รายงานฉบับสมบูรณ์

(ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 4)

โครงการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซอฟแวร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสุกรสาวทดแทนในฟาร์มสุกรพันธุ์

สัญญาเลขที่ GRB_๐๕๔_๕๒_๓๑_๐๑

โดย

รศ.น.สพ.ดร. เผด็จ ธรรมรักษ์

ผศ.น.สพ. ก้องเกียรติ ศรีสุวัฒนาสกุล

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตุลาคม 2553

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๒ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณท่านเจ้าของฟาร์ม และบุคลากรในฟาร์มทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการทำงานในฟาร์ม

บทคัดย่อ

การเตรียมสุกรสาวให้มีประสิทธิภาพเพื่อเป็นแม่พันธุ์ทดแทน เป็นก้าวแรกในการเพิ่มผลผลิตให้กับฟาร์มสุกรพ่อ-แม่พันธุ์ ในฝูงสุกรทั่วไปมีการนำสุกรสาวเข้ามาทดแทนแม่สุกรประมาณ 40% ต่อปี ทำให้โดยเฉลี่ยสัดส่วนของสุกรสาวในหน่วยการผลิตของสุกรเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ผลผลิตของสุกรสาวจึงมีความสำคัญต่อผลผลิตโดยเฉลี่ยของฟาร์ม การจัดการที่สำคัญสำหรับสุกรสาวที่เข้าฝูง ประกอบด้วย การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การกระตุ้นการเป็นสัดและตรวจสัด การปรนอาหาร การประเมินน้ำหนักตัว และความสมบูรณ์ก่อนส่งขึ้นผสมพันธุ์ การวางแผนในการจัดการด้านต่างๆ เหล่านี้ จะช่วยให้สามารถผสมพันธุ์สุกรสาวได้ภายในเวลาที่เหมาะสม การผสมพันธุ์สุกรสาวอย่างมีประสิทธิภาพ ภายในเวลาที่ไม่ช้าเกินไปจะช่วยลดจำนวนวันสูญเสียและลดต้นทุน การเลี้ยงสุกรสาวในประเทศไทยซึ่งมีสภาพอากาศ ร้อนและชื้นมาก ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรสาวหลายด้าน เช่น ทำให้การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง การแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดผิดปกติ และการคัดทิ้งสุกรสาวเนื่องจากปัญหาทางระบบสืบพันธุ์พบมากขึ้น อย่างไรก็ดีปัจจัยเหล่านี้มีความแตกต่างกันระหว่างฟาร์ม ขึ้นกับแนวทางการจัดการในแต่ละฟาร์ม การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้สามารถการวิเคราะห์ปัญหาของแต่ละฟาร์มได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วขึ้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลผลิตเบื้องต้นของสุกรในปัจจุบัน มีหลายโปรแกรมทั้งที่ผลิตได้ในประเทศไทย และนำเข้าจากต่างประเทศ อย่างไรก็ดีโปรแกรมส่วนใหญ่เน้นการเก็บข้อมูลของสุกรที่กำลังให้ผลผลิต สุกรอนุบาลและขุน แต่ยังขาดข้อมูลทางด้านระบบสืบพันธุ์ ตลอดจนการเชื่อมโยงกับพันธุ์ประวัติของสุกรสาวทดแทนก่อนใช้งาน ทำให้การจัดการสุกรสาวในฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ยังไม่มีประสิทธิภาพ และทำให้สุกรสาวทดแทนที่เข้าฝูงมีคุณภาพไม่คงที่และไม่มีการประเมินอายุการใช้งาน การวางแผน และแนวทางการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ในการทดแทนสุกรสาวจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเบื้องต้นอย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการเก็บรวบรวมข้อมูลทางระบบสืบพันธุ์และประเมินประสิทธิภาพสุรสาวทดแทนในฟาร์ม

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากฟาร์มสุกรที่ร่วมโครงการ ทำการศึกษาโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากฟาร์ม และศึกษาผลกระทบของสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในประเทศไทยที่มีอิทธิพลต่อขนาดครอกของสุกรสาวเปรียบเทียบกับสุกรนางในลำดับท้องที่ 2, 3-5 และ ≥6 ในฟาร์มสุกรที่เลี้ยงแบบดั้งเดิมของประเทศไทย จำนวน 4 ฟาร์ม ในช่วงเวลา 3 ปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2548 ถึงมิถุนายน 2551 ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาจากแม่สุกร 8,100 แม่ 25,835 ครอก โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์โดย general linear model procedure ได้แก่จำนวนลูกสุกรแรกคลอด (TB) จำนวนลูกสุกรมีชีวิต (BA) สัดส่วนของลูกสุกรตายแรกคลอดต่อครอก (SB) และสัดส่วนของมัมมี่ต่อครอก (MF) นอกจากนี้ยังทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และ temperature-humidity index (THI) ต่อ TB, BA, MF และ SB โดยนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาวิเคราะห์ทางสถิติร่วมกับข้อมูลทางระบบสืบพันธุ์ และคำนวณค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และ THI ระหว่าง 115 วันก่อนคลอด ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแม่สุกรที่

คลอดในช่วงฤดูร้อนมี TB และ BA ใหญ่กว่าแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูฝน (P<0.001) และฤดูหนาว (P<0.001) ความแตกต่างของ TB และ BA ระหว่างฤดูพบในแม่สุกรสาวมากกว่าในแม่สุกรนาง นอกจากนี้ยังพบว่าแม่สุกรสาวที่คลอดในฤดูฝนพบว่ามี TB น้อยกว่าในแม่สุกรที่คลอดในฤดูร้อน 0.7 ตัว (P<0.001) ในทางตรงข้าม แม่สุกรนางในลำดับท้องที่ 2, 3-5 และ ≥6 ที่คลอดในฤดูฝนมี TB น้อยกว่าแม่สุกรนางที่คลอดในฤดูร้อน 0.4 (P=0.01), 0.3 (P=0.003) และ 0.3 (P=0.02) ตัวตามลำดับ ในลำดับท้องแรก พบ MM เพิ่มขึ้นจาก 2.2% เป็น 4.2% เมื่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงตั้งท้องเพิ่มขึ้นจาก 26 เป็น 29 องศาเซลเซียส (P<0.001) พบการลดลงของ TB 0.8 ตัว และ BA 0.7 ตัว เมื่อความชื้นในช่วงตั้งท้องเพิ่มจาก 50% เป็น 80% (P<0.001) อิทธิพลของ THI ต่อ TB, BA และ SB มีความแตกต่างกันในระหว่างฟาร์ม เมื่อ THI เพิ่มขึ้นจาก 71-72 เป็น ≥81 พบการลดลงของ TB 0.4 ตัวในฟาร์ม A (P<0.001) และ TB ลดลง 0.9 ตัวในฟาร์ม B (P<001) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ในฟาร์ม C และ D (P>0.05) โดยสรุป ขนาดครอกของแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูฝนหรือฤดูหนาวเล็กกว่าแม่สุกรที่คลอดในฤดูร้อน อุณหภูมิที่สูง ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง และ/หรือ THI ที่สูงในระหว่างการอุ้มท้องมีผลต่อการลดลงของจำนวนลูกสุกรแรกคลอดอย่างมีนัยสำคัญ อิทธิพลของฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ/ หรือ THI ต่อขนาดครอกพบมากในสุกรสาวมากกว่าสุกรนาง ข้อมูลในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแนวทางต่างๆ ในการลดอุณหภูมิในการเลี้ยงสุกรสาวและสุกรนางอุ้มท้องในระบบเปิดนั้นยังไม่ดีพอ และควรให้ความสำคัญในเรื่องของโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงสุกรอุ้มท้องในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ (Keywords): สุกร ระบบสืบพันธุ์ ผลผลิต การจัดการ คอมพิวเตอร์

ABSTRACT

Management of replacement gilts is important for improving sows reproductive efficiency in breeding herd. In general, 40% of sows in a swine commercial herd are replaced by gilts annually. Proportion of gilts is largest among female pigs in swine herd. Reproductive performance of gilts is, therefore, largely influence the overall herd productivity. Reproductive management that is important for replacement gilts including acclimatization, oestrus stimulation and detection, flushing, body weight measurement and evaluation of the body compositions before first mating. Effective planning for replacement gilts results in mating at optimal time, reduces non-productive days and minimizes economic losses. In Thailand, the hot and humid climate negatively influences the reproductive efficacy of gilts, e.g. delayed age at puberty, increase abnormal oestrus behavior and increase the culling of gilts due to reproductive failure. However, these factors differ among herds and also depending on herd managements. Effective data collection and interpretation help to improve the efficacy for identifying problems of replacement gilts. Currently, there are commercial computer software for herd recordings system. Several programs are produced by both Thai private company and imported from other countries. In most cases, these programs focus only on herd productivity. The part on reproductive efficiency of gilts and sows in relation to replacement management and longevity are limited. In order to improve the efficacy of reproductive management in breeding herds, computer program that can be used as a database and also the formulation of basic calculation is needed to be developed. The present research project is aiming at develop computer software program to use as a data base for reproductive data and use to evaluate reproductive performance of gilts and sows further in swine commercial herds in Thailand.

After the data were collected from all selected herds, the reproductive performance data were utilized to evaluate the influence of environmental factors, e.g., season, on the litter size at birth in gilts compared to sows parities 2, 3-5 and $\geq$6 in conventional, open-housing system for swine commercial herds in Thailand. Data were obtained from four swine commercial herds in the northeastern part of Thailand including sows farrowed during a 3-year period from July 2005 to June 2008. The analyzed data included observations on 25,835 litters from 8,100 sows. Total number of piglets born per litter (TB), number of piglets born alive per litter (BA), proportion of stillborn piglets per litter (SB) and proportion of mummified fetuses per litter (MF) were analyzed using a general linear mixed model procedure. The influence of temperature, relative humidity and temperature-humidity index (THI) on TB, BA, MM and SB were also analyzed. The meteorological data were merged with the reproductive data and the means of

temperature, relative humidity and THI during 115 days before farrowing were calculated and included in the statistical models. The results revealed that sows farrowed in the hot season had a larger TB and BA than sows farrowed in the rainy (*P*<0.001) and cool seasons (*P*<0.001). The difference of TB and BA among seasons was more pronounced in the gilt's litters than the sow's litters. The gilts farrowed in the rainy season had 0.7 TB less than gilts farrowed in the hot season (*P*<0.001). By contrast, sows of parities 2, 3-5 and ≥6 farrowed in the rainy season had 0.4 (*P*=0.01), 0.3 (*P*=0.003) and 0.3 (*P*=0.02) TB less than those farrowed in the hot season. In the 1st parity sow, MM increased from 2.2% to 4.2% when the mean temperature during gestation increased from 26 to 29 ºC (*P*<0.001). On average, a reduction of 0.8 TB and 0.7 BA were found when the humidity during gestation increased from 50% to 80% (*P*<0.001). The influence of THI on TB, BA and SB differed among herds. When THI increased from 71-72 to ≥81, a decrease of 0.4 TB were observed in herd A (*P*<0.001) and a decrease of 0.9 TB were observed in herd B (*P*<0.001), but not in herds C and D (*P*>0.05). In conclusion, inferior litter size at birth was observed in sows farrowed in either rainy or cool seasons. High temperature, high relative humidity and/or high THI during gestation significantly reduced the number of total piglets born per litters. The influence of season, temperature, relative humidity and/or THI on litter size at birth was more evident in the gilts than the sows. These data indicated that various policies to reduce temperature in the open-housing system for pregnant gilts and sows in Thailand are not sufficient and the proper housing of pregnant gilts should be emphasized.

Keywords: Pig, Reproduction, Production, Management, Computer software

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

เรื่อง	หน้า
บทนำ	**1**
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	**3**
สมรรถภาพการสืบพันธุ์ (Reproductive performance)	4
อายุของสุกรเมื่อคลอดครั้งแรก	4
วันสูญเสีย (Non-productive days, NPD)	5
อัตราเข้าคลอด (Farrowing rate, FR)	5
ขนาดครอก (Litter size)	6
พันธุ์สุกร	7
ลำดับครอก (Parity number)	8
วิธีผสมพันธุ์ (Mating procedure)	9
ระยะเลี้ยงลูก (Lactation length)	9
คุณภาพของสุกรสาวทดแทน (Quality of replacement gilts)	10
ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อขนาดครอกแรกเกิด	11
ระยะหย่านมถึงผสม (Weaning-to-first-service interval)	12
ผลของระยะหย่านมถึงผสมต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกร	13
การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์	15
การผสมพันธุ์สุกรสาวทดแทน	16
น้ำหนักสุกรสาวเมื่อส่งขึ้นใช้งาน	18
ความหนาของไขมันสันหลังในสุกรสาว	20
ฮอร์โมนที่ควบคุมการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว	22
ผลของพันธุกรรมต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว	23
การเป็นสัดในสุกรสาว	24
ความสำคัญของพ่อสุกรต่อสุกรสาว	25
อายุของสุกรสาวที่ควรเริ่มสัมผัสพ่อสุกร	26
การผ่าตัดทำหมันพ่อสุกรแบบตัดต่ออิพิดิไดมิสเพื่อทำพ่อสุกรตรวจสัด	27
อายุการใช้งานของแม่สุกร (Sow longevity)	30
การตายของแม่สุกรในฟาร์มขนาดใหญ่	32

เรื่อง **หน้า**

ตัวชี้วัดแม่สุกรที่ให้ผลผลิตต่ำในฟาร์มสุกร 34
อัตราการเจริญเติบโตและการสัมผัสพ่อสุกรสำคัญต่อ
การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว 36
ผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรและสุกรสาว 38
สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรเพศเมียในแต่ละฤดู 38
ผลของอุณหภูมิต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ 40
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ 40
การลดความสูญเสียในฤดูร้อน 41
ภาวะโลกร้อน 42
ระบบจัดการฐานข้อมูล 44
โปรแกรม Microsoft Access 44
โปรแกรม FoxPro 45
โปรแกรม Oracle 45
โปรแกรม Microsoft SQL Server 47
โปรแกรม MySQL 47
รุ่นของผลิตภัณฑ์ MySQL 47
ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL 48
การติดตั้ง 48

วิธีดำเนินการวิจัย **49**
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 49
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 49
สถานที่ทำการวิจัย 50
ฟาร์มทดลอง 50
พันธุกรรมและแหล่งที่มาของสุกรสาวทดแทน 50
อาหารและโภชนาการของสุกรสาวและแม่สุกร 51
การจัดการทั่วไป 55
การพัฒนาโปรแกรม 62
การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผล 63
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 63
ข้อมูลสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ 64
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 64

เรื่อง **หน้า**

ผลการวิจัย **66**

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูล 66

ข้อมูลสุกรสาวทดแทน 77

การปรับปรุงการจัดการฟาร์ม 77

ผลการวิเคราะห์สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกร 77

สถิติเชิงพรรณนา 78

จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมด (TB)
และจำนวนลูกสุกรมีชีวิต (BA) ต่อครอก 78

สัดส่วนของมัมมี่ (MF) และลูกสุกรตายแรกคลอด (SB) ต่อครอก 80

ผลของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ temperature-humidity index 84

อัตราเข้าคลอด 87

บทสรุปและวิจารณ์ **89**

การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวในประเทศไทย 89

สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรสาวและแม่สุกรนาง 90

โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล 94

เอกสารอ้างอิง **95**

ภาคผนวก **112**

ผลงานตีพิมพ์ 112

การสร้างฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลของสุกรสาว 114

ขั้นตอนการติดตั้ง MySQL Server 114

การออกแบบฐานข้อมูล 121

การสร้างฐานข้อมูล 122

การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม GILT version 1.0 131

ลักษณะของโปรแกรม 135

ขั้นตอนการติดตั้ง โปรแกรม GILT version 1.0 138

วิธีการใช้งานโปรแกรม GILT 142

สารบัญตาราง (List of Tables)

ตารางที่		หน้า
1	ผลของการผสมข้ามพันธุ์ต่อขนาดครอกในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ (L) และ ยอร์กเชียร์ (Y)	8
2	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุสุกรสาวเมื่อเริ่มสัมผัสกับพ่อ และอายุที่พบการเป็นสัด ในสุกรพันธุ์พสมแลนด์เรซ-ยอร์กเชียร์	19
3	อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรพันธุ์ต่างๆ	23
4	ความเข้มข้นของของน้ำเชื้อและปริมาณของน้ำเชื้อในพ่อสุกรปกติและพ่อสุกร ที่ถูกตอนโดยการตัดท่ออิพิดิไดมิส	28
5	ผลของอายุที่ผสมพันธุ์ครั้งแรกต่อสัดส่วนของสุกรที่ให้ผลผลิตสูงฃ และอายุการใช้งานเกิน 6 ท้อง	32
6	อัตราการตายของแม่สุกรในฟาร์มสุกรในสหรัฐอเมริกาจำนวน 604 ฟาร์ม แบ่งตามฤดูกาล	33
7	อัตราเข้าคลอดเปรียบเทียบระหว่างแม่สุกรที่มีปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ กับแม่สุกรที่ไม่เคยมีปัญหาแยกตามลำดับท้อง	35
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุที่สุกรสาวเริ่มสัมผัสพ่อสุกร อัตราการเจริญเติบโต และการแสดงการเป็นสัดในสุกรสาว	38
9	คุณค่าทางโภชนะของอาหารสุกรสาวทดแทน สุกรอุ้มท้อง และ สุกรเลี้ยงลูก ในฟาร์ม A B C D และ E	53
10	จำนวนสุกรสาวที่แสดงการเป็นสัด อายุที่เป็นสัดครั้งแรก อัตราการเจริญเติบโต (ADG) ในฟาร์มที่ทำวิจัย ฟาร์ม A, B, C, D และ E	64
11	สถิติเชิงพรรณา (means±SEM) ของสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกรจาก ฟาร์มสุกร จำนวน 4 ฟาร์ม ในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2006 ถึง 2008	76
12	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแกคลอดทั้งหมดต่อครอก (TB) จำนวนลูกสุกรมีชีวิตต่อครอก (BA) สัดส่วนของลูกสุกรตายแรกคลอดต่อครอก (SB) และสัดส่วนของมัมมี่ต่อครอก (MF)	77
13	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอก (TB) และจำนวนลูกมีชีวิตต่อครอก (BA) ตามลำดับท้อง	78
14	จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอก (least-squares means±SEM) จำแนกตามฤดูกาลที่เข้าคลอด	81

สารบัญภาพ (List of Illustration)

รูปที่		หน้า
1	ความแปรปรวนของอัตราการทดแทนสุกรต่อปีในประเทศออสเตรเรีย ในปี ค.ศ. 2001	3
2	ขนาดครอกในสุกร ได้แก่ จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอก และ จำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตต่อครอก แยกตามลำดับท้อง	6
3	ผลของระยะหย่านมถึงผสม (WSI) ต่อขนาดครอกในครอกถัดไป	12
4	ผลของระยะหย่านมถึงผสม (WSI) ต่ออัตราการเข้าคลอด (farrowing rate) และอัตราการกลับสัด (remating rate)	14
5	อายุที่พบสุกรสาวแสดงการเป็นสัดครั้งแรกในฟาร์มสุกร 5 แห่ง ในประเทศไทย	16
6	น้ำหนักสุกรสาวเมื่อส่งขึ้นใช้งานจากฟาร์มสุกร 5 ฟาร์มในประเทศไทย	18
7	การชั่งน้ำหนักสุกรสาวเพื่อเตรียมผสมพันธุ์ในฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่ง	20
8	ความหนาไขมันสันหลังเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรกในสุกรสาว	21
9	ตำแหน่งที่ทำการเปิดผ่าเพื่อทำหมันพ่อสุกร Vasectomy และ Epididymectomy	30
10	สาเหตุการคัดทิ้งสุกรจำแนกตามลำดับท้องที่ถูกคัดทิ้ง	34
11	อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดแต่ละวัน และความชื้นเฉลี่ย ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2549 (2004-2006)	42
12	แสดงการหน้าแสดงภาพโปรแกรม Microsoft access	44
13	แสดงตัวอย่างโปรแกรม Visual FoxPro 9.0	45
14	แสดงหน้าตาของโปรแกรม Microsoft SQL Server	46
15	แสดงหน้าตาของโปรแกรม MySQL	47
16	ลักษณะคอกและโรงเรือนสุกรสาวทดแทนในฟาร์ม A	50
17	ลักษณะคอกและโรงเรือนสุกรสาวทดแทนในฟาร์ม B	50
18	ลักษณะคอกและโรงเรือนแบบปิด (evaporative cooling system) ของสุกรสาวทดแทนฟาร์ม C	51
19	ลักษณะคอกและโรงเรือนแบบปิด (evaporative cooling system) ของสุกรสาวทดแทนฟาร์ม D	51
20	ลักษณะคอกและโรงเรือนสุกรสาวทดแทนฟาร์ม E	52
21	ลักษณะโรงเรือนสุกรอุ้มท้องในฟาร์ม A	52
22	ลักษณะของโรงเรือนคลอดฟาร์ม A	54
23	กรงตับสำหรับสุกรสาวก่อนส่งขึ้นผสมพันธุ์ ฟาร์ม B	55

รูปที่		หน้า
24	ลักษณะเล้าคลอดในฟาร์ม B	55
25	พัดลมและน้ำฝอยในโรงเรือนสุกรอุ้มท้องฟาร์ม B	56
26	การชั่งน้ำหนักสุกรสาวทดแทนฟาร์ม C	56
27	การวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกรสาวทดแทนก่อนส่งขึ้นผสมพันธุ์	57
28	กรงตับสุกรสาวทดแทนที่รอผสมพันธุ์ในฟาร์ม C	57
29	การกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวทดแทนที่รอผสมพันธุ์ในฟาร์ม C	58
30	โรงเรือนสุกรอุ้มท้องฟาร์ม D	58
31	โรงเรือนผสมพันธุ์สุกรฟาร์ม D	59
32	โรงเรือนสุกรอุ้มท้องฟาร์ม E	59
33	โรงเรือนคลอดฟาร์ม E	60
34	แสดงการเชื่อมโยงเครือข่ายในการทำงานของโปรแกรม	61
35	อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในหนึ่งวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ภายใน รัศมี 100 กิโลเมตรจากฟาร์ม	62
36	ตารางแจกแจงความถี่จำนวนลูกสุกรต่อครอก (n=25,835 ครอก)	77
37	ความผันแปรของฤดูกาลต่อจำนวนลูกสุกร (least-square means±SEM) ตามฟาร์ม	79
38	การแจกแจงความถี่ของสัดส่วนของมัมมี่ต่อครอกจำแนกตามฤดูกาล	79
39	ความผันแปรของฤดูกาลต่อสัดส่วนของ mummified fetuses ต่อครอก	80
40	ความผันแปรของฤดุกาลต่อสัดส่วนของ stillborn ต่อครอก	80
41	ผลของอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างช่วงอุ้มท้องต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอก	82
42	ผลของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในระหว่างช่วงอุ้มท้องต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอก	84
43	ผลของ temperature-humidity index เฉลี่ยในช่วงระหว่างอุ้มท้อง ต่อจำนวนลูกสุกรแรกคลอด	84
44	แสดงสาเหตุของความล้มเหลวในการอุ้มท้องของแม่สุกร (n=30,058)	85
45	แสดงสาเหตุของความล้มเหลวในการอุ้มท้องของสุกรสาว แม่สุกรท้องแรก และแม่สุกรนาง (n=30,058)	85
46	อัตราการผสมติดในสุกรสาว และแม่สุกรในแต่ละลำดับท้อง แบ่งตามฤดูกาลที่สุกรถูกผสม (n=30,058)	86
47	ผลของความหนาไขมันสันหลังเมื่อผสมพันธุ์ต่อจำนวนลูกสุกรแรกคลอด ทั้งหมดต่อครอกในสุกรสาว	86

สัญลักษณ์และคำย่อ

(List of Abbreviations)

L = Landrace (สุกรพันธุ์แลนเรซ)

Y = Yorkshire (สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์)

D = Duroc (ดูรอค)

DK = Denmark (สุกรพันธุ์เดนมาร์ก)

IL = Irland (สุกรพันธุ์ไอร์แลนด์)

AFM = Age at First Mating (อายุที่สุกรคลอดครั้งแรก)

BW = Body Weight (น้ำหนักตัว)

BF = Backfat thickness (ความหนาไขมันสันหลัง)

NPD = Non-productive days (วันสูญเสีย)

WSI = Weaning-to-fist-service interval (ระยะหย่านมถึงผสม)

FR = Farrowing rate (อัตราเข้าคลอด)

PRRS = Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (โรคพีอาร์อาร์เอส)

PPV = Porcine Parvo Virus (โรคพาร์โวไวรัสในสุกร)

SF = Swine fever (โรคอหิวาต์สุกร)

FMD = Foot and mouth disease (โรคปากและเท้าเปื่อย)

MH = *Mycoplasma hyopneumomiae*

AD = Aujezky's Disease (โรคพิษสุนัขบ้าเทียม)

GR = Growth Rate (อัตราการเจริญเติบโต)

LH = Lutenizing hormone (ฮอร์โมนลูทิไนซิงค์)

FSH = Follicle stimulating hormone (ฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลตติ้ง)

eCG = Equine chorionic gonadotropin

hCG = Human chorionic gonadotropin

PMSG = Pregnant mare serum gonadotropin

$PGF_{2\text{-}\alpha}$ = Prostaglandin $F_{2\text{-Alpha}}$

MMA = Metritis Mastitis Agalactia

CH_4= ก๊าซมีเทน

EVAP = Evaporative cooling system

BCS = body condition score (ความสมบูรณ์ของร่างกาย)

BTS = Beltsville Thawing solution

กก. = กิโลกรัม

มม. = มิลลิเมตร

ซม. = เซนติเมตร

mcg = ไมโครกรัม

บทที่ 1

บทนำ

การเตรียมสุกรสาวให้มีประสิทธิภาพเพื่อเป็นแม่พันธุ์ทดแทนเป็นก้าวแรกที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับฟาร์มสุกรพ่อ-แม่พันธุ์ ในฝูงสุกรทั่วไปมีการทดแทนแม่สุกรด้วยสุกรสาวประมาณ 40% ต่อปี ทำให้สัดส่วนของสุกรสาวในหน่วยการผลิตของสุกรเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดในฝูง ผลผลิตของสุกรสาวจึงมีความสำคัญต่อผลผลิตโดยเฉลี่ยของฟาร์มเป็นอย่างมาก สุกรสาวที่มีประสิทธิภาพ คือ สุกรสาวที่นำเข้าฝูงแล้วมีการแสดงการเป็นสัดปกติ มีการตกไข่มาก ยอมรับการผสม สามารถตั้งท้องได้ และสามารถให้ผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับท้อง โดยทั่วไปแม่สุกรมีศักยภาพทางการสืบพันธุ์สูงสุดระหว่างท้อง 3-6 (Dial et al., 1992; Koketsu et al., 1999; Tummaruk et al., 2000) การคัดทิ้งแม่สุกรก่อนให้ผลผลิตได้ครบ 6 ท้อง จึงมีผลกระทบประสิทธิภาพการผลิตของฝูงและเพิ่มต้นทุนการผลิตลูกสุกร ในแต่ละปีมีสุกรสาวจำนวนมากที่ถูกคัดทิ้งก่อนเริ่มใช้งานและอีกส่วนถูกคัดทิ้งหลังผสม ซึ่งสาเหตุของการคัดทิ้งส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ (D'Allaire and Drolet, 1999; Tummaruk et al., 2006, 2009a) การคัดเลือกสุกรสาวทดแทนให้มีประสิทธิภาพส่งผลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ที่ตามมาของสุกรแม่พันธุ์ในฝูง ตลอดจนอายุการใช้งานของแม่สุกรพันธุ์

การจัดการที่สำคัญสำหรับสุกรสาวที่เข้ามาในฝูง ประกอบด้วย การจัดการด้านสุขภาพ การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การกระตุ้นการเป็นสัดและตรวจเช็คสัด การปรนอาหาร การประเมินน้ำหนักตัว และความสมบูรณ์ก่อนส่งขึ้นผสมพันธุ์ การวางแผนในการจัดการด้านต่างๆ เหล่านี้ จะช่วยให้สามารถผสมพันธุ์สุกรสาวได้ภายในเวลาที่เหมาะสม การผสมพันธุ์สุกรสาวอย่างมีประสิทธิภาพ ภายในเวลาที่ไม่ช้าเกินไปจะช่วยลดจำนวนวันสูญเสียและลดต้นทุน โดยทั่วไปสิ่งที่เกษตรกรคาดหวังหลังตัดสินใจผสมพันธุ์สุกรสาว คือ ประสิทธิภาพทางระบบสืบพันธุ์ที่จะตามมา และ ระยะเวลาในการให้ผลผลิตของแม่สุกร (longevity) มีการวิจัยหลายครั้งที่พบว่าการตัดสินใจผสมพันธุ์สุกรสาว สามารถส่งผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่ตามมาได้ เช่น เมื่ออายุที่คลอดครั้งแรกของสุกรสาวเพิ่มขึ้นขนาดครอกก็จะใหญ่ขึ้นในครอกแรกแต่ค่าเฉลี่ยของลำดับครอกเมื่อถึงเวลาคัดทิ้งก็จะลดลง (คัดทิ้งเร็วขึ้น) (Schukken et al., 1994; Koketsu et al., 1999) สุกรที่ให้เนื้อแดงสูงมากๆ จะผสมได้ช้า และอายุสั้น (Gaughan et al., 1995)

โดยทั่วไปการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรเพศเมียขึ้นกับอิทธิพลของทั้งปัจจัยภายใน ได้แก่ พันธุกรรม สายพันธุ์ น้ำหนักตัว และ ความหนาของมันสันหลัง และปัจจัยภายนอก ได้แก่ อาหาร การสัมผัสพ่อสุกร สิ่งแวดล้อม และ การคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อเพิ่มเนื้อแดง การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า การเลี้ยงสุกรสาวในประเทศไทยซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและชื้นมาก ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรสาวหลายด้าน เช่น ทำให้การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง การแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดผิดปกติ และการคัดทิ้งสุกรสาวเนื่องจากปัญหาทางระบบสืบพันธุ์พบมากที่สุด (Tummaruk et al., 2006, 2007, 2009a) อย่างไรก็ดีปัจจัยเหล่านี้มีความแตกต่างกันขึ้นกับแนวทางการจัดการในแต่ละ

ฟาร์ม (Tantasuparuk et al., 2005; Tummaruk et al., 2009b) การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้สามารถการวิเคราะห์ปัญหาของแต่ละฟาร์มได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลผลิตเบื้องต้นของสุกรในปัจจุบันมีหลายโปรแกรมทั้งที่ผลิตได้ในประเทศไทย และนำเข้าจากต่างประเทศ อย่างไรก็ดี โปรแกรมส่วนใหญ่เน้นการเก็บข้อมูลของสุกรที่กำลังให้ผลผลิต สุกรอนุบาล และขุน ยังไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมข้อมูลทางด้านระบบสืบพันธุ์เพื่อเชื่อมโยงกับสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของสุกรสาวทดแทน ทำให้การจัดการสุกรสาวในฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ยังไม่มีประสิทธิภาพ เกิดการสูญเสียค่อนข้างสูง และทำให้สุกรสาวที่คัดเข้ามาในฝูงมีคุณภาพไม่คงที่และมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้นการวางแผน การจัดการอย่างมีประสิทธิภาพในการทดแทนสุกรสาว จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลและประมวลผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านการจัดการทางระบบสืบพันธุ์ของสุกรในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มศักยภาพการผลิต เพื่อลดต้นทุนในการผลิตสุกร
3. เพื่อหาแนวทางเพิ่มศักยภาพการเก็บบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเพื่อการจัดการด้านสุขภาพและระบบสืบพันธุ์ในสุกรสาวทดแทน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและประมวลผลประสิทธิภาพสุกรสาวทดแทนในฟาร์ม และศึกษาผลของการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดการสุกรสาวทดแทนในฟาร์ม

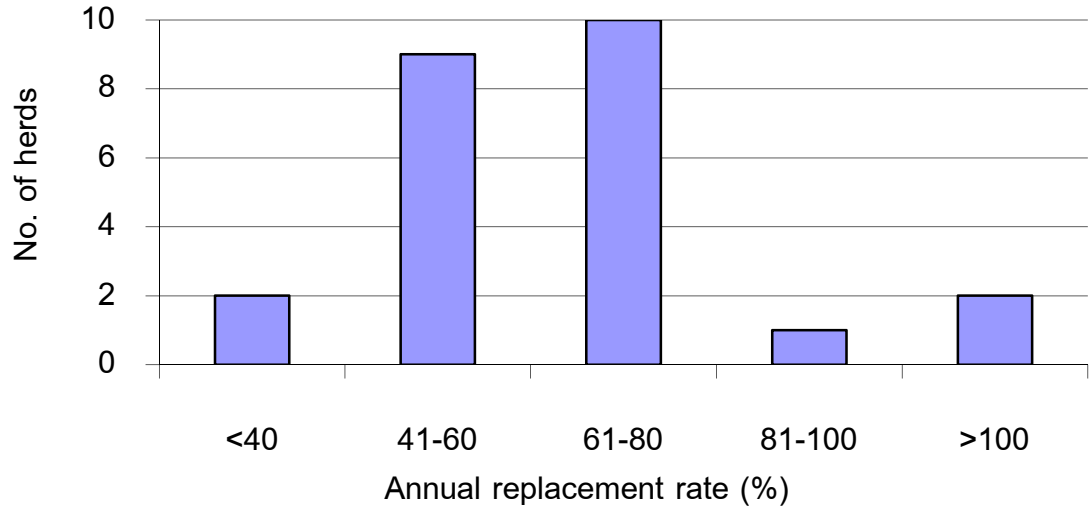
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและประมวลผลประสิทธิภาพสุกรสาวทดแทนในฟาร์มสุกร จะทำให้ระบบการเลี้ยงสุกรมีมาตรฐานสูงขึ้น และสามารถเพิ่มศักยภาพการผลิตได้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในฟาร์มสุกรโดยทั่วไป ในแต่ละปีประมาณ 35-55% ของแม่สุกรจะถูกคัดทิ้งและทดแทนด้วยสุกรสาว (D'Allaire and Drolet, 1999) (รูปที่ 1) สัดส่วนของจำนวนสุกรสาวที่อยู่ในฟาร์มมีความสำคัญมากต่อผลผลิตโดยรวมของฟาร์ม การจัดการทางระบบสืบพันธุ์ที่จะต้องคำนึงถึงเมื่อนำสุกรสาวเข้ามาทดแทน คือ เวลาที่จะทำการผสมครั้งแรกซึ่งขึ้นกับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ หมายถึง การแสดงอาการเป็นสัดและตกไข่ครั้งแรกแล้วมีวงรอบการเป็นสัดต่อเนื่องอย่างปกติ (ทุกๆ 18-24 วัน) โดยเฉลี่ยสุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุประมาณ 6-7 เดือน ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวมีอยู่หลายปัจจัย เช่น สายพันธุ์ ฤดูกาล และสารอาหาร (Evans and O' Doherty, 2001) ผลกระทบของปัจจัยเหล่านี้ส่วนหนึ่งขึ้นกับการจัดการ ความรู้เกี่ยวกับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวสายพันธุ์ยุโรปที่ถูกเลี้ยงในเมืองไทยรวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลมีความสำคัญมาก



รูปที่ 1 ความแปรปรวนของอัตราการทดแทนสุกรต่อปีในประเทศออสเตรเรียในปี ค.ศ. 2001 (ที่มา: โปรแกรม PigStats, 2001)

ในฟาร์มสุกร อายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวมักไม่มีการจดบันทึก เนื่องจากการสังเกตอาการเป็นสัดอย่างเดียวอาจบอกได้ไม่สมบูรณ์และมีโอกาสผิดพลาด เหตุผลอีกประการหนึ่งที่การเป็นสัดครั้งแรกมักไม่ได้รับการบันทึกก็คือเนื่องจากส่วนใหญ่ไม่มีเขตของข้อมูลนี้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปของฟาร์ม ในทางปฏิบัติวันผสมครั้งแรกจะถูกจดบันทึก แต่อย่างไรก็ดีวันผสมครั้งแรกยังไม่ใช่ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพทางระบบสืบพันธุ์ในสุกรสาวได้ดีพอ เนื่องจากขึ้นกับอิทธิพลของการตัดสินใจของผู้ผสมด้วย มีการศึกษาพบว่าอายุเมื่อถูกผสมครั้งแรกหรืออายุเมื่อคลอดครั้งแรกมีอิทธิพลต่อสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์สุกร และระยะเวลาในการให้ผลผลิต (longevity) ของสุกร (Le Cozler et al., 1998,

Koketsu et al., 1999; Tummaruk et al., 2001) ในทางปฏิบัติสุกรสาวมักจะถูกผสมพันธุ์เมื่อแสดงการเป็นสัดครั้งที่สองหรือหลังจากนั้น ซึ่งโดยเฉลี่ยก็จะมีอายุประมาณ 7 ถึง 9 เดือน อายุเมื่อถูกผสมครั้งแรกมักจะห่างจากอายุเมื่อแสดงอาการเป็นสัดครั้งแรกประมาณ 3-6 สัปดาห์ Schukken และคณะ (1994) พบว่าอายุของสุกรสาวเมื่อผสมติดครั้งแรกมีผลต่อระยะเวลาในการให้ผลผลิตทั้งชีวิต (longevity) และสาเหตุของการคัดทิ้ง สุกรสาวที่ตั้งท้องเมื่ออายุมากจะมีช่วงเวลาในการให้ผลผลิตสั้นกว่าสุกรสาวที่ตั้งท้องเมื่ออายุน้อย นอกจากนี้สาเหตุของการคัดทิ้งเนื่องจากปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ก็สูงขึ้นในสุกรสาวที่ตั้งท้องเมื่ออายุมากด้วย การคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า อายุที่เหมาะสมที่สุดของการตั้งท้องครั้งแรกในสุกรสาวควรจะเป็น 200-220 วัน (Schukken et al., 1994) Koketsu และคณะ (1999) พบว่าถ้าผสมพันธ์สุกรสาวที่อายุมากขึ้น จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิตทั้งช่วงชีวิตของแม่สุกรจะน้อยลง และแนะนำว่าสุกรสาวควรได้รับการผสมพันธุ์ก่อนอายุ 230 วัน

สมรรถภาพการสืบพันธุ์ (Reproductive performance)

ความสมบูรณ์พันธุ์ของสุกรขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ ลำดับการคลอด และฤดูกาล (Dial et al., 1992; Tummaruk et al., 2000a) ตัวแปรที่ใช้บ่งชี้สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรเพศเมียมีหลายตัวแปร แต่ละอย่างมีความเกี่ยวข้องกัน ตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่ อายุของสุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ อายุสุกรสาวเมื่อผสมพันธุ์ครั้งแรก อายุเมื่อคลอดครั้งแรก จำนวนวันสูญเสีย อัตราการเข้าคลอด ขนาดครอก และ ระยะหย่านมถึงผสม

อายุของสุกรเมื่อคลอดครั้งแรก

อายุที่คลอดครั้งแรกในแม่สุกรเกี่ยวข้องกับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ปัจจัยหลายประการ เช่น อาหาร พันธุกรรม ฤดูกาล สิ่งแวดล้อม และพ่อสุกร (Tummaruk et al., 2000; Tummaruk et al., 2007) มีอิทธิพลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกร อายุของสุกรสาวเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์มีค่าอัตราพันธุกรรมที่ค่อนข้างสูง (h^2 = 0.3) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรอื่นๆ ทางระบบสืบพันธุ์ อายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ในสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์จะอยู่ประมาณ 211 วัน และน้ำหนักตัว 117 กิโลกรัม ในขณะที่ลูกผสมยอร์กเชียร์กับแลนด์เลซจะประมาณ 185 วัน และน้ำหนักตัว 98 กิโลกรัม ในทางปฏิบัติสุกรมักจะถูกผสมเมื่อเป็นสัดครั้งที่ 2 หรือ 3 เนื่องจากให้ผลผลิตที่ดีกว่า อายุเฉลี่ยที่ถูกผสมครั้งแรกจะประมาณ 7-9 เดือน อายุเมื่อคลอดครั้งแรกมักจะถูกนำมาวิเคราะห์แทนอายุเมื่อผสมติดครั้งแรกหรืออายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์เนื่องจากตัวเลขมีความน่าเชื่อถือกว่าและง่ายกว่าในการจดบันทึก อายุเมื่อคลอดครั้งแรกมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และมีผลต่อระยะเวลาในการให้ผลผลิตทั้งชีวิตของสุกร (longevity)

วันสูญเสีย (Non-productive days, NPD)

NPD คือ วันใดก็ตามที่แม่สุกรหรือสุกรสาวที่อายุพร้อมผสมได้แล้ว ไม่ได้อยู่ทั้งในระยะเลี้ยงลูกและระยะอุ้มท้อง (Dial et al., 1992) ตัวอย่างของ NPD ในสุกรสาว ได้แก่ ระยะเข้าฝูงถึงผสม เข้าฝูงถึงคัดทิ้ง และระยะตั้งแต่ผสมครั้งแรกจนกระทั่งผสมติด ระยะเข้าฝูงถึงผสม และเข้าฝูงถึงคัดทิ้งมักจะไม่ถูก

นำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ในหลายๆ ครั้ง เนื่องจากแต่ละฟาร์มมีการลงบันทึกไม่เหมือนกันในแม่สุกร (Tummaruk et al., 2007, 2009) NPD ประกอบด้วยระยะหย่านมถึงผสม (weaning-to-fist-service interval, WSI) ระยะผสมครั้งแรกถึงผสมติด (กรณีผสมซ้ำ) ระยะผสมถึงคัดทิ้ง และหย่านมถึงคัดทิ้ง ระยะ NPD ก่อนผสมได้แก่ WSI นั้นค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับ NPD หลังผสม ตัวแปรต่างๆ ทั้งในระดับตัวแม่สุกรและระดับฝูง เช่น อัตราเข้าคลอด อัตราผสมซ้ำ จำนวนแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งหลังผสม และลำดับครอกเฉลี่ยล้วนเป็นส่วนประกอบของ NPD หลังผสมทั้งสิ้น (Koketsu, 2005)

จำนวนวันสูญเสียในแม่สุกรจะแปรผกผันกับจำนวนลูกหย่านมต่อแม่ต่อปี NPD เป็นส่วนหนึ่งของระยะคลอดถึงคลอด (forrowing interval) (Dial et al., 1992) ระยะคลอดถึงคลอดนี้ประกอบไปด้วยระยะอุ้มท้อง ระยะเลี้ยงลูก และจำนวนวันสูญเสียหลังหย่านม ระยะอุ้มท้องเป็นตัวแปรที่ค่อนข้างคงที่เปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยเท่านั้นโดยการเหนี่ยวนำคลอด ระยะเลี้ยงลูกก็แปรผกผันกับจำนวนลูกหย่านมต่อแม่ต่อปีเล็กน้อย แต่มักจะขึ้นกับการจัดการในฟาร์ม ดังนั้น NPD จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะบอกถึงสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกร (Dial et al., 1992)

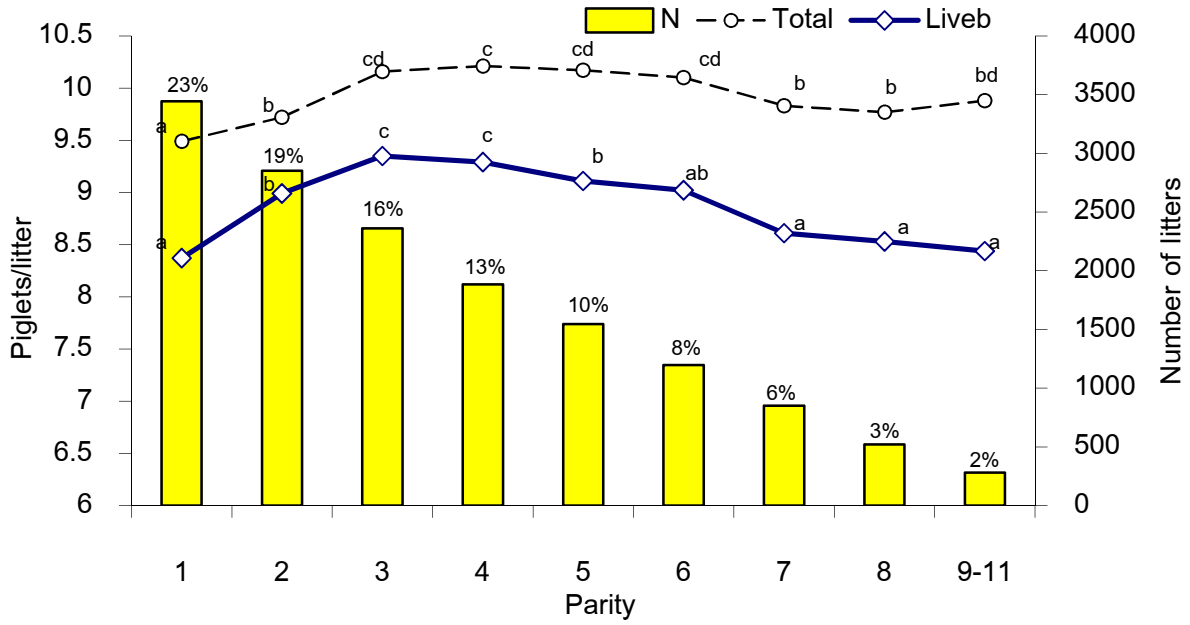
อัตราเข้าคลอด (Farrowing rate, FR)

อัตราเข้าคลอด คือ เปอร์เซ็นต์หรือสัดส่วนของสุกรที่ถูกผสมแล้วสามารถเข้าคลอดได้ เหตุการณ์หลายๆ อย่างในช่วงอุ้มท้องเป็นส่วนหนึ่งของอัตราเข้าคลอด เช่น อัตราการกลับสัด การแท้ง การท้องเทียม และท้องลม (Tummaruk et al., 1999) ฝูงสุกรที่มีการคัดทิ้งแม่สุกรอย่างรวดเร็วหลังสุกรกลับสัดจะช่วยให้ NPD หลังผสมลดลง (Koketsu, 2005) ปัจจัยที่พบว่ามีผลต่ออัตราเข้าคลอด ได้แก่ ลำดับครอกของแม่สุกร ระยะหย่านมถึงผสม การจัดการในฝูง อายุเมื่อผสมพันธุ์ได้ครั้งแรกในสุกรสาว และฤดูกาล ปัจจัยในเรื่องของการผสมที่มีผลต่ออัตราเข้าคลอด ประกอบด้วย ชนิดของการผสม (ผสมจริงกับผสมเทียม) ความถี่ของการผสม เวลาในการผสม และคุณภาพกับปริมาณของน้ำเชื้อ (Tummaruk et al., 2000)

อัตราการกลับสัดเป็นตัวแปรที่สัมพันธ์กับอัตราเข้าคอลดสูง การกลับสัดมี 2 แบบ คือ กลับสัดตรงรอบ (regular return) และกลับสัดไม่ตรงรอบ (irregular return) กลับสัดตรงรอบหมายถึง สุกรที่กลับสัดหลังผสม 18-24 วัน หรือ 38-45 วัน ในขณะที่กลับสัดไม่ตรงรอบหมายถึงสุกรที่กลับสัดก่อน 18 วัน หรือ 25-37 วัน หรือหลัง 45 วัน (Tummaruk et al., 2001) หลังจากตกไข่ การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นภายใน 1 วัน เอมบริโอในระยะ 4 เซลล์ จะเข้าสู่มดลูกประมาณ 2-3 วันหลังตกไข่ ระยะก่อนฝังตัวจะเกิดขึ้นภายใน 13 วันหลังผสมพันธุ์

ประมาณวันที่ 35 หลังผสม ตัวอ่อนจะเริ่มสร้างกระดูก และหลังจาก 70 วัน ตัวอ่อนสามารถสร้างแอนติบอดี้ได้ ความล้มเหลวในการปฏิสนธิจะส่งผลให้สุกรกลับสัดตรงรอบ การสูญเสียตัวอ่อนระหว่าง 13-35 วัน จะทำให้กลับสัดไม่ตรงรอบหรืออาจเกิดการท้องเทียม การตายของตัวอ่อน 35-70 วัน จะทำให้เกิดมัมมี่ และลูกมีชีวิตแรกคลอดต่ำ หลัง 70 วัน ถ้ามีการติดเชื้อลูกสุกรจะสร้างแอนติบอดีได้แต่จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิตอาจจะน้อยลงและลูกตายแรกคลอดสูงขึ้นตลอดจนการตายของลูกในช่วงท้ายสูงขึ้น ปัจจัยที่พบว่ามีผลต่อการกลับสัดประกอบด้วย ลำดับครอก ฤดูกาล ระยะเลี้ยง

ลูก และการกินอาหารในช่วงเลี้ยงลูก อย่างไรก็ดีการกลับสัดอาจเกิดจากการติดเชื้อ เช่น Parcine parvovirus หรือ เกิดจากพ่อสุกร การผสมเทียมที่ผิดพลาด และการตรวจสัด เป็นต้น



รูปที่ 2 ขนาดครอกในสุกร ได้แก่ จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอก (total number of piglets born per litter, Total) และ จำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตต่อครอก (number of piglets born alive per litter, Liveb) แยกตามลำดับท้อง (Parity) N หมายถึง จำนวนครอก ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) (ที่มา: Tummaruk, 2004, unpublished data)

ขนาดครอก (Litter size)

ขนาดครอกแรกเกิดในแม่สุกรขึ้นกับอัตราการตกไข่ อัตราการปฏิสนธิ และอัตราการรอดของตัวอ่อน van der Lende and Schoenmaker (1990) รวบรวมข้อมูลจากงานทดลองซึ่งมีการนับการตกไข่จากการผ่าซากสุกรในช่วง ค.ศ. 1954-1986 พบว่าสุกรสาวมีอัตราการตกไข่เฉลี่ย 13.5±3.0 ใบ และแม่สุกรมีอัตราการตกไข่เฉลี่ย 16.4±7.0 ใบ ในประเทศไทย Tantasuparuk และคณะ (2001, 2002) ทำการทดลองนับอัตราการตกไข่ด้วยลาพาโรสโคปพบว่าอัตราการตกไข่ในสุกรสาวพันธุ์แลนด์เรซ (Landrace, L) และยอร์กเชียร์ (Yorkshire, Y) เฉลี่ย 13.8 ใบ และ 15.3 ใบ และในแม่สุกรพบเฉลี่ย 14.0 และ 15.7 ใบ ตามลำดับ อัตราการปฏิสนธิในสุกรโดยปกติสูงถึง 95-100% (Pope and First, 1985; Ashworth, 1998) ในขณะที่อัตราการตายของตัวอ่อนในสุกรค่อนข้างสูงมาก ในสุกรสายพันธุ์ยุโรปสูงถึง 30-40% (Pope, 1994) ส่วนใหญ่ของการตายจะเกิดขึ้นก่อนวันที่ 30 ของการตั้งท้อง (Pope and First, 1985; van der Lende and Schoenmarker, 1990) โดยทั่วไปสุกรไม่ได้แสดงอาการผิดปกติใดๆ ให้เห็นเมื่อมีการตายของตัวอ่อนบางส่วนเกิดขึ้น อัตราการรอดและเจริญเติบโตของตัวอ่อนในสุกรจะถูกจำกัดด้วยขนาดของมดลูก (Pere et al., 1997) Wu และคณะ (1988) พบว่ายิ่งมดลูกมีขนาดเล็กลง จำนวนของลูกตายแบบมัมมี่ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงประมาณ 7-15 สัปดาห์ของการอุ้มท้องก็ยิ่งมีจำนวนสูงขึ้น มีการศึกษา

พบว่ายีนส์ของแม่มีผลต่อทั้งอัตราการอยู่รอดของตัวอ่อนและขนาดครอก (Short et al., 1997; van Rens et al., 2000) ในขณะที่ยีนส์ของลูกก็มีอิทธิพลด้วยเช่นกัน (Gama et al., 1991; Galvin et al., 1993) ส่วนใหญ่แม่สุกรพันธุ์แท้มีขนาดครอกเล็กกว่าสุกรพันธุ์ผสม (Gaugler et al., 1984) อัตราการตกไข่ อัตราการรอดของตัวอ่อน และปริมาตรของมดลูก สามารถพัฒนาได้โดยการคัดเลือกทางพันธุกรรม (Bennett and Leymaster, 1990; Perez-Enciso et al., 1996; Imboonta et al., 2007) อย่างไรก็ดีค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) ของขนาดครอกค่อนข้างต่ำ (h^2 = 0.1, Rothschild, 1996; Rydhmer, 2000) แสดงให้เห็นว่าการพยายามเพิ่มขนาดครอกโดยการคัดเลือกทางพันธุกรรมอาจมีข้อจำกัด (Bidanel et al., 1994) ดังนั้นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมจึงมีความสำคัญต่อขนาดครอกมากกว่าพันธุกรรม ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ลำดับครอก วิธีการผสมพันธุ์ เทคนิคการผสม ระยะเลี้ยงลูก การให้อาหาร คุณภาพของอาหาร อัตราการคัดทิ้ง โรคทางระบบสืบพันธุ์ (เช่น Porcine Parvovirus และ Leptospirosis) และที่สำคัญคืออิทธิพลจากพ่อสุกร (Clark and Leman, 1986; Dewey et al., 1992; Tummaruk et al., 2000b) นอกจากนี้ยังพบว่าการมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อขนาดครอกมากกว่าผลจากปัจจัยเดียว

พันธุ์สุกร

สมรรถภาพการสืบพันธุ์ของสุกรแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปสุกรสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มพันธุ์ ได้แก่ กลุ่มพันธุ์ที่ใช้ผลิตสายแม่ (dam line) และกลุ่มพันธุ์ที่ใช้ผลิตสายพ่อ (sire line) สุกรกลุ่มที่ใช้ผลิตสายแม่ส่วนใหญ่จะมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ค่อนข้างสูง และมีลักษณะของการผลิต (production traits) เช่น อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพซากดีพอสมควร ในขณะที่กลุ่มที่ใช้ผลิตสายพ่อมีอัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากอยู่ในระดับที่ดีมาก แต่มีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์บางอย่าง เช่น ขนาดครอกด้อยกว่าสายแม่ (Legault, 1985; Bidanel et al., 1996) การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของสุกรพันธุ์แท้ พบว่าพันธุ์ L และ Y โดยเฉลี่ยจะมีขนาดครอกใหญ่กว่าพันธุ์ ดูร็อค (Duroc, D) (Gaugler et al., 1984) และ แฮมเชียร์ (Hampshire, H) (Yen et al., 1987; Baas et al., 1992) ขนาดครอกของสุกรพันธุ์ L และ Y มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ในการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้พบว่าสุกรพันธุ์ L มีขนาดครอกแรกเกิดใหญ่กว่า Y อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในประเทศไทยและในประเทศสวีเดน (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000b) นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลมีผลต่ออัตราการผสมติดในสุกรพันธุ์ Y มากกว่าพันธุ์ L ในประเทศสวีเดน (Tummaruk et al., 2000b) แสดงให้เห็นว่าสุกรแต่ละสายพันธุ์แม้กระทั่งพันธุ์ที่มีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ใกล้เคียงกัน อาจมีความทนทานหรือการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ไม่เท่ากัน การจัดการในฝูงและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสรีรวิทยาของแม่สุกร เช่น การกินอาหาร อัตราการเผาผลาญอาหาร และการสูญเสียน้ำหนักในช่วงเลี้ยงลูกอาจมีส่วนร่วมในการทำให้เกิดความแตกต่างของสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของสุกรพันธุ์แท้แต่ละพันธุ์ ตลอดจนความแตกต่างในด้านความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมเช่นฤดูกาลด้วย (Love et al., 1995)

การผสมข้ามพันธุ์ทำให้ขนาดครอกของสุกรใหญ่ขึ้น (Johnansson, 1981; Tummaruk et al., 2001) ผลของการผสมข้ามพันธุ์เกิดจากอิทธิพลของ Heterosis Johanson (1981) พบว่าขนาดครอกใน

สุกรพันธุ์ผสมสูงกว่าพันธุ์แท้ประมาณ 0.6-0.7 ตัวต่อครอก Tummaruk และคณะ (2001) พบว่าถึงแม้แม่จะเป็นพันธุ์แท้ด้วยกันแต่ลูกที่เกิดจากพ่อต่างพันธุ์กันจะมีขนาดครอกใหญ่กว่าครอกพันธุ์แท้ประมาณ 0.3 ตัวต่อครอก (ตารางที่ 1) ผลนี้เกิดจากลูกสุกรพันธุ์ผสมมีความสามารถในการอยู่รอด (prenatal survival) สูงกว่าลูกพันธุ์แท้ (Ral et al., 1977; Johansson, 1981; Rothschild and Bidanal, 1998)

ตารางที่ 1 ผลของการผสมข้ามพันธุ์ต่อขนาดครอกในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ (L) และ ยอร์กเชียร์ (Y) (ที่มา: Tummaruk et al., 2001)

พันธุ์ของลูกในครอก (แม่ X พ่อ)	จำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตต่อครอก
L x L	11.0 [ac]
L x Y	11.3 [b]
Y x L	11.1 [ab]
Y x Y	10.8 [c]

[abc] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งเหมือนกันภายในคอลัมป์เดียวกันไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

ลำดับครอก (Parity number)

ลำดับครอกมีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกร โดยทั่วไปสุกรท้องแรกจะมีขนาดครอกเล็กกว่าสุกรนาง และขนาดครอกจะสูงสุดในสุกรลำดับครอกที่ 3-6 หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง (Dewey et al., 1995; Tummaruk et al., 2000) (รูปที่ 2) สุกรท้องแรกเป็นสุกรที่ค่อนข้างไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม (Clark et al., 1986; Tummaruk et al., 2000b) และยังกินอาหารในช่วงเลี้ยงลูกได้น้อยกว่าสุกรนาง (Koketsu et al., 1996; Neil et al., 1996) นอกจากนี้ยังต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งเพื่อการเจริญเติบโตของร่างกายอีกด้วย ทำให้เสี่ยงต่อการสูญเสียสมดุลย์ของเมทาบอลิซึม การสูญเสียสมดุลย์นี้จะมีผลต่อการเป็นสัดหลังหย่านมและอัตราการตกไข่ (Baidoo et al., 1992) การให้อาหารในปริมาณสูงก่อนผสม (flushing) มีผลต่อการเพิ่มการตกไข่ในสุกรสาว สุกรท้องแรกและท้องสองเท่านั้น แต่ไม่ได้ผลในสุกรลำดับครอกมากกว่า 2 ขึ้นไป (Dial et al., 1992) การเพิ่มขึ้นของขนาดครอกเมื่อลำดับครอกสูงขึ้นสามารถอธิบายได้จากการเพิ่มขึ้นของอัตราการตกไข่และขนาดมดลูกตามลำดับครอกที่สูงขึ้น (Gama and Johnson, 1993) นอกจากนี้ลำดับครอกเดียวกันแต่อายุต่างกัน สุกรที่อายุมากกว่ามีขนาดครอกโดยเฉลี่ยสูงกว่าสุกรที่อายุน้อย โดยพบในสุกรท้องแรกเท่านั้น (Culbertson et al., 1997) ด้วยเหตุที่ลำดับครอกมีผลต่อขนาดครอกสูงมาก ค่าเฉลี่ยของขนาดครอกในฝูงจึงขึ้นกับลำดับครอกโดยเฉลี่ยในฝูงเป็นอย่างมาก การปรับขนาดครอกทั้งฝูงจึงควรคำนึงสัดส่วนของสุกรลำดับครอกต่างๆ ในฝูง (parity distribution) ด้วยเสมอ

วิธีผสมพันธุ์ (Mating procedure)

ในฝูงสุกรที่มีทั้งการผสมธรรมชาติ และการผสมเทียม ขนาดครอกที่เกิดจากการผสมธรรมชาติบ่อยครั้งมีขนาดใหญ่กว่าการผสมเทียม (Dewey et al., 1995; Tummaruk et al., 2000c) อย่างไรก็ดีใน

การทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรต่างๆ พบว่า ขนาดครอกไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการผสมธรรมชาติและการผสมเทียม (Flowers and Alhusen, 1992) มีการศึกษาพบว่าผลกระทบของการผสมเทียมต่อขนาดครอกนั้นขึ้นกับการจัดการ ได้แก่ การตรวจการเป็นสัด การเลือกเวลาผสมที่แม่นยำ และจำนวนครั้งของการผสมต่อการเป็นสัด (Xue et al., 1998; Steverink et al., 1999; Almeida et al., 2000a) ปัจจุบันการผสมเทียมมีการใช้กันอย่างกว้างขวางมากกว่าการผสมธรรมชาติ ดังนั้นการประเมินประสิทธิภาพการผสมภายใต้การจัดการในแต่ละฝูงมีความจำเป็นต้องทำให้ละเอียดเพื่อให้ขนาดครอกจากการผสมเทียมไม่ด้อยกว่าการผสมธรรมชาติ ในประเทศสวีเดน Tummaruk และคณะ (2000c) พบว่าประสิทธิภาพการผสมเทียมในสุกรพันธุ์ Y ด้อยกว่าสุกรพันธุ์ L ผลนี้อาจเกิดได้ทั้งจากการจัดการในฝูงหรือเกิดจากแม่สุกรเองซึ่งต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไปเพื่อปรับปรุงการผสมเทียมให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในสุกรทุกสายพันธุ์

ระยะเลี้ยงลูก (Lactation length)

