{m_2} & A\sigma_{a_3}\sigma_{m_3} & A\sigma_{a_{13}} & A\sigma_{a_{23}} & A\sigma_{a_3}^2 \end{bmatrix}$$

โดยที่

$\mathrm{y}_{\mathrm{psb}}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (ลักษณะที่ 1)

$\mathrm{y}_{\mathrm{psw}}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (ลักษณะที่ 2)

$\mathrm{y}_{\mathrm{ibw}}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (ลักษณะที่ 3)

$X_1, X_2, X_3$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ = เวกเตอร์ของปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$W_1, W_2, W_3$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด สำหรับลักษณะที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับ

$l_1, l_2, l_3$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$Z_{1m}, Z_{2m}, Z_{3m}$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มจากพันธุกรรมของแม่สุกร สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$m_1, m_2, m_3$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$Z_{1a}, Z_{2a}, Z_{3a}$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มจากพันธุกรรมยีนแบบบวกสะสม สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$a_1, a_2, a_3$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$I$ = identity matrix

$\sigma^2_{l_1}, \sigma^2_{l_2}, \sigma^2_{l_3}$ = ความแปรปรวนเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$\sigma^2_{m_1}, \sigma^2_{m_2}, \sigma^2_{m_3}$ = ความแปรปรวนของอิทธิพลจากแม่สุกร ของลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$A$ = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

$\sigma^2_{a_1}, \sigma^2_{a_2}, \sigma^2_{a_3}$ = ความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$\sigma_{m_{i,j}}$ = ความแปรปรวนร่วมของอิทธิพลจากแม่สุกร ระหว่างลักษณะที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1, 2 และ 3

$\sigma_{a_{i,j}}$ = ความแปรปรวนร่วมของยีนแบบบวกสะสม ระหว่างลักษณะที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1, 2 และ 3

$\sigma_{m_i,a_j}$ = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลจากแม่สุกรและยีนแบบบวกสะสม ระหว่างลักษณะที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1, 2 และ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$\begin{bmatrix} y_{\%psb} \\ y_{\%psw} \\ y_{abw} \\ y_{ls} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & W_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & W_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & W_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \\ l_4 \end{bmatrix}$$
$$+ \begin{bmatrix} Z_{1m} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_{2m} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_{3m} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_{4m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{1a} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_{2a} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_{3a} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_{4a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \end{bmatrix} \quad (12)$$

ความแปรปรวนจากอิทธิพลของปัจจัยสุ่มมีสมมติฐาน คือ

$$\mathrm{Var}\begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \\ m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_{l_1}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{l_2}^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{l_3}^2 & A\sigma_{m_1}^2 & A\sigma_{m_{12}} & A\sigma_{m_{13}} & A\sigma_{m_{14}} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_3} & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_4} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_{12}} & A\sigma_{m_2}^2 & A\sigma_{m_{23}} & A\sigma_{m_{24}} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_3} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_4} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_{13}} & A\sigma_{m_{23}} & A\sigma_{m_3}^2 & A\sigma_{m_{34}} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_3} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_4} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_{14}} & A\sigma_{m_{24}} & A\sigma_{m_{34}} & A\sigma_{m_4}^2 & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_3} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_4} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_1} & A\sigma_{a_1}^2 & A\sigma_{a_{12}} & A\sigma_{a_{13}} & A\sigma_{a_{14}} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_2} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_2} & A\sigma_{a_{12}} & A\sigma_{a_2}^2 & A\sigma_{a_{23}} & A\sigma_{a_{24}} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_3} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_3} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_3} & A\sigma_{a_{13}} & A\sigma_{a_{23}} & A\sigma_{a_3}^2 & A\sigma_{a_{34}} \\ 0 & 0 & 0 & A\sigma_{m_1}\sigma_{a_1} & A\sigma_{m_2}\sigma_{a_4} & A\sigma_{m_3}\sigma_{a_4} & A\sigma_{m_4}\sigma_{a_4} & A\sigma_{a_{14}} & A\sigma_{a_{24}} & A\sigma_{a_{34}} & A\sigma_{a_4}^2 \end{bmatrix}$$

โดยที่

$\mathbf{y}_{\%psb}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (ลักษณะที่ 1)

$\mathbf{y}_{\%psw}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (ลักษณะที่ 2)

$\mathbf{y}_{abw}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ลักษณะที่ 3)

$\mathbf{y}_{ls}$ = เวกเตอร์ค่าสังเกตของลักษณะขนาดครอก (ลักษณะที่ 4)

$X_1, X_2, X_3, X_4$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกต กับปัจจัยคงที่ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = เวกเตอร์ของปัจจัยคงที่สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$W_1, W_2, W_3$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$l_1, l_2, l_3$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$Z_{1m}, Z_{2m}, Z_{3m}, Z_{4m}$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มจากพันธุกรรมของแม่สุกร สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$m_1, m_2, m_3, m_4$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$Z_{1a}, Z_{2a}, Z_{3a}, Z_{4a}$ = เมตริกซ์แสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่มจากพันธุกรรมยีนแบบบวกสะสม สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$a_1, a_2, a_3, a_4$ = เวกเตอร์ของปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน สำหรับลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$I$ = identity matrix

$\sigma_{l_1}^2, \sigma_{l_2}^2, \sigma_{l_3}^2$ = ความแปรปรวนเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด สำหรับลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

$\sigma_{m_1}^2, \sigma_{m_2}^2, \sigma_{m_3}^2, \sigma_{m_4}^2$ = ความแปรปรวนของอิทธิพลจากแม่สุกร ของลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$A$ = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวสัตว์

$\sigma_{a_1}^2, \sigma_{a_2}^2, \sigma_{a_3}^2, \sigma_{a_4}^2$ = ความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

$\sigma_{m_{i,j}}$ = ความแปรปรวนร่วมของอิทธิพลจากแม่สุกร ระหว่างลักษณะที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1, 2, 3 และ 4

$\sigma_{a_{i,j}}$ = ความแปรปรวนร่วมของยีนแบบบวกสะสม ระหว่างลักษณะที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1, 2, 3 และ 4

$\sigma_{m_i,a_j}$ = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลจากแม่สุกรและยีนแบบบวกสะสม ระหว่างลักษณะที่ i และ j โดยที่ i และ j = 1, 2, 3 และ 4

**3.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม**

การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนจะได้ค่า ความแปรปรวนเนื่องจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด ($\sigma_l^2$) ความแปรปรวนของอิทธิพลจากแม่สุกร ($\sigma_m^2$) ความแปรปรวนของอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม (Additive genetic variance, $\sigma_a^2$) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Residual variance, $\sigma_e^2$) ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะทางพันธุกรรม (genetic covariance) และค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะปรากฏ (phenotypic covariance) โดยค่าเหล่านี้ถูกนำมาคำนวณค่าอัตราพันธุกรรม ($h^2$) ทั้งค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม ($h_a^2$)และค่าอัตราพันธุกรรมของแม่สุกร ($h_m^2$) สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย แสดงในสมการที่ (13) คำนวณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะขนาดครอก แสดงในสมการที่ (14) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ($r_{gg}$) ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ($r_{pp}$) และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร ($r_{am}$) แสดงในสมการที่ (15) (16) และ (17) ตามลำดับ (Falconer and Mackay, 1996) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$h_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2+\sigma_m^2+\sigma_l^2+\sigma_e^2} \quad (13)$$

โดยที่

$h_a^2$ = ค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม หรือน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย

$\sigma_m^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลของแม่สุกร

$\sigma_l^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดจากกลุ่มของลูกสุกรที่เกิด

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสม

$\sigma_e^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากความคลาดเคลื่อน

$$h_m^2 = \frac{\sigma_m^2}{\sigma_a^2+\sigma_m^2+\sigma_l^2+\sigma_e^2} \quad (13)$$

โดยที่

$h_m^2$ = ค่าอัตราพันธุกรรมของแม่สุกรของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม หรือน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย

$\sigma_m^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลของแม่สุกร

$\sigma_l^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดจากกลุ่มของลูกสุกรที่เกิด

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสม

$\sigma_e^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากความคลาดเคลื่อน

$$h_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2+\sigma_e^2} \quad (14)$$

โดยที่

$h_a^2$ = ค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะขนาดครอก

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสม

$\sigma_e^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากความคลาดเคลื่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$r_{gg} = \frac{COV_{g_1 g_2}}{\sqrt{var(g_1)var(g_2)}} \quad (15)$$

โดยที่

$r_{gg}$ = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$COV_{g_1 g_2}$ = ความแปรปรวนร่วมเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$var(g_1)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 1

$var(g_2)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 2

$$r_{pp} = \frac{COV_{p_1 p_2}}{\sqrt{var(p_1)var(p_2)}} \quad (16)$$

โดยที่

$r_{pp}$ = ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$COV_{p_1 p_2}$ = ความแปรปรวนร่วมเนื่องจากลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2

$var(p_1)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากลักษณะปรากฏของลักษณะที่ 1

$var(p_2)$ = ความแปรปรวนเนื่องจากลักษณะปรากฏของลักษณะที่ 2

$$r_{am} = \frac{COV_{am}}{\sqrt{\sigma_a^2 \, x \, \sigma_m^2}} \quad (17)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยที่

$r_{am}$ = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร

$COV_{am}$ = ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร

$\sigma_a^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดเนื่องจากอิทธิพลแบบบวกสะสม

$\sigma_m^2$ = ความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลของแม่สุกร

# บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## 4.1 สถิติพรรณนาและการกระจายตัวของข้อมูล

### 4.1.1 สถิติพรรณนา

ข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของลูกสุกรรวมทุกพันธุ์ แสดงในตารางที่ 4.1 ข้อมูลของลูกสุกรแบบรายตัวมีจำนวนทั้งสิ้น 14,389 บันทึก เมื่อจำแนกตามลักษณะต่าง ๆ แล้ว จำนวนข้อมูลแตกต่างกันไปตั้งแต่ 452 บันทึก เป็นข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตายแรกคลอดซึ่งมีจำนวนข้อมูลน้อย จนถึงจำนวน 14,389 บันทึก ซึ่งเป็นข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และข้อมูลลูกสุกรตายแรกคลอด ทั้งนี้จำนวนข้อมูลขึ้นอยู่กับการสูญหายของข้อมูลในแต่ละลักษณะ ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่บันทึกเป็นรายตัว พบว่า ลูกสุกรมีการอยู่รอดเมื่อแรกเกิดเท่ากับ 86.21 ± 34.48 เปอร์เซ็นต์ และมีการอยู่รอดก่อนหย่านมเท่ากับ 71.70 ± 45.05 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมดตั้งแต่แรกเกิดจนถึงหย่านม พบว่า มีการอยู่รอดเท่ากับ 60.14 ± 48.96 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ± 0.38 กิโลกรัม แบ่งเป็นน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ± 0.38 กิโลกรัม และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตายแรกคลอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 ± 0.30 กิโลกรัม และลูกสุกรภายในฟาร์มมีอายุหย่านมเฉลี่ย 34.43 ± 3.99 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลแบบรายครอกของการให้ผลผลิตมาจากข้อมูลของแม่สุกรทั้งหมดจำนวน 1,413 ครอก พบว่ามีขนาดครอกเฉลี่ย 10.18 ± 3.90 ตัวต่อครอก มีลูกสุกรเกิดมีชีวิตเฉลี่ย 8.79 ± 3.73 ตัวต่อครอก และมีลูกสุกรตายแรกคลอดเฉลี่ย 1.39 ± 2.02 ตัวต่อครอก มีระยะอุ้มท้องเฉลี่ย 116.33 ± 2.21 วัน และมีลำดับท้องเฉลี่ย 2.19 ± 1.29 ข้อมูลแบบรายครอกลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยจากข้อมูล 1,413 ครอก พบว่า มีการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดเฉลี่ย 86.84 ± 18.40 เปอร์เซ็นต์ การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเฉลี่ย 70.36 ± 27.71 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรทั้งหมด และน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรมีชีวิตเท่ากับ 1.62 ± 0.30 กิโลกรัม เท่ากัน

**ตารางที่ 4.1** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านม

| ลักษณะ | จำนวน | ค่าเฉลี่ย ± SD | พิสัย |
|---|---|---|---|
| ***ข้อมูลรายตัว*** | | | |
| การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด (%) | 11,851 | 60.14 ± 48.96 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 14,389 | 86.21 ± 34.48 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 9,919 | 71.70 ± 45.05 | 0 - 100 |
| ลูกสุกรตายแรกคลอด (%) | 14,389 | 13.63 ± 34.32 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 12,865 | 1.58 ± 0.38 | 0.4 - 2.7 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 12,413 | 1.58 ± 0.38 | 0.4 - 2.7 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกตายแรกคลอด (กก.) | 452 | 1.40 ± 0.30 | 0.4 - 2.5 |
| อายุหย่านมของลูกสุกร (วัน) | 6,711 | 34.43 ± 3.99 | 19 - 45 |
| ***ข้อมูลรายครอก*** | | | |
| ขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด (ตัว/ครอก) | 1,413 | 10.18 ± 3.90 | 1 - 23 |
| จำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิต (ตัว/ครอก) | 1,413 | 8.79 ± 3.73 | 0 - 20 |
| จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด (ตัว/ครอก) | 1,413 | 1.39 ± 2.02 | 0 - 15 |
| ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร (วัน) | 1,410 | 116.33 ± 2.21 | 108 - 124 |
| ลำดับท้องของแม่สุกร (ครอก/แม่) | 1,392 | 2.19 ± 1.29 | 1 - 8 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 1,413 | 86.84 ± 18.40 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 1,105 | 70.36 ± 27.71 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 1,411 | 1.62 ± 0.30 | 0.8 - 2.65 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 1,405 | 1.62 ± 0.30 | 0.8 - 2.65 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

***สถิติพรรณนาจำแนกตามพันธุ์ของสุกร***

ข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ (ตารางที่ 4.2) พบว่า ลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีการอยู่รอดเมื่อแรกเกิดเท่ากับ 85.83 ± 34.88 เปอร์เซ็นต์ และมีการอยู่รอดก่อนหย่านมเท่ากับ 74.19 ± 43.77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมดตั้งแต่แรกเกิดจนถึงหย่านมพบว่ามีการอยู่รอดเท่ากับ 61.04 ± 48.78 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 ± 0.34 กิโลกรัม แบ่งเป็นน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 ± 0.34 กิโลกรัม และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตายแรกคลอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.36 ± 0.27 กิโลกรัม และลูกสุกรมีอายุหย่านมเฉลี่ย 34.82 ± 4.05 วัน ข้อมูลแบบรายครอกของแม่สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีจำนวน 300 ครอก มีขนาดครอกเฉลี่ย 9.55 ± 3.78 ตัวต่อครอก มีลูกสุกรเกิดมีชีวิตเฉลี่ย 8.2 ± 3.68 ตัวต่อครอก และมีลูกสุกรตายแรกคลอดเฉลี่ย 1.39 ± 2.12 ตัวต่อครอก มีระยะอุ้มท้องเฉลี่ย 116.71 ± 2.18 วัน และมีลำดับท้องเฉลี่ย 2.27 ± 1.36 ข้อมูลแบบรายครอกของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ พบว่า มีการอยู่ของลูกสุกรรอดแรกเกิดเฉลี่ย 86.77 ± 19.78 เปอร์เซ็นต์ การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเฉลี่ย 71.66 ± 30.75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตเฉลี่ย เท่ากับ 1.49 ± 0.28 กิโลกรัม เท่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.2** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์

| ลักษณะ | จำนวน | ค่าเฉลี่ย ± SD | พิสัย |
|---|---|---|---|
| ***ข้อมูลรายตัว*** | | | |
| การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด (%) | 2,292 | 61.04 ± 48.78 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 2,866 | 85.83 ± 34.88 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 1,866 | 74.19 ± 43.77 | 0 - 100 |
| ลูกสุกรตายแรกคลอด (%) | 2,866 | 14.17 ± 34.88 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 2,580 | 1.45 ± 0.34 | 0.5 - 2.6 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 2,460 | 1.46 ± 0.34 | 0.5 - 2.6 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกตายแรกคลอด (กก.) | 120 | 1.36 ± 0.27 | 0.8 - 2.0 |
| อายุหย่านมของลูกสุกร (วัน) | 1,294 | 34.82 ± 4.05 | 25 - 45 |
| ***ข้อมูลรายครอก*** | | | |
| ขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด (ตัว/ครอก) | 300 | 9.55 ± 3.78 | 1 - 23 |
| จำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิต (ตัว/ครอก) | 300 | 8.2 ± 3.68 | 0 - 19 |
| จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด (ตัว/ครอก) | 300 | 1.39 ± 2.12 | 0 - 12 |
| ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร (วัน) | 300 | 116.71 ± 2.18 | 109 - 123 |
| ลำดับท้องของแม่สุกร (ครอก/แม่) | 293 | 2.27 ± 1.36 | 1 - 8 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 300 | 86.77 ± 19.78 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 218 | 71.66 ± 30.75 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 300 | 1.49 ± 0.28 | 0.8 - 2.52 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 298 | 1.49 ± 0.28 | 0.8 - 2.52 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ (ตารางที่ 4.3) พบว่า ลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซมีข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เท่ากับ 86.38 ± 34.30 เปอร์เซ็นต์ มีการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม เท่ากับ 71.36 ± 45.21 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณการอยู่รอดของลูกสุกรตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านม พบว่า มีการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซเท่ากับ 60.26 ± 48.94 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ± 0.39 กิโลกรัม แบ่งเป็นน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ± 0.39 กิโลกรัม และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตายแรกคลอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 ± 0.32 กิโลกรัม และลูกสุกรภายในฟาร์มมีอายุหย่านมเฉลี่ย 34.30 ± 3.95 วัน ข้อมูลแบบรายครอกของแม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซ จำนวน 980 ครอก พบว่ามีขนาดครอกเฉลี่ย 10.82 ± 3.80 ตัวต่อครอก มีลูกสุกรเกิดมีชีวิตเฉลี่ย 9.35 ± 3.66 ตัวต่อครอก และมีลูกสุกรตายแรกคลอดเฉลี่ย 1.47 ± 2.09 ตัวต่อครอก มีระยะอุ้มท้องเฉลี่ย 116.49 ± 2.09 วัน และมีลำดับท้องเฉลี่ย 2.20 ± 1.29 ข้อมูลแบบรายครอกของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ พบว่า มีการอยู่ของลูกสุกรรอดแรกเกิดเฉลี่ย 86.85 ± 18.04 เปอร์เซ็นต์ การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเฉลี่ย 70.69 ± 26.36 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตเฉลี่ย เท่ากับ 1.65 ± 0.29 และ 1.66 ± 0.29 กิโลกรัม ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.3** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของสุกรพันธุ์แลนด์เรซ

| ลักษณะ | จำนวน | ค่าเฉลี่ย ± SD | พิสัย |
|---|---|---|---|
| ***ข้อมูลรายตัว*** | | | |
| การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด (%) | 9,033 | 60.26 ± 48.94 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 10,605 | 86.38 ± 34.30 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 7,618 | 71.36 ± 45.21 | 0 - 100 |
| ลูกสุกรตายแรกคลอด (%) | 10,605 | 13.62 ± 34.30 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 9,414 | 1.61 ± 0.39 | 0.4 - 2.7 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 9,147 | 1.61 ± 0.39 | 0.4 - 2.7 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกตายแรกคลอด (กก.) | 267 | 1.39 ± 0.32 | 0.4 - 2.5 |
| อายุหย่านมของลูกสุกร (วัน) | 5,157 | 34.30 ± 3.95 | 19 - 45 |
| ***ข้อมูลรายครอก*** | | | |
| ขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด (ตัว/ครอก) | 980 | 10.82 ± 3.80 | 0 - 20 |
| จำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิต (ตัว/ครอก) | 980 | 9.35 ± 3.66 | 0 - 20 |
| จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด (ตัว/ครอก) | 980 | 1.47 ± 2.09 | 0 - 15 |
| ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร (วัน) | 977 | 116.49 ± 2.09 | 110 - 124 |
| ลำดับท้องของแม่สุกร (ครอก/แม่) | 976 | 2.20 ± 1.29 | 1 - 8 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 980 | 86.85 ± 18.04 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 817 | 70.69 ± 26.36 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 978 | 1.65 ± 0.29 | 0.88 - 2.6 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 974 | 1.66 ± 0.29 | 0.88 - 2.6 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของลูกสุกรพันธุ์ดูร็อก (ตารางที่ 4.4) พบว่า ลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกมีข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เท่ากับ 87.80 ± 33.75 เปอร์เซ็นต์ มีการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเท่ากับ 66.90 ± 47.11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณการอยู่รอดของลูกสุกรตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านม พบว่า มีการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกเท่ากับ 54.18 ± 49.87 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 ± 0.33 กิโลกรัม แบ่งเป็นน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 ± 0.35 กิโลกรัม และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตายแรกคลอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 ± 0.26 กิโลกรัม และลูกสุกรภายในฟาร์มมีอายุหย่านมเฉลี่ย 35.14 ± 4.28 วัน ข้อมูลแบบรายครอกของแม่สุกรพันธุ์ดูร็อก จำนวน 133 ครอก พบว่า มีขนาดครอกเฉลี่ย 6.90 ± 2.82 ตัวต่อครอก มีลูกสุกรเกิดมีชีวิตเฉลี่ย 6.06 ± 2.89 ตัวต่อครอก และมีลูกสุกรตายแรกคลอดเฉลี่ย 0.84 ± 1.15 ตัวต่อครอก มีระยะอุ้มท้องเฉลี่ย 114.27 ± 2.11 วัน และมีลำดับท้องเฉลี่ย 1.89 ± 1.08 ข้อมูลแบบรายครอกของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรพันธุ์ดูร็อก พบว่า มีการอยู่ของลูกสุกรรอดแรกเกิดเฉลี่ย 86.92 ± 17.89 เปอร์เซ็นต์ การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเฉลี่ย 62.55 ± 32.11 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิตเฉลี่ย เท่ากับ 1.65 ± 0.28 และ 1.66 ± 0.28 กิโลกรัม ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.4** จำนวนชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าพิสัย ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด ลักษณะขนาดครอก และอายุหย่านมของสุกรพันธุ์ดูร็อก

| ลักษณะ | จำนวน | ค่าเฉลี่ย ± SD | พิสัย |
|---|---|---|---|
| ***ข้อมูลรายตัว*** | | | |
| การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด (%) | 526 | 54.18 ± 49.87 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 918 | 87.80 ± 33.75 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 426 | 66.90 ± 47.11 | 0 - 100 |
| ลูกสุกรตายแรกคลอด (%) | 918 | 12.20 ± 32.75 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 871 | 1.63 ± 0.33 | 0.5 - 2.7 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 806 | 1.64 ± 0.35 | 0.5 - 2.7 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกตายแรกคลอด (กก.) | 65 | 1.56 ± 0.26 | 1.0 - 2.4 |
| อายุหย่านมของลูกสุกร (วัน) | 260 | 35.14 ± 4.28 | 23 - 43 |
| ***ข้อมูลรายครอก*** | | | |
| ขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด (ตัว/ครอก) | 133 | 6.90 ± 2.82 | 1 - 13 |
| จำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิต (ตัว/ครอก) | 133 | 6.06 ± 2.89 | 1 - 13 |
| จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด (ตัว/ครอก) | 133 | 0.84 ± 1.15 | 0 - 6 |
| ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร (วัน) | 133 | 114.27 ± 2.11 | 108 - 120 |
| ลำดับท้องของแม่สุกร (ครอก/แม่) | 123 | 1.89 ± 1.08 | 1 - 5 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%) | 133 | 86.92 ± 17.89 | 0 - 100 |
| การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%) | 70 | 62.55 ± 32.11 | 0 - 100 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งหมด (กก.) | 133 | 1.65 ± 0.28 | 0.87 - 2.65 |
| น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีชีวิต (กก.) | 133 | 1.66 ± 0.28 | 0.87 - 2.65 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**4.1.2 สาเหตุการตายก่อนหย่านม**

สาเหตุการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม จำนวนข้อมูล และน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกร แสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า ลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านมส่วนใหญ่ไม่ทราบสาเหตุการตาย คิดเป็น 42.09 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้งหมด สำหรับข้อมูลที่ทราบสาเหตุการตายพบว่าลูกสุกรส่วนใหญ่ตายเนื่องจากแม่ทับ-แม่กัด เท่ากับ 23.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น อดนม-อ่อนแอ และท้องเสีย คิดเป็น 13.22 และ 12.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ลูกสุกรที่ตายเนื่องจากสาเหตุ อดนม-อ่อนแอ มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดต่ำกว่าสาเหตุอื่น ๆ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 1.21 ± 0.38 กิโลกรัม รองลงมาเป็นลูกสุกรตายเนื่องจากถูกแม่สุกรทับ-แม่กัด ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากับ 1.46 ± 0.38 กิโลกรัม เมื่อจำแนกตามเพศของลูกสุกร พบว่าให้ผลการศึกษาไปในทิศทางเดียวกันกับผลของข้อมูลรวมทั้งหมด ซึ่งอายุของลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านมเฉลี่ย เท่ากับ 7.89 ± 8.30 วัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยลูกสุกร 62.75 เปอร์เซ็นต์ ตายในช่วง 7 วันแรกหลังคลอด (ภาพภาคผนวกที่ 1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.5** จำนวนชุดข้อมูล (เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรตัวเมีย ตัวผู้ และรวมทั้งสองเพศ จำแนกตามสาเหตุการตาย

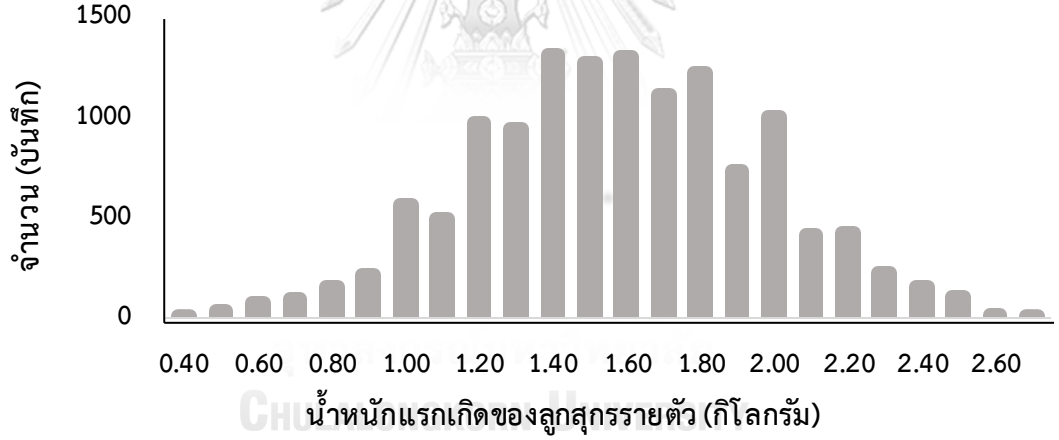
| สาเหตุ | ตัวเมียและตัวผู้ | | ตัวเมีย | | ตัวผู้ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวน (%) | น้ำหนัก | จำนวน (%) | น้ำหนัก | จำนวน (%) | น้ำหนัก |
| แม่ทับ แม่กัด | 664 (23.66) | 1.46 ± 0.38 | 309 (11.01) | 1.41 ± 0.37 | 355 (12.65) | 1.50 ± 0.39 |
| อ่อนแอ อดนม | 371 (13.22) | 1.21 ± 0.38 | 180 (6.41) | 1.22 ± 0.43 | 191 (6.81) | 1.20 ± 0.43 |
| ท้องเสีย | 346 (12.33) | 1.52 ± 0.43 | 165 (5.88) | 1.47 ± 0.33 | 181 (6.45) | 1.56 ± 0.37 |
| ป่วย ติดเชื้อ | 101 (3.60) | 1.49 ± 0.35 | 49 (1.75) | 1.47 ± 0.30 | 52 (1.85) | 1.52 ± 0.36 |
| ขาถ่าง ขาเจ็บ | 53 (1.89) | 1.45 ± 0.33 | 18 (0.64) | 1.38 ± 0.47 | 35 (1.25) | 1.49 ± 0.40 |
| โรคปอด | 49 (1.75) | 1.57 ± 0.42 | 25 (0.89) | 1.42 ± 0.41 | 24 (0.86) | 1.72 ± 0.33 |
| พิการ | 37 (1.32) | 1.47 ± 0.40 | 17 (0.61) | 1.27 ± 0.37 | 20 (0.71) | 1.63 ± 0.38 |
| อุบัติเหตุ | 4 (0.14) | 1.53 ± 0.41 | 1 (0.04) | 2.00 ± 0 | 3 (0.11) | 1.37 ± 0.29 |
| ไม่ทราบสาเหตุ | 1,181 (42.09) | 1.48 ± 0.39 | 544 (19.39) | 1.46 ± 0.37 | 637 (22.7) | 1.49 ± 0.39 |
| รวม | 2,806 (100) | 1.44 ± 0.40 | 1,308 (100) | 1.41 ± 0.38 | 1498 (100) | 1.47 ± 0.41 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**4.1.3 การกระจายตัวของข้อมูล**

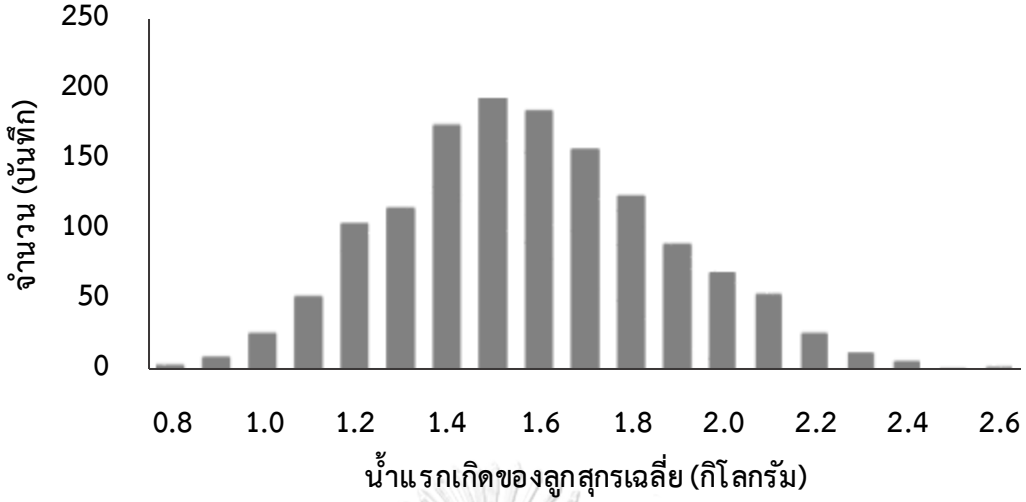
จากการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลในลักษณะที่ทำการศึกษา คือ การอยู่รอดของลูกสุกร และน้ำหนักแรกเกิดที่เป็นข้อมูลรายตัว และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอก ที่เป็นข้อมูลรายครอก ด้วย Kolmogorov Smirnov Test พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การกระจายตัวของข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นแบบไบนารี ที่มีค่าสังเกตเป็น 0 และ 1 สำหรับการกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดรายตัวของลูกสุกรทั้งหมด ที่คิดจากลูกสุกรเกิดมีชีวิตและลูกตายแรกคลอดรวมกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 กิโลกรัม มีค่ามัธยฐาน (median) และค่าฐานนิยม (mode) เท่ากับ 1.60 กิโลกรัม ลูกสุกรส่วนใหญ่ (76.73 เปอร์เซ็นต์) มีน้ำหนักแรกเกิดอยู่ในช่วง 1.20 ถึง 2.00 กิโลกรัม สำหรับลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดน้อยกว่า 1.20 กิโลกรัม และมากกว่า 2.00 กิโลกรัม มีเพียง 12.73 และ 10.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1)



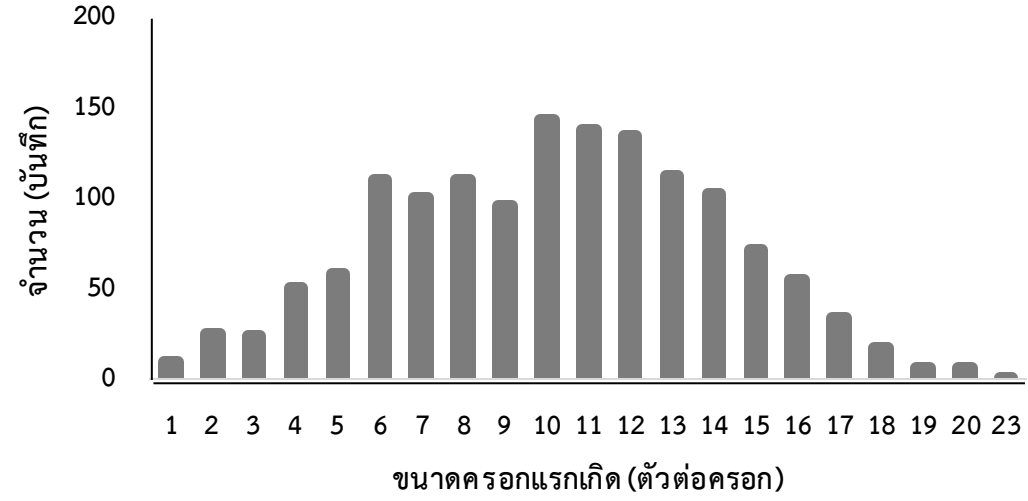

**ภาพที่ 4.1** การกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร

การกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอก แสดงในภาพที่ 4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแรกเกิดรายครอก เท่ากับ 1.62 กิโลกรัม ข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดรายครอก อยู่ในช่วง 0.80 ถึง 2.65 กิโลกรัม ข้อมูลส่วนใหญ่ (81.14 เปอร์เซ็นต์) เป็นข้อมูลของแม่สุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดรายครอก 1.20 ถึง 2.00 กิโลกรัม มีค่ามัธยฐานและฐานนิยม อยู่ที่ 1.61 และ 1.70 กิโลกรัม ข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอก ที่น้อยกว่า 1.20 และ มากกวา 2.00 กิโลกรัม มีเพียง 6.62 และ 12.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ




**ภาพที่ 4.2** การกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอก

การกระจายตัวของข้อมูลขนาดครอกแรกเกิด แสดงในภาพที่ 4.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยขนาดครอก เท่ากับ 10.18 ตัวต่อครอก ข้อมูลขนาดครอกกระจายตัวอยู่ในช่วง 1 ถึง 23 ตัว ข้อมูลส่วนใหญ่ (74.35 เปอร์เซ็นต์) เป็นข้อมูลของแม่สุกรที่มีขนาดครอกแรกเกิด 6 ถึง 14 ตัวต่อครอก มีค่ามัธยฐานและฐานนิยม อยู่ที่ 10 ตัวต่อครอก ข้อมูลที่มีขนาดครอกน้อยกว่า 6 ตัวต่อครอกและมากกว่า 14 ตัวต่อครอก มีอยู่เท่ากับ 11.90 และ 13.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ




**ภาพที่ 4.3** การกระจายตัวของข้อมูลขนาดครอกแรกเกิด

### 4.1.4 การกระจายตัวของข้อมูลจำแนกตามปัจจัยคงที่

***1) ลำดับท้อง***

ข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัวของลูกสุกรทุกพันธุ์เมื่อจำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร (ตารางที่ 4.6) พบว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 มีจำนวนข้อมูลสูงที่สุด คือ 5,534, 3,697 และ 5,003 บันทึก ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ตามลำดับ มีค่าอยู่ในช่วง 37.30 ถึง 39.45 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนข้อมูลลดลงในลำดับท้องถัดไป ในลำดับท้อง 5 ถึง 8 มีจำนวนข้อมูลรวมทั้ง 4 ลำดับท้อง เท่ากับ 5.47 ถึง 6.02 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 4.6** จำนวนบันทึกข้อมูลของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร (parity)

| ลักษณะ | รายตัว | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ลำดับท้อง | PSB | | PSW | | IBW | |
| | บันทึก | %[1] | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 1 | 5,534 | 38.98 | 3,697 | 37.30 | 5,003 | 39.45 |
| 2 | 3,737 | 26.32 | 2,518 | 25.41 | 3,332 | 26.27 |
| 3 | 2,623 | 18.48 | 2,030 | 20.48 | 2,402 | 18.94 |
| 4 | 1,449 | 10.21 | 1,087 | 10.97 | 1,250 | 9.86 |
| 5 | 558 | 3.93 | 364 | 3.67 | 472 | 3.72 |
| 6 | 172 | 1.21 | 123 | 1.24 | 131 | 1.03 |
| 7 | 93 | 0.66 | 69 | 0.70 | 69 | 0.54 |
| 8 | 31 | 0.22 | 23 | 0.23 | 23 | 0.18 |

[1]เป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดภายในแต่ละลักษณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอกของลูกสุกรทุกพันธุ์เมื่อจำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร (ตารางที่ 4.7) พบว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 มีจำนวนข้อมูลสูงที่สุด คือ 545, 404, 542 และ 545 บันทึก ในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอกตามลำดับ มีค่าอยู่ในช่วง 36.59 ถึง 39.16 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนข้อมูลลดลงในลำดับท้องถัดไป

ในลำดับท้อง 5 ถึง 8 มีจำนวนข้อมูลรวมทั้ง 4 ลำดับท้อง เท่ากับ 5.64 ถึง 6.16 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการจัดการในฟาร์มมีการคัดทิ้งแม่สุกรในลำดับท้องที่ 5 ขึ้นไป ในการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยคงที่จึงทำการจัดกลุ่มปัจจัยลำดับท้องของแม่สุกรออกเป็น 5 กลุ่ม คือ ลำดับท้องที่ 1, 2, 3, 4 และลำดับท้องที่ 5 ขึ้นไป

**ตารางที่ 4.7** จำนวนบันทึกข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร (parity)

| ลักษณะ | รายครอก | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ลำดับท้อง | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | %[1] | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 1 | 545 | 39.15 | 404 | 36.59 | 542 | 39.16 | 545 | 39.15 |
| 2 | 375 | 26.94 | 288 | 26.09 | 372 | 26.88 | 375 | 26.94 |
| 3 | 251 | 18.03 | 223 | 20.20 | 251 | 18.14 | 251 | 18.03 |
| 4 | 142 | 10.20 | 121 | 10.96 | 141 | 10.19 | 142 | 10.20 |
| 5 | 54 | 3.88 | 44 | 3.99 | 53 | 3.83 | 54 | 3.88 |
| 6 | 14 | 1.01 | 13 | 1.18 | 14 | 1.01 | 14 | 1.01 |
| 7 | 8 | 0.57 | 8 | 0.72 | 8 | 0.58 | 8 | 0.57 |
| 8 | 3 | 0.22 | 3 | 0.27 | 3 | 0.22 | 3 | 0.22 |

[1]เป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดภายในแต่ละลักษณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

***2) ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร***

ข้อมูลรายตัวของลักษณะที่ทำการศึกษาของลูกสุกรรวมทุกพันธุ์ เมื่อจำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร (ตารางที่ 4.8) พบว่า ข้อมูลของลูกสุกรส่วนใหญ่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรอยู่ในช่วง 114 ถึง 119 วัน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ รวมเท่ากับ 85.08, 85.85, และ 85.32 เปอร์เซ็นต์ ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ตามลำดับ สำหรับข้อมูลลูกสุกรที่เกิดในแม่ที่อุ้มท้องน้อยกว่า 114 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์รวม อยู่ในช่วง 9.38 ถึง 9.66 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลลูกสุกรที่เกิดในแม่ที่อุ้มท้องมากกว่า 119 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์รวม อยู่ในช่วง 4.56 ถึง 5.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.8** จำนวนบันทึกข้อมูลของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร

| ลักษณะ | รายตัว | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GL[1] | PSB | | PSW | | IBW | |
| (วัน) | บันทึก | %[2] | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 108 | 7 | 0.05 | 0 | 0.00 | 4 | 0.03 |
| 109 | 9 | 0.06 | 9 | 0.09 | 9 | 0.07 |
| 110 | 94 | 0.65 | 48 | 0.48 | 66 | 0.51 |
| 111 | 112 | 0.78 | 66 | 0.67 | 91 | 0.71 |
| 112 | 381 | 2.65 | 266 | 2.69 | 342 | 2.66 |
| 113 | 785 | 5.47 | 560 | 5.65 | 694 | 5.40 |
| 114 | 1,274 | 8.87 | 834 | 8.42 | 1,129 | 8.79 |
| 115 | 2,133 | 14.85 | 1,567 | 15.82 | 1,964 | 15.28 |
| 116 | 2,957 | 20.59 | 2,103 | 21.23 | 2,638 | 20.53 |
| 117 | 2,884 | 20.08 | 2,017 | 20.37 | 2,594 | 20.19 |
| 118 | 2,004 | 13.95 | 1,372 | 13.85 | 1,786 | 13.90 |
| 119 | 968 | 6.74 | 610 | 6.16 | 852 | 6.63 |
| 120 | 330 | 2.30 | 193 | 1.95 | 304 | 2.37 |
| 121 | 293 | 2.04 | 181 | 1.83 | 262 | 2.04 |
| 122 | 64 | 0.45 | 38 | 0.38 | 58 | 0.45 |
| 123 | 48 | 0.33 | 27 | 0.27 | 44 | 0.34 |
| 124 | 18 | 0.13 | 13 | 0.13 | 13 | 0.10 |

[1] GL (Gestation length) ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร

[2] เป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดภายในแต่ละลักษณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลรายครอกของลักษณะที่ทำการศึกษาของลูกสุกรรวมทุกพันธุ์ เมื่อจำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร (ตารางที่ 4.9) พบว่า ข้อมูลของลูกสุกรส่วนใหญ่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรอยู่ในช่วง 114 ถึง 119 วัน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ รวมเท่ากับ 83.69, 84.02, และ 83.63 เปอร์เซ็นต์ ในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ตามลำดับ สำหรับข้อมูลลูกสุกรที่เกิด

ในแม่ที่อุ้มท้องน้อยกว่า 114 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์รวม อยู่ในช่วง 9.70 ถึง 9.99 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลลูกสุกรที่เกิดในแม่ที่อุ้มท้องมากกว่า 119 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์รวม อยู่ในช่วง 5.99 ถึง 6.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยคงที่ จึงทำการจัดกลุ่มปัจจัยเนื่องจากระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรออกเป็น 8 กลุ่ม คือ ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร ≤ 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119 และ ≥ 120 วัน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.9** จำนวนบันทึกข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร

| ลักษณะ | รายครอก | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GL[1] | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| (วัน) | บันทึก | %[2] | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 108 | 1 | 0.07 | 0 | 0.00 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 109 | 1 | 0.07 | 1 | 0.09 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 110 | 10 | 0.71 | 8 | 0.73 | 10 | 0.71 | 10 | 0.71 |
| 111 | 13 | 0.92 | 10 | 0.91 | 13 | 0.93 | 13 | 0.92 |
| 112 | 36 | 2.55 | 28 | 2.54 | 35 | 2.50 | 36 | 2.55 |
| 113 | 76 | 5.39 | 63 | 5.72 | 76 | 5.42 | 76 | 5.39 |
| 114 | 128 | 9.08 | 98 | 8.89 | 128 | 9.13 | 128 | 9.08 |
| 115 | 199 | 14.11 | 160 | 14.52 | 199 | 14.19 | 199 | 14.11 |
| 116 | 274 | 19.43 | 225 | 20.42 | 272 | 19.40 | 274 | 19.43 |
| 117 | 280 | 19.86 | 217 | 19.69 | 277 | 19.76 | 280 | 19.86 |
| 118 | 198 | 14.04 | 154 | 13.97 | 197 | 14.05 | 198 | 14.04 |
| 119 | 101 | 7.16 | 72 | 6.53 | 101 | 7.20 | 101 | 7.16 |
| 120 | 42 | 2.98 | 31 | 2.81 | 41 | 2.92 | 42 | 2.98 |
| 121 | 32 | 2.27 | 22 | 2.00 | 32 | 2.28 | 32 | 2.27 |
| 122 | 11 | 0.78 | 8 | 0.73 | 11 | 0.78 | 11 | 0.78 |
| 123 | 6 | 0.43 | 3 | 0.27 | 6 | 0.43 | 6 | 0.43 |
| 124 | 2 | 0.14 | 2 | 0.18 | 2 | 0.14 | 2 | 0.14 |

[1] GL (Gestation length) ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร

[2] เป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดภายในแต่ละลักษณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

***3) พันธุ์ของลูกสุกร***

เมื่อจำแนกข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ตามพันธุ์ของสุกร (ตารางที่ 4.10) พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ คิดเป็น 73.18 ถึง 76.80 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้งหมดในแต่ละลักษณะ ถัดมาเป็นข้อมูลลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ มีข้อมูลในช่วง 18.90 ถึง 20.05 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกมีจำนวนน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 4.30 ถึง 6.77 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 4.10** จำนวนบันทึกข้อมูลของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว(IBW) ที่จำแนกตามพันธุ์ของสุกร

| ลักษณะ | รายตัว | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| พันธุ์ | PSB | | PSW | | IBW | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| พันธุ์ยอร์กเชียร์ | 2,866 | 19.92 | 1,875 | 18.90 | 2,580 | 20.05 |
| พันธุ์แลนด์เรซ | 10,605 | 73.70 | 7,618 | 76.80 | 9,414 | 73.18 |
| พันธุ์ดูร็อก | 918 | 6.38 | 426 | 4.30 | 871 | 6.77 |

ข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก เมื่อจำแนกตามพันธุ์ของสุกร ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 4.11) พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ คิดเป็น 69.32 ถึง 73.94 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้งหมดในแต่ละลักษณะ ถัดมาเป็นข้อมูลลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ มีข้อมูลในช่วง 19.73 ถึง 21.23 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกมีจำนวนน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 6.33 ถึง 9.47 เปอร์เซ็นต์ โดยปัจจัยเนื่องจากพันธุ์ของสุกรแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พันธุ์ยอร์กเชียร์ แลนด์เรซ และดูร็อก

**ตารางที่ 4.11** จำนวนบันทึกข้อมูลรายครอกของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามพันธุ์ของสุกร

| ลักษณะ | รายครอก | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| พันธุ์ | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| พันธุ์ยอร์กเชียร์ | 300 | 21.23 | 218 | 19.73 | 298 | 21.21 | 300 | 21.23 |
| พันธุ์แลนด์เรซ | 980 | 69.36 | 817 | 73.94 | 974 | 69.32 | 980 | 69.36 |
| พันธุ์ดูร็อก | 133 | 9.41 | 70 | 6.33 | 133 | 9.47 | 133 | 9.41 |

***4) เพศของลูกสุกร***

ข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัวเมื่อจำแนกตามเพศของลูกสุกร แสดงในตารางที่ 4.12 จำนวนข้อมูลของลูกสุกรทั้งสองเพศใกล้เคียงกัน มีลูกสุกรตัวเมียประมาณ 49.36 เปอร์เซ็นต์ (49.36 ถึง 49.69 เปอร์เซ็นต์) และมีลูกสุกรตัวผู้ประมาณ 50.64 เปอร์เซ็นต์ (50.31 ถึง 50.64 เปอร์เซ็นต์) ในทั้งสามลักษณะ ซึ่งปัจจัยอันเนื่องจากเพศของลูกสุกรแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลูกสุกรตัวเมียและตัวผู้

**ตารางที่ 4.12** จำนวนบันทึกข้อมูลรายตัวของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกร ก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามเพศของลูกสุกร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายตัว | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เพศ | PSB | | PSW | | IBW | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| ตัวเมีย | 6,381 | 49.36 | 4,927 | 49.69 | 6,346 | 49.42 |
| ตัวผู้ | 6,546 | 50.64 | 4,988 | 50.31 | 6,496 | 50.58 |

***5) โรงเรือน-ปี- เดือนที่ลูกสุกรเกิด***

อิทธิพลจากโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด เป็นข้อมูลลูกสุกรที่เกิดใน 5 โรงเรือน ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึง 2560 เป็นเวลาทั้งสิ้น 11 ปี และเดือนเกิดของลูกสุกร โดยแบ่งเป็น 2 เดือนต่อ 1 กลุ่ม ได้ทั้งสิ้น 116 กลุ่ม โดยข้อมูลลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูก

สุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัวที่เกิดในโรงเรือน-ปี-เดือนที่แตกต่างกัน มีข้อมูล 116, 90 และ 116 กลุ่ม ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอกของลูกสุกรที่เกิดในโรงเรือน-ปี-เดือนที่แตกต่างกัน มีข้อมูล 115 85 114 และ 115 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 2)

## 4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

### 4.2.1 ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมด้วยคำสั่ง PROC LOGISTIC และ stepwise selection ผลการศึกษาพบว่าลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด มีอิทธิพลที่มากระทบ คือ ลำดับท้องของแม่สุกร ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร และอิทธิพลจากโรงเรือน-ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมมีปัจจัยคงที่ที่มากระทบ คือ ลำดับท้องของแม่สุกร ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ของลูกสุกร เพศของลูกสุกร และอิทธิพลจากโรงเรือน-ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร (ตารางที่ 4.13)

วิเคราะห์ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอก ด้วยวิธี least square ผ่านคำสั่ง PROC GLM โดยนำปัจจัยคงที่เข้าวิเคราะห์ทีละปัจจัย หลังจากนั้นนำปัจจัยทั้งหมดที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ของแต่ละลักษณะ เข้าวิเคราะห์พร้อมกันอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่าลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว มีปัจจัยคงที่ที่มากระทบ คือ ลำดับท้อง ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ของลูกสุกร เพศของลูกสุกร และอิทธิพลจากโรงเรือน-ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด พบว่า มีนัยสำคัญเพียงสองปัจจัย คืออิทธิพลเนื่องจากลำดับท้องของแม่สุกรและอิทธิพลจากโรงเรือน-ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีปัจจัยคงที่ คือ ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ของลูกสุกร และอิทธิพลจากโรงเรือน–ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย มีปัจจัยคงที่ คือ ลำดับท้อง ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ของลูกสุกร และอิทธิพลจากโรงเรือน–ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร ส่วนลักษณะขนาดครอก พบว่า มีนัยสำคัญเพียงสองปัจจัย คืออิทธิพลเนื่องจากพันธุ์สุกรและอิทธิพลจากโรงเรือน-ปี-เดือนที่เกิดของลูกสุกร (ตารางที่ 4.13)

**ตารางที่ 4.13** อิทธิพลของปัจจัยคงที่ที่กระทบต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| อิทธิพล | ลักษณะที่ศึกษา | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PSB | PSW | IBW | %PSB | %PSW | ABW | LS |
| ***ปัจจัยจากแม่สุกร*** | | | | | | | |
| ลำดับท้อง | * | ** | ** | ** | ns | ** | ns |
| ระยะเวลาการอุ้มท้อง | ** | ** | ** | ns | ** | ** | - |
| ***ปัจจัยจากลูกสุกร*** | | | | | | | |
| พันธุ์ | ns | ** | ** | ns | * | ** | ** |
| เพศ | ns | ** | ** | - | - | - | - |
| ***ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม*** | | | | | | | |
| โรงเรือน-ปี-เดือน | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |

*นัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$, **นัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.01$, ns $p>0.05$, - ไม่ได้ทดสอบ

***1) ปัจจัยเนื่องจากลำดับท้องของแม่สุกร***

ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM: least square mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE: standard error) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกรที่คลอด แสดงในตารางที่ 4.14 ผลการศึกษาอิทธิพลของลำดับท้องต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด พบว่า ลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 3 มีการอยู่รอดขณะแรกเกิดสูงที่สุด รองลงมาเป็นลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 2 และ 1 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดในลำดับท้องที่ และ 12 ไม่ต่างจากลำดับท้องที่ 3 ($p>0.05$) และเมื่อลำดับท้องของแม่สุกรเพิ่มขึ้น คือในลำดับท้องที่ ≥4 การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดจะลดลงตามลำดับ เมื่อพิจารณาในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่าลูกสุกรที่เกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 มีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำที่สุด และลูกสุกรที่เกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องอื่น ๆ มีการอยู่รอดของลูกสุกรของลูกสุกรก่อนหย่านมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวที่เกิดในลำดับท้องของแม่สุกรที่ต่างกัน พบว่า ลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 2 ถึง 4 มีน้ำหนักแรกเกิด

ไม่ต่างกันและมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 และในลำดับท้องที่ ≥5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 ถึง 4 ไม่แตกต่างกัน และมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดลดลงในครอกที่เกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องที่ ≥5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอก พบว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด และลูกสุกรที่เกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องอื่นๆ มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยภายในครอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 4.14** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) ที่จำแนกตามลำดับท้องของแม่สุกร

| ลำดับ | ลักษณะรายตัว* | | | ลักษณะรายครอก** | |
|---|---|---|---|---|---|
| ท้อง | PSB ± SE | PSW ± SE | IBW ± SE | %PSB ± SE | ABW ± SE |
| 1 | 87.19 ± 0.75$^{ab}$ | 66.56 ± 1.50$^{b}$ | 1.50 ± 0.01$^{c}$ | 87.10 ± 1.03$^{a}$ | 1.53 ± 0.02$^{c}$ |
| 2 | 87.37 ± 0.82$^{ab}$ | 71.80 ± 1.58$^{a}$ | 1.66 ± 0.01$^{a}$ | 88.05 ± 1.18$^{a}$ | 1.70 ± 0.02$^{a}$ |
| 3 | 88.75 ± 0.92$^{a}$ | 70.24 ± 1.67$^{ab}$ | 1.65 ± 0.01$^{a}$ | 88.80 ± 1.36$^{a}$ | 1.69 ± 0.02$^{a}$ |
| 4 | 85.20 ± 1.10$^{b}$ | 70.77 ± 1.91$^{ab}$ | 1.65 ± 0.01$^{a}$ | 85.82 ± 1.69$^{a}$ | 1.68 ± 0.03$^{a}$ |
| ≥ 5 | 78.37 ± 1.35$^{c}$ | 71.32 ± 2.31$^{ab}$ | 1.60 ± 0.02$^{b}$ | 77.83 ± 2.18$^{b}$ | 1.64 ± 0.03$^{a}$ |

$^{a,b,c,d}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีค่าเฉลี่ยลีสสแควร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

* PSB PSW มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ IBW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

** %PSB มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ABW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

***2) ปัจจัยเนื่องจากระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร***

ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร แสดงในตารางที่ 4.15 ผลการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด พบว่า ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรที่มากกว่าหรือเท่ากับ 120 วัน มีผลทำให้ลูกสุกรมีการอยู่รอดขณะแรกเกิดต่ำที่สุด ลำดับถัดมา คือ ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 113 วัน และลูกสุกรมี

การอยู่รอดแรกเกิดเพิ่มขึ้นเมื่อแม่สุกรมีระยะเวลาการอุ้มท้องที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าลูกสุกรมีการอยู่รอดแรกเกิดสูงที่สุดเมื่อมีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรเท่ากับ 115 วัน เมื่อพิจารณาลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่าลูกสุกรที่เกิดในครอกที่แม่มีระยะเวลาการอุ้มท้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 113 วัน จะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมน้อยที่สุด และจะมีการอยู่รอดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อแม่สุกรมีระยะเวลาอุ้มท้องเพิ่มขึ้น โดยลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร 118 วัน มีการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงที่สุด เมื่อพิจารณาลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวของลูกสุกรพบว่า ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 114 วัน จะมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่เมื่อแม่สุกรมีระยะเวลาการอุ้มท้องที่นานขึ้น ลูกสุกรจะมีน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มขึ้นตามลำดับ

**ตารางที่ 4.15** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) ที่จำแนกตามระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร

| GL | ลักษณะรายตัว* | | | ลักษณะรายครอก** | |
|---|---|---|---|---|---|
| (วัน) | PSB ± SE | PSW ± SE | IBW ± SE | %PSW ± SE | ABW ± SE |
| ≤113 | 84.13 ± 1.13$^{cb}$ | 58.89 ± 1.90$^{c}$ | 1.52 ± 0.0$^{e}$ | 59.45 ± 2.85$^{b}$ | 1.54 ± 0.03$^{d}$ |
| 114 | 86.64 ± 1.19$^{ab}$ | 71.95 ± 2.04$^{ab}$ | 1.56 ± 0.01$^{de}$ | 69.37 ± 3.12$^{ab}$ | 1.60 ± 0.03$^{cd}$ |
| 115 | 88.21 ± 0.97$^{a}$ | 69.87 ± 1.74$^{ab}$ | 1.59 ± 0.01$^{cd}$ | 70.97 ± 2.58$^{a}$ | 1.64 ± 0.02$^{cba}$ |
| 116 | 86.41 ± 0.91$^{ab}$ | 74.36 ± 1.67$^{a}$ | 1.61 ± 0.01$^{bc}$ | 72.78 ± 2.36$^{a}$ | 1.64 ± 0.02$^{bc}$ |
| 117 | 86.55 ± 0.89$^{ab}$ | 71.72 ± 1.68$^{ab}$ | 1.63 ± 0.01$^{ab}$ | 69.30 ± 2.38$^{ab}$ | 1.68 ± 0.02$^{bca}$ |
| 118 | 85.33 ± 0.98$^{acb}$ | 75.02 ± 1.85$^{a}$ | 1.65 ± 0.01$^{a}$ | 73.00 ± 2.73$^{a}$ | 1.68 ± 0.02$^{bca}$ |
| 119 | 84.53 ± 1.28$^{acb}$ | 67.97 ± 2.28$^{b}$ | 1.66 ± 0.01$^{a}$ | 67.11 ± 3.58$^{ab}$ | 1.69 ± 0.03$^{ba}$ |
| ≥120 | 81.21 ± 1.43$^{cd}$ | 71.30 ± 2.59$^{ab}$ | 1.67 ± 0.02$^{a}$ | 70.71 ± 3.80$^{ab}$ | 1.75 ± 0.03$^{a}$ |

GL; gestation length ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร

$^{a,b,c,d,e}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีค่าเฉลี่ยลีสสแควร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

* PSB PSW มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ IBW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

** %PSW มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ABW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่า ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่แม่มีระยะเวลาการอุ้มท้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 113 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดก่อนหย่านมน้อยที่สุด โดยลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร 118 วัน มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดก่อนหย่านมสูงที่สุด ส่วนลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอกของลูกสุกร พบว่า ในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 114 วัน จะมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่เมื่อแม่สุกรมีระยะเวลาการอุ้มท้องที่นานขึ้น ลูกสุกรจะมีน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มขึ้นตามลำดับ

***3) ปัจจัยเนื่องจากพันธุ์ของลูกสุกร***

ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว และลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอกที่จำแนกตามพันธุ์ของลูกสุกร แสดงในตารางที่ 4.16 สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่าลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีการอยู่รอดก่อนหย่านมมากกว่าลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ แต่ไม่แตกต่างกับลูกสุกรพันธุ์ดูร็อก เมื่อพิจารณาลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวพบว่าลูกสุกรทั้งสามพันธุ์มีน้ำหนักแรกเกิดแตกต่างกัน โดยลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยสูงที่สุด ลำดับถัดมา คือลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ และลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด ในส่วนของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่า สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมสูงที่สุด มากกว่าลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกที่มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดก่อนหย่านมน้อยที่สุด แต่ไม่ต่างกับสุกรพันธุ์แลนด์เรซ เมื่อพิจารณาลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยพบว่าลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกและลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยภายในครอกไม่แตกต่างกัน และมากกว่าลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ที่มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด ในส่วนของลักษณะขนาดครอก พบว่า สุกรทั้ง 3 พันธุ์นั้นมีขนาดครอกที่แตกต่างกัน โดยสุกรพันธุ์แลนด์เรซมีขนาดครอกเฉลี่ยสูงที่สุด ลำดับถัดมา คือสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ และสุกรพันธุ์ดูร็อกมีขนาดครอกเฉลี่ยน้อยที่สุด

**ตารางที่ 4.16** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่จำแนกตามพันธุ์ของลูกสุกร

| พันธุ์ | ลักษณะรายตัว* | | ลักษณะรายครอก** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | PSW ± SE | IBW ± SE | %PSW ± SE | ABW ± SE | LS ± SE |
| ยอร์กเชียร์ | 73.28 ± 1.57$^{a}$ | 1.48 ± 0.01$^{c}$ | 73.41 ± 2.21$^{a}$ | 1.52 ± 0.02$^{b}$ | 9.77 ± 0.25$^{b}$ |
| แลนด์เรซ | 69.16 ± 1.28$^{b}$ | 1.64 ± 0.01$^{b}$ | 70.63 ± 1.47$^{ab}$ | 1.69 ± 0.02$^{a}$ | 10.46 ± 0.18$^{a}$ |
| ดูร็อก | 67.98 ± 2.56$^{ab}$ | 1.71 ± 0.01$^{a}$ | 63.21 ± 3.65$^{b}$ | 1.74 ± 0.03$^{a}$ | 6.97 ± 0.36$^{c}$ |

$^{a,b,c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีค่าเฉลี่ยลีสสแควร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

* PSB PSW มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ IBW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

** %PSW มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ABW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม LS มีหน่วยเป็น ตัวต่อครอก

***4) ปัจจัยเนื่องจากเพศของลูกสุกร***

ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวจำแนกตามเพศของลูกสุกร แสดงในตารางที่ 4.17 เมื่อพิจารณาลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่า ลูกสุกรตัวเมียจะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงกว่าลูกสุกรตัวผู้ 4.51 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร พบว่า ลูกสุกรตัวเมียจะมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยกว่าลูกสุกรตัวผู้ ประมาณ 0.04 กิโลกรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.17** ค่าเฉลี่ยลีสสแควร์ (LSM) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามเพศของลูกสุกร

| เพศของลูกสุกร | ลักษณะรายตัว* | |
|---|---|---|
| | PSW ± SE | IBW ± SE |
| ตัวเมีย | 73.16 ± 1.46$^{a}$ | 1.59 ± 0.01$^{b}$ |
| ตัวผู้ | 68.65 ± 1.45$^{b}$ | 1.63 ± 0.01$^{a}$ |

$^{a,b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีค่าเฉลี่ยลีสสแควร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

* PSW มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ IBW มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

**4.2.2 ปัจจัยสุ่มที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา**

***1) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสุ่มครั้งละ 1 ปัจจัย***

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสุ่มที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษาครั้งละ 1 ปัจจัย โดยวิเคราะห์ร่วมกับอิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์ ด้วยวิธี Wald test จากคำสั่ง PROC GLIMMIX สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ส่วนลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง PROC MIXED จากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS โดยใช้โมเดลที่ประกอบด้วยปัจจัยคงที่ (ตารางที่ 4.13) และปัจจัยสุ่ม (ตารางที่ 3.3) ผลการศึกษา (ตารางที่ 4.18) พบว่า ปัจจัยสุ่มจากอิทธิพลกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด และอิทธิพลจากแม่สุกร มีนัยสำคัญกับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ($p<0.0001$) ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม พบว่า มีเพียงปัจจัยสุ่มจากอิทธิพลกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิดที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก พบว่าปัจจัยสุ่มเนื่องจากอิทธิพลจากแม่สุกรไม่มีนัยสำคัญ ($p = 0.14$ และ $0.15$ ตามลำดับ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.18** การทดสอบ approximate Wald test ของโมเดลที่มีอิทธิพลของปัจจัยสุ่มที่กระทบต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| ลักษณะที่ศึกษา | ปัจจัยสุ่ม* | | | Wald test |
|---|---|---|---|---|
| | Common litter | Sow | Animal | |
| PSB | Litter | - | Animal | <.0001 |
| PSB | - | Sow | Animal | <.0001 |
| PSW | Litter | - | Animal | <.0001 |
| PSW | - | Sow | Animal | <.0001 |
| IBW | Litter | - | Animal | <.0001 |
| IBW | - | Sow | Animal | <.0001 |
| %PSB | Litter | - | Animal | <.0001 |
| %PSB | - | Sow | Animal | 0.17 |
| %PSW | Litter | - | Animal | 0.04 |
| %PSW | - | Sow | Animal | 0.12 |
| ABW | - | Sow | Animal | 0.14 |
| LS | - | Sow | Animal | 0.15 |

* Common litter: อิทธิพลกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, sow: อิทธิพลจากแม่สุกร, animal: อิทธิพลจากตัวสัตว์,
- ไม่ได้ระบุในโมเดล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

***2) ปัจจัยสุ่มที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา***

ปัจจัยสุ่มที่มีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดรายตัว เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอก แสดงในตารางที่ 4.19 ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยสุ่มจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิดและปัจจัยสุ่มจากแม่ มีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ในขณะที่ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีเพียงปัจจัยสุ่มจากกลุ่มของครอกที่เกิดเท่านั้น ส่วนลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยและลักษณะขนาดครอก พบว่า ปัจจัยสุ่มจากแม่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นนำปัจจัยคงที่ (ตารางที่ 4.13) และปัจจัยสุ่ม (ตารางที่ 4.19) กำหนดในโมเดลสุดท้าย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อไป

**ตารางที่ 4.19** อิทธิพลของปัจจัยสุ่มที่กระทบต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS) ที่ระบุภายในโมเดลสุดท้าย

| ปัจจัยสุ่ม | ลักษณะที่ศึกษารายตัว | | | ลักษณะที่ศึกษารายครอก | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PSB | PSW | IBW | %PSB | %PSW | ABW | LS |
| กลุ่มของครอกที่เกิด[1] | ** | ** | ** | * | ** | - | - |
| อิทธิพลจากแม่สุกร[1] | ** | ** | ** | ns | ns | ns | ns |
| ตัวสัตว์[2] | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |

[1]ปัจจัยสุ่มที่ต้องการทดสอบ 2 ,อิทธิพลจากตัวสัตว์ที่ต้องระบุภายในโมเดล

- ไม่ทดสอบปัจจัย, * มีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$, ** มีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.001$,

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p>0.05$

***3) ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนเริ่มต้น***

จากการวิเคราะห์ปัจจัยสุ่ม ด้วยโมเดลผสมที่มีทั้งปัจจัยคงที่และปัจจัยสุ่ม ด้วยคำสั่ง PROC GLIMMIX และ PROC MIXED ในโปรแกรม SAS ได้ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของปัจจัยสุ่มที่ระบุไว้ในโมเดล ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และ ตารางที่ 4.21 นำค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้นี้ ใช้เป็นค่าองค์ประกอบความแปรปรวนตั้งต้น สำหรับการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปรปรวนในโปรแกรม Thrgibbs1f90 สำหรับลักษณะรายตัว และโปรแกรม AIREMLF90 สำหรับลักษณะรายครอก

**ตารางที่ 4.20** ค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะรายตัว ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW)

| ปัจจัยสุ่ม | ลักษณะที่ศึกษา | | |
|---|---|---|---|
| | PSB | PSW | IBW (ก(ตัว/.ก.$^2$ |
| กลุ่มของครอกที่เกิด | 1.67 | 1.18 | 0.08 |
| อิทธิพลจากแม่สุกร | 1.15 | 0.79 | 0.02 |
| ตัวสัตว์ | 2434.75 | 1644.75 | 0.04 |
| residual | 1.00 | 1.00 | 3.65x $10^{-12}$ |

- ไม่ทดสอบปัจจัย, ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ p>0.05

**ตารางที่ 4.21** ค่าความแปรปรวนเริ่มต้นสำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะรายครอก ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| ปัจจัยสุ่ม | ลักษณะที่ศึกษา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | %PSB (%)$^2$ | %PSW (%)$^2$ | ABW (ก(ครอก/.ก.$^2$ | LS (ตัว(ครอก/$^2$ |
| กลุ่มของครอกที่เกิด | 264.65 | 645.99 | ns | - |
| อิทธิพลจากแม่สุกร | - | - | ns | ns |
| ตัวสัตว์ | 31.37 | 75.35 | 0.19 | 1.97 |
| residual | 0.98 | 0.99 | 0.05 | 10.94 |

- ไม่ทดสอบปัจจัย, ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ p>0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## 4.3 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวน

### 4.3.1 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์ทีละลักษณะ

***1) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด***

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ด้วยโปรแกรม thrgibbs1f90 และแปลผลผ่านโปรแกรม postgibbsf90 แสดงในตารางที่ 4.22 ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม และค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง โดยมีค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลังของปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มของลูกสุกรที่เกิด ยีนแบบบวกสะสม พันธุกรรมของแม่สุกร และความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมและอิทธิพลจากพันธุกรรมของแม่สุกร มีค่าเท่ากับ 19.62, 165.43, 35.69 และ -74.33 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.22** ค่ามัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) และ ช่วง 95 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนภายหลัง (Highest Posterior Density: 95% HPD) สำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB)

| Effects | Median | Mode | Mean (PSD) | 95% HPD |
|---|---|---|---|---|
| $\boldsymbol{\sigma_l^2}$ | 17.76 | 12.03 | 19.62 (10.28) | 4.14 - 40.41 |
| $\boldsymbol{\sigma_a^2}$ | 153.90 | 104.01 | 165.43 (88.46) | 24.34 - 333.90 |
| $\boldsymbol{\sigma_m^2}$ | 32.77 | 24.62 | 35.69 (17.74) | 6.59 - 73.02 |
| $\boldsymbol{\sigma_{a,m}}$ | -68.54 | -66.13 | -74.33 (37.76) | -146.10 - (-10.30) |
| $\boldsymbol{\sigma_e^2}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 (0.02) | 0.97 - 1.04 |

$\sigma_l^2$: ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, $\sigma_a^2$: ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม, $\sigma_m^2$: ความแปรปรวนสุ่มเนื่องจากพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_{a,m}$ : ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมและอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_e^2$: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน, PSD: ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแปรปรวน (Posterior Standard Deviation)

***2) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม***

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ด้วยโปรแกรม thrgibbs1f90 และแปลผลผ่านโปรแกรม postgibbsf90 แสดงในตารางที่ 4.23 ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม และค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง โดยมีค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลังของปัจจัยสุ่มเนื่องจากกลุ่มของลูกสุกรที่เกิด ยีนแบบบวกสะสม พันธุกรรมของ

แม่สุกร และความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมและอิทธิพลจากพันธุกรรมของแม่สุกร มีค่าเท่ากับ 29.49, 195.24, 21.64 และ -50.34 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.23** ค่ามัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) และ ช่วง 95 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนภายหลัง (Highest Posterior Density: 95% HPD) สำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW)

| Effects | Median | Mode | Mean (PSD) | 95% HPD |
|---|---|---|---|---|
| $\boldsymbol{\sigma_l^2}$ | 25.54 | 20.189 | 29.49 (18.69) | 2.86 – 67.09 |
| $\boldsymbol{\sigma_a^2}$ | 164.40 | 148.06 | 195.24 (138.75) | 9.93 – 474.30 |
| $\boldsymbol{\sigma_m^2}$ | 19.24 | 12.56 | 21.64 (12.14) | 3.51 – 47.95 |
| $\boldsymbol{\sigma_{a,m}}$ | -43.23 | -38.29 | -50.34 (33.94) | -119.8 – (-3.29) |
| $\boldsymbol{\sigma_e^2}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 (0.02) | 0.97 – 1.05 |

$\sigma_l^2$: ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, $\sigma_a^2$: ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม, $\sigma_m^2$: ความแปรปรวนสุ่มเนื่องจากพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_{a,m}$ : ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมและอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_e^2$: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน, PSD: ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแปรปรวน (Posterior Standard Deviation)

***3) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว***

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวด้วยโปรแกรม thrgibbs1f90 และแปลผลผ่านโปรแกรม postgibbsf90 แสดงในตารางที่ 4.24 ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม และค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลังมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลังของอิทธิพลจากกลุ่มของลูกสุกรที่เกิด อิทธิพลจากยีนแบบบวกสะสม อิทธิพลจากพันธุกรรมของแม่สุกร และความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมและอิทธิพลจากพันธุกรรมของแม่สุกร มีค่าเท่ากับ 0.05, 0.06, 0.02 (กิโลกรัม)$^2$ และ -0.03 (กิโลกรัม)$^2$ ตามลำดับ

***4) ลักษณะรายครอก***

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ด้วยโปรแกรม AIREMLF90 แสดงในตารางที่ 4.25 โดยมีค่าความ

แปรปรวนของอิทธิพลจากยีนแบบบวกสะสมเท่ากับ 36.08 (เปอร์เซ็นต์)$^2$ 78.65 (เปอร์เซ็นต์)$^2$ 0.02 (กิโลกรัม)$^2$ และ 2.08 (ตัวต่อครอก)$^2$ สำหรับลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.24** ค่ามัธยฐาน (median) ฐานนิยม (mode) ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) และ ช่วง 95 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนภายหลัง (Highest Posterior Density: 95% HPD) สำหรับปัจจัยสุ่ม ในลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว (IBW)

| Effects | Median | Mode | Mean (PSD) | 95% HPD |
|---|---|---|---|---|
| $\boldsymbol{\sigma_l^2}$ | 0.05 | 0.05 | 0.05 (0.003) | 0.04 – 0.05 |
| $\boldsymbol{\sigma_a^2}$ | 0.06 | 0.06 | 0.06 (0.006) | 0.04 – 0.07 |
| $\boldsymbol{\sigma_m^2}$ | 0.02 | 0.02 | 0.02 (0.005) | 0.01 – 0.03 |
| $\boldsymbol{\sigma_{a,m}}$ | -0.03 | -0.03 | -0.03 (0.005) | -0.04 – (-0.02) |
| $\boldsymbol{\sigma_e^2}$ | 0.04 | 0.05 | 0.04 (0.003) | 0.04 – 0.05 |