หมูป่าซึ่งเป็นบรรพบุรุษของสุกรในปัจจุบันมีระยะเวลาของการเลี้ยงลูกปกติประมาณ 3 เดือน (Mauget, 1982) ปัจจุบันระยะเลี้ยงลูกในฝูงสุกรแบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ (Meredith, 1995; Tantasuparuk et al., 2000; Hoshino and Koketsu, 2009) เมื่อระยะเลี้ยงลูกสั้นลงรอบการผลิต (farrowing interval) ก็จะสั้นลงด้วยและจำนวนของลูกสุกรที่ผลิตได้ต่อแม่ต่อปีก็จะเพิ่มขึ้น (Dial et al., 1992) อย่างไรก็ดีถ้าระยะเลี้ยงลูกสั้นกว่า 2 สัปดาห์ จะมีผลเสียต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ตามมา เช่น ระยะหย่านมถึงผสมนานขึ้นและอัตราการสูญเสียตัวอ่อนสูงขึ้น (Mabry et al., 1996; Marsteller et al., 1997) Tummaruk และคณะ (2000c) พบว่าเมื่อระยะเลี้ยงลูกลดลง 1 สัปดาห์ ขนาดครอกในรอบการผลิตถัดไปจะลดลงโดยเฉลี่ย 0.2 ตัว/ครอก ระยะเวลาการเข้าอู่ของมดลูกเพื่อพร้อมรับการฝังตัวของตัวอ่อนจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์หลังจากคลอดประมาณ 3 สัปดาห์ (Palmer et al., 1965) เมื่อระยะเลี้ยงลูกนานขึ้น จำนวนของฟอลลิเคิลปกติจะมีสัดส่วนที่สูงขึ้น (Kunavongkrit et al., 1982) ระดับของลูทีไนซิงค์ฮอร์โมน (lutenizing hormone, LH) ในช่วงท้ายของระยะเลี้ยงลูกและหลังหย่านมยังอาจเกี่ยวข้องกับผลของระยะเลี้ยงลูกต่อขนาดครอก (Rojanasthien, 1988; Rojanasthien and Einarsson, 1988) สุกรที่มีระยะเลี้ยงลูกนานอาจมีเวลานานกว่าในการปรับสมดุลย์ของร่างกายเพื่อให้พร้อมกับการผสมพันธุ์ในรอบถัดไป อย่างไรก็ดีรูปร่างของสุกร สภาวะของการเผาผลาญอาหาร ปริมาณและคุณภาพอาหารที่สุกรได้รับในช่วงเลี้ยงลูกก็ควรจะนำมาพิจารณาประกอบกัน (Hulten et al., 1993; Neil et al., 1996) Tummaruk และคณะ (2000c) พบว่าถ้าระยะเลี้ยงลูกสั้นลงระยะหย่านมถึงผสมจะนานขึ้นมากกว่า ในสุกรพันธุ์ L เมื่อเทียบกับ Y นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่นๆ ได้แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ ปริมาณอาหารที่สุกรกินได้และลำดับครอก สามารถมีผลร่วมกันกับระยะเลี้ยงลูกต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในรอบถัดไปด้วยเช่นกัน (Xue et al., 1997; Koketsu and Dial, 1997; Hoshino and Koketsu, 2009)

คุณภาพของสุกรสาวทดแทน (Quality of replacement gilts)

ตัวแปรบ่งชี้คุณภาพของสุกรสาว ประกอบด้วย อัตราการเจริญเติบโต (growth rate, GR) ความหนาไขมันสันหลัง (backfat thickness, BF) ขนาดครอกที่สุกรเกิด และ ลำดับครอกที่สุกรเกิด ก่อนที่จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ การเจริญเติบโตของสุกรซึ่งประกอบไปด้วยการสะสมโปรตีน ไขมัน และพลังงาน มีความแตกต่างกันในสุกรแต่ละสายพันธุ์ (Henken et al., 1991) อัตราการเจริญเติบโตของสุกรขึ้นกับการกินอาหาร และอัตราการเผาผลาญอาหารของตัวสุกรเอง (Schinckel, 1999) โดยได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ภูมิอากาศ ความหนาแน่นของการเลี้ยง และลักษณะโรงเรือน (Black et al., 1999; Tummaruk et al., 2007, 2009b) Tummaruk และคณะ (2001b) พบว่าสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงจะมีขนาดครอกใหญ่กว่าสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และยังพบว่าสุกรที่โตเร็วเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าและถูกผสมเร็วกว่าสุกรที่โตช้าอีกด้วย (Eliasson et al., 1991; Rydhmer et al., 1994; Tummaruk et al., 2000a, 2009b) เหตุผลเนื่องจากสุกรที่โตเร็วอาจเป็นสุกรที่มีสุขภาพดีกว่า และมีสมรรถภาพการใช้สารอาหารเพื่อการเจริญของระบบสืบพันธุ์ได้ดีกว่าสุกรที่โตช้า นอกจากนี้สุกรที่โตเร็วอาจกินอาหารได้มากกว่าในช่วงที่กำลังจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ซึ่งผลของการกินอาหารในช่วงนี้พบว่ามีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในสุกรครอกแรก เช่น ขนาดครอก (Almeida et al., 2000b; Stalder et al., 2000) จากการศึกษาในด้านการปรับปรุงพันธุ์พบว่าสุกรสาวที่ถูกคัดเลือกให้กินอาหารได้มากจะมีความหนาของไขมันสันหลังสูงเมื่อคลอดและกินอาหารได้มากในช่วงเลี้ยงลูกด้วยเช่นเดียวกัน (Kerr and Cameron, 1996) เนื่องจากอายุเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุดในการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกร (Hughes, 1982) สุกรที่โตเร็วจึงมีน้ำหนักสูงกว่าสุกรที่โตช้าเมื่ออายุเท่ากัน สุกรที่หนักกว่าจึงน่าจะมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ที่ดีกว่าสุกรที่มีน้ำหนักน้อยกว่า King (1989) พบว่าน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 165 วัน มากกว่าความหนาไขมันสันหลัง ที่มีผลต่ออัตราการตกไข่

ผลการวิจัยพบว่า สุกรสาวที่มีความหนาไขมันสันหลังสูงเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่า และมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ดีกว่าสุกรสาวที่มีไขมันสันหลังบาง (Tummaruk et al., 2000a, 2001b, 2007, 2009) เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าสุกรสาวจำเป็นจะต้องมีปริมาณไขมันสะสมในร่างกายระดับหนึ่งก่อนที่จะสามารถเริ่มวงจรของระบบสืบพันธุ์ได้ (Kirkwood and Aherene, 1985) ความหนาของมันสันหลังสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายได้ระดับหนึ่ง และพบว่ามีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรด้วย (Eliasson et al., 1991; Ten Napel and Johnson, 1997) แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกสุกสาวที่ดีควรคำนึงถึงสมรรถภาพในการเจริญเติบโต เช่น GR และ BF ด้วยเช่นกัน

Tummaruk และคณะ (2001b) พบว่าขนาดครอกที่สุกรสาวเกิดมีผลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ สุกรที่มาจากครอกเล็กจะโตเร็วกว่าและถูกผสมเร็วกว่าสุกรที่มาจากครอกขนาดใหญ่ Johansson (1981) พบว่าสุกรสาวที่มาจากครอกที่มีขนาดใหญ่จะมีขนาดเล็กกว่าเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ และแก่กว่าเมื่อน้ำหนักถึง 90 กิโลกรัม เทียบกับสุกรสาวที่มาจากครอกที่มีขนาดเล็ก สภาพของสุกรสาวเมื่อแรกเกิดส่วนหนึ่งได้รับผลกระทบจากสภาพเมื่ออยู่ในมดลูก Nelson and Robison (1976) พบว่าสุกรสาวที่ถูกเลี้ยงในขนาดครอก 6 ตัว/ครอก และ 14 ตัว/ครอก ในช่วงดูดนมมีอัตราการตกไข่และมี

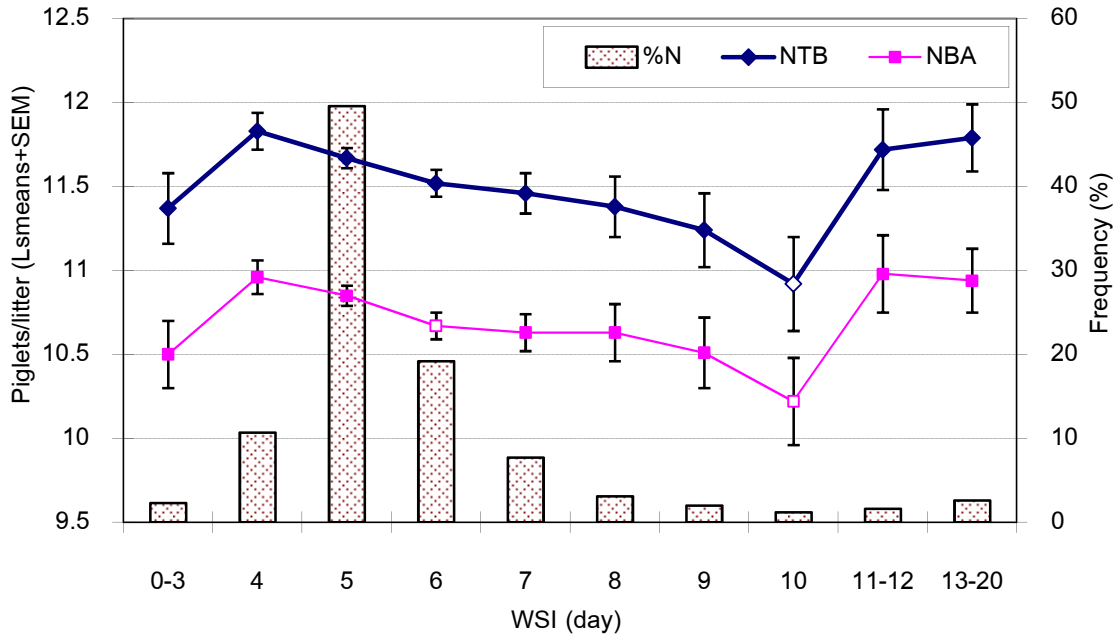
ขนาดครอกแตกต่างกันเมื่อโตเป็นแม่พันธุ์ โดยสุกรที่ถูกเลี้ยงในขนาดครอก 6 ตัว/ครอก ตกไข่มากกว่า มีจำนวนตัวอ่อนมากกว่า และจำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตสูงกว่าสุกรสาวที่ถูกเลี้ยงในครอกขนาด 14 ตัว/ครอก ถ้ามีจำนวนตัวอ่อนในมดลูกจำนวนมาก พื้นที่ของมดลูกต่อตัวก็จะลดลง ทำให้การเจริญเติบโตของตัวอ่อนถูกจำกัด (Knight et al., 1997; Dziuk, 1985; Christenson et al., 1987) พัฒนาการของตัวอ่อนหลังจาก 30 วัน ของการตั้งท้องขึ้นกับประสิทธิภาพของมดลูกซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ในมดลูก สารอาหาร การแลกเปลี่ยนอากาศ และพื้นที่ของรก (Knight et al., 1997; Christenson et al., 1987; Pere et al., 1997) ครอกที่มีลูกแรกคลอดทั้งหมดจำนวนมากจะมีจำนวนลูกตายแรกคลอดสูง (Leenhouhers et al., 1999) นอกจากนี้ขนาดครอกที่ใหญ่จะลดอัตราการรอดของสุกรในช่วงดูดนม และลดการเจริญเติบโตในช่วงดูดนมด้วย (Hogberg and Rydhmer, 2000) อย่างไรก็ดี อัตราการตกไข่ อัตราการรอดของตัวอ่อน และประสิทธิภาพของมดลูกสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ (Bennett and Leymaster, 1989; Rothschild, 1996; Johnson et al., 1999) สุกรสาวที่เกิดจากแม่ที่มีขนาดครอกใหญ่จึงอาจได้รับการถ่ายทอดยีนส์ที่มีผลดีต่อัตราการตกไข่ การรอดของตัวอ่อน และสมรรถภาพของมดลูกมาจากแม่ของมันด้วยเช่นกัน เป็นผลให้สุกรสาวที่มาจากครอกขนาดใหญ่ มักจะมีลูกดกกว่าสุกรสาวที่มาจากครอกขนาดเล็ก (Tummaruk et al., 2001b)

ลำดับครอกที่สุกรสาวเกิด ไม่พบว่ามีผลต่อขนาดครอก แต่มีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ด้านอื่นๆ ของสุกร เช่น อายุเมื่อผสมพันธุ์ได้ครั้งแรก อัตราการผสมติด และระยะหย่านมถึงผสม (Tummaruk et al., 2001b) อย่างไรก็ดีแม่สุกรท้องแรกมักจะมีอัตราการตายของลูกสุกรก่อนหย่านมสูงกว่าแม่สุกรนาง (Fahmy and Bernard, 1971)

ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อขนาดครอกแรกเกิด

นอกจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่พบว่ามีผลต่อขนาดครอกในแม่สุกร เช่น ระยะหย่านมถึงผสม (WSI) โดยแม่สุกรที่มีระยะหย่านมถึงผสม 0-5 วัน มีขนาดครอกในรอบถัดไปใหญ่กว่าแม่สุกรที่มีระยะหย่านมถึงผสม 6-10 วัน (Tummaruk et al., 2000c, Tantasuparuk et al., 2000) (รูปที่ 3) นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในบางครั้ง โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อน (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2004; Suriyasomboon et al., 2006) แต่พบว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อขนาดครอกในบางการศึกษา (Tummaruk et al., 2000b, Keketsu et al., 1999) ลักษณะของโรงเรือนและการให้อาหารก็พบว่ามีผลต่อขนาดครอกเช่นกัน (Clark and Leman, 1986; Einarsson and Rojkittikun, 1993) โรคทางระบบสืบพันธุ์บางโรคมีผลต่อขนาดครอกและอัตราการผสมติด เช่น Porcine parvovirus และ Leptospirosis (Suwanchareon and Kunavongkrit, 2000) ปัจจัยสำคัญอีกประการคือความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อสุกรและคุณภาพน้ำเชื้อ เนื่องจากหลังจากตกไข่แล้วอิทธิพลของพ่อสุกรจะเริ่มเข้ามามีอิทธิพลต่อขนาดครอกในแม่สุกร มีการศึกษาพบว่าแม่สุกรหลังหย่านมที่ถูกผสมซ้ำในรอบต่อๆมา (repeat breeding) มักมีขนาดครอกใหญ่กว่าแม่สุกรที่ผสมติดในรอบแรกหลังหย่านมโดยเฉลี่ยประมาณ 0.5 ตัว/ครอก (Tummaruk et al., 2001c) ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากแม่สุกรเหล่านี้มีระยะเวลานานกว่าในการทำให้ร่างกายและเมทาบอลิซึมกลับมาอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์กว่า

แม่สุกรที่ถูกผสมในรอบแรกหลังหย่านม อย่างไรก็ดีส่วนหนึ่งของแม่สุกรเหล่านี้เป็นแม่สุกรที่มีปัญหาและไม่สามารถผสมติดได้ และการผสมซ้ำเป็นการเพิ่มจำนวนวันสูญเสียในวงจรการผลิต (non productive day)



รูปที่ 3 ผลของระยะหย่านมถึงผสม (WSI) ต่อขนาดครอกในครอกถัดไป %N = จำนวนของข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์; NTB =จำนวนลูกแรกคลอดทั้งหมด; NBA = จำนวนลูกมีชีวิตแรกคลอด สัญลักษณ์ต่างกันในแต่ละจุดแสดงถึงความมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 5 ของ WSI (Tummaruk et al., 2000b)

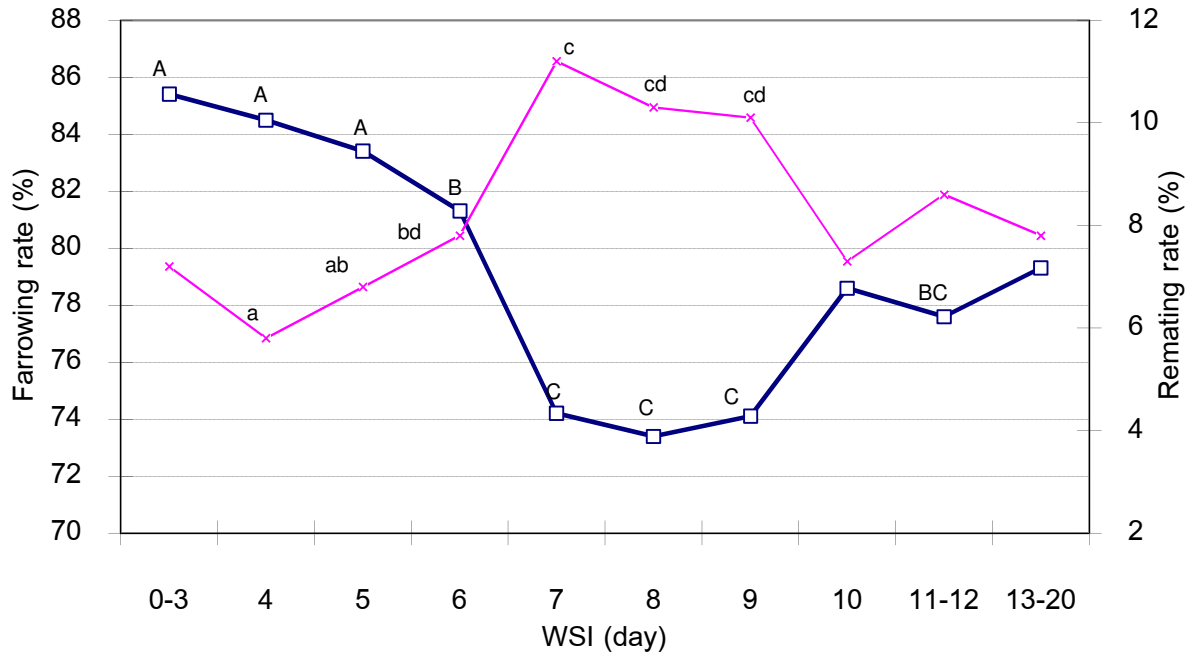
ระยะหย่านมถึงผสม (Weaning-to-first-service interval)

ความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่สุกรหลังหย่านมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประการ เช่น สายพันธุ์ ลำดับการคลอด และฤดูกาล เป็นต้น (Dial et al., 1992; Tummaruk et al., 2000a) การจัดการที่พบว่ามีผลต่อสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรหลังหย่านม ได้แก่ ระยะเวลาในการเลี้ยงลูก ชนิด และวิธีการผสมพันธุ์ (Tummaruk et al., 2000b) ระยะตั้งแต่หย่านมจนถึงผสมในแม่สุกร (weaning-to-first-service interval, WSI) มีความสำคัญอย่างมากในการบ่งบอกถึงสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกร และยังมีผลต่อเนื่องต่อขนาดครอกและอัตราการผสมติดในครอกถัดไปด้วย (Tummaruk et al., 2000b) ระยะหย่านมถึงผสม หรือ WSI คือ จำนวนวันนับตั้งแต่การหย่านมจนถึงผสมพันธุ์ได้ครั้งแรกหลังจากการหย่านม โดยวันที่หย่านมนับเป็นวันที่ 0 ระยะหย่านมถึงผสมเป็นส่วนหนึ่งของวันที่ไม่ให้ผลผลิต (non productive days) ในวงจรการผลิตสุกร (Dial et al., 1992) แม่สุกรส่วนใหญ่มักแสดงอาการเป็นสัดครั้งแรกและถูกผสมหลังจากหย่านมประมาณ 4-7 วัน โดยมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระยะหย่านมถึงผสมมีหลายอย่าง เช่น แม่สุกรที่คลอดครั้งแรก (primiparous sow) จะมีระยะหย่านมถึงผสมนานกว่าแม่สุกรที่คลอดมาหลายครั้งแล้ว (multiparous sow) (Vesseur et al., 1994, Tummaruk et al.,

2000a) ระยะหย่านมถึงผสมแตกต่างกันในสุกรแต่ละพันธุ์ โดย สุกรพันธุ์แลนด์เรซมีระยะหย่านมถึงผสมยาวกว่าสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ และสุกรพันธุ์ผสมมักจะมีระยะหย่านมถึงผสมสั้นกว่าสุกรพันธุ์แท้ (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000a) ระยะให้นมลูก (lactation length) ถ้าต่ำกว่า 22 วัน จะมีผลอย่างมากต่อระยะหย่านมถึงผสม ยิ่งระยะเวลาการเลี้ยงลูกสั้นลง ระยะหย่านมถึงผสมจะนานขึ้น (Xue et al., 1997, Tummaruk et al., 2000a) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่พบว่ามีผลต่อ ระยะหย่านมถึงผสมเช่นกัน ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ ฤดูกาล ปริมาณอาหาร ความแตกต่างระหว่างฟาร์ม ความแปรปรวนในแต่ละปี และลักษณะโรงเรือน (Clark et al., 1986; Vesseur et al., 1994; Neil et al.,1996, Tummaruk et al., 2000a)

ผลของระยะหย่านมถึงผสมต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกร

มีการวิเคราะห์จากข้อมูลการผลิต พบว่าถ้าแม่สุกรเป็นสัดหลังหย่านม และถูกผสมช้า ผลผลิตหรือสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ในวงรอบการผลิตถัดไปจะลดลง โดย Leman (1992) พบว่าแม่สุกรที่เป็นสัดและผสมได้ในวันที่ 3-5 หลังหย่านม มีสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ในรอบการผลิตถัดไปดีที่สุด เมื่อเทียบกับแม่สุกรที่ผสมได้ช้ากว่านี้ Wilson and Dewey (1993) พบว่าแม่สุกรที่เป็นสัดและถูกผสม 2-4 วัน หลังหย่านม มีขนาดครอกในครอกถัดไปใหญ่กว่าแม่สุกรที่เป็นสัดและถูกผสม 7-10 วัน หลังหย่านม รายงานทั้ง 2 นี้สอดคล้องกับ Vesseur และคณะ (1994) ที่พบว่า เมื่อระยะหย่านมถึงผสมค่อยๆ เพิ่มขึ้นจาก 4 วันจนถึง 12 วัน ขนาดครอกในครอกถัดไปจะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ นอกจากนี้ Tummaruk และคณะ (2000b) ได้ศึกษาข้อมูลในแม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซ และพันธุ์ยอร์กเชียร์ พบว่า แม่สุกรส่วนใหญ่จะถูกผสมในวันที่ 5 หลังหย่านม (ประมาณ 50%) และ สัดส่วนของแม่สุกรที่ถูกผสมภายใน 5 6 และ 7 วัน คิดเป็น 62% 81% และ 89% ตามลำดับ เมื่อระยะหย่านมถึงผสมเพิ่มจาก 4 วัน เป็น 10 วัน จำนวนลูกในครอกถัดไป (ลูกแรกคลอดทั้งหมด และ ลูกแรกคลอดมีชีวิต) ลดลงประมาณ 1 ตัว แม่สุกรที่ถูกผสมที่ 4 วันหลังหย่านมจะมีขนาดครอกในครอกถัดไปใหญ่ที่สุด ในขณะที่แม่สุกรที่ถูกผสมที่ 10 วันหลังหย่านมจะมีขนาดครอกเล็กที่สุด แต่แม่สุกรที่ถูกผสมหลังจาก 10 วันแล้วจนถึง 20 วัน มีขนาดครอกในครอกถัดไปเพิ่มขึ้น (รูปที่ 3)



รูปที่ 4 ผลของระยะหย่านมถึงผสม (WSI) ต่ออัตราการเข้าคลอด (farrowing rate, -□-) และอัตราการกลับสัด (remating rate, -x-) อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละจุดแสดงถึงความมีนัยสำคัญทางสถิติ (Tummaruk et al., 2000b)

นอกจากขนาดของครอกแล้ว ระยะหย่านมถึงผสม ยังมีผลต่ออัตราการผสมติดด้วย Tummaruk และคณะ (2000b) พบว่า เมื่อระยะหย่านมถึงผสมเพิ่มขึ้นจาก 4 วัน เป็น 7 วัน อัตราการผสมติดจะค่อยๆ ลดลงเป็นลำดับ (รูปที่ 4) แต่หาก ระยะหย่านมถึงผสม เพิ่มจาก 9 ไปจนถึง 20 วัน อัตราการผสมติดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังไม่ดีเท่ากับแม่สุกรที่ผสมได้ภายใน 5 วันหลังหย่านม แม่สุกรที่ถูกผสม 7-9 วันหลังหย่านม มีอัตราการผสมติดต่ำที่สุด ในขณะที่แม่สุกรที่ถูกผสมที่ 7 วันหลังหย่านมมีอัตราการผสมซ้ำสูงที่สุด (รูปที่ 4) ผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับ Vesseur และคณะ (1994) ซึ่งพบว่าแม่สุกรที่ถูกผสมในวันที่ 9-12 หลังหย่านมจะมีอัตราการผสมติดต่ำกว่าแม่สุกรที่ถูกผสม 5 วันหลังหย่านม เหตุผลของความแตกต่างน่าจะมาจากช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสม โดยพบว่ายิ่งระยะหย่านมถึงผสมนานขึ้น ช่วงเวลาในการยืนนิ่งเป็นสัดจะยิ่งสั้นลง (Rojkittikhun et al., 1992; Sterning, 1995; Steverink et al., 1999) ในแม่สุกรที่มีระยะเวลาการยืนนิ่งสั้น ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเป็นสัดจนถึงตกไข่ก็จะสั้นลงด้วย (Weitze et al., 1994; Mburu et al., 1995) สมมุติฐานอันหนึ่งของการลดลงของขนาดครอกและอัตราการผสมติดในแม่สุกรที่มีระยะหย่านมถึงผสมนานก็คือ การผสมไม่ถูกต้องตามเวลาที่เหมาะสมกับการตกไข่ (Kemp and Soede, 1996; Nissen et al., 1997; Rozeboom et al., 1997) Nissen และคณะ (1997) พบว่าถ้าการผสมเกิดขึ้นเร็วกว่า 28 ชั่วโมง ก่อนการตกไข่หรือช้ากว่า 4 ชั่วโมง หลังตกไข่ จะลดอัตราการผสมติดและลดขนาดครอกในสุกร ดังนั้นในสุกรที่กลับสัดช้า สัดส่วนของตัวที่ถูกผสมไม่ถูกต้องอาจจะเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตโดยรวมต่ำลงในสุกรกลุ่มนี้ ดังนั้นจึงน่าจะเป็นสาเหตุของขนาดครอกและอัตราการผสมติดที่ต่ำลงในแม่สุกรที่มีระยะหย่านมถึงผสมยาว นอกจากนี้ Tantasuparuk และ

คณะ (2001) พบว่าแม่สุกรครอกแรกที่มีระยะหย่านมถึงผสมนานจะมีผลผลิตตลอดชีวิตและความสามารถในการให้ผลผลิตต่ำกว่า แม่สุกรที่มีระยะหย่านมถึงผสมสั้นในครอกแรก ทั้งหมดนี้เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของระยะหย่านมถึงผสม ต่อสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ในสุกรและเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเสมอ ในการวิเคราะห์ผลผลิตในฟาร์มสุกรพันธุ์ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสุกรจึงควรให้ความสนใจต่อหลักการผสมพันธุ์ในแม่สุกรหลังหย่านม

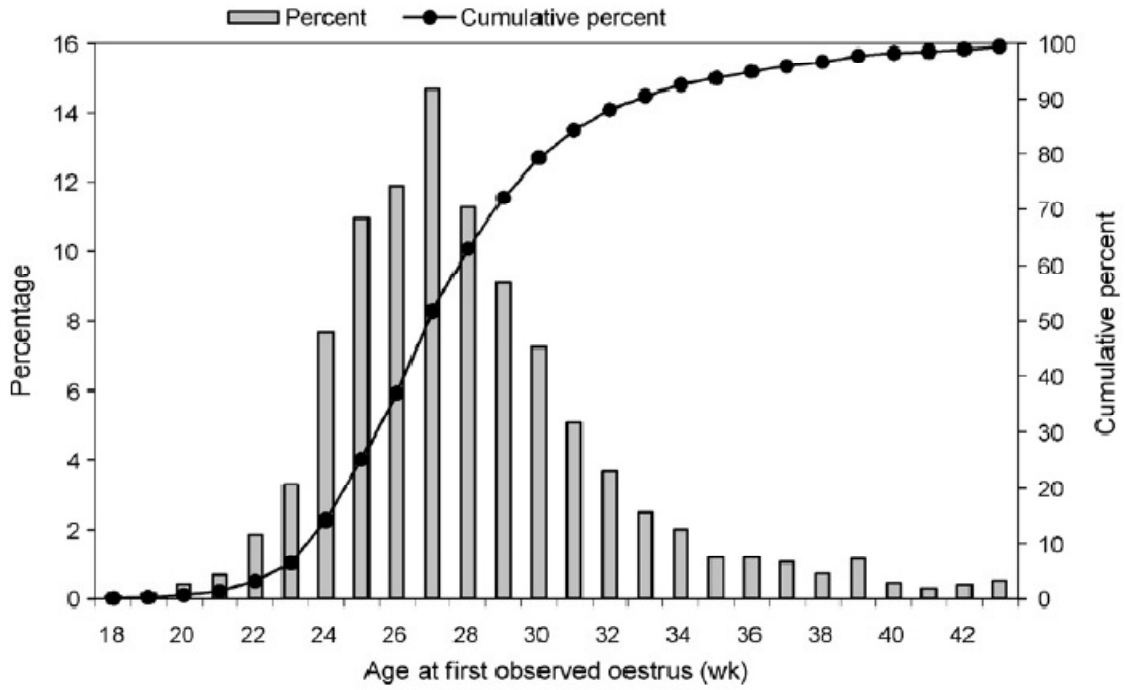
การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์

อายุเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว รองลงมา คือ น้ำหนักตัว แต่อย่างไรก็ดี ทั้งอายุและน้ำหนักตัวขณะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุและน้ำหนักตัวเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว ได้แก่ สารอาหาร สายพันธุ์ ฤดูกาล สภาพแวดล้อม และการได้สัมผัสกับพ่อสุกร (Christenson and Ford, 1979) อัตราการเจริญเติบโตและความหนาของไขมันสันหลังในสุกรสาวมีความสัมพันธ์กับอายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ สุกรสาวที่โตเร็วและมีความหนาไขมันสันหลังมากจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้เร็วกว่าสุกรสาวที่โตช้า และมีความหนาของมันสันหลังน้อยกว่า (Rydhmer et al., 1994)

อายุของสุกรสาวเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ค่อนข้างสูง (h^2 = 0.3) เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะทางระบบสืบพันธุ์อื่นๆ (Rothschild, 1996) สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ (Yorkshire) ในประเทศสวีเดนมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์เท่ากับ 211$\pm$20 วัน และน้ำหนักตัว 117$\pm$14 กิโลกรัม (Eliasson, 1989) ในสุกรพันธุ์ผสม LY (Landrace x Yorkshire) มีอายุโดยเฉลี่ยเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์เท่ากับ 185 วัน และน้ำหนักตัว 98 กิโลกรัม (Andersson et al., 1982) ในประเทศฝรั่งเศสค่าเฉลี่ยของอายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ในสุกรพันธุ์ยอกร์เชียร์ แลนด์เรซ และสุกรพันธุ์ผสม (Landrace x Yorkshire) เท่ากับ 215$\pm$1.4, 198$\pm$3.3 และ 190$\pm$2.1 วัน ในขณะที่น้ำหนักเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เท่ากับ 116$\pm$0.9, 103$\pm$2.2 และ 98$\pm$1.4 กิโลกรัมตามลำดับ (Bidanel et al., 1996) Tummaruk และคณะ (2000) พบว่า สุกรพันธุ์แลนด์เรซในประเทศสวีเดน ได้รับการผสมครั้งแรกเร็วกว่าพันธุ์ยอร์กเชียร์ในประเทศเดียวกันถึง 2 สัปดาห์ ที่ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าสุกรพันธุ์แลนด์เรซจะอายุน้อยกว่าสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ ความแตกต่างระหว่าง 2 พันธุ์นี้พบได้เช่นกันในลักษณะอื่นๆ เช่น อัตราการเจริญเติบโต ความหนาของไขมันสันหลังที่น้ำหนัก 100 กิโลกรัม Tummaruk และคณะ (2000) พบว่าสุกรสาวสายพันธุ์แลนด์เรซที่ถูกคัดเลือกมาเป็นแม่พันธุ์ในฝูงนิวเคลียสในประเทศสวีเดน มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าสุกรสายพันธุ์ยอร์กเชียร์ แต่ในทางตรงกันข้ามสุกรพันธุ์แลนด์เรซกลับมีมันสันหลังที่บางกว่า การค้นพบนี้สอดคล้องกับ Bidanel และคณะ (1996) ซึ่งพบว่าสุกรพันธุ์แลนด์เรซในประเทศฝรั่งเศสมีไขมันสันหลังบางกว่าสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ และแสดงอาการเป็นสัดเร็วกว่าถึง 2 สัปดาห์ ความแตกต่างเหล่านี้นอกจากจะอธิบายได้ด้วยความแตกต่างทางพันธุกรรมแล้ว ยังอาจมีปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น มีการพบว่าสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์ในประเทศสวีเดนมีปัญหาในการผลิตน้ำนม ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยของลูกสุกร นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่า สุกรพันธุ์แลนด์เรซมีน้ำหนักแรกคลอดสูงกว่าสุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์

(Rydhmer, 1992; Tantasuparuk et al., 2000) ในประเทศไทย Tummaruk และคณะ (2009) พบการเป็นสัดครั้งแรกในสุกรสาวเมื่ออายุเฉลี่ย 200±28 วัน โดยมีความถี่ของการพบการเป็นสัดที่อายุต่างๆ กัน (รูปที่ 5)

มีการวิจัยพบว่า ขนาดของครอกที่สุกรสาวเกิด (birth parity) อัตราการเจริญเติบโต และความหนาไขมันสันหลัง มีความสัมพันธ์ (correlation) กับอายุที่ผสมได้ครั้งแรกในสุกรสาวอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าเมื่อขนาดของครอกที่สุกรสาวเกิดมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราการเจริญเติบโต จะลดลง (r=-0.13, $P \leq 0.001$) ความหนาของไขมันสันหลังสูงขึ้น (r=0.03, $P \leq 0.05$) และส่งผลให้อายุเมื่อผสมพันธุ์ครั้งแรกในสุกรสาวเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (r=0.04; $P \leq 0.01$) นอกจากนี้อัตราการเจริญเติบโตตั้งแต่แรกเกิดจนถึงน้ำหนัก 100 กิโลกรัมยังมีความสัมพันธ์กับความหนาของไขมันสันหลัง โดยสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงจะมีความหนาของไขมันสันหลังหนา (r=0.25, $P \leq 0.001$) และถูกผสมได้เร็วขึ้น (r=-0.26, $P \leq 0.001$) สุกรที่มีความหนาของไขมันสันหลังยิ่งหนาจะยิ่งถูกผสมได้เร็วขึ้น (r=-0.07, $P \leq 0.001$) (Tummaruk et al., 2001)



รูปที่ 5 อายุที่พบสุกรสาวแสดงการเป็นสัดครั้งแรกในฟาร์มสุกร 5 แห่ง ในประเทศไทย (ที่มา: Tummaruk et al., 2009b)

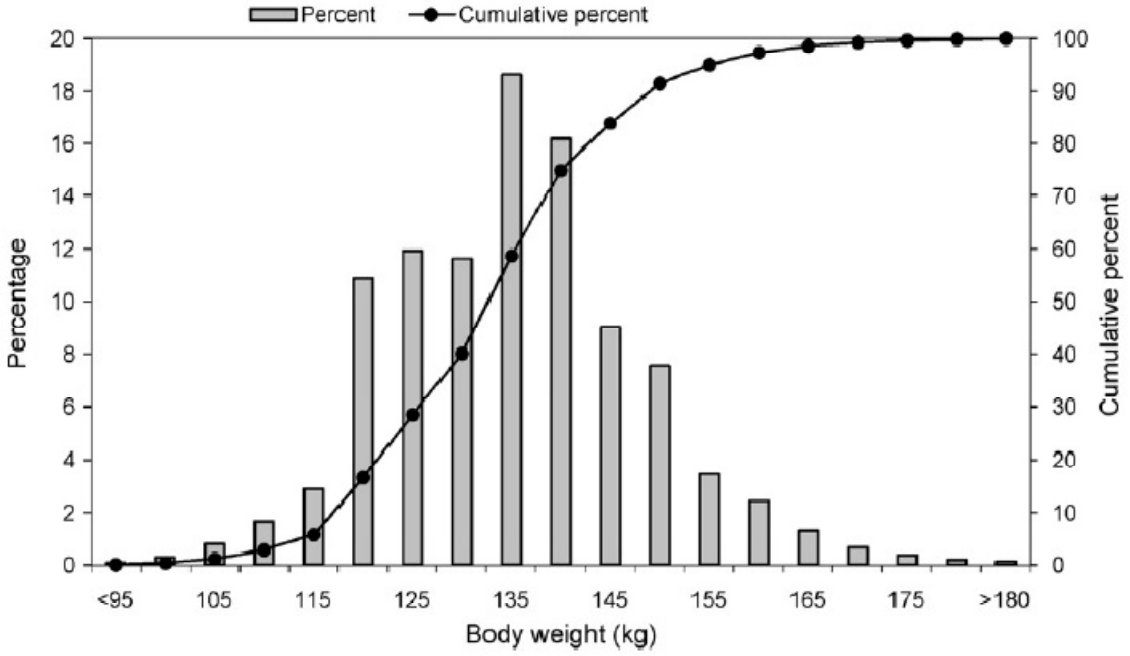
การผสมพันธุ์สุกรสาวทดแทน

ในทางปฏิบัติสุกรสาวมักถูกผสมพันธุ์เมื่อแสดงอาการเป็นสัดครั้งที่สองหรือหลังจากนั้น ซึ่งโดยเฉลี่ยจะมีอายุประมาณ 7 - 9 เดือน อายุเมื่อถูกผสมครั้งแรกหรืออายุที่คลอดลูกครั้งแรกในสุกรสาวจะถูกใช้เป็นตัววัดสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ของสุกรสาวได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากไม่มีการจดบันทึกอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (Linde et al., 1984; Schukken et al., 1994; Le Cozler et al., 1998) อายุเมื่อ

สุกรสาวได้รับการผสมครั้งแรกนอกจากจะบ่งบอกถึงสมรรถภาพของสุกรสาวในการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์และแสดงอาการเป็นสัดพร้อมที่จะผสมแล้ว ยังแสดงถึงการตัดสินใจของผู้ทำการผสมด้วย โดยทั่วไปสุกรสาวจะได้รับการผสมพันธุ์เมื่อพบอาการเป็นสัดแล้วอย่างน้อยเป็นครั้งที่ 2 อายุเมื่อถูกผสมครั้งแรกจึงห่างจากอายุเมื่อแสดงอาการเป็นสัดครั้งแรกประมาณ 3-6 สัปดาห์ อายุเมื่อถูกผสมครั้งแรกหรืออายุเมื่อคลอดครั้งแรกมีอิทธิพลต่อสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์สุกรรวมทั้งมีผลต่อระยะเวลาในการให้ผลผลิต (longevity) ของสุกรด้วย (Le Cozler et al., 1998, Koketsu et al., 1999) Tummaruk และคณะ (2001) พบว่าอายุที่ผสมครั้งแรกในสุกรสาวมีผลต่อขนาดครอกเมื่อคลอดในลำดับการคลอดที่ 1 4 และ 5 กล่าวคือเมื่อผสมสุกรสาวที่อายุมากขึ้นขนาดของครอกในลำดับการคลอดครั้งแรกจะสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรสาวที่ถูกผสมเมื่ออายุน้อยกว่า การค้นพบนี้ให้ผลสอดคล้องกับ Schukken และคณะ (1994) และ Koketsu และคณะ (1999) สิ่งที่เกิดขึ้นนี้สามารถอธิบายได้โดยหลักทางชีววิทยาคือ อัตราการตกไข่จะสูงขึ้นในสุกรสาวที่มีวงรอบของการเป็นสัดมากขึ้น (Andersson and Einarsson, 1980) อย่างไรก็ดี มีการค้นพบอีกว่าสุกรสาวที่ถูกผสมเมื่ออายุมาก ขนาดของครอกจะเล็กเมื่อคลอดในลำดับการคลอดที่ 4 และ 5 เปรียบเทียบกับตัวที่ถูกผสมเมื่ออายุน้อย (Tummaruk et al., 2001) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า นอกเหนือจากลำดับการคลอดจะมีผลต่อขนาดครอกแล้ว ความแตกต่างของอายุในลำดับการคลอดเดียวกันก็มีผลต่อขนาดครอกด้วย กล่าวคือ ภายในลำดับการคลอดเดียวกัน สุกรที่มีอายุมากกว่าจะมีขนาดครอกที่ใหญ่กว่า (เฉพาะลำดับการคลอดที่ 1 หรือ 2) (Culbertson et al., 1997) Schukken และคณะ (1994) พบว่าอายุของสุกรสาวเมื่อผสมติดครั้งแรกมีผลต่อระยะเวลาในการให้ผลผลิตทั้งชีวิต (longevity) และสาเหตุของการคัดทิ้ง สุกรสาวที่ตั้งท้องเมื่ออายุมากจะมีช่วงเวลาในการให้ผลผลิตสั้นกว่าสุกรสาวที่ตั้งท้องเมื่ออายุน้อย นอกจากนี้สาเหตุของการคัดทิ้งเนื่องจากปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ก็สูงขึ้นในสุกรสาวที่ตั้งท้องเมื่ออายุมากด้วย จากการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อายุที่เหมาะสมที่สุดของการตั้งท้องครั้งแรกในสุกรสาวควรจะเป็น 200-220 วัน (Schukken et al., 1994) Koketsu และคณะ (1999) ได้คำนวณว่าเมื่อผสมสุกรสาวที่อายุมากขึ้น จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิตทั้งหมดที่จะได้จากช่วงชีวิตของแม่สุกรตัวหนึ่งๆ จะน้อยลง และแนะนำว่าสุกรสาวควรจะถูกผสมก่อนอายุ 230 วัน

อายุที่สุกรสาวถูกผสมพันธุ์ครั้งแรกยังมีผลต่ออัตราการผสมติดด้วย กล่าวคือสุกรสาวที่ถูกผสมเมื่ออายุมาก อัตราการผสมติดจะสูงขึ้น เป็นการบ่งบอกได้อย่างหนึ่งว่าสุกรสาวที่ถูกผสมตั้งแต่อายุน้อยๆ จะมีโอกาสถูกผสมได้หลายครั้งก่อนที่จะคลอด แต่อย่างไรก็ดี บางครั้งพบว่าสุกรที่ถูกผสมเมื่ออายุมาก จะมีอัตราการเข้าคลอดต่ำกว่าสุกรที่ผสมเมื่ออายุน้อยๆ (Koketsu et al., 1999) การที่จะระบุถึงอายุที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์ครั้งแรกนั้น อาจจะต้องทำการศึกษาลึกลงไปในแต่ละฟาร์มเนื่องจากแต่ละฟาร์มมีการจัดการ และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ที่ควรจะมองคือผลผลิตของแม่สุกรในช่วงชีวิต (lifetime production) รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาหาร การจัดการ และสายพันธุ์ ณ วันนี้สามารถสรุปได้ว่า สุกรสาวที่ถูกผสมเร็วจะมีผลต่อการลดสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ในครอกแรกได้แก่ มีขนาดครอกเล็ก และอัตราการผสมติดต่ำ แต่ว่าในระยะยาวจะเป็นผลดี เพราะแม่สุกรตัวนั้นๆ จะอยู่ได้นานกว่าและให้ผลผลิตที่สูงกว่าในระยะท้ายๆ ของลำดับการคลอด

เช่น ขนาดครอกใหญ่กว่า ระยะเวลาตั้งแต่หย่านมถึงผสมสั้นกว่า อัตราการเข้าคลอดสูงกว่า และมีระยะเวลาใช้งานที่นานกว่า (longevity) (Schukken et al.,1994; Koketsu et al., 1999; Tummaruk et al., 2001)



รูปที่ 6 น้ำหนักสุกรสาวเมื่อส่งขึ้นใช้งานจากฟาร์มสุกร 5 ฟาร์มในประเทศไทย (ที่มา: Tummaruk et al., 2009b)

น้ำหนักสุกรสาวเมื่อส่งขึ้นใช้งาน

โดยทั่วไป มักแนะนำให้ผสมพันธุ์สุกรสาวครั้งแรก เมื่อพบการเป็นสัดครั้งที่สองหรือหลังจากนั้น โดยควรมีน้ำหนักตัวอย่างน้อย 130 กิโลกรัม ในทางปฏิบัติ ปัญหาที่พบได้บ่อยๆ ในการผสมพันธุ์สุกรสาวคือ อายุมากเกินไป น้ำหนักน้อยเกินไป และ/หรือ ไม่มีการบันทึกการเป็นสัด จากการวิจัยในประเทศไทยเมื่อเร็วๆ นี้พบว่า สุกรสาวที่รับเข้าฟาร์มที่น้ำหนัก 81-110 กิโลกรัม แสดงการเป็นสัดได้เร็วกว่าสุกรสาวที่รับเข้าฟาร์มเมื่อน้ำหนักมากกว่า 111 กิโลกรัม เหตุผลเนื่องมาจากสุกรที่มีน้ำหนักตัวมากเมื่อรับเข้าโรงเรือนสุกรสาวทดแทน หรือ Gilt pools มักพบว่า สุกรสาวหลายตัวมีอายุมากแล้ว ด้วยเหตุนี้จึงทำให้สุกรเหล่านี้ได้รับการสัมผัสกับพ่อสุกรช้าเกินไป จึงส่งผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ การวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า ถ้าสุกรสาวเริ่มสัมผัสกับพ่อสุกรเมื่ออายุเพิ่มขึ้น จะทำให้อายุเฉลี่ยเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์สูงตามไปด้วย ซึ่งตรงกับการศึกษาในประเทศไทย (ตารางที่ 2) ในประเทศไทย Tummaruk และคณะ (2009) พบว่าโดยเฉลี่ยสุกรสาวถูกส่งขึ้นผสมพันธุ์เมื่อน้ำหนัก 134±13 กิโลกรัม โดยมีความแปรปรวนตั้งแต่ 91-198 กิโลกรัม (รูปที่ 6)

ในฟาร์มสุกรโดยทั่วไป เมื่อสุกรสาวพันธุ์ผสมแลนด์เรซ-ยอร์กเชียร์ ถูกคัดส่งขึ้นทดแทน โดยเลือกจากน้ำหนักตัวเป็นเกณฑ์ บางครั้งพบว่าสุกรสาวที่คัดได้มีอายุที่แตกต่างกัน ปัญหานี้พบมากและพบบ่อยในฟาร์มที่มีการผลิตสุกรสาวทดแทนตัวเอง ปัญหาด้านการจัดการที่ไม่ถูกต้องนี้ ส่งผลให้อายุที่

สุกรสาวเริ่มสัมผัสกับพ่อสุกรมีความแปรปรวนสูงและมีผลกระทบต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ จากการวิจัยพบว่า น้ำหนักของสุกรสาวเมื่อส่งขึ้นใช้งาน ขึ้นกับอายุและอัตราการเจริญเติบโตของสุกรสาวเป็นสำคัญ การทำให้น้ำหนักของสุกรสาวเพิ่มขึ้นเมื่อส่งขึ้นใช้งานนั้น ปัจจัยที่ควรคำนึงถึง คือ น้ำหนักแรกคลอด การเลี้ยงดูในระหว่างดูดนม และการจัดการด้านการให้อาหารในระยะต่างๆ มีการศึกษาพบว่า น้ำหนักแรกคลอดของสุกรมีผลต่อทั้งอัตราการอยู่รอดและสมรรถภาพในการเจริญเติบโตของสุกรตัวนั้นตลอดชีวิต (Rydhmer, 2000) การถ่ายทอดทางพันธุกรรม (heritability) ของน้ำหนักแรกคลอด โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (Rydhmer et al., 1992) นอกจากนี้การวิจัยยังพบอีกว่า ลูกสุกรที่เกิดจากแม่ท้อง 3 จะมีน้ำหนักแรกคลอดดีที่สุด ในขณะที่ลูกสุกรที่เกิดจากแม่ท้อง 2 จะหนักที่สุด เมื่ออายุ 3 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับลูกสุกรที่เกิดจากแม่ท้องอื่นๆ

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุสุกรสาวเมื่อเริ่มสัมผัสกับพ่อ และอายุที่พบการเป็นสัดในสุกรพันธุ์พสมแลนด์เรซ-ยอร์กเชียร์

อายุที่เริ่มสัมผัสพ่อสุกร (เดือน)	จำนวนสุกร (ตัว)	อายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรก (วัน)
3	103	183
4	871	193
5	1629	207
6	1048	222
7	87	232
8	26	257

ที่มา Tummaruk และคณะ (2009): Animal Reprod Sci 110:108-122.

ในประเทศเดนมาร์ก มีการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สุกรสาวพันธุ์ผสมแลนด์เรซ-ยอร์กเชียร์ ที่ถูกจำกัดอาหารเหลือ 75% ของระดับมาตรฐานเดนมาร์ก ตั้งแต่อายุ 6 สัปดาห์จนถึงอายุ 180 วัน อัตราการเจริญเติบโตของสุกรสาวที่มีการจำกัดอาหารจะต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (552 และ 667 กรัม/วัน ตามลำดับ) ในภาคสนามการชั่งน้ำหนัก เพื่อประเมินน้ำหนักตัวของสุกรสาวทดแทน ควรทำเป็นระยะๆ และทำเป็นรายตัว ตั้งแต่น้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักหย่านม น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดอนุบาล (9 สัปดาห์) และน้ำหนักเมื่อทำการคัดพันธุ์

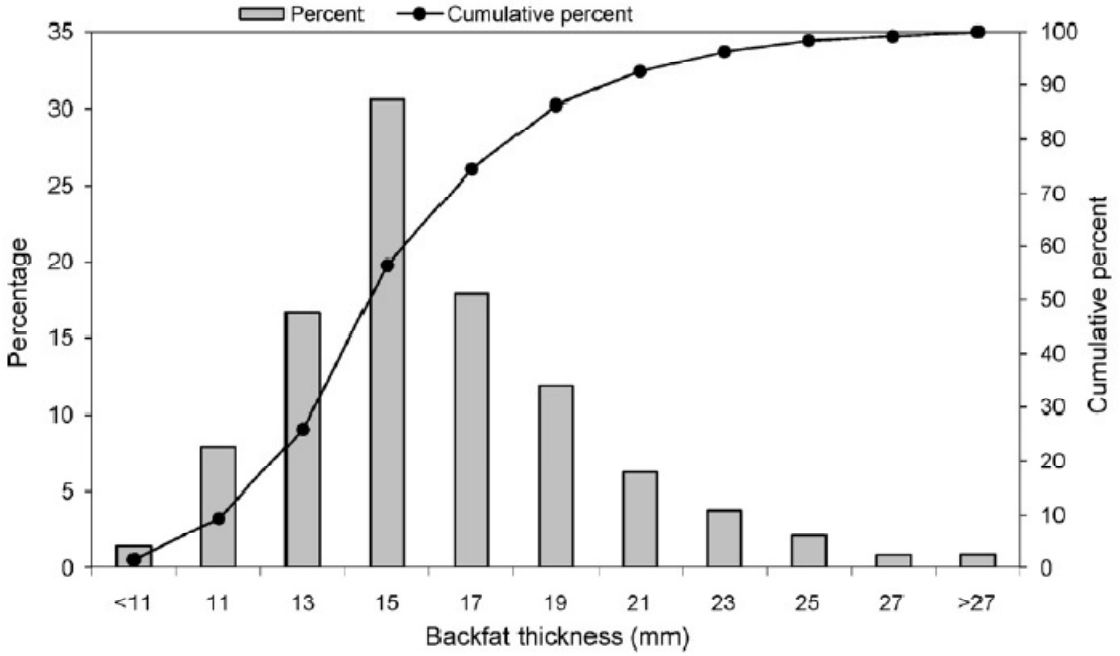
กล่าวโดยสรุป น้ำหนักของสุกรสาวเพื่อรับเข้าฟาร์มมีความสัมพันธ์กับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว สุกรสาวที่จะเป็นแม่พันธุ์ที่ดี ควรมีการประเมินน้ำหนักตัวตั้งแต่น้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักหย่านม น้ำหนักลงจากโรงเรือนอนุบาลและน้ำหนักเมื่อคัดพันธุ์ เพื่อให้ได้สุกรทดแทนที่มีน้ำหนักมาตรฐานเมื่อส่งขึ้นใช้งานและไม่ส่งผลกระทบต่อการเป็นสัด

รูปที่ 7 การชั่งน้ำหนักสุกรสาวเพื่อเตรียมผสมพันธุ์ในฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทย

ความหนาของไขมันสันหลังในสุกรสาว

การวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกรที่มีชีวิต มีประโยชน์ในการช่วยคัดเลือกสัตว์ที่มีประสิทธิภาพในการให้เนื้อแดงสูงมาใช้งาน เนื่องจากลักษณะของปริมาณเนื้อแดงและความหนาไขมันสันหลังมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้สูง อย่างไรก็ดี สุกรเพศเมียที่จะถูกคัดขึ้นมาเป็นแม่พันธุ์จำเป็นต้องมีปริมาณไขมันสันหลังเพียงพอต่อการใช้งานในระหว่างให้ผลผลิต การวัดความหนาไขมันสันหลังจะนิยมวัดในตำแหน่ง P2 คือ บริเวณ 6-8 เซนติเมตร ห่างจากแนวกลางสันหลังตรงตำแหน่งแนวของซี่โครงซี่สุดท้าย อุปกรณ์วัดความหนาไขมันสันหลังสุกรที่นิยมใช้และยอมรับกันโดยทั่วไป มักเป็นแบบอัลตร้าซาวด์ชนิด เอ โหมด ซึ่งผลิตจากหลายๆ แห่ง แต่มีคุณภาพค่อนข้างใกล้เคียงกัน (Magowan and Mc Cann, 2006) การวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกรพ่อ-แม่พันธุ์ เริ่มทำในกลุ่มสุกรพันธุ์แท้ระดับปู่ย่าขึ้นไป โดยนิยมวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกรที่ผ่านการทดสอบพันธุ์ ในช่วงน้ำหนักประมาณ 80-100 กก. โดยในช่วงนี้สุกรสายแม่ (dam line) เช่น แลนด์เรซ และ ยอร์กเชียร์ มีความหนาไขมันสันหลังประมาณ 10-11 มิลลิเมตร (López-Srrano et al., 2000) อย่างไรก็ดี หลังจากที่น้ำหนักตัวเกิน 100 กิโลกรัม สุกรสาวทดแทนจะเริ่มมีการสะสมความหนาไขมันสันหลังเร็วขึ้น พร้อมๆ กับการเริ่มทยอยเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ อย่างไรก็ดีความสัมพันธ์ระหว่างความหนาไขมันสันหลังกับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ยังไม่มีผลการวิจัยที่ชัดเจน มีการวิจัยเพิ่มเติมโดยการตรวจสารโปรตีนที่สร้างจากเซลล์ไขมัน ชื่อเลปติน ร่วมด้วย โดยสุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังสูงพบว่ามีเลปตินสูง แต่การทำหน้าที่ของเลปตินต่อระบบสืบพันธุ์ในสุกรยังคงอยู่ในระหว่างการวิจัย

การศึกษาทางพันธุกรรมของอายุใช้งานสุกรในฟาร์มบ่งชี้ว่า โดยเฉลี่ยสุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าในช่วงน้ำหนัก 100 กิโลกรัม มักจะมีอายุการใช้งานนานกว่าสุกรที่มันบาง โดยพบลักษณะนี้ทั้งในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ (L) ยอร์กเชียร์ (Y) และ ดูรอค (D) (Stalder et al., 2005; Tarrés et al., 2006) ในสุกรลูกผสมสองสาย (LY) ที่ใช้ในฟาร์มระดับพ่อ-แม่พันธุ์ทั่วไป การวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกรทดแทนยังไม่นิยมทำเป็นงานประจำ จะทำเพื่อประเมินประสิทธิภาพสุกรทดแทนบ้างเป็นครั้งคราว ทำให้การศึกษาผลของความหนาไขมันสันหลังต่อสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ในระยะยาว และอายุใช้งานยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้เหมือนกับฝูงปู่ย่า อย่างไรก็ดี จากการศึกษาในประเทศไทยในสุกรสาวพบว่าสุกรสาวพันธุ์ผสม LY มีความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยเมื่อแสดงการเป็นสัดครั้งแรก (อายุประมาณ 26-28 สัปดาห์) 15 มิลลิเมตร (รูปที่ 8) (Tummaruk et al., 2009b) โดยไม่พบว่า ความหนาไขมันสันหลังมีความสัมพันธ์กับการเป็นสัดของสุกรแต่อย่างใด สุกรสาวที่นำเข้าทดแทน และส่งขึ้นใช้งานที่น้ำหนักประมาณ 130 กิโลกรัม จะมีไขมันสันหลังสูงขึ้นประมาณ 3-4 มิลลิเมตร ภายในเวลา 2 เดือน โดยฟาร์มที่ทำการศึกษาพบว่าสุกรถูกส่งขึ้นผสมพันธุ์เมื่อมีความหนาไขมันสันหลังประมาณ 13-18 มิลลิเมตร ซึ่งเป้าหมายของสุกรที่จะได้รับการผสมพันธุ์ได้ ควรมีความหนาไขมันสันหลังประมาณ 16-18 มิลลิเมตร ในบางฟาร์มหรือในสุกรบางตัว ซึ่งยังต้องศึกษาต่อไปว่าจะมีผลกระทบต่อผลผลิตในระยะยาวหรือไม่



รูปที่ 8 ความหนาไขมันสันหลังเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรกในสุกรสาวพันธุ์ผสมแลนด์เรซxยอร์กเชียร์ จากสุกรสาวจำนวน 4,167 ตัว ในฟาร์มสุกร 5 แห่ง ในประเทศไทย (Tummaruk et al., 2009b)

ฮอร์โมนที่ควบคุมการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว

การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว หมายถึง การที่สุกรสาวแสดงการเป็นสัด และมีการตกไข่เป็นครั้งแรก การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์นับเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานอย่างสมบูรณ์ของวงจรทางระบบสืบพันธุ์ในสุกร โดยทั่วไปสุกรสาวมักจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุประมาณ 200-220 วัน การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว เกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมร่วมกับการจัดการด้านต่าง ๆ เช่น อาหาร การสัมผัสพ่อสุกร และฤดูกาล (Evans and O'Donerty, 2000)

สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตสุกรในปัจจุบัน เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมรับประทานเนื้อสุกรที่มีปริมาณเนื้อแดงสูง ทำให้การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์สุกร เน้นการเพิ่มพันธุกรรมของปริมาณเนื้อแดง และลดความหนาไขมันสันหลัง การคัดพันธุ์ในลักษณะนี้เพียงด้านเดียว ส่งผลให้อายุในการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวในปัจจุบันมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ การลดความหนาไขมันสันหลังยังส่งผลให้การสะสมพลังงานภายในตัวสัตว์เพื่อใช้เจริญเติบโตหรืออุ้มท้องและเลี้ยงลูกลดลงด้วย เคยมีความพยายามในการจำกัดปริมาณโปรตีนในอาหารสุกรสาวก่อนวัยเจริญพันธุ์ เพื่อเพิ่มการสะสมไขมันในสัตว์เหล่านี้ให้มากขึ้น ซึ่งได้ผลดีแต่ทำให้อายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ช้าลงและการตกไข่ลดลง ต่อมาได้มีความพยายามในการเสริมโปรตีนให้มากขึ้นในช่วงที่สุกรใกล้เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ เพื่อชดเชยข้อด้อยนี้ ซึ่งให้ผลดี แต่ค่อนข้างมีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ ทำให้การปฏิบัติงานในภาคสนามไม่สอดคล้องกับการทำวิจัย

ในด้านการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ฮอร์โมนลูทิไนซิงค์ (LH) เป็นฮอร์โมนสำคัญที่ทำให้เกิดการเจริญของฟอลลิเคิลบนรังไข่ และทำให้สุกรเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในเวลาต่อมา ในช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ ฮอร์โมน LH มีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการเจริญของรังไข่ อย่างไรก็ดี การวิจัยด้านอาหารและปริมาณฮอร์โมน LH ก่อนวัยเจริญพันธุ์ยังไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจน การจัดการด้านต่างๆ ในสุกรสาวทดแทน เพื่อให้ได้ลักษณะของสุกรตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และในขณะเดียวกันตัวสุกรเองก็สามารถทำให้การทำงานของต่อมใต้สมองและฮอร์โมนยังคงปกติอยู่ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม อย่างไรก็ดีองค์ประกอบที่สำคัญที่ควรนำมาพิจารณาคัดเลือกสุกรทดแทนที่มีคุณภาพ คือ น้ำหนักตัว และความหนาไขมันสันหลัง ซึ่งบ่งชี้ความสมบูรณ์ของสุกรสาวก่อนใช้งานได้ดี (Evans and O'Donerty, 2000)