$\sigma_l^2$: ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, $\sigma_a^2$: ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม, $\sigma_m^2$: ความแปรปรวนสุ่มเนื่องจากพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_{a,m}$ : ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม และอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_e^2$: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน, PSD: ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแปรปรวน (Posterior Standard Deviation)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 4.25** ค่าความแปรปรวนสำหรับปัจจัยสุ่มในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| Effects | %PSB (SE) | %PSW (SE) | ABW (SE) | LS (SE) |
|---|---|---|---|---|
| $\boldsymbol{\sigma_l^2}$ | 268.86 (13.62) | 623.48 (34.91) | - | - |
| $\boldsymbol{\sigma_a^2}$ | 36.08 (11.37) | 78.65 (27.70) | 0.02 (0.003) | 2.08 (0.39) |
| $\boldsymbol{\sigma_e^2}$ | 0.98 (0) | 0.99 (0) | 0.05 (0.003) | 0.34 (0.08) |

$\sigma_l^2$: ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, $\sigma_a^2$: ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม, $\sigma_e^2$: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน SE: ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

### 4.3.2 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์หลายลักษณะร่วมกัน

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนหลายลักษณะร่วมกัน คือการวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว 3 ลักษณะร่วมกัน ด้วยโปรแกรม THRGIBBS1F90 และแปลผลผ่านโปรแกรม PSTGIBBSF90 และผลการวิเคราะห์ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก 4 ลักษณะร่วมกัน ด้วยโปรแกรม AIREMLF90 มีรายละเอียดดังนี้

***ผลการวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวร่วมกัน***

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนจากข้อมูลแบบรายตัวของทั้ง 3 ลักษณะ แสดงในตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลังของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว เท่ากับ 0.59 (เปอร์เซ็นต์)$^2$, 1.40 (เปอร์เซ็นต์)$^2$ และ 0.07 (กิโลกรัม)$^2$ ตามลำดับ ในส่วนของค่าเฉลี่ยความแปรปรวนภายหลังของอิทธิพลจากพันธุกรรมของแม่สุกร สำหรับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายตัว มีค่าเท่ากับ 0.58 (เปอร์เซ็นต์)$^2$, 0.99 (เปอร์เซ็นต์)$^2$ และ 0.04 (กิโลกรัม)$^2$ ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.26** ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายหลัง (posterior mean of variances) ระหว่างปัจจัยสุ่ม และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมและพันธุกรรมของแม่สุกร ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW)

| ลักษณะ | $\sigma_a^2$ | $\sigma_m^2$ | $\sigma_{a,m}$ | $\sigma_l^2$ | $\sigma_e^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| PSB | 0.59 (0.10)[1] | 0.58 (0.13) | -0.48 (0.11) | 0.37 (0.05) | 1.00 (0.01) |
| PSW | 1.40 (0.31) | 0.99 (0.26) | -0.97 (0.29) | 0.48 (0.07) | 1.00 (0.02) |
| IBW | 0.07 (0.01) | 0.04 (0.01) | -0.03 (0.01) | 0.03 (0.00) | 0.05 (0.00) |

$\sigma_a^2$: ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม, $\sigma_m^2$: ความแปรปรวนสุ่มเนื่องจากพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_{a,m}$ : ความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมและพันธุกรรมของแม่สุกร, $\sigma_l^2$: ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, $\sigma_e^2$: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน, [1] PSD: ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแปรปรวน (Posterior Standard Deviation)

ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะแสดงในตารางที่ 4.27 โดยความแปรปรวนร่วมของยีนแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและน้ำหนักแรกเกิดรายตัว มีค่าเท่ากับ 0.15 ความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมมีค่าเท่ากับ 0.61 และลักษณะความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมมีค่าเท่ากับ 0.26

**ตารางที่ 4.27** ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมและพันธุกรรมของแม่สุกร ในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW)

| ลักษณะที่ 1 | ลักษณะที่ 2 | $\sigma_{a,a}$ | $\sigma_{m,m}$ | $\sigma_{a1,m2}$ | $\sigma_{a2,m1}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| PSB | IBW | 0.15 (0.02) | 0.04 (0.02) | -0.04 (0.02) | -0.08 (0.02) |
| PSB | PSW | 0.61 (0.12) | 0.43 (0.12) | -0.34 (0.10) | -0.45 (0.17) |
| IBW | PSW | 0.26 (0.02) | 0.12 (0.03) | -0.16 (0.03) | -0.10 (0.03) |

$\sigma_{a,a}$ : ความแปรปรวนร่วมของยีนแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2,
$\sigma_{m,m}$ : ความแปรปรวนร่วมของพันธุกรรมของแม่สุกรระหว่างลักษณะที่ 1 และลักษณะที่ 2,
$\sigma_{a1,m2}$ : ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 1 และอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกรของลักษณะที่ 2, $\sigma_{a2,m1}$ : ความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะที่ 2 และอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สุกรของลักษณะที่ 1

***ผลการวิเคราะห์ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก***

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของทั้ง 4 ลักษณะ แสดงในตารางที่ 4.28 ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม ของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอก มีค่าเท่ากับ 52.21 (เปอร์เซ็นต์)$^2$, 131.13 (เปอร์เซ็นต์)$^2$, 0.02 (กิโลกรัม)$^2$ และ 2.75 (ตัว/ครอก)$^2$ ตามลำดับ ความแปรปรวนของอิทธิพลจากกลุ่มของลูกสุกรที่เกิดสำหรับลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าเท่ากับ 256.97 และ 585.26 (เปอร์เซ็นต์)$^2$ ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.28** ค่าความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนแรกเกิด (%PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| ลักษณะ | $\sigma_a^2$ | $\sigma_l^2$ | $\sigma_e^2$ | $\sigma_p^2$ |
|---|---|---|---|---|
| %PSB | 52.21 (2.55)[1] | 256.97 (9.67) | 0.98 (0.04) | 310.16 |
| %PSW | 131.13 (6.39) | 585.26 (22.02) | 0.99 (0.04) | 717.38 |
| ABW | 0.02 (0.01) | - | 0.05 (0.00) | 0.07 |
| LS | 2.75 (0.13) | - | 9.80 (0.37) | 12.55 |

$\sigma_a^2$: ความแปรปรวนของยีนแบบบวกสะสม, $\sigma_l^2$: ความแปรปรวนจากกลุ่มของครอกที่ลูกสุกรเกิด, $\sigma_e^2$: ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน, $\sigma_p^2$: ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ - ไม่ทดสอบปัจจัย

[1] standard error (SE)

ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะแสดงในตารางที่ 4.29 โดยความแปรปรวนร่วมของยีนแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าเป็นบวกเท่ากับ 65.55 ความแปรปรวนร่วมของยีนแบบบวกสะสมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย กับ ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าเท่ากับ 0.08 และ 1.06 ตามลำดับ ความแปรปรวนร่วมระหว่างลักษณะขนาดครอก กับลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย มีค่าเป็นลบเท่ากับ -1.97, -12.11 และ -0.26 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.29** ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างยีนแบบบวกสะสมในลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| ลักษณะ | %PSB | %PSW | ABW | LS |
|---|---|---|---|---|
| %PSB | - | 65.55 (3.64) | 0.08 (0.04) | -1.97 (0.42) |
| %PSW | - | - | 1.06 (0.07) | -12.11 (0.78) |
| ABW | - | - | - | -0.26 (0.01) |
| LS | - | - | - | - |

[1] standard error (SE) – ไม่ทดสอบปัจจัย

## 4.4 ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

### 4.4.1 ค่าอัตราพันธุกรรม

ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราพันธุกรรม จากค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่ของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัวร่วมกัน แสดงในตารางที่ 4.30 พบว่า ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดมีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.19 ถึง 0.27 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 ในขณะที่ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดรายครอก มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 และ 0.38 ตามลำดับ

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกรของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าความสัมพันธ์เชิงลบและมีค่าค่อนข้างสูงเท่ากับ -0.80 และ -0.81 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกรของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว มีค่าปานกลางเท่ากับ -0.61

ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราพันธุกรรม จากค่าองค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอกร่วมกัน แสดงในตารางที่ 4.31 พบว่า ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ เท่ากับ 0.17 และ 0.18 ตามลำดับ ในขณะที่ลักษณะน้ำหนักแรกเฉลี่ยและลักษณะขนาดครอกมีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง เท่ากับ 0.33 และ 0.22 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตารางที่ 4.30** ค่าอัตราพันธุกรรมทางตรงและค่าอัตราพันธุกรรมของแม่สุกร ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW)

| ลักษณะ[1] | Mean (PSD)[2] | HPD 95%[3] | MCse[4] |
|---|---|---|---|
| $\boldsymbol{h_a^2}$ PSB | 0.23 (0.02) | 0.19 – 0.27 | 0.00 |
| $\boldsymbol{h_a^2}$ PSW | 0.36 (0.03) | 0.29 – 0.42 | 0.01 |
| $\boldsymbol{h_a^2}$ IBW | 0.38 (0.03) | 0.33 – 0.43 | 0.00 |
| $\boldsymbol{h_m^2}$ PSB | 0.23 (0.03) | 0.16 – 0.29 | 0.00 |
| $\boldsymbol{h_m^2}$ PSW | 0.25 (0.04) | 0.18 – 0.33 | 0.01 |
| $\boldsymbol{h_m^2}$ IBW | 0.21 (0.03) | 0.16 – 0.27 | 0.00 |
| $\mathbf{r_{a,m}}$ PSB | -0.80 (0.06) | -0.91 – (-0.69) | 0.01 |
| $\mathbf{r_{a,m}}$ PSW | -0.81 (0.08) | -0.94 – (-0.64) | 0.03 |
| $\mathbf{r_{a,m}}$ IBW | -0.61 (0.08) | -0.74 – (-0.46) | 0.01 |

[1] $h_a^2$ = ค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสม $h_m^2$ = ค่าอัตราพันธุกรรมของแม่สุกร $\mathbf{r_{a,m}}$ = ค่าความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร.. [2]Mean (PSD) = ค่าอัตราพันธุกรรมเฉลี่ย (ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

[3]HPD 95% = highest posterior density interval 95% ช่วงของความแปรปรวนภายหลัง 95 เปอร์เซ็นต์

[4]MCse = Monte Carlo error ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมอนติ คาร์โล

**ตารางที่ 4.31** ค่าอัตราพันธุกรรมทางตรง(แสดงบนเส้นทแยงมุม) และ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (แสดงเหนือเส้นทแยงมุม) ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และลักษณะขนาดครอก (LS)

| ลักษณะ[1] | %PSB | %PSW | ABW | LS |
|---|---|---|---|---|
| %PSB | 0.17 (0.01)[1] | 0.79 (0.01) | 0.07 (0.03) | -0.16 (0.03) |
| %PSW | - | 0.18 (0.01) | 0.59 (0.02) | -0.64 (0.02) |
| ABW | - | - | 0.33 (0.01) | -0.99 (0.001) |
| LS | - | - | - | 0.22 (0.01) |

[1] standard error (SE) – ไม่ทดสอบปัจจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**4.4.2 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม**

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิด แสดงในตารางที่ 4.32 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด กับ ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด และลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าเท่ากับ 0.77 และ 0.69 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดและลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าเท่ากับ 0.85

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และขนาดครอก แสดงในตารางที่ 4.31 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด กับ ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก มีค่าเท่ากับ 0.79 0.07 และ -0.16 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม กับ ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก มีค่าเท่ากับ 0.59 และ -0.64 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยและขนาดครอก มีค่าเป็นลบ และมีค่าสูงเท่ากับ -0.99

**ตารางที่ 4.32** ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW)

| ลักษณะที่ 1 | ลักษณะที่ 2 | $\mathbf{r_{g,g}}$ (PSD)[1] | HPD 95% | $\mathbf{r_{p,p}}$ (PSD) | HPD 95% |
|---|---|---|---|---|---|
| PSB | IBW | 0.77 (0.05) | 0.67 – 0.86 | 0.19 (0.00) | 0.15 – 0.23 |
| PSB | PSW | 0.69 (0.14) | 0.43 – 0.93 | 0.21 (0.01) | 0.15 – 0.27 |
| IBW | PSW | 0.85 (0.05) | 0.76 – 0.95 | 0.30 (0.00) | 0.27 – 0.33 |

[1]PSD = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแปรปรวน

# บทที่ 5

# วิจารณ์ผลการทดลอง

## 5.1 สถิติพรรณนา

การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นข้อมูลลูกสุกรเพศผู้และเมีย รวมทุกพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด เท่ากับ 86.21 ± 34.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Cecchinato และคณะ (2010) ที่ศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายตัว พันธุ์แท้ C21 ซึ่งเป็นสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์สายพ่อ (boar line) พบว่าการอยู่รอดของลูกสุกรมีค่าเท่ากับ 89.41 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันกับการศึกษาของ Su และคณะ (2008) ที่รายงานการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดพันธุ์แลนด์เรซและยอร์กเชียร์ เท่ากับ 81.6 และ 87.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายตัวของ Kapell และคณะ (2011) ที่ทำการศึกษาในสุกรพันธุ์แท้สายแม่ 3 สายพันธุ์ จากทางเหนือของประเทศจีน และประเทศบราซิล พบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายตัวเท่ากับ 93.40 ถึง 94.50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ แม่สุกรพันธุ์แท้ทั้ง 3 สายพันธุ์นี้ได้รับการคัดเลือกโดยเน้นลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร จึงทำให้เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดสูงกว่าการศึกษาอื่น เช่นเดียวกับผลการศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดในประเทศไทย ประภัสรา (2551) ได้รายงานการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดเฉลี่ยเท่ากับ 92.52 เปอร์เซ็นต์ ในลูกสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซและลาร์จไวท์ การศึกษานี้ มีค่าการอยู่รอดของลูกสุกรแรกคลอดสูง อาจเกิดเนื่องจากแม่สุกรในการศึกษานี้ ได้รับการคัดเลือกเพื่อเพิ่มจำนวนลูกเกิดมีชีวิตและในระหว่างคลอดมีคนงานเฝ้าคลอดตลอด 24 ชั่วโมง จึงช่วยเพิ่มอัตราการอยู่รอดของลูกสุกรแรกคลอดเกิดได้อีกทางหนึ่ง

การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เท่ากับ 71.70 ± 45.05 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการอยู่รอดค่อนข้างต่ำเนื่องจากการศึกษานี้มีระยะคลอดถึงหย่านมนานกว่าการศึกษาอื่น โดยมีระยะหย่านมเท่ากับ 34.43 ± 3.99 วัน จึงทำให้มีระยะเวลาที่ลูกสุกรจะเกิดความสูญเสียก่อนหย่านมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ โรงเรือนคลอดเป็นโรงเรือนเปิดที่ไม่มีระบบระบายความร้อนใด ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อสมรรถภาพในการเลี้ยงลูกของแม่สุกร ซึ่งจะส่งผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรโดยตรง ค่าการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมในการศึกษานี้จึงมีค่าน้อยกว่าผลจากการศึกษาอื่น เช่นการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของ Su และคณะ (2008) ที่รายงานการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมพันธุ์แลนด์เรซและยอร์กเชียร์ในประเทศเดนมาร์ก ว่ามีค่าเท่ากับ 84.21 และ 83.61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมีอายุหย่านมอยู่ในช่วง 19 ถึง 23 วัน (เฉลี่ย 21.27 วัน) สอดคล้องกับการศึกษาของ Grandinson และคณะ (2002) ที่ศึกษาสาเหตุการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมพันธุ์ยอร์กเชียร์ที่เลี้ยงในประเทศสวีเดน พบว่า มีอัตราการตายก่อนหย่านมเท่ากับ 87.3% โดยมีสาเหตุมาจากถูกแม่สุกรทับและอ่อนแอ-อดนม เสียเป็นส่วนใหญ่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 26.40 และ 13.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมในประเทศไทย Nuntapaitoon และ Tummaruk (2015) ได้รายงานการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ซึ่งเป็นข้อมูลของลูกสุกรพันธุ์ผสมที่เกิดจากแม่สุกรสองสายพันธุ์แลนด์เรซและยอร์กเชียร์ ที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดที่มีระบบระบายความร้อนด้วยพัดลมและสปริงเกอร์ โดยมีค่าการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเท่ากับ 85.5 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุหย่านมเฉลี่ย 24.9 วัน ความแตกต่างที่พบอาจมีสาเหตุมาจากการศึกษาของ Nuntapaitoon และ Tummaruk (2015) เป็นการศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์ผสม ที่ได้รับการเลี้ยงดูจากแม่สุกรสองสาย จึงได้ประโยชน์จากอิทธิพลของเฮเทอโรซิสทั้งในตัวลูกสุกรและในตัวแม่สุกร อีกทั้งแม่สุกรอยู่ในโรงเรือนที่มีระบบระบายความร้อน ส่งผลให้ลูกสุกรมีการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้

## 5.2 ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะต่าง ๆ

### 5.2.1 ลำดับท้องของแม่สุกร

อิทธิพลลำดับท้องของแม่สุกรต่อการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด พบว่าลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 ถึง 4 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดไม่แตกต่างกัน และมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดลดลงเมื่อลำดับท้องของแม่สุกรสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Milligan และคณะ (2002) ที่รายงานว่า ลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 ถึง 5 มีจำนวนลูกตายแรกคลอดไม่แตกต่างกัน และเปอร์เซ็นต์การตายแรกคลอดของลูกสุกรจะสูงขึ้นในแม่สุกรลำดับท้องที่ 6 ถึง 8 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Canario และคณะ (2006) ที่รายงานว่า โอกาสที่จะเกิดลูกตายแรกคลอดในแม่สุกรลำดับท้องที่ 1 ถึง 4 ไม่แตกต่างกัน และจะมีโอกาสตายเพิ่มขึ้นเป็น 1.6 เท่าในแม่สุกรลำดับท้องที่เท่ากับหรือมากกว่า 5 เนื่องจากเมื่อลำดับท้องของแม่สุกรเพิ่มขึ้นแม่สุกรจะมีอายุมากขึ้น ซึ่ง Herpin และคณะ (1993) ได้รายงานว่า แม่สุกรเมื่อมีอายุมากขึ้นประสิทธิภาพของมดลูกและการหดตัวของกล้ามเนื้อมดลูกจะเสื่อมลง ทำให้ใช้เวลาในการคลอดลูกนานขึ้น ลูกสุกรจึงมีความเสี่ยงที่จะขาดอากาศหายใจระหว่างคลอดเพิ่มขึ้น จึงส่งผลทำให้การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดต่ำลง

อิทธิพลลำดับท้องของแม่สุกรต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลูกสุกรที่เกิดจากแม่สุกรลำดับท้องที่ 1 มีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำที่สุด และการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเพิ่มขึ้นในลำดับท้องที่ 2 ขึ้นไป ที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุเนื่องจากแม่สุกรสาวท้องแรก ยังไม่มีประสบการณ์การเลี้ยงลูก (Ruediger and Schulze, 2012) และมีปริมาณน้ำนมน้อย (Speer and Cox, 1984) ซึ่งจากการศึกษาของ Devillers และคณะ (2007) ได้รายงานว่า แม่สุกรในลำดับท้องที่ 2 และ 3 มีปริมาณน้ำนมเหลืองสูงที่สุด เมื่อเทียบกับแม่สุกรสาว และแม่สุกรลำดับท้องที่ 4 ขึ้นไป โดยมีปริมาณน้ำนมเหลืองเท่ากับ 3.43, 4.28 และ 3.62 กิโลกรัม ในแม่สุกรลำดับท้องที่ 1, 2-3 และ ≥ 4 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ferrari และคณะ (2014) ที่รายงานว่า ลูกสุกรของแม่สุกรสาว จะได้รับน้ำนมเหลืองน้อยที่สุด และมีน้ำหนักตัวในช่วงก่อนหย่านมน้อยเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวของลูกสุกรของแม่สุกรนาง อาจเป็นสาเหตุให้ลูกสุกรท้องแรกมีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำที่สุด ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Koketsu และคณะ (2006) ที่รายงานว่า ลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 และ 2 มีความเสี่ยงที่จะตายก่อนหย่านมต่ำที่สุด และมีความเสี่ยงสูงขึ้นเมื่อแม่สุกรมีลำดับท้องเพิ่มขึ้น โดยผู้วิจัยได้วิจารณ์ว่าการที่ลูกสุกรมีโอกาสตายก่อนหย่านมในลำดับท้องที่ 3 ขึ้นไป อาจมีสาเหตุเนื่องจากแม่สุกรในลำดับท้องที่สูงให้ลูกเกิดมีชีวิตมากขึ้น น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยลดลง และลูกสุกรมีขนาดไม่สม่ำเสมอมากขึ้น มีแนวโน้มที่จะมีลูกสุกรที่อ่อนแอ และลูกสุกรที่ถูกแม่สุกรทับตายสูงขึ้น ในขณะที่การศึกษาของ Knol และคณะ (2002) รายงานว่า อิทธิพลจากลำดับท้องของแม่สุกร ไม่มีผลต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม ทั้งนี้การศึกษาของ Knol และคณะ (2002) เป็นการศึกษาจากข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์ผสม ซึ่งอาจมีอิทธิพลของเฮทเทอโรซีสทำให้ลูกสุกรมีการอยู่รอดได้ดี จึงทำให้ผลการวิจัยแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งเป็นการศึกษาในลูกสุกรพันธุ์แท้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อิทธิพลลำดับท้องของแม่สุกรต่อน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในลำดับท้องที่ 1 ลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยต่ำที่สุด และเพิ่มขึ้นในลำดับท้องที่ 2 ถึง 4 หลังจากนั้นจะมีค่าลดลงในลำดับท้องที่ 5 ขึ้นไป โดยค่าเฉลี่ยน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรในลำดับท้องที่ 2 ถึง 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Milligan และคณะ (2002) ที่พบว่า ลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับท้องของแม่สุกรที่สูงขึ้น โดยให้เหตุผลว่าเมื่อแม่สุกรมีอายุมากขึ้นจะมีพื้นที่ในมดลูกเพิ่มขึ้น ช่วยให้ลูกสุกรมีพื้นที่ในการเจริญเติบโตได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rootwelt และคณะ (2012) ที่ได้ทำการประเมินอิทธิพลขนาดของรกที่มีผลต่อน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร พบว่าขนาดของรกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร ชี้ให้เห็นว่าแม่สุกรสาวท้องแรกมีขนาดลำตัวเล็ก มีพื้นที่ภายในมดลูกน้อย มีผลไปจำกัดการเจริญเติบโตของลูกสุกร จึงทำให้ลูกสุกรมีขนาดตัวเล็ก

**5.2.2 ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร**

อิทธิพลระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรต่อการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องต่ำกว่าหรือเท่ากับ 113 วัน และมากกว่าหรือเท่ากับ 120 วัน มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดต่ำกว่าแม่สุกรที่อุ้มท้อง 114 ถึง 119 วัน โดยในการศึกษาครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการอุ้มท้องเท่ากับ 116.33 ± 2.21 วัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ลูกสุกรที่เกิดจากครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของฝูงจะมีการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดมากกว่าครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องต่างไปจากค่าเฉลี่ยฝูง (> 1SD) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sasaki และ Koketsu (2007) ที่รายงานว่า แม่สุกรพันธุ์ผสมแลนด์เรซ-ลาร์จไวท์ลำดับท้องที่ 1 ถึงท้องที่ 6 ขึ้นไป มีระยะเวลาการอุ้มท้องเฉลี่ยเท่ากับ 115.2 ถึง 115.4 วัน และพบว่าแม่สุกรที่อุ้มท้องเท่ากับหรือน้อยกว่า 114 วัน มีการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดต่ำกว่าแม่สุกรที่อุ้มท้องนานขึ้น ทั้งนี้ระยะเวลาการอุ้มท้องที่ต่ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณของฮอร์โมนเอสโตรเจน และขนาดครอกที่ใหญ่ของลูกสุกร เนื่องจากขนาดครอกที่ใหญ่จะมีขนาดรกที่ใหญ่ตามไปด้วย ทำให้ผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจนได้มากกว่าเมื่อใกล้คลอด ส่งผลต่อการเพิ่มของฮอร์โมนออกซิโทซินและฮอร์โมนโพรสตาแกลนดิน ทำให้เกิดการคลอดเร็วขึ้น ลูกสุกรจึงมีระยะเวลาในการพัฒนาร่างกายน้อยลง ส่งผลให้ลูกสุกรมีการอยู่รอดเมื่อแรกเกิดลดลง สำหรับการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดที่ลดลงในแม่สุกรลำดับท้องสูง ๆ ที่พบในการศึกษาครั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากแม่สุกรที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องนาน มีความสัมพันธ์กับรกที่มีขนาดเล็ก มีจำนวนขนาดครอกต่ำ มีความเข้มข้นของฮอร์โมนเอสโตรเจนน้อย จึงทำให้คลอดช้า เมื่อคลอดช้าลูกจึงมีโอกาสเจริญเติบโตในท้องของแม่สุกรได้นานขึ้นจึงมีขนาดตัวใหญ่ ทำให้มีโอกาสตายในระหว่างการคลอดเนื่องจากการคลอดยากได้มากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อิทธิพลของระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่แม่สุกรมีระยะเวลาการอุ้มท้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 113 วัน มีการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมต่ำที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Rydhmer และคณะ(2008) ที่รายงานว่า ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องน้อยกว่า 113 วัน มีจำนวนลูกสุกรตายก่อนหย่านมมากกว่าแม่สุกรที่อุ้มท้องนานกว่า ทั้งนี้เนื่องจากลูกสุกรที่คลอดในครอกที่มีระยะการอุ้มท้องนานขึ้นมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยสูงขึ้น และมีการเจริญเติบโตเร็ว ทำให้ลูกสุกรสามารถอยู่รอดได้จนกระทั่งหย่านมได้มากกว่าลูกที่เกิดในครอกที่มีระยะการอุ้มท้องต่ำ

อิทธิพลระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรต่อน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร พบว่าลูกสุกรที่เกิดในแม่สุกรที่มีการอุ้มท้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 113 วัน มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำ และมีน้ำหนักแรกเกิดสูงขึ้นเมื่อแม่สุกรมีการอุ้มท้องมากกว่า 114 วัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Rydhmer และคณะ

(2008) ที่รายงานว่า แม่สุกรที่อุ้มท้องนาน ทำให้น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรเพิ่มขึ้น เนื่องจากลูกสุกรมีเวลาในการพัฒนาร่างกายในท้องของแม่นานมากขึ้น

**5.2.3 พันธุ์ของลูกสุกร**

อิทธิพลพันธุ์ของลูกสุกรต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมขึ้นอยู่กับความสามารถในการเลี้ยงลูกของแม่สุกร รวมทั้งพันธุกรรมของลูกสุกร ในการศึกษาครั้งนี้ลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงกว่าลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ และลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกมีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Strange และคณะ (2013) ที่ทำการศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ในลูกสุกรสองสายที่เกิดจากการผสมสลับพ่อแม่ระหว่างลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซxยอร์กเชียร์ และลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์xแลนด์เรซ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดก่อนหย่านมเท่ากับ 76.5 และ 77.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์xแลนด์เรซ ที่เกิดจากแม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซมีการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงกว่า ซึ่งผู้ทำการศึกษาวิจารณ์ว่าอาจเป็นผลมาจากแม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซมีความสามารถในการเลี้ยงลูกมากกว่าแม่สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ ชี้ให้เห็นว่า แม่สุกรแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการเลี้ยงลูกแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Sinclair และคณะ (1998) ที่ศึกษาความสามารถในการเลี้ยงลูกของแม่สุกรพันธุ์เหมยซาน กับแม่สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และพันธุ์แลนด์เรซ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกร พบว่า ลูกสุกรพันธุ์เหมยซานมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าลูกสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และแลนด์เรซ และมีโอกาสอยู่รอดจนกระทั่งหย่านมได้มากกว่า ในการศึกษาครั้งนี้ลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกขนาดครอกต่ำที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen และคณะ (2003) ที่รายงานจำนวนลูกสุกรแรกเกิดพันธุ์ยอร์กเชียร์ แลนด์เรซและดูร็อก เท่ากับ 10.61 10.44 และ 9.16 ตัวต่อครอก ชี้ให้เห็นว่าลูกสุกรที่มีพันธุ์แตกต่างกันจะมีขนาดครอกที่ต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**5.2.4 เพศของลูกสุกร**

อิทธิพลเพศของลูกสุกรต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลูกสุกรตัวเมียมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูงกว่าลูกสุกรตัวผู้ 4.51 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Baxter และคณะ (2012) ที่ศึกษาอิทธิพลเพศของลูกสุกรต่อการตายของลูกสุกรก่อนหย่านม โดยทำการศึกษาในแม่สุกรพันธุ์ผสม แลนด์เรซxลาร์จไวท์xดูร็อก ที่เลี้ยงแบบกลางแจ้ง และรายงานว่าลูกสุกรตัวผู้มีการตายก่อนหย่านมมากกว่าลูกสุกรตัวเมีย แม้ว่าจะมีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่าก็ตาม ที่เป็นเช่นนี้ผู้วิจัยให้เหตุผลว่า ลูกสุกรตัวผู้มีความสามารถในการปรับอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าลูกสุกรตัวเมีย ยืนยันได้จากอุณหภูมิร่างกายของลูกสุกรที่วัดผ่านทางรูทวาร โดยพบว่าลูกสุกรตัวผู้มีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าลูกสุกรตัวเมียทั้งอุณหภูมิที่วัดทันทีหลังคลอดและอุณหภูมิที่วัดหลังคลอด 24 ชั่วโมง สอดคล้องกับการที่

ลูกสุกรตัวผู้มีเปอร์เซ็นต์โดนทับตายมากกว่าลูกสุกรตัวเมีย ซึ่งอาจเกิดจากการที่ลูกสุกรตัวผู้มีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าจึงมีโอกาสเข้าไปอยู่ใกล้ตัวแม่สุกรเพื่อหาความอบอุ่นมากกว่าส่งผลให้ลูกสุกรตัวผู้มีโอกาสถูกแม่สุกรทับตายได้มากกว่า ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Cecchinato และคณะ (2010) ที่รายงานว่าการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายตัวก่อนหย่านมในลูกสุกรทั้งสองเพศไม่ต่างกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Li และคณะ (2012) ที่ศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรหลังคลอด 24 ชั่วโมง พบว่า ลูกสุกรทั้งสองเพศมีการอยู่รอดไม่แตกต่างกัน

อิทธิพลเพศของลูกสุกรต่อน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ลูกสุกรตัวผู้มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยสูงกว่าลูกสุกรตัวเมีย 0.04 กิโลกรัม สอดคล้องกับการศึกษาของ Alfonso (2005) ที่ศึกษาสัดส่วนของเพศที่มีผลต่อน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกร พบว่า ในครอกที่มีสัดส่วนของลูกสุกรตัวผู้สูง จะมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกรมากกว่าครอกที่มีลูกสุกรตัวเมียสูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Baxter และคณะ (2012) ที่พบว่า น้ำหนักของลูกสุกรตัวผู้สูงกว่าลูกสุกรตัวเมีย ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Libal และคณะ (1973) และ Škorjanc และคณะ (2007) ที่พบว่าน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรทั้งสองเพศไม่แตกต่างกัน จากงานวิจัยที่ไม่สอดคล้องกันนี้ อาจเป็นเพราะ นอกจากอิทธิพลของเพศแล้วยังมีปัจจัยอื่นอีกมากที่มีผลต่อน้ำหนักแรกเกิด อาทิ พันธุกรรมของแม่และลูกสุกร อาหารของแม่สุกร และการจัดการที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา เป็นต้น

## 5.3 ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

### 5.3.1 ค่าอัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายตัว และลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายครอกในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าปานกลางโดยมีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.23 และ 0.17 ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมที่รายงานในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้เคยรายงานไว้ในหลายงานวิจัย งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดรายตัว พบว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.10 (Su et al., 2008; Ibanez-Escriche et al., 2009; Cecchinato et al., 2010; Kapell et al., 2011) และจากการศึกษาที่กำหนดให้ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นลักษณะของแม่สุกรซึ่งคิดอัตราการอยู่รอดจากข้อมูลรายครอก พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำเช่นกัน โดยมีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.13 (Knol et al., 2002; Su et al., 2007; Rydhmer et al., 2008)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) ได้รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดที่มีค่าสูงกว่าค่าที่เคยมีรายงานไว้ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.14 ถึง 0.28 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.21 ซึ่งเป็นการศึกษาในสุกรพันธุ์ผสม (ลาร์จไวท์xดูร็อก) ที่เลี้ยงแบบกลางแจ้ง นอกจากนี้ Roehe และคณะ (2010) ได้วิจารณ์ถึงค่าอัตราพันธุกรรมที่สูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่รายงานในการศึกษาของ Su และคณะ (2008) และ การศึกษาของ Ibanez-Escriche และคณะ (2009) ว่าอาจเกิดเนื่องจากการศึกษาของ Su และคณะ (2008) และการศึกษาของ Ibanez-Escriche และคณะ (2009) มีการปรับค่าอิทธิพลเนื่องจากขนาดครอกภายในโมเดลจึงส่งผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมลดลงเล็กน้อย (0.01)

ความแตกต่างของค่าอัตราพันธุกรรมที่พบยังอาจจะเกิดเนื่องจากพื้นฐานทางพันธุกรรมและเป้าหมายในการคัดเลือกที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา เช่น การศึกษาของ Ibanez-Escriche และคณะ (2009) ที่ทำการศึกษาในลูกสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ ยอร์กเชียร์ และเปียแตรง ที่มีเป้าหมายในการคัดเลือกต่างกัน พบว่า ลูกสุกรทั้งสามพันธุ์มีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการตายของลูกสุกรแรกเกิดแตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.02 0.06 และ 0.10 ตามลำดับ นอกจากนี้โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังส่งผลต่อค่าอัตราพันธุกรรมอีกด้วย Figueiredo Filho และคณะ (2017) รายงานว่าการวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรด้วย Threshold model ที่คำนึงถึงลักษณะของข้อมูลแบบไบนารี่ ส่งผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าสูงขึ้น

การที่ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดในการศึกษาครั้งนี้มีค่าปานกลาง อาจเกิดเนื่องจากสุกรในการศึกษาครั้งนี้ถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิดที่ไม่มีระบบระบายความร้อนทำให้อิทธิพลทางพันธุกรรมมีโอกาสแสดงออกได้มากกว่า อีกทั้งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ปรับค่าอิทธิพลเนื่องจากขนาดครอกภายในโมเดลเนื่องจากต้องการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและลักษณะขนาดครอก ค่าอัตราพันธุกรรมที่ประมาณได้ในการศึกษานี้บ่งชี้ว่าลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดมีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดผ่านทางการคัดเลือกทางพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมรายตัว มีค่าสูงโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.29 ถึง 0.42 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมรายครอก มีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.18 ชี้ให้เห็นว่าลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมสามารถถ่ายทอดได้ มีความเป็นได้ที่จะคัดเลือกทางพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมให้สูงขึ้น ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มี

ค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้เคยมีรายงานไว้ในหลายการศึกษา ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมที่มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 ถึง 0.06 (Arango et al., 2006; Su et al., 2008; Tabuaciri et al., 2010)

อย่างไรก็ตามค่าอัตราพันธุกรรมที่รายงานในการศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยรายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.24 มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 ถึง 0.35 ซึ่งเป็นการศึกษาในสุกรพันธุ์ผสม (ลาร์จไวท์xดูร็อก) ที่เลี้ยงแบบกลางแจ้ง ซึ่ง Roehe และคณะ (2010) ได้ให้เหตุผลว่า การที่ลูกสุกรอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบกลางแจ้งทำให้อิทธิพลจากพันธุกรรมมีโอกาสแสดงออกมากกว่าลูกสุกรที่อยู่ในโรงเรือนที่มีการปรับสภาพแวดล้อมจึงส่งผลให้ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าสูงกว่าการศึกษาอื่น เช่นเดียวกับค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมในการศึกษาครั้งนี้ที่มีค่าสูง อาจเกิดเนื่องจากสุกรในการศึกษาครั้งนี้ถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิดไม่มีระบบระบายความร้อนและมีอายุหย่านมนานกว่าการศึกษาอื่น (34.31 วัน) ทำให้อิทธิพลทางพันธุกรรมมีโอกาสแสดงออกมากกว่า

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวมีค่าสูง โดยค่าอัตราพันธุกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 และมีค่าอยู่ในช่วง 0.33 ถึง 0.43 ใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยภายในครอกของลูกสุกร ที่มีค่าเท่ากับ 0.33 โดยค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Kapell และคณะ (2011) ที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลของลูกสุกรรายตัวจากสุกรสายแม่ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะขนาดครอกและการอยู่รอดของลูกสุกร ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 และ 0.19 ในแม่พันธุ์ D1 และ D2 ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Roehe และคณะ (2009) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.13 ถึง 0.28 (เฉลี่ย 0.20) โดยศึกษาในลูกสุกรลูกผสมลาร์จไวท์x(ลาร์จไวท์xดูร็อก) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดมา 1 ชั่วรุ่นในสภาพแวดล้อมแบบกลางแจ้ง อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) ที่ทำการศึกษาในสุกรฝูงเดิมแต่เป็นข้อมูลของลูกสุกรที่ผ่านการคัดเลือกในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดมา 2 ชั่วรุ่น พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงขึ้นโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.30 ถึง 0.40 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 ซึ่งค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นนี้อาจเกิดจากการคัดเลือกในสายแม่เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งชั่วรุ่นจึงทำให้พื้นฐานทางพันธุกรรมของสายพ่อพันธุ์และสายแม่พันธุ์ห่างกันยิ่งขึ้นทำให้ลูกผสมที่ได้มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากขึ้น

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะขนาดครอก มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง เท่ากับ 0.22 ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kaufmann และคณะ (2000) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะขนาดครอกของสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์เท่ากับ 0.22 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จาก linear model ด้วยวิธี REML ผ่านโปรแกรม VCE โดยมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Kapell และคณะ (2011) ที่ใช้ข้อมูลของขนาดครอกของลูกสุกรจากสุกรสายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะขนาดครอกและการอยู่รอดของลูกสุกร รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะขนาดครอก เท่ากับ 0.16 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย threshold linear model ผ่านวิธี gibb sampling

ค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลจากแม่สุกรของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าปานกลางมีค่าอยู่ในช่วง 0.16 ถึง 0.29 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่รายงานในการศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) ที่รายงานค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 (0.10 ถึง 0.19) และสูงกว่าการศึกษาของ Ibanez-Escriche และคณะ (2009) และ Su และคณะ (2008) ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลจากแม่สุกรอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.13 และ 0.05 ถึง 0.06 ตามลำดับ

ค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลจากแม่สุกรของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม มีค่าปานกลางอยู่ในช่วง 0.18 ถึง 0.33 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) ที่รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลจากแม่สุกร อยู่ในช่วง 0.10 ถึง 0.18

ค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลจากแม่สุกรของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวมีค่าปานกลาง จากการศึกษานี้ที่ได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.21 และมีค่าอยู่ในช่วง 0.16 ถึง 0.27 ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) ที่รายงานในช่วง 0.24 ถึง 0.31

จากค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสมและค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลจากแม่สุกรที่ได้จากการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมนั้น ถูกกำหนดด้วยพันธุกรรมจากแม่สุกรและพันธุกรรมของตัวสัตว์เอง โดยการอยู่รอดของลูกสุกรในแต่ละการศึกษามีความแตกต่างกัน รวมถึงการเลือกใช้โมเดลในการวิเคราะห์ซึ่งมีความจำเพาะกับข้อมูลของแต่ละประชากร

ความแตกต่างของค่าอัตราพันธุกรรมในการศึกษาครั้งนี้ และการศึกษาก่อนหน้า อาจขึ้นอยู่กับโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่ามีปัจจัยใดที่นำเข้ามาวิเคราะห์ร่วมกัน เช่นการศึกษาของ Dufrasne และคณะ (2014) กำหนดให้ลำดับท้อง และเพศเป็นปัจจัยคงที่ภายในโมเดลวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม แต่การศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดปัจจัยจากลำดับท้องของแม่สุกร ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ เพศของลูกสุกร และกลุ่มที่สุกรเกิดร่วมกันเป็นปัจจัยคงที่ภายในโมเดล นอกจากโมเดลที่แตกต่างกัน พื้นฐานพันธุกรรมของสุกร สิ่งแวดล้อมของฟาร์มตลอดจนการบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายตัว และข้อมูลลูกสุกรรายครอกก็มีผลต่อค่าอัตราพันธุกรรมเช่นกัน

### 5.3.2 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

***ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร***

จากค่าความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกรในแต่ลักษณะ พบว่า ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิด มีค่าสหสัมพันธ์สูง เท่ากับ -0.80 (-0.91 ถึง -0.69) -0.81 (-0.94 ถึง -0.64) และ -0.61 (-0.74 ถึง -0.46) ตามลำดับ ค่าความสหสัมพันธ์เชิงลบที่พบสอดคล้องกับการศึกษาของ Ibanez-Escriche และคณะ (2009) ที่แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกรของลักษณะการตายของลูกสุกรแรกเกิด เท่ากับ -0.56 และ -0.53 สำหรับพันธุ์แลนด์เรซ และเปียแตรง ในขณะที่ลูกสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์มีค่าความสัมพันธ์บวก (0.15) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Su และคณะ (2008) ที่ศึกษาการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมและรายงานค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกรอยู่ในช่วง -0.60 ถึง -0.79 สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกเกิด พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kapell และคณะ (2011) ที่รายงานความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกร เท่ากับ -0.64 ความสัมพันธ์ในเชิงลบนี้ ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกสุกรให้มีลักษณะการอยู่รอดของตัวสัตว์เพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้อิทธิพลจากแม่สุกรลดลงได้ และการคัดเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่ง จากพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงจะส่งผลต่ออิทธิพลของแม่สุกร คือ คุณภาพของมดลูก ความสามารถในการเลี้ยงลูกสุกรร่วมถึงพันธุกรรมของแม่ที่ถ่ายทอดส่งให้กับลูกสุกรตัวเมีย (Cecchinato et al., 2010) ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องคำนึงในขณะวางแผนการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ ในส่วนของลักษณะขนาดครอกนั้นมีเพียงอิทธิพลจากพันธุกรรมของตัวสัตว์เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ การคัดเลือกสุกรในลักษณะการอยู่รอดแรกเกิด

ต้องคำนึงถึงอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมโดยตรงและอิทธิพลจากแม่สุกรด้วยเช่นกัน (Ibanez-Escriche et al., 2009)

***สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ***

การศึกษาครั้งนี้พบว่าลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสูง เท่ากับ 0.69 และ 0.79 สำหรับข้อมูลรายตัวและข้อมูลรายครอก ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า ที่รายงานว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมมีค่าเป็นบวก (Arango et al., 2006) แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดเพื่อปรับปรุงความสามารถในการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมได้ แต่ในหลายการศึกษารายงานว่าการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมต่อกัน (Su et al., 2008; Roehe et al., 2010) ซึ่งจากการศึกษาของ Roehe และคณะ (2010) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมว่า มีค่าอยู่ในช่วง -0.18 ถึง 0.35 ($p>0.05$) ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ Roehe และคณะ (2010) วิจารณ์ว่า การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม อาจถูกควบคุมด้วยยีนต่างชุดกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและน้ำหนักแรกเกิด มีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสูงเท่ากับ 0.77 ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกสุกรให้มีน้ำหนักแรกเกิดสูง ส่งผลให้การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดมีค่าสูงขึ้น ค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kapell และคณะ (2011) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว เท่ากับ 0.62 ในพันธุ์ D1 และ-0.42 ในพันธุ์ D2 ซึ่งทั้ง 2 พันธุ์นั้น ผ่านการคัดเลือกในลักษณะขนาดครอก และการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ความแตกต่างที่เกิดขึ้น อาจเนื่องจาก น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรพันธุ์ D2 น้อยกว่า ลูกสุกรพันธุ์ D1 แต่มีค่าการอยู่รอดแรกเกิดไม่แตกต่างกัน ซึ่งการคัดเลือกให้ลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มขึ้นในพันธุ์ D2 อาจส่งผลให้การอยู่รอดของลูกสุกรลดลง ตรงข้ามกับการคัดเลือกในสุกรพันธุ์ D1 ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ในฝูงที่มีอิทธิพลทางพันธุกรรมแตกต่างกัน ควรมีการพิจารณาอย่างระมัดระวัง (Kapell et al., 2011)

อย่างไรก็ตาม ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าต่ำเท่ากับ 0.07 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Su และคณะ (2008) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรของลูกสุกรแรกเกิดในลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซและยอร์กเชียร์มีค่าไม่ต่างจากศูนย์ ($p>0.05$)

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมและน้ำหนักแรกเกิดรายตัว มีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสูงเท่ากับ 0.85 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยรายครอก มีค่าปานกลาง เท่ากับ 0.59 ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกสุกรให้ลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดสูง ส่งผลให้การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมมีค่าสูงขึ้น จากการศึกษาของ Leenhouwers และคณะ (2002) ที่ทำการเปรียบเทียบพัฒนาการช่วงท้ายของลูกสุกรในท้องที่ผ่านการคัดเลือกในลักษณะการอยู่รอด พบว่า การคัดเลือกในลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร จะเพิ่มสัดส่วนมวลของตับ ลำไส้เล็ก กระเพาะ และ hypothalamus-pituitary-adrenal axis (HPA) ซึ่งมีผลต่อ กลูโคคอลติซอลสเตียรอยด์ ที่ช่วยในกระตุ้นการพัฒนาของอวัยวะให้เหมาะสม เช่น ระบบทางเดินอาหารและปอด ในช่วงท้ายของการตั้งท้อง นอกจากนี้การคัดเลือกลูกสุกรในลักษณะการอยู่รอด จะช่วยเพิ่มปริมาณไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อ รวมถึงเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ที่ช่วยให้ลูกสุกรมีความสามารถในการปรับอุณหภูมิร่างกายขณะแรกเกิดดีขึ้น (Leenhouwers et al., 2002) ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาก่อนหน้า ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรของลูกสุกรก่อนหย่านม เท่ากับ 0.16 - 0.17 (Su et al., 2008; Roehe et al., 2010)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและขนาดครอกเฉลี่ย เท่ากับ -0.16 กล่าวคือ การคัดเลือกสุกรในลักษณะขนาดครอกให้มีขนาดครอกแรกเกิดสูงขึ้น จะส่งให้ลักษณะมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hellbrugge และคณะ (2008) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะจำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดและลักษณะขนาดครอก มีค่าสูง เท่ากับ 0.48 โดยเป็นการเก็บข้อมูลการให้ผลผลิตของแม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซ กล่าวคือ การคัดเลือกให้แม่สุกรมีขนาดครอกเพิ่มขึ้น จะสัมพันธ์กับจำนวนของลูกสุกรตายแรกเกิดสูงขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมและขนาดครอก มีค่าเท่ากับ -0.64 ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกสุกรให้มีลักษณะขนาดครอกสูง จะส่งผลให้การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมลดลง ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Hellbrugge และคณะ (2008)

ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมและลักษณะขนาดครอก มีค่าเท่ากับ -0.78 นอกจากนี้ Hellbrugge และคณะ (2008) ยังได้รายงานค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะขนาดครอก กับ การตายของลูกสุกรที่ถูกแม่สุกรทับในช่วง 3 วันแรกหลังคลอด ลูกสุกรตายเนื่องจากมีน้ำหนักแรกเกิดน้อยกว่า 0.8 กิโลกรัม และลูกสุกรที่ตายเนื่องจากการอดนมเท่ากับ 0.54 0.62 และ 0.52 ตามลำดับ กล่าวคือ ขนาดครอกที่สูงของลูกสุกร สัมพันธ์กับการตายก่อนหย่านมของลูกสุกร การคัดเลือกลูกสุกรที่มีขนาดครอกสูง อาจส่งผลให้มีการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมลดลง

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยและขนาดครอก มีค่าสูง เท่ากับ -0.99 ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกลูกสุกรให้ขนาดครอกที่สูงขึ้น มีผลกระทบต่อน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยของลูกสุกร ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่พบมีค่าสูงกว่าแต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Kaufmann และคณะ (2000) รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมทางตรงของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดและขนาดครอกของลูกสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ เท่ากับ -0.18 ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกลูกสุกรที่มีขนาดครอกสูง มีผลต่อน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรที่ลดลง นอกจากนี้ Kaufmann และคณะ (2000) ได้รายงานในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมของขนาดครอก และอิทธิพลของแม่สุกรในลักษณะน้ำหนักแรกเกิด เท่ากับ -0.20 กล่าวคือ การคัดเลือกให้ลูกสุกรมีขนาดครอกเพิ่มขึ้น อาจทำให้อิทธิพลของแม่สุกรที่มีต่อน้ำหนักแรกเกิดลดลง