ในสุกรก่อนวัยเจริญพันธุ์ ฮอร์โมน LH จะค่อยๆ ลดระดับลงตั้งแต่แรกเกิด จนถึงอายุประมาณ 40 วัน หลังจากนั้นจะค่อยๆ สูงขึ้น จนกระทั่งอายุประมาณ 80-120 วัน ในช่วงนี้ฮอร์โมน LH จะมีความเข้มข้นสูงมาก หลังจากนั้นจะลดลงอีกจนถึงอายุ 180 วัน หลังจากลดลงจนถึงขีดต่ำสุด ฮอร์โมน LH จะค่อยๆ สูงขึ้นอีกครั้ง จนกระทั่งตกไข่ครั้งแรก ซึ่งก็คือการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์นั่นเอง การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน LH หมายถึง การสูงขึ้นทั้งปริมาณและความถี่ของการหลั่งฮอร์โมน การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน LH ก่อนตกไข่นั้น สัมพันธ์กับการเจริญของฟอลลิเคิล และปริมาณของฮอร์โมนสูงขึ้นในเวลาอันรวดเร็วก่อนตกไข่ไม่กี่ชั่วโมง ซึ่งเรียกว่า LH surge ลักษณะนี้ทำให้เกิดการตกไข่นอกจากนี้จากการศึกษาลักษณะของฟอลลิเคิลบนรังไข่ ยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของ LH ในครั้งแรกจะสัมพันธ์กับการเจริญของฟอลลิเคิลในช่วงที่สุกรอายุประมาณ 100 วันขึ้นไปด้วย ในสุกรพันธุ์เหมยซาน พบฟอลลิเคิลบนรังไข่ได้เร็ว

กว่าสุกรสองสายพันธุ์มาก โดยพบตั้งแต่สุกรอายุ 30-60 วัน ส่วนฮอร์โมนอีกชนิดที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเจริญของฟอลลิเคิล คือ follicle stimulating hormone (FSH) ในสุกรสาวไม่พบความสัมพันธ์ของ FSH กับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์

ฮอร์โมนเอสโตรเจน เป็นฮอร์โมนที่พบในระดับต่ำมาตลอดตั้งแต่เกิดจนกระทั่งก่อนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ไม่นานและจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อสุกรอายุประมาณ 200 วัน ส่วนฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน เป็นฮอร์โมนที่พบสูงขึ้นหลังจากที่สุกรเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้วเท่านั้น โดยถูกสร้างจากก้อนเหลืองบนรังไข่ (corpus luteum) ที่เกิดขึ้นหลังการตกไข่ครั้งแรก

โดยสรุป การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว จะเกิดขึ้นเมื่อสุกรอายุประมาณ 200-220 วัน โดยมีความแตกต่างกันระหว่างสุกรแต่ละตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยภายใน คือ พันธุกรรม และปัจจัยภายนอก ได้แก่ การจัดการด้านต่างๆ ฮอร์โมนที่สูงขึ้นและเหนี่ยวนำให้สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ คือ LH และฮอร์โมนที่สูงขึ้นหลังจากสุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว คือ ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

ผลของพันธุกรรมต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว

อายุของสุกรเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุดในการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว อย่างไรก็ดี จากการศึกษาในหลายๆ ครั้งพบว่า อายุของสุกรที่สามารถเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้ เริ่มพบตั้งแต่อายุ 170 - 260 วัน สาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบความแปรปรวนของอายุสุกรที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์นั้น เกิดจากกรรมพันธุ์ของสุกรสาวแต่ละตัว และนอกจากนี้ก็ขึ้นกับสิ่งแวดล้อม และสภาพการเลี้ยงดู การใช้อายุเพียงอย่างเดียวเป็นเกณฑ์จึงยังไม่สามารถประเมินการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวได้แม่นยำนัก สุกรสาวที่จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้จะต้องมีน้ำหนักตัวที่ระดับต่ำสุดที่ ประมาณ 75 กิโลกรัม อย่างไรก็ดี น้ำหนักตัวที่สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์มีความแปรปรวนสูง เช่นเดียวกับอายุ มีการวิจัยพบว่า น้ำหนักตัวอย่างเดียวไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ทำให้สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ น้ำหนักตัวเป็นเพียงปัจจัยร่วมอันหนึ่งในการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวเท่านั้น สุกรสาวที่พร้อมจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ จะต้องมีร่างกายที่สมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักตัวที่เหมาะสม มีไขมันสะสมในร่างกายที่เพียงพอ รวมถึงความสมบูรณ์ของโครงสร้างกล้ามเนื้อของร่างกายด้วย

ตารางที่ 3 อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรพันธุ์ต่างๆ (ที่มา: Evans and O'Doherty, 2001)

พันธุ์สุกร	อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (วัน)	ความแปรปรวน[1]
ดูรอค	235	195-263
แฮมเชียร์	207	NA
ลาร์จไวท์	205	173-215
แลนด์เรซ	185	173-198
เหมยซาน	97	81-115

[1] ค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน, NA = ไม่มีข้อมูล

สุกรพันธุ์ต่างๆ จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุแตกต่างกัน โดยทั่วไปพบว่า สุกรพันธุ์ดูรอคมีอายุมากที่สุดเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และสุกรพันธุ์เหมยซานมีอายุน้อยที่สุด (ตารางที่ 3) สุกรสาวพันธุ์ผสมส่วนใหญ่มักจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าพ่อแม่พันธุ์แท้ นอกจากความแปรปรวนระหว่างพันธุ์สุกรแล้วในสุกรพันธุ์เดียวกัน ก็ยังพบว่า อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์มีความแตกต่างกันด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 3) โดยส่วนใหญ่ อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรแต่ละฝูง จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 20 วัน ความแตกต่างในส่วนนี้อธิบายได้จากลักษณะของ จีโนไทป์และการจัดการที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า พันธุ์มีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว และในสุกรแต่ละพันธุ์ การจัดการมีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรค่อนข้างสูง

การเป็นสัดในสุกรสาว

ในช่วงเวลาที่สุกรเข้าสู่การเป็นสัดจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งลักษณะทางภายภาพ และพฤติกรรมของสุกร การเปลี่ยนแปลงของกายภาพที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ การบวมแดงของอวัยวะเพศภายนอกซึ่งสามารถพบได้หลายวันก่อนสุกรจะเข้าสู่การเป็นสัด และจะสังเกตได้ชัดในสุกรสาว นอกจากการบวมแดงแล้วการมีเมือกใสออกจากช่องคลอดก็พบได้ทั่วไปและสังเกตได้ง่าย เต้านมของสุกรสาวจะมีการขยายใหญ่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมที่เห็นได้เป็นอันดับแรกได้แก่ มีอาการกระวนกระวายตกใจง่ายและอาจถูกขี่โดยสุกรตัวอื่นๆ ถ้าเลี้ยงรวมกันเป็นกลุ่ม ในระยะแรก สุกรสาวจะยังไม่ยอมรับการขึ้นทับ ลักษณะของคลิตอริส (Clitoris) จะมีการขยายใหญ่ แสดงอาการกระวนกระวาย 1-2 วัน ก่อนการเป็นสัด โดยเฉพาะเมื่อได้เห็นหรือได้กลิ่นตัวผู้ ช่วงก่อนการเป็นสัดนี้ เรียกว่าระยะ 'Pro-oestrus'

หลังจากนั้นสุกรเพศเมียจะเข้าสู่ช่วงที่ยืนนิ่งยอมรับการผสม ช่วงยืนนิ่งนี้จะใช้เวลาประมาณ 1.8 วัน ในรอบแรก และ 2.1 วัน ในรอบที่ 2 (Eliasson, 1989) ในกรณีที่ใช้สุกรเพศผู้ตรวจการยืนนิ่ง บางครั้งสุกรเพศเมียจะยืนนิ่งแม้ว่าจะใช้เพียงการทดสอบโดยการกดหลังแต่โอกาสผิดพลาดจะมีมากกว่าการใช้พ่อสุกรทดสอบ นอกจากนั้นช่วงเวลาของการยืนนิ่งโดยการใช้การกดหลังอย่างเดียวจะสั้นกว่าด้วย (Langendijk et al., 2000) ดังนั้นการตรวจการเป็นสัดที่ถูกต้องจึงควรทำการทดสอบกดหลังแม่สุกรโดยใช้พ่อสุกรช่วยกระตุ้นด้วย เมื่อสุกรเข้าสู่ระยะเป็นสัด (oestrus) การบวมแดงของอวัยวะเพศจะเริ่มลดลงและมีเมือกใสไหลออกจากอวัยวะเพศเล็กน้อย สุกรจะพยายามปีนตัวอื่นหรือยอมให้ตัวอื่นขึ้นทับโดยยืนนิ่งเฉยๆ บางครั้งอาจส่งเสียงร้องคำรามด้วย เมื่อสุกรมองเห็นตัวผู้จะลุกลี้ลุกลน บางครั้งพบว่าสุกรไม่กินอาหารและเมื่อทำการทดสอบโดยวิธีกดหลังสุกรจะยืนนิ่งโดยเฉพาะถ้ามีพ่อสุกรอยู่ด้วย สุกรพันธุ์ยอร์กเชียร์หูจะตั้งเมื่อทดสอบกดหลังและถ้าสังเกตบริเวณลำตัวจะพบรอยขูดขีดของการสีกับผนังคอก

การแสดงอาการเป็นสัดในสุกรสาวเช่น ความยาวของระยะ pro-oestrus ความยาวของระยะ oestrus ความสามารถในการแสดงอาการยืนนิ่ง และการบวมแดงของอวัยวะเพศ จะแตกต่างกันในระหว่างสายพันธุ์ และลักษณะต่างๆเหล่านี้ สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ประมาณ 16-30% (Rothschild and Bidanel, 1998; Rydhmer et al., 1994) การคัดเลือกสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง

อาจลดระยะเวลาการยืนนิ่ง (genetic correlation = -0.49) และลดความสามารถในการยืนนิ่ง (genetic correlation = -0.61) ส่วนการคัดเลือกสุกรที่มีปริมาณเนื้อแดงสูงอาจจะลดการแสดงอาการบวมแดงของอวัยวะเพศลงได้ (genetic correlation = -0.17) (Rydhmer et al., 1994)

สายพันธุ์ของสุกรสาวมีผลต่อระยะเวลาในการเป็นสัดเช่นกัน จากการศึกษาเบื้องต้นในประเทศเยอรมันพบว่า สุกรสาวพันธุ์เยอรมันแลนด์เรซ มีระยะเวลาในการเป็นสัดนาน 53 ชั่วโมง ในขณะที่พันธุ์แฮมเชียร์จะมีระยะเวลาในการเป็นสัดเพียง 42 ชั่วโมง และพันธุ์ยอร์กเชียร์นาน 48 ชั่วโมง ในทางตรงกันข้ามระยะช่วงก่อนการเป็นสัด (pro-oestrus) กลับพบนานที่สุดในพันธุ์แฮมเชียร์และสั้นที่สุดในพันธุ์แลนด์เรซ (Waberski et al., 2001) Waberaki และคณะ (2001) ยังพบอีกว่าช่วงเวลาตั้งแต่ฮอร์โมน LH ขึ้นสูงสุด (LH peak) จนถึงตกไข่จะสั้นกว่าในพันธุ์แลนด์เรซ (25 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ยอร์กเชียร์ (41 ชั่วโมง) และในสายพันธุ์ยอร์กเชียร์กับแฮมเชียร์ต้องการปริมาณของฮอร์โมน LH ในระดับที่สูงกว่าเพื่อทำให้เกิดการตกไข่ เมื่อเทียบกับพันธุ์แลนด์เรซ ระยะเวลาในการเป็นสัดนี้มีความสำคัญอย่างมากต่อระยะเวลาในการตกไข่ การตกไข่มักจะเกิดขึ้นที่เวลาประมาณสองในสามของเวลาทั้งหมดในการยืนนิ่ง (Mburu et al., 1995) เวลาในการตกไข่และผสมมีอิทธิพลอย่างมาก ทั้งต่ออัตราการผสมติดและขนาดครอกในลำดับครอกถัดมาของแม่สุกร (Kemp and Soede, 1997) การเข้าใจถึงพฤติกรรมในการเป็นสัดของสุกรแต่ละสายพันธุ์ หรือแต่ละกลุ่มอายุ จึงมีความสำคัญต่อการวางแผนการผสมพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพที่สุด

ความสำคัญของพ่อสุกรต่อสุกรสาว

สุกรสาวจำเป็นต้องได้รับกระตุ้นการเป็นสัดด้วยการสัมผัสกับพ่อสุกร เมื่ออายุประมาณ 160 วัน เพื่อให้การแสดงอาการเป็นสัดและเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (puberty) เร็วขึ้น พ่อสุกรที่นำมากระตุ้นควรจะมีอายุประมาณ 10 เดือนเป็นอย่างต่ำ และควรเป็นพ่อสุกรที่มีความกำหนัดสูง การใช้พ่อสุกรควรทำอย่างน้อยวันละครั้ง และอย่างต่ำครั้งละ 5-10 นาที (Hughes et al., 1990) อย่างไรก็ดีการตอบสนองของสุกรสาวต่อพ่อสุกรอาจมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาร่วมด้วยเช่น สายพันธุ์ สภาพอากาศ สภาพของโรงเรือน สารอาหาร และอายุของแม่สุกร (Hughes et al., 1990) จากการศึกษาพบว่า สุกรพันธ์แลนด์เลซจะสามารถเริ่มใช้พ่อสุกรเหนี่ยวนำการเป็นสัดได้เร็วกว่าพันธุ์แท้อื่นๆ และสุกรพันธุ์ผสมจะมีความสามารถในการตอบสนองต่อการเหนี่ยวนำด้วยพ่อสุกรดีกว่าสุกรพันธุ์แท้ (Hughes et al., 1990) ปริมาณของสารอาหารที่สุกรสาวได้รับก็มีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ เช่นกัน ถ้าอาหารไม่เพียงพอการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์จะช้าลง (Aherne and Kirkwood, 1985) Burnett และคณะ (1988) รายงานว่าสุกรสาวจำเป็นจะต้องมีน้ำหนักตัว และปริมาณไขมันสันหลังที่เหมาะสมก่อนที่การตอบสนองต่อพ่อสุกรจะได้ผลดี ลักษณะของโรงเรือน ขนาดของครอก และขนาดของกลุ่มสุกรสาวก็มีผลเช่นเดียวกันต่อการตอบสนองต่อพ่อสุกร (Christenson 1984) การศึกษาถึงขนาดกลุ่มที่เหมาะสมในการเลี้ยงสุกรสาวชี้ให้เห็นว่า ถ้าเลี้ยงสุกรสาวน้อยกว่า 3 ตัวต่อกลุ่มจะทำให้สัดส่วนของสุกรที่เป็นสัดภายใน 9 เดือน ต่ำ (57%) ในขณะที่ขนาดกลุ่ม 9 17 และ 27 ตัว จะทำให้สัดส่วนนี้เพิ่มเป็น 78 80 และ 81% ตามลำดับ การเลี้ยงสุกรสาวจำนวนน้อยตัวต่อกลุ่มจะลดการกระตุ้นซึ่งกันและกัน (stimulatory interaction) ทำให้สุกรสาว

ตอบสนองต่อพ่อสุกรไม่ดี (Christenson, 1984) Ford and Teague (1978) พบว่า เมื่อขนาดของพื้นที่ต่อตัวลดลงจาก 0.93 เป็น 0.70 และ 0.47 ตารางเมตรต่อตัว ตามลำดับ จะมีผลลดประสิทธิภาพในการตอบสนองของสุกรสาวต่อพ่อสุกรเช่นกันแต่ไม่มากนัก การใช้พ่อสุกรกระตุ้นโดยตรง (อยู่ในกรงเดียวกัน) จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการได้สัมผัสนอกกรงเท่านั้น (Karlbom, 1981) สิ่งที่เป็นองค์ประกอบของการกระตุ้นโดยใช้พ่อสุกรได้แก่ การทำให้สุกรสาวได้เดินทุกวัน (daily movement) การได้เห็น การได้ยินเสียง การได้สัมผัส และการได้กลิ่น (Hughes et al., 1990) การขนส่งและการเคลื่อนย้ายสุกรสาวก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการช่วยกระตุ้นการเป็นสัด ถึงแม้ว่าจะมีศักยภาพไม่เท่ากับการได้สัมผัสกับพ่อสุกรก็ตาม (Hughes and Hemsworth, 1994) สิ่งสำคัญที่ควรจะเข้าใจถึงการแสดงอาการเป็นสัดในสุกรสาวก็คือ ฤดูกาลและสภาพอากาศ Tummaruk และคณะ (2000) พบว่าเดือนที่สุกรสาวเกิดมีผลต่ออายุที่ผสมได้ครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญ

การเพิ่มความถี่ในการใช้พ่อสุกรกระตุ้นการเป็นสัดอาจใช้บรรเทาปัญหาในกรณีที่สุกรสาวต้องเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนหรือช่วงที่มีความยาวของแสงมาก (Hughes et al., 1990; Paterson and Pearce, 1990) การกระตุ้นการเป็นสัดโดยใช้ฮอร์โมน เช่น gonadotropins และ oestrogen อาจทำได้ในสุกรสาวแต่ก็มีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ และอาจไม่ได้ผลตามที่ต้องการ เช่น การเป็นสัดและการตกไข่อาจเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน เป็นต้น ดังนั้นการกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวโดยใช้ฮอร์โมนจึงไม่เป็นที่นิยม เมื่อไม่นานมานี้ได้มีประเมินความคุ้มค่าของการใช้ 400 IU equine chorionic gonadotropin (eCG) และ 200 IU human chorionic gonadotropin (hCG) เพื่อลดอายุการผสมครั้งแรกในสุกรสาว แต่ทำให้เกิดผลเสียต่อขนาดครอกไม่คุ้มค่าทางเศษฐกิจ (Holtz et al., 1999)

อายุของสุกรสาวที่ควรเริ่มสัมผัสพ่อสุกร

สุกรสาวที่มีอายุประมาณ 22-24 สัปดาห์ เป็นช่วงที่กำลังเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (puberty) การนำพ่อสุกรที่โตเต็มวัยแล้ว (อายุ >10 เดือน) และมีความกำหนัดสูงมากระตุ้นนับเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเหนี่ยวนำให้สุกรสาวแสดงการเป็นสัด และตกไข่อย่างปกติในเวลาที่เหมาะสม สุกรสาวในประเทศไทยแสดงการเป็นสัดครั้งแรกที่อายุเฉลี่ยประมาณ 200 วัน สุกรสาวที่เคยแสดงการเป็นสัดก่อนได้รับการผสมพันธุ์ อย่างน้อย 1 ครั้ง จะให้ลูกดกกว่าสุกรสาวที่ถูกผสมพันธุ์ตั้งแต่เป็นสัดครั้งแรก นอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานนานกว่าด้วย ปัจจุบันสุกรสายพันธุ์ใหม่ๆ ได้ถูกพัฒนาให้มีการเจริญเติบโตที่เร็วขึ้น สุกรจึงมีน้ำหนักถึง 100 กก. เมื่ออายุน้อยลง อายุที่จะผสมพันธุ์สุกรสาวได้ จึงมีแนวโน้มลดลง ด้วยเหตุนี้การให้สัมผัสกับพ่อสุกรจึงอาจต้องทำเร็วขึ้นเพื่อให้สุกรสาวแสดงการเป็นสัดก่อนใช้งาน มีงานวิจัยจากประเทศออสเตรเลียในการประเมินอายุสุกรสาวที่จะเริ่มสัมผัสพ่อสุกรครั้งแรกต่อพฤติกรรมการเป็นสัดของสุกรสาวตลอดจนขนาดครอกที่ตามมา การวิจัยทำในสุกรสาวพันธุ์ผสมแลนด์เรซ x ยอร์กเชีย จำนวน 192 ตัว ทำการกระตุ้นการเป็นสัดโดยพ่อสุกร โดยนำสุกรสาวไปหาพ่อสุกรทุกวัน วันละ 20 นาที โดยใช้พ่อสุกรที่ผ่าตัดตัดท่อนำน้ำเชื้อมาแล้วอายุมากกว่า 10 เดือน แบ่งอายุที่เริ่มสัมผัสพ่อเป็น 3 กลุ่ม คือ 161 182 และ 203 วัน สุกรสาวทุกตัวถูกผสมหลังจากเป็นสัดครั้งแรก หรือ ครั้งที่ 2 และทำการผ่าตัดตรวจจำนวนตัวอ่อนเมื่ออุ้มท้องได้ 22$\pm$0.4 วัน ผลการศึกษาพบว่าอายุที่สุกรสาวแสดงการ

เป็นสัดครั้งแรกจะช้าลงเมื่อได้รับการสัมผัสกับพ่อสุกรช้า โดยสุกรสาวทั้ง 3 กลุ่ม มีอายุเมื่อเป็นสัดครั้งแรกเฉลี่ย 179.5 191.7 และ 210.3 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ดีระยะตั้งแต่เริ่มสัมผัสพ่อจนพบว่าสุกรสาวเป็นสัดจะสั้นกว่าในกลุ่มที่เริ่มสัมผัสพ่อ เมื่ออายุ 182 วัน (เป็นสัดหลังสัมผัสพ่อ 10.4 วัน) และ 203 วัน (เป็นสัดหลังสัมผัสพ่อ 8.3 วัน) เปรียบเทียบกับสุกรสาวที่เริ่มสัมผัสพ่อเมื่ออายุ 161 วัน (เป็นสัดหลังสัมผัสพ่อ 18.9 วัน) และพบว่าเมื่อเริ่มสัมผัสที่ 182 วัน หรือ 203 วันจะได้สุกรสาวเริ่มเป็นสัดภายใน 10 วัน หลังสัมผัสพ่อมากกว่าสุกรสาวที่เริ่มสัมผัสพ่อเมื่ออายุ 161 วัน ทั้งนี้ทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการตกไข่ และจำนวนลูกสุกรในครรภ์ การศึกษาครั้งนี้แนะนำให้เริ่มนำสุกรสาวมาสัมผัสพ่อสุกรเมื่ออายุ 182 วัน ดังนั้นเกษตรกรควรพิจารณาและหาแนวทางในการนำไปใช้งานในภาคสนาม ถ้าต้องการให้สุกรสาวเป็นสัดเร็วก็ให้เริ่มต้นสัมผัสพ่อสุกรเร็วขึ้น แต่ถ้ามีแรงงานจำกัดอาจเริ่มช้าหน่อย แต่ไม่ควรเกินกว่า 182 วัน (van Wettre et al., 2005)

การผ่าตัดทำหมันพ่อสุกรแบบตัดต่ออิพิดิไดมิสเพื่อทำพ่อสุกรตรวจสัด

การกระตุ้นให้สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธ์ได้ในเวลาที่เหมาะสม จะช่วยลดวันสูญเสียที่เกิดจากการขยายขนาดของฝูงสุกรสาวลง และต้องเลี้ยงลูกสุกรอายุมากไว้ในฟาร์ม เนื่องจากไม่แสดงอาการเป็นสัด (Koketsu, 2005; Tummanrk et al., 2009) นอกจากนี้ยังช่วยให้อัตราการตกไข่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสุกรสาวที่ส่งขึ้นใช้งานเคยผ่านการเป็นสัดมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง ก่อนการผสมพันธุ์ (Andersson and Einarsson, 1980) การจัดการกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาว บ่อยครั้งพบว่ายังทำได้ไม่ดีพอ เนื่องจากไม่มีการใช้พ่อสุกรกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวอย่างมีประสิทธิภาพ ฟาร์มสุกรบางฟาร์มไม่กล้านำมาพ่อสุกรมากระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาว โดยตรง (direct contact) เนื่องจากกลัวว่าสุกรสาวจะถูกพ่อสุกรผสมพันธุ์โดยที่ไม่ต้องการ หรือกลัวว่าพ่อสุกรจะทำอันตรายกับกลุ่มของสุกรสาวในกรณีที่การเฝ้าระวังทำได้ไม่ดีพอ

โดยทั่วไปมีการแนะนำให้ทำการทำหมันพ่อสุกรโดยการตัดต่อท่อน้ำเชื้อ vasectomized boar หรือ V-boar (วี-บอร์) (Althouse and Evans, 1997a) (รูปที่ 9a) การใช้ วี-บอร์ ประสบความสำเร็จในการกระตุ้นการเป็นสัด ในสุกรสาวในหลายการศึกษา อย่างไรก็ดีวิธีการในการเตรียมพ่อสุกร แบบ วี-บอร์ ค่อนข้างมีความยุ่งยากในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงและความไม่สะดวกในการวางยาสลบเพื่อการผ่าตัด ในสุกรท่อเก็บน้ำเชื้อที่เรียกว่า “อิพิดิไดมิส” จะอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเปิดผ่าและตัดออกได้ เนื่องจากอยู่ภายนอกลำตัวและแยกจากอัณฑะค่อนข้างชัดเจน (รูปที่ 9b) มีการศึกษาการทำหมันพ่อสุกรโดยการผ่าและตัดท่ออิพิพิไดมิสออกในพ่อสุกร ในหลายช่วงอายุ ประสบความสำเร็จ ในหลายการศึกษา (Althouse and Evans, 1997b; Arkins et al., 1989) แต่ในการศึกษาของ Arkins และคณะ (1989) แนะนำให้ทำหมันโดยการตัดท่อเก็บน้ำเชื้ออิพิดิไดมิสในลูกสุกร อายุ 5-10 วัน และรายงานผลสำเร็จไว้ค่อนข้างดี

Arkins และคณะ (1989) ทำการผ่าตัดทำหมันพ่อสุกรโดยใช้พ่อสุกรพันธุ์ผสมแฮมเชียร์และแลนด์เรซ จาก 5 ครอก อายุ 5-10 วัน สุ่มแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (ไม่ตอน) และกลุ่มทดลองทำการตอนโดยการตัดท่อเก็บหน้าเชื้ออิพิดิไดมิส หลังจากนั้นทำการหย่านมลูกสุกรเมื่ออายุ 28 วัน และ

เลี้ยงจนกระทั่งอายุ 200 วัน หลังจากนั้นทำการจับคู่กับพี่น้องท้องเดียวกันที่ไม่ได้ตอน และไม่ได้สัมผัสกับเพศเมีย หลังจากนั้นก็มีการฝึกให้รีดน้ำเชื้อและทำการสังเกตพฤติกรรมการเป็นสัดเปรียบเทียบกัน พ่อสุกรทุกตัวจะถูกฆ่าเมื่ออายุ 273 วัน และทำการตัดอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ออกมาตรวจ

ขั้นตอนการผ่าตัดท่อเก็บน้ำเชื้อ อิพิดิไดมิส ประกอบด้วย การเปิดผ่าแผลยาว 1 ซม. ด้านบนของถุงหุ้มอัณฑะ (รูปที่ 9b) โดยทำการเปิดผ่าทั้งสองด้านของอัณฑะ แผลที่กรีดผ่าลึกผ่านชั้นหนังหุ้มอัณฑะจนถึงชั้นเยื่อหุ้มอัณฑะด้านใน (testicular tunica) หลังจากนั้นใช้นิ้วดันเยื่อหุ้มอัณฑะให้ตึงแล้วกรีดผ่าเพื่อให้เห็นอัณฑะ ท่อเก็บน้ำเชื้ออิพิดิไดมิส จะพบอยู่ด้านบนสุดของอัณฑะ ทำการตัดท่อนี้ออกโดยทำอย่างช้าๆ และนุ่มนวล หลังจากนั้นดันอัณฑะเข้าไปในถุงหุ้มอัณฑะตามเดิม ทำเช่นเดียวกันกับอัณฑะอีกข้างหนึ่ง หลังการเสร็จทั้งสองข้างไม่ต้องเย็บปิดแผล ให้ใส่ยาปฏิชีวนะแบบพ่นบนบาดแผล

ในการทดลองโดย Arkins และคณะ (1989) พบว่าเมื่อทำการนำพ่อสุกรที่ผ่าตัดทำหมันเมื่ออายุ 5-10 วัน มาฝึกรีดน้ำเชื้อที่อายุ 220-225 วัน โดยกำหนดว่า ถ้าให้ขึ้นดัมมี่ 5 ครั้ง แล้วรีดได้ ถือว่าสำเร็จ (ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์) หลังจากรีดได้ครั้งแรก ก็ทำการรีดซ้ำอีกภายใน 7 วัน หลังจากนั้นทำการตรวจนับจำนวนอสุจิโดยใช้อุปกรณ์มาตรฐาน (Haemocytometer) และตรวจปริมาตรของน้ำเชื้อที่รีดได้ (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ยังทำการตรวจความคึก (libido) และ ตรวจอวัยวะสืบพันธุ์ของพ่อสุกรทั้งหมดเมื่ออายุ 273 วัน เปรียบเทียบกับพ่อสุกรปกติ

ผลการทดลองพบว่าสุกรที่ผ่าตัดทำหมันมีบาดแผลหายดีเป็นปกติทุกตัว และไม่มีปัญหาแทรกซ้อน พ่อสุกรที่ถูกผ่าตัดมีลักษณะของอัณฑะที่ผิดปกติ เล็กน้อยเนื่องจากถูกตัดท่อ เก็บน้ำเชื้อออกไป พ่อสุกรทั้งที่ตอนและไม่ตอนมีความคึกที่ใกล้เคียงกัน โดยดูจากระยะเวลาที่ขึ้นขี่ดัมมี่และระยะเวลาที่ใช้ในการหลั่งน้ำเชื้อ พ่อสุกรที่ทำหมันแล้วตรวจไม่พบน้ำเชื้อเลย ในทุกๆ ครั้งของการรีดน้ำเชื้อ และปริมาตรของน้ำเชื้อนี้รีดได้ก็ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของของน้ำเชื้อและปริมาณของน้ำเชื้อในพ่อสุกรปกติและพ่อสุกรที่ถูกตอนโดยการตัดท่ออิพิดิไดมิส

พารามิเตอร์	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
จำนวนอสุจิ (ล้านตัว/มล.)	334.4±61.9	0
ปริมาตรน้ำเชื้อ (มล.)	163.1±15.5	145.9±23.8

(ที่มา: Arkins et al., 1989: J. Anim. Sci. 67: 15-19)

นอกจากนี้หลังจากสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการฆ่าพ่อสุกรทุกตัวและนำอวัยวะสืบพันธุ์มาเปรียบเทียบกับสุกรปกติที่ไม่ได้ตอน ผลการตรวจพบว่า ต่อมบัลโบยูรีทรัล ต่อมลูกหมาก ต่อมเซมินอลเวสซิเคิล และองคชาต (penis) ของพ่อสุกร มีขนาดและน้ำหนักที่ไม่ต่างกัน ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการตอน อย่างไรก็ดี ในพ่อสุกร 1 ตัว พบว่าอัณฑะข้างซ้ายมีการฝ่อลีบลงในกลุ่มที่ทำการตอน แต่ในตัวอื่นๆ ไม่พบการเปลี่ยนแปลง

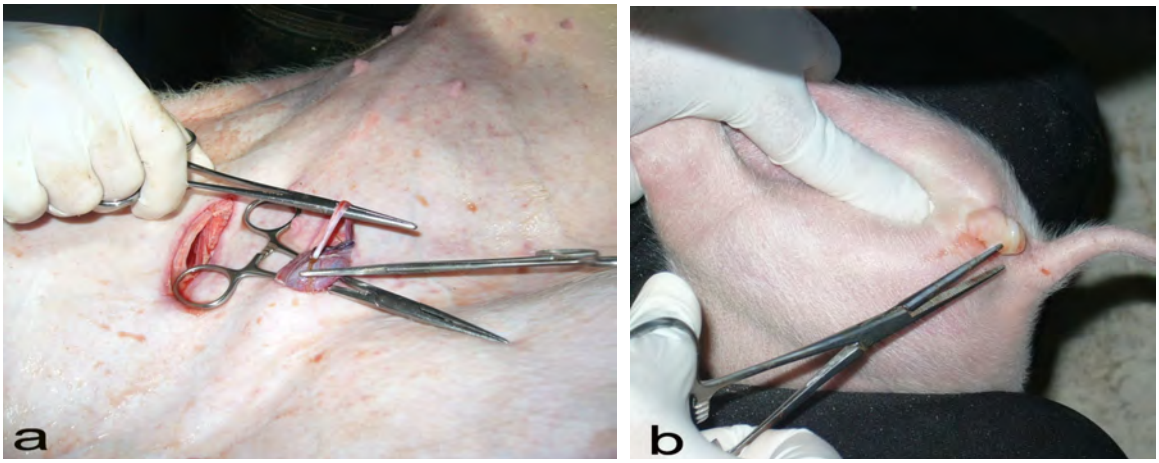
นอกจากนี้ ผลการตรวจลักษณะท่อเก็บอสุจิส่วนต้นและส่วนกลาง (caput and corpus epididymis) ของพ่อสุกรที่ทำการผ่าตัดท่ออิพิดิไดมิสส่วนท้ายออก พบว่ามีการขยายใหญ่เนื่องจากมีการสะสมของอสุจิ พ่อสุกร 3 ตัว ตรวจพบการแข็งตัวเป็นเปาะของท่อเก็บน้ำเชื้อ และในอีก 1 ตัว พบการแข็งเป็นไต (granuloma) ไปจนถึงบริเวณผิวของอัณฑะด้วย

การผ่าด้วยวิธีตัดท่อเก็บอสุจินี้ได้ผลดี และเป็นแนวทางการผลิตพ่อสุกรตรวจสัดได้อีกวิธีหนึ่ง การใช้พ่อสุกร ตรวจสัดกระตุ้นสุกรสาวอย่างเพียงพอช่วยให้สุกรสาวเป็นสัดเร็วขึ้น และเป็นสัดพร้อมกันมากขึ้น (Kirkwood et al., 1981) การใช้พ่อสุกรกระตุ้นสุกรสาวอย่างมีประสิทธิภาพนี้ยังมีผลต่อเนื่องไปจนถึงพฤติกรรมในการผสมพันธุ์ของสุกรสาว และอัตราการผสมติดด้วย (Kirkwood and Hughes, 1980) การวิจัยที่ผ่านมาพบว่าไม่เพียงแต่กลิ่นของพ่อสุกรเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อการกระตุ้นเพศเมีย แต่การกระตุ้นที่ดีต้องทำร่วมกับการให้ตัวเมียได้ สัมผัสกับความรู้สึกอื่น ๆ ร่วมด้วย (direct contact) จึงจะเป็นการกระตุ้นที่สมบูรณ์แบบ

วิธีการทำลายแหล่งเก็บอสุจินี้เคยมีรายงาน การใช้งานในการควบคุมประชากรสุนัข (Pineda and Helper, 1981) และ การทำหมันในพ่อโค มาแล้ว แต่ในพ่อสุกรยังไม่เคยมีรายงานก่อนปี ค.ศ. 1989 (Arkins et al.,1989) ด้วยลักษณะทางกายวิภาคของอัณฑะและท่อเก็บอสุจิของพ่อสุกรที่วางอยู่ด้านบนสุดของอัณฑะ ทำให้การผ่าตัด เพื่อหาท่อเก็บน้ำเชื้อนี้ทำได้ไม่ยาก จากการทดลองผ่าตัดพบการฝ่อลีบของอัณฑะข้างซ้ายในพ่อสุกรเพียง 1 ตัว นอกจากนี้ไม่พบความผิดปกติใดๆ บ่งชี้ว่าวิธีการนี้ทำได้ง่ายและปลอดภัย และจากการตรวจอสุจิในน้ำเชื้อที่รีดได้ทั้งหมด ตรวจไม่พบอสุจิเลย แม้จะนำน้ำเชื้อไปปั่นแยกตะกอนออกมาตรวจอีกครั้งก็ตาม แสดงว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการทำหมันถาวรในพ่อสุกรอีกวิธีหนึ่ง

ในการตรวจสอบความคึก พบว่าพ่อที่ตัดท่อเก็บอสุจิออก ยังคงมีความคึก ไม่ต่างจากพ่อสุกรปกติ ดังนั้นการนำพ่อสุกรเหล่านี้ไปใช้กระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวจึงน่าจะมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการใช้พ่อสุกรปกติที่ไม่ตอน

จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าการทำหมันแบบการตัดท่อเก็บน้ำเชื้ออิพิดิไดมิส นับว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง ที่มีข้อดีกว่าการทำหมันแบบ Vasectomy หลายประการ เช่น ไม่ต้องวางยาสลบ ทำได้ง่ายไม่ต่างจากการตอนลูกสุกรปกติ และทำได้รวดเร็วกว่า วิธีนี้จึงเป็นทางเลือกที่ดีในการเตรียมพ่อสุกรเพื่อตรวจสัดในสุกรสาวที่ดีอีกวิธีหนึ่ง



รูปที่ 9 ตำแหน่งที่ทำการเปิดผ่าเพื่อทำหมันพ่อสุกร แบบ Vasectomy (V-boar) (a) และ Epididymectomy (b)

อายุการใช้งานของแม่สุกร (Sow longevity)

ในฟาร์มสุกรโดยทั่วไป ประมาณ 35-50% ของแม่สุกรจะถูกคัดทิ้งและทดแทนด้วยสุกรสาว (Engblom et al., 2007) การคัดทิ้งสุกรอายุน้อยนับว่ามีความสำคัญต่อทั้งทางด้านจริยธรรม และเศษฐศาสตร์ เคยมีการวิจัยพบว่า ประมาณ 15-20% ของแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้ง เคยให้ลูกเพียงครอกเดียว และมากกว่าครึ่งถูกคัดทิ้งก่อนท้องที่ 5 (Lucia et al., 2000; Engblom et al., 2007) การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร ตลอดจนประสิทธิภาพการผลิตของแม่สุกรแต่ละตัวตลอดช่วงการใช้งานจึงเป็นสิ่งที่นักวิจัยทางด้านปศุสัตว์ให้ความสำคัญ

ประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของสุกรแม่พันธุ์ตลอดช่วงอายุการใช้งาน ส่วนใหญ่จะประเมินในรูปแบบของจำนวนลูกสุกรที่แม่สุกรผลิตได้ตลอดช่วงอายุนั้น หรือจำนวนลูกสุกรที่ผลิตได้ต่อครอก (parity) นอกจากนี้บางการศึกษาจะประเมินลำดับครอกแม่พันธุ์ที่คัดทิ้ง (parity number at removal) ประกอบกับผลผลิตด้วย อย่างไรก็ดีการประเมินเพียงลำดับครอกที่คัดทิ้งยังไม่เพียงพอเนื่องจากวันสูญเสีย และปัญหาการผสมไม่ติดยังไม่มีการนำมารวมกัน ดังนั้นลำดับครอกที่คัดทิ้งจึงยังใช้เป็นตัวชี้วัดอายุการใช้งานแม่สุกรที่ยังไม่ค่อยสมบูรณ์แบบนัก ในวิจัยบางครั้งมีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการให้ผลผลิต โดยคิดจำนวนลูกสุกรที่ผลิตได้ต่อจำนวนวันที่แม่สุกรให้ผลผลิต โดยแม่สุกรที่มีระสิทธิภาพสูงควรจะมีจำนวนวันสูญเสีย (non-productive day) ต่ำ มีอัตราการเข้าคลอดสูง และมีระยะหย่านมถึงผสมต่ำ (Sasaki and Koketsu, 2008)

การเพิ่มอายุการใช้งานของแม่สุกรจะช่วยเพิ่มโอกาสในการให้ผลผลิตลูกสุกรของแม่สุกร โดยเฉพาะในช่วงท้องกลางๆ ซึ่งลูกดกที่สุด ช่วยลดต้นทุนในการผลิตสุกรสาวทดแทน และเป็นการแสดงถึงสวัสดิภาพในการเลี้ยงดูสัตว์ที่ดีด้วย (animal welfare) ประสิทธิภาพในการผลิตของแม่สุกรควรแสดงให้เห็นทั้งการมีอายุการใช้งานนานและมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงระหว่างใช้งานด้วย (Engblom et al., 2008; Sasaki and Koketsu, 2008)

อายุของสุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์ครั้งแรกนับว่ามีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการผลิตของสุกรสูงมาก เนื่องจากมีการศึกษาพบว่า การผสมพันธุ์สุกรสาวที่มีอายุน้อย จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิต และอายุการใช้งานสูงตามไปด้วย (Schukken et al., 1994; Le Cozler et al., 1998; Koketsu et al., 1999) ในสหรัฐอเมริกาเคยมีรายงานว่า 52% ของแม่สุกรท้อง 2 ให้ผลผลิตลูกสุกรมีชีวิตต่อครอกต่ำกว่าสุกรท้อง 1 (Morrow et al., 1992) ปัญหานี้อาจมีส่วนร่วมกับประสิทธิภาพการผลิตตลอดอายุการใช้งาน และอายุการใช้งานเฉลี่ยของแม่สุกรด้วยเช่นเดียวกัน การศึกษาวิจัยเพื่อหาสัดส่วนของสุกรที่มีประสิทธิภาพสูงในฟาร์ม และปัจจัยที่เกื้อหนุนให้มีสุกรเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นนับว่ามีความสำคัญมาก

เมื่อไม่นานมานี้มีการรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตตลอดช่วงอายุใช้งานในประเทศญี่ปุ่น จากฟาร์มสุกรจำนวน 92 ฟาร์ม ติดตามผลผลิตของแม่สุกรจำนวน 13,786 แม่ ที่เกิดในปี ค.ศ. 1999 เป็นระยะเวลานาน 4 ปี (ค.ศ. 2000-2003) ประสิทธิภาพการผลิตของสุกรคิดจากจำนวนลูกสุกรที่แม่สุกรผลิตได้ทั้งหมด หารด้วยอายุการใช้งานของแม่สุกรเป็นวัน และคูณด้วย 365 จากผลการวิจัย แม่สุกรถูกจัดออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีอายุการใช้งานเกิน 6 ท้อง และมีจำนวนลูกสุกรที่ผลิตได้อยู่ในช่วง 25% แรกของกลุ่มที่ศึกษา กลุ่มที่ 2 เป็นสุกรที่มีอายุการใช้งานเกิน 6 ท้อง แต่จำนวนลูกสุกรที่ผลิตได้ไม่ถึง 25% แรก และกลุ่มที่ 3 คือสุกรที่อายุการใช้งานไม่ถึง 6 ท้อง ผลการจัดกลุ่มพบว่ามีสุกรในกลุ่มแรก 21.8% กลุ่มที่ 2 24.5% และกลุ่มที่ 3 53.7% (Sasaki and Koketsu, 2008)

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบอีกว่า แม่สุกรที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 จะให้ผลผลิตดีที่สุดตั้งแต่ท้องแรกจนถึงท้องสุดท้าย โดยพบว่าจำนวนลูกสุกรมีชีวิตแรกคลอดสูงที่สุด อัตราเข้าคลอดสูงที่สุด และมีจำนวนวันสูญเสียสั้นที่สุด สุกรสาวที่ผสมพันธุ์ครั้งแรกเมื่ออายุระระหว่าง 186-227 วัน มีโอกาสที่จะถูกจัดเป็นสุกรในกลุ่มที่ 1 สูงกว่าสุกรสาวที่ผสมพันธุ์ครั้งแรกเมื่ออายุระหว่าง 249-269 วัน ประมาณ 1 เท่าตัว นอกจากนี้ยังพบว่า ในจำนวน 92 ฟาร์มที่ศึกษา แต่ละฟาร์มจะมีสุกรกลุ่มที่ 1 แปรปรวนตั้งแต่ 0 ถึง 57.6% บ่งชี้ว่าบางฟาร์มไม่มีสุกรเหล่านี้เลย ในขณะที่บางฟาร์มมีสุกรที่มีประสิทธิภาพสูงถึงมากกว่าครึ่งฝูง โดยผลการศึกษาพบว่าฟาร์มที่มีสัดส่วนของแม่สุกรกลุ่มที่ 1 สูง และมีสัดส่วนของแม่กลุ่มที่ 3 ต่ำจะมีผลผลิตลูกสุกรหย่านมต่อแม่ต่อปีสูงด้วย (Sasaki and Koketsu, 2008) ในฟาร์มที่ทำการวิจัยครั้งนี้พบว่า ประมาณ 20% ของสุกรในฟาร์มมีศักยภาพสูง และอายุยืน สุกรเหล่านี้มีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มอื่นๆ ทุกท้อง โดยพบว่ามีลูกสุกรมีชีวิตแรกคลอดเกิน 11 ตัว/ครอก ทุกท้อง และผสมติดเกิน 90% ทุกท้อง สุกรกลุ่มนี้น่าจะเป็นสุกรที่ตกไข่ดี ผสมติดดี ลูกตายในท้องน้อย และมีศักยภาพในการคลอดดี (Tummaruk et al., 2001) และที่น่าสนใจ คือ สัดส่วนของสุกรที่มีประสิทธิภาพสูงเหล่านี้มีความแปรปรวนสูงระหว่างฟาร์มสุกร ตัวอย่างของความแปรปรวนอย่างหนึ่ง คือ อายุที่ผสมพันธุ์ครั้งแรกในสุกรสาว Sasaki และ Koketsu (2008) แนะนำว่า สุกรสาวควรได้รับการผสมพันธุ์ระหว่างอายุ 186-227 วัน ก่อนหน้านี้ก็เคยมีการวิจัยพบแล้วว่า ถ้าผสมพันธุ์สุกรสาวช้า โอกาสที่จะคัดทิ้งเนื่องจากระบบสืบพันธุ์ก็สูงด้วย (Schukken et al., 1994) การผสมพันธุ์ตั้งแต่อายุยังน้อยควรให้ความสำคัญต่อการกระตุ้นการเป็นสัดโดยใช้พ่อสุกรอย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้ สุกรสาวควรเป็นสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 600 กรัม/วัน ตั้งแต่แรกเกิดถึงใช้งาน เพื่อจะได้มีน้ำหนักที่เพียงพอในการผสมพันธุ์ครั้งแรก โดยสุกรควรมีน้ำหนักมากกว่า 135 กิโลกรัม เป็นอย่างน้อยจึงจะเพียงพอ

(Tummaruk et al., 2009) ในการศึกษาครั้งนี้น่าสนใจอีกอย่าง คือ สัดส่วนของสุกรที่มีประสิทธิภาพต่ำและอายุการใช้งานสั้นมีมากถึง 50% ในหลายฟาร์ม สุกรเหล่านี้ถูกคัดทิ้งจากสาเหตุทางระบบสืบพันธุ์สูงถึง 39.3% นอกจากนี้ยังมีการพบอีกว่าประมาณ 50% ของสุกรให้ผลผลิตในท้องที่ 2 ต่ำกว่าท้องที่ 1 ซึ่งน่าสนใจ แต่การเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ไม่พบว่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตและอายุการใช้งานแต่อย่างใด ผลการวิจัยของ Sasaki and Koketsu (2008) แนะนำว่าถ้าเกษตรกรต้องการจะเพิ่มสัดส่วนของสุกรที่มีประสิทธิภาพสูงในฟาร์ม สัดส่วนของสุกรสาวที่สามารถผสมพันธุ์ได้ตั้งแต่อายุ 186-227 วัน ควรมีเพิ่มมากขึ้น ตัวชี้วัดประสิทธิภาพอย่างหนึ่งที่ใช้ในการศึกษา คือ จำนวนลูกสุกรมีชีวิตแรกคลอดต่อแม่ต่อปี โดยคำนวณจากจำนวนลูกสุกรมีชีวิตที่แม่สุกรแต่ละตัวทำได้ พบว่าโดยเฉลี่ย แม่สุกรใน 92 ฟาร์มที่ศึกษาในญี่ปุ่นมีความสามารถในการผลิตได้ 16.5 ตัว/แม่/ปี โดยกลุ่มแม่สุกรที่มีประสิทธิภาพสูงผลิตได้ 24.5 ตัว/แม่/ปี ในขณะที่กลุ่มที่มีประสิทธิภาพต่ำผลิตได้เพียง 12.6-17.7 ตัว/แม่/ปี นอกจากนี้กลุ่มแม่สุกรที่มีประสิทธิภาพสูง มีวันสูญเสีย (non-productive day) เฉลี่ยเพียง 9.2 วันต่อ 1 รอบการผลิต ในขณะที่กลุ่มสุกรที่มีประสิทธิภาพต่ำมีวันสูญเสียเฉลี่ยสูงถึง 14.0-28.9 วัน/รอบการผลิต (Sasaki and Koketsu, 2008) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลของอายุที่ผสมพันธุ์ครั้งแรกต่อสัดส่วนของสุกรที่ให้ผลผลิตสูงและอายุการใช้งานเกิน 6 ท้อง

อายุที่ผสมพันธุ์ครั้งแรก (วัน)	สัดส่วนของสุกรที่มีสมรรถภาพสูงและอายุใช้งานนาน (%)
$\leq$ 185	35.0
186-206	25.9
207-227	30.3
228-248	21.9
249-269	15.0
270-290	13.6
291-311	14.6
$\geq$ 312	13.4

ที่มา: ดัดแปลงจาก Sasaki and Koketsu (2008)

การตายของแม่สุกรในฟาร์มขนาดใหญ่

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการวิจัยพบว่าอัตราการตายของแม่สุกรในฟาร์มสุกรขนาดกลางถึงขนาดใหญ่มีแนวโน้มสูงขึ้น การตายของแม่พันธุ์ส่งผลกระทบต่อความสูญเสียทางเศรษฐกิจค่อนข้างสูง ทั้งในด้านทางการทดแทนสุกรนางด้วยสุกรสาว และการสูญเสียโอกาสของแม่สุกรในการให้ผลผลิตที่ต่อเนื่อง เคยมีการประมาณการสูญเสียทางเศรษฐกิจไว้ประมาณ 400-500 ดอลล่าห์สหรัฐต่อการตายของแม่สุกร 1 ตัว (Koketsu, 2000)

การตายของแม่สุกรนอกจากจะมีการคำนึงถึงความสูญเสียทางเศรษฐกิจแล้ว ในด้านของมนุษยธรรมก็มีการเน้นหนักด้วยเช่นเดียวกัน กลุ่มอาการที่ทำให้แม่สุกรตาย ประกอบด้วย ปัญหากระเพาะเป็นแผล การบิดของอวัยวะภายใน การอักเสบของไตและกระเพาะปัสสาวะ ไตวายเฉียบพลัน ปัญหาเกี่ยวกับขา และหัวใจล้มเหลว (Koketsu, 2000) เคยมีการศึกษาในยุโรปพบว่าฟาร์มสุกรที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 แม่ มีอัตราการตายของแม่สุกรสูงกว่าฟาร์มขนาดเล็ก ในอเมริกาการตายของแม่สุกรพบมากในแม่สุกรอายุน้อย และพบอัตราการตายสูงขึ้นในช่วงเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และตุลาคม

มีการวิจัยรวบรวมข้อมูลการตายของแม่สุกรจากฟาร์มขนาดกลาง-ใหญ่ ในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 604 ฟาร์ม พบว่าในช่วง ค.ศ. 1993-1997 อัตราการตายของแม่สุกรโดยเฉลี่ยสูงถึง 5.68% โดยช่วงฤดูร้อน พบการตายของแม่สุกรมากกว่าฤดูอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) แม่สุกรลำดับท้องที่สูงขึ้นจะมีอัตราการตายสูงขึ้นด้วย โดยสุกรสาวมีอัตราการตายต่ำที่สุด ฟาร์มที่มีขนาดใหญ่มีอัตราการตายของแม่สุกรสูงกว่าฟาร์มที่มีขนาดเล็กกว่า สาเหตุอาจเกิดจากฟาร์มที่มีขนาดใหญ่มักมีสัดส่วนของคนดูแลต่อตัวสุกรสูงกว่าฟาร์มขนาดเล็ก ทำให้การดูแลอาจไม่ทั่วถึง และฟาร์มขนาดใหญ่ยังจำเป็นต้องนำสุกรสาวทดแทนเข้ามาจากภายนอกฟาร์มจำนวนมาก ซึ่งเสี่ยงต่อการนำโรคเข้าฟาร์ม โดยเฉพาะโรค Porcine Reproductive and Respiratory syndrome (PRRS) (Koketsu, 2000)

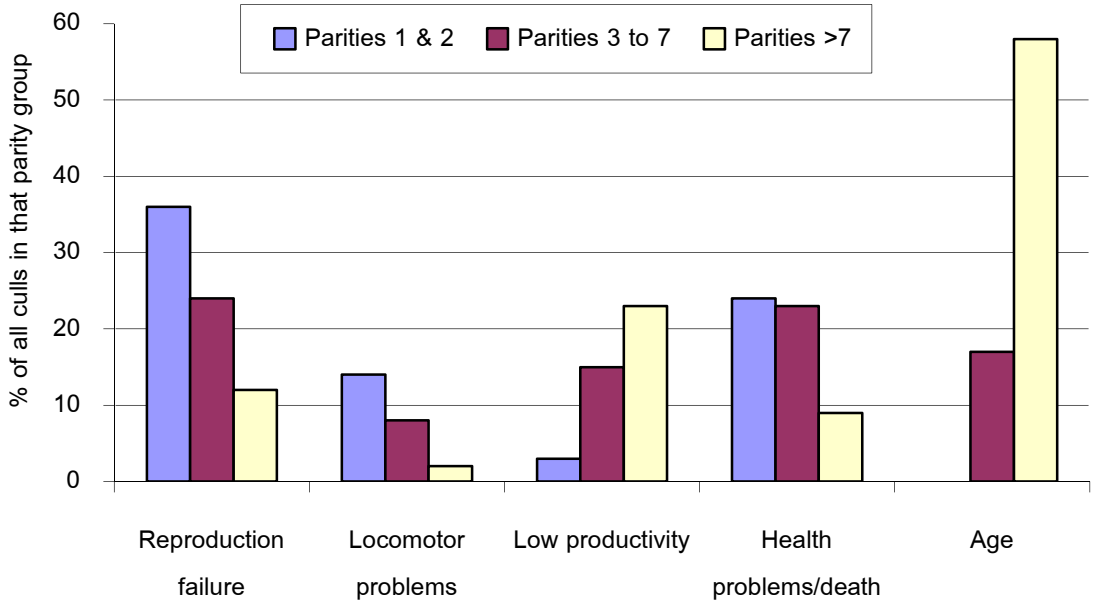
เมื่อไม่นานมานี้มีการศึกษาพบว่า อายุการใช้งานของแม่สุกร หรือ sow longevity มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มอย่างมีนัยสำคัญ เช่น มีการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าแม่สุกรที่มีอายุการใช้งาน $\geq$ 6 ท้อง มีวันสูญเสียโดยรวมน้อยกว่าแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งก่อนท้อง 6 และฟาร์มที่มีแม่สุกรเหล่านี้จำนวนมาก มักจะมีจำนวนลูกสุกรหย่านมต่อแม่ต่อปีสูงกว่าฟาร์มที่มีสุกรเหล่านี้อยู่น้อย นอกจากนี้ยังพบว่าสุกรสาวที่ได้รับการผสมครั้งแรกอายุ 186-227 วันมีโอกาสอยู่ในฟาร์มเกิน 6 ท้องมากกว่าสุกรสาวที่ผสมครั้งแรกที่อายุ 249-269 วัน ถึง 1 เท่าตัว (Sasaki and Koketsu, 2008)

บทความนี้ชี้ให้เห็นว่า ในระบบการเลี้ยงสุกรแบบอุตสาหกรรมสมัยใหม่ และในฟาร์มขนาดใหญ่ การตายของแม่สุกรมีแนวโน้มสูงขึ้น การตายของแม่สุกรนี้นอกจากจะส่งผลกระทบต่อการสูญเสียทางเศรษฐกิจแล้ว ยังเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับมนุษยธรรมในการเลี้ยงสัตว์อีกด้วย การดูแลสัตว์ท้อง การเคลื่อนย้ายสัตว์ ตลอดจนการตรวจสุขภาพสัตว์อย่างถูกต้องควรเน้นมากขึ้นในฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ เพื่อให้อัตราการตายของแม่สุกรไม่สูงเกินไป ซึ่งจะส่งผลดีทั้งต่อผลผลิตฟาร์ม และจริยธรรมในการเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 6 อัตราการตายของแม่สุกรในฟาร์มสุกรในสหรัฐอเมริกาจำนวน 604 ฟาร์ม แบ่งตามฤดูกาล

เดือน	อัตราการตายเฉลี่ย (%)
มกราคม-มีนาคม	5.07[a]
เมษายน-มิถุนายน	5.44[a]
กรกฎาคม-กันยายน	6.53[b]
ตุลาคม-ธันวาคม	5.07[a]

ที่มา: ดัดแปลงจาก Koketsu (2000)



รูปที่ 10 สาเหตุการคัดทิ้งสุกรจำแนกตามลำดับท้องที่ถูกคัดทิ้ง (ที่มา: Dagorn and Aumaitre, 1979; Dijkhuizen et al, 1989; Lucia et al, 2000b)

ตัวชี้วัดแม่สุกรที่ให้ผลผลิตต่ำในฟาร์มสุกร

โดยทั่วไปในฟาร์มสุกรจะมีแม่สุกรที่ให้ผลผลิตดีมาก ไปจนถึงแม่สุกรที่ให้ผลผลิตไม่ดีอยู่รวมกัน การศึกษาตัวชี้วัดต่างๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาและเป็นแนวทางในการคัดเลือดแม่สุกรที่ให้ผลผลิตไม่ดีออกจากฝูงได้ เมื่อไม่นานมานี้มีผลการวิจัยจากประเทศญี่ปุ่น เกี่ยวกับตัวชี้วัดแม่สุกรที่ให้ผลผลิตไม่ดีในฝูงสุกร (Takai and Koketsu, 2007) โดยทำการวิจัยในฟาร์มสุกรจำนวน 117 ฟาร์ม และมีจำนวนครอกที่ศึกษาทั้งหมด 102,494 ครอก เป็นระยะเวลานาน 1 ปี (ปี 2002) ตัวชี้วัดที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ แม่สุกรที่เคยมีปัญหาผสมซ้ำ แม่สุกรที่หย่านมก่อน 13 วัน แม่สุกรที่มีระยะหย่านมถึงผสมเกิน 7 วัน และแม่สุกรที่เคยมีประวัติแท้ง โดยทีมวิจัยตั้งสมมติฐานว่าแม่สุกรเหล่านี้น่าจะเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตไม่ดีในฟาร์มสุกร ก่อนหน้านี้เคยมีการวิจัยบ่งชี้ว่าการผสมสุกรสาวและสุกรท้องแรก จะมีโอกาสที่จะทำให้สุกรให้ผลผลิตไม่ดีเกิดขึ้นเช่นเดียวกับการผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน การศึกษาถึงผลกระทบที่ตามมาจากการเกิดปัญหาทั้ง 4 ข้อข้างต้นยังมีไม่มากนัก นอกจากนี้ยังน่าสนใจอีกว่าปัจจัยอะไรที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดปัญหาทั้ง 4 ประการในฟาร์มสุกร

Takai and Koketsu (2007) ทำการรวบรวมข้อมูลจากฟาร์มสุกรจำนวนประมาณ 140 แห่งในประเทศญี่ปุ่น คัดเลือกจนเหลือ 117 แห่ง ที่ข้อมูลมีความสมบูรณ์ ทำการศึกษาผลผลิตนาน 1 ปี มีแม่สุกรที่ใช้ศึกษาทั้งหมด 54,622 ตัว ทำการศึกษาประวัติของสุกร และแบ่งสุกรออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ แม่สุกรที่เคยมีประวัติไม่ดี 4 ประการ คือ เคยผสมซ้ำ เคยหย่านมก่อน 13 วัน เคยมีระยะหย่านมถึงผสมนานเกินกว่า 7 วัน และแม่สุกรที่เคยแท้ง หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง เปรียบเทียบกับแม่สุกรที่ไม่เคยมีประวัติเหล่านี้เลย นอกจากนี้ยังศึกษาผลกระทบของลำดับท้อง (parity) และฤดูกาล ต่อความเสี่ยงที่จะทำให้สุกรจัดอยู่ในกลุ่มปัญหานี้ ผลการศึกษาพบว่า พบกลุ่มสุกรที่มีปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งใน 4 อย่าง

ประมาณ 16% ของสุกรทั้งหมดที่ศึกษา เมื่อทำการเปรียบเทียบผลผลิตพบว่าสุกรกลุ่มที่มีปัญหาให้ผลผลิตจำนวนลูกสุกรมีชีวิตเฉลี่ยต่อครอกไม่แตกต่างจากสุกรปกติ แต่พบว่ามีอัตราการเข้าคลอดต่ำกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราการเข้าคลอดอยู่ระหว่าง 74.1-62.9% ในแม่สุกรท้อง 1 ถึง ≥ 6 โดยแม่สุกรปกติมีอัตราการเข้าคลอดระหว่าง 87.3-82.0% (ตารางที่ 7) อัตราการเข้าคลอดในกลุ่มสุกรที่มีปัญหาจะต่ำเท่ากันทุกฤดู ในขณะที่กลุ่มสุกรปกติจะเข้าคลอดต่ำลงในกลุ่มที่ผสมในฤดูร้อน ถ้าดูเป็นกรณีของความผิดปกติพบว่า สุกรสาวที่เคยมีประวัติการผสมซ้ำจะมีอัตราการเข้าคลอดโดยเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มปกติถึง 23.9% สุกรสาวที่เคยมีปัญหาแท้งจะมีอัตราเข้าคลอดโดยเฉลี่ยต่ำกว่าสุกรปกติ 43.4% ในแม่สุกรที่มีปัญหาผสมซ้ำจะมีอัตราการเข้าคลอดต่ำกว่ากลุ่มปกติ 22.2% และแม่สุกรที่เคยแท้งจะมีอัตราเข้าคลอดต่ำลง 39.3% สุกรที่เคยหย่านม 13 วันพบว่ามีค่าเฉลี่ยลูกแรกคลอดมีชีวิตต่ำกว่ากลุ่มสุกรปกติ 0.6 ตัว/ครอก การวิจัยนี้บ่งชี้ให้เห็นว่า โดยเฉลี่ยในฟาร์มสุกรที่เลี้ยงในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีสุกรที่มีปัญหาเหล่านี้แฝงอยู่ในฝูงประมาณ 20% สุกรเหล่านี้เป็นสุกรที่นอกจากจะเคยสร้างปัญหาแล้ว ยังมีโอกาสที่จะสร้างปัญหาต่อไปอีกได้สูง โดยที่เห็นได้ชัดจากการวิจัย คือ สุกรกลุ่มนี้มีอัตราเข้าคลอดต่ำลงมากกว่า 10% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มปกติ การมีสุกรเหล่านี้ในฟาร์มมากๆ จะทำให้จำนวนวันสูญเสียในฟาร์มสุกรสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อผลผลิตของฝูง

การจัดการในฟาร์มสุกรโดยทั่วไปควรให้ความสนใจและให้ความสำคัญกับแม่สุกรที่มีปัญหาเหล่านี้โดยพยายามลดจำนวนลงให้มากที่สุด เช่นให้อาหารแม่สุกรช่วงเลี้ยงลูกให้เพียงพอ เพื่อลดระยะหย่านมถึงผสม และทันทีที่หย่านมควรกระตุ้นการเป็นสัดด้วยพ่อสุกรอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในกรณีที่พบปัญหาแท้ง การดูแลรักษาอย่างใกล้ชิด ควรปฏิบัติเพื่อลดความสูญเสียในรอบต่อไป โดยภาพรวมการวิจัยครั้งนี้ให้ข้อคิดว่า การดูแลระบบการผลิตในฟาร์มให้ใกล้ชิด ติดตามประวัติแม่สุกรและดูแลอย่างใกล้ชิด เช่นใช้การ์ดที่มีสีต่างกันในตัวที่ต้องดูแลเป็นพิเศษ หรือใช้เป็นเกณฑ์ในการช่วยคัดทิ้งแม่สุกรออกจากฟาร์มเพื่อแก้ปัญหาที่จะตามมา

ตารางที่ 7 อัตราเข้าคลอดเปรียบเทียบระหว่างแม่สุกรที่มีปัญหาทางระบบสืบพันธุ์กับแม่สุกรที่ไม่เคยมีปัญหาแยกตามลำดับท้อง

ท้องที่	แม่สุกรที่มีปัญหาทางระบบสืบพันธุ์	แม่สุกรปกติ
0	60.2	82.4
1	74.1	85.2
2	71.9	87.3
3-5	67.7	85.8
≥ 6	62.9	82.0

ที่มา: Takai and Koketsu (2007): Theriogenology 68: 87-92.