***ค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏ***

ความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและน้ำหนักแรกเกิด อยู่ในช่วง 0.15 ถึง 0.23 (เฉลี่ย 0.19) กล่าวคือ ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงมีการอยู่รอดแรกเกิดสูงเช่นกัน ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Kapell และคณะ (2011) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและน้ำหนักแรกเกิด เท่ากับ -0.53 ถึง -0.65 เป็นความสัมพันธ์เชิงลบ กล่าวคือ ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง จะมีการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดลดลง ความแตกต่างนี้อาจเป็นเพราะ งานวิจัยของ Kapell และคณะ (2011) ได้รายงาน เปอร์เซ็นต์ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่าน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย + 2 S.D. เท่ากับ 5.7 ถึง 8.4 เปอร์เซ็นต์ แต่จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่า น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย + 2 S.D. เพียง 0.02 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่าค่าเฉลี่ยมากอาจใช้ระยะเวลาในการคลอดนานขึ้นและมีโอกาสเกิดปัญหาคลอดยากได้มากกว่าการศึกษาในครั้งนี้ ส่งผลให้มีการอยู่รอดแรกเกิดลดลง (Leenhouwers et al., 1999)

ความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมและน้ำหนักแรกเกิด อยู่ในช่วง 0.27 ถึง 0.33 (เฉลี่ย 0.30) เป็นไปในทิศทางเดียวกับสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ชี้ให้เห็นว่า ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง มีโอกาสสูงที่จะอยู่รอดจนกระทั่งหย่านม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Su และคณะ (2008) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิด ในลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซและยอร์กเชียร์ ว่ามีค่าเท่ากับ 0.23 และ 0.24 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดและการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม อยู่ในช่วง 0.15 ถึง 0.27 (เฉลี่ย 0.21) เป็นไปในทิศทางเดียวกับสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ชี้ให้เห็นว่า ลูกสุกรที่มีการอยู่รอดแรกเกิดสูง มีโอกาสสูงที่จะอยู่รอดจนกระทั่งหย่านมสูงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 6

# สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

## 6.1 ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษา

1.ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ได้แก่ ลำดับท้อง ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร และกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด พบว่าลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 ถึง 3 มีการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดไม่ต่างกัน และเมื่อลำดับท้อง ≥4 การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดจะลดลง ลูกสุกรที่เกิดในแม่ที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องเท่ากับ 115 วัน มีการอยู่รอดแรกเกิดสูงที่สุด และลูกสุกรที่เกิดในแม่ที่มีระยะเวลาการอุ้มท้อง <113 วัน หรือ >120 วัน มีการอยู่รอดต่ำที่สุด

2. ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ได้แก่ ลำดับท้อง ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ของสุกร เพศของสุกร และกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด พบว่าลูกสุกรที่เกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 มีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำที่สุด และลูกที่เกิดจากแม่สุกรในลำดับท้องที่ 2 ขึ้นไปมีการอยู่รอดก่อนหย่านมไม่ต่างกัน ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่แม่มีระยะเวลาการอุ้มท้อง ≤113 วัน มีการอยู่รอดก่อนหย่านมน้อยที่สุด และลูกสุกรที่เกิดในครอกที่แม่มีระยะเวลาการอุ้มท้อง 118 วันมีการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมสูงสุด ลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์มีการอยู่รอดก่อนหย่านมมากกว่าลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ แต่ไม่แตกต่างกับลูกสุกรพันธุ์ดูร็อก ลูกสุกรตัวเมียจะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงกว่าลูกสุกรตัวผู้

3. ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัว ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ได้แก่ ลำดับท้อง ระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกร พันธุ์ของสุกร เพศของสุกร และกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด พบว่า ลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 1 มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด ลูกสุกรที่เกิดในลำดับท้องที่ 2 ถึง 4 มีน้ำหนักแรกเกิดไม่ต่างกัน ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีระยะเวลาการอุ้มท้องของแม่สุกรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 114 วัน มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยที่สุด และลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อระยะเวลาการอุ้มท้องนานขึ้น ลูกสุกรพันธุ์ดูร็อกมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซ และลูกสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ตามลำดับ ลูกสุกรตัวเมียมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยน้อยกว่าลูกสุกรตัวผู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. ลักษณะขนาดครอก ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะขนาดครอก ได้แก่ พันธุ์ของลูกสุกร และกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด พบว่า สุกรพันธุ์แลนด์เรซมีขนาดครอกเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ และสุกรพันธุ์ดูร็อก ตามลำดับ

**6.2 ค่าอัตราพันธุกรรม**

1. ลักษณะรายตัว

ค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิด มีค่าเท่ากับ 0.23 (0.02) 0.36 (0.03) และ 0.38 (0.03) ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมของอิทธิพลเนื่องจากแม่ของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และลักษณะน้ำหนักแรกเกิด มีค่าเท่ากับ 0.23 (0.03) 0.25 (0.04) และ 0.21 (0.03) ตามลำดับ

2. ลักษณะรายครอก

ค่าอัตราพันธุกรรมของยีนแบบบวกสะสมของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด ลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย และลักษณะขนาดครอก มีค่าเท่ากับ 0.17 (0.02) 0.18 (0.03) 0.33 (0.03) และ 0.22 (0.01) ตามลำดับ

**6.3 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ลักษณะรายตัว

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดกับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิด มีค่าเท่ากับ 0.69 (0.14) และ 0.77 (0.05) ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม และน้ำหนักแรกเกิดมีค่าเท่ากับ 0.85 (0.05) ตามลำดับ

2. ลักษณะรายครอก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด และลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม กับลักษณะขนาดครอก มีค่าเท่ากับ -0.16 (0.03) และ -0.64 (0.02) ตามลำดับ

## 6.4 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาในลูกสุกรแรกเกิดที่ผ่านการคัดเลือกให้สามารถเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย แม่สุกรได้รับโปรตีนในอาหารที่ต่ำกว่าค่าที่แนะนำโดย NRC แต่มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอสำหรับแม่สุกรที่จะใช้ในการดำรงชีวิตและผลิตน้ำนม ดังนั้น การนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างทางพันธุกรรม และการจัดการภายในฟาร์มด้วยเช่นกัน

การคัดเลือกลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร อาจนำไปประยุกต์ใช้ได้ค่อนข้างยาก เพราะมีข้อจำกัดจากการจัดการภายในโรงเรือนที่ต้องบันทึกข้อมูลรายตัว มีต้นทุนที่สูงขึ้น และเพิ่มงานในส่วนของการจัดการและการบันทึกข้อมูล อย่างไรก็ตาม การบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายตัว นอกจากจะเป็นผลดีต่อการประเมินผลผลิตของแม่สุกรภายในฟาร์มแล้ว ยังช่วยให้สามารถคัดเลือกสุกรได้แม่นยำมากขึ้น

จากค่าสหสัมพันธ์ที่ไม่พึงประสงค์ระหว่างลักษณะขนาดครอก ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและลักษณะน้ำหนักแรกเกิด หากต้องการที่จะปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ควรคำนึงถึงสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์ร่วมกับลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอกร่วมด้วย

การวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรและลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ควรที่จะวิเคราะห์ด้วย Threshold linear model ที่คำนึงถึงลักษณะของข้อมูลที่เป็นแบบไบนารี่ แต่สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรร่วมกับลักษณะขนาดครอก ควรที่จะวิเคราะห์ด้วย linear model ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบรายครอก เนื่องจากลักษณะข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรและขนาดครอกแรกเกิดมีระดับของพันธุกรรมที่แตกต่างกัน โดยการอยู่รอดของลูกสุกรที่มีการบันทึกรายตัวเป็นพันธุกรรมของตัวลูกสุกรเอง แต่ลักษณะขนาดครอกเป็นพันธุกรรมของแม่สุกร

# ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก

**ตารางภาคผนวกที่ 1** จำนวนบันทึกข้อมูลรายตัวของลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (PSB) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (PSW) และลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (IBW) ที่จำแนกตามกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด (HY2M)

| ลักษณะ | รายตัว | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | PSB | | PSW | | IBW | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 1_2014_01 | 10 | 0.07 | 0 | 0 | 10 | 0.08 |
| 1_2015_04 | 10 | 0.07 | 0 | 0 | 10 | 0.08 |
| 1_2015_06 | 59 | 0.42 | 0 | 0 | 59 | 0.46 |
| 1_2016_01 | 123 | 0.87 | 1 | 0.01 | 122 | 0.96 |
| 1_2016_02 | 101 | 0.71 | 0 | 0 | 100 | 0.79 |
| 1_2016_03 | 74 | 0.52 | 0 | 0 | 74 | 0.58 |
| 1_2016_04 | 99 | 0.70 | 0 | 0 | 99 | 0.78 |
| 1_2016_05 | 46 | 0.32 | 0 | 0 | 43 | 0.34 |
| 1_2016_06 | 74 | 0.52 | 43 | 0.44 | 72 | 0.57 |
| 1_2017_01 | 48 | 0.34 | 43 | 0.44 | 48 | 0.38 |
| 1_2017_02 | 68 | 0.48 | 51 | 0.52 | 65 | 0.51 |
| 2_2015_05 | 1 | 0.01 | 1 | 0.01 | 1 | 0.01 |
| 2_2016_01 | 31 | 0.22 | 28 | 0.29 | 28 | 0.22 |
| 2_2016_02 | 113 | 0.80 | 90 | 0.92 | 107 | 0.84 |
| 2_2016_03 | 96 | 0.68 | 77 | 0.79 | 90 | 0.71 |
| 2_2016_04 | 29 | 0.20 | 27 | 0.28 | 27 | 0.21 |
| 2_2016_05 | 67 | 0.47 | 53 | 0.54 | 65 | 0.51 |
| 2_2016_06 | 41 | 0.29 | 41 | 0.42 | 41 | 0.32 |
| 2_2017_01 | 39 | 0.28 | 38 | 0.39 | 39 | 0.31 |
| 2_2017_02 | 89 | 0.63 | 74 | 0.76 | 87 | 0.68 |
| 2_2017_03 | 33 | 0.23 | 1 | 0.01 | 33 | 0.26 |
| 3_2011_06 | 10 | 0.07 | 8 | 0.08 | 8 | 0.06 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายตัว (ต่อ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | PSB | | PSW | | IBW | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 3_2012_06 | 17 | 0.12 | 17 | 0.17 | 17 | 0.13 |
| 3_2014_01 | 15 | 0.11 | 14 | 0.14 | 15 | 0.12 |
| 3_2014_02 | 6 | 0.04 | 0 | 0 | 6 | 0.05 |
| 3_2014_04 | 26 | 0.18 | 20 | 0.20 | 25 | 0.20 |
| 3_2014_05 | 13 | 0.09 | 0 | 0 | 13 | 0.10 |
| 3_2015_01 | 22 | 0.16 | 0 | 0 | 22 | 0.17 |
| 3_2015_02 | 29 | 0.20 | 0 | 0 | 29 | 0.23 |
| 3_2015_03 | 4 | 0.03 | 0 | 0 | 4 | 0.03 |
| 3_2015_04 | 2 | 0.01 | 0 | 0 | 2 | 0.02 |
| 3_2015_05 | 31 | 0.22 | 26 | 0.27 | 31 | 0.24 |
| 3_2016_01 | 25 | 0.18 | 24 | 0.25 | 24 | 0.19 |
| 4_2013_01 | 6 | 0.04 | 1 | 0.01 | 6 | 0.05 |
| 4_2013_02 | 46 | 0.32 | 0 | 0 | 46 | 0.36 |
| 4_2013_03 | 14 | 0.10 | 10 | 0.10 | 14 | 0.11 |
| 4_2013_04 | 9 | 0.06 | 7 | 0.07 | 9 | 0.07 |
| 4_2014_01 | 33 | 0.23 | 0 | 0 | 33 | 0.26 |
| 4_2014_03 | 11 | 0.08 | 0 | 0 | 10 | 0.08 |
| 4_2014_04 | 77 | 0.54 | 66 | 0.68 | 77 | 0.61 |
| 4_2014_05 | 27 | 0.19 | 8 | 0.08 | 27 | 0.21 |
| 4_2014_06 | 60 | 0.42 | 23 | 0.24 | 60 | 0.47 |
| 4_2015_01 | 110 | 0.78 | 2 | 0.02 | 110 | 0.86 |
| 4_2015_02 | 51 | 0.36 | 0 | 0 | 51 | 0.40 |
| 4_2015_03 | 39 | 0.28 | 0 | 0 | 39 | 0.31 |
| 4_2015_04 | 68 | 0.48 | 0 | 0 | 68 | 0.53 |
| 4_2015_05 | 44 | 0.31 | 0 | 0 | 42 | 0.33 |
| 4_2016_01 | 6 | 0.04 | 0 | 0 | 6 | 0.05 |
| 4_2016_02 | 6 | 0.04 | 0 | 0 | 6 | 0.05 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายตัว (ต่อ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | PSB | | PSW | | IBW | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 5_2006_01 | 29 | 0.20 | 27 | 0.28 | 27 | 0.21 |
| 5_2006_02 | 74 | 0.52 | 62 | 0.63 | 62 | 0.49 |
| 5_2006_03 | 57 | 0.40 | 40 | 0.41 | 53 | 0.42 |
| 5_2006_04 | 222 | 1.57 | 206 | 2.11 | 206 | 1.62 |
| 5_2006_05 | 203 | 1.43 | 154 | 1.58 | 183 | 1.44 |
| 5_2006_06 | 158 | 1.12 | 142 | 1.45 | 142 | 1.12 |
| 5_2007_01 | 216 | 1.52 | 200 | 2.05 | 200 | 1.57 |
| 5_2007_02 | 168 | 1.19 | 132 | 1.35 | 160 | 1.26 |
| 5_2007_03 | 31 | 0.22 | 30 | 0.31 | 30 | 0.24 |
| 5_2007_04 | 155 | 1.09 | 124 | 1.27 | 137 | 1.08 |
| 5_2007_05 | 53 | 0.37 | 47 | 0.48 | 47 | 0.37 |
| 5_2007_06 | 585 | 4.13 | 528 | 5.40 | 527 | 4.14 |
| 5_2008_01 | 486 | 3.43 | 387 | 3.96 | 399 | 3.14 |
| 5_2008_02 | 230 | 1.62 | 168 | 1.72 | 179 | 1.41 |
| 5_2008_03 | 533 | 3.76 | 410 | 4.20 | 430 | 3.38 |
| 5_2008_04 | 385 | 2.72 | 293 | 3.00 | 293 | 2.30 |
| 5_2008_05 | 241 | 1.70 | 194 | 1.99 | 194 | 1.53 |
| 5_2008_06 | 531 | 3.75 | 408 | 4.18 | 466 | 3.66 |
| 5_2009_01 | 271 | 1.91 | 211 | 2.16 | 219 | 1.72 |
| 5_2009_02 | 383 | 2.70 | 304 | 3.11 | 314 | 2.47 |
| 5_2009_03 | 369 | 2.60 | 281 | 2.88 | 289 | 2.27 |
| 5_2009_04 | 363 | 2.56 | 277 | 2.83 | 309 | 2.43 |
| 5_2009_05 | 204 | 1.44 | 132 | 1.35 | 154 | 1.21 |
| 5_2009_06 | 11 | 0.08 | 10 | 0.10 | 10 | 0.08 |
| 5_2010_02 | 294 | 2.07 | 184 | 1.88 | 222 | 1.75 |
| 5_2010_03 | 168 | 1.19 | 135 | 1.38 | 135 | 1.06 |
| 5_2010_04 | 140 | 0.99 | 122 | 1.25 | 122 | 0.96 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายตัว (ต่อ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | PSB | | PSB | | PSB | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 5_2010_05 | 207 | 1.46 | 178 | 1.82 | 178 | 1.40 |
| 5_2010_06 | 131 | 0.92 | 90 | 0.92 | 96 | 0.75 |
| 5_2011_01 | 52 | 0.37 | 51 | 0.52 | 51 | 0.40 |
| 5_2011_02 | 222 | 1.57 | 193 | 1.98 | 193 | 1.52 |
| 5_2011_03 | 112 | 0.79 | 93 | 0.95 | 93 | 0.73 |
| 5_2011_04 | 108 | 0.76 | 90 | 0.92 | 90 | 0.71 |
| 5_2011_05 | 124 | 0.88 | 91 | 0.93 | 91 | 0.72 |
| 5_2011_06 | 89 | 0.63 | 77 | 0.79 | 77 | 0.61 |
| 5_2012_01 | 140 | 0.99 | 112 | 1.15 | 128 | 1.01 |
| 5_2012_02 | 140 | 0.99 | 112 | 1.15 | 128 | 1.01 |
| 5_2012_03 | 173 | 1.22 | 136 | 1.39 | 142 | 1.12 |
| 5_2012_04 | 49 | 0.35 | 30 | 0.31 | 30 | 0.24 |
| 5_2012_05 | 187 | 1.32 | 157 | 1.61 | 151 | 1.19 |
| 5_2012_06 | 177 | 1.25 | 151 | 1.55 | 162 | 1.27 |
| 5_2013_01 | 158 | 1.12 | 149 | 1.52 | 158 | 1.24 |
| 5_2013_02 | 207 | 1.46 | 184 | 1.88 | 207 | 1.63 |
| 5_2013_03 | 160 | 1.13 | 137 | 1.40 | 160 | 1.26 |
| 5_2013_04 | 157 | 1.11 | 113 | 1.16 | 155 | 1.22 |
| 5_2013_05 | 126 | 0.89 | 108 | 1.11 | 123 | 0.97 |
| 5_2013_06 | 178 | 1.26 | 120 | 1.23 | 162 | 1.27 |
| 5_2014_01 | 186 | 1.31 | 158 | 1.62 | 185 | 1.45 |
| 5_2014_02 | 240 | 1.69 | 195 | 2.00 | 239 | 1.88 |
| 5_2014_03 | 182 | 1.28 | 112 | 1.15 | 178 | 1.40 |
| 5_2014_04 | 136 | 0.96 | 90 | 0.92 | 136 | 1.07 |
| 5_2014_05 | 55 | 0.39 | 42 | 0.43 | 55 | 0.43 |
| 5_2014_06 | 148 | 1.04 | 109 | 1.12 | 148 | 1.16 |
| 5_2015_01 | 154 | 1.09 | 100 | 1.02 | 151 | 1.19 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายตัว (ต่อ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | PSB | | PSB | | PSB | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 5_2015_02 | 81 | 0.57 | 42 | 0.43 | 81 | 0.64 |
| 5_2015_03 | 92 | 0.65 | 0 | 0 | 92 | 0.72 |
| 5_2015_04 | 85 | 0.60 | 0 | 0 | 74 | 0.58 |
| 5_2015_05 | 162 | 1.14 | 0 | 0 | 159 | 1.25 |
| 5_2015_06 | 143 | 1.01 | 0 | 0 | 143 | 1.12 |
| 5_2016_01 | 242 | 1.71 | 13 | 0.13 | 235 | 1.85 |
| 5_2016_02 | 92 | 0.65 | 25 | 0.26 | 92 | 0.72 |
| 5_2016_03 | 138 | 0.97 | 85 | 0.87 | 138 | 1.09 |
| 5_2016_04 | 123 | 0.87 | 96 | 0.98 | 119 | 0.94 |
| 5_2016_05 | 46 | 0.32 | 43 | 0.44 | 46 | 0.36 |
| 5_2016_06 | 124 | 0.88 | 101 | 1.03 | 117 | 0.92 |
| 5_2017_01 | 143 | 1.01 | 136 | 1.39 | 143 | 1.12 |
| 5_2017_02 | 27 | 0.19 | 6 | 0.06 | 27 | 0.21 |
| 5_2017_03 | 55 | 0.39 | 44 | 0.45 | 55 | 0.43 |

[1] โรงเรือน_พ.ศ._01 = เดือน ม.ค.-ก.พ., โรงเรือน_พ.ศ._02 = เดือน มี.ค.-เม.ย., โรงเรือน_พ.ศ._03 = เดือน พ.ค.-มิ.ย., โรงเรือน_พ.ศ._04 = เดือน ก.ค.-ส.ค., โรงเรือน_พ.ศ._05 = เดือน ก.ย.-ต.ค., โรงเรือน_พ.ศ._06 = เดือน พ.ย.-ธ.ค.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางภาคผนวกที่ 2** จำนวนบันทึกข้อมูลรายตัวของลักษณะเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (%PSB) เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (%PSW) น้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย (ABW) และขนาดครอกที่จำแนกตามกลุ่มของโรงเรือน-ปี-เดือนที่ลูกสุกรเกิด (HY2M)

| ลักษณะ | รายครอก | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 1_2014_01 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 1_2015_04 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 1_2015_06 | 6 | 0.42 | 0 | 0 | 6 | 0.43 | 6 | 0.42 |
| 1_2016_01 | 13 | 0.92 | 0 | 0 | 13 | 0.93 | 13 | 0.92 |
| 1_2016_02 | 11 | 0.78 | 0 | 0 | 11 | 0.78 | 11 | 0.78 |
| 1_2016_03 | 9 | 0.64 | 0 | 0 | 9 | 0.64 | 9 | 0.64 |
| 1_2016_04 | 10 | 0.71 | 0 | 0 | 10 | 0.71 | 10 | 0.71 |
| 1_2016_05 | 5 | 0.35 | 0 | 0 | 5 | 0.36 | 5 | 0.35 |
| 1_2016_06 | 7 | 0.50 | 5 | 0.45 | 7 | 0.50 | 7 | 0.50 |
| 1_2017_01 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 1_2017_02 | 5 | 0.35 | 5 | 0.45 | 5 | 0.36 | 5 | 0.35 |
| 2_2015_05 | 5 | 0.35 | 5 | 0.45 | 5 | 0.36 | 5 | 0.35 |
| 2_2016_01 | 11 | 0.78 | 10 | 0.90 | 11 | 0.78 | 11 | 0.78 |
| 2_2016_02 | 9 | 0.64 | 8 | 0.72 | 9 | 0.64 | 9 | 0.64 |
| 2_2016_03 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 2_2016_04 | 7 | 0.50 | 6 | 0.54 | 7 | 0.50 | 7 | 0.50 |
| 2_2016_05 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 2_2016_06 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 2_2017_01 | 12 | 0.85 | 12 | 1.09 | 12 | 0.85 | 12 | 0.85 |
| 2_2017_02 | 3 | 0.21 | 0 | 0 | 3 | 0.21 | 3 | 0.21 |
| 2_2017_03 | 1 | 0.07 | 1 | 0.09 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 3_2011_06 | 1 | 0.07 | 1 | 0.09 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 3_2012_06 | 1 | 0.07 | 1 | 0.09 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายครอก (ต่อ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 3_2014_01 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.07 |
| 3_2014_02 | 3 | 0.21 | 3 | 0.27 | 3 | 0.21 | 3 | 0.21 |
| 3_2014_04 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 3_2014_05 | 3 | 0.21 | 0 | 0 | 3 | 0.21 | 3 | 0.21 |
| 3_2015_01 | 3 | 0.21 | 0 | 0 | 3 | 0.21 | 3 | 0.21 |
| 3_2015_02 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 3_2015_03 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 3_2015_04 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 3_2015_05 | 2 | 0.14 | 2 | 0.18 | 2 | 0.14 | 2 | 0.14 |
| 3_2016_01 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 4_2013_01 | 6 | 0.42 | 0 | 0 | 6 | 0.43 | 6 | 0.42 |
| 4_2013_02 | 2 | 0.14 | 2 | 0.18 | 2 | 0.14 | 2 | 0.14 |
| 4_2013_03 | 1 | 0.07 | 1 | 0.09 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 4_2013_04 | 3 | 0.21 | 0 | 0 | 3 | 0.21 | 3 | 0.21 |
| 4_2014_01 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 4_2014_03 | 9 | 0.64 | 9 | 0.81 | 9 | 0.64 | 9 | 0.64 |
| 4_2014_04 | 3 | 0.21 | 1 | 0.09 | 3 | 0.21 | 3 | 0.21 |
| 4_2014_05 | 8 | 0.57 | 3 | 0.27 | 8 | 0.57 | 8 | 0.57 |
| 4_2014_06 | 10 | 0.71 | 0 | 0 | 10 | 0.71 | 10 | 0.71 |
| 4_2015_01 | 5 | 0.35 | 0 | 0 | 5 | 0.36 | 5 | 0.35 |
| 4_2015_02 | 5 | 0.35 | 0 | 0 | 5 | 0.36 | 5 | 0.35 |
| 4_2015_03 | 8 | 0.57 | 0 | 0 | 8 | 0.57 | 8 | 0.57 |
| 4_2015_04 | 6 | 0.42 | 0 | 0 | 6 | 0.43 | 6 | 0.42 |
| 4_2015_05 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 4_2016_01 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 4_2016_02 | 2 | 0.14 | 2 | 0.18 | 2 | 0.14 | 2 | 0.14 |
| 5_2006_01 | 7 | 0.50 | 7 | 0.63 | 7 | 0.50 | 7 | 0.50 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายครอก (ต่อ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 5_2006_02 | 5 | 0.35 | 4 | 0.36 | 5 | 0.36 | 5 | 0.35 |
| 5_2006_03 | 18 | 1.27 | 18 | 1.63 | 18 | 1.28 | 18 | 1.27 |
| 5_2006_04 | 16 | 1.13 | 14 | 1.27 | 16 | 1.14 | 16 | 1.13 |
| 5_2006_05 | 15 | 1.06 | 15 | 1.36 | 15 | 1.07 | 15 | 1.06 |
| 5_2006_06 | 17 | 1.20 | 17 | 1.54 | 17 | 1.21 | 17 | 1.20 |
| 5_2007_01 | 12 | 0.85 | 10 | 0.90 | 12 | 0.85 | 12 | 0.85 |
| 5_2007_02 | 2 | 0.14 | 2 | 0.18 | 2 | 0.14 | 2 | 0.14 |
| 5_2007_03 | 13 | 0.92 | 12 | 1.09 | 13 | 0.93 | 13 | 0.92 |
| 5_2007_04 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 5_2007_05 | 47 | 3.33 | 47 | 4.25 | 47 | 3.35 | 47 | 3.33 |
| 5_2007_06 | 38 | 2.69 | 37 | 3.35 | 37 | 2.63 | 38 | 2.69 |
| 5_2008_01 | 22 | 1.56 | 21 | 1.90 | 22 | 1.57 | 22 | 1.56 |
| 5_2008_02 | 44 | 3.11 | 42 | 3.80 | 44 | 3.13 | 44 | 3.11 |
| 5_2008_03 | 35 | 2.48 | 35 | 3.17 | 35 | 2.49 | 35 | 2.48 |
| 5_2008_04 | 22 | 1.56 | 22 | 1.99 | 22 | 1.57 | 22 | 1.56 |
| 5_2008_05 | 47 | 3.33 | 42 | 3.80 | 47 | 3.35 | 47 | 3.33 |
| 5_2008_06 | 21 | 1.49 | 20 | 1.81 | 21 | 1.49 | 21 | 1.49 |
| 5_2009_01 | 34 | 2.41 | 33 | 2.99 | 34 | 2.42 | 34 | 2.41 |
| 5_2009_02 | 33 | 2.34 | 32 | 2.90 | 33 | 2.35 | 33 | 2.34 |
| 5_2009_03 | 35 | 2.48 | 33 | 2.99 | 35 | 2.49 | 35 | 2.48 |
| 5_2009_04 | 20 | 1.42 | 18 | 1.63 | 20 | 1.42 | 20 | 1.42 |
| 5_2009_05 | 2 | 0.14 | 2 | 0.18 | 2 | 0.14 | 2 | 0.14 |
| 5_2009_06 | 26 | 1.84 | 22 | 1.99 | 26 | 1.85 | 26 | 1.84 |
| 5_2010_02 | 15 | 1.06 | 15 | 1.36 | 15 | 1.07 | 15 | 1.06 |
| 5_2010_03 | 15 | 1.06 | 15 | 1.36 | 15 | 1.07 | 15 | 1.06 |
| 5_2010_04 | 22 | 1.56 | 22 | 1.99 | 22 | 1.57 | 22 | 1.56 |
| 5_2010_05 | 11 | 0.78 | 10 | 0.90 | 11 | 0.78 | 11 | 0.78 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