อัตราการเจริญเติบโตและการสัมผัสพ่อสุกรสำคัญต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว

ระยะเวลาตั้งแต่รับสุกรสาวเข้าฝูงจนกระทั่งสุกรสาวสามารถผสมพันธุ์ได้ นับว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญในการเพิ่มจำนวนวันสูญเสียในวงจรการผลิตสุกร หรือ Non productive day (NPD) ถ้าจำนวนวันที่สูญเสียในส่วนนี้ลดลง ต้นทุนการผลิตสุกรก็จะลดลงด้วยเนื่องจากเกษตรกรสามารถเริ่มใช้งานสุกรสาวได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ดีมีการวิจัยหลายครั้งพบว่าการสะสมของเนื้อเยื่อและไขมันต่างๆ ในร่างกายสุกรสาวก่อนทำการผสมพันธุ์ มีผลกระทบต่อสาเหตุและรูปแบบของการคัดทิ้งได้ ดังนั้นการผสมพันธุ์สุกรสาวครั้งแรกให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ลด NPD ลงให้ได้มากที่สุด ก็คงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของน้ำหนักตัวและความหนาไขมันสันหลังด้วยเช่นกัน เพื่อให้สุกรสาวตัวนั้น มีอายุการใช้งานให้นานที่สุด โดยทั่วไปอายุที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์ สุกรสาวครั้งแรก ควรอยู่ระหว่าง 210–230 วัน และควรมีน้ำหนักร่างกายไม่ต่ำกว่า 135 กิโลกรัม และที่สำคัญที่สุดสุกรสาวตัวนั้นต้องเคยผ่านการเป็นสัดมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง (Tummaruk et al., 2007)

มีการศึกษาหลายครั้งพยายามหาน้ำหนักตัว และส่วนประกอบของร่างกายอื่นๆ ของสุกรสาว เช่น ความหนาไขมันสันหลัง อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณเนื้อแดงในร่างกาย เพื่อหาความสัมพันธ์กับการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว แต่ก็พบความแปรปรวนค่อนข้างสูง เนื่องจากการเป็นสัดของสุกรสาวไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านี้เท่านั้น แต่ยังคงขึ้นอยู่กับปัจจัย อื่นๆ อีกหลายประการ เช่น พันธุ์ อายุ การสัมผัสพ่อสุกร ฤดูกาล และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์สุกรปัจจุบันให้โตเร็วขึ้น ความหนาไขมันสันหลังบางขึ้น และปริมาณเนื้อแดงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้สุกรสาวมีน้ำหนักตัวที่พร้อมสำหรับเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้เร็วขึ้น (Kummer et al., 2006) ตรงกันข้ามถ้าสุกรมีน้ำหนักตัวต่ำ ความพร้อมในการตอบสนองต่อกระตุ้นจากพ่อสุกร เพื่อให้เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ก็น่าจะน้อยกว่า ดังนั้นการกระตุ้นการเป็นสัด และการวางแผนการผสมพันธุ์ กับสุกรสาวในปัจจุบันจึงควรให้ความสนใจมากขึ้นเพื่อจะได้จัดการได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น

การสัมผัสพ่อสุกรเมื่อสุกรสาวมีอายุที่เหมาะสม มีผลอย่างมากต่อการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดของสุกรสาว การสัมผัสกับพ่อสุกรเมื่อสุกรสาวอายุน้อยๆ (20–22 สัปดาห์) จะช่วยให้สุกรสาวแสดงอาการเป็นสัดได้เมื่ออายุเฉลี่ยที่ต่ำลง แต่ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มสัมผัสจนกระทั่งสุกรสาวแสดงพฤติกรรมเป็นสัดก็จะนานขึ้น ในทางตรงกันข้าม การสัมผัสพ่อสุกรเมื่อสุกรสาวมีอายุมากขึ้น (23–26 สัปดาห์) ก็จะทำให้อายุเฉลี่ยที่สุกรสาวแสดงอาการเป็นสัดสูงขึ้น แต่ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มสัมผัสพ่อจนพบการเป็นสัดได้มักจะสั้นลง การศึกษาในปี ค.ศ. 2006 ในสุกรสาวพันธุ์ C22 ของ PIC พบว่า การสัมผัสพ่อ เมื่ออายุ 25 สัปดาห์ จะทำให้สุกรสาวเป็นสัดพร้อมๆ กัน มากกว่า เริ่มสัมผัสเร็วกว่านี้ บ่งชี้ว่าสุกรสายพันธุ์ใหม่ๆ เริ่มมีสภาพร่างกายที่พร้อมกับการสัมผัสพ่อเร็วขึ้น อย่างไรก็ดีการสัมผัสพ่อเมื่อสุกรสาวอายุ 20 สัปดาห์ ก็จะทำให้ 75% ของสุกรสาว เป็นสัดได้ภายใน 40 วันหลังเริ่มสัมผัสพ่อได้เช่นเดียวกัน (Kummer et al., 2008) การศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าสุกรสาวทุกตัวควรเริ่มได้รับการสัมผัสกับพ่อสุกรที่อายุอย่างเร็ว 20 สัปดาห์ และอย่างช้าที่สุดไม่เกิน 26 สัปดาห์ โดยสุกรแต่ละสายพันธุ์อาจมีความพร้อมที่จะได้รับการกระตุ้นจากพ่อสุกรไม่เท่ากัน อย่างไรก็ดีในช่วงอายุนี้เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับเริ่มโปรแกรมการสัมผัสพ่อสุกรสำหรับสุกรสาวส่วนใหญ่

สุกรสาวที่มีการเจริญเติบโตต่ำและการเริ่มกระตุ้นสุกรสาวด้วยพ่อสุกรช้าเกินไปโดยไม่จำเป็น จะส่งผลกระทบต่อ NPD ของฟาร์มอย่างมาก การคัดเลือกสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง และสัมผัสพ่อสุกรให้เร็วจะทำให้สุกรสาวพร้อมใช้งานได้เร็วขึ้น เคยมีการศึกษาพบว่า ถ้าสุกรสาวมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า 700 กรัม/วัน (ตั้งแต่แรกเกิด-100 กิโลกรัม) สุกรสาวเหล่านี้สามารถถูกผสมพันธุ์ได้ตั้งแต่อายุ 185–209 วัน และสามารถให้ผลผลิตได้ไม่แตกต่างจากการผสมพันธุ์เมื่อสุกรสาวอายุมากกว่า 210 วัน (Kummer et al, 2006)

เมื่อไม่นานมานี้มีการศึกษาในประเทศบราซิล (Amaral Filha et al., 2008) ในฟาร์มสุกรขนาด 2400 แม่แห่งหนึ่ง ฟาร์มนี้รับสุกรสาวทดแทนเมื่ออายุ 147.0±8.3 วัน เลี้ยงเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 12 ตัว และกระตุ้นการเป็นสัด ในวันที่ 3 หลังจากรับเข้าฝูง โดยใช้พ่อสุกร วันละ 2 ครั้ง และสลับพ่อทุกวัน นอกจากนี้ยังนำพ่อสุกรเข้ามาในคอกสุกรสาว คอกละ 20 นาที ทุกวันด้วย สุกรถูกชั่งน้ำหนัก ในวันแรกที่เริ่มสัมผัสกับพ่อสุกร และทำการคำนวณอัตราการเจริญเติบโต แล้วแบ่งสุกรสาวออกเป็น 2 กลุ่ม ตามอายุที่เริ่มสัมผัสพ่อสุกรกลุ่มที่ 1 (130 – 149 วัน) และกลุ่มที่ 2 (150 – 170 วัน) (ตารางที่ 1) และในแต่ละกลุ่ม อัตราการเจริญเติบโต ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ต่ำ (550–649 กรัม/วัน) ปานกลาง (650–725 กรัม/วัน) และสูง (726–830 กรัม/วัน) (ตารางที่ 8) ผลการทดลองพบว่า สุกรสาวที่เริ่มสัมผัสพ่อเร็ว สุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าจะเป็นสัดภายใน 20 วันมากกว่า สุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ (ตารางที่ 8)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า 97% ของสุกรที่เคยผ่านการเป็นสัดครั้งที่ 1 มาแล้วจะเป็นสัดครั้งที่ 2 ด้วย และพบว่าสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ จะมีโอกาสไม่กลับมาเป็นสัดครั้งที่ 2 สูงกว่าสุกรที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง และในจำนวนสุกรสาวที่เป็นสัดรอบที่ 2 ทั้งหมด ประมาณ 2.5% จะเป็นสัดไม่ตรงรอบ (<17 วัน หรือ >25 วัน) (Amaral Filha et al., 2008) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเป็นสัดของสุกรสาวมีความสัมพันธ์กับอายุที่สุกรสาวเริ่มสัมผัสพ่อและอัตราการเจริญเติบโตของตัวสุกรสาวเองด้วย โดยพบว่าการเป็นสัดของสุกรสาวจะกระตุ้นโดยใช้พ่อได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าสุกรสาวมีอัตราการเจริญเติบโตสูง และยังบ่งชี้ว่าสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ก็จะสามารถมีน้ำหนักและองค์ประกอบต่างๆ ของร่างกาย พร้อมที่จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้เร็วกว่า สุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ แต่ในกรณีที่สุกรสาวมีอัตราเจริญเติบโตต่ำ การกระตุ้นการเป็นสัดครั้งแรกเมื่ออายุ 150–170 วัน ก็เพียงพอเนื่องจากที่อายุขนาดนี้สุกรพร้อมจะรับการกระตุ้นการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว

กล่าวโดยสรุป การศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสุกรสาวในปัจจุบันมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และมีความพร้อมที่จะได้รับการกระตุ้น จากพ่อสุกรได้เร็วขึ้นจากเดิม 150 – 170 วัน เป็น 130 – 149 วัน อย่างไรก็ดี ในกรณีนี้สุกรสาวควรมีอัตราการเจริญเติบโต มากกว่า 726 กรัม/วัน ถ้าอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่านี้ก็ควรกระตุ้นที่อายุประมาณ 150 – 170 วันเป็นต้นไป

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุที่สุกรสาวเริ่มสัมผัสพ่อสุกร อัตราการเจริญเติบโต และการแสดงการเป็นสัดในสุกรสาว

อัตราการเจริญเติบโต	อายุที่เริ่มสัมผัสพ่อสุกร					
	130–149 วัน			150-170 วัน		
	550-649	650-725	725–830	550–649	680-725	725-830
จำนวนสุกรสาว (ตัว)	170	400	181	201	349	185
% เป็นสัดภายใน 20 วัน	48.2	48.7	59.7	63.7	67.3	63.8
อายุเฉลี่ยที่เป็นสัด (วัน)	164.8	162.2	159.6	172.1	171.5	174.0

ที่มา: Amaral Filha et al. (2009) Livestock Science 120: 51-57.

ผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรและสุกรสาว

เนื่องจากสุกรที่เลี้ยงในฟาร์มทั่วไปมีวงจรการเป็นสัดและผสมพันธุ์ได้ตลอดปี สุกรเหล่านี้จึงไม่จัดว่าเป็นสัตว์ผสมพันธุ์ตามฤดูกาลที่แท้จริงอีกต่อไปทั้งๆ ที่บรรพบุรุษของสุกรเหล่านี้เป็นสัตว์ที่ผสมพันธุ์เป็นฤดู หมูป่าในแถบยุโรป (European wild boar) จะผสมพันธุ์ในฤดูใบไม้ร่วงซึ่งมีความยาวของแสงสั้น อุ้มท้องในฤดูหนาว และคลอดลูกประมาณฤดูใบไม้ผลิ (4 เดือนต่อมา) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์และอากาศเริ่มอุ่นขึ้น (Mauget, 1982) สุกรถูกนำมาเลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่ถูกควบคุมโดยมนุษย์และสามารถให้ลูกได้ประมาณปีละ 2 ครั้ง สายพันธุ์ของสุกรเหล่านี้ถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จนได้สุกรที่ให้ผลผลิตดีและทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีด้วย พันธุ์สุกรที่เลี้ยงในประเทศไทยที่นิยมทำเป็นสายแม่พันธุ์คือ สุกรพันธุ์แลนด์เรซ (Landrace, L) และพันธุ์ยอกเชียร์ (Yorkshire, Y) อย่างไรก็ดียังพบว่าในบางช่วงของปีผลผลิตหรือสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรจะลดลง เช่น สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง ระยะหย่านมถึงผสม (weaning-to-first-service interval, WSI) นานขึ้น แม่สุกรกลับสัดหลังผสมมากขึ้น อัตราการตั้งท้องลดลง อัตราการเข้าคลอดลดลง และบางครั้งพบว่า ขนาดครอกเล็กลงเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบอุบัติการณ์ของการแท้งสูงเป็นบางช่วงของปีด้วย สิ่งที่เป็นเหตุปัจจัยของปัญหาการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตสุกรในแต่ละฤดู คือ อุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแสง (Wildt et al., 1975; Claus and Weiler, 1985; Love et al., 1993; Andersson et al., 1998; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000a; Tast et al., 2001ab)

สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรเพศเมียในแต่ละฤดู

จากการศึกษาในประเทศไทยโดย Tantasuparuk และคณะ (2000) พบว่าฤดูกาลมีผลต่อขนาดครอก โดยขนาดครอกจะใหญ่ที่สุดเมื่อแม่สุกรถูกผสมในฤดูหนาวและคลอดในฤดูร้อน และในทางกลับกันเมื่อแม่สุกรถูกผสมในฤดูร้อนและคลอดในฤดูฝนขนาดครอกจะเล็กลง โดยจำนวนลูกสุกรต่อครอกต่างกันถึง 0.9 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเดือนที่ให้ผลผลิตดีที่สุดและเดือนที่ให้ผลผลิตต่ำที่สุด แม่สุกร L มีขนาดครอกเล็กเมื่อคลอดในเดือนสิงหาคมและอยู่ในระดับต่ำตลอดครึ่งปีหลัง ในขณะที่แม่สุกร Y มีขนาดครอกเล็กเมื่อคลอดในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ

การศึกษาในประเทศสเปน (Dominguez et al., 1996) แต่ต่างกับการศึกษาในประเทศสวีเดนและอเมริกาซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างของขนาดครอกระหว่างฤดู (Koketsu and Dial, 1997; Tummaruk et al., 2000a)

ฤดูกาลยังมีผลต่ออัตราการกลับสัดหลังจากผสมครั้งแรก อัตราการเข้าคลอด อัตราการผสมติด และอัตราการแท้งด้วยเช่นกัน (Claus and Weiler, 1985; Love et al., 1993; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000[a]) ในประเทศสวีเดน Tummaruk และคณะ (2000a) พบว่าแม่สุกรที่ถูกผสมในช่วงฤดูร้อนมีอัตราการผสมติดต่ำกว่าแม่สุกรที่ถูกผสมในช่วงฤดูหนาว สุกรพันธุ์ Y มีอัตราการผสมติดต่ำสุดเมื่อผสมในเดือนสิงหาคม-กันยายน ซึ่งเป็นฤดูร้อนในประเทศสวีเดน ในขณะที่พันธุ์ L มีอัตราการผสมติดค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี ในประเทศไทยพบว่าอัตราการเข้าคลอดจะต่ำสุดในสุกรที่ถูกผสมตั้งแต่เดือนเมษายน-มิถุนายน และอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำในครึ่งปีหลัง อัตราการเข้าคลอดจะดีที่สุดในสุกรที่ถูกผสมช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ (Tantasuparuk et al., 2000) สุกรพันธุ์ L มีอัตราการเข้าคลอดดีกว่า Y เมื่อผสมในช่วงฤดูร้อน

ฤดูกาลมีผลกระทบต่อ WSI ระยะหย่านมถึงผสมติด (weaning-to-conception interval; WCI) และระยะคลอดถึงคลอด (farrowing interval) (เผด็จ และคณะ, 2002; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000a) ในประเทศสวีเดน Tummaruk และคณะ (2000a) พบว่าตั้งแต่เดือนมิถุนายน-ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน สุกรท้องแรกมี WSI นานขึ้น ในขณะที่สุกรนางมีผลกระทบน้อยกว่า Tantasuparuk และคณะ (2000) พบว่าเหตุการณ์เช่นนี้พบได้ในประเทศไทยเช่นกัน โดยในสุกรพันธุ์ L มี WSI สูงในช่วงเดือนมีนาคม-กรกฎาคม ในขณะที่ Y มี WSI สูงตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-สิงหาคม อย่างไรก็ดีโดยเฉลี่ย L มี WSI สูงกว่า Y โดยเฉพาะในฤดูร้อน WCI จะสูงทั้ง L และ Y ในช่วงปลายฤดูร้อนต้นฤดูฝน

ฤดูกาลมีผลต่ออายุเมื่อผสมครั้งแรกและคลอดครั้งแรกในสุกรสาว อายุเมื่อคลอดครั้งแรกหรือผสมครั้งแรกไม่เพียงแต่เป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรแต่ยังเป็นผลจากการจัดการสุกรทดแทนด้วยเช่นกัน ในประเทศสวีเดน Tummaruk และคณะ (2000a) พบว่าสุกรที่คลอดในฤดูหนาวมีอายุมากกว่าสุกรที่คลอดในฤดูอื่นๆ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าน่าจะเกิดจากสุกรเหล่านี้ถูกผสมรอบแรกในช่วงฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่สุกรมีอัตราการผสมติดต่ำทำให้อาจต้องผสมซ้ำหลายครั้ง (Hurtgen and Leman, 1980) หรืออาจเกิดจากสุกรสาวที่กำลังจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนมีการช้าของการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์และใช้เวลานานกว่าจะผสมได้ (Hughes et al., 1990; Love et al., 1993) หรือทั้งสองอย่าง นอกจากนี้ Tummaruk และคณะ (2000[b]) ยังพบว่าสุกรที่เกิดในฤดูหนาวมีอายุมากเมื่อผสมได้ครั้งแรกเปรียบเทียบกับสุกรที่เกิดในฤดูร้อน สาเหตุบางส่วนอาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากสุกรที่เกิดในฤดูหนาวอาจได้รับอาหารไม่เพียงพอ หรือแม่สุกรได้รับอาหารที่ด้อยคุณภาพ (Mauget, 1982) หรือสุกรเหล่านี้เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน (6-7 เดือนหลังจากเกิด) ทำให้การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ถูกทำให้ช้าลง (เผด็จ และคณะ 2001; Hughes et al., 1990; Love et al., 1993) หรือเกิดจากหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตก็ต่ำเช่นกันในสุกรที่เกิดในช่วงฤดูหนาว (Tummaruk et al., 2000b)

ผลของอุณหภูมิต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์

สุกรเป็นสัตว์ที่มีความไวสูงต่ออากาศร้อน เนื่องจากมีความสามารถที่จำกัดในการระบายความร้อนจากร่างกายโดยการระเหยและทางเหงื่อ (Diekman et al., 1994) Flower และคณะ (1989) พบว่าสุกรสาวที่สัมผัสกับอากาศร้อน มีอัตราการหายใจสูงขึ้น อุณหภูมิของร่างกายวัดทางทวารหนักสูงขึ้นและสุกรกินน้ำมากขึ้น ความเครียดมีผลเสียต่อองค์ประกอบของสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์หลายประการ เช่น การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (Flower et al., 1989) การอยู่รอดของตัวอ่อน (embryonic survival) อัตราการผสมติด (Omtvedt et al., 1971; Wettemann and Bazer, 1985) และ WSI (Prunier et al., 1994, 1996) สุกรสาวที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง (33°C) เป็นเวลา 50 วัน จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง (Flower et al., 1989) Omtvedt และคณะ (1971) พบว่าความเครียดที่เกิดจากความร้อนในช่วง 0-16 วัน ของการตั้งท้องในสุกรสาวจะทำให้อัตราการผสมติดลดลงและขนาดครอกเล็กลง ในขณะที่ความเครียดที่เกิดจากความร้อนในช่วง 102-110 วัน ของการตั้งท้องจะเพิ่มจำนวนลูกตายแรกคลอด Tantasuparuk และคณะ (2000) รายงานจากการศึกษาในประเทศไทยว่าอุณหภูมิในช่วง 4 สัปดาห์แรกหลังผสมมีผลต่อจำนวนลูกแรกคลอดทั้งหมด/ครอก เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C จำนวนลูกแรกคลอดจะลดลงประมาณ 0.07 ตัว อุณหภูมิในช่วงเลี้ยงลูกมีผลต่อ WSI เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 1°C WSI จะเพิ่มขึ้น 0.17 วัน เช่นเดียวกับอัตราการเข้าคลอดเมื่ออุณหภูมิในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการตั้งท้องสูงขึ้นอัตราการเข้าคลอดจะลดลงเช่นกัน ในประเทศฝรั่งเศส Prunier และคณะ (1994) พบว่าสัดส่วนของแม่สุกรที่แสดงอาการเป็นสัดภายใน 10 วัน หลังหย่านมจะต่ำลงถ้าแม่สุกรถูกเลี้ยงอยู่ในที่อุณหภูมิสูงๆ (27-30°C) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มของแม่สุกรที่เลี้ยงในสภาวะอุณหภูมิปกติ (18-20°C) การสัมผัสกับอุณหภูมิสูง (>25°C) เป็นเวลานานๆจะทำให้การกลับสัดหลังหย่านมนานขึ้นในสุกรท้องแรก (primiparous sow) ในขณะที่ผลกระทบจะน้อยกว่าในสุกรนาง (multiparous sow) (Prunier et al., 1996) นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงขึ้นยังมีผลต่อการลดการกินอาหารของแม่สุกรลงด้วย (Prunier et al, 1996; Quinou and Noblet, 1999; Rinaldo et al., 2000) ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เช่นกัน ควรจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือน เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน ปริมาณฝุ่นและการระบายอากาศสัมพันธ์กับฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์สุกร

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์

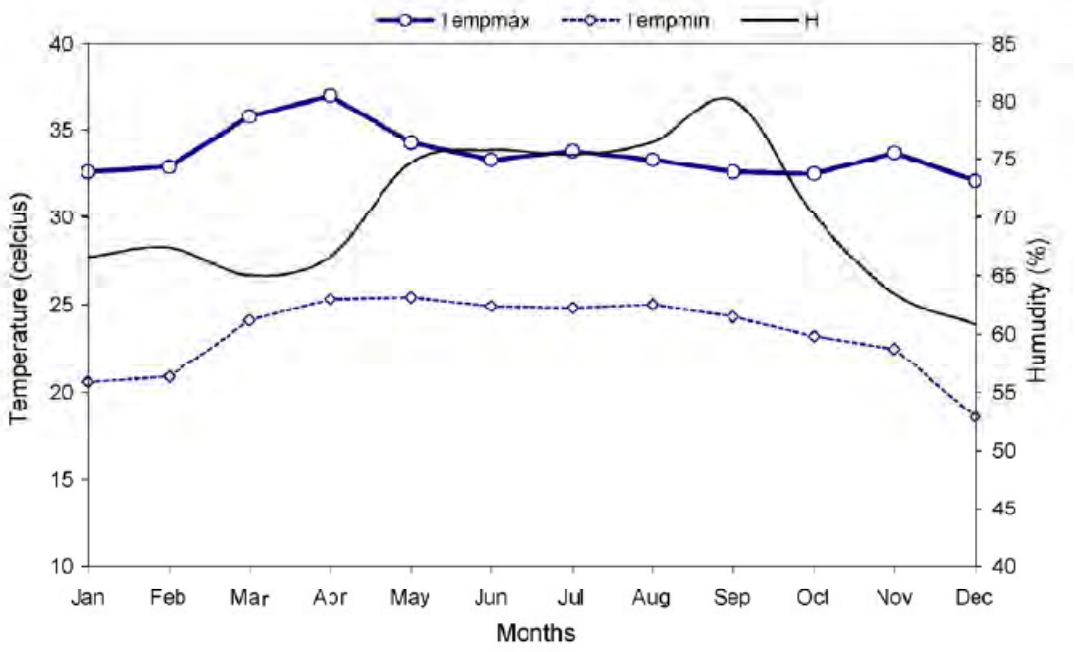
มีปัจจัยอีกหลายประการที่ควรคำนึงถึงในการศึกษาความรุนแรงของอิทธิพลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ ปัจจัยเหล่านี้ประกอบด้วยลำดับครอก โรงเรือน การกินอาหารและอิทธิพลของพ่อสุกร (Hurtgen and Leman, 1980; Martinat-Botte et al., 1984; Clause and Weiler, 1985; Love et al., 1995; Prunier et al., 1996; Tummaruk et al., 2000a) สุกรท้องแรกจะได้รับผลกระทบจากฤดูกาลมากกว่าสุกรนางโดยจะเห็นได้จาก WSI ที่ยาวนานขึ้น และการลดลงของอัตราเข้าคลอด (Hurtgen and Leman, 1980; Tummaruk et al., 2000a) Martinat-Botte และคณะ (1984) รายงานว่าโรงเรือนแบบปิดดีกว่าโรงเรือนแบบเปิดในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากควบคุมอุณหภูมิภายในได้ดีกว่า แต่

อย่างไรก็ตามผลกระทบของฤดูกาลพบได้ทั้งในการเลี้ยงแบบขังซองเดี่ยวและเลี้ยงแบบรวม (grouped-housed) (Hurtgen and Leman, 1980) ในกรณีถ้าสุกรกินได้มากในช่วงอุ้มท้องจะช่วยลดผลเสียที่เกิดจากฤดูร้อนได้ในกลุ่มที่เลี้ยงแบบซองเดี่ยว ในขณะที่ทำไม่ได้ในกลุ่มที่เลี้ยงแบบรวมฝูง (Love et al., 1995) ในสุกรที่กินได้น้อยในช่วง 4 สัปดาห์หลังผสมในฤดูร้อนจะทำให้อัตราการผสมติดและอัตราการเข้าคลอดต่ำลง (Love et al., 1995) การเป็นสัดช้าหลังหย่านมส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการกินอาหารลดลงในช่วงฤดูร้อนในสุกรเลี้ยงลูก ซึ่งจะมีผลให้แม่สุกรเลี้ยงลูกสูญเสียน้ำหนักมาก (Prunier et al., 1994) การจัดการฝูงก็มีผลต่ออิทธิพลของฤดูกาลเช่นกัน Martinat-Botte และคณะ (1984) พบว่าความรุนแรงของอิทธิพลของฤดูกาลมีไม่เท่ากันในแต่ละฝูง Hennessy และ Williamson (1984) ได้แสดงให้เห็นว่าการลดปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความเครียดในฝูงสามารถช่วยเพิ่มอัตราเข้าคลอดที่ต่ำในช่วงฤดูร้อนขึ้นมาได้

นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลมีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อสุกรด้วย (Hughes et al., 1990) พ่อสุกรที่สัมผัสกับช่วงวันที่มีความยาวแสงสั้นจะมีความกำหนัดสูง มีความเข้มข้นของฮอร์โมนเทสโทสเตอร์โรนในกระแสเลือดสูง มีจำนวนอสุจิมากกว่าและคุณภาพของอสุจิดีกว่าเมื่อเทียบกับพ่อสุกรที่สัมผัสกับช่วงวันที่มีความยาวของแสงมาก (Clause and Weiler, 1985; Andersson et al., 1998) ผลกระทบของฤดูกาลต่อพ่อสุกรอาจส่งผลโดยอ้อมต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่สุกรได้ เช่น อัตราการผสมติด หรือขนาดครอก เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการผสมธรรมชาติไม่ได้ใช้กระบวนการผสมเทียมซึ่งอาจจะไม่ได้มีการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อทุกครั้งที่ผสมพันธุ์

การลดความสูญเสียในฤดูร้อน

ปัญหาสำคัญในสุกรสาวช่วงฤดูร้อน คือ การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลงและไม่แสดงการเป็นสัด วิธีแก้ปัญหาหรือลดความสูญเสียควรเน้นที่ 2 ประการ ประการแรก คือ การเพิ่มการกินอาหารของสุกรสาวในช่วงเจริญเติบโต และช่วงกำลังเข้าวัยเจริญพันธุ์ (Almeida et al., 2000; Klindt et al., 2001) Rinaldo และคณะ (2000) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรช่วงอายุ 15-90 กิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำในฤดูร้อน และสรุปว่า การที่สุกรกินอาหารลดลงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สุกรโตช้า Tummaruk และคณะ (2000b, 2001) พบว่าสุกรสาวที่โตช้าจะมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ต่ำเมื่อเป็นแม่สุกร การเพิ่มการกินอาหารของสุกรอาจทำได้โดยการลดอุณหภูมิในโรงเรือน ลดความหนาแน่น และเพิ่มการระบายอากาศ ประการที่สองคือการกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวโดย การเพิ่มความถี่และระยะเวลาในการสัมผัสกับพ่อสุกร และใช้พ่อสุกรที่มีความกำหนัดสูง มีอายุไม่ต่ำกว่า 1 ปี การเหนี่ยวนำให้เกิดความเครียดชั่วคราวโดยการขนย้าย หรือการฉีดฮอร์โมน PMSG และ HCG ซึ่งอาจจำเป็นต้องทำในกรณีที่การจัดการอื่นใช้ไม่ได้ผล นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณสุกรสาวเพื่อทดแทนเป็นแนวทางที่ควรทำเพื่อให้ได้ปริมาณสุกรสาวทดแทนเพียงพอต่อการผสมพันธุ์ในฤดูร้อน (เผด็จ และคณะ 2001)



รูปที่ 11 อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดแต่ละวัน และความชื้นเฉลี่ย ในประเทศไทยเป็นรายเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2549 (2004-2006) (ที่มา: Tummaruk et al., 2009)

แม่สุกรท้องแรกจะได้รับผลกระทบจากฤดูกาลมากที่สุด มีวิธีการหลายอย่างที่ใช้ในการลดความสูญเสีย เช่น การใช้ระบบน้ำหยดเพื่อลดอุณหภูมิในสุกรอุ้มท้องและเลี้ยงลูก การเพิ่มการระบายอากาศ การปรับเวลาการให้อาหารในช่วงที่อากาศเย็น ตลอดจนปรับเวลาผสมในช่วงที่อากาศเย็น Pena และคณะ (1998) ได้ทดลองลดความสูญเสียในช่วงฤดูร้อนโดยการเติมฮอร์โมนออกซิโตซิน 4 IU ลงในน้ำเชื้อแต่ละโด๊สก่อนผสมปรากฏว่าอัตราเข้าคลอดสูงขึ้นจาก 54% เป็น 77% ผู้ทดลองสรุปว่าวิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายและช่วยเพิ่มอัตราการเข้าคลอดในช่วงฤดูร้อนสำหรับฟาร์มที่มีการจัดการไม่ดีและไม่มีพ่อสุกรกระตุ้นขณะผสมพันธุ์ อย่างไรก็ดีปกติการใช้พ่อกระตุ้นขณะผสมพันธุ์จะทำให้แม่สุกรหลั่งออกซีโตซินจากต่อมใต้สมองได้เช่นเดียวกัน (Langendijk et al., 2001) Pena และคณะ (2001) ทดลองฉีด D-Cloprostenol ($PGF_{2-\alpha}$ analogue) เมื่อหย่านมและเมื่อผสมพันธุ์ ในช่วงฤดูร้อนพบว่าแม่สุกรกลุ่มที่ฉีด $PGF_{2-\alpha}$ แสดงการเป็นสัดภายใน 7 วัน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ฉีดถึง 28% แต่พบว่าอัตราเข้าคลอดและขนาดครอกไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีการใช้พ่อสุกรกระตุ้นแม่สุกรถี่ขึ้นในช่วงฤดูร้อนและมีพ่อสุกรกระตุ้นเสมอขณะผสมพันธุ์เป็นวิธีที่ควรปฏิบัติเป็นอันดับแรก (Langendijk et al., 2000)

ภาวะโลกร้อน

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ภาวะโลกร้อนเป็นสิ่งหนึ่งที่มนุษยชาติได้ให้ความสำคัญ ข้อมูลอย่างเป็นทางการจากกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2539 ถึง 2548 และยังคงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถทำนายได้ว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5-4.5 องศาเซลเซียสภายในปี พ.ศ. 2643 (National Climate Center of Thailand) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมยังมีผลกระทบอย่างมากต่อ

อุตสาหกรรมการผลิตสุกรอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสุกรที่เลี้ยงในระบบเปิด ซึ่งเป็นแบบที่พบมากในฟาร์มสุกรประเทศไทย เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าอุณหภูมิ และความชื้นที่สูง รวมทั้งลักษณะอากาศแถบศูนย์สูตรมีอิทธิพลในเชิงลบต่อระบบสืบพันธุ์สุกรเพศเมีย (Omtvedt et al., 1971; Love et al., 1995; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2004; Suriyasomboon et al., 2006) ลักษณะทั่วไปของอิทธิพลจากอุณหภูมิต่อสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ในสุกรสาว และสุกรนาง มีผลต่อ ระยะหย่านมถึงผสมที่ยาวนานขึ้น ลดอัตราการผสมติด และอัตราการตั้งท้อง เพิ่มอัตราการผสมซ้ำ และเพิ่มการสูญเสียของตัวอ่อน (Omtvedt et al., 1971; Wildt et al., 1975; Hurtgen & Leman 1981; Britt et al., 1983; Wettemann & Bazer 1985; Love et al., 1995; Peltoniemi et al., 1999; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000, 2004)

การประเมินขนาดครอกนั้นรวมถึงจำนวนลูกสุกร (TB) จำนวนลูกสุกรมีชีวิต (BA) ลูกสุกรตายแรกคลอด (stillborn) และ ลูกสุกรที่ตายแบบมัมมี่ (mummified fetuses) ต่อครอก มีการศึกษาจำนวนมากเกี่ยวกับอิทธิพลของฤดูกาล และ/หรือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่สูงในระหว่างช่วงอุ้มท้องต่อขนาดครอก (Omtvedt et al., 1971; Love et al., 1995; Rydhmer 2000; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2004) อย่างไรก็ดี อิทธิพลจากฤดูกาลต่อขนาดครอกสุกรในภาคสนามนั้นยังไม่แน่นอน ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาคของโลก (Love et al., 1993; Peltoniemi et al., 1999; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000, 2004) มีปัจจัยจำนวนมากที่มีผลต่อความรุนแรงของผลจากฤดูกาลต่อขนาดครอก ตัวอย่างเช่น ในประเทศสวีเดน ฤดูกาลไม่มีผลต่อทั้ง TB และ BA (Tummaruk et al., 1999; 2000) ในทางตรงกันข้าม ในฟาร์มที่เลี้ยงแม่สุกรนางอุ้มท้องในระบบเปิดในประเทศแถบศูนย์สูตรพบว่า TB และ BA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในบางช่วงของปี (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2004; Suriyasomboon et al., 2006) การหาปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อขนาดครอกนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์ของสุกรในเขตศูนย์สูตรให้มากที่สุด ผลการศึกษาก่อนหน้าได้แสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีอิทธิผลอย่างมากต่อขนาดครอกในแม่สุกรพันธุ์แท้ Landrace (L) และ Yorkshire (Y) (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2004) และความรุนแรงของอิทธิพลนี้แตกต่างกันไปในระหว่างลำดับท้อง และแต่ละปี (Tummaruk et al., 2004) ยิ่งไปกว่านั้น ยังพบแนวโน้มว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความชื้นที่สูงในระหว่างการอุ้มท้องระยะแรกมีอิทธิพลต่อขนาดครอกในแม่สุกรสาวมากกว่าในแม่สุกรนาง (Tummaruk et al., 2004) อย่างไรก็ดี องค์ประกอบของขนาดครอก เช่น mummified fetus และ stillbirth รวมทั้งความรุนแรงจากอิทธิพลของฤดูกาลต่อประชากรสุกรพันธุ์ผสม LxY นั้นยังไม่มีการศึกษา คณะผู้ศึกษาได้ตั้งสมมติฐานว่าสุกรสาวมีความทนต่ออิทธิพลจากฤดูกาลได้น้อยกว่าสุกรนาง นอกจากนี้ อุปกรณ์บางอย่างในฟาร์มสุกรที่เลี้ยงเพื่อการค้าในประเทศไทย เช่น อุปกรณ์ให้น้ำ และพัดลมถูกใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนอุ้มท้อง ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในโรงเรือนที่ใช้เพื่อลดอิทธิพลจากฤดูกาลต่อประสิทธิภาพทางระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรสาว และแม่สุกรนางอุ้มท้องนั้นยังไม่ได้มีการศึกษา

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS)

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ในที่เดียวกันอย่างเป็นระบบ เพื่อทำให้สามารถค้นหา เพิ่มเติม ลบหรือแก้ไขข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นระบบ ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS) เป็นระบบหรือวิธีการที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลที่สามารถจัดการโดยการใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลซึ่งเป็นโปรแกรมหรือซอฟท์แวร์ที่ช่วยในการจัดการกับข้อมูลต่างๆ ในระบบฐานข้อมูล ทั้งในการเรียกดูข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบ การปรับปรุงข้อมูลเพื่อเอามาประมวลผลหรือวิเคราะห์ ในส่วนของโปรแกรมฐานข้อมูลจะที่นิยมใช้มีอยู่ในปัจจุบันได้แก่ Oracle Microsoft SQL Server Microsoft Access FoxPro Clipper dBase FoxBase และ MySQL โปรแกรมเหล่านี้นอกจากใช้ในการสร้างฐานข้อมูลแล้วยังมีหน้าที่ในการจัดการและดำเนินการกับฐานข้อมูลตามที่ผู้เรียกดูข้อมูลขอมา ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีความสามารถต่างกันออกไป บางโปรแกรมใช้งานง่ายแต่จะมีการจำกัดขอบเขตการทำงาน บางโปรแกรมใช้งานซับซ้อนกว่าแต่มีความสามารถในการทำงานมากกว่า

โปรแกรม Microsoft Access

เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันมาก (รูปที่ 12) เหมาะกับการใช้งานในระบบฐานข้อมูลที่มีขนาดกลางและเล็ก สามารถสร้างแบบฟอร์มที่ต้องการเรียกดูข้อมูลได้ในฐานข้อมูล ยังมีระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์(relational database management system) การจัดการข้อมูลของโปรแกรมเป็นลักษณะตาราง สามารถเพิ่มลดข้อมูล ปรับปรุง ค้นหา สร้างแบบฟอร์มและรายงาน คำนวณผลลัพธ์ และสร้างแผนภูมิ ส่วนของการจัดการฐานข้อมูลประกอบด้วย ตาราง แบบสอบถาม ฟอร์ม รายงาน มาโคร และโมดูล นอกจากนี้ยังสามารถเก็บข้อมูลลักษณะวัตถุ (objects) ได้ทั้งลักษณะเชื่อม (link) หรือ ฝัง (embedded) เรียกว่า OLE (Object Link Embeded) การจัดการด้วยโปรแกรม Access นิยมใช้กับการจัดการฐานข้อมูลแบบ Stand alone ที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แต่ก็สามารถนำไปพัฒนาเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย Client/ Server ได้

รูปที่ 12 แสดงการหน้าแสดงภาพโปรแกรม Microsoft access

โปรแกรม FoxPro

FoxPro เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดย Fox Technologies (รูปที่ 13) และในเวลาต่อมาเมื่อบริษัทรวมเข้าไปกับไมโครซอฟท์แล้ว ก็ได้กลายมาเป็น Visual FoxPro โปรแกรม FoxPro ค่อนข้างเป็นที่นิยมมากในอดีต จนถึงตอนนี้ก็ยังคงมีการใช้งานอยู่ แต่ก็น้อยลงเรื่อยๆ เนื่องจากมีโปรแกรมอื่นๆเป็นทางเลือกมากขึ้น และข้อเสียของการใช้ Visual FoxPro ในการติดต่อกับฐานข้อมูลระยะไกลข้อมูลที่สร้างโดย Visual FoxPro ที่เป็นไฟล์แบบ .DBF มีข้อเสียในการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่มากๆ จะทำให้การประมวลผลช้า เมื่อเทียบกับโปรแกรมอื่นเช่น MySQL Server และ Oracle เป็นต้น

รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Visual FoxPro 9.0

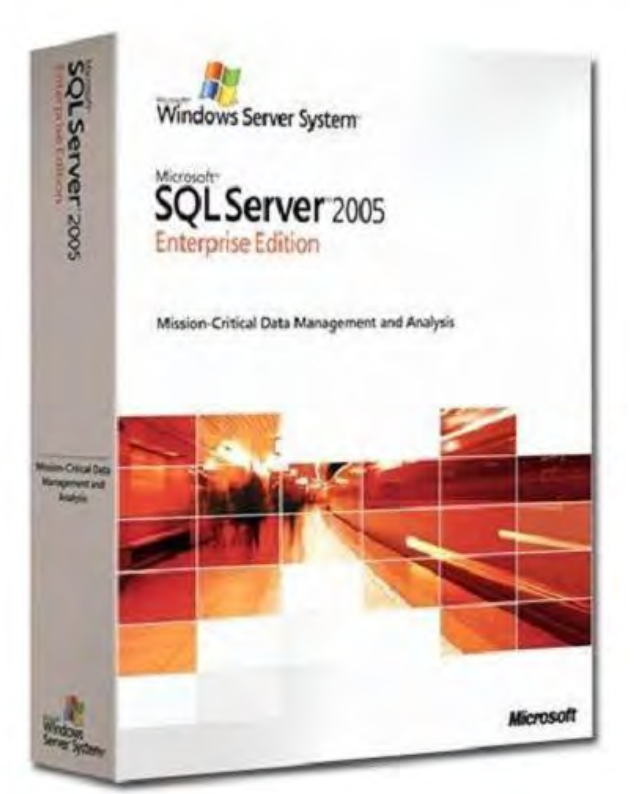
โปรแกรม Oracle

คือ Object-Relational Database Management System (ORDBMS) เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทออราเคิล มีความสามารถทำงานได้ทั้งในรูปแบบ Rational และบางคุณสมบัติ Object Oriented มีความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสองด้วยเทคโนโลยี Rollback Segment ที่เป็นประโยชน์จากความสามารถที่จัดการกับข้อมูลในกรณีที่เกิด การล้มเหลวของระบบหรือสภาวะที่ระบบไม่สามารถให้บริการได้ เหมาะกับการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ต้องการความปลอดภัยของข้อมูลสูงและความมั่นคงในการใช้งาน ประเภทของลักษณะงานของซอฟท์แวร์ Oracle มี 2 แบบคือ Personal Oracle และ Oracle Server ทั้งสองแบบ มีการใช้งานและคำสั่งเหมือนกัน ต่างกันที่ Personal Oracle คือฐานข้อมูลที่เมื่อติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ผู้ใช้ต้องทำงานที่หน้าเครื่องเท่านั้น ส่วนที่เป็นแบบ Server จะยอมให้ผู้ใช้งานเรียกฐานข้อมูลหรือเรียกการใช้งานจากเครื่องอื่นๆ ได้ (clients) ในการทำงานต้องใช้ภาษา SQL ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในการกำหนด และจัดการกับ Database การจัดการฐานข้อมูลในลักษณะ multi-user ผู้ใช้เข้าถึงฐานข้อมูลพร้อมกันในเวลาเดียวกันผลที่ได้คือการตอบสนองต่อความ

ต้องการของผู้ใช้เป็นไปอย่างเชื่องช้า ใน oracle database ตัวจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่ compile และ execute คำสั่ง SQL ที่ส่งมาโดยผผู้ใช้ ถ้า SQL statement ที่ส่งมาไม่ถูกต้องตัวจัดการจะส่ง error message กลับไปยังผู้ใช้ ถ้าคำสั่งถูกต้องจึงจะประมวลผล และผู้ใช้บน network สามารถติดต่อกับตัวจัดการฐานข้อมูลและเริ่มใช้ฐานข้อมูลได้ (บรรศักดิ์ 2551)

โปรแกรม Microsoft SQL Server

เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน (รูปที่ 14) เป็นซอฟท์แวร์ของไมโครซอฟท์ที่ใช้เทคโนโลยี .NET ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถนำเสนอข้อมูลออกมาใช้กับ application ของ Windows ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้อย่างดี เป็นโปรแกรมที่เน้นการใช้งานในระบบ Client /Server โดยเฉพาะการใช้งานฐานข้อมูล SQL Server ต้องมีการสร้างระบบเครือข่ายให้ตัว Server เป็นฐานข้อมูล ส่วนที่ Clients เป็นเพียงตัวโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการแสดงข้อมูลเท่านั้นทำให้มีการประหยัดทรัพยากรหน่วนความจำในเครื่อง Clients โปรแกรม Microsoft SQL Server ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้การใช้ภาษา SQL ที่เป็นสากล ที่สามารถใช้งานร่วมกับฐานข้อมูลอื่นที่มีโครงสร้างภาษาเดียวกัน เช่น ฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นจาก Microsoft Access ก็สามารถใช้งานร่วมกันกับ SQL Server ได้เลย คำสั่งต่างๆ ที่ใช้ใน SQL Server กับ Access จึงเป็นคำสั่งเดียวกันและออกแบบให้งานได้ง่ายด้วยหน้าต่างWindows ที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่คุ้นเคย



รูปที่ 14 แสดงหน้าตาของโปรแกรม Microsoft SQL Server

โปรแกรม MySQL

มายเอสคิวแอล (MySQL) (รูปที่ 15) คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่นักบริหารฐานข้อมูลนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่งเอสคิวแอล (SQL = Structured Query Language) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่น เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษาพีเอชพี ภาษาเอเอสพี หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิชวลเบสิก ภาษาจาวา หรือภาษาซี เป็นต้น มายเอสคิวแอล (MySQL) เป็นระบบฐานข้อมูลแบบโอเพนซอร์ท (Open Source Database) สำหรับจัดการระบบดาต้าเบส (Database System) ผ่านเอสคิวแอล (SQL) โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาโดย บริษัทMySQL AB ในประเทศสวีเดน มีทั้งแบบใช้ฟรี และเชิงธุรกิจ (พร้อมเลิศ 2550)

MySQL เป็นโปรแกรมยอดนิยมตัวหนึ่งเนื่องจากเป็นของฟรีที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย เช่นในวงการ Web site ทั่วโลกต่างยอมรับว่า Linux+PHP+MySQL เป็น Engine ที่มีความนิยมมากที่สุด เพราะนอกจากคุณภาพแล้ว 3 ประสานรวมกันยังเป็นของฟรีทั้งหมดอีกด้วย

รูปที่ 15 แสดงหน้าตาของโปรแกรม MySQL

รุ่นของผลิตภัณฑ์ MySQL

รุ่นของผลิตภัณฑ์นั้นแบ่งออกมาได้สามสายการผลิต ได้แก่ เวอร์ชันใช้ฟรี เวอร์ชันการค้า และเวอร์ชันที่สนับสนุนกับผลิตภัณฑ์ SAP (MAX DB) ความแตกต่างคือเวอร์ชันคอมมิวนิตี้นั้นสามารถนำไปใช้งานได้ฟรีแต่ขาดการสนับสนุนหรือการช่วยเหลือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น, เวอร์ชันที่เป็นคอมเมอร์เชียลนั้นให้บริการด้านความสนับสนุนเมื่อมีปัญหา (ซื้อบริการ) สรุปคร่าวๆ ประเภทดาต้าเบสให้เลือกใช้

ดังนี้ MySQL เอนเทอร์ไพรส์ Enterprise MySQL คลัสเตอร์ Cluster MySQL Embedded และ MySQL Community (opensource เวอร์ชัน)

ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL

MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (DataBase Management System (DBMS)) ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูล การที่จะเพิ่มเติม เข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการใช้งานเฉพาะ และรองรับการทำงานของแอพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้น แต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

MySQL แจกจ่ายให้ใช้งานแบบ open source ผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ตและนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ข้อดีของการใช้งานแบบ **opensource software คือ**ใครก็ตามที่มีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์อย่างดีก็สามารถนำเอาซอร์สโค้ดของโปรแกรม MySQL ซึ่งเขียนด้วยภาษา C ไปดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไข ให้ตรงกับที่ต้องการได้ทันทีโดยไม่ผิดกฎหมาย ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการหลากหลายระบบ เช่น Linux Solaris Mac OS X Server OS/2 Warp Sun OS Windows 9x/NT/2000/XP และระบบตระกูล Unix อีกมากมาย ซึ่งทุกระบบปฏิบัติการสามารถเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้เป็นอย่างดี

ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมเนื่องจากโปรแกรม MySQL สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาในการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการจัดการฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิ์ภาพและเป็นโปรแกรมยอดนิยมตัวหนึ่งเนื่องจากเป็นของฟรีไม่ต้องเสียเงินค่าลิขสิทธิ์และเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ทางผู้พัฒนาโปรแกรมจึงเลือกโปรแกรมนี้ในการใช้งาน

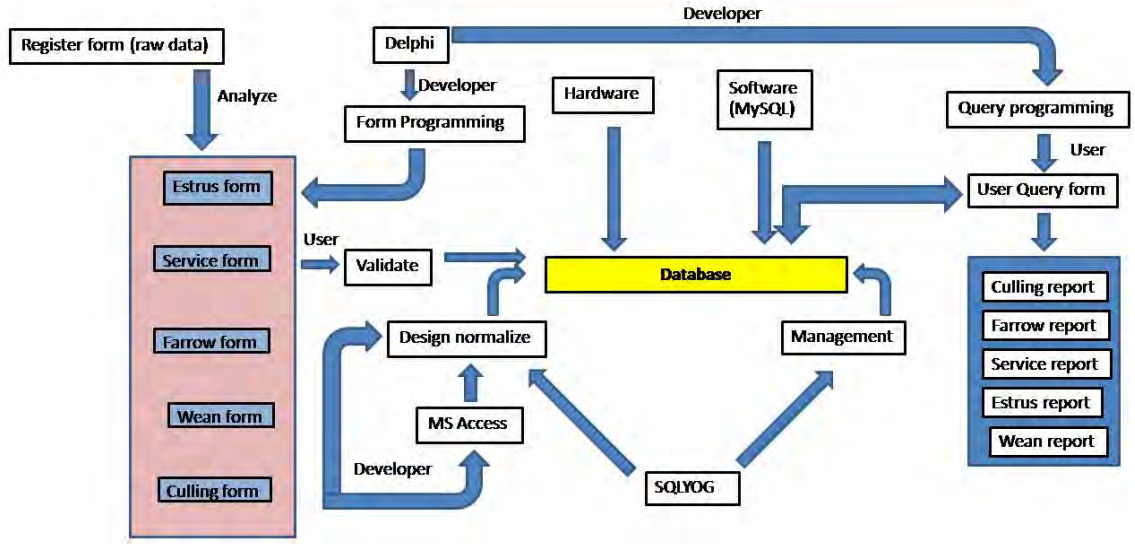
การติดตั้ง

MySql Database Server สามารถเข้าไป Download และนำมาใช้ฟรี โดยไม่ต้องเสียเงินเพื่อซื้อลิขสิทธิ์ในการใช้งานโปรแกรมแต่อย่างใด MySQL การ Download ไฟล์สำหรับการติดตั้งได้จากเว็บไซต์ http://www.mysql.com เลือก version ตามที่ต้องการและเลือกให้ตรงกับ OS ที่เราใช้งาน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

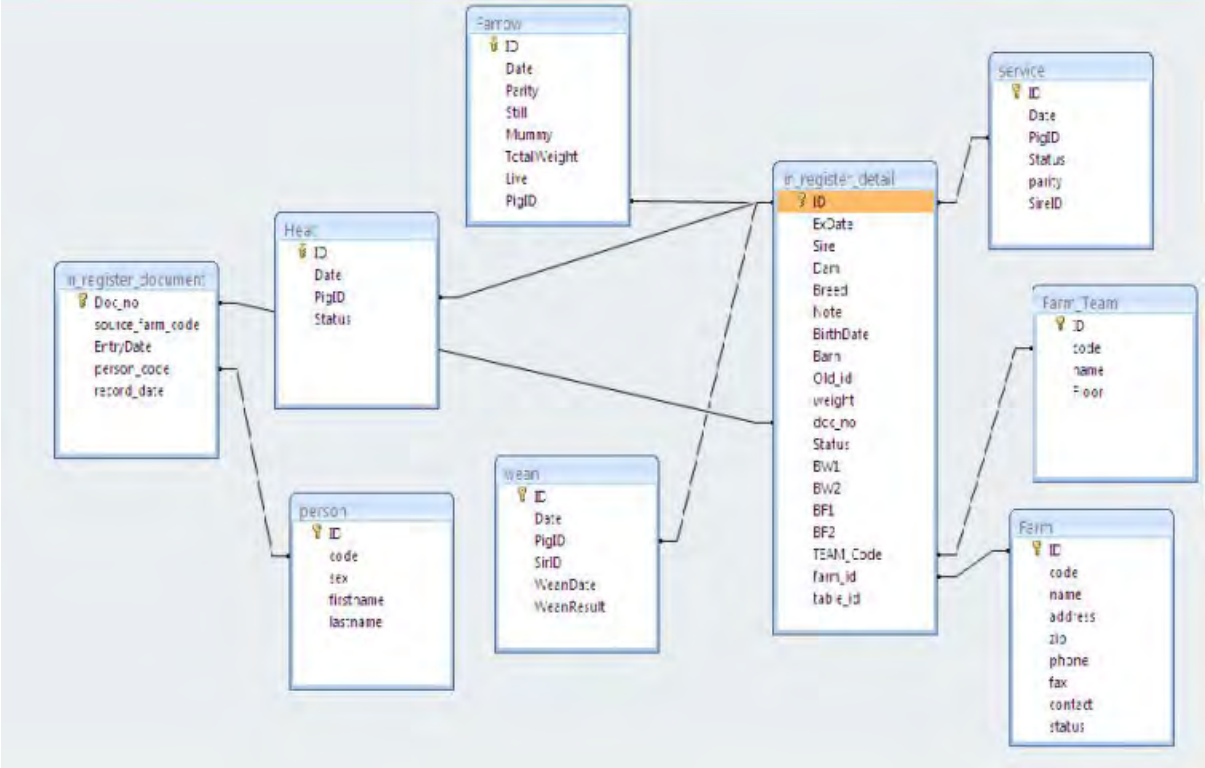
นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกจากฟาร์มที่ร่วมโครงการมาทำการประมวลผล และบันทึกลงโปรแกรมซอร์พแวร์ที่เป็นฐานข้อมูลใหม่ ทำการทดลองให้โปรแกรมทำการประมวลผล และแสดงผลที่นำไปใช้ได้ในทางปฏิบัติ แนวความคิดในการรวบรวมและเชื่อมโยงฐานข้อมูล แสดงดังแผนภาพ Conceptual database



แผนภาพแสดง Conceptual database

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Validation)

ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล วัน เดือน ปี ค่าน้ำหนักของสุกรแรกเข้า ค่าทศนิยม และการป้อนตัวเลขและอักขระ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากขึ้น



แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางฐานข้อมูล

สถานที่ทำการวิจัย

- คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
- ฟาร์มสุกรเอกชนร่วมโครงการจำนวน 5 ฟาร์ม ในจังหวัด ฉะเชิงเทรา (ฟาร์ม A) สระบุรี (ฟาร์ม B) ราชบุรี (ฟาร์ม C) บุรีรัมย์ (ฟาร์ม D) และ ชลบุรี (ฟาร์ม E) (รูปที่ 16-33)

ฟาร์มทดลอง

การทดลองทำในฟาร์มสุกร 5 ฟาร์ม (ฟาร์ม A B C D และ E) ทุกฟาร์มเป็นฟาร์มสุกรพ่อแม่พันธุ์ขนาด 900-3,500 แม่ ฟาร์มสุกรตั้งอยู่ในประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14-17 องศาเหนือ และเส้นแวง 102-103 องศาตะวันออก ฟาร์มทดลองได้รับการปรับปรุงระบบการจดบันทึกการจัดการสุกรสาวและติดตามผล ตามรูปแบบจากการวิจัยก่อนหน้านี้ (Tummaruk et al., 2006, 2009) เพื่อให้สุกรสาวที่นำขึ้นทดแทนมีการบันทึกประวัติครบถ้วน นอกจากนี้ฟาร์มต้องมีระบบการบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาแล้วอย่างน้อย 2 ปี สามารถเก็บข้อมูลนำมาศึกษาผลย้อนหลังได้ (retrospective study)

พันธุกรรมและแหล่งที่มาของสุกรสาวทดแทน

สุกรสาวทดแทนในฟาร์ม A B C D และ E เป็นสุกรพันธุ์ผสมระหว่างแลนด์เรซและยอร์กเชียร์ทั้งหมด โดยมีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน ฟาร์ม A ผลิตสุกรสาวทดแทนภายในฟาร์มเองทั้งหมด โดยใช้สุกรพันธุ์แท้เชื้อสายไอร์แลนด์ ไม่เคยนำสุกรจากบริษัทอื่นเข้ามาใช้ในฟาร์ม ฟาร์ม B ซื้อสุกรสาวจาก

บริษัทมิตรภาพไฮบริด ฟาร์ม C นำสุกรสาวทดแทนเข้า จากบริษัทไทย-เดนมาร์ก เพียงแหล่งเดียว ฟาร์ม D ผลิตสุกรสาวทดแทนในฟาร์มเองทั้งหมด โดยสั่งซื้อพ่อ-แม่พันธุ์แท้ จากประเทศเดนมาร์กและไอร์แลนด์ และฟาร์ม E นำสุกรสาวมาจากบริษัทเบทาโกร ไฮบริด เพียงแหล่งเดียว

อาหารและโภชนาการของสุกรสาวและแม่สุกร

ฟาร์มทั้ง 5 ฟาร์ม ใช้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะแสดงในตารางที่ 9 ฟาร์ม A C และ D ใช้อาหารสำเร็จรูปจากบริษัทขายอาหารสุกร ฟาร์ม B และ E ผสมอาหารสำหรับแม่สุกรและสุกรสาวภายในฟาร์มภายใต้การดูแลของนักโภชนาการ ฟาร์ม C และ D ใช้อาหารสำเร็จรูปแบบอัดเม็ด ในขณะที่ ฟาร์ม A B และ E ใช้อาหารแบบผง

รูปที่ 16 ลักษณะคอกและโรงเรือนสุกรสาวทดแทนในฟาร์ม A

รูปที่ 17 ลักษณะคอกและโรงเรือนสุกรสาวทดแทนในฟาร์ม B

รูปที่ 18 ลักษณะคอกและโรงเรือนแบบปิด (evaporative cooling system) ของสุกรสาวทดแทนฟาร์ม C

รูปที่ 19 ลักษณะคอกและโรงเรือนแบบปิด (evaporative cooling system) ของสุกรสาวทดแทนฟาร์ม D

รูปที่ 20 ลักษณะคอกและโรงเรือนสุกรสาวทดแทนฟาร์ม E

ตารางที่ 9 คุณค่าทางโภชนะของอาหารสุกรสาวทดแทน สุกรอุ้มท้อง และ สุกรเลี้ยงลูก ในฟาร์ม A B C D และ E

สารอาหาร	ฟาร์ม				
	A	B	C	D	E
สุกรสาวทดแทน					
พลังงาน (kcal /kg)	3,000	3,250	3,200	3,224	3,200
โปรตีน (%)	18.0	18.5	18.0	18.6	18.0
ไขมัน (%)	3.0	10.0	6.4	10.0	6.4
กาก (%)	<6	<4.5	5	3.2	5
แคลเซี่ยม (%)	0.9	1.2	NA	1.3	NA
ฟอสฟอรัส (%)	0.7	0.6	NA	1.6	NA
ไลซีน (%)	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
สุกรอุ้มท้อง					
พลังงาน (kcal /kg)	3,000	3,050	2,900	3,007	2,900
โปรตีน (%)	15.0	14.5	14.0	17.6	14.0
ไขมัน (%)	3	5	4	7	4
กาก (%)	<7	<5	5.2	3.4	5.2
แคลเซี่ยม (%)	0.9	1.2	NA	1.3	NA
ฟอสฟอรัส (%)	0.7	0.6	NA	1.6	NA
ไลซีน (%)	0.7	0.9	0.7	0.8	0.7
สุกรเลี้ยงลูก					
พลังงาน (kcal /kg)	3,250	3,250	3,400	3,224	2,900
โปรตีน (%)	18.0	18.5	18.0	17.9	14.0
ไขมัน (%)	4.0	10.0	15.0	9.3	4.0
กาก (%)	<6.0	<4.5	5.0	3.7	5.2
แคลเซี่ยม (%)	0.9	1.2	NA	1.4	NA
ฟอสฟอรัส (%)	0.7	0.6	NA	1.5	NA
ไลซีน (%)	0.9	1.1	1.2	1.1	0.7