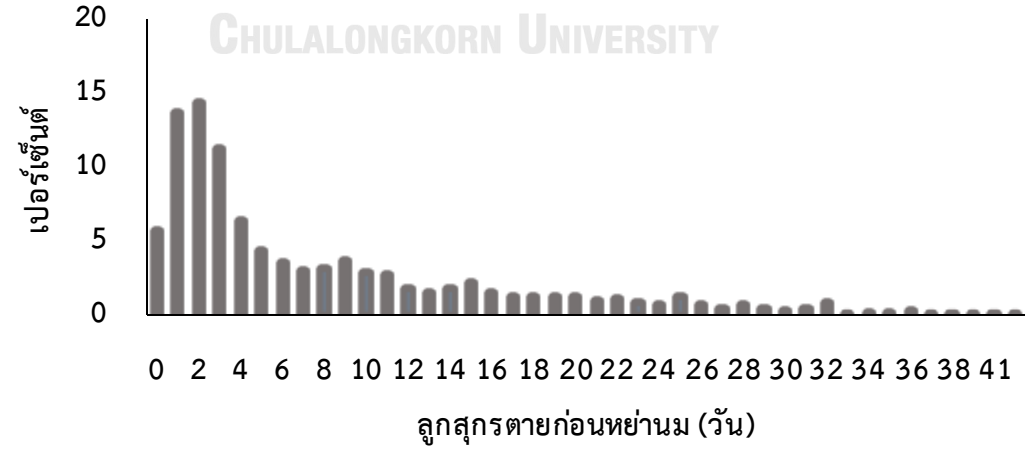
| ลักษณะ | รายครอก (ต่อ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 5_2010_06 | 6 | 0.42 | 6 | 0.54 | 6 | 0.43 | 6 | 0.42 |
| 5_2011_01 | 18 | 1.27 | 18 | 1.63 | 18 | 1.28 | 18 | 1.27 |
| 5_2011_02 | 9 | 0.64 | 9 | 0.81 | 9 | 0.64 | 9 | 0.64 |
| 5_2011_03 | 9 | 0.64 | 9 | 0.81 | 9 | 0.64 | 9 | 0.64 |
| 5_2011_04 | 11 | 0.78 | 11 | 1.00 | 11 | 0.78 | 11 | 0.78 |
| 5_2011_05 | 8 | 0.57 | 8 | 0.72 | 8 | 0.57 | 8 | 0.57 |
| 5_2011_06 | 14 | 0.99 | 12 | 1.09 | 14 | 1.00 | 14 | 0.99 |
| 5_2012_01 | 33 | 2.34 | 31 | 2.81 | 33 | 2.35 | 33 | 2.34 |
| 5_2012_02 | 18 | 1.27 | 18 | 1.63 | 18 | 1.28 | 18 | 1.27 |
| 5_2012_03 | 7 | 0.50 | 7 | 0.63 | 7 | 0.50 | 7 | 0.50 |
| 5_2012_04 | 17 | 1.20 | 15 | 1.36 | 16 | 1.14 | 17 | 1.20 |
| 5_2012_05 | 17 | 1.20 | 17 | 1.54 | 17 | 1.21 | 17 | 1.20 |
| 5_2012_06 | 17 | 1.20 | 16 | 1.45 | 17 | 1.21 | 17 | 1.20 |
| 5_2013_01 | 26 | 1.84 | 26 | 2.35 | 26 | 1.85 | 26 | 1.84 |
| 5_2013_02 | 18 | 1.27 | 18 | 1.63 | 18 | 1.28 | 18 | 1.27 |
| 5_2013_03 | 16 | 1.13 | 13 | 1.18 | 15 | 1.07 | 16 | 1.13 |
| 5_2013_04 | 14 | 0.99 | 13 | 1.18 | 14 | 1.00 | 14 | 0.99 |
| 5_2013_05 | 18 | 1.27 | 13 | 1.18 | 16 | 1.14 | 18 | 1.27 |
| 5_2013_06 | 19 | 1.34 | 17 | 1.54 | 19 | 1.35 | 19 | 1.34 |
| 5_2014_01 | 30 | 2.12 | 26 | 2.35 | 30 | 2.14 | 30 | 2.12 |
| 5_2014_02 | 23 | 1.63 | 17 | 1.54 | 23 | 1.64 | 23 | 1.63 |
| 5_2014_03 | 15 | 1.06 | 12 | 1.09 | 15 | 1.07 | 15 | 1.06 |
| 5_2014_04 | 8 | 0.57 | 7 | 0.63 | 8 | 0.57 | 8 | 0.57 |
| 5_2014_05 | 20 | 1.42 | 16 | 1.45 | 19 | 1.35 | 20 | 1.42 |
| 5_2014_06 | 17 | 1.20 | 11 | 1.00 | 17 | 1.21 | 17 | 1.20 |
| 5_2015_01 | 11 | 0.78 | 7 | 0.63 | 11 | 0.78 | 11 | 0.78 |
| 5_2015_02 | 13 | 0.92 | 0 | 0 | 13 | 0.93 | 13 | 0.92 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ลักษณะ | รายครอก (ต่อ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HY2M[1] | %PSB | | %PSW | | ABW | | LS | |
| | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % | บันทึก | % |
| 5_2015_03 | 10 | 0.71 | 0 | 0 | 10 | 0.71 | 10 | 0.71 |
| 5_2015_04 | 20 | 1.42 | 0 | 0 | 20 | 1.42 | 20 | 1.42 |
| 5_2015_05 | 18 | 1.27 | 0 | 0 | 18 | 1.28 | 18 | 1.27 |
| 5_2015_06 | 26 | 1.84 | 1 | 0.09 | 26 | 1.85 | 26 | 1.84 |
| 5_2016_01 | 10 | 0.71 | 4 | 0.36 | 10 | 0.71 | 10 | 0.71 |
| 5_2016_02 | 15 | 1.06 | 12 | 1.09 | 14 | 1.00 | 15 | 1.06 |
| 5_2016_03 | 15 | 1.06 | 12 | 1.09 | 15 | 1.07 | 15 | 1.06 |
| 5_2016_04 | 4 | 0.28 | 4 | 0.36 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 5_2016_05 | 14 | 0.99 | 12 | 1.09 | 14 | 1.00 | 14 | 0.99 |
| 5_2016_06 | 15 | 1.06 | 14 | 1.27 | 15 | 1.07 | 15 | 1.06 |
| 5_2017_01 | 4 | 0.28 | 1 | 0.09 | 4 | 0.28 | 4 | 0.28 |
| 5_2017_02 | 7 | 0.50 | 4 | 0.36 | 7 | 0.50 | 7 | 0.50 |
| 5_2017_03 | 1 | 0.07 | 0 | 0 | 1 | 0.07 | 1 | 0.07 |

[1] โรงเรือน_พ.ศ._01 = เดือน ม.ค.-ก.พ., โรงเรือน_พ.ศ._02 = เดือน มี.ค.-เม.ย., โรงเรือน_พ.ศ._03 = เดือน พ.ค.-มิ.ย., โรงเรือน_พ.ศ._04 = เดือน ก.ค.-ส.ค., โรงเรือน_พ.ศ._05 = เดือน ก.ย.-ต.ค., โรงเรือน_พ.ศ._06 = เดือน พ.ย.-ธ.ค.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY




**ภาพภาคผนวกที่ 1** เปอร์เซ็นต์ข้อมูลวันที่ลูกสุกรตายก่อนหย่านม

# ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักและขนาดครอกแรกเกิด

# Relationship between piglet survival, piglet birth weight and litter size traits

**ทิตยา วรวัฒนธรรม**[1] นลินี อิ่มบุญตา[1]

**Titaya Worawattanatam**[1], Nalinee Imboonta[1]

## บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอก ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซที่บันทึกรายตัว จำนวน 10,211 บันทึก จากฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกทวิ แบ่งน้ำหนักแรกเกิดออกเป็น 6 กลุ่ม (<0.81, 081–1.20, 1.21–1.60, 1.61–2.00, 2.01-2.40 และ >2.40) โดยให้กลุ่มที่มีน้ำหนัก 1.61 - 2.00 กก. เป็นกลุ่มอ้างอิง แบ่งขนาดครอกออกเป็น 4 กลุ่ม (<6 , 6-10 , 11–15 และ >15) โดยให้กลุ่มที่มีขนาดครอก 11-15 ตัว เป็นกลุ่มอ้างอิง จากการศึกษาพบว่าลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดและขนาดครอกเฉลี่ย เท่ากับ 1.61 กก. และ 10.81 ตัวต่อครอก มีการอยู่รอดแรกเกิด และการอยู่รอดก่อนหย่านม เท่ากับ 86.21 และ 71.36 % ตามลำดับ เมื่อลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดเพิ่มจะมีการอยู่รอดเพิ่มขึ้น โดยลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิด 2.01–2.40 กก. และมากกว่า 2.40 กก. มีการอยู่รอดก่อนหย่านมมากกว่ากลุ่มอ้างอิง เท่ากับ 1.6 และ 2.7 เท่าตามลำดับ ($p<0.01$) ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดครอกและการอยู่รอดก่อนหย่านม พบว่าลูกสุกรที่มีขนาดครอกระหว่าง 6-15 ตัว มีการอยู่รอดก่อนหย่านมไม่แตกต่างกัน ($p=0.45$) แต่เมื่อขนาดครอกมากกว่า 15 ตัวจะทำให้การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมลดลง ($p<0.01$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**Abstract**

The aim of this study were to study the relationship between piglet survival, birth weight (BW) and litter size (LS). The survival data were collected from Landrace piglet as a total of 10,211 records in a commercial farm in Thailand. Analyses by binary logistic regression analysis method. Individual BW were partitioned into 6 group (<0.81, 081–1.20, 1.21–1.60, 1.61–2.00, 2.01-2.40 and >2.40). For the 1.61–2.00 kg group was determined as reference group. LS were divided into 4 groups (<6, 6-10, 11–15 and >15). LS of 11-15 piglets was the reference group. Results revealed that the average BW and LS were 1.61 kg and 10.81 piglet/litter. Survival at birth (PSB) and survival at wean (PSW) were 86.21 and 71.36 % respectively. When piglets had higher BW, PSW would increase. For BW 2.01-2.40 kg and > 2.40 kg, PSW was 1.6 and 2.7 times, respectively (P <0.01). The relationship between LS and PSW were found that piglets in LS = 6-15 piglet was not significantly difference (P=0.45) However, when LS was >15, PSW was decreased (P < 0.01).

**Keyword:** piglet survival, litter size, birth weight, piglet at birth, piglet at wean

E-mail address: **Titaya.W@student.chula.ac.th**

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330

(Animal Husbandry *Faculty of Veterinary Science* Chulalongkorn University Bangkok 10330

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# คำนำ

การอยู่รอดของลูกสุกรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของฟาร์มสุกรเชิงพาณิชย์ จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมในประเทศไทย อยู่ในช่วง 19.3 ถึง 20.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยการตายแรกคลอด 5.9 ถึง 13.3 เปอร์เซ็นต์ และการตายก่อนหย่านม 7.7 ถึง 14.5 เปอร์เซ็นต์ (Jamparat et al., 2010; Nuntapaitoon and Tummaruk, 2013; 2015)

มีปัจจัยเสี่ยงหลายประการที่มีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดของลูกสุกร ปัจจัยที่ได้รับความสนใจในการศึกษาครั้งนี้ คือ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร และขนาดครอกที่ลูกสุกรเกิด Leenhouwers และคณะ (1999) รายงานว่าน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรมีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดของลูกสุกร ทั้งนี้เนื่องจากลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำ มีพลังงานสะสมน้อย มีความสามารถในการดูดนมต่ำ (Le Dividich et al., 1991) ส่งผลให้ได้รับปริมาณน้ำนมเหลือง ภูมิคุ้มกัน และสารอาหารไม่เพียงพอ ทำให้ลูกสุกรมีโอกาสตายก่อนหย่านมได้มากขึ้น Tabuaciri และคณะ (2010) รายงานว่าขนาดครอกมีผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกร เนื่องจากขนาดครอกที่ใหญ่สัมพันธ์กับระยะเวลาการคลอดที่นานและมีความเสี่ยงสูงที่ลูกสุกรจะขาดออกซิเจนในขณะคลอด (Herpin et al., 2001) ส่งผลให้ลูกสุกรมีโอกาสตายแรกคลอดสูงขึ้น

การศึกษาลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรส่วนใหญ่เป็นการศึกษาการอยู่รอดรายครอก (Knol et al., 2002; Rydhmer et al., 2008) เนื่องจากการบันทึกข้อมูลรายครอก ช่วยให้ประหยัดเวลาและแรงงานในการทำงานประจำวัน การบันทึกข้อมูลรายครอกได้แก่ น้ำหนักแรกเกิดต่อครอก จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอด และจำนวนลูกสุกรที่ตายก่อนหย่านมในแต่ละครอก (Knol et al., 2002; Rydhmer et al., 2008) การศึกษาความอยู่รอดของลูกสุกรส่วนใหญ่จึงเป็นการศึกษาความอยู่รอดของลูกสุกรรายครอกที่สัมพันธ์กับน้ำหนักแรกเกิดที่เฉลี่ยมาจากน้ำหนักแรกเกิดต่อครอก แต่เนื่องจากน้ำหนักแรกเกิดรายตัวมีอิทธิพลโดยตรงต่อการอยู่รอดของลูกสุกร หากมีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบรายตัวจะทำให้ผลการศึกษามีความแม่นยำเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิดรายตัว และขนาดครอก ยังมีอยู่น้อย (Hermesch et al., 2001) การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การอยู่รอดของลูกสุกรรายตัว น้ำหนักแรกเกิดรายตัว และขนาดครอกร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

## อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลการให้ผลผลิตของแม่สุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซ ที่คลอดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 จากฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่ง ในภาคกลางของประเทศไทย เป็นฟาร์มสุกรพันธุ์แท้ขนาด 220 แม่พันธุ์ มีการบันทึกข้อมูลลูกสุกรรายตัวตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านม

### การจัดการภายในฟาร์ม

ลักษณะของโรงเรือนภายในฟาร์ม เป็นโรงเรือนแบบเปิด หลังคาจั่วสองชั้นมุงด้วยกระเบื้อง พื้นคอนกรีต ไม่มีพัดลมระบายความร้อน สุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์ต้องมีอายุไม่ต่ำกว่า 224 วัน (7เดือน 15วัน) และน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 130 กิโลกรัม ตรวจการเป็นสัดของแม่สุกรวันละ 2 ครั้ง เช้าเย็น เมื่อตรวจพบการเป็นสัดจะทำการผสมเทียม 2-3 ครั้งต่อรอบการเป็นสัด เมื่อแม่สุกรอุ้มท้องได้ประมาณ 100 วัน จะถูกย้ายไปที่คอกคลอด ลูกสุกรแรกเกิดจะมีการบันทึกสถานะ (เกิดมีชีวิต ตายแรกคลอด หรือ มัมมี่) น้ำหนักแรกเกิด วันเดือนปีเกิด และสักหมายเลขประจำตัว ลูกสุกรได้รับการเลี้ยงดูจากแม่สุกรที่คลอดจนกระทั่งหย่านม หากมีการย้ายฝากจะดำเนินการภายใน 24 ชั่วโมงหลังเกิด ลูกสุกรที่เกิดมีชีวิต แต่ตายในช่วงก่อนหย่านม จะบันทึกวันเดือนปีที่ตาย และสาเหตุการตาย โดยลูกสุกรภายในฟาร์มมีอายุหย่านมประมาณ 5 สัปดาห์ สุกรอุ้มท้องจะได้รับอาหารสูตรเดียวกันตลอดช่วงเวลาตั้งท้อง วันละ 2.2-2.5 กิโลกรัมต่อแม่ และแม่สุกรเลี้ยงลูกจะได้รับอาหาร 6-7 กิโลกรัมต่อแม่ต่อวัน โดยอาหารของแม่สุกรมีการควบคุมสัดส่วนและวัตถุดิบคงที่ สารอาหารที่แม่สุกรได้รับประกอบด้วยโปรตีน 12.30 เปอร์เซ็นต์ในแม่สุกรอุ้มท้อง และ 13.38 เปอร์เซ็นต์ในแม่สุกรให้นม และมีค่าพลังงานจากการย่อยได้ เท่ากับ 2,816 และ 2,858 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ในสูตรอาหารสำหรับแม่สุกรอุ้มท้องและแม่สุกรให้นม ตามลำดับ

Chulalongkorn University

### ลักษณะที่ใช้ในการศึกษา

1) ลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร (Piglet survival, PS) แบ่งเป็นการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด (piglet survival at birth, PSB) คือ การที่ลูกสุกรมีชีวิตขณะคลอด บันทึกรหัสเป็น 1 แต่ลูกสุกรที่ตายแรกคลอด จะบันทึกรหัสเป็น 0 และการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม (piglet survival at wean, PSW) คือ การที่ลูกสุกรมีชีวิตจนกระทั่งหย่านม บันทึกรหัส เป็น 1 แต่ลูกสุกรที่ตายในช่วงหลังคลอดถึงหย่านม บันทึกรหัสเป็น 0

2) ลักษณะน้ำหนักแรกเกิดรายตัว (Individual birth weight, IBW) คือ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรที่มีการชั่งน้ำหนักหลังจากคลอดโดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล เป็นการบันทึกข้อมูลรายตัว มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

3) ลักษณะขนาดครอก (Litter size, LS) คือ ขนาดครอกของลูกสุกรแรกเกิด มัมมี่ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่สมบูรณ์ ผิวหนังสีเข้ม รวมถึงลูกสุกรที่ตายภายในท้องก่อนคลอดจะไม่นำมาพิจารณา ลักษณะขนาดครอกมีหน่วยเป็น ตัวต่อครอก

**การตรวจสอบและการจัดการข้อมูล**

ข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรที่ได้จากบันทึกของฟาร์มจำนวน 16,357 บันทึก นำมาตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้อง สำหรับข้อมูลลูกสุกรที่ไม่ทราบพันธุ์ ลูกสุกรที่เป็นมัมมี่ และลูกสุกรที่เกิดจากแม่ที่มีการบันทึกว่าเต้านมอักเสบหลังคลอด จะไม่นำมาใช้ในการศึกษา ในบันทึกที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์ เช่น ไม่มีข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด จะกำหนดให้เป็น ข้อมูลสูญหาย (missing value) ภายหลังการตรวจสอบข้อมูล เหลือข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้งสิ้น 10,211 บันทึก จากข้อมูลจำนวน 980 ครอก เป็นข้อมูลลูกสุกรพันธุ์แท้แลนด์เรซ ซึ่งมาจากแม่พันธุ์สุกร 474 ตัว และพ่อพันธุ์สุกร 198 ตัว

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive statistic) เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกร น้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอกที่ใช้ในการศึกษา ด้วยคำสั่ง Proc means ผ่านโปรแกรม SAS (1996)

การคำนวณการอยู่รอดของลูกสุกร คำนวณได้จากสมการดังนี้

1) การอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิด $= \frac{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด} + \text{จำนวนลูกตายแรกคลอด}} \times 100\ \%$

2) การอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม $= \frac{\text{จำนวนลูกหย่านมทั้งหมด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด}} \times 100\ \%$

3) การอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมด $= \frac{\text{จำนวนลูกหย่านมทั้งหมด}}{\text{จำนวนลูกเกิดมีชีวิตทั้งหมด} + \text{จำนวนลูกตายแรกคลอด}} \times 100\ \%$

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักแรกเกิด ขนาดครอก และ การอยู่รอดของลูกสุกร ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาปัจจัยเสี่ยงเนื่องจาก น้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอก ต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านมเท่านั้น ไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรแรกเกิดเนื่องจากมีข้อมูลน้ำหนักของลูกสุกรตายแรกคลอดเพียง 266 บันทึกเท่านั้น โดยที่ปัจจัยเนื่องจากน้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกร ถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ตามค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $< \bar{X} - 2SD,\ \bar{X} - 2SD,$

$\bar{X} - SD$, $\bar{X} + SD$, $\bar{X} + 2SD$ และ $> \bar{X} + 2SD$ (Smith et al., 2007) น้ำหนักแรกเกิดประกอบด้วยกลุ่มที่มีน้ำหนักดังนี้ <0.81, 081 – 1.20, 1.21 – 1.60, 1.61 – 2.00, 2.01 - 2.40 และ >2.40 กิโลกรัม ขนาดครอกที่ลูกสุกรเกิด ถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ $< \bar{X} - SD$, $\bar{X} - SD$, $\bar{X} + SD$ และ $> \bar{X} + SD$ ขนาดครอกประกอบด้วยกลุ่มดังนี้ <6 , 6-10 , 11 – 15 และ >15 ตัวต่อครอก แล้วทำการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกทวิ (binary logistic regression) ด้วยคำสั่ง Proc Logistic ผ่านโปรแกรม SAS (1996) (ดัดแปลงจากวิธีการของ Quiniou และคณะ (2002)) โดยมี น้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอกของลูกสุกร เป็นตัวแปรอิสระ (ปัจจัยเสี่ยง) และมีลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรเป็นตัวแปรตาม กำหนดนัยสำคัญที่ p=0.05