NA = ไม่มีข้อมูล

การจัดการทั่วไป

ทุกฟาร์มเลี้ยงสุกรพันธุ์ผสมระหว่างแลนด์เรซกับยอร์กเชียร์ (LY) และส่วนมากถูกผสมกับพ่อพันธุ์ Duroc หรือ พ่อพันธุ์ผสม (PIC® Siam Ltd., Thailand) แม่สุกรสาว และแม่นางทุกตัวถูกผสมด้วยวิธีการผสมเทียม (conventional artificial insemination) โดยส่วนมากจะใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ 2 ตัว

ผสมต่อสุกรเพศเมียที่เป็นสัด 1 ตัว แม่สุกรสาว และแม่สุกรนางในทุกฟาร์มถูกเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิด โดยมี sprinkler และพัดลม ส่วนพ่อสุกรถูกเลี้ยงในโรงเรือนแบบ Evaporative cooling system แม่สุกรสาว และแม่สุกรนางถูกเลี้ยงในซองเดี่ยวในระหว่างอุ้มท้อง และในคอกคลอดระหว่างเลี้ยงลูก ในฟาร์ม A และ D ผลิตสุกรสาวทดแทนโดยใช้สุกรรุ่นปู่ย่า (grandparent; GP) (พันธุ์ L และ Y) ภายในฟาร์มเอง ฟาร์ม B C และ E นำเข้าสุกรสาวจากฟาร์มอื่น (มิตรภาพไฮบริด ไทย-เดนมาร์ก และ เบทาโกร ไฮบริด ประเทศไทย จำกัด ตามลำดับ) โดยทั่วไป สุกรสาวถูกผสมที่อายุ $\geq$ 32 สัปดาห์ น้ำหนัก $\geq$ 135 กิโลกรัม ในวงรอบการเป็นสัดที่ 2 หรือหลังจากนั้น สุขภาพของฟาร์มได้รับการดูแลโดยสัตวแพทย์ โดยทั่วไปสัตวแพทย์แนะนำให้ทำวัคซีน Food and mouth disease (FMD), swine fever (SF), Aujeszky's Disease (AD), porcine parvovirus (PPV) และ athrophic rhinitis (AR) สุกรสาว และสุกรนางที่อายุ 22-30 สัปดาห์ในสุกรสาวทดแทน และในแม่สุกรทำวัคซีน FMD AR ในช่วงอุ้มท้องระยะท้าย PPV SF ในช่วงเลี้ยงลูก วัคซีน AD ทำแบบปูพรมทุก 4 เดือน ในทุกฟาร์มพบ seropositive ต่อโรค PRRS แต่ไม่มีอุบัติการณ์ทางคลินิคเกิดขึ้นในระหว่างช่วงการศึกษา แผนการคัดสุกรทิ้งคือในหลังจากลำดับท้องที่ 6 แม่สุกรได้รับน้ำกินตลอดทั้งวันผ่านทาง water nipple ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (ประมาณ 1.5-3.5 กิโลกรัมต่อวัน ในช่วงอุ้มท้อง และ 5.0-7.0 กิโลกรัมต่อวันในช่วงเลี้ยงลูก) อาหารที่ให้มีส่วนประกอบหลักเป็นข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง และปลาป่น ที่มี crude protein 15-18% metabolizable energy 2,900-3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และกรดอะมิโนไลซีน 0.8-1.0% ทุกเดือนผู้ศึกษาวิจัยจะเข้าเยี่ยมฟาร์มเพื่อสังเกตการจัดการทั่วไปในฟาร์ม และสุขภาพสุกร

รูปที่ 21 ลักษณะโรงเรือนสุกรอุ้มท้องในฟาร์ม A

รูปที่ 22 ลักษณะของโรงเรือนคลอดฟาร์ม A

รูปที่ 23 กรงตับสำหรับสุกรสาวก่อนส่งขึ้นผสมพันธุ์ ฟาร์ม B

รูปที่ 24 ลักษณะเล้าคลอดในฟาร์ม B

รูปที่ 25 พัดลมและน้ำฝอยในโรงเรือนสุกรอุ้มท้องฟาร์ม B

รูปที่ 26 การชั่งน้ำหนักสุกรสาวทดแทนฟาร์ม C

รูปที่ 27 การวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกรสาวทดแทนก่อนส่งขึ้นผสมพันธุ์

รูปที่ 28 กรงตับสุกรสาวทดแทนที่รอผสมพันธุ์ในฟาร์ม C

รูปที่ 29 การกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวทดแทนที่รอผสมพันธุ์ในฟาร์ม C

รูปที่ 30 โรงเรือนสุกรอุ้มท้องฟาร์ม D

รูปที่ 31 โรงเรือนผสมพันธุ์สุกรฟาร์ม D

รูปที่ 32 โรงเรือนสุกรอุ้มท้องฟาร์ม E

รูปที่ 33 โรงเรือนคลอดฟาร์ม E

การพัฒนาโปรแกรม

คุณลักษณะทางด้านเทคนิคของโปรแกรม เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่ทำงานในลักษณะ Client-Server ประกอบด้วยสองส่วนใหญ่ Database Back-End และ Front-End

1.Database Backend หรือ Database Server ทำหน้าที่เก็บข้อมูล ที่ประกอบตารางย่อยแต่ละตารางรวมกันกัน ด้วยความสัมพันธ์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง โดยตารางย่อยเหล่านี้ได้มาจากการเก็บข้อมูลขั้นพื้นฐานด้วยโปรแกรมประเภท Spread Sheet เช่น Microsoft Excel หรือโปรแกรมฐานข้อมูลเบื้องต้นเช่น Microsoft Access แต่เนื่องจากโปรแกรมเหล่านี้มีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ทางคณะผู้วิจัยจึงเห็นสมควรให้นำเอา Database Server มาใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงาน อย่างไรก็ดีโปรแกรม Database Server ส่วนใหญ่จะค่าลิขสิทธิ์ค่อนข้างสูง จึงเลือกใช้ MySQL Database Server (Community Version) ซึ่งเป็น Open Source ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากเวบไซต์ www.myql.com

2. Front End ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่

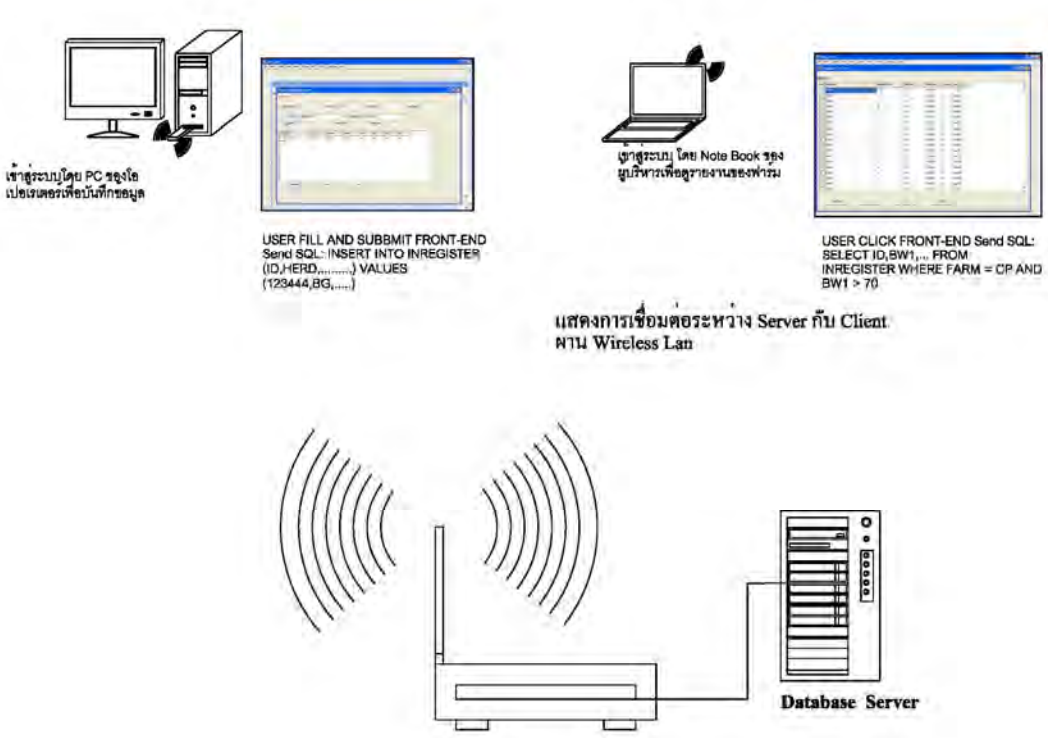
2.1 Form สำหรับการเก็บหรือแก้ไข คือ ส่วนที่พนักงานใช้ป้อนข้อมูลที่ต้องการเก็บเข้าไป เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้าไปแล้ว ฟอร์มที่ดีจะมีการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่าถูกต้องหรือไม่ เช่น น้ำหนักสุกรสาวที่รับเข้าไม่ควรต่ำกว่า 40 กิโลกรัม และไม่เกิน 60 กิโลกรัม เมื่อฟอร์มตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นเรียบร้อยก็จะติดต่อไปยัง Database Serverเพื่อขอเก็บข้อมูล Server จะถาม Username และ Password จากฟอร์ม (ฟอร์มจะได้ Username และ Password มาจากผู้ใช้ตอนเริ่มใช้โปรแกรม) เมื่อ Server ตรวจสอบ Username รวมทั้งสิทธิในการบันทึกหรือแก้ไขระเบียนนั้นๆ เรียบร้อย จึงจะทำตามสิ่งที่ Client (Front-End) ร้องขอ

2.2 Front-End สำหรับดูรายงาน คือ ส่วนที่พนักงานหรือผู้บริหารใช้ในการเรียกดูข้อมูลที่เก็บไว้ใน Database Server โดยผ่านเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น การจัดเรียง การหาค่าทางสถิติ การเข้าถึงข้อมูลก็ยังต้องการสิทธิในเข้าถึงของ Username และ Password เช่นเดียวกับการบันทึกแต่จะแตกต่างการในรายละเอียดในการเข้าถึง

2.3 Front-End สำหรับอรรถประโยชน์อย่างอื่น หรือ Database Utilities ส่วนที่ผู้ดูแลระบบจะใช้ในการจัดการฐานข้อมูล เช่น การคัดลอกฐานข้อมูล การสำรองข้อมูล การส่งออกและนำเข้า

การเชื่อต่อระหว่าง Front-End และ Back-End

การเชื่อต่อระหว่าง Front-End และ Back-End จะติดต่อสื่อสารกันโดยผ่าน TCP/IP ซึ่งมีได้หลายช่องทาง เช่น Localhost (Server and Front-End in the same machine) Intranet (Lan) หรือ Internet Network (รูปที่ 34)



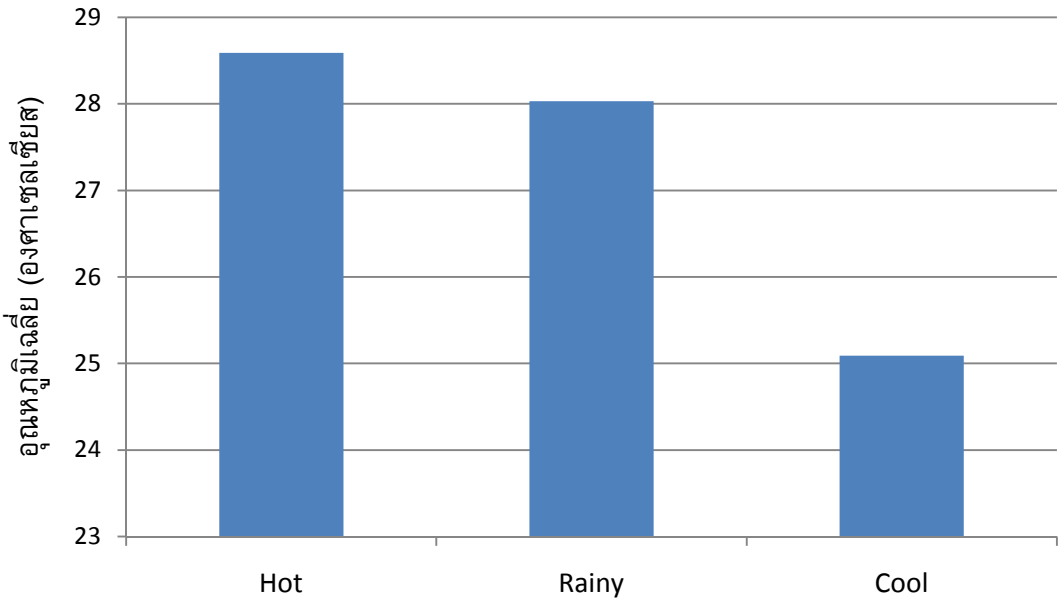
รูปที่ 34 แสดงการเชื่อมโยงเครือข่ายในการทำงานของโปรแกรม

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ข้อมูลแบบย้อนหลังเป็นรายฟาร์ม 3 ปี ย้อนหลัง (ค.ศ. 2006-2008) พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย เบอร์หู พันธุ์ วันเกิด วันที่นำเข้าฟาร์ม วันผสม วิธีการผสม วันคลอด จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิต วันที่หย่านม ระยะหน่านมถึงผสม วันที่คัดทิ้ง และสาเหตุการคัดทิ้ง

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ และความชื้นภายนอกของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมิถุนายน 2551 ได้จาก official meteorological station ภายในรัศมี 100 กิโลเมตรจากฟาร์ม อุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในระหว่างการศึกษาแสดงในรูปที่ 35 อณหภูมิระหว่างวันเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุด อยู่ที่ 21.1-33.3 24.4-31.6 และ 17.9-29.9 องศาเซลเซียสในฤดูร้อน ฝน และหนาวตามลำดับ ความชื้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงอยู่ที่ 68.3%, 81.7% และ 64.2% ในฤดูร้อน ฝน และหนาวตามลำดับ Temperature-humidity index (THI) ได้จากการคำนวณตามสูตร (Kelly and Bond, 1971): THI = DB-[0.55-(0.55xRH) x (DB-58)] โดย DB คืออุณหภูมิเฉลี่ยทั้งวัน และ RH คือ ความชื้นเฉลี่ยทั้งวัน โดยเฉลี่ย THI อยู่ที่ 79.2±3.5, 79.7±1.7 และ 73.5±4.2 ในฤดูร้อน ฝน และหนาว ตามลำดับ



รูปที่ 35 อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในหนึ่งวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ภายในรัศมี 100 กิโลเมตรจากฟาร์ม

ข้อมูลสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เก็บมาจากฟาร์มสุกรเพื่อการค้าจำนวน 4 ฟาร์ม (A, B, C และ D) ในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับแม่สุกรที่คลอดในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2551 ข้อมูลของฟาร์มได้จากระบบบันทึกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551ข้อมูลประกอบด้วยเบอร์แม่สุกร วันเข้าคลอด ลำดับท้อง จำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตต่อครอก (number of piglets born alive per litter, BA) จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดต่อครอก (number of stillborn piglets per litter, stillborn) จำนวนลูกกรอกต่อครอก (number of mummified fetuses per litter, mummy) น้ำหนักครอกแรกเกิด น้ำหนักลูกสุกรแรกเกิด และจำนวนลูกสุกรหย่านม จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอก (number of total piglets born per litter, TB) คำนวณจากจำนวนรวมของ BA, stillborn และ mummy สัดส่วนของ stillborn ต่อครอก (SB) คำนวณได้โดย $\frac{stillborn}{total\ born}$ x 100 สัดส่วนของ mummy ต่อครอก (MF) คำนวณจาก $\frac{mummy}{total\ born}$ x 100 มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยที่ข้อมูลที่มีการบันทึกไม่สมบูรณ์จะไม่ถูกนำมาคำนวณ เช่น TB เป็นศูนย์ (n=3) ชุดข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์มีทั้งหมด 25,835 ครอก จาก 8,133 แม่

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลถูกประมวลผลและวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS version 9.0 (SAS 2002) คำนวณค่าสถิติเชิงพรรณนาต่างๆ รวมทั้งจำนวนของ non-missing value ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (SEM) ข้อมูลเชิงปริมาณถูกวิเคราะห์ด้วยวิธี General linear mixed model (MIXED) ข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ด้วยวิธี Logistic regression (GLIMMIX) ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของสุกรถูกนำมาคำนวณ โดยโมเดลทางทางสถิติรวบรวมตัวแปรต่างๆ

ประกอบด้วย ผลของฟาร์ม (A, B, C, D) ปีที่คลอด (1, 2, 3) ฤดูที่คลอด (ฤดูร้อน (16 กุมภาพันธ์ – 15 มิถุนายน) ฤดูฝน (16 มิถุนายน – 15 ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (16 ตุลาคม – 15 กุมภาพันธ์)) ลำดับท้อง (1, 2, 3-6, 6-12) ความสัมพันธ์ระหว่างปี กับฤดูกาล ลำดับท้องกับฤดูกาล และฟาร์มกับฤดูกาล ถูกคิดเป็นตัวแปรคงที่ (fixed effects) แม่สุกรในการศึกษานี้ผลิตลูกสุกร 3.2±18 ครอกต่อแม่ (พิสัย 1-8) ในการคำนวณทางสถิติ เบอร์สุกรจึงถูกคิดเป็นตัวแปรสุ่ม (random effect) ทำการคำนวณค่า Least-squares means แล้วทำการเปรียบเทียบด้วย Least significant different method ค่า $P<0.05$ ถือว่าข้อมูลมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูล

เก็บข้อมูล ภาคสนามเพื่อนำมาวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม Spread Sheet ในลักษณะคอลัมน์เพื่อวิเคราะห์ ความสัมพันธ์เชิงฐานข้อมูล โดยเปรียบหนึ่งคอลัมน์ เท่ากับหนึ่งเขตข้อมูล (Field) และหนึ่ง Sheet เท่ากับหนึ่ง Table หนึ่งแถวใดๆ เท่ากับหนึ่งระเบียน (Record) จากนั้นตรวจสอบดู ความครบครันของ Field หรือ ชนิดข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาว่าครบและสามารถออกผลลัพธ์เป็นรายงานตามที่ต้องการหรือไม่ เมื่อครบแล้วจึงสร้างความเชื่อมโยงภายใน Spread Sheet เพื่อ คำนวนหารายงานการวิเคราะห์ที่ต้องการ

ใช้ MS ACCESS เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบ Table และครวามสัมพันธ์ เนื่องจาก Spread Sheet มีข้อจำกัดในเรื่องของการสร้างความสัมพันธ์ และไม่มีเครื่องมือสำหรับ ออกแบบฐานข้อมูล ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ MS ACCESS ซึ่งเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลอย่างง่ายมาช่วยในการออกแบบ โดยขั้นตอนการออกแบบมีดังนี้

1. ***การสร้างตาราง*** กำหนดชนิดข้อมูล เลียนแบบ Spread Sheet กำหนดชนิดข้อมุลของแต่ละ Field ขนาดความจุ เช่น รหัสฟาร์มเป็น Character ใน ACCESS เลือกเป็น Text น้ำหนักเป็นข้อมูล ชนิด ทศนิยม (Float) ใน ACCESS เลือกเป็น Number
2. ***การ Normalize Database*** เมื่อนำตารางทุกตารางมารวมกันเป็นฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะมีการซ้ำซ้อนกันระหว่าง Column ของแต่ละตาราง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเพื่อลดความซ้ำซ้อนของเก็บข้อมูลออกไปแต่ยังคงความสมบูรณ์ของการเก็บข้อมูลไว้เหมือนเดิม แยกออกเป็นตารางย่อยหลายๆ ตารางตามชนิดของข้อมูล Key เช่น ตารางชื่อฟาร์ม ตารางสายพันธุ์ ตารางโรงเรือน ตารางการนำเข้า ตารางคัดทิ้ง สำรวจแต่ละตารางว่ามีคอลัมน์ไหนเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนหรือไม่ ลำดับของการ Normalize แบ่งได้ดังนี้

    2.1 โดยให้แต่ละตารางถูกชี้นำด้วยโดย คีย์หลัก หรือ Primary

ID	**Farm**	**Telephone**
1	มิตรภาพ	044-324123,044-12332,089-2123132
2	เบทาโกร	044-324323,044-544432
3	ไทย-เดนมาร์ก	034-342342,086-3196066

หลังจาก Normalize จะได้สองตาราง ได้แก่

ตารางที่ 1

ID	Farm
1	มิตรภาพ
2	เบทาโกร
3	ไทย-เดนมาร์ก

ตารางที่ 2

Farm_ID	Telephone
1	044-324123
1	044-12332
1	089-2123132
2	044-324323
2	044-544432
3	034-342342
3	086-3196066

หรือ

Name	**Address**	**Phone**
เบทาโกร	123 ถนนมิตรภาพ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 11234	(111) 222-3345
มิตรภาพ	456 ถนนมิตรภาพ ตำบลทับกวาง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี 11547	(222) 334-5566

จากตารางข้างต้นเมื่อ Normalize ระดับที่ 1 เสร็จแล้วจะได้ดังตารางข้างล่าง

ID	**Name**	**Address**	**Street**	**Tambon**	**City**	**Province**	**Zip**	**Phone**
1	เบทาโกร	123	มิตรภาพ	กลางดง	ปากช่อง	นครราชสีมา	11234	(111) 222-3345
2	มิตรภาพ	456	มิตรภาพ	ทับกวาง	แก่งคอย	สระบุรี	11547	(222) 334-5566

2.2 เมื่อตัดบางคอลัมน์ที่ซ้อนออกไปแล้วฐานข้อมูลยังสามารถเก็บข้อมูลได้ครบเหมือนเดิมหรือไม่ นอกจากนี้ให้สำรวจว่าข้อมูลในตารางจะต้องถูกเข้าถึงด้วยคีย์หลักเพียงคอลัมน์เดียวเท่านั้น และใช้คีย์อ้างอิง(Foreign Key) สำหรับเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

จากตารางจะเห็นว่า ข้อมูลขึ้นอยู่กับคีย์หลักสองตัวคือ Pig ID กับ Document ID

Pig ID*	Sire ID	Dam ID	Birth Date	Weight	Document ID*	Date	Farm ID
567464	123124	2155312	10/04/2010	10	100412	23/05/2010	123
435345	123123	2177123	03/05/2010	7	100503	21/03/2010	456
435321	200232	2127569	21/03/2010	8	100512	13/04/2010	123
117464	111124	2131244	11/04/2010	9.5	100412	23/05/2010	123
325345	123198	2123123	08/05/2010	7.4	100503	21/03/2010	456
435422	211232	2132569	15/03/2010	8	100512	13/04/2010	123

เมื่อผ่านการ Normalize ระดับที่ สอง จะกลายสองตารางเป็นดังนี้

Pig ID*	Sire ID	Dam ID	Birth Date	Weight
567464	123124	2155312	10/04/2010	10
435345	123123	2177123	03/05/2010	7
435321	200232	2127569	21/03/2010	8
117464	111124	2131244	11/04/2010	9.5
325345	123198	2123123	08/05/2010	7.4
435422	211232	2132569	15/03/2010	8

ตาราง 2.2

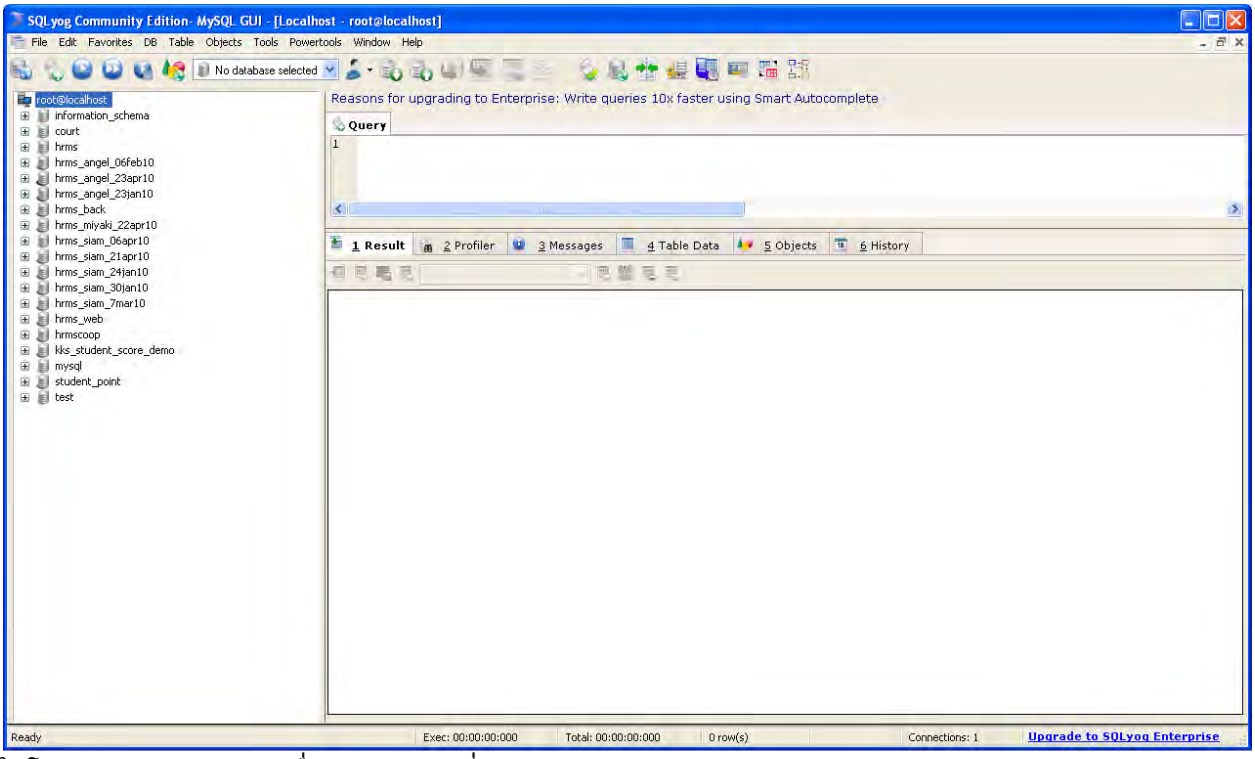
Document ID*	Date	Source Farm ID
100412	23/05/2010	123
100503	21/03/2010	456
100512	13/04/2010	123
100412	23/05/2010	123
100503	21/03/2010	456
100512	13/04/2010	123

2.3 จากตาราง 2.2 เมื่อตัดข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ออก ซึ่งเป็นการ Normalize ระดับ 3

Document ID*	Date	Source Farm ID
100412	23/05/2010	123
100503	21/03/2010	456
100512	13/04/2010	123

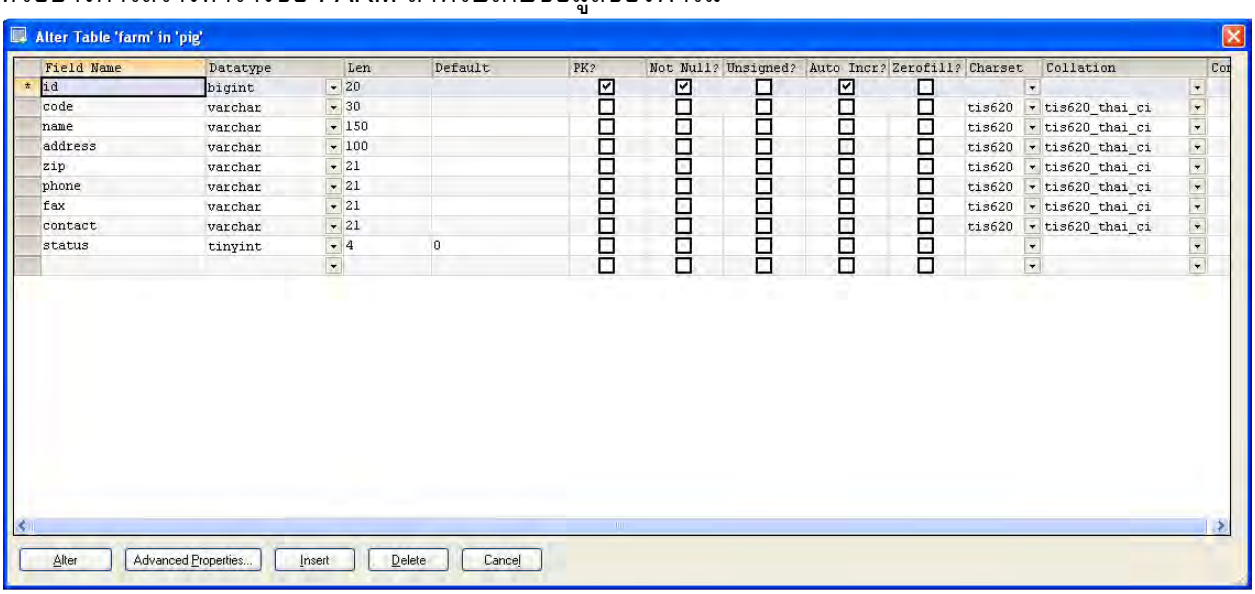
นำฐานข้อมูลไปเก็บไว้ใน MYSQL Database Sever

โดยใช้เครื่องมือในการติดต่อกับ MYSQL Server โดยใช้ SQLYog

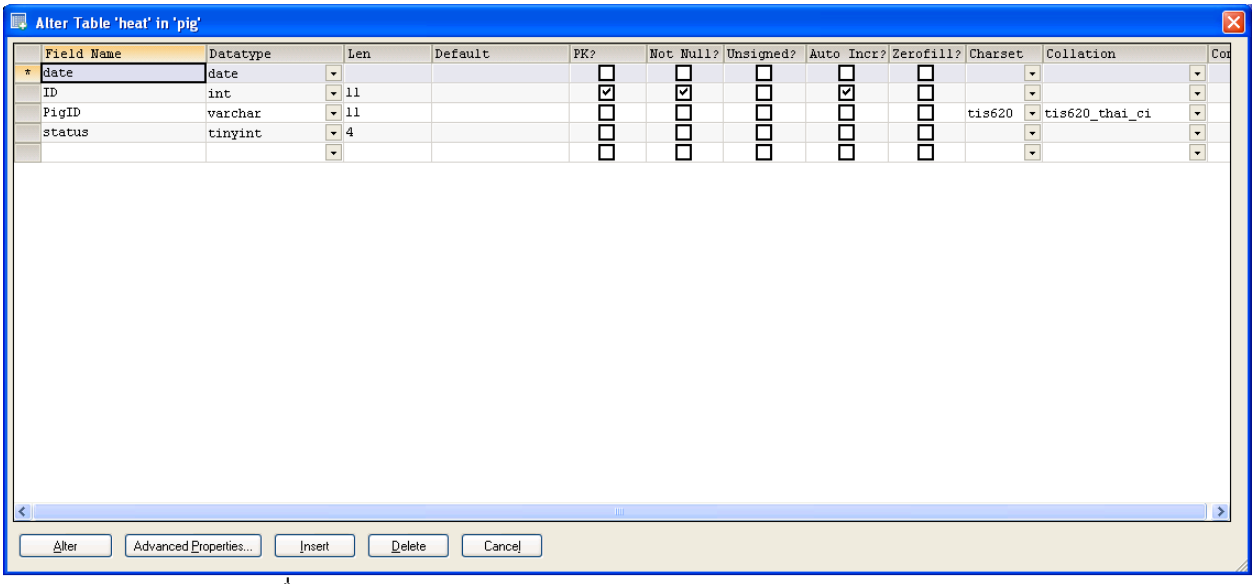


ใช้โปรแกรม SQLYOG เพื่อสร้างตารางที่ Normalize เสร็จแล้ว บน MYSQL Server ดังรูป

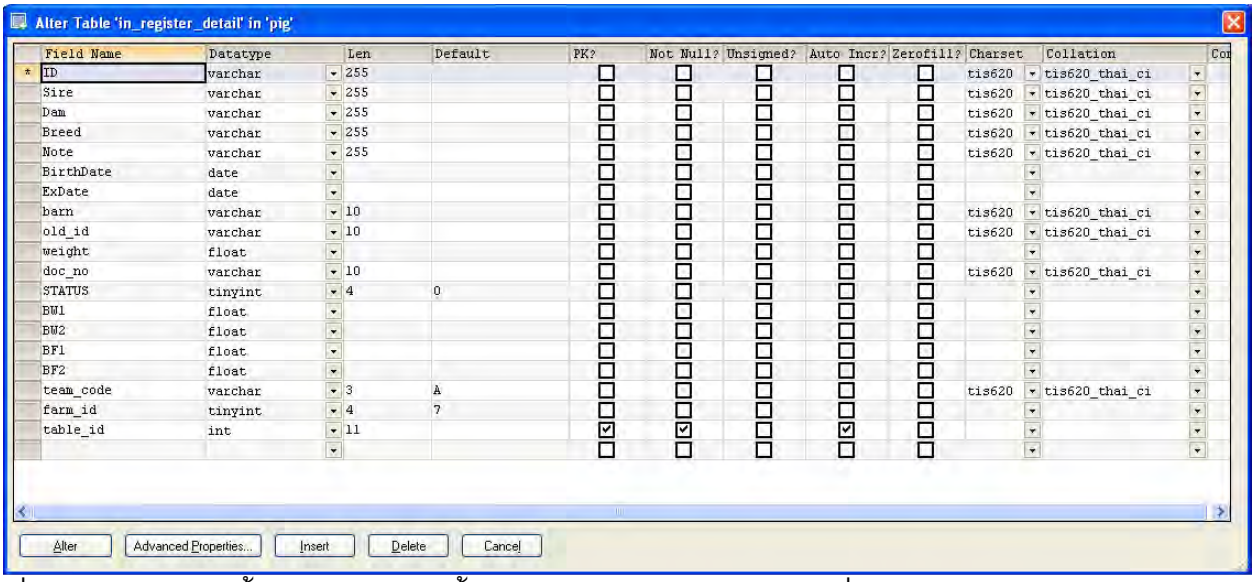
ตัวอย่างการสร้างตารางชื่อ FARM สำหรับเก็บข้อมูลของฟาร์ม



ตัวอย่างการสร้างตารางชื่อ Heat สำหรับเก็บข้อมูลการเป็นสัด



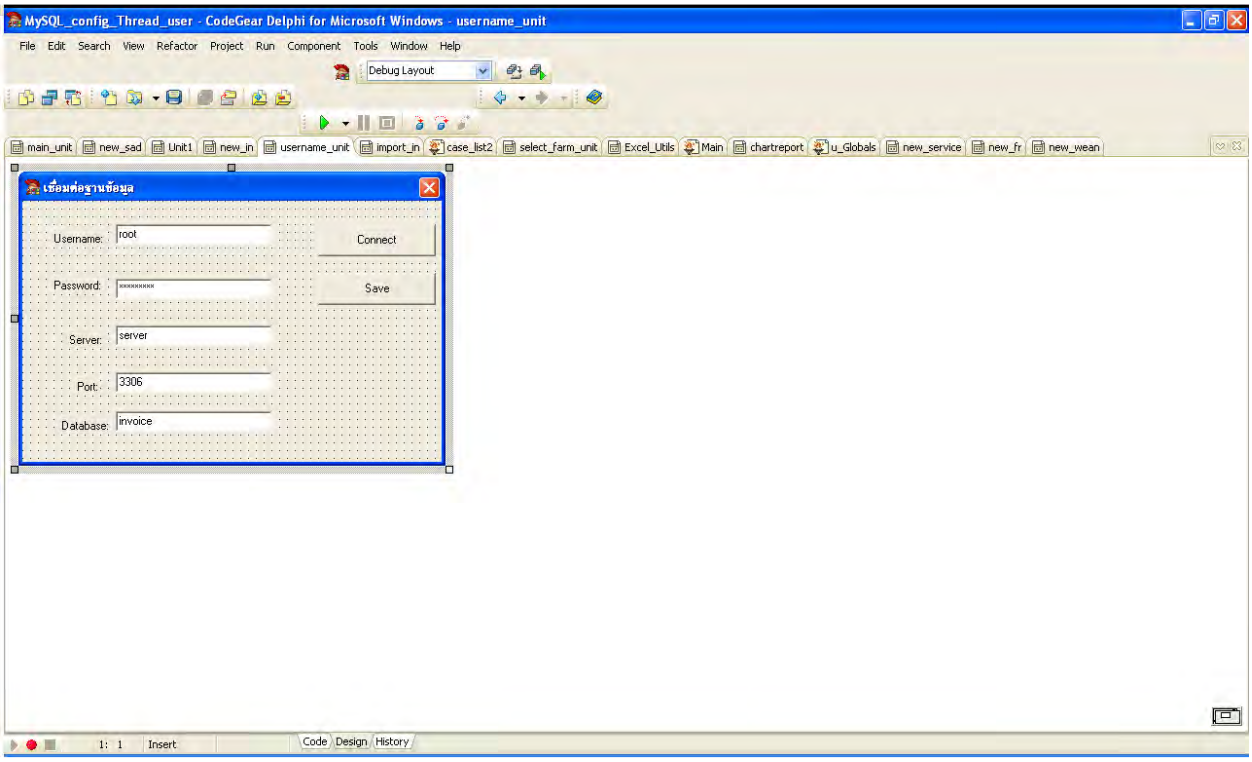
ตัวอย่างการสร้างตารางชื่อ in_register_detail สำหรับเก็บข้อมูลการรับเข้า



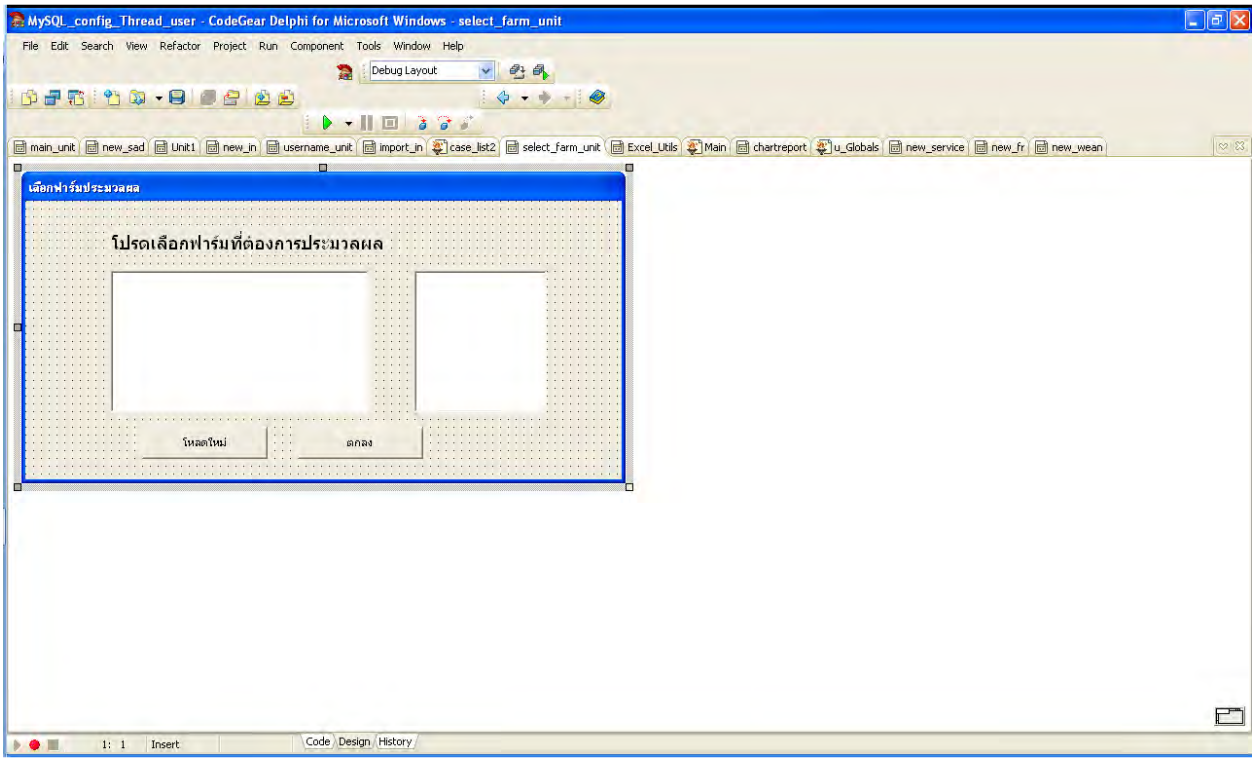
เมื่อสร้างตารางครบทั้ง 21 ตารางแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้าง ฟอร์มเพื่อเป็นตัวกลางในการติดต่อกับผู้ใช้และ Database Server

ฟอร์มสำหรับเชื่อมต่อ

ฟอร์มสำหรับติดต่อกับฐานข้อมูล



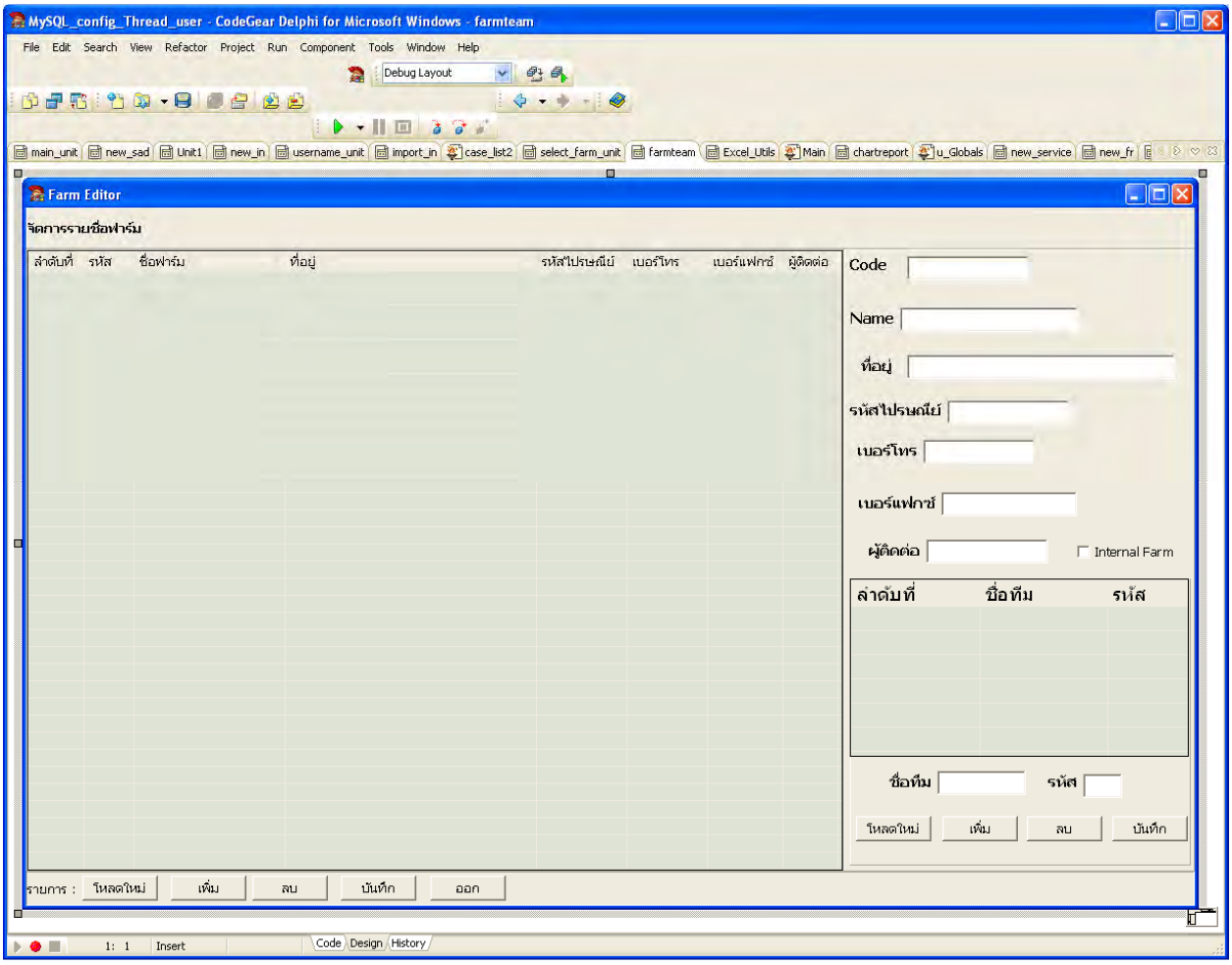
ฟอร์มสำหรับเลือกฟาร์มประมวลผล



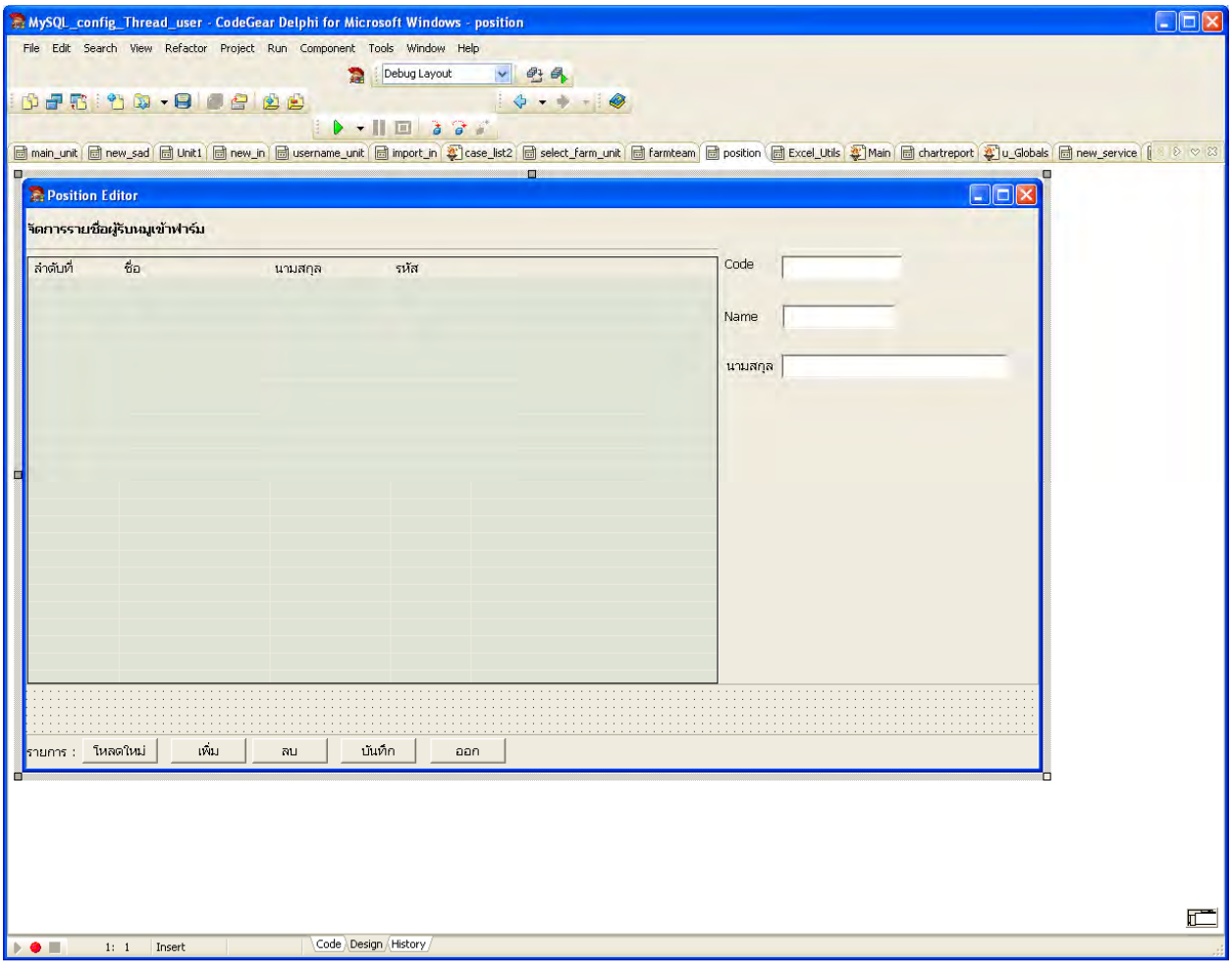
ฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลเบื้องต้น

โดยจะมีฟอร์ม ดังนี้

ฟอร์มบันทึกชื่อฟาร์ม

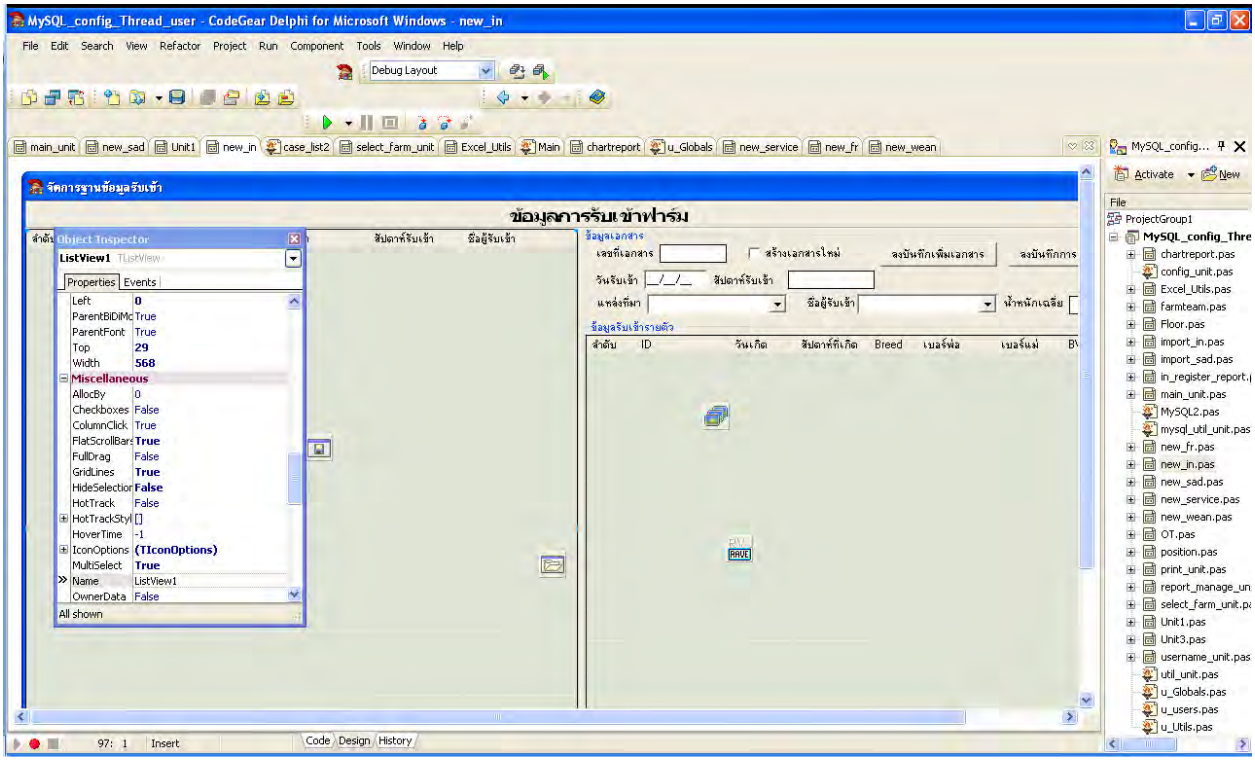


ฟอร์มสำหรับบันทึกรายชื่อพนักงาน

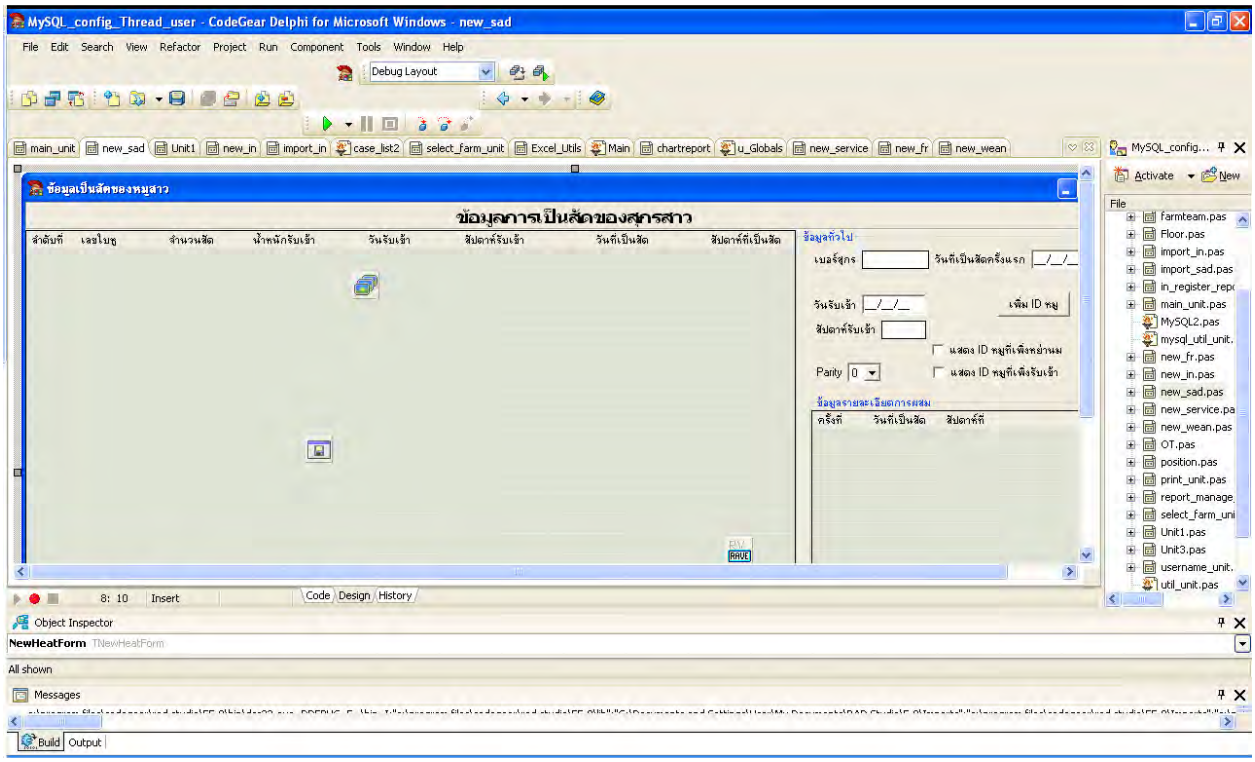


ฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลที่ใช้ประมวลผล

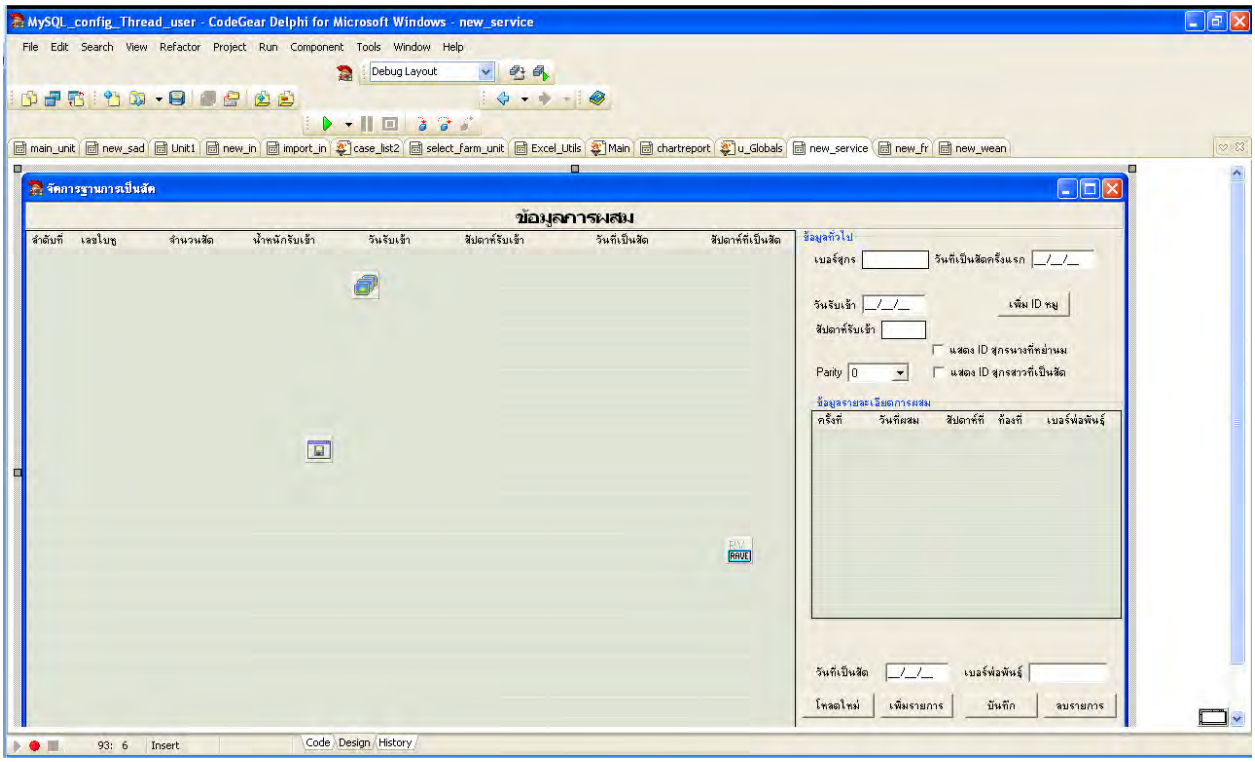
ฟอร์มบันทึกการรับเข้า



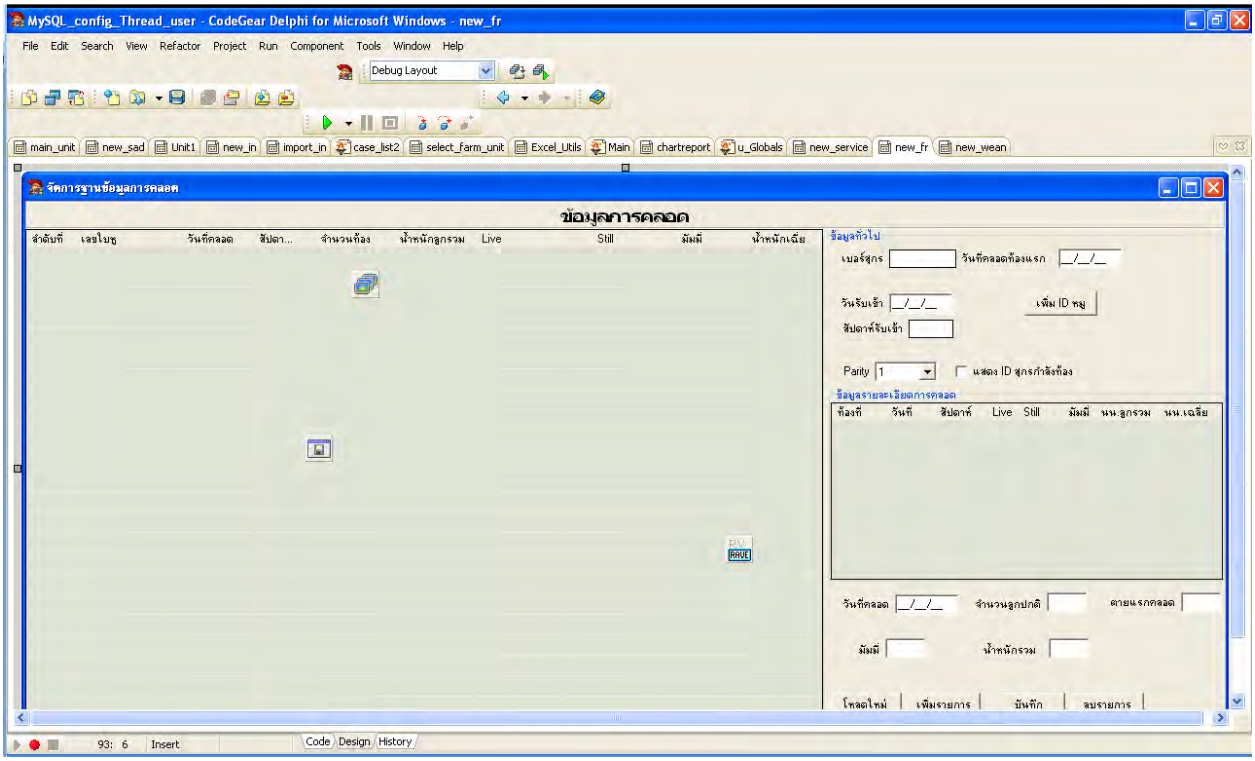
ฟอร์มบันทึกการเป็นสัด



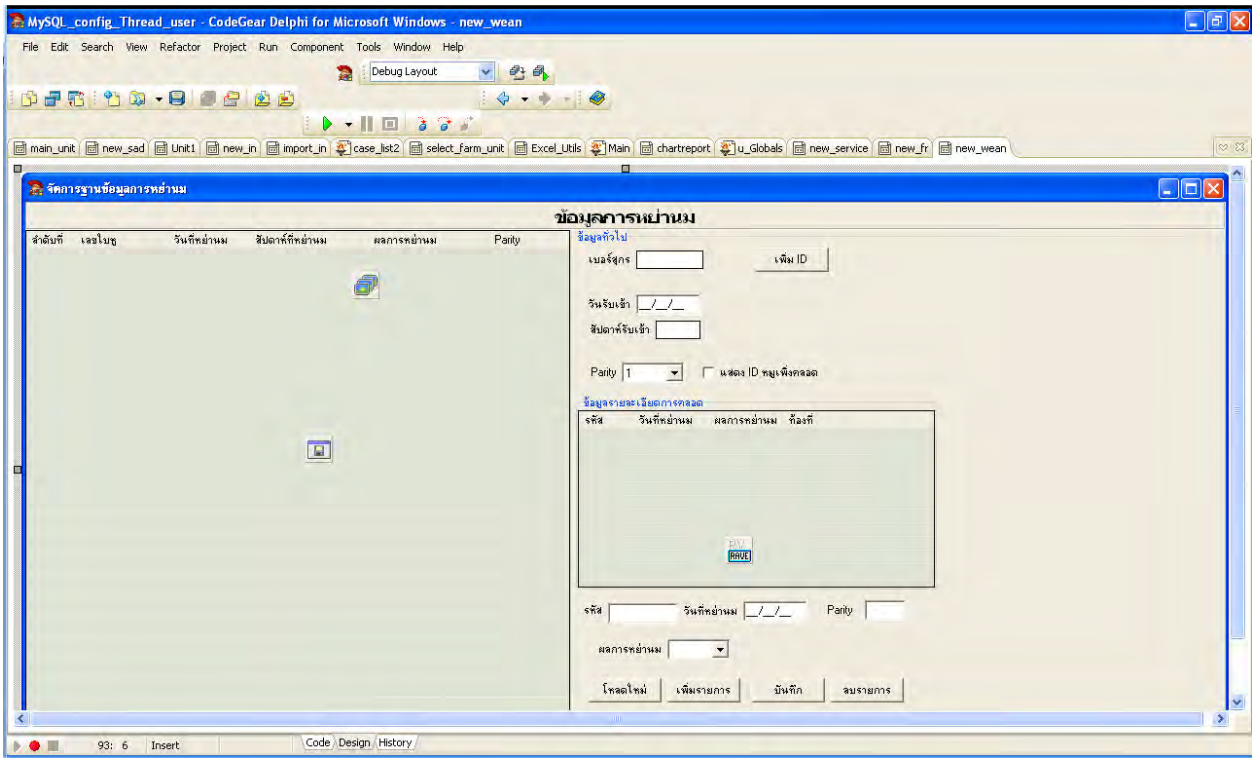
ฟอร์มบันทึกการผสม



ฟอร์มบันทึกการคลอด



ฟอร์มบันทึกการอย่านม



ข้อมูลสุกรสาวทดแทน

สามารถคัดเลือกฟาร์มสุกรเพื่อเป็นรูปแบบในการศึกษาได้ 5 ฟาร์ม โดยเป็นฟาร์มสุกรพ่อแม่พันธุ์ขนาด 1,700 แม่ (ฟาร์ม A) 3,500 แม่ (ฟาร์ม B) และ 2,700 แม่ (ฟาร์ม C) 4,000 (ฟาร์ม D) และ 1,200 แม่ (ฟาร์ม E) ฟาร์มทดลองทุกฟาร์มทำการจดบันทึกการจัดการสุกรสาวและสุกรสาวที่นำขึ้นทดแทนมีการบันทึกประวัติครบถ้วนตามข้อเสนอแนะของคณะผู้วิจัย และในทุกๆฟาร์มมีระบบการบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาแล้วอย่างน้อย 2 ปี ปัจจุบันโครงการสามารถรวบรวมจำนวนสุกรสาวทดแทนได้ 10,392 ตัว และ ได้ใช้เป็นโมเดลในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลข้อมูลเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ จำนวนสุกรสาวที่แสดงการเป็นสัด อายุที่เป็นสัดครั้งแรก อัตราการเจริญเติบโต (ADG) ในฟาร์ม A, B, C, D และ E แสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนสุกรสาวที่แสดงการเป็นสัด อายุที่เป็นสัดครั้งแรก อัตราการเจริญเติบโต (ADG) ในฟาร์มที่ทำวิจัย ฟาร์ม A, B, C, D และ E