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากข้อมูลลูกสุกรพันธุ์แลนด์เรซที่มีการบันทึกข้อมูลแบบรายตัวจำนวน 10,211 บันทึก พบว่าลูกสุกรมีการอยู่รอดเมื่อแรกเกิดเท่ากับ 86.21 ± 34.48 เปอร์เซ็นต์ และมีการอยู่รอดก่อนหย่านมเท่ากับ 71.37 ± 45.21 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณลักษณะการอยู่รอดของลูกสุกรทั้งหมดตั้งแต่แรกเกิดจนถึงหย่านมพบว่ามีการอยู่รอดเท่ากับ 60.31 ± 48.93 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแรกเกิดของลูกสุกรรายตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ± 0.39 กิโลกรัม และจากข้อมูลรายครอกของการให้ผลผลิตจากแม่สุกรจำนวน 980 ครอก พบว่ามีขนาดครอกเฉลี่ย 10.81 ± 3.81 ตัวต่อครอก มีลูกสุกรเกิดมีชีวิต 9.34 ± 3.65 ตัวต่อครอก และมีลูกสุกรตายแรกคลอด 1.47 ± 2.09 ตัวต่อครอก โดยลูกสุกรภายในฟาร์มมีอายุหย่านมเฉลี่ย 34.83 ± 5.07 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**Table 1** Data record, mean and standard deviations (S.D.) for piglet and litter traits

| Traits | No. | Mean ± S.D. | Range |
|---|---|---|---|
| **Piglet record** | | | |
| Piglet survival at birth (%) | 10,211 | 86.21 ± 34.48 | 0 – 100 |
| Piglet survival at wean (%) | 7,683 | 71.36 ± 45.21 | 0 – 100 |
| Total piglet survival (%) | 9,091 | 60.31 ± 48.93 | 0 – 100 |
| Individual birth weight (kg) | 9,148 | 1.61 ± 0.39 | 0.4 – 2.7 |
| **Litter record** | | | |
| Litter size (piglets/litter) | 980 | 10.81 ± 3.81 | 0 – 20 |
| No. of piglet born alive (piglets/litter) | 980 | 9.34 ± 3.65 | 0 – 20 |
| No. of piglet stillborn (piglets/litter) | 980 | 1.47 ± 2.09 | 0 – 15 |

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักแรกเกิด ขนาดครอก และ การอยู่รอดของลูกสุกร (ตารางที่ 2) ที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม ในการวิเคราะห์ได้กำหนดให้ปัจจัยเนื่องจากน้ำหนักแรกเกิดลูกสุกรของกลุ่มที่ 4 (1.61 -2.00 กิโลกรัม) เป็นกลุ่มอ้างอิง เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีช่วงของน้ำหนักแรกเกิดครอบคลุมค่าเฉลี่ยฝูง (1.61 กิโลกรัม) ผลการศึกษาพบว่าลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยฝูงจะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำกว่าลูกสุกรในกลุ่มอ้างอิง เมื่อพิจารณาถึงค่า odds พบว่าลูกสุกรในกลุ่มที่ 3, 2 และ 1 มีค่า odds ลดลงตามลำดับ ลูกสุกรกลุ่มที่ 1 ที่มีน้ำหนักแรกเกิด $\leq$ 0.80 กิโลกรัม จะมีค่า odds เท่ากับ 0.099 แสดงว่าลูกสุกรในกลุ่มนี้จะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำกว่ากลุ่มที่ 4 หรือมีโอกาสตายก่อนหย่านมมากกว่ากลุ่มที่ 4 ถึง 10.1 เท่า ส่วนลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดมากกว่ากลุ่มอ้างอิง จะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมเพิ่มขึ้นตามลำดับเช่นกัน โดยลูกสุกรในกลุ่มที่ 5 (2.01-2.40 กิโลกรัม) จะมีการอยู่รอดสูงกว่าลูกสุกรในกลุ่มที่ 4 ประมาณ 1.6 เท่า และลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดมากกว่า 2.4 กิโลกรัมจะมีการอยู่รอดเพิ่มขึ้นประมาณ 2.7 เท่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Canario และคณะ (2006)ที่รายงานว่า ลูกสุกรในครอกที่มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยต่ำ จะมีอัตราการอยู่รอดของลูกสุกรในช่วงกินนมต่ำ Lay และคณะ (2002) กล่าวว่า เนื่องจากลูกสุกรที่มีขนาดตัวเล็ก มีพลังงานสะสมภายในร่างกายน้อยและร่างกายอ่อนแอ ไม่สามารถแย่งกินนมได้ และการศึกษา Mersmann และคณะ (1984) ยังพบว่า หากลูกสุกรมีน้ำหนักแรกเกิดสูงจะสามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า หากลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงสามารถมีชีวิตรอดขณะคลอด จะมีโอกาสอยู่รอดจนกระทั่งหย่านมสูงที่สุด

ปัจจัยเสี่ยงเนื่องจากขนาดครอก ในการวิเคราะห์ได้กำหนดให้กลุ่มที่ 3 (11-15 ตัวต่อครอก) เป็นกลุ่มอ้างอิงเนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีขนาดครอกใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยฝูง (10.81 ตัวต่อครอก) เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากขนาดครอก พบว่ากลุ่มลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีขนาด 6–10 ตัว และกลุ่มที่เกิดในครอกที่มีขนาด 11-15 ตัว มีการอยู่รอดไม่แตกต่างกัน (p=0.4543) แต่เมื่อขนาดครอกมากกว่า 15 ตัวขึ้นไป การอยู่รอดของลูกสุกรจะลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอ้างอิง หรือมีโอกาสตายก่อนหย่านมเพิ่มขึ้นประมาณ 1.6 เท่า ขนาดครอกที่สูงมากกว่าจำนวนเต้านมของแม่สุกร ทำให้ลูกสุกรได้รับน้ำนมไม่เพียงพอ แม่สุกรดูแลไม่ทั่วถึง และมีการแย่งนมกันมากกว่าในครอกขนาดเล็ก นอกจากนี้ขนาดครอกที่ใหญ่ยังส่งผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นได้น้อย และการอยู่รอดก่อนหย่านมลดลง (Milligan et al., 2001) ในกลุ่มที่เกิดในครอกที่มีขนาด น้อยกว่า 6 ตัว การอยู่รอดของลูกสุกรลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอ้างอิง หรือมีโอกาสตายก่อนหย่านมเพิ่มขึ้น 1.4 เท่า แตกต่างจากการศึกษาของ Krahn (2015) ที่พบว่าเปอร์เซ็นต์การหย่านมของลูกสุกรสูงที่สุด เมื่อลูกสุกรเกิดในขนาดครอกที่น้อยกว่า 5 ตัว ผลที่แตกต่าง

จากการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากจำนวนข้อมูลการอยู่รอดของลูกสุกรที่มีขนาดครอกน้อยกว่า 6 ตัว มีน้อย (231 บันทึก) คิดเป็น 0.03 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลการอยู่รอดก่อนหย่านม เมื่อพิจารณารวมกับน้ำหนักแรกเกิดพบว่า ลูกสุกรที่มีเกิดในครอกที่มีขนาดน้อย 6 ตัว และมีน้ำหนักแรกเกิด น้อยกว่าค่าเฉลี่ย (1.61 กิโลกรัม) จะมีการอยู่รอดก่อนหย่านมต่ำ เท่ากับ 64.47 เปอร์เซ็นต์ ชี้ให้เห็นว่าลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำ แม้จะเกิดในครอกที่มีขนาดเล็ก ยังมีผลให้การอยู่รอดของลูกสุกรลดลง

**Table 2** Odds by birth weight class and litter size class of piglet survival at wean

| Effect | Level | n | Class | odds | 95% CI | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Birth Weight | 1 | 195 | <0.81 | 0.099 | 0.07 – 0.14 | <0.0001 |
| | 2 | 1,141 | 0.81 – 1.20 | 0.357 | 0.31 – 0.42 | <0.0001 |
| | 3 | 2,657 | 1.21 – 1.60 | 0.684 | 0.60 – 0.77 | <0.0001 |
| | 4 | 2,650 | 1.61 – 2.00 | Reff | - | - |
| | 5 | 928 | 2.01 – 2.40 | 1.583 | 1.29 – 1.94 | <0.0001 |
| | 6 | 98 | >2.40 | 2.692 | 1.34 – 5.39 | 0.0052 |
| Litter Size | 1 | 231 | <6 | 0.722 | 0.53 – 0.98 | 0.0379 |
| | 2 | 2,047 | 6 – 10 | 1.051 | 0.92 – 1.19 | 0.4543 |
| | 3 | 4,082 | 11 – 15 | Reff | - | - |
| | 4 | 1,309 | >15 | 0.635 | 0.55 – 0.73 | 0.0001 |

Reff: reference group

## สรุปผล

ลักษณะน้ำหนักแรกเกิด และขนาดครอกมีผลต่อการอยู่รอดของลูกสุกรก่อนหย่านม โดยลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำมีขนาดตัวเล็ก มีโอกาสที่จะตายก่อนหย่านม ลูกสุกรที่มีน้ำหนักแรกเกิดมากกว่าค่าเฉลี่ยฝูง จะมีอัตราการอยู่รอดก่อนหย่านมสูงขึ้น ลูกสุกรที่เกิดในครอกที่มีขนาดครอกระหว่าง 6-15 ตัว มีการอยู่รอดก่อนหย่านมไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อขนาดครอกเพิ่มมากกว่า 15 ตัว จะทำให้การอยู่รอดก่อนหย่านมของลูกสุกรลดลง

# รายการอ้างอิง

ประภัสรา ค 2551. การประเมินค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับการตายแรกเกิดของลูกสุกรในฟาร์มเชิงพาณิชย์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ. 50.

มนต์ชัย ด 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 321.

สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา 2558. อุตุนิยมวิทยาน่ารู้เพื่อการเกษตรจังหวัดชัยนาท. กรุงเทพ. 4.

Alfonso L 2005. Sex ratio of offspring in pigs: farm variability and relationship with litter size and piglet birth weight. Span J Agric Res. 3(3): 287-295.

Alonso-Spilsbury M, Ramirez-Necoechea R, González-Lozano M, Mota-Rojas D and Trujillo-Ortega M 2007. Piglet survival in early lactation: a review. J Anim Vet Adv. 6(1): 76-86.

Arango J, Misztal I, Tsuruta S, Culbertson M, Holl JW and Herring W 2006. Genetic study of individual preweaning mortality and birth weight in Large White piglets using threshold-linear models. Livest Sci. 101(1–3): 208-218.

Autcha A 2011. The estimation of Bayes Estimator with WinBUGS program. J Sci KMITL. 20(2): 45-60.

Baxter EM, Jarvis S, Palarea-Albaladejo J and Edwards SA 2012. The weaker sex? The propensity for male-biased piglet mortality. PLoS ONE. 7(1): e30318.

Baxter EM, Jarvis S, Sherwood L, Farish M, Roehe R, Lawrence AB and Edwards SA 2011. Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. Appl Anim Behav Sci. 130(1–2): 28-41.

Borges VF, Bernardi ML, Bortolozzo FP and Wentz I 2005. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. Prev Vet Med. 70(3–4): 165-176.

Bunter KL, Luxford BG, Smits R and Hermesch S 2009. Associations between sow body composition, feed intake during lactation and early piglet growth. Proc Assoc Advmt Anim Breed Genet. 18: 203-206.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Canario L, Cantoni E, Le Bihan E, Caritez JC, Billon Y, Bidanel JP and Foulley JL 2006. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. J Anim Sci. 84(12): 3185-3196.

Carlén E, Emanuelson U and Strandberg E 2006. Genetic Evaluation of Mastitis in Dairy Cattle Using Linear Models, Threshold Models, and Survival Analysis: A Simulation Study. J Dairy Sci. 89(10): 4049-4057.

Carmer SG and Walker WM 1985. Pairwise multiple comparisons of treatment means in agronomic research. J. Agron. Educ. 14: 19-26.

Cecchinato A, de los Campos G, Gianola D, Gallo L and Carnier P 2010. The relevance of purebred information for predicting genetic merit of survival at birth of crossbred piglets. J Anim Sci. 88(2): 481-490.

Chen C, Misztal I, Tsuruta S, Herring W, Holl J and Culbertson M 2010. Genetic analyses of stillbirth in relation to litter size using random regression models. J Anim Sci. 88(12): 3800-3808.

Chen P, Baas T, Mabry J, Koehler K and Dekkers J 2003. Genetic parameters and trends for litter traits in US Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. J. Anim. Sci. 81(1): 46-53.

Crooks AC, Hurd HS, Dargatz DA and Hill GW 1993. Economic cost of preweaning mortality: A report of the NAHMS national swine survey. J Swine Health Prod. 1(3): 15-21.

Devillers N, Farmer C, Le Dividich J and Prunier A 2007. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. Animal 1: 1033-1041.

Dufrasne M, Misztal I, Tsuruta S, Gengler N and Gray KA 2014. Genetic analysis of pig survival up to commercial weight in a crossbred population. Livest Sci. 167: 19-24.

Falconer DS and Mackay TFC 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, London. 160-181.

Ferrari CV, Sbardella PE, Bernardi ML, Coutinho ML, Vaz Jr IS, Wentz I and Bortolozzo FP 2014. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. Prev Vet Med. 114(3–4): 259-266.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Figueiredo Filho LAS, Sarmento JLR, Santos NPdS, Sena LS and Sousa Júnior Ad 2017. Estimate of genetic parameters for carcass traits and visual scores inmeat sheep using Bayesian inference via threshold and linear models. Cienc Rural. 47(3).

Grandinson K, Lund MS, Rydhmer L and Strandberg E 2002. Genetic Parameters for the Piglet Mortality Traits Crushing, Stillbirth and Total Mortality, and their Relation to Birth Weight. Acta Agr Scand A-An. 52(4): 167-173.

Grandinson K, Rydhmer L, Strandberg E and Thodberg K 2003. Genetic analysis of on-farm tests of maternal behaviour in sows. Livest Prod Sci. 83(2–3): 141-151.

Hakkarainen J 1975. Developmental changes of protein, RNA, DNA, lipid, and glycogen in the liver, skeletal muscle, and brain of the piglet. A methodological and experimental study with special reference to protein synthesis. Acta Vet Scand Suppl. (59): 1-198.

Hanenberg EHAT, Knol EF and Merks JWM 2001. Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in Dutch Landrace pigs. Livest Prod Sci. 69(2): 179-186.

Hellbrugge B, Tolle KH, Bennewitz J, Henze C, Presuhn U and Krieter J 2008. Genetic aspects regarding piglet losses and the maternal behaviour of sows. Part 1. Genetic analysis of piglet mortality and fertility traits in pigs. Anim : an inter j anim bios. 2(9): 1273-1280.

Hermesch S, Luxford B and Graser H 2001. Genetic parameters for piglet mortality, within litter variation of birth weight, litter size and litter birth weight. Proc Assoc Advmt Anim Breed Genet. 211-214.

Herpin P, Hulin JC, Le Dividich J and Fillaut M 2001. Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early postnatal mortality in pigs. J Anim Sci. 79(1): 5-10.

Herpin P, Le Dividich J and Amaral N 1993. Effect of selection for lean tissue growth on body composition and physiological state of the pig at birth. J Anim Sci. 71(10): 2645-2653.

Högberg A and Rydhmer L 2000. A Genetic Study of Piglet Growth and Survival. Acta Agr Scand A-An. 50(4): 300-303.

Ibanez-Escriche N, Varona L, Casellas J, Quintanilla R and Noguera JL 2009. Bayesian threshold analysis of direct and maternal genetic parameters for piglet

mortality at farrowing in Large White, Landrace, and Pietrain populations. J Anim Sci. 87(1): 80-87.

Jamparat V, Nakavisut S and Yuyuen S 2010. Inbreeding effect on reproductive traits of DLD's Landrace pigs (online). Bureau of Animal Husbandry and Genetic Improvement (2553 BE): 1-11.

Kapell DNRG, Ashworth CJ, Knap PW and Roehe R 2011. Genetic parameters for piglet survival, litter size and birth weight or its variation within litter in sire and dam lines using Bayesian analysis. Livest Sci. 135(2–3): 215-224.

Kaufmann D, Hofer A, Bidanel J and Künzi N 2000. Genetic parameters for individual birth and weaning weight and for litter size of Large White pigs. J. Anim. Breed. Genet. 117(3): 121-128.

KilBride AL, Mendl M, Statham P, Held S, Harris M, Cooper S and Green LE 2012. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. Prev Vet Med. 104(3-4): 281-291.

Klemcke HG, Lunstra DD, Brown-Borg HM, Borg KE and Christenson RK 1993. Association between low birth weight and increased adrenocortical function in neonatal pigs. J Anim Sci. 71(4): 1010-1018.

Knol EF 2001. Genetic Aspects of Piglet Survival. Wageningen University, Netherland. 121.

Knol EF, Ducro BJ, van Arendonk JAM and van der Lende T 2002. Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing-, pre-weaning- and total piglet survival. Livest Prod Sci. 73(2–3): 153-164.

Koketsu Y, Takenobu S and Nakamura R 2006. Preweaning mortality risks and recorded causes of death associated with production factors in swine breeding herds in Japan. J Vet Med Sci. 68(8): 821-826.

Krahn GT 2015. Comparison of piglet birth weight classes, parity of the dam, number born alive and the relationship with litter variation and piglet survival until weaning. Iowa State University, Iowa 62.

Lay DC, Matteri RL, Carroll JA, Fangman TJ and Safranski TJ 2002. Preweaning survival in swine1. J Anim Sci. 80(E Suppl 1): E74-E86.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Le Dividich J, Mormede P, Catheline M and Caritez JC 1991. Body composition and cold resistance of the neonatal pig from European (Large White) and Chinese (Meishan) breeds. Biol Neonate. 59(5): 268-277.

Lee GJ and Haley CS 1995. Comparative farrowing to weaning performance in Meishan and Large White pigs and their crosses. Anim Sci J. 60(02): 269-280.

Leenhouwers J, Knol E, De Groot P, Vos H and Van der Lende T 2002. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival 1. J. Anim. Sci. 80(7): 1759-1770.

Leenhouwers JI, van der Lende T and Knol EF 1999. Analysis of stillbirth in different lines of pig. Livest Prod Sci. 57(3): 243-253.

Li Y, Anderson J and Johnston L 2012. Animal-related factors associated with piglet mortality in a bedded, group-farrowing system. Can J Anim Sci. 92(1): 11-20.

Libal G, Janssen R and Wahlstrom R 1973. Interrelationships of Birth Weight, Farrowing Order, Sex, Stillbirths and Farrowing Time Interval of Pigs.

Long JS 1997. Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables. Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences Number 7 Sage Publications, Thousand Oaks, CA. 328 p.

Mersmann HJ, Pond WG, Stone RT, Yen JT and Lindvall RN 1984. Factors affecting growth and survival of neonatal genetically obese and lean swine: cross fostering experiments. Growth. 48(2): 209-220.

Milligan BN, Fraser D and Kramer DL 2001. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. Appl. Anim. Behav. Sci. 73(3): 179-191.

Milligan BN, Fraser D and Kramer DL 2002. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. Livest Prod Sci. 76(1): 181-191.

Misztal I 2017a. AIREMLF90 : BLUPF90 family of programs. University of Georgia, USA.

Misztal I 2017b. RENUMF90 : BLUPF90 family of programs. University of Georgia, USA.

Mrode RA and Thompson R 2005. Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values. CABI Pub., London, UK. 355 p.

NRC 1998. Nutrient requirements of swine. National Academies Press.

Nuntapaitoon M and Tummaruk P 2013. Piglets pre-weaning mortality rate in a commercial swine herd in Thailand in relation to season, number of litter mates, sow's parity number and piglet's birth weight. In: ed. Bangkok: Kasetsart University. O213.

Nuntapaitoon M and Tummaruk P 2015. Piglet preweaning mortality in a commercial swine herd in Thailand. Trop Anim Health Prod. 47(8): 1539-1546.

Ødegård J, Meuwissen TH, Heringstad B and Madsen P 2010. A simple algorithm to estimate genetic variance in an animal threshold model using Bayesian inference. Genet. Sel. Evol. 42(1): 29.

Patterson HD and Thompson R 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. Biometrika. 58(3): 545-554.

Persdotter L 2010. Piglet mortality in commercial piglet production herds. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 35 p.

Quiniou N, Dagorn J and Gaudré D 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. Livest Prod Sci. 78(1): 63-70.

Roehe R, Shrestha N, Mekkawy W, Baxter E, Knap P, Smurthwaite K, Jarvis S, Lawrence A and Edwards S 2010. Genetic parameters of piglet survival and birth weight from a two-generation crossbreeding experiment under outdoor conditions designed to disentangle direct and maternal effects. J. Anim. Sci. 88(4): 1276-1285.

Roehe R, Shrestha NP, Mekkawy W, Baxter EM, Knap PW, Smurthwaite KM, Jarvis S, Lawrence AB and Edwards SA 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(2-3): 173-181.

Rootwelt V, Reksen O, Farstad W and Framstad T 2012. Associations between intrapartum death and piglet, placental, and umbilical characteristics. J. Anim. Sci. 90(12): 4289-4296.

Ruediger K and Schulze M 2012. Post-farrowing stress management in sows by administration of azaperone: Effects on piglets performance. J. Anim. Sci. 90(7): 2331-2336.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rydhmer L, Lundeheim N and Canario L 2008. Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth. Livest Sci. 115(2-3): 287-293.

SAS 1996. SAS Institute, SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SAS 2013. SAS/STAT® 13.1 User's Guide The GLM Procedure SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SAS 2017. SAS/STAT 14.3 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SAS 2014. SAS Software Version 9.4 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Sasaki Y and Koketsu Y 2007. Variability and repeatability in gestation length related to litter performance in female pigs on commercial farms. Theriogenology. 68(2): 123-127.

Schaeffer L 2004. Estimation of Variance Components in Animal Breeding. Short Course, July 19-23, 2004. Iowa State University, Iowa. . Page 141 p.

Sinclair A, Edwards S, Hoste S and McCartney A 1998. Evaluation of the influence of maternal and piglet breed differences on behaviour and production of Meishan synthetic and European White breeds during lactation. Anim Sci J. 66(2): 423-430.

Škorjanc D, Brus M and Čandek-Potokar M 2007. Effect of Birth Weight and Sex on Pre-Weaning Growth Rate of Piglets. Vol. 50. 476-486.

Smith AL, Stalder KJ, Serenius TV, Baas TJ and Mabry JW 2007. Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. Journal of Swine Health and Production. 15(4): 213-218.

Speer VC and Cox D 1984. Estimating Milk Yield of Sows 1. J. Anim. Sci. 59(5): 1281-1285.

Strange T, Ask B and Nielsen B 2013. Genetic parameters of the piglet mortality traits stillborn, weak at birth, starvation, crushing, and miscellaneous in crossbred pigs1. J Anim Sci. 91(4): 1562-1569.

Su G, Lund MS and Sorensen D 2007. Selection for litter size at day five to improve litter size at weaning and piglet survival rate1. J. Anim. Sci. 85(6): 1385-1392.

Su G, Sorensen D and Lund M 2008. Variance and covariance components for liability of piglet survival during different periods. Anim : an inter j anim bios. 2(2): 184-189.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Tabuaciri P, Bunter KL and Graser H-U 2010. Improving piglet survival traits for piglet vitality at birth. AGBU Pig Genetic Workshop October-2010. Animal Genetics and breeding Unit, University of New England. 65-71.

Tsuruta S 2017a. POSTGIBBSF90 : BLUPF90 family of programs. University of Georgia, USA.

Tsuruta S 2017b. THRGIBBS1F90: BLUPF90 family of programs. University of Georgia, USA.

van Arendonk JAM, van Rosmeulen C, Janss LLG and Knol EF 1996. Estimation of direct and maternal genetic (co) variances for survival within litters of piglets. Livest Prod Sci. 46(3): 163-171.

Van der Lende T, Knol EF and Rens BTTMv 2002. New developments in genetic selection for litter size and piglet survival. Thai J Vet Med. 32 (Suppl): 33-46.

Van Tassell CP, Wiggans GR and Misztal I 2003. Implementation of a Sire-Maternal Grandsire Model for Evaluation of Calving Ease in the United States. J Dairy Sci. 86(10): 3366-3373.

Zaleski HM and Hacker RR 1993. Effect of oxygen and neostigmine on stillbirth and pig viability. J Anim Sci. 71(2): 298-305.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวทิตยา วรวัฒนธรรม เกิดเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2535 ที่นครพนม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการผลิตสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2557 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University