พารามิเตอร์	ฟาร์ม				
	A	B	C	D	E
จำนวน	2,187	2,268	2,072	2,334	1,531
จำนวนที่เป็นสัด	1,103	1,183	1,691	1,388	956
อายุที่เป็นสัด (วัน)	220±25	190±17	196±18	188±17	241±35
ADG (กรัม/วัน)	546±58	568±44	582±57	610±53	561±47
น้ำหนักตัว (กก)	140±14	137±5	136±12	134±12	118±9
ไขมันสันหลัง (มม)	17.1±3.4	14.3±1.9	18.5±3.6	15.1±3.5	13.1±2.7

การปรับปรุงการจัดการฟาร์ม

ทำการตรวจเยี่ยมฟาร์มในโครงการอย่างต่อเนื่องทุกเดือน เดือนละอย่างน้อย 4 ครั้ง และมีการตรวจสุขภาพสัตว์ในฟาร์ม ร่วมกับการเก็บข้อมูลเพื่อทำวิจัยพร้อมกับการควบคุมการทดแทนสุกรสาวให้ตรงตามแผนที่วางไว้ (รูปที่ 16-33) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในสุกรสาวและสุกรนางในฟาร์มที่ศึกษา และนำเสนอในผลการทดลองส่วนท้าย นอกจากนี้ยังได้รวบรวมข้อมูลสุกรสาวทดแทนเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประมวลผลในฐานข้อมูลที่เขียนขึ้นใหม่ และใช้สำหรับการวิจัยต่อเนื่องต่อไป

ผลการวิเคราะห์สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกร

จากการรวบรวมข้อมูล ได้นำข้อมูลมาทำการประมวลผลและวิเคราะห์ผลกระทบของสิ่งแวดล้อม เช่น ฤดูกาล ต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์สุกรในประเทศไทย ได้ผลการทดลอง ดังนี้

สถิติเชิงพรรณนา

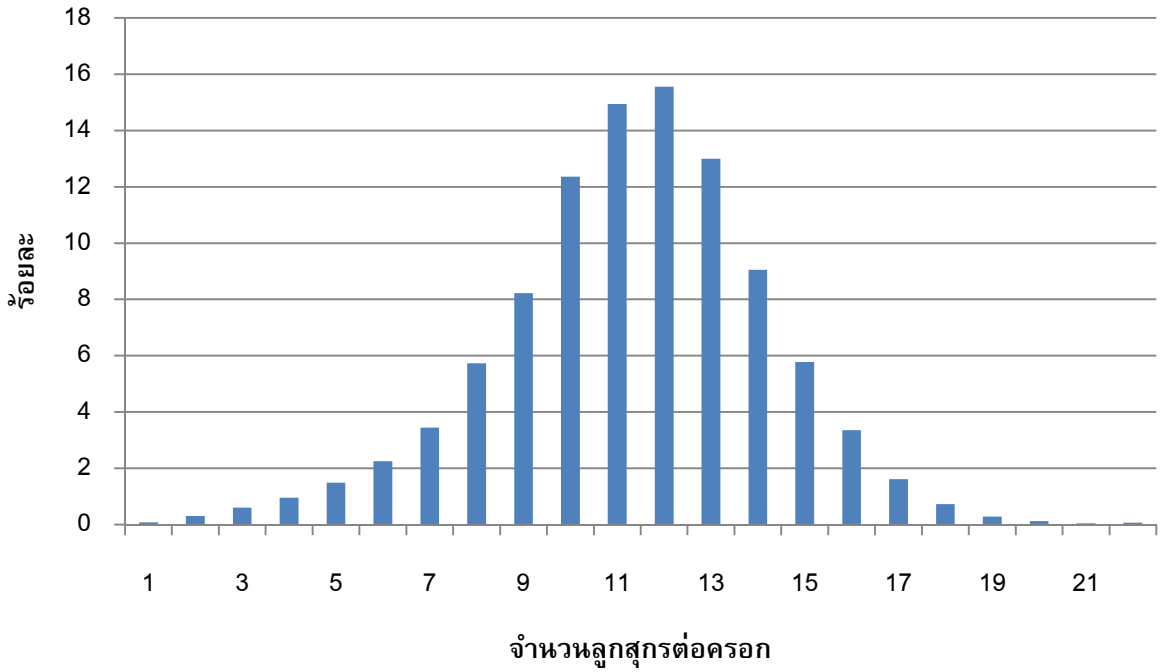
โดยเฉลี่ยสุกรสาวและสุกรนางในฟาร์มที่เลี้ยงในระบบเปิดในในประเทศไทย มี TB 11.3±2.9 BA 1.2±2.9 MF 2.2% SB 7.3% และจำนวนลูกสุกรหย่านม 9.5±1.9 ตัว (ตารางที่ 11) รูปที่ 36 แสดงการแจกแจงความถี่ของ TB พบว่า 25% ของสุกรที่เข้าคลอดมี TB $\geq$ 13 ตัว ในขณะที่ 10% ของสุกรที่เข้าคลอดมี TB $\geq$ 8 ตัว (รูปที่ 36) โดยเฉลี่ย สุกรสาวมี TB 10.7±2.9 ตัว ส่วนแม่สุกรลำดับท้อง 2 3-5 และ $\geq$ 6 มี TB 11.3±2.9 11.7±2.8 และ 11.1±2.9 ตัวตามลำดับ จำนวนของแม่สุกรนาง จำนวนครอก ลำดับท้องเฉลี่ยที่เข้าคลอด TB BA SB MF และจำนวนลูกหย่านมต่อครอกในแต่ละฟาร์มแสดงในตารางที่ 10 เนื่องจากพบค่าของชุดข้อมูลที่ขาดหาย (missing value) ในตัวแปรต้นในแบบจำลองทางสถิติ ข้อมูลจากแม่สุกร 33 ตัว (0.4%) จึงไม่ถูกนำมาคำนวณ การวิเคราะห์ข้อมูลจึงทำที่แม่สุกรทั้งหมด 8,100 ตัว

ตารางที่ 11 สถิติเชิงพรรณา (means±SEM) ของสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกรจากฟาร์มสุกรจำนวน 4 ฟาร์ม ในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2006 ถึง 2008

ตัวแปร	ฟาร์ม			
	A	B	C	D
จำนวนแม่สุกร	2,201	3,327	1,862	743
จำนวนครอก	6,538	10,254	6,234	2,809
ลำดับท้อง	3.4±0.03	3.2±0.02	3.8±0.03	4.0±0.04
จำนวนลูกสุกรทั้งหมดต่อครอก	11.2±0.03	11.2±0.03	11.4±0.04	11.9±0.05
จำนวนลูกสุกรมีชีวิตต่อครอก	10.0±0.03	10.1±0.03	10.3±0.04	11.0±0.05
ลูกตายแรกคลอดต่อครอก (%)	7.8±0.08	7.2±0.11	8.1±0.17	5.3±0.19
มัมมี่ต่อครอก (%)	2.4±0.08	2.6±0.11	1.5±0.09	2.3±0.12
จำนวนลูกหย่านมต่อครอก	9.4±0.03	9.4±0.02	9.6±0.02	9.7±0.04

จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมด (TB) และจำนวนลูกสุกรมีชีวิต (BA) ต่อครอก

ปัจจัยที่มีผลต่อ TB และ BA แสดงในตารางที่ 12 และ 13 ผลการศึกษาพบว่า ฟาร์ม ปี ฤดูกาล และ ลำดับท้อง มีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญต่อทั้ง TB และ BA (ตารางที่ 12) โดยเฉลี่ย TB (lease-squared means) ผันแปรอยู่ระหว่าง 11.0-11.8 และ BA ผันแปรอยู่ระหว่าง 9.0-10.9 ตัวต่อครอก ในระหว่างแต่ละฟาร์ม (P<0.05) ฟาร์ม C และ D พบจำนวน TB และ BA มากกว่าในฟาร์ม A และ B (P<0.05) โดยเฉลี่ย แม่สุกรในลำดับท้องแรกจะมี TB และ BA น้อยกว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 2 และ 3-5 (P<0.001) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแม่สุกรในลำดับท้อง $\geq$ 6 (P=0.4) โดยเฉลี่ยพบว่า แม่สุกรในลำดับท้องที่ 3-5 มี TB และ BA สูงกว่าแม่สุกรในลำดับท้องแรกอยู่ 1.0 และ 1.0 ตัว/ครอก (P<0.001) ตามลำดับ



รูปที่ 36 ตารางแจกแจงความถี่จำนวนลูกสุกรต่อครอก (n=25,835 ครอก)

ตารางที่ 12 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรแกคลอดทั้งหมดต่อครอก (TB) จำนวนลูกสุกรมีชีวิตต่อครอก (BA) สัดส่วนของลูกสุกรตายแรกคลอดต่อครอก (SB) และสัดส่วนของมัมมี่ต่อครอก (MF)

ปัจจัย	TB	BA	MF	SB
ฟาร์ม	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ฤดูกาล	<0.001	<0.001	0.68	<0.001
ปี	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ลำดับท้อง	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ลำดับท้อง*ฤดูกาล	0.001	<0.001	0.03	0.54
ปี*ฤดูกาล	<0.001	<0.001	<0.001	0.09
ฟาร์ม*ฤดูกาล	<0.001	0.003	0.05	<0.001

โดยเฉลี่ย แม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูร้อนมี TB และ BA ที่สูงกว่าแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูฝน (P<0.001) และฤดูหนาว (P<0.001) ผลของฤดูกาลต่อ TB ตามลำดับท้องแสดงในตารางที่ 13 ความแตกต่างของ TB ระหว่างฤดูพบว่ามีผลในแม่สุกรสาวมากกว่าในแม่สุกรนาง (ตารางที่ 12) โดยเฉลี่ย แม่สุกรในลำดับท้องแรกที่คลอดในช่วงฤดูร้อนมี TB มากกว่าแม่สุกรสาวที่คลอดในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาวอยู่ 0.7 และ 0.5 ตัว (P<0.001) ตามลำดับ ในทางตรงข้าม แม่สุกรนางในลำดับท้องที่ 3-5 ที่คลอดในช่วงฤดูร้อนมีจำนวนลูกสุกรมากกว่าแม่สุกรนางที่คลอดในฤดูฝน และฤดูหนาว 0.3 และ 0.2 ตัว (P<0.05) ตามลำดับ (ตารางที่ 13) อิทธิพลของฤดูกาลต่อ TB และ BA นั้นพบในทุกฟาร์มที่ทำการศึกษา (รูปที่ 37) อย่างไรก็ดี ความรุนแรงจากอิทธิพลของฤดูกาลมีความแตกต่างกันไปในแต่ละ

ฟาร์ม กล่าวคือ ความแตกต่างของ TB ในช่วงฤดูร้อน และฤดูหนาวในฟาร์ม C อยู่ที่ 0.3 ตัว/ ครอก ในขณะที่ในฟาร์ม B พบ 0.7 ตัว/ครอก (รูปที่ 37)

ตารางที่ 13 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอก (TB) และจำนวนลูกมีชีวิตต่อครอก (BA) ตามลำดับท้อง

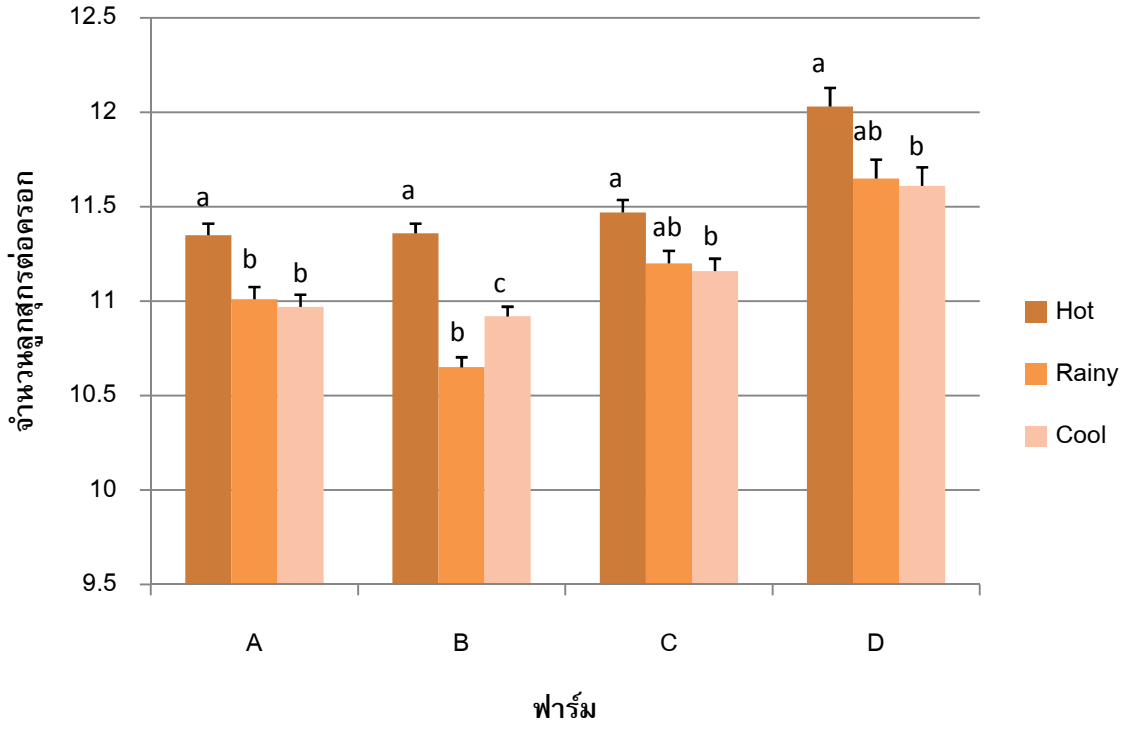
	จำนวนลูกสุกรทั้งหมดต่อครอก				จำนวนลูกสุกรมีชีวิตต่อครอก			
ลำดับท้อง	1	2	3-5	6-12	1	2	3-5	6-12
ฟาร์ม	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ฤดูกาล	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.04
ปี	0.06	<0.001	<0.001	<0.001	0.07	<0.001	<0.001	<0.001
ปี*ฤดูกาล	<0.001	0.01	0.13	<0.001	0.006	0.004	0.02	<0.001
ฟาร์ม*ฤดูกาล	0.28	0.51	0.56	<0.001	0.003	0.36	0.89	<0.001

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ TB และ BA ในแม่สุกรสาวนั้นรวมไปถึง ฟาร์ม ฤดูกาล และความสัมพันธ์ระหว่างปี กับฤดูกาล (P<0.001) สำหรับในแม่สุกรสาว ความสัมพันธ์ระหว่างฟาร์ม และฤดูกาลมีอิทธิพลต่อ BA อย่างมีนัยสำคัญ (P=0.003) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ TB (P=0.28) โดย TB ในแม่สุกรสาวผันแปรอยู่ระหว่าง 10.7-11.6 ตัว/ครอกในช่วงฤดูร้อน และผันแปรอยู่ระหว่าง 9.8-10.8 ตัวต่อครอกในช่วงฤดูฝน BA ในแม่สุกรสาวมีจำนวนสูงสุดในช่วงฤดูร้อนในทุกฟาร์ม แต่ต่ำสุดในช่วงฤดูฝนใน 3 ฟาร์ม และต่ำสุดในช่วงฤดูหนาว 1 ฟาร์ม BA ในแม่สุกรสาวผันแปรอยู่ระหว่าง 9.7-10.7 ตัว/ครอก ในช่วงฤดูร้อน และ8.8-9.6ตัว/ครอก ในช่วงฤดูฝน

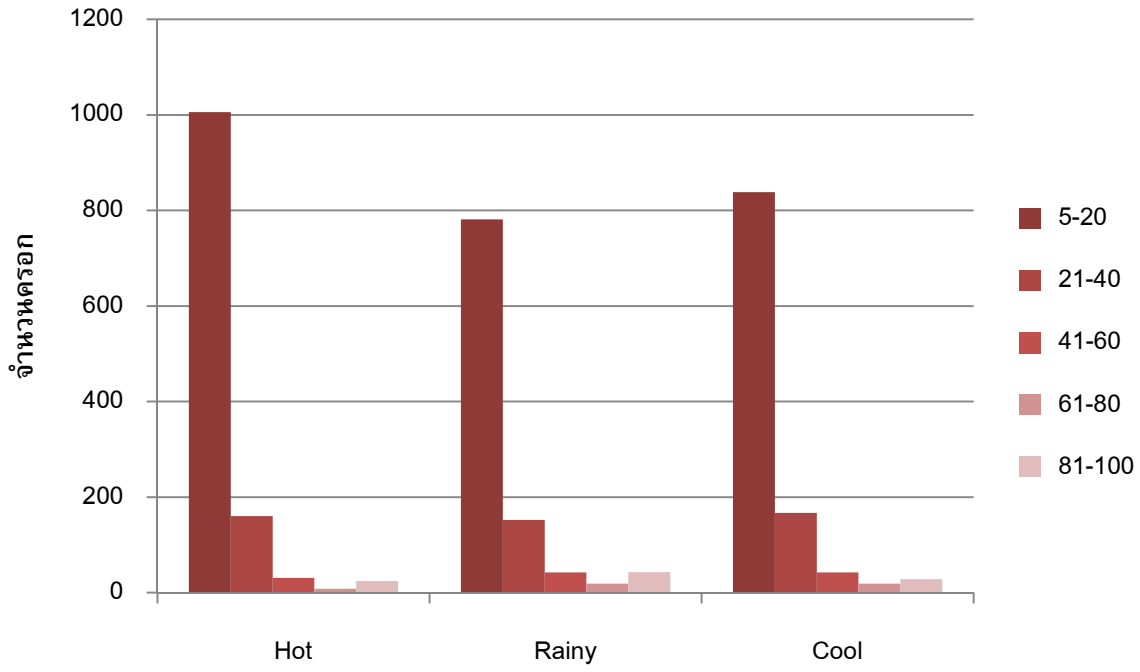
สัดส่วนของมัมมี่ (MF) และลูกสุกรตายแรกคลอด (SB) ต่อครอก

ปัจจัยที่มีผลต่อ MF และ SB แสดงในตารางที่ 11 ผลการศึกษาพบว่า MF ผันแปรอยู่ระหว่าง 1.6%-2.7% และ SB ผันแปรอยู่ระหว่าง 5.1%-8.2% ในระหว่างฟาร์ม (P<0.001) ในระหว่างปี MF ผันแปรอยู่ระหว่าง 2.0%-2.6% และ SB ผันแปรอยู่ระหว่าง 6.8%-7.5% (P<0.001)

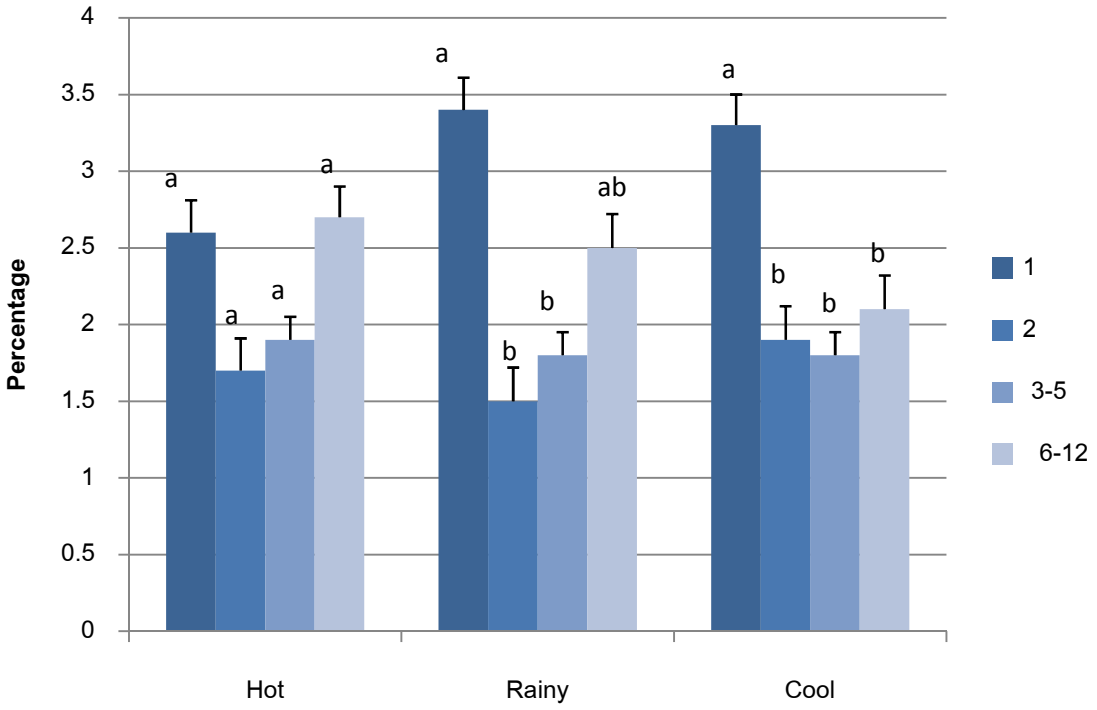
โดยเฉลี่ย แม่สุกรสาวมีจำนวน MF สูงกว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 2 3-5 และ $\geq$ 6 (3.1% เทียบกับ 1.7, 1.8 และ 2.4% ตามลำดับ) (P<0.001) ตารางแจกแจงความถี่ MF (สำหรับครอกที่มี MF อย่างน้อย 1 ตัว) แสดงในรูปที่ 94 สำหรับสุกรตัวเมียในทุกลำดับท้อง มีเพียง 2.3% ที่มีจำนวน MF 91-100% ในสุกรสาวพบ 5% ที่มี MF 91-100% ในครอก สัดส่วนของครอกที่มี MF ต่ำกว่า 20% มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนมากกว่าในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว (รูปที่ 38)



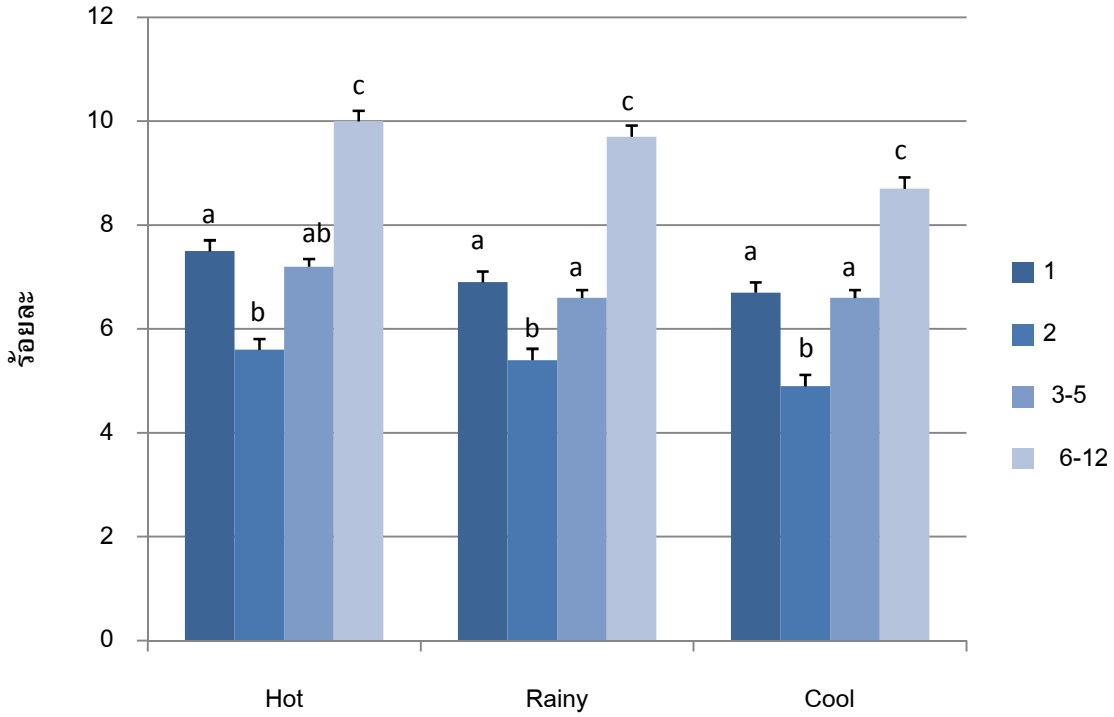
รูปที่ 37 ความผันแปรของฤดูกาลต่อจำนวนลูกสุกร (least-square means±SEM) ตามฟาร์ม, [abc] different superscripts within herd differed significantly (P<0.05)



รูปที่ 38 การแจกแจงความถี่ของสัดส่วนของมัมมี่ต่อครอกจำแนกตามฤดูกาล



รูปที่ 39 ความผันแปรของฤดูกาลต่อสัดส่วนของ mummified fetuses ต่อครอก (%) ตามลำดับท้อง (1 2 3-5 และ 6-12), [ab] different superscripts within season differed significantly (P<0.05)



รูปที่ 40 ความผันแปรของฤดูกาลต่อสัดส่วนของ stillborn ต่อครอก (%) ตามลำดับท้อง (1 2 3-5 และ 6-12) [ab] different superscripts within season differed significantly (P<0.05)

อิทธิพลของฤดูกาลต่อ MF แสดงในรูปที่ 95 ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูการกับฟาร์ม ฤดูกาลกับปี และฤดูกาลกับลำดับท้องมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อ MF (ตารางที่ 12) ซึ่งบ่งชี้ว่าผลของฤดูกาลต่อ MF มีความผันแปรขึ้นอยู่กับฟาร์ม ปี และลำดับท้อง ตัวอย่างเช่น ในแม่สุกรสาวที่คลอดในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวพบว่ามี MF มากกว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 2, 3-5 (P<0.05) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างของ MF ในแต่ละลำดับท้องในแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูร้อน (P>0.05) (รูปที่ 39)

โดยเฉลี่ย แม่สุกรในลำดับท้อง $\geq$ 6 พบ SB สูงกว่าแม่สุกรในลำดับท้องที่ 1 2 และ 3-5 (9.5% เทียบกับ 7.1%, 3.5% และ 6.8% ตามลำดับ) (P<0.001) อิทธิพลจากฤดูกาลต่อ SB แสดงในรูปที่ 40 โดยเฉลี่ย SB ในแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูร้อน ฝน และหนาว อยู่ที่ 7.6% 7.2% และ 6.7% ตามลำดับ แม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูร้อนพบว่ามี SB สูงกว่าแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูหนาว (P<0.001) อย่างไรก็ดี ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับฟาร์มมีอิทธิพลต่อ SB (P<0.001) นั่นคือ อิทธิพลจากฤดูกาลต่อจำนวน SB แตกต่างกันไปในแต่ละฟาร์ม โดยเฉลี่ย SB ในฟาร์ม A, B, C และ D อยู่ที่ 7.8%, 7.5%, 8.2% และ 5.2% ตามลำดับ ความแตกต่างของ SB ระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อนในฟาร์ม A B C และ D อยู่ที่ 0.3% (P=0.9) 0.4% (P=0.9) 1.8% (P<0.001) และ 1.0% (P=0.8) ตามลำดับ อิทธิพลของฤดูกาลต่อ SB มีความคล้ายคลึงกันในแต่ละลำดับท้อง (P=0.5) ในทุกลำดับท้อง การเข้าคลอดในช่วงฤดูร้อนพบ SB จำนวนสูงที่สุด ในขณะที่การเข้าคลอดในช่วงฤดูหนาวพบ SB ต่ำที่สุด ความแตกต่างของ SB ระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวอยู่ที่ 0.8% (P=0.5) 0.6% (P=0.9) 0.6% (P=0.6) และ 1.4% (P=0.04) สำหรับลำดับท้องที่ 1 2 3-5 และ 6-12 ตามลำดับ อิทธิผลของฤดูกาลต่อ SB มีความคล้ายคลึงกันในแต่ละปี กล่าวคือ SB สูงสุดในช่วงฤดูร้อนและต่ำสุดในช่วงฤดูหนาวของทุกปีในช่วง 3 ปี พบสัดส่วนของ SB ผันแปรอยู่ระหว่าง 6.7-6.8% (P=0.9) 7.1-8.1% (P=0.03) และ 6.6-7.6% (P=0.02) ในแม่สุกรที่คลอดในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน ตามลำดับ

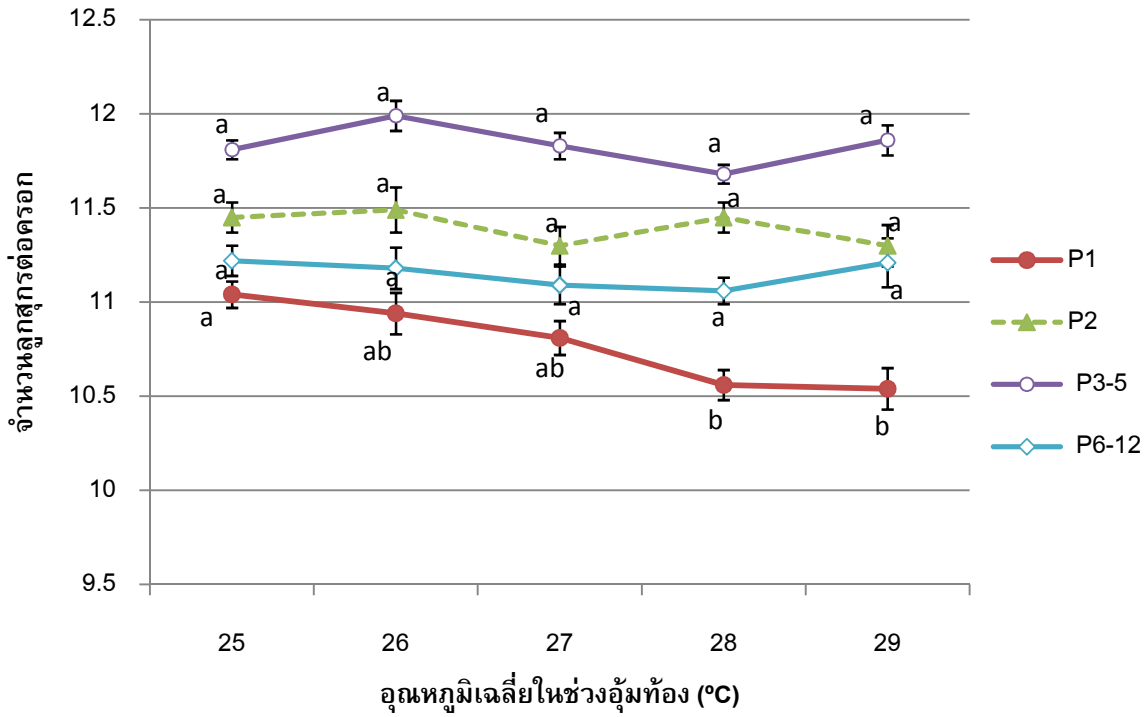
ตารางที่ 14 จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอก (least-squares means±SEM) จำแนกตามฤดูกาลที่เข้าคลอด

ลำดับท้อง	จำนวน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	รวม
1	5,325	11.2±0.07^{a}	10.5±0.07^{b}	10.7±0.06^{b}	10.8±0.04^{A}
2	4,807	11.7±0.07^{a}	11.3±0.07^{b}	11.2±0.07^{b}	11.4±0.04^{B}
3-5	10,941	12.0±0.04^{a}	11.7±0.04^{b}	11.8±0.04^{b}	11.8±0.03^{C}
6-12	4,762	11.3±0.06^{a}	11.0±0.07^{b}	11.0±0.07^{b}	11.1±0.04^{D}
รวม	25,835	11.6±0.03^{a}	11.1±0.03^{b}	11.2±0.03^{b}	11.3±2.8^{1}

^{a,b,c} Different superscripts within rows differ significantly (P<0.05); ^{A,B,C,D} Different superscripts within columns differ significantly (P<0.05); ^{1} Means±SD

ผลของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ temperature-humidity index

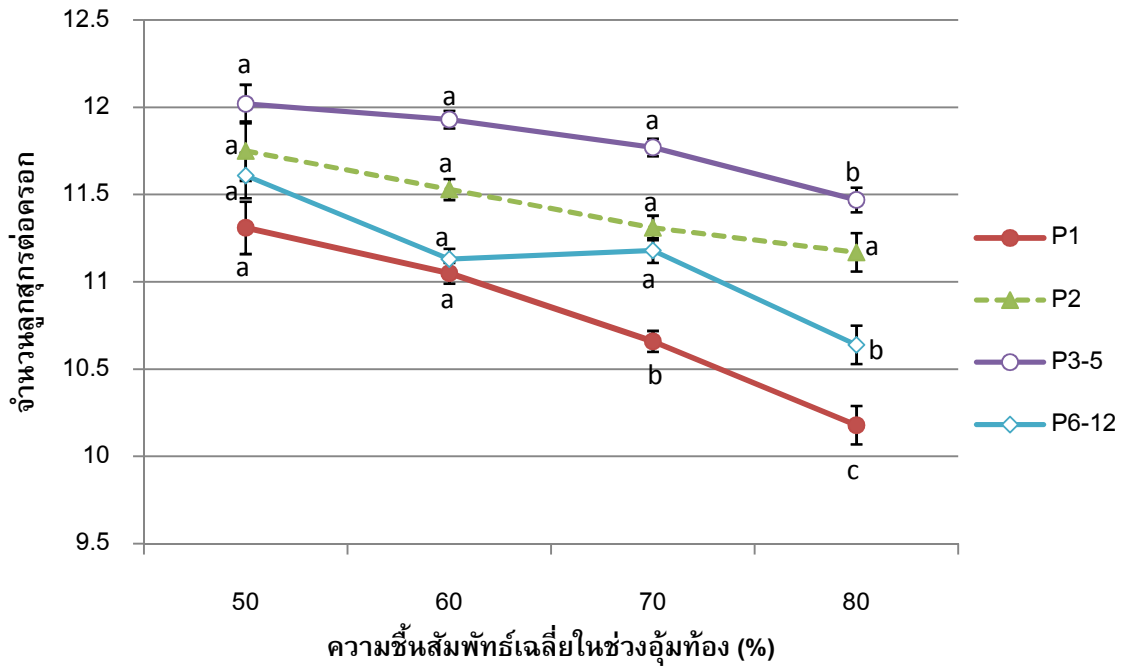
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างช่วงอุ้มท้องมีผลต่อ TB (P=0.001) BA (P<0.001) และ MF (P=0.03) แต่ไม่มีผลต่อ SB (P=0.4) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับลำดับท้องมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อ TB (P=0.03) BA (P=0.009) และ MF (P=0.03) และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับฟาร์มมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อ TB (P<0.001) BA (P<0.001) MF (P<0.01) และ SB (P<0.001) ในระหว่างลำดับท้อง พบการลดลงของ TB 0.2 ตัว (P=0.03) และ BA 0.2 ตัว (P=0.02) เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 25 เป็น 28 องศาเซลเซียส อิทธิพลของอุณหภูมิต่อ TB BA และ MF แตกต่างกันในระหว่างฟาร์ม และแต่ละลำดับท้อง ในแม่สุกรสาว พบการเพิ่มขึ้นของ MF จาก 2.2% เป็น 4.2% เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 26 เป็น 29 องศาเซลเซียส (P<0.001) ในขณะที่อุณหภูมิระหว่างช่วงอุ้มท้องไม่มีอิทธิพลต่อ MF ในลำดับท้องที่สูงขึ้น (P>0.1) ในฟาร์ม B พบ TB ลดลงจาก 11.3 ตัว/ครอก เป็น 10.4 ตัว/ครอก เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 29 เป็น 29 องศาเซลเซียส (P<0.001) ในขณะที่อุณหภูมิไม่มีอิทธิพลต่อ TB ในฟาร์ม C และ D อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงอุ้มท้องต่อ TB ในแต่ละลำดับท้องได้แสดงไว้ในรูปที่ 41 ซึ่งจากรูปพบว่า อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงอุ้มท้องพบได้เด่นชัดในลำดับท้องแรก



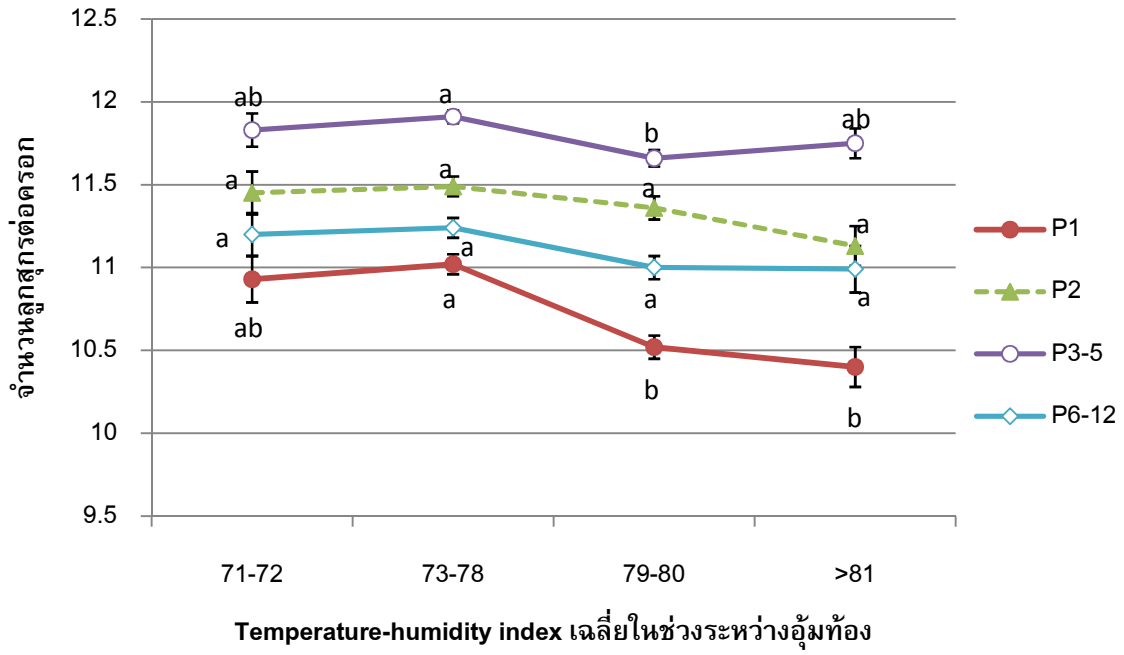
รูปที่ 41 ผลของอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างช่วงอุ้มท้องต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอก (least-square means ± S.E.M.) ตามลำดับท้อง (P1 = ลำดับท้องแรก, P2 = ลำดับท้องที่ 2, P3-5 = ลำดับท้องที่ 3-5, P6-12 = ลำดับท้องที่ 6-12); ^{ab}different superscripts within line differed significantly (P<0.05)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในระหว่างอุ้มท้องมีอิทธิพลต่อ TB (P<0.001) BA (P<0.001) และ SB (P<0.001) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ MM (P=0.3) ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับลำดับท้องมีผลต่อ TB (P=0.003) BA (P=0.005) และ MF (P=0.01) และความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับฟาร์มมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อ TB (P<0.001) BA (P<0.001) และ SB (P=0.04) โดยเฉลี่ย พบการลดลงของ TB 0.8 ตัว และ BA 0.7 ตัว เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่างช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 50% เป็น 80% (P<0.001) อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อ TB, BA และ MF แตกต่างกันไปในแต่ละฟาร์ม และ/หรือแต่ละลำดับท้อง MF ในลำดับท้องแรกเพิ่มขึ้นจาก 2.2% เป็น 3.8% เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจาก 60% เป็น 70% (P=0.002) แต่ไม่พบในลำดับท้องอื่น ๆ (P>0.05) ในระหว่างฟาร์ม เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 50% เป็น 80% พบการลดลงของ TB 0.5 1.6 0.8 และ 0.3 ตัว ในฟาร์ม A B C และ D ตามลำดับ อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างช่วงอุ้มท้องต่อ TB ในแต่ละลำดับท้อง ได้แสดงในรูปที่ 42 ซึ่งจากรูป จะเห็นได้ว่าอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์มีความชัดเจนในลำดับท้องแรกมากกว่าในลำดับท้องที่ 2 3-5 และ 6-12

ค่าเฉลี่ย THI ในระหว่างช่วงอุ้มท้องมีอิทธิพลต่อ TB (P<0.001) และ BA (P<0.001) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ SB (P=0.19) และ MF (P=0.06) ความสัมพันธ์ระหว่าง THI กับลำดับท้องมีอิทธิพลต่อ TB (P=0.05) และ BA (P=0.02) และความสัมพันธ์ระหว่าง THI กับฟาร์มมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อ TB (P<0.001) BA (P<0.001) และ SB (P<0.001) ในระหว่างลำดับท้อง พบ TB ลดลง 0.3 ตัว (P=0.01) เมื่อ THI เฉลี่ยในช่วงระหว่างอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 71-72 เป็น $\geq$ 81 อิทธิพลของ THI ต่อ TB BA และ SB แตกต่างกันในแต่ละฟาร์ม และ/หรือแต่ละลำดับท้อง ในระหว่างฟาร์ม เมื่อ THI ในระหว่างช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นจาก 71-72 เป็น $\geq$ 81พบการลดลงของ TB 0.4 ตัว (P<0.001) ในฟาร์ม A และ 0.9 ตัวในฟาร์ม B ส่วนในฟาร์ม C และ D ไม่พบอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญของ THI ต่อ TB (P>0.05) อิทธิพลของ THI ในช่วงระหว่างอุ้มท้องต่อ TB ในแต่ละลำดับท้อง แสดงในรูปที่ 99 ซึ่งเห็นได้ชัดว่าอิทธิพลของ THI มีความชัดเจนในลำดับท้องแรกมากกว่าลำดับท้องที่ 2 3-5 และ 6-12



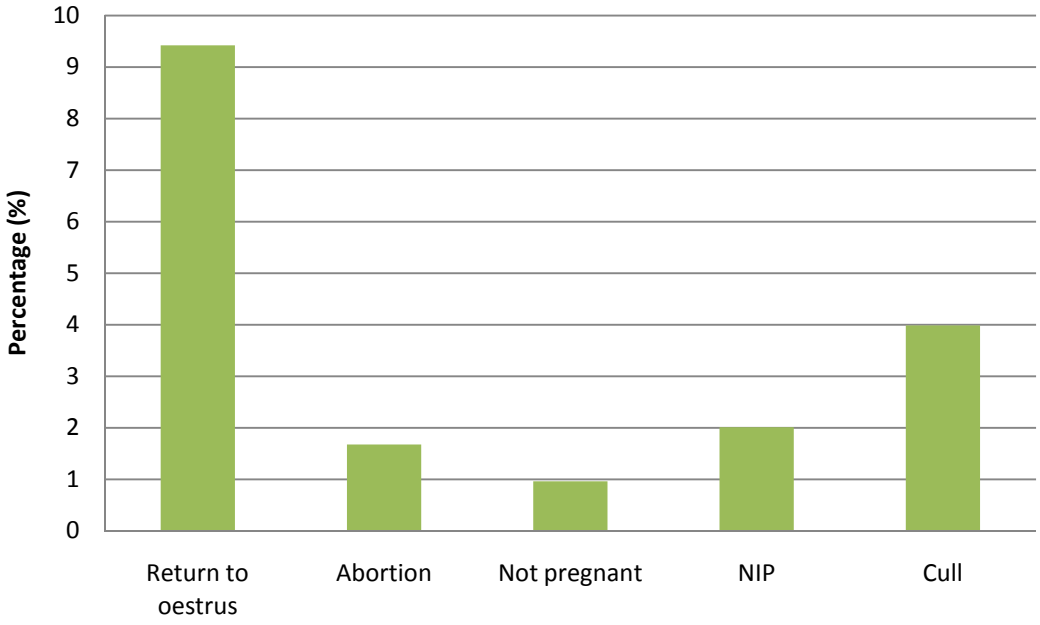
รูปที่ 42 ผลของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในระหว่างช่วงอุ้มท้องต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอก (least-square means ± S.E.M.) ตามลำดับท้อง (P1 = ลำดับท้องแรก, P2 = ลำดับท้องที่ 2, P3-5 = ลำดับท้องที่ 3-5, P6-12 = ลำดับท้องที่ 6-12); ^{ab}different superscripts within line differed significantly (P<0.05)



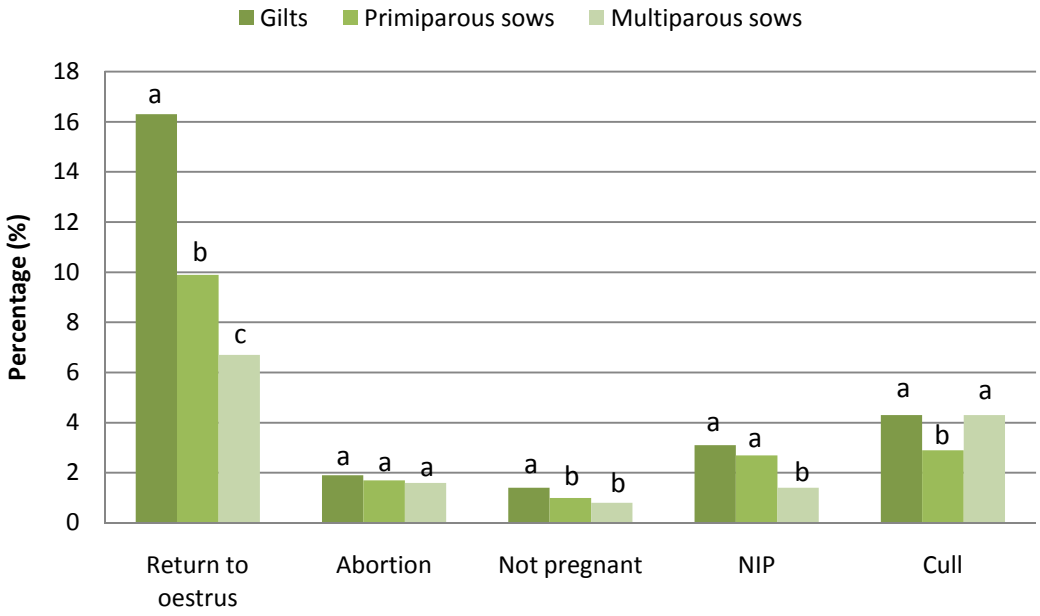
รูปที่ 43 ผลของ temperature-humidity index เฉลี่ยในช่วงระหว่างอุ้มท้องต่อจำนวนลูกสุกรแรกคลอด (least-square means ± S.E.M.) ตามลำดับท้อง (P1 = ลำดับท้องแรก, P2 = ลำดับท้องที่ 2, P3-5 = ลำดับท้องที่ 3-5, P6-12 = ลำดับท้องที่ 6-12); ^{ab}different superscripts within line differed significantly (P<0.05)

อัตราเข้าคลอด

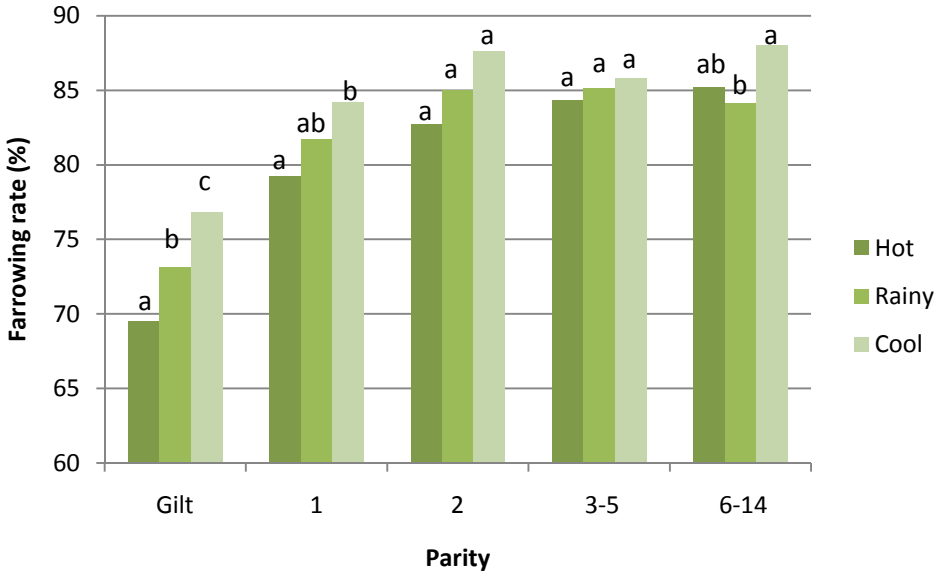
ผลการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวข้องกับ อัตราการผสมติด อัตราการแท้ง และ อัตราเข้าคลอด แสดงในรูปที่ 44-47 (preliminary results)



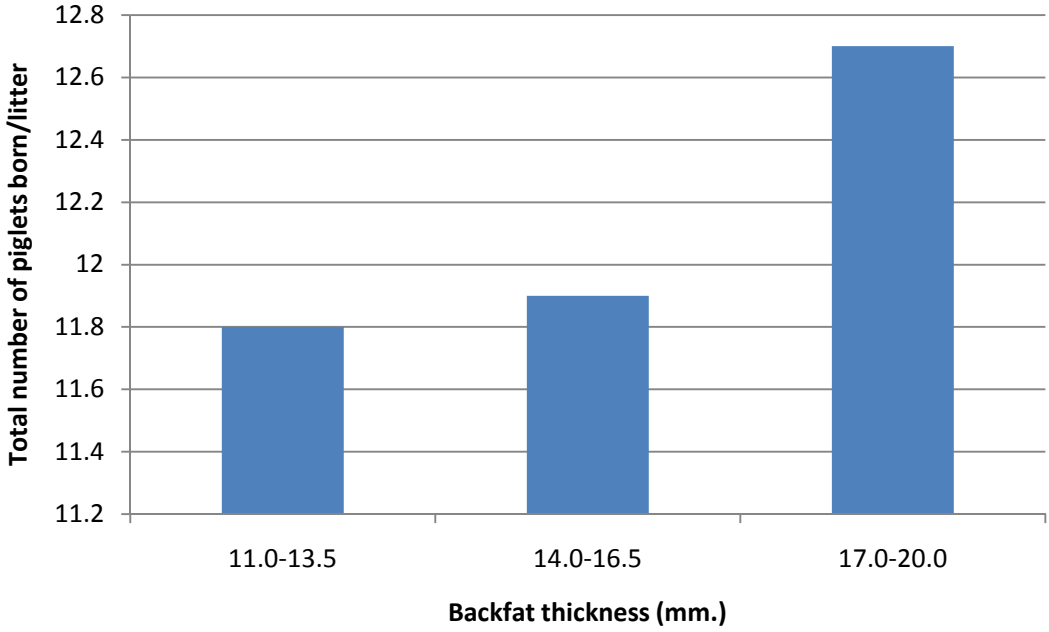
รูปที่ 44 แสดงสาเหตุของความล้มเหลวในการอุ้มท้องของแม่สุกร (n=30,058)



รูปที่ 45 แสดงสาเหตุของความล้มเหลวในการอุ้มท้องของสุกรสาว แม่สุกรท้องแรก และแม่สุกรนาง (n=30,058)



รูปที่ 46 อัตราการผสมติดในสุกรสาว และแม่สุกรในแต่ละลำดับท้อง แบ่งตามฤดูกาลที่สุกรถูกผสม (n=30,058)



รูปที่ 47 ผลของความหนาไขมันสันหลังเมื่อผสมพันธุ์ต่อจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอกในสุกรสาว

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวในประเทศไทย

การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรขึ้นกับ อายุ น้ำหนักตัว และ ปริมาณไขมันในร่างกาย (Karlbom et al., 1982; Le Cozler et al., 1998b, 1999) การศึกษานี้พบว่าสุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่ช่วงอายุระหว่าง 188-241 วัน โดยมีความแปรปรวนระหว่างฟาร์ม ค่อนข้างสูง การศึกษาสุกรสาวพันธุ์เดียวกันในประเทศไทยก่อนหน้านี้ในฟาร์มสุกรแห่งหนึ่งพบว่าสุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 196 วัน (Tummaruk et al., 2007) อย่างไรก็ดี อายุที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในประเทศไทยจะช้ากว่าสุกรสาวพันธุ์เดียวกันในยุโรป (Karlbom et al., 1982; Bidanel et al., 1996) ในการศึกษานี้พบว่าสุกรมีอายุแตกต่างกันมากเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรกในแต่ละฟาร์ม จากข้อมูลด้านพันธุกรรม ความแตกต่างอย่างมากของอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาวบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาลักษณะเฉพาะของกลุ่มประชากรสุกรสาวในแต่ละฝูง อย่างไรก็ตาม สำหรับสุกรสาวพันธุ์ผสม LY ในฟาร์มสุกรที่เลี้ยงระบบอุตสาหกรรมบางฟาร์มยังต้องมีการปรับปรุงระบบการเลี้ยง โดยเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวกับการจัดการหลายอย่าง ก่อนหน้านี้เคยมีการวิจัยถึงปัจจัยที่เกี่ยวกับการจัดการที่มีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว และได้นำมาใช้ในการปรับอายุเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรกในสุกรสาวให้ดีขึ้น เช่น การจัดการระบบโรงเรือน (Grieger et al., 1986) การควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนีย (Malayer et al., 1987) การควบคุมช่วงความยาวของแสง (Ntunde et al., 1979) และการสัมผัสกับพ่อสุกร (Van Wettere et al., 2006) ในประเทศไทย อุณหภูมิภายนอกที่สูงและ/หรือความชื้นที่สูงอาจเป็นกลไกสำคัญในการทำให้เกิดความแตกต่างด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโตและอายุเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรก สุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำจะมีอายุเมื่อผสมครั้งแรกมากกว่าสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง (Tummaruk et al., 2000, 2009) การศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้เร็วจะเจริญเติบโตเร็วกว่า และมีความหนาไขมันสันหลังมากกว่าเมื่อเทียบกับสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า (Nelson et al., 1990; Tummaruk et al., 2009) นอกจากนี้สุกรสาวที่ผลิตจากแม่พันธุ์ที่คัดเลือกแล้วว่ามีการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วจะมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าสุกรสาวที่ถูกคัดเลือกแล้วว่ามีการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า (Nelson et al., 1990)

อายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรกสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ประมาณ 0.3 (Rydhmer et al., 1994; Rydhmer, 2000) การคัดเลือกสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงจะช่วยให้อายุเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรกน้อยลง (Rydhmer, 2000) อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกสุกรสาวที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงอาจทำให้ความสามารถในการแสดงการยืนนิ่งลดลง (Rydhmer et al., 1994) การคัดเลือกสุกรสาวที่มีเนื้อแดงมากมากจะส่งผลให้อายุเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรกสูงขึ้นเล็กน้อย (Rydhmer, 2000) ในหลายกรณีของการศึกษาด้านการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวพบว่านักวิจัยมักใช้ข้อมูลจากฟาร์มซึ่งอาจมีเพียงอายุเมื่อทำการผสมครั้งแรก หรืออายุที่คลอดลูกครั้งแรก มีการศึกษาจำนวนน้อยมากที่จะมีข้อมูล

เกี่ยวข้องกับอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และอายุเมื่อพบการเป็นสัดครั้งแรก (Tummaruk et al., 2007, 2009)

ในฟาร์มสุกรที่เลี้ยงเป็นระบบอุตสาหกรรม การจัดการสุกรสาวเป็นสิ่งสำคัญทั้งในด้านประสิทธิภาพทางระบบสืบพันธุ์และทางด้านเศรษฐกิจ ตั้งแต่มีการพบว่าสุกรสาวมีช่วงเวลาที่ไม่ให้ผลผลิตยาวนานกว่าสุกรเพศเมียในกลุ่มอื่นๆ (Dalin et al., 1997; Lucia et al., 2000) ในประเทศไทยสุกรสาวทดแทนต้องใช้เวลา 2-3 เดือนในการทำวัคซีน การปรับสภาพ และการสัมผัสกับพ่อสุกรก่อนถูกส่งไปยังโรงเรือนผสม อย่างไรก็ตาม การจัดการในช่วง 2-3 เดือนนี้ยังไม่เป็นมาตรฐานระหว่างฟาร์ม โดยเฉพาะการให้ความสนใจด้านการตรวจสัดและการสัมผัสกับพ่อสุกร Nelson และคณะ (1990) พบว่าสุกรสาวที่ถูกคัดเลือกให้มีอายุที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็ว (185 วัน) จะมีจำนวนครอกต่อแม่สูงกว่า และจะให้ลูกสุกรมีชีวิตเพิ่มขึ้นประมาณ 1 ตัวต่อครอกเมื่อเทียบกับสุกรสาวที่ถูกคัดเลือกให้มีอายุที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า (239 วัน)

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูลของสุกรสาวทดแทนจำนวนมากในประเทศไทย การเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้สามารถ ใช้เป็นแนวทางการเพิ่มศักยภาพของสุกรสาวทดแทน เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพการผลิตสุกรในประเทศไทยในระยะยาว และทำให้มีมาตรฐานในการทดแทนสุกรสาวมากขึ้น วิธีการในการรวบรวมข้อมูล อายุ น้ำหนักตัว และ อัตราการเจริญเติบโต อย่างเป็นระบบจะทำให้ได้ข้อมูลที่ใช้ในการคัดเลือกสุกรทดแทนเข้าฝูงที่มีมาตรฐานและผลของการวิจัยยังสามารถนำไปสู่การการนำไปประยุกต์ใช้งานได้โดยตรงในฟาร์มสุกร เพื่อทำให้การจัดการฟาร์มแม่พันธุ์มีประสิทธิภาพดีขึ้น การวิจัยนี้ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาจากโครงการก่อนหน้านี้ (Tummaruk et al., 2007, 2009) และจะยังดำเนินการติดตามผลผลิตของสุกรในแต่ละฟาร์มอย่างต่อเนื่อง เพื่อการผลิตสุกรในประเทศไทยและในเขตร้อนให้มีสมรรถภาพใกล้เคียงกับยุโรปและอเมริกา ตลอดจนการผลิตข้อมูลซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงทางวิชาการของการผลิตสุกรในเขตร้อนต่อไป

สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในสุกรสาวและแม่สุกรนาง

ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าจำนวนครอกขนาดเล็ก (TB และ BA) ในสุกรสาว และสุกรนางที่เลี้ยงในฟาร์มระบบเปิดในประเทศไทยนั้นสามารถพบได้ในบางช่วงของปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในประชากรสุกรพันธุ์แท้ในประเทศไทย (Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2004) อย่างไรก็ดี ขนาดครอกของสุกรสาวและแม่สุกรนางในการศึกษานี้ (11.3 TB และ 10.2 BA) นั้นสูงกว่าที่มีรายงานไว้ในประชากรสุกรพันธุ์แท้ L และ Y ในประเทศไทย (9.4 TB และ 8.7 BA; Tantasuparuk et al., 2000; 9.9 TB และ 9.0 BA; Tummaruk et al., 2004) ความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากผลจากการผสมข้ามสายพันธุ์ ซึ่งสุกรสาวและสุกรนางส่วนใหญ่ในการศึกษานี้เป็นพันธุ์ผสม LY อีกทั้งยังอาจเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลทางการปรับปรุงพันธุกรรมในเรื่องขนาดครอกของสุกรในประเทศไทยอีกด้วย (Imboonta et al., 2007)

ในการศึกษานี้ จำนวน TB และ BA สูงที่สุด พบได้ในแม่สุกรที่เข้าคลอดในช่วงฤดูร้อน นั่นหมายถึง แม่สุกรเหล่านี้ถูกผสม และตั้งท้องในช่วงฤดูหนาว เนื่องจากช่วงความยาวของวันในประเทศ

ไทยเกือบเท่ากันตลอดทั้งปี (12±1 ชั่วโมง) อิทธิพลของฤดูกาลต่อขนาดครอกในประเทศไทยส่วนใหญ่จึงมาจากอุณหภูมิ และ/หรือ ความชื้น (Tantasuparuk et al., 2000; Suriyasomboon et al., 2006) มีการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าความเครียดจากอุณหภูมิสูง (heat stress) ในระหว่างตั้งท้องสามารถเปลี่ยนแปลงระบบต่อมไร้ท่อที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุม luteal function ซึ่งสามารถไปมีผลลดปริมาณเนื้อเยื่อของตัวอ่อนในวันที่ 16 ของการตั้งท้องได้ ดังนั้น จึงมีผลให้ขนาดครอกลดลง (Wettemann and Bazer 1985) ในแม่โค ความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูงไม่ได้มีผลต่อ anthral follicle เท่านั้น แต่ยังมีผลต่อ ovarial pool ของ small follicle ด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิด carry-over effects ต่อ follicular function (Roth, 2008) นอกจากนี้ มีหลายการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า oocyte ที่เก็บได้จากแม่โคในระหว่างฤดูร้อนมีความสามารถในการพัฒนาเป็น blastocyst ลดลงหลังจากการทำ *in vitro* fertilization (Rocha et al., 1998; Al-Katanani et al., 2002; Bényei et al. 2003) Tummaruk et al. (2004) พบว่าผลของอุณหภูมิต่อขนาดครอกในสุกรยังขึ้นอยู่กับช่วงของการอุ้มท้องด้วย ช่วงเวลาวิกฤตที่สุดดูเหมือนจะเป็นในช่วงอุ้มท้องระยะต้น นอกจากนี้ Tantasuparuk et al. (2000) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสในหนึ่งวันในระหว่าง 4 สัปดาห์แรกของการอุ้มท้อง ส่งผลให้เกิดการลดลงของลูกสุกร 0.07 ตัว/ครอก ในการศึกษานี้ อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน 3.5 องศาเซลเซียส และ 3.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของสิ่งแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ หรือ THI ที่เพิ่มขึ้นจำนวน TB และ BA ในแม่สุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ดี ความรุนแรงของปัจจัยดังกล่าวแตกต่างกันไปในแต่ละลำดับท้อง และแต่ละฟาร์ม ในการศึกษานี้ อิทธิพลของอุณหภูมิ ความชื้น หรือ THI เด่นชัดที่สุดในลำดับท้องแรก และในฟาร์ม A และ B

จำนวนครอกที่ลดลงของแม่สุกรในประเทศไทยพบในแม่สุกรที่เข้าคลอดในช่วงฤดูฝนเป็นเวลากว่า 10 ปี (Tantasuparuk et al., 2000) ในการศึกษานี้ ขนาดครอกที่เล็กไม่ได้พบเฉพาะในแม่สุกรที่เข้าคลอดในช่วงฤดูฝนเท่านั้น แต่ยังพบในแม่สุกรที่เข้าคลอดในช่วงฤดูหนาวด้วย ขนาดครอกที่ลดลงในแม่สุกรที่คลอดในทั้ง 2 ฤดูกาลนั้นอาจเนื่องมาจากผลของปี หรือผลจากฟาร์ม ในแต่ละฟาร์มมีการจัดการที่แตกต่างกันไปในการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพียงเล็กน้อยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งทำให้ความรุนแรงของอิทธิพลจากฤดูกาลต่อขนาดครอกของสุกรในประเทศไทยมีมากขึ้น ในประเทศสวีเดนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าประเทศในเขตร้อนอย่างมาก ไม่พบอิทธิพลของฤดูกาลต่อขนาดครอกของสุกรแต่อย่างใด (Tummaruk et al., 2000) ซึ่งผลการศึกษานี้บ่งชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และ/หรือ ความชื้นที่สูง (ไม่รวมช่วงแสง) อาจมีบทบาทสำคัญต่อขนาดครอกที่เล็กของทั้งแม่สุกรสาว และแม่สุกรนางในประเทศไทย ขนาดครอกที่เล็กนั้นพบได้ในแม่สุกรสาว และแม่สุกรนางที่เข้าคลอดในทั้งช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว กลไกในการลดลงของขนาดครอกนั้นอาจเนื่องมาจากการสูญเสียตัวอ่อน ในการศึกษานี้การสูญเสียของตัวอ่อนได้แสดงโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ของ MF ในแต่ละฤดูกาล ซึ่งพบว่าสัดส่วนของครอกที่มี MF ต่ำกว่า 20% พบสูงที่สุดในการเข้าคลอดในช่วงฤดูร้อน ยิ่งไปกว่านั้น ไม่มีผลจากลำดับท้องต่อ MF ในช่วงฤดูร้อน แต่พบในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว การสูญเสียของตัวอ่อนไม่ได้แสดงไว้ในการศึกษานี้ อย่างไรก็

ดี มีการศึกษาอื่นๆ ที่ใช้การตรวจด้วยวิธี laparoscopic examination ในสุกรสาวระยะอุ้มท้องในประเทศไทย พบว่าอัตราการตกไข่ในสุกรสาว L และ Y เป็น 13.8 และ 15.3 ova ตามลำดับ (Tantasuparuk et al., 2005) และในสุกรพันธุ์ผสม LY อยู่ระหว่าง 15.3-17.7 ova (Tummaruk and Tienthai, 2008) ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีการแสดงให้ถึงการสูญเสียก่อนคลอดทั้งหมดในสุกรสาวอุ้มท้องในประเทศไทย อยู่ที่ 31.0% และ 37.5% ในสุกรสาวพันธุ์ L และ Y ตามลำดับ (Tantasuparuk et al., 2005) ในการศึกษานี้ จำนวน TB เฉลี่ย 11.3 ตัว บ่งชี้ว่ามีการสูญเสียก่อนคลอด 2.5-6.4 ตัวต่อครอกในสุกรที่ตั้งท้องของประเทศไทย ในโคเนื้อ มีการแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความชื้สัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นจาก 21 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 35% เป็น 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 38% ในระหว่างวันที่ 8-16 ของช่วงอุ้มท้อง มีผลลดขนาด และน้ำหนักของตัวอ่อนที่ฝังตัว (Bigger et al., 1987) Bényei et al. (2003) พบว่าจำนวน corpus luteum เฉลี่ยใน superovulation cows ลดลงจาก 9.8 เป็น 5.2 เมื่อ THI เพิ่มขึ้นจาก 70.7 ในช่วงฤดูหนาว เป็น 79.7 ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ El-Nino ในประเทศบราซิล ยิ่งไปกว่านั้น อุณหภูมิที่สูงยังมีผลถึงการลดคุณภาพของตัวอ่อนในหลอดทดลองอย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย (Bényei et al, 2003) การศึกษาเหล่านี้บอกเป็นนัยให้ทราบว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่สูงนั้น นอกจากจะมีอิทธิพลต่อการสูญเสียตัวอ่อนในช่วงแรก ยังมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของฟอลลิเคลอีกด้วย จึงส่งผลให้จำนวนไข่ที่ตก คุณภาพของโอโอไซต์ และอัตราการผสมติดลดลงอีกด้วย

ในการศึกษานี้ อิทธิพลของฤดูกาลต่อ TB และ BA มีความโดดเด่นในแม่สุกรสาวมากกว่าในแม่สุกรนาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ทำการศึกษาในประชากรสุกรพันธุ์ L และ Y ในประเทศไทย (Tummaruk et al., 2004) ในการศึกษานี้ แม่สุกรสาวที่ได้รับการผสม และตั้งท้องในช่วงฤดูหนาว (และคลอดในช่วงฤดูร้อน) มี TB มากกว่าแม่สุกรสาวที่คลอดในฤดูอื่นๆ 0.5 – 0.7 ตัว ถ้าแม่สุกรสาวเข้าคลอดปีละ 2 ครั้ง ผลของฤดูกาลจะทำให้ขนาดครอกลดลง 1.4 ตัว/แม่/ปี ในประชากรสุกรสาว ในทางตรงกันข้าม แม่สุกรนางในลำดับท้องที่ 3-5 ผลของฤดูกาลต่อขนาดครอกจะมี TB ลดลง 0.2-0.3 หรือ 0.4-0.6 ตัว/แม่/ปี ข้อมูลเหล่านี้บ่งชี้ว่าแม่สุกรมีความทนต่อความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูงได้น้อยกว่าแม่สุกรนาง ในการศึกษานี้ อิทธิพลของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ THI ต่อขนาดครอกมีความโดดเด่นในแม่สุกรลำดับท้องแรก ตัวอย่างเช่น เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจาก 50% เป็น 80% จะพล TB ในแม่สุกรสาวลดลง 1.1 ตัว ในขณะที่ในแม่สุกรลำดับท้องที่ 2, 3-5 และ 6-12 พบว่า TB ลดลง 06, 0.6 และ 1.0 ตัวตามลำดับ การลดลงของ TB ในแม่สุกรสาวนั้นอาจเนื่องมาจากการสูญเสียตัวอ่อน ซึ่งบ่งชี้ได้โดยการพบว่า MF ในแม่สุกรสาวที่เข้าคลอดในช่วงฤดูร้อนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากในแม่สุกรนาง และมีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าเมื่อเทียบกับในฤดูกาลอื่นๆ ยิ่งไปกว่านั้น ในการศึกษานี่ยังพบว่าทั้งอุณหภูมิ และ THI ที่สูงในระหว่างอุ้มท้องมีผลเพิ่ม MF อย่างมีนัยสำคัญในแม่สุกรท้องแรก แต่ไม่พบในลำดับท้องที่สูงขึ้น ซึ่งบอกเป็นนัยให้ทราบว่าแม่สุกรพันธุ์ผสมไม่ได้แข็งแรงกว่าแม่สุกรพันธุ์แท้ในเรื่องของการทนต่อความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูง การศึกษาก่อนหน้านี้มักแสดงให้เห็นถึงผลของความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูงต่อการสูญเสียตัวอ่อนในช่วงแรกในแม่สุกร (Omtvedt et al., 1971) และแม่สุกรนาง (Armstrong et al., 1986) เท่าที่ทราบ ยังไม่มีการศึกษาใดที่เปรียบเทียบถึงความต่างของการทนต่อความร้อนระหว่างสุกรสาวกับสุกรนาง ตัวอย่างเช่น มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า

ความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูงในระหว่างช่วง 2 สัปดาห์แรกของการอุ้มท้องในแม่สุกรสาว มีผลเพิ่มจำนวนลูกสุกรที่ตายแรกคลอดต่อครอก (Omtvedt et al., 1971) อย่างไรก็ดี ในการศึกษาแบบย้อนหลังพบความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับลำดับท้องในแม่สุกร ตัวอย่างเช่น Tummaruk et al. (2000) พบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิต่อช่วงหย่านมถึงผสมครั้งแรกชัดเจนในสุกรที่เคยคลอดลูกเพียงครั้งเดียวมากกว่าสุกรที่เคยคลอดลูกมาแล้วหลายครั้ง ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากสุกรสาวต้องใช้ประโยชน์จากอาหารเพื่อการเจริญเติบโต และเพื่อพัฒนาระบบสืบพันธุ์ ดังนั้น ความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูงอาจไปลดความสามารถในการรักษาประสิทธิภาพทางระบบสืบพันธุ์ในสุกรสาวได้ ในทางตรงข้าม ในแม่สุกรนางส่วนใหญ่เป็นสุกรที่มีน้ำหนักตัวโตเต็มที่แล้ว และมีความสามารถในการคงสมรรถภาพทางระบบสืบพันธุ์ที่อาจได้ดีกว่าสุกรสาว

ในการศึกษานี้ พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญระหว่างปีกับฤดูกาลต่อขนาดครอก ซึ่งบอกเป็นนัยให้ทราบว่าความรุนแรงของอิทธิพลจากฤดูกาลนั้นมีความแตกต่างกันไปในแต่ละปี ผลของปีนั้นไม่เพียงแต่บ่งชี้ถึงความแปรปรวนทางลักษณะอากาศระหว่างปี แต่ยังคงแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในเรื่องของคุณภาพของอาหาร และการให้อาหาร การกระจายของลำดับท้อง สุขภาพสุกร และผู้เลี้ยงอีกด้วย การปรับปรุงกลยุทธ์ในการจัดการเพื่อจัดการกับความเครียดจากฤดูกาลในแต่ละปีนั้นอาจมีผลไปลดผลในเชิงลบของฤดูกาลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ในสุกรได้ (Love et al., 1995; Tummaruk et al., 2004) ยิ่งไปกว่านั้น ในการศึกษานี้ อิทธิพลของฤดูกาลต่อ TB และ BA ยังคงแตกต่างกันไปในแต่ละฟาร์ม ซึ่งความแตกต่างของ TB ระหว่างฤดูกาลมีความชัดเจนมากที่สุดในฟาร์ม A และน้อยที่สุดในฟาร์ม C

ในประเทศไทย ช่วงฤดูฝนเป็นช่วงที่มีความชื้นสูงอยู่แล้ว (ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 81.7%) ความชื้นสูงที่มีการบันทึกได้นั้นเป็นเพราะฝนที่ตกเกือบตลอดทุกวันในช่วงฤดูฝนในประเทศไทย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความชื้นที่สูง (>40%) ในระหว่างเลี้ยงลูก และหลังผสมมีอิทธิพลในเชิงลบต่อขนาดครอก (Suriyasomboon et al., 2006) ในการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงในระหว่างช่วงอุ้มท้องมีผลลดจำนวน TB ในเกือบทุกลำดับท้องของแม่สุกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแม่สุกรลำดับท้องที่ 6-12 การศึกษาก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นว่าทั้งอุณหภูมิสูง และความชื้นสูงมีผลในเชิงลบต่อขนาดครอก แต่น่าแปลกใจที่ทั้งสองปัจจัยดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทางระบบสืบพันธุ์อื่นๆ เช่น ระยะหย่านมถึงผสม และการผสมซ้ำ (Suriyasomboon et al., 2006) ในการศึกษานี้ ขนาดครอกที่เล็กพบในแม่สุกรสาวและแม่สุกรนางที่เข้าคลอดในช่วงฤดูหนาว สุกรควรจะถูกผสม และตั้งท้องในช่วงฤดูฝน อุณหภูมิที่สูงอาจมีบทบาทสำคัญต่อขนาดครอกในสุกร ในการศึกษาอื่นที่ทดลองในเขตพื้นที่ temperate (เขตพื้นที่ความชื้นต่ำ) พบว่าความผันแปรของฤดูกาลต่อขนาดครอกในสุกรนั้นไม่มีนัยสำคัญ (Love et al., 1995; Peltonimi et al., 1999; Tummaruk et al., 2000) ดังนั้น ผลการศึกษาเหล่านี้ได้เสนอแนะให้ทราบว่าการออกแบบโรงเรือนสำหรับสุกรอุ้มท้องในเขตพื้นที่ศูนย์สูตรควรมุ่งเน้นไปที่การลดความชื้นให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน

ในการศึกษานี้ THI เฉลี่ยอยู่ที่ 79.2±3.5, 79.7±1.7 และ 73.5±4.2 ในช่วงฤดูร้อน ฝน และหนาว ตามลำดับ THI เฉลี่ยที่คำนวณได้ในช่วงระหว่างฤดูร้อน และฤดูฝนในประเทศไทยนั้นเกือบเท่ากับ THI

ที่คำนวณได้ในปรากฏการณ์ El-Nino ในประเทศบราซิล (79.7±4.0) (Bényei et al, 2003) ซึ่งยังได้แสดงให้เห็นอีกว่าระดับของ THI มีผลลดจำนวนการตกไข่ และคุณภาพของ oocyte ในแม่โคที่ทำ superovulation อย่างมีนัยสำคัญ (Bényei et al, 2003)

โดยสรุป ขนาดครอกที่เล็กเกิดขึ้นในแม่สุกรที่เข้าคลอดในช่วงฤดูฝน หรือฤดูหนาว อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง และ/หรือ THI ที่สูง ระหว่างอุ้มท้องมีผลลดจำนวนลูกสุกรแรกคลอดอย่างมีนัยสำคัญ อิทธิพลของฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ/หรือ THI ต่อขนาดครอกนั้นมีความชัดเจนในสุกรสาวมากกว่าสุกรนาง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้บ่งชี้ถึงนโยบายการจัดการลดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในการเลี้ยงสุกรที่อุ้มท้องในระบบเปิดในประเทศไทยนั้นยังไม่ดีเพียงพอ และการออกแบบโรงเรือนสำหรับสุกรสาวควรได้รับการพัฒนาอีกมาก

โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล

การเลือกใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ในการพัฒนาโปรแกรม GILT ในส่วนของโปรแกรมมีการพัฒนาโปรแกรมมีการเลือกใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL Server ที่เป็น community version เป็นที่นิยมของนักพัฒนาฐานข้อมูลส่วนของตัวโปรแกรมนี้รองรับคำสั่ง SQL (Structured Query Language) ซึ่งรองรับคำสั่งจำนวนมากๆ และทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูลนอกจากนี้ตัวโปรแกรม MySQL Server ยังสามารถทำงานและพัฒนาร่วมกับ application อื่นๆ ได้หลากหลาย นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาให้สามารถใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาทำให้ไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ของตัวโปรแกรมในส่วนของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลตัวอื่นๆ เช่น Microsoft Visual FoxPro Oracle Microsoft SQL Server เป็นต้นซึ่งโปรแกรมเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายของลิขสิทธิ์ของตัวโปรแกรมค่อนข้างสูงทำให้โปรแกรม GILT มีต้นทุนในการพัฒนาโปรแกรมถูกกว่าสามารถนำไปใช้ในฟาร์มที่มีขนาดเล็กที่มีเงินทุนต่ำในการซื้อโปรแกรมจัดการฟาร์มอื่นที่มีราคาแพงสามารถนำโปรแกรมนี้มาใช้ได้การใช้งานของตัวโปรแกรมสามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบทั้ง Stand Alone หรือ การใช้งานผ่านระบบเครือข่ายซึ่งสามารถดึงข้อมูลของแต่ละฟาร์มผ่านระบบเครือข่ายได้นอกจากนี้ส่วนของตัวโปรแกรมเป็นโปรแกรมที่รองรับการทำงานบน windows แต่ทั้งนี้โปรแกรมยังอยู่ในช่วงของการพัฒนาทำให้หน้าตาของตัวโปรแกรม หรือ User interface ยังไม่สวยงามเมื่อเทียบกับโปรแกรมจัดการอื่นที่มีการพัฒนามานานอย่างต่อเนื่องในส่วนของการพัฒนาโปรแกรม GILT ยังต้องมีการพัฒนาในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายต่อไปเนื่องจากยังมีข้อจำกัดในบางฟาร์มที่ยังไม่รองรับระบบการใช้งานผ่าน internet ทำให้ยังไม่สามารถดึงความสามารถของตัวโปรแกรมในส่วนของการดึงข้อมูลและเชื่อมต่อข้อมูลกับตัว server ได้อย่างเต็มที่ซึ่งต้องมีการพัฒนาในขั้นตอนการนำไปใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

บรรศักดิ์ เกิดชัยฤทธิ์ 2551 พัฒนา Web Applications เบื้องต้นด้วย Oracle Developer Suit 10g กรุงเทพฯ จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์ 450 หน้า

เผด็จ ธรรมรักษ์ วิชัย ทันตศุภารักษ์ มงคล เตชะกำพุ และ อรรณพ คุณาวงษ์กฤต 2001 (2544) ปัจจัยที่มีกระทบต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว และหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผสมพันธุ์สุกรสาวทดแทน. เวชชสารสัตวแพทย์ 31 (4): 13-22

เผด็จ ธรรมรักษ์ วิชัย ทันตศุภารักษ์ มงคล เตชะกำพุ และ อรรณพ คุณาวงษ์กฤต 2002 (2545) ระยะหย่านมถึงผสม: นัยสำคัญต่อประสิทธิภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรและแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผสมพันธุ์ในแม่สุกรหลังหย่านม. เวชชสารสัตวแพทย์ 32 (2): 13-21

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร 2550 คู่มือเรียน PHP และ My SQL สำหรับผู้เริ่มต้น กรุงเทพฯ โปรวิชั่น 464 หน้า

Aherne, F.X. and Kirkwood, R.N. 1985. Nutrition and sow proloficacy. J. Reprod. Fert., Suppl. 33: 169-183.

Al-Katanani, Y.M., Paula-Lopes, F.F. and Hansen, P.J. 2002. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. J. Dairy Sci. 85: 390-396.

Almeida, F.R., Novak, S. and Foxcroft, G.R. 2000a. The time of ovulation in relation to estrus duration in gilts. Theriogenology 53, 1389-1396.

Almeida, F.R.C.L., Kirkwood, R.N., Aherne, F.X. and Foxcroft, G.R. 2000b. Consequences of different patterns of feed intake during the oestrus cycle in gilts on subsequent fertility. J. Anim. Sci. 78: 1556-1563.

Althouse, G.C. and Evans, L.E. 1997a. A novel surgical technique for vasectomizing boars. JAVMA. 210: 675-677.

Althouse, G.C. and Evans, L.E. 1997b. Removal of caudal epididymides to create infertile boars for use in estrus detection programs. JAVMA. 210: 678-680.

Amaral Filha, W.S., Bernardi, M.L., Wentz, I. and Bortolozzo, F.P. 2009. Growth rate and age at exposure as factors influencing gilt puberty. Livestock Science 120: 51-57.

Andersson, A.-M. and Einarsson, S. 1980. Studies on the oestrus and ovarian activity during five successive oestrous cycles in gilts. Acta vet. scand. 21: 677-688.

Andersson, A.-M., Einarsson, S. and Karlbom, I. 1982. A study of the occurrence of silent and/or anovulatory heats in peripubertal gilts (Abstract). Proc. IPVS. Mexico: 236.

Andersson, H., Wallgren, M., Rydhmer, L., Lundstrom, K., Andersson, K. and Forsberg, M. 1998. Photoperiodic effects on pubertal maturation of spermatogenesis, pituitary

responsiveness to exogenous GnRH, and expression of boar taint in crossbred boars. Anim. Reprod. Sci. 54: 121-137.

Arkins, S., Thomson, L.H., Giles, J.R., Camacho, T. and Hosmon, B.D. 1989. Bilateral removal of caudal epididymides in the neonatal pig as a technique for creating teaser boars. J. Anim. Sci. 67: 15-19.

Armstrong, J.D., Britt, J.H. and Cox, N.M. 1986. Seasonal differences in function of the hypothalamic-hypophysial-ovarian axis in weaned primiparous sows. Journal of Reproduction and Fertility 78: 11-20.

Baidoo, S.K., Aherne, F.X., Kirkwood, R.N. and Foxcroft, G.R. 1992. Effect of feed intake during lactation and after weaning on sow reproductive performance. Can. J. Anim. Sci. 72, 911-917.

Bass, T.J., Christian, L.L. and Rothschild, M.F. 1992. Heterosis and recombination effects in Hampshire and Landrace swine: I. Maternal traits. J. Anim. Sci. 70: 89-98.

Bennett, G.L. and Leymaster, K.A. 1990. Genetic implications of a simulation model of litter size in swine based on ovulation rate, potential embryonic variability and uterine capacity: I. Genetic theory. J. Anim. Sci. 68, 969-979.

Bennett, G.L. and Leymaster, K.A. 1989. Integration of ovulation rate, potential embryonic viability and uterine capacity into a model of litter size in swine. J. Anim. Sci. 67: 1230-1241.

Bényei, B., Gáspárdy, A. and Cseh, S. 2003. Effect of the El Nino phenomenon on the ovarian responsiveness and embryo production of donor cows. Acta Veterinaria Hungarica 51: 209-218.

Bidanel, J.P., Gruand, J. and Legault, C. 1996. Genetic variability of age and weight at puberty, ovulation rate and embryo survival in gilts and relations with production traits. Genet. Sel. Evol. 28: 103-115.

Bidanel, J.P., Gruand, J. and Legault, C. 1994. An over view of twenty years of selection for litter size in pigs using “Hyperprolific” schemes. In: Genetics and breeding of dairy and beef cattle, swine and horses, Volume 17. Proc. 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. p. 512-515.

Biggers, B.G., Geisert, R.D., Wetteman, R.P. and Buchannan, D.S. 1987. Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. Journal of Animal Science 64:1512-1518.

Black, J.L., Bray, H.J. and Giles, L.R. 1999. The thermal and infectious environment. In: Kyriazakis, I. (Ed.), A Quantitative Biology of the Pig. CABI Publishing, UK, pp. 71-97.

Britt, J.H., Szarek, V.E. and Levis, D.G. 1983. Characterization of summer infertility of sows in large confinement units. Theriogenology 20: 133-140.

Burnett, P.J., Walker, N. and Kilpatrick, D.J. 1988. The effect of age and growth traits on puberty and reproductive performance in the gilt. Anim. Prod. 46: 427-436.

Christenson, R.K. 1984. Influence of number of gilts per pen on estrus traits in confinement-reared gilts. Theriogenology 22: 313-320.

Christenson, R.K. and Ford, J.J. 1979. Puberty and estrus in confinement-reared gilts. J. Anim. Sci. 49: 743-751.

Christenson, R.K., Leymaster, K.A. and Young, L.D. 1987. Justification of unilateral hysterectomy-ovariectomy as a model to evaluate uterine capacity in swine. *J. Anim. Sci*. 65, 738-744.

Clark, J.R., Komkov, A. and Tribble, L.F. 1986. Effect of parity, season, gonadotropin releasing hormone and altered suckling intensity on the interval to breeding in sows. Theriogenology 26: 299-307.

Clark, L.K. and Leman, A.D. 1986. Factors that influence litter size in pigs. Pig News and Information 7, 303-310.

Claus, R. and Weiler, U. 1985. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. J. Reprod. Fertil., Suppl. 33: 185-197.

Culbertson, M.S., Mabry, J.W., Bertrand, J.K. and Nelson, A.H. 1997. Breed-specific adjustment factors for reproductive traits in Duroc, Hampshire, Landrace, and Yorkshire swine. J. Anim. Sci. 75: 2362-2367.

D'Allaire, S. and Drolet, R. 1999. Culling and mortality in breeding animals. In: Straw, B.E., D'Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. (Eds.), Diseases of swine. 8th edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 1003-1016.

Dewey, C.E., Martin, S.W., Friendship, R.M. and Kennedy, B.1992. A Delphi exercise used to identify potential causes of variation in litter size of Ontario swine. Can. Vet. J. 33: 40-45.

Dewey, C.E., Martin, S.W., Friendship, R.M., Kennedy, B.Wm and Wilson, M.R. 1995. Associations between litter size and specific sow-lewel management factors in Ontario swine. Prev. Vet. Med. 23: 101-110

Dial, G.D., Marsh W.E., Polson, D.D. and Vaillancourt, J.P. 1992. Reproductive failure: Differential Diagnosis. In: Leman, A.D., Straw, B.E., Mengeling, W.L., D'Allaire, S., Taylor, D.J. (Eds.), Disease of Swine. 7th edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. p. 88-137.

Diekman, M.A., Green, M.L., Clapper, J.A. and Pusateri, A.E. 1994. Environment and reproduction. In: Cole, D.J.A., Wiseman, J. and Varley, M.A. (Eds.) Principles of Pig Science. Nottingham University Press. UK p. 319-329.

Dominguez, J.C., Pena, F.J., Anel, L. and Carbajo, M. 1996. Swine summer infertility syndrome in north west Spain. Vet. Rec. 139: 93-94.

Dziuk, P. 1985. Effect of migration, distribution and spacing of pig embryos on pregnancy and fetal survival. J. Reprod. Fert., Suppl. 33, 57-63.

Eliasson, L. 1989. A study on puberty and oestrus in gilts. J. Vet. Med. A. 36: 46-54.

Eliasson, L., Rydhmer, L., Einarsson, S. and Andersson, K. 1991. Relationships between puberty and production traits in the gilt: 1. Age at puberty. Anim. Reprod. Sci. 25, 143.

Engblom, L., Lundeheim, N., Dalin, A-M. and Andersson, K. 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. Livest. Sci. 106, 76-86.

Engblom, L., Lundeheim, N., Strandberg, E., del P. Schneider, M., Dalin, A.-M. and Andersson, K. 2008. Factors affecting length of productive life in Swedish commercial sows. J. Anim. Sci. 86: 432-441.

Evans, A.C.O. and O'Doherty, J.V. 2001. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. Livest. Prod. Sci. 68: 1-12.

Flowers, B., Cantley, T.C., Martin, M.J. and Day, B.N. 1989. Effect of elevated ambient temperatures on puberty in gilts. J. Anim. Sci. 67: 779-784.

Flowers, W.L. and Alhusen, H.D. 1992. Reproductive performance and estimates of labor requirements associated with combinations of artificial insemination and natural service in swine. J. Anim. Sci. 70, 615-621.

Ford, J.J. and Teague, H.S. 1978. Effect of floor space restriction on age at puberty in gilts and on performance of barrows and gilts. J. Anim. Sci. 47: 828-832.

Galvin, J.M., Wilmut, I., Day, B.N., Ritchie, M., Thomson, M. and Haley, C.S. 1993. Reproductive performance in relation to uterine and embryonic traits during early gestation in Meishan, large white and crossbred sows. *J. Reprod. Fertil.* 98, 377-384.

Gama, L.L.T. and Johnson, R.K. 1993. Changes in ovulation rate, uterine capacity, uterine dimensions, and parity effects with selection for litter size in swine. J. Anim. Sci. 71, 608-617.

Gama, L.T., Boldman, K.G. and Johnson, R.K. 1991. Estimates of genetic parameters for direct and maternal effects on embryonic survival in swine. J. Anim. Sci. 69, 4801-4809.

Gaugler, H.R., Buchanan, D.S., Hintz, R.L. and Johnson, R.K. 1984. Sow productivity comparisons for four breeds of swine: purebred and crossbred litters. J. Anim. Sci. 59, 941-947.

Grieger, D.M., Brandt, K.E. and Diekman, M.A. 1986. Follicular fluid concentrations of estradiol-17β and progesterone and secretory patterns of LH and FSH in prepubertal gilts reared in confinement or outdoor lots. J. Anim. Sci. 62: 751–758.

Henken, A.M., Brandsma, H.A., van der Hel, W. and Verstegen, M.W.A. 1991. Difference in energy metabolism and protein retention of limit-fed growing pigs of several breeds. J. Anim. Sci. 69, 1443-1453.

Hennessy, D.P. and Williamson P.E. 1984. Stress and summer infertility in pigs. Aust. Vet. J. 61: 212-215.

Högberg, A., Rydhmer, L. 2000. A genetic study of piglet growth and survival. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 50, 300-303.

Holtz, W., Schmidt-Baulain, R., Welp, C. and Wallenhorst, C. K. 1999. Effect of insemination of estrus-induced prepuberal gilts on ensuing reproductive performance and body weight. Anim. Reprod. Sci. 57: 177-183.

Hughes, P.E. and Hemsworth, P.H. 1994. Mating management and artificial insemination. In: Principles of pig science. (1994) D.J.A. Cole, J. Wiseman, M.A. Varley (eds.) Nottingham University Press. Nottingham, UK. 253-275.

Hughes, P.E. 1982. Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. In: Cole, D.J.A., Foxcroft, G.R. (Eds.), Control of Pig Reproduction. Nottingham University Press. Nottingham, UK. p. 117-138.

Hughes, P.E., Pearce, G.P. and Paterson, A.M. 1990. Mechanisms mediating the stimulatory effects of the boar on gilt reproduction. J. Reprod. Fertil., Suppl. 40: 323-341.

Hultén, F., Neil, M., Einarsson, S, Håkansson, J. 1993. Energy metabolism during late gestation and lactation in multiparous sows in relation to backfat thickness and the interval from weaning to first oestrus. Acta. vet. scand. 34: 9-20.

Hultén, F., Zhang, B.R., Forsberg, M. and Dalin, A.-M. 1995. Applying a progesterone assay to faecal samples collected from sows during the oestrus cycle. Reprod. Dom. Anim. 30: 101-105.

Hurtgen, J.P. and Leman, A.D. 1981. The seasonal breeding pattern of sows in seven confinement herds. Theriogenology 16: 505-511.

Hurtgen, J.P. and Leman, A.D. 1980. Seasonal influence on the fertility of sows and gilts. JAVMA 177: 631-635.

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

Johansson, K. 1981. Some notes concerning the genetic possibilities of improving sow fertility. Livest. Prod. Sci. 8, 431-447.

Johnson, R.K., Nielsen, M.K. and Casey, D.S. 1999. Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. J. Anim. Sci. 77, 541-557.

Karlbom, I. 1981. Attainment of puberty in female pigs: Influence of boar stimulation. Anim. Reprod. Sci. 4: 313-319.

Karlbom, I., Einarsson, S. and Edqvist, L.-E. 1982. Attainment of puberty in female pigs: clinical appearance and patterns of progesterone, oestradiol-17_ and LH. Anim. Reprod. Sci. 4, 301–312.

Kelly, C.F. and Bond, T.E. 1971. Bioclimatic factors and their measurement. In: A guide to environmental research on animals. National Academy of Science Press, Washington D.C., USA. P.77.

Kemp, B. and Soede, N.M. 1996. Relationship of weaning to oestrous interval to timing of ovulation and fertilization in sows. J. Anim. Sci. 74: 944-949.

Kemp, B. and Soede, N.M. 1997. Consequences of variation in interval from insemination to ovulation on fertilization in pigs. J. Reprod. Fertil., Suppl. 52: 79-89.

Kerr, J.C. and Cameron, N.D. 1996. Responses in gilt post-farrowing traits and pre-weaning piglet growth to divergent selection for components of efficient lean growth rate. Animal Science 63, 523-531.

King, R.H. 1989. Effect of live weight and body composition of gilts at 24 weeks of age on subsequent reproductive performance. Anim. Prod. 49, 109-115.

Kirkwood, R.M. and Aherne, F.X. 1985. Energy intake, body composition and productive performance of the gilt. J. Anim. Sci. 60, 1518-1529.

Kirkwood, R.N. and Hughes, P.E. 1980. A note on the influence of “boar effect” component stimuli on puberty attainment in the gilt. Anim. Prod. 31:209.

Kirkwood, R.N., Forbes, J.M., Hughes, P.E. 1981. Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of the olfactory bulbs. J. Reprod. Fertil. 61: 193.

Klindt, J., Yen, J.T. and Christenson, R.K. 2001. Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development and performance of gilts through the first pregnancy. J. Anim. Sci., 79: 787-795.

Knight, J.W., Bazer, F.W., Thatcher, W.W., Franke, D.E. and Wallace, H.D. 1977. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: Interrelations

among hormonal status, placental development, fetal fluids and fetal growth. J. Anim. Sci. 44, 620-637.

Koketsu, Y. and Dial, G.D. 1997. Factors influencing the post weaning reproductive performance of sows on commercial farms. Theriogenology 47: 1445-1461.

Koketsu, Y. 2005. Six component intervals of nonproductive days by breeding-female pigs on commercial farms. J. Anim. Sci. 83: 1406-1412.

Koketsu, Y. and Dail, G.D. 1997. Quantitative relationships between reproductive performance in sows and its risk factors. Pig News Information 18: 47-52.

Koketsu, Y., Dial, G.D., Pettigrew, J.E., Marsh, W.E. and King, V.L. 1996. Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. J. Anim. Sci. 74, 1202-1210.

Koketsu, Y., Takahashi, H. and Akachi, K. 1999. Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms. J. Vet. Med. Sci. 61: 1001-1005.

Kummer, R., Bernadi, M.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P. 2006. Reproductive performance of high growth rate gilts inseminated at an early age. Anim. Reprod. Sci. 96, 47-53.

Kummer, R., Bernardi, M.L., Schenkel, A.C., Amaral Filha, W.S., Wentz, I. and Bortolozzo, F.P. 2009. Reproductive performance of gilts with similar age but with different growth rate at the onset of puberty stimulation. Reprod. Domest. Anim. 44: 255-259.

Kunavongkrit, A., Einarsson, S. and Settergren, I. 1982. Follicular development in primiparous lactating sows. Anim. Reprod. Sci. 5, 47-56.

Langendijk, P., Bouwman, E.G., Schams, D., Soede, N.M. and Kemp, B. 2001. Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behaviour in oestrous sows. PhD thesis. University of Wageningen, The Netherlands. ISBN 90-5808-514-7 p 91-109.

Langendijk, P., Soede, N.M. and Kemp, B. 2000c. Effect of boar contact and housing conditions on estrus expression in weaned sows. J. Anim. Sci. 78: 871-878.

Langendijk, P., Soede, N.M., Bouwman, E.G. and Kemp, B. 2000a. Responsiveness to boar stimuli and change in vulvar reddening in relation to ovulation in weaned sows. J. Anim. Sci. 78: 3019-3026.

Langendijk, P., van den Brand, H., Soede, N.M. and Kemp, B. 2000b. Effect of boar contact on follicular development and on estrus expression after weaning in primiparous sows. Theriogenology. 54: 1295-1303.

Le Cozler, Y., Dagorn, J., Lindberg, J.E., Aumaitre, A. and Dourmad, J.Y. 1998a. Effect of age at first farrowing and herd management on long-term productivity of sows. Livest. Prod. Sci. 53, 135-142.

Le Cozler, Y., David, C., Beaumal, V., Hulin, J.C., Neil, M. and Dourmad, J.Y. 1998b. Effect of the feeding level during rearing on performance of Large White gilts. Part 1: Growth, reproductive performance and feed intake during the first lactation. Reprod. Nutr. Dev. 38, 363-375.

Le Cozler, Y., Ringmar-Cederberg, E., Johansen, S., Dourmad, J.Y. and Stern, S. 1999. Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of Swedish Yorkshire sows. Part 1. Growth, puberty and performances at service. Anim. Sci. 68, 355.

Leenhouwers, J.I., van der Lende, T. and Knol, E.F. 1999. Analysis of stillbirth in different lines of pig. Livest. Prod. Sci. 57: 243-253.

Legault, C. 1985. Selection of breeds, strains and individual pigs for prolificacy. J. Reprod. Fertil., Suppl. 33, 151-166.

Leman, A.D. 1992. Optimizing farrowing rate and litter size and minimizing nonproductive sow days. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 8: 609-621.

Linde, C., Einarsson, S. and Pettersson, H. 1984. Reproductive performance in gilts through their first two parities. Nord. Vet. Med. 36: 207-214.

López-Serrano, M., Reinsch, N., Looft, H. and Kalm, E. 2000. Genetic correlations of growth, backfat thickness and exterior with stayability in large white and landrace sows. Livest. Prod. Sci. 64, 121-131.

Love, R.J., Evans, G., Klupiec, C., 1993. Seasonal effects on fertility in gifts and sows. J. Reprod. Fertil. Suppl. 48, 191-206.

Love, R.J., Klupiec, C., Thornton, E.J. and Evans, G. 1995. An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. Anim. Reprod. Sci. 39: 275-284.

Lucia, T., Dial, G.D. and Marsh, W.E. 2000. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. Livest. Prod. Sci. 63: 213–222.

Mabry, J.W., Culbertson, M.S. and Reeves, D. 1996. Effect of lactation length on weaning-to-first-service interval, first-service farrowing rate, and subsequent litter size. Swine Health and Production 4, 185-188.

Magowan, E. and McCann, M.E.E. 2006. A comparison of pig backfat measurements using ultrasonic and optical instruments. Livest. Sci. 103, 116-123.

Malayer, J.R., Kelly, D.T., Diekman, M.A. and Brandt, K.E. 1987. Influence of manure gases on puberty in gilts. J. Anim. Sci. 64: 1476–1483.

Marsteller, T.A., Armbruster, G.A., Anderson, D.B., Wuethrich, A.J., Taylor, J.L. and Symanowski, J.T. 1997. Effect of lactation length on ovulation rate and embryo survival in swine. Swine Health and Production 5, 49-56.

Martinat-Botte, F., Dagorn, J., Terqui, M. and Dando, P. 1984. Effect of confinement, climatic conditions and litter parity on the seasonal variations of the fertility rate and prolificacy. Ann. Rech. Vet. 15: 165-172.

Mauget, R. 1982. Seasonality of reproduction in the wild boar. In: Cole, D.J.A., Foxcroft, G.R. (Eds.), Control of pig reproduction. Butterworths Press. London, UK. p. 509-526.

Mburu, J.N., Einarsson, S., Dalin, A.-M. and Rodriguez-Martinez, H. 1995. Ovulation as determined by transrectal ultrasonography in multiparous sows: Relationships with oestrous symptoms and hormonal profiles. J. Vet. Med. A. 42: 285-292.

Meredith, M.J. 1995. Pig breeding and infertility. In: Meredith, M.J. (Ed.), Animal breeding and infertility. Blackwell Science Press. Oxford, UK. p. 278-353.

Morrow, W.E.M., Leman, A.D., Williamson, N.B., Morrison, R.B. and Robinson, R.A. 1992. An epidemiological investigation of reduced second-litter size in swine. Prev. Vet. Med. 12: 15-26.

Neil, M., Ogle, B. and Annér, K. 1996. A two-diet system and ad libitum lactation feeding of the sow. 1. Sow performance. Anim. Sci. 62: 337-347.

Nelson, A.H., Mabry, J.W., Benyshek, L.L. and Marks, M.A. 1990. Correlated response in reproduction, growth and composition to selection in gilts for extremes in age at puberty and backfat. Livest. Prod. Sci. 24, 237–247.

Nelson, R.E. and Robison, O.W. 1976. Effect of postnatal maternal environment on reproduction in gilts. J. Anim. Sci. 43, 71-77.

Nissen, A.K., Soede, N.M., Hyttel, P., Schmidt, M. and D'Hoore, L. 1997. The influence of time of insemination relative to time of ovulation on farrowing frequency and litter size in sows, as investigated by ultrasonography. Theriogenology. 47: 1571-1582.

Ntunde, B.N., Hacker, R.R. and King, G.J. 1979. Influence of photoperiod on growth, puberty and plasma LH levels in gilts. J. Anim. Sci. 48: 1401-1406.

Omtvedt, I.T., Nelson, R.E., Edwards, R.L. Stephens, D.F. and Turman, E.J. 1971. Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. J. Anim. Sci. 32: 312-317.

Palmer, W.M., Teague, H.S. and Venzke, W.G. 1965. Histological changes in the reproductive tract of the sow during lactation and early postweaning. J. Anim. Sci. 24, 1117-1125.

Paterson, A.M. and Pearce, G.P. 1990. Attainment of puberty in domestic gilts reared under long-day or short-day artificial light regimens. Anim. Reprod. Sci. 23: 135-144.

Peltoniemi, O.A.T., Love, R.J., Heinonen, M., Tuovinen, V. and Saloniemi, H. 1999. Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. Animal Reproduction Science 55: 47-61.

Pena, F.J., Dominguez, J.C., Carbajo, M., Anel, L. and Alegre, B. 1998. Treatment of swine summer infertility syndrome by means of oxytocin under field conditions. Theriogenology 49: 829-836.

Pena, F.J., Gil, M.C. and Pena, F. 2001. Effect of vulvomucosal injection of D-Cloprostenol at weaning and at insemination on reproductive performance of sows during the low fertility summer season under field conditions. Anim. Reprod. Sci. 68: 77-83.

Pére, M.C., Dourmad, J.Y., Etienne, M. 1997. Effect of number of pig embryos in the uterus on their survival and development and on maternal metabolism. *J. Anim. Sci.* 75: 1337-1342.

Pérez-Enciso, M., Bidanel, J.P., Baquedano, I., Noguera, J.L. 1996. A comparison of alternative genetic models for litter size in pigs. Animal Science 63: 255-264.

Pineda, M.H. and Helper, D.I. 1981. Chemical vasectomy in dogs: Long term study. Theriogenology. 16:1.

Pope, W.F. and First, N.L. 1985. Factors affecting the survival of pig embryos. Theriogenology 23, 91-105.

Pope, W.F. 1994. Embryonic mortality in swine. In: Zavy, M.T., Geisert, R.D. (Eds.), Embryonic mortality in domestic species. CRC Press. Florida, USA. p. 53-77.

Prunier, A., Dourmad, J.Y. and Etienne, M. 1994. Effect of light regimen under various ambient temperatures on sow and litter performance. J. Anim. Sci. 72: 1461-1466.

Prunier, A., Quesnel, H., Messias de braganca, M., Kermabon, A.Y. 1996. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows: a review. Livest. Prod. Sci; 45: 103-110.

Ral, G., Andersson, K. and Sundgren P.-E. 1977. Studies on effects of crossbreeding in sow litter recording. Lantbruks högskolans meddelanden. Uppsala. Serie A NR 280, 1-18.

Rinaldo, D., Le Dividich, J. and Noblet, J. 2000. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. Livest. Prod. Sci. 66: 223-234.

Rocha, A., Randel, R.D., Broussard, J.R., Lim, J.M., Blair, R.M., Roussel, J.D., Godke, R.A. and Hansel, W. 1998. High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in Bos Taurus but not in Bos indicus cows. Theriogenology 49: 657-665.

Rojanasthien, S. and Einarsson, S. 1988. Clinical morphological and endocrinological studies in post-weaning anoestrus sows. Acta vet. scand., Suppl. 83, 117-127.

Rojanasthien, S. 1988. LH-patterns in jugular plasma and oestradiol-17 beta and progesterone in utero-ovarian and jugular plasma of primiparous sows around weaning. Zbl. Vet. Med. 35, 498-505.

Rojkittikhun, T., Sterning, M., Rydhmer, L. and Einarsson, S. 1992. Oestrous symptoms and plasma levels of oestradial-17β in relation to the interval from weaning to oestrus in primiparous sows. In: Proc. 12th IPVS. The Hague, The Netherlands: 485.

Roth, Z. 2008. Heat stress, the follicle, and its enclosed oocyte: Mechanisms and potential strategies to improve fertility in daily cows. Reprod. Domest. Anim. 43 (Suppl. 2): 238-244.

Rothschild, M.F. 1996. Genetics and reproduction in the pig. Anim. Reprod. Sci. 42: 143-151.

Rothschild, M.F. and Bidanel, J.P. 1998. Biology and Genetics of Reproduction. In: Rothschild, M. F., Ruvinsky, A. (Eds.), The Genetics of the Pig. CAB International. USA. 313-323.

Rozeboom, K.J., Troedsson, M.H.T., Shurson, G.C., Hawton, J.D. and Crabo, B.G. 1997. Late estrus or metestrus insemination after estrual inseminations decreases farrowing rate and litter size in swine. J. Anim. Sci. 75: 2323-2327.

Rydhmer, L. 2000. Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. Livest. Prod. Sci. 66: 1-12.

Rydhmer, L. 1992. Relations between piglet weights and survival. In: Varley, M.A., Williams, P.E.V., Lawreace, T.L.J. (Eds.), Neonatal survival and growth, Occasional Publication No. 15-British Society of Animal Production. 183-184.

Rydhmer, L. 2000. Genetics of sows reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing rate and lactation. Livest. Prod. Sci. 66: 1-12.

Rydhmer, L., Eliasson-Selling, L., Johansson, K., Stern, S. and Andersson, K. 1994. A genetic study of estrus symptoms at puberty and their relationship to growth and leanness in gilts. J. Anim. Sci. 72: 1964-1970.

SAS 2002. SAS User's guide. Statistic version 9.0. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Sasaki, Y. and Koketsu, Y. 2008. Sows having high lifetime efficacy and high longevity associated with herd productivity in commercial herds. Livest. Prod. Sci. 118: 140-146.

Schinckel, A.P., 1999. Describing the pig. In: Kyriazakis, I. (Ed.), A Quantitative Biology of the Pig. CABI Publishing, UK. p. 9-38.

Schukken, Y.H., Buurman, J., Huirne, R.B.M., Willemse, A.H., Vernooy, J.C.M., van den Broek, J. and Verheijden, J.H.M. 1994. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. J. Anim. Sci. 72: 1387-1392.

Short, T.H., Rothschild, M.F., Southwood, O.I., McLaren, D.G., de Vries, A., van der Steen, H., Eckardt, G.R., Tuggle, C.K., Helm, J., Vaske, D.A., Mileham, A.J. and Plastow, G.S., 1997.

Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines. J. Anim. Sci. 75, 3138-3142.

Stalder, K.J., Long, T.E., Goodwin, R.N., Wyatt, R.L. and Halstead, J.H. 2000. Effect of gilt development diet on the reproductive performance of primiparous sows. J. Anim. Sci. 78, 1125-1131.

Stalder, K.J., Saxton, A.M., Conatser, G.E., Serenius, T.V. 2005. Effect of growth and compositional traits on first parity and lifetime reproductive performance in U.S. Landrace sows. Livest. Prod. Sci. 97: 151-159.

Steadman, R.G. 1979. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humudity index based on human physiology and clothing science. Journal of Applied Meteorology. 18: 861-873.

Sterning, M. 1995. Oestrous symptoms in primiparous sows. 2. Factors influencing the duration and intensity of external oestrous symptoms. Anim. Reprod. Sci. 40: 165-174.

Steverink, D.W.B., Soede, N.M., Groenland, G.J.R., van Schie, F.W., Noordhuizen, J.P.T.M. and Kemp, B. 1999. Duration of oestrus in relation to reproduction results in pigs on commercial farms. J. Anim. Sci. 77: 801-809.

Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Kunavongkrit, A. and Einarsson, S. 2006. Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. Theriogenology. 65: 606-628.

Suwanchareon, D. and Kunavongkrit, A. 2000. An outbreak of Leptospirosis in a swine breeding herd: it's diagnosis, treatment and economic effect. Thai J. Vet. Med. 30, 25-32.

Takai, Y. and Koketsu, Y. 2007. Identification of a female-pig profile associated with lower productivity on commercial farms. Theriogenology. 68: 87-92.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.-M., Kunavongkrit, A. and Einarsson, S. 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. Theriogenology 54: 481-496.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.-M., Kunavongkrit, A. and Einarsson, S. 2001a. Weaning-to-service interval in primiparous sows and its relationship with longevity and piglet production until parity eight. Livest. Prod. Sci. 69: 155-162.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.-M., Kunavongkrit, A. and Einarsson, S. 2001b. Body weight loss during lactation and its influence on weaning-to-service interval and ovulation rate in Landrace and Yorkshire sows in the tropical environment of Thailand. Anim. Reprod. Sci. 65, 273-281.

Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. and Dornin, S. 2002. Ovulation rate in purebred Landrace and Yorkshire gilts and its relationship with number of total pigs born. Proc. 17th IPVS June 2-5, Iowa, USA. P. 231.

Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. and Dornin, S. 2005. Relationships between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts. Theriogenology. 63: 1142-1148.

Tarrés, J., Tibau, J., Piedrafita, J., Fábrega, E. and Reixach, J. 2006. Factors affecting longevity in maternal Duroc swine lines. Livest. Sci. 100: 121-131.

Tast, A., Hälli, O., Ahlström, S., Andersson, H., Love, R.J. and Peltoniemi, O.A.T. 2001a. Seasonal alterations in circadian melatonin rhythms of the European wild boar and domestic gilt. J. Pineal Res. 30: 43-49.

Tast, A., Love, R.J., Evans, G., Andersson, H., Peltoniemi, O.A.T. and Kennaway, D.J. 2001b. The photophase light intensity does not affect the scotophase melatonin response in the domestic pig. Anim. Reprod. Sci. 65: 283-290.

Ten Napel, J. and Johnson, R., 1997. Genetic relationships among production traits and rebreeding performance. J. Anim. Sci. 75, 51-60.

Tummaruk, P., 1999. Factors influencing sow reproductive performance with special reference to season and parity. Master of Veterinary Sciences Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 77 pp.

Tummaruk, P. and Tantilertcharoen, R. 2007. The antibody titer against PRRS and the viral detection by RT-PCR in replacement gilts. Proc. 33rd Thai Vet Med Assoc Congress., Bangkok, Thailand. P. 195-198.

Tummaruk, P., Kedkovid, R., Veerapongsakul, B., Suparp, B. and Techakumphu, M., 2006. Effect of growth rate, body weight and backfat thickness on litter size and age at first service of gilts. Proc 19th International Pig Veterinary Society Congress, Copenhagen, Denmark, 16th-19th July 2006. P. 511.

Tummaruk, P., Kesdangsakonwut, S., Kunavongkrit, A., 2009. Relationships among specific reasons for culling, reproductive data, and gross morphology of the genital tracts in gilts culled due to reproductive failure in Thailand. Theriogenology. 71: 369-375.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2000a. Factors influencing age at first mating in purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire gilts. Anim. Reprod. Sci. 63: 241-253.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2000b. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: I. Seasonal variation and parity influence. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 50: 205-216.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2000c. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: II. Influence of mating type, weaning-to-first-service interval and lactation length. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 50: 217-224.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2001a. Influence of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. Anim. Reprod. Sci. 66: 225-237.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M., 2001b. Reproductive performance of purebred Hampshire sows in Sweden. Livest. Prod. Sci. 68, 67-77.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M., 2001c. Repeat breeding and subsequent reproductive performance in Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows. Anim. Reprod. Sci. 67, 267-280.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M., 2001d. Impact of boar breed, heterosis and mating type on litter size in Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows. Proc. 6th ICPR June 3-6, 2001. Missouri-Columbia, USA. P 118.

Tummaruk, P., Sukamphaichit, N., Kitiarpornchai, W., Musikjearanan, S., Tantasuparuk, W., 2006. Seasonal influence on causes of culling in gilts. Proc 19th International Pig Veterinary Society Congress, Copenhagen, Denmark, 16th-19th July 2006. P. 498.

Tummaruk, P., Tantasuparuk, T., Techakumphu, M., and Kunavongkrit, A. 2004. Effect of season and outdoor climate on litter size at birth in purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand. J. Vet. Med. Sci. 66: 477-482.

Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A., 2001. Factors influencing puberty attainment in gilts and policies that can improve mating efficiency in replacement gilts. Thai J. Vet. Med. 30, 13-22.

Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. and Kunavongkrit, A. 2009. The association between growth rate, body weight, backfat thickness and age at first observed oestrus in crossbred Landrace x Yorkshire gilts. Anim. Reprod. Sci. 110: 108-122.

Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. and Kunavongkrit, A. 2007. Age, body weight and backfat thickness at first observed oestrus in crossbred Labdrace x Yorkshire gilts, seasonal variations and their influence on their subsequent reproductive performance. Anim. Reprod. Sci. 99: 167-181.

Tummaruk, P. and Tienthai, P. 2008. Number of spermatozoa in the crypts of the sperm reservoir at about 24 h after a low dose intra-uterine and deep intrauterine insemination in sows. Reprod. Domest. Anim. Doi: 10.1111/j.1439-0531.2008.01205.x.

van der Lende, T. and Schoenmarker, G.J.W., 1990. The relationship between ovulation rate and litter size before and after day 35 of pregnancy in gilts and sows: an analysis of published data. Livest. Prod. Sci. 26, 217-229.

van Rens, B.T., Hazeleger, W. and van der Lende, T., 2000. Periovulatory hormone profiles and components of litter size in gilts with different estrogen receptor (ESR) genotypes. Theriogenology 53, 1375-1387.

van Wettere, W.H.E.J., Revell, D.K., Mitchell, M. and Hughes, P.E. 2006. Increasing the age of gilts at first boar contact improves the timing and synchrony of the pubertal response but does not affect potential litter size. Anim. Reprod. Sci. 95, 97-106.

Vesseur, P.C., Kemp, B. and den Hartog, L.A. 1994. The effect of the weaning to oestrus interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sow. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 71: 30-38.

Waberski, D., Kopperschmidt, P., Schumann, N., Parvizi, N., Uemoto, D. and Weitze, K.F. 2001. Estrus, ovulation and LH-profile in three different breeds of gilts (Abstract). Proc. 6th International Conference on Pig Reproduction (ICPR). University of Missouri-Columbia USA: 29.

Weitze, K.F., Wagner-Rietschel, H., Waberski, D., Richter, L. and Krieter, J. 1994. The onset of heat after weaning, heat duration, and ovulation as major factors in AI timing in sows. Reprod. Dom. Anim. 29: 433-443.

Wetteman, R.P. and Bazer, F.W. 1985. Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs. J. Reprod. Fertil., Suppl. 33: 199-208.

Wildt, D.E., Riegle, G.D. and Dukelow, W.R. 1975. Physiological temperature response and embryonic mortality in stressed swine. *Am. J. Physiol.* 229, 1471-1475.

Wilson, M.R. and Dewey, C.F. 1993. The associations between weaning-to-estrus interval and sow efficiency. Swine Health and Production. 1: 10-15.

Wu, M.C., Hentzel, M.D. and Dziuk, P.J. 1988. Effect of stage of gestation, litter size and uterine space on the incidence of mummified fetuses in pigs. J. Anim. Sci. 66, 3202-3207.

Xue, J.L., Dial, G.D. Marsh. W.E., Davies, P.R. and Lucia, T. 1997. Association between lactation length and sow reproductive performance and longevity. JAVMA 210: 935-938.

Xue, J.L., Lucia, T., Koketsu, Y., Dial, G.D. and Marsh, W.E. 1998. Effect of mating frequency and weaning-to-mating interval on sow reproductive performance. Swine Health and Production 6, 157-162.

Yen, H.F., Isler, G.A., Harvey, W.R. and Irvin, K.M. 1987. Factors affecting reproductive performance in swine. J. Anim. Sci. 64, 1340-1348.

ภาคผนวก

ผลงานตีพิมพ์ (Publications)

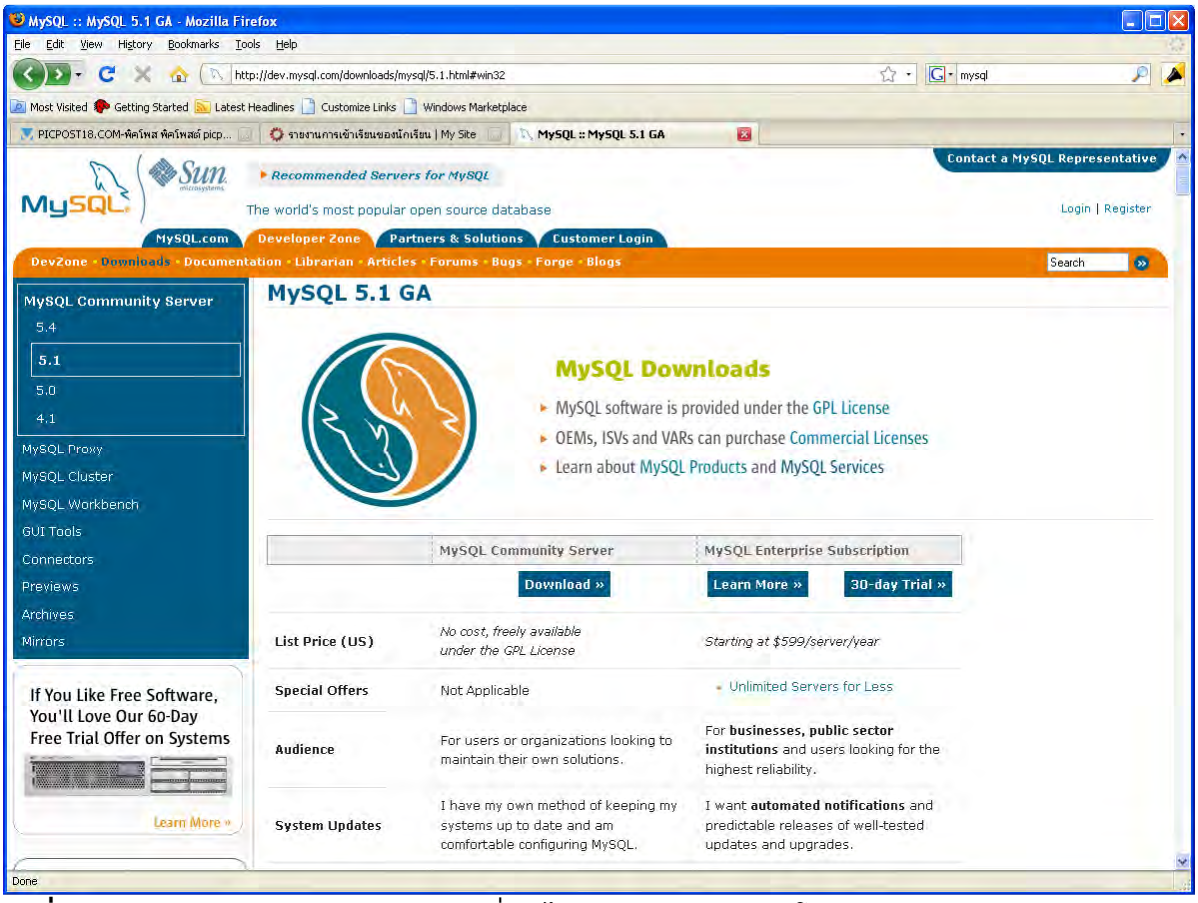
1. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A., 2008. Seasonal variation on age at first observed oestrus in Landrace x Yorkshire crossbred gilts in Thailand. Proc 16th International Congress on Animal Reproduction. Budapest, Hungary. 13-17 July 2008. P. 124.
2. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Kunavongkrit, A. 2008. Age at Puberty in Landrace, Yorkshire, Duroc and Crossbred Landrace x Yorkshire Gilts Kept in Evaporative Cooling System in a Commercial Herd in Thailand. The 15th Congress of FAVA. 27-30 October, Bangkok, Thailand. pp. P185-P187.
3. Tummaruk, P., 2008. Culling pattern of gilts and sows in a swine breeding herd in Thailand. Proceeding of the 1st Annual Conference of the Faculty of Veterinary Science, Mahidol University, Nakorn-prathom, Thailand. 7th November 2008, P. 6-10.
4. Tummaruk, P., Kesdangsakonwut, S., Prapasarakul, N., Kaeoket, K., 2009. Distribution of leukocyte subpopulation in different layers of the endometrium in the gilts that had endometritis. Proceeding of the 4th Congress of Asian Pig Veterinary Society, Tsukuba, Japan, 26th -28th October 2009, P. 171.
5. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A., 2009. Factors influencing the percentage of mummified fetuses and stillborn piglets per litter on gilts and sows inder tropical climates. Proceeding of the 4th Congress of Asian Pig Veterinary Society, Tsukuba, Japan, 26th -28th October 2009, P. 197.
6. Tummaruk, P., Sukhumavasi, W., Talummuk, S., Kunavongkrit, A., 2009. Detection of antibody titer against Toxoplasma gondii in aborted gilts and sows in swine herd in Thailand. Proceeding of the 4th Congress of Asian Pig Veterinary Society, Tsukuba, Japan, 26th -28th October 2009, P. 447.
7. Tummaruk, P., Srisuwatanasakul, K., 2009. Effect of hot and humid climates on the number of mummified fetuses in gilts and sows. Proceeding of the 4th Asian Society of Veterinary Pathologist (ASVP) Conference and Annual Meeting of the Thai Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians (TAVLD), Bangkok, Thailand, 19th-20th November, 2009, P. 392-393.
8. Roongsitthichai, A., Suwimonteerabutr, J., Koonjaenak, S., Tummaruk, P., 2009. Effect of serum cortisol and progesterone on the infiltration of leukocyte subpopulations in the gilt endometrium. Proceeding of the 4th Asian Society of Veterinary Pathologist (ASVP)

Conference and Annual Meeting of the Thai Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians (TAVLD), Bangkok, Thailand, 19th-20th November, 2009, P. 409-410.

9. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A., 2010. Seasonal influences on the litter size at birth of pigs are more pronounced in the gilt's than the sow's litters. The Journal of Agricultural Science 148: 421-432.
10. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A., 2010. Influence of repeated mating and weaning-to-first service interval on farrowing rate of gilts and sows. Prevtive Veterinary Medicne (in press) DOI: 10.1016/j.prevetmed.2010.06.003.
11. Cheuchuchart, P., Chatvijitkul, S., Chatarothai, O., Tummaruk, P., 2010. Influence of age at puberty of gilts on their reproductive performance as sows. Proc. 48th Kasetsart Annual Conference, Bangkok, Thailand, 3-5 February 2010, pp. 231-237.
12. Cheuchuchart, P., Chatvijitkul, S., Chantarothai, O., Tummaruk, P., 2010. Influence of body weight and average daily gain of replacement gilts on their subsequence reproductive performance as sows. Thai J. Vet. Med. 40 (1): 101.
13. Roongsitthichai, A., Olanratmanee, E., Koonjaenak, S., Techakumphu, M., Tummaruk, P., 2010. The removal of gilts and primiparous sows from swine breeding herds in Thailand. Proceedings of the 21th International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress, Vancouver, Canada, July 18-21, 2010, p. 1101.

การสร้างฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลของสุกรสาว

ฐานข้อมูลที่นำมาใช้ในโปรแกรมประกอบด้วย ตาราง (Table) คือ ส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยหลายตารางนำมาเก็บรวมกันตามความสัมพันธ์ที่เหมาะสม ตารางจะทำหน้าที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลส่วนกลาง (Database Server) ชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วแต่ความสะดวกของผู้ใช้ ในที่นี้เก็บไว้ในฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL Server) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สามารถ Download มาใช้งานฟรีได้ที่ www.mysql.com (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 หน้าเวปเพจของ MySQL Server ที่เข้าไปทำการ download โปรแกรม

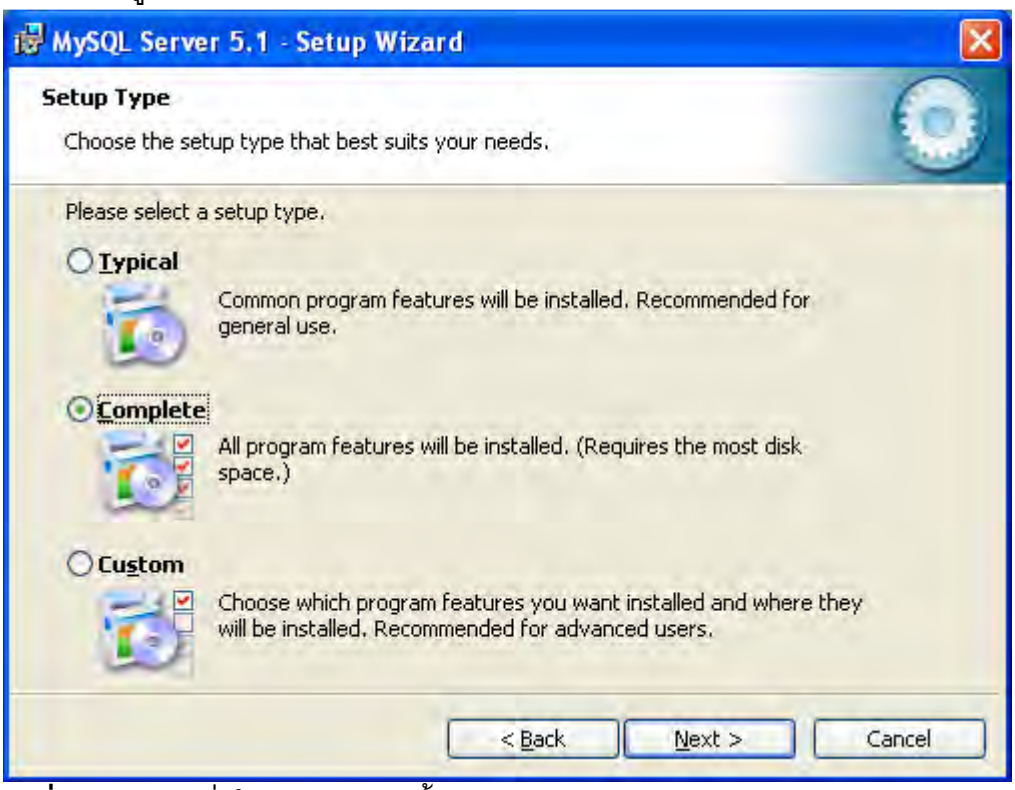
ขั้นตอนการติดตั้ง MySQL Server

การติดตั้ง MySQL Server สามารถทำได้ตามขั้นตอน ดังนี้

1.เข้าสู่หน้าต่างเริ่มต้นเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม (รูปที่ 2)

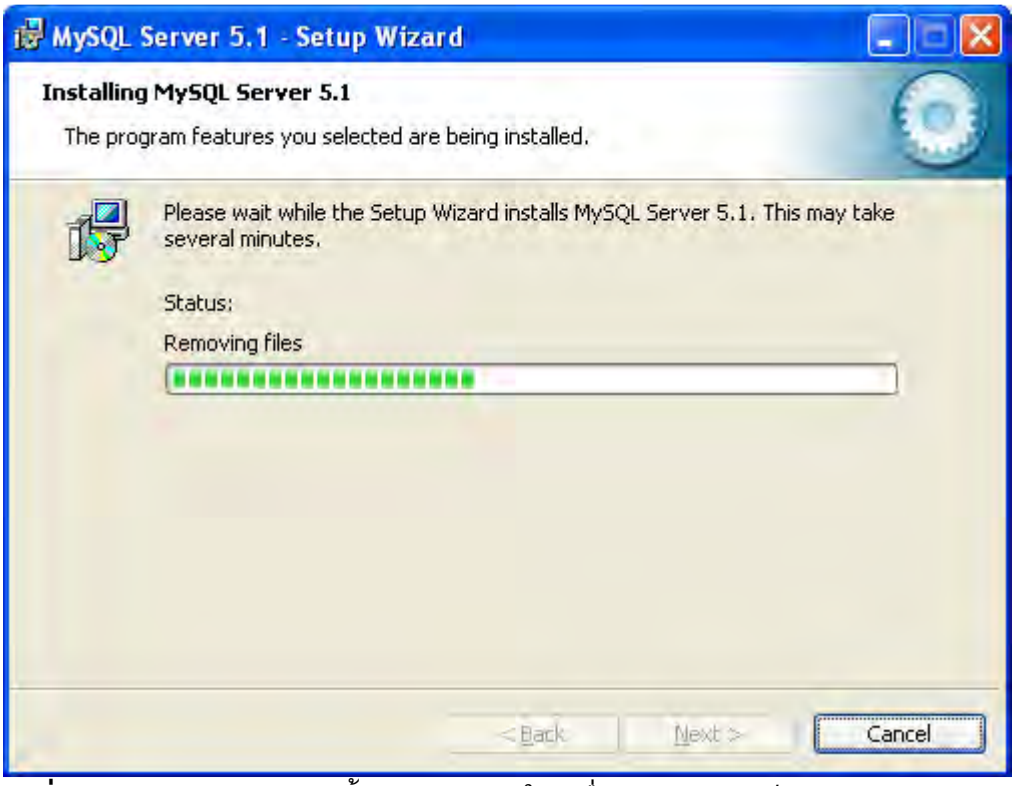
รูปที่ 2 หน้าต่างเริ่มต้นเมื่อเข้าสู่การติดตั้งโปรแกรม MySQL Server

2. ในการติดตั้งสามารถเลือกการติดตั้งแบบธรรมดา (Typical) สมบูรณ์ (Complete) หรือ กำหนดเอง (Custom) (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 หน้าต่างเพื่อให้เลือกการติดตั้งแบบต่างๆ

3. เข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมจะทำการติดตั้งส่วนต่างๆ ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 4-5)



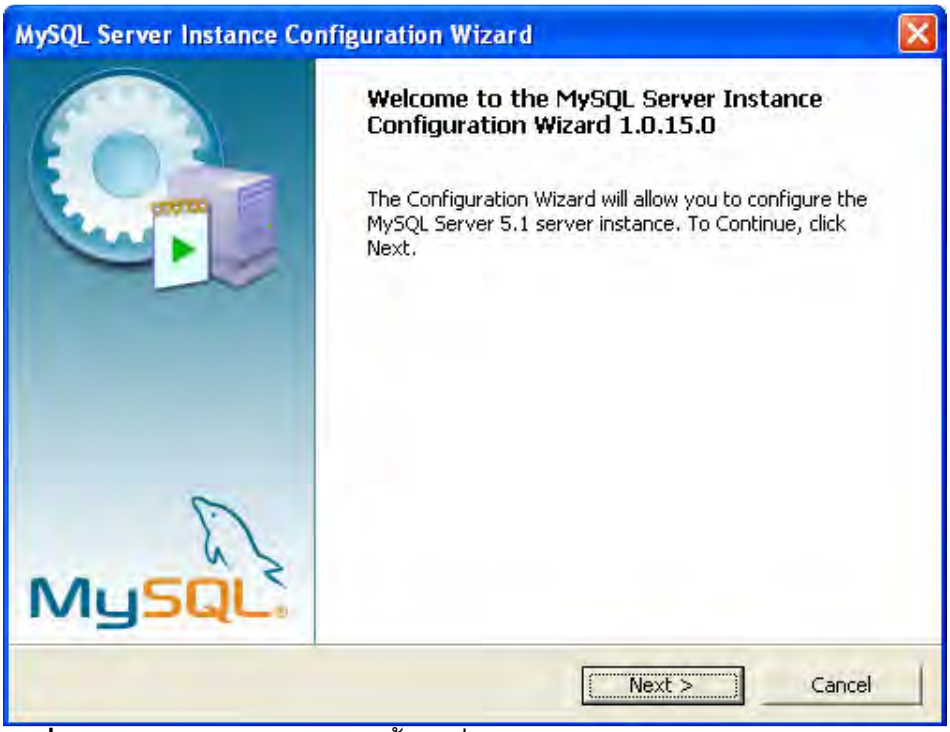
รูปที่ 4 หน้าต่างแสดงการติดตั้งส่วนต่างๆ ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปที่ 5 หน้าต่างหลังการติดตั้งส่วนต่างๆ ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จแล้ว

4.เมื่อติดตั้งเสร็จโปรแกรม MySQL Server จะให้เลือกเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นก่อนใช้งาน หลังจากนั้นให้กดปุ่ม Finish (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 หน้าต่างเพื่อให้เลือกกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรม MySQL Server

5.หลังจากนั้นจะเข้าสู้หน้าต่างต้อนรับเข้าสู่การตั้งค่าเริ่มต้นของโปรแกรม ให้กดปุ่ม Next เพื่อดำเนินการ (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 หน้าต่างต้อนรับเข้าสู่การตั้งค่าเริ่มต้นโปรแกรม

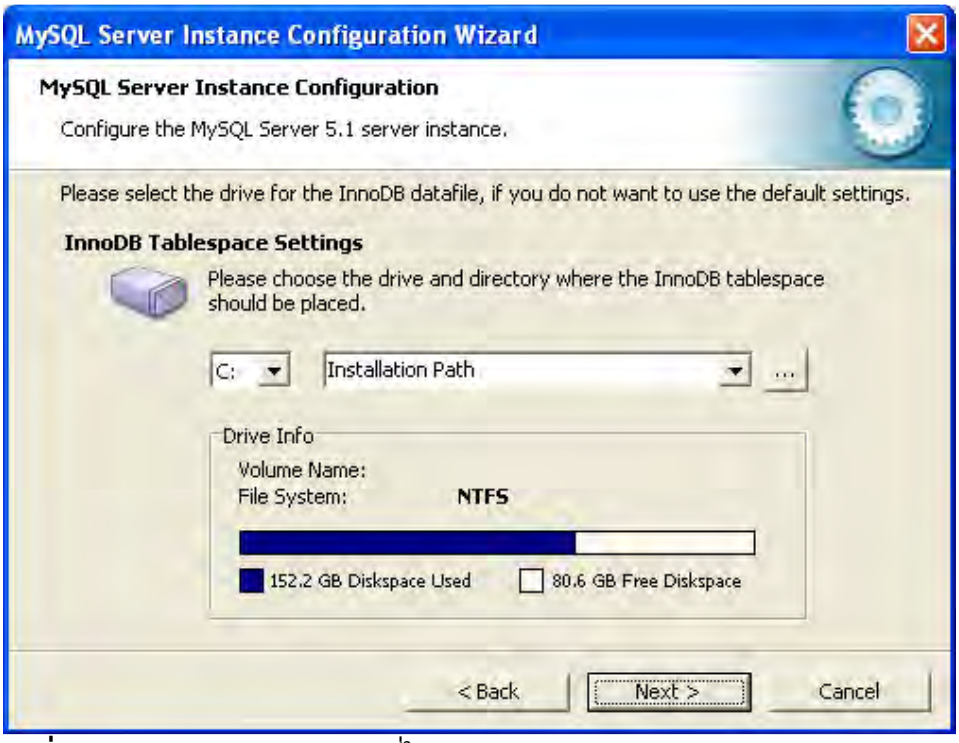
6. โปรแกรมจะให้เลือกรูปแบบการติดตั้งที่เหมาะสมโดยในที่นี้จะเลือกแบบ Developer ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม GILT (รูปที่ 8)

รูปที่ 8 หน้าต่างการกำหนดค่าเริ่มต้นรูปแบบต่างๆ

7. โปรแกรม MySQL Server จะให้เลือกรูปแบบของฐานข้อมูลที่จะจัดเก็บโดยการพัฒนาโปรแกรมจะเลือก Multifunctional Database (รูปที่ 9)

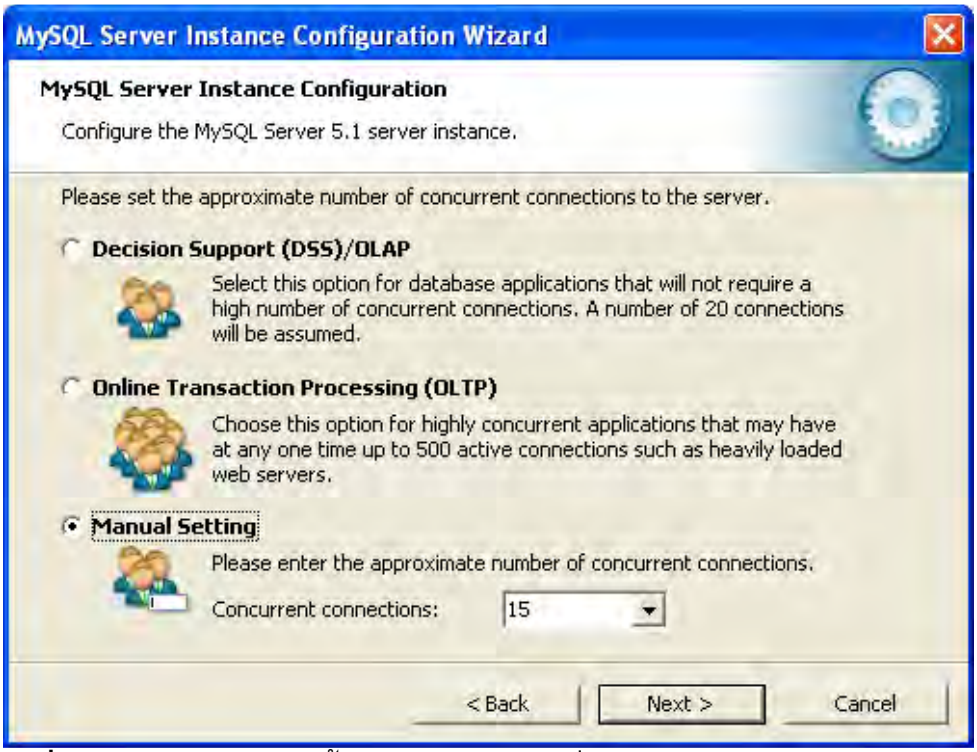
รูปที่ 9 หน้าต่างเพื่อให้เลือกรูปแบบต่างๆ ของการจัดเก็บฐานข้อมูล

8.กำหนดตำแหน่งที่อยู่เพื่อจัดเก็บของฐานข้อมูลโดยเลือก drive ที่ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูลหลังจากนั้นให้กดปุ่ม Next เพื่อดำเนินการต่อ (รูปที่ 10)



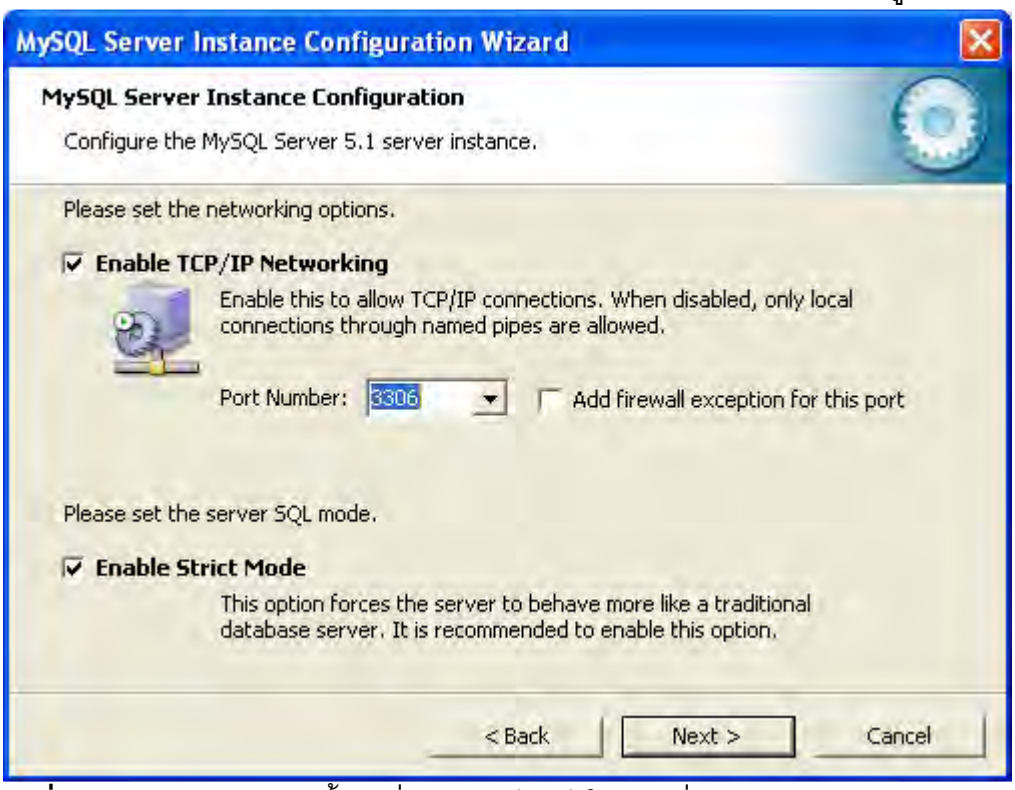
รูปที่ 10 หน้าต่างตำแหน่ง drive ที่ใช้จัดเก็บฐานข้อมูล

9.กำหนดจำนวนผู้ใช้งานที่จะเชื่อมต่อกับ MySQL Server โดยการเลือก Manual setting และเลือกจำนวนผู้ใช้งานเชื่อมต่อ หลังจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนถัดไป (รูปที่ 11)



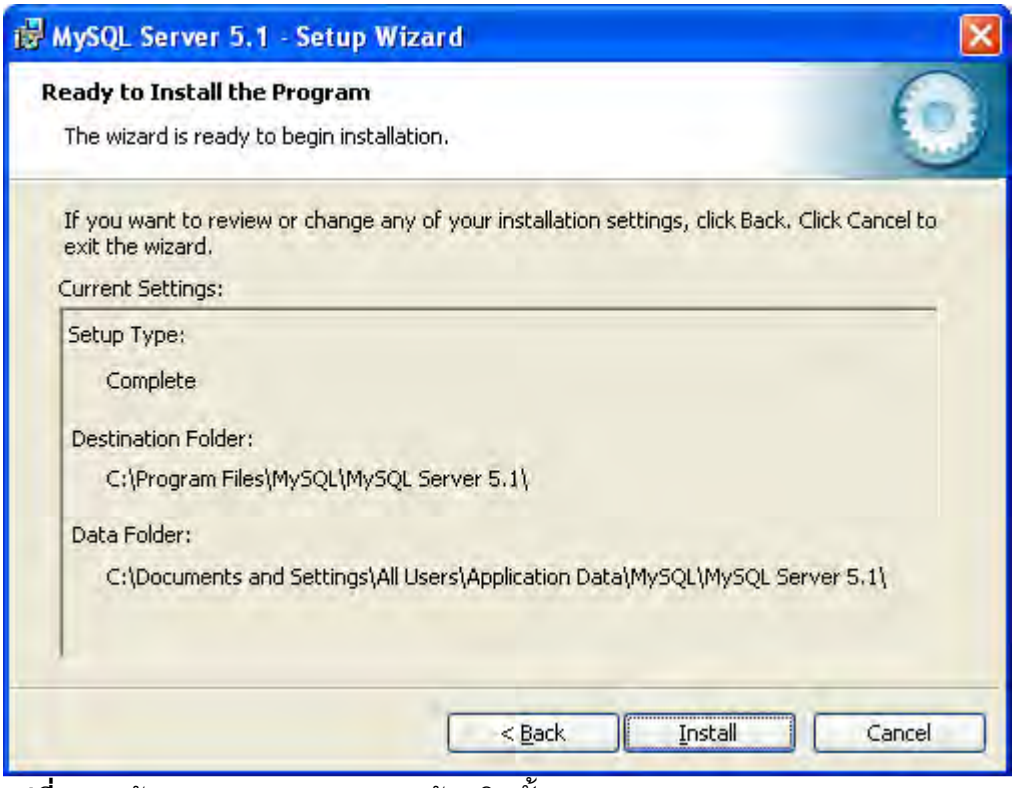
รูปที่ 11 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าจำนวนผู้ใช้งานเชื่อมต่อกับ MySQL Server

10. การตั้งค่าเริ่มต้นเบอร์พอร์ตที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับ MySQL Server (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าเริ่มต้นเบอร์พอร์ตในการเชื่อมต่อ

11.หลังจากกำหนดค่าเริ่มต้นเสร็จให้กดปุ่ม install เพื่อทำการติดตั้ง MySQL Server (รูปที่ 13)



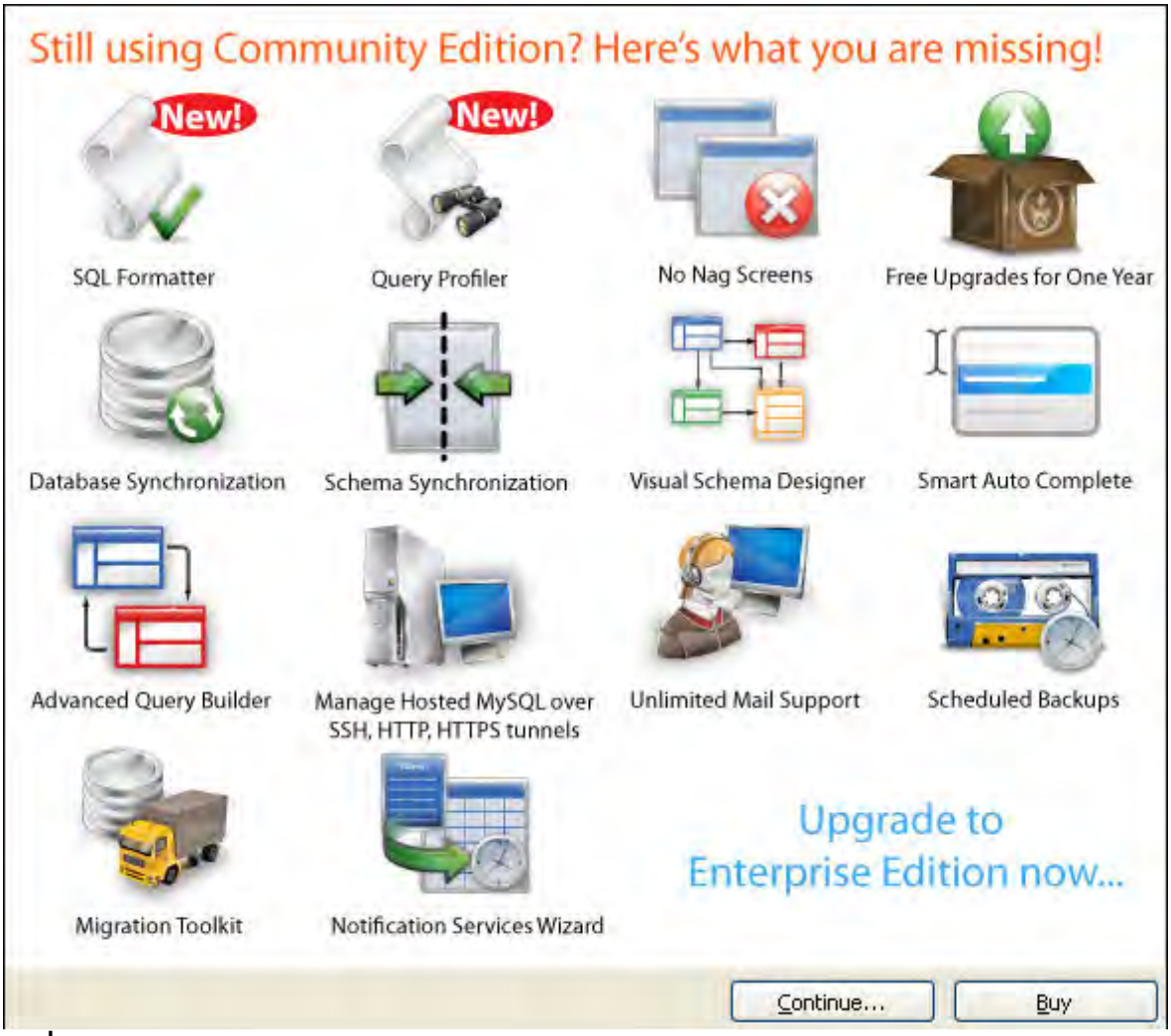
รูปที่ 13 หน้าต่าง MySQL Server พร้อมติดตั้ง

การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลใช้เครื่องมือที่จะเข้าไปติดต่อชื่อ SQLYOG Community Version การออกแบบฐานข้อมูลสามารถเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรมที่ URL: www.webyog.com (รูปที่ 14)

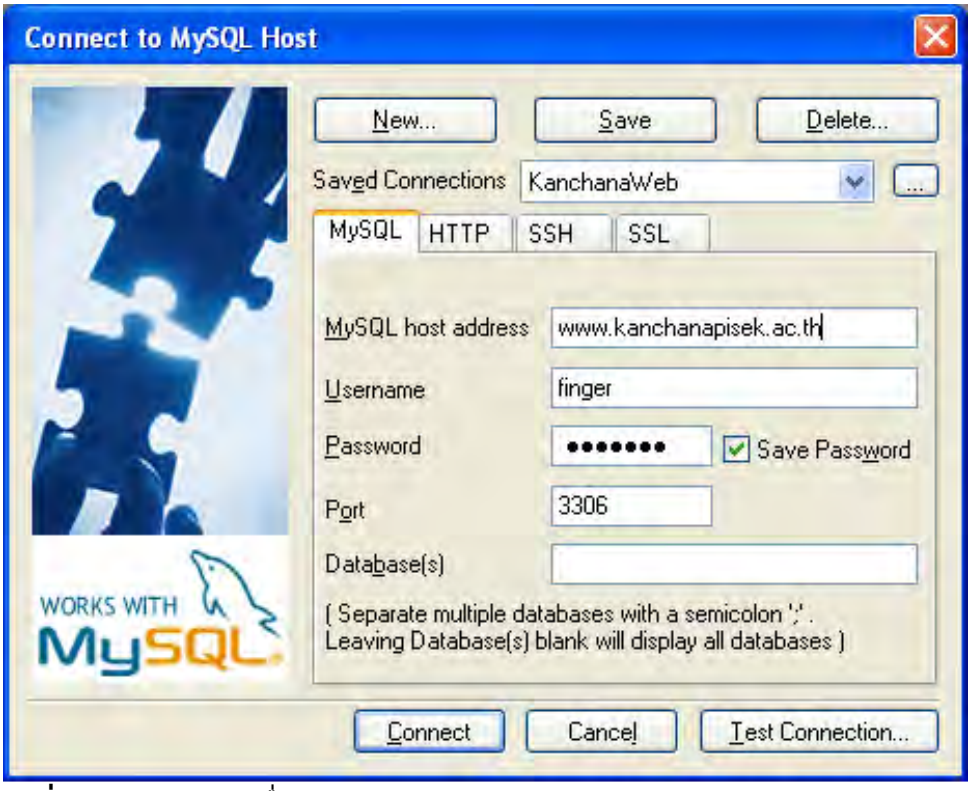
รูปที่ 14 หน้าต่างเวปไซต์ Webyog ในการดาวน์โหลด SQLYOG

วิธีติดตั้ง SQLYog หลังจากดาวน์โหลด SQLYog จะเข้าสู่การติดตั้งโดยจะมีให้เลือก continue หรือเลือกซื้อ option เพิ่มเติม ให้กด continue เพื่อดำเนินการต่อ (รูปที่ 15)



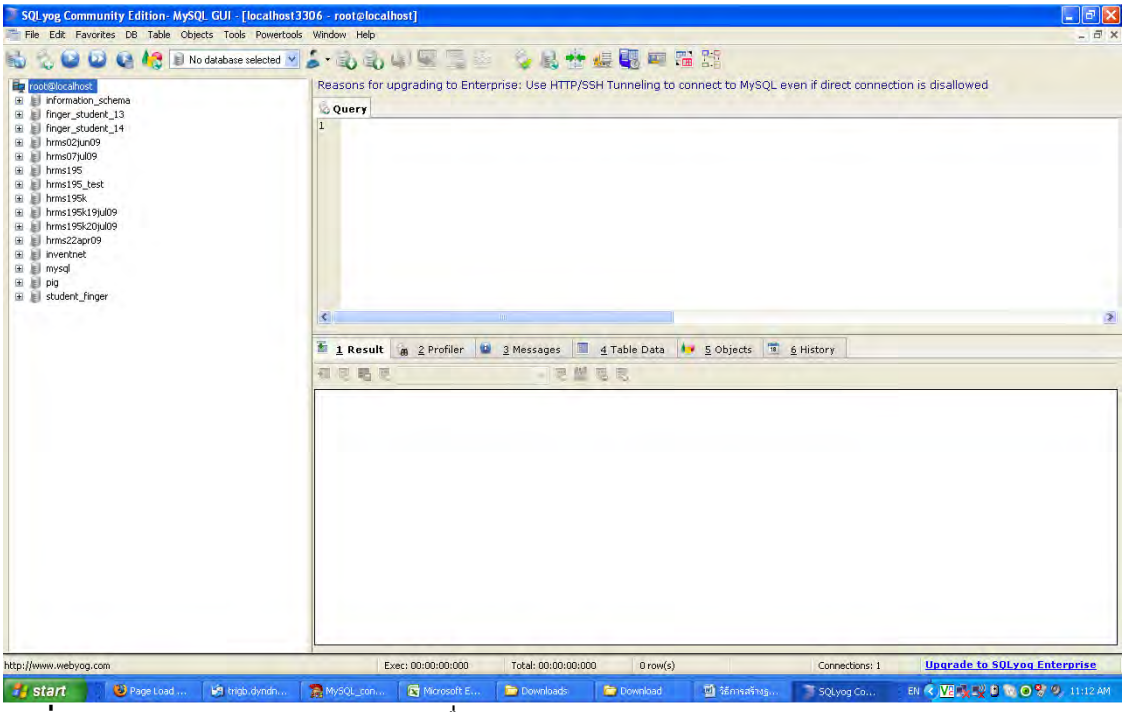
รูปที่ 15 หน้าต่างแรก จะสอบถามการ Upgrade โปรแกรมสู่ Enterprise Edition

เมื่อเข้าสู่หน้า Login เข้าสู่ระบบ จะถาม Server name, Username, Password, Port ที่ใช้ในการติดต่อ และชื่อฐานข้อมูลที่ต้องการใช้งาน ในกรณีที่ยังไม่มีฐานข้อมูลให้เว้นไว้



รูปที่ 16 หน้าต่างการเชื่อมต่อ login เข้าสู่ MySQL Server Host

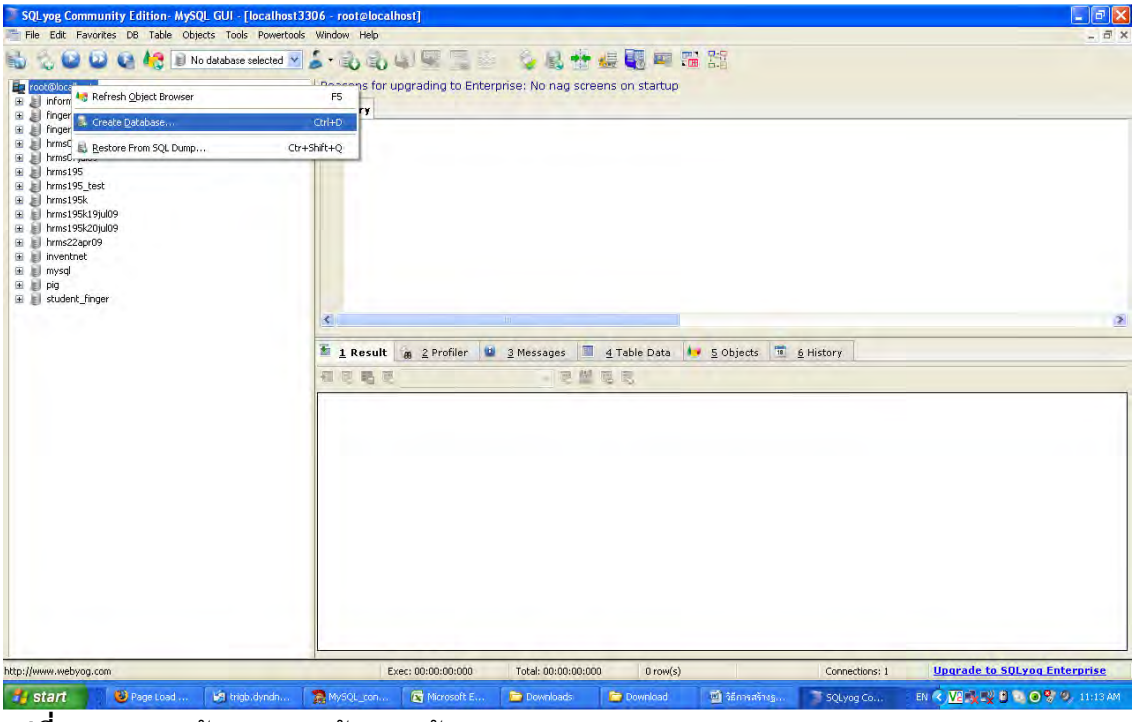
เมื่อ Login สำเร็จ จะเข้าสู่หน้าใช้งาน โดยหน้าทางซ้ายจะมี รายการของ ชื่อฐานข้อมูลที่มีอยู่



รูปที่ 17 หน้าต่าง SQL yog หลังจากเชื่อมต่อกับ MySQL Server

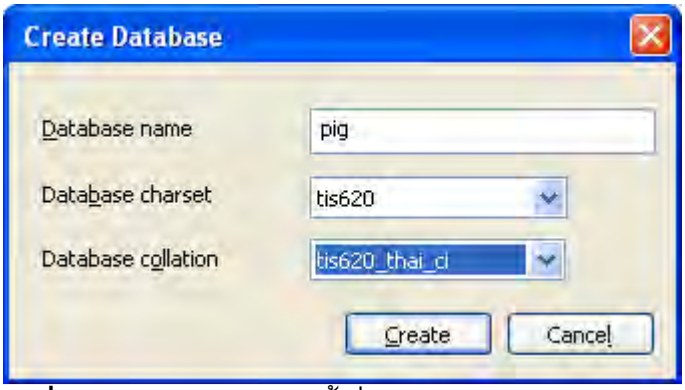
การสร้างฐานข้อมูล

คลิ๊กเม้าส์ขวาเพื่อเลือกสร้างฐานข้อมูล(Create Database)



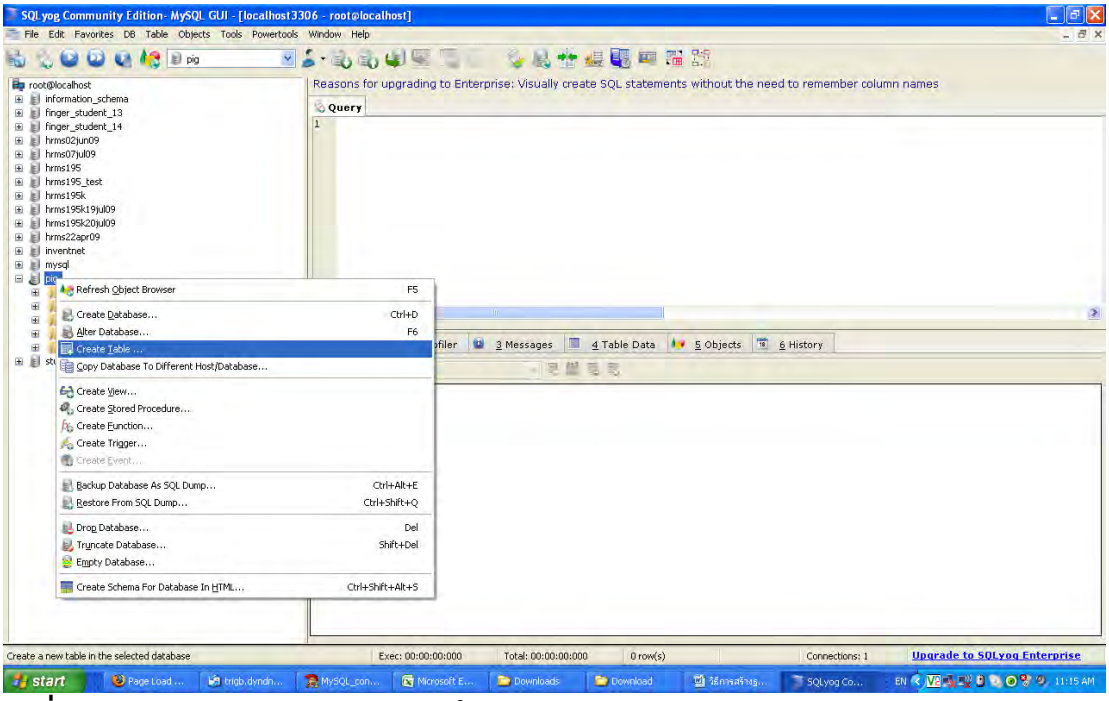
รูปที่ 18 แสดงหน้าต่างการสร้างฐานข้อมูลผ่าน SQL yog

ตั้งชื่อฐานข้อมูลและรหัสภาษา



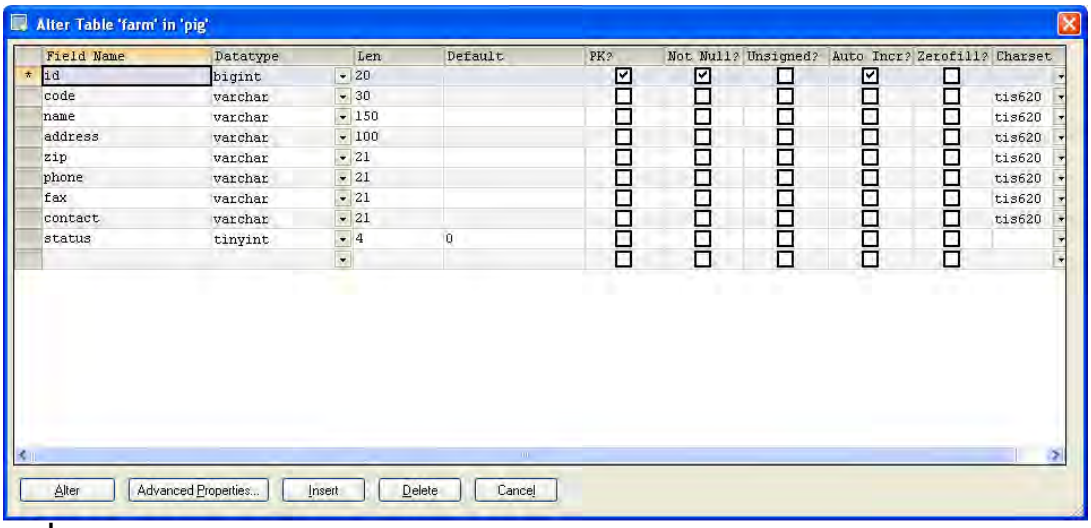
รูปที่ 19 แสดงหน้าต่างการตั้งชื่อฐานข้อมูลและการกำหนดรหัสภาษา

เมื่อสร้างฐานข้อมูลเสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างตารางเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ โดยคลิ๊กเม้าส์ขวาเพื่อเลือกสร้างตาราง



รูปที่ 20 แสดงหน้าต่างการสร้างตาราง ใน SQL yog

เข้าสู่หน้าต่างสำหรับการสร้างตารางเก็บข้อมูลโดยในตารางจะประกอบด้วย Column ชนิดข้อมูล ความยาว ค่า Default, Key, Auto Increament รหัสภาษา



รูปที่ 21 แสดงหน้าต่างกำหนดค่าต่างๆ ของข้อมูลในตาราง

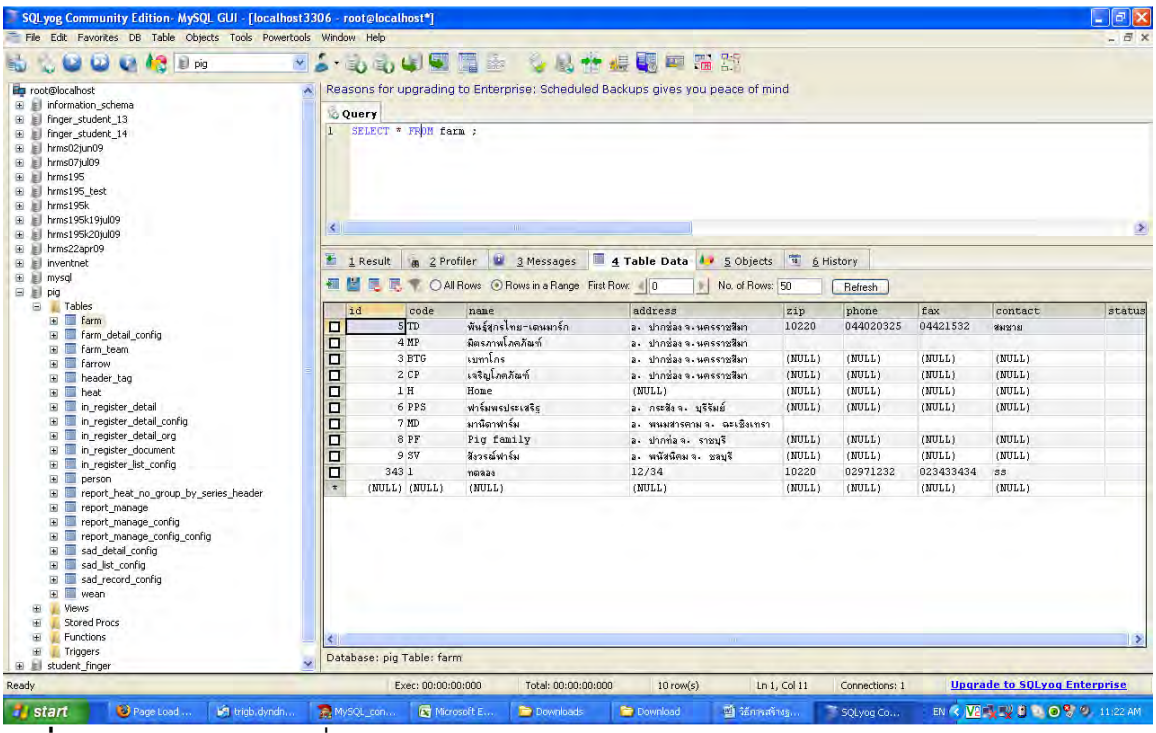
ตัวอย่างชุดคำสั่ง

การเรียกดูข้อมูลในกรณีที่มีข้อมูลอยู่แล้ว ใช้คำสั่ง SELECT * FROM farm ;

```
mysql> CREATE TABLE t (qty INT, price INT);
mysql> INSERT INTO t VALUES(3, 50), (5, 60);
mysql> CREATE VIEW v AS SELECT qty, price, qty*price AS value FROM t;
```

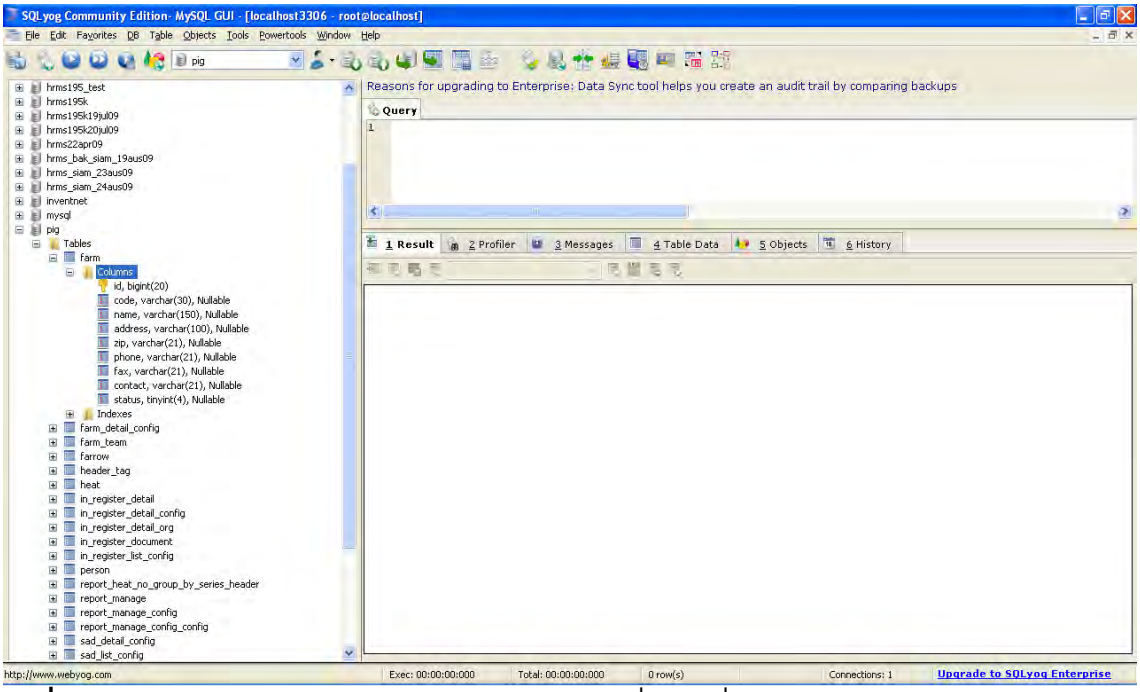
```
mysql> SELECT * FROM v;
+------+-------+-------+
| qty  | price | value |
+------+-------+-------+
|    3 |    50 |   150 |
|    5 |    60 |   300 |
+------+-------+-------+
mysql> SELECT * FROM v WHERE qty = 5;
+------+-------+-------+
| qty  | price | value |
+------+-------+-------+
|    5 |    60 |   300 |
+------+-------+-------+
```

ทางด้านซ้ายมือของตารางจะเป็นรายชื่อของฐานข้อมูล ซึ่งด้านในของแต่ละชุดของฐานข้อมูลจะมีตารางที่บรรจุอยู่ในฐานข้อมูลนั้น windows ทางด้านซ้ายเป็นส่วนของตารางที่มีในฐานข้อมูล



รูปที่ 22 หน้าต่างแสดงรายชื่อของฐานข้อมูลและชุดตาราง

โครงสร้างของตารางซึ่งประกอบไปด้วยชื่อของ ระเบียนข้อมูล และชนิดของข้อมูลและความยาวของข้อมูล ซึ่งเป็นมาตรฐานของฐานข้อมูลที่ใช้



รูปที่ 23 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของตาราง (table) ที่แสดงซึ่งประกอบไปด้วยระเบียนข้อมูลต่างๆ

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ database server เพื่อ เพิ่มข้อมูล แก้ไข และวิเคราะห์และรายงานฐานข้อมูล ซึ่งมีคำสั่งที่สำคัญพื้นฐาน ได้แก่ insert

```
do_query('Insert into in_register_detail
(ID,doc_no,BirthDate,Breed,Sire,Dam,BW1,BF1,Farm_ID,Team_Code)
values("'+pigid.Text+'","'+ID.Text+'",str_to_date("'+BirthDate.Text+'","%d/%m/%y"),"'+Breed
.Text+'","'+Sire.Text+'","'+Dam.Text+'","'+bw1.Text+'","'+bf1.Text+'","'+G_W_FarmID+'","'+G
_TeamID+'")') ;
```

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ database server เพื่อ แก้ไข ในส่วนของบรรทัดที่ต้องการแก้ไขในตารางนั้นๆ

```
do_query('Update in_register_detail  set  status = 40 where  ID = "'+ID.Text+'"') ;
```

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ database server เพื่อ ลบ ในส่วนของบรรทัดที่ต้องการแก้ไขในตารางนั้นๆ โดยการกำหนดเงื่อนในการลบออกจากตารางในฐานข้อมูล

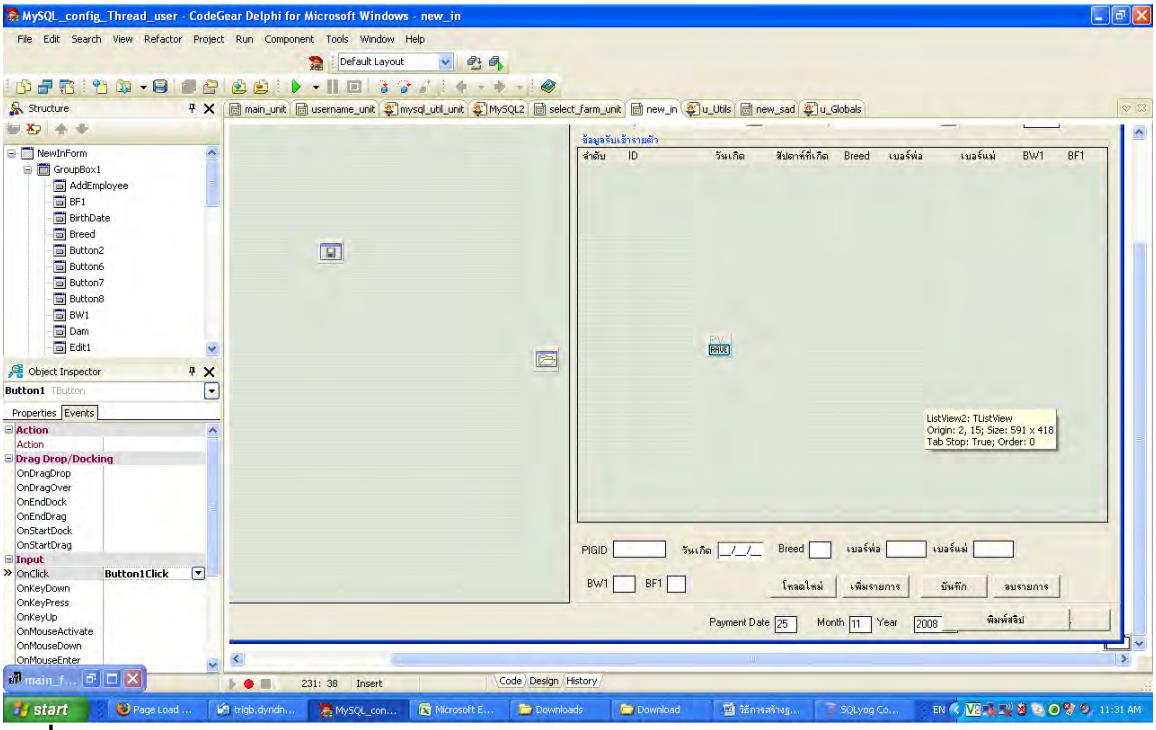
```
do_query('Delete  from in_register_document where  doc_no ="'+ id.text+ '");
```

การนำข้อมูลเข้าไปเก็บในตาราง

```
do_query('Insert into in_register_detail
(ID,doc_no,BirthDate,Breed,Sire,Dam,BW1,BF1,Farm_ID,Team_Code)
values("'+pigid.Text+'","'+ID.Text+'",str_to_date("'+BirthDate.Text+'","%d/%m/%y"),"'+Breed
.Text+'","'+Sire.Text+'","'+Dam.Text+'","'+bw1.Text+'","'+bf1.Text+'","'+G_W_FarmID+'","'+G
_TeamID+'")') ;
```

การสร้างฟอร์มกรอกข้อมูล

Form พื้นฐานประกอบด้วย text box ได้แก่ วันเดือนปี ข้อมูลของฟาร์ม น้ำหนักของสุกรในฟาร์ม ID ต่างๆ drop down ได้แก่ รายชื่อฟาร์ม list box ได้แก่ รายชื่อทีมในฟาร์ม และ combo box

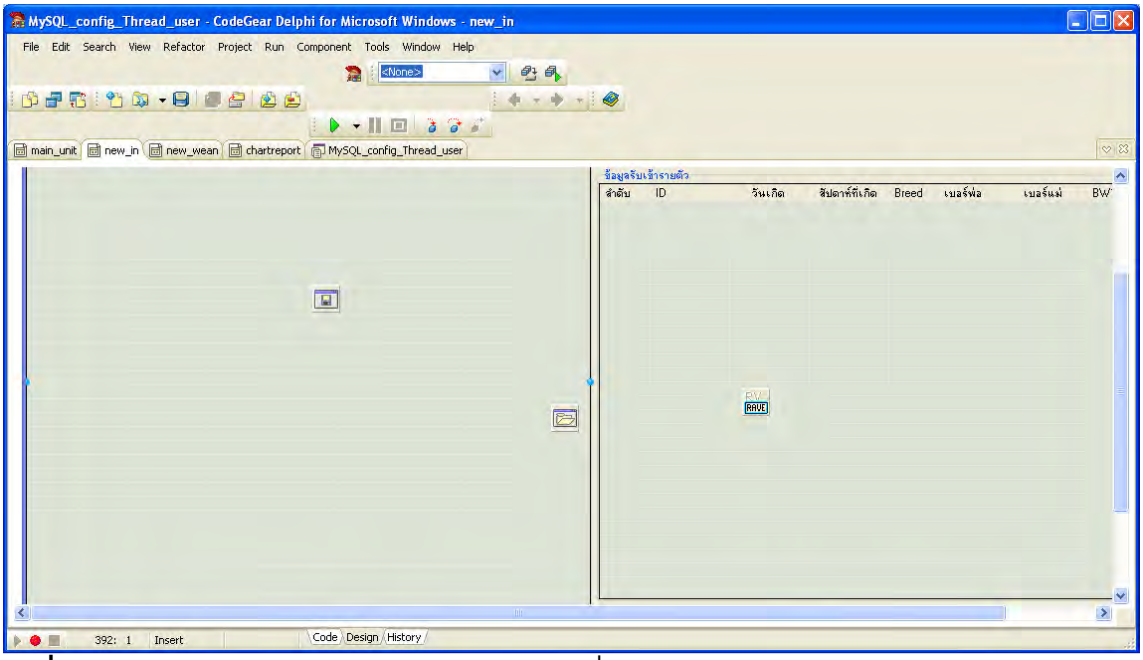


รูปที่ 24 หน้าต่างแสดงการสร้างฟอร์มการกรอกข้อมูล

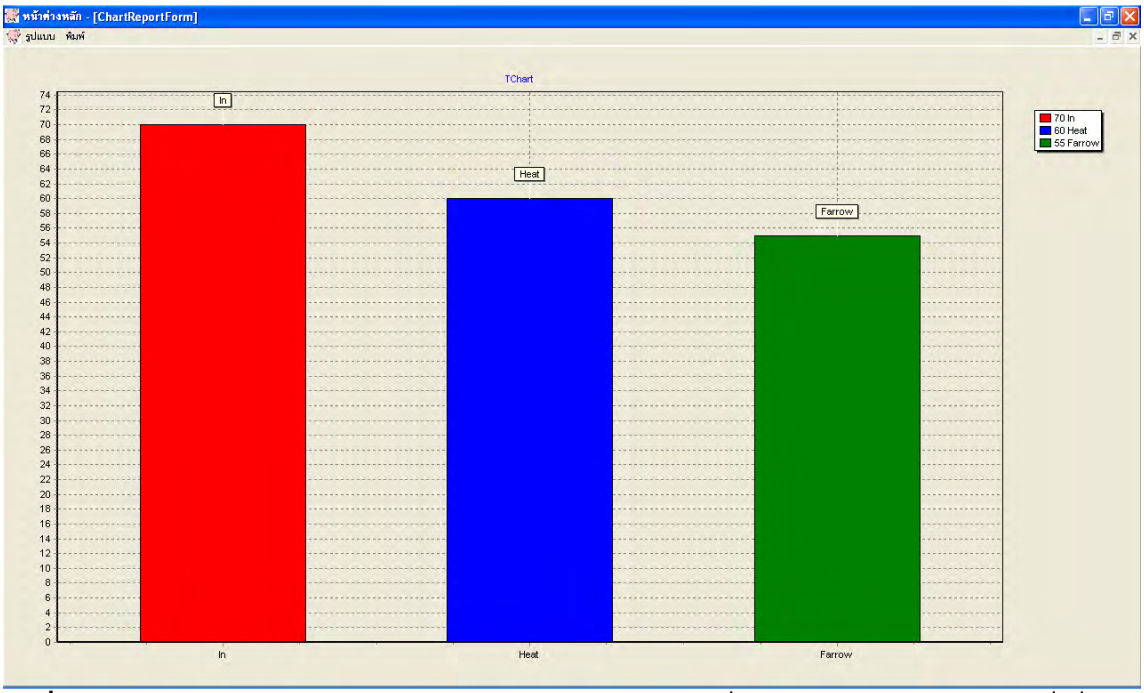
รายงานฐานข้อมูลประกอบไปด้วยการใช้คำสั่ง select เพื่อเรียกดูข้อมูลตามเงื่อนจาก กลุ่มตารางตามเงื่อนไขที่ต้องการ ตัวอย่างชุดคำสั่ง ได้แก่

```
str := 'Select de.doc_no from in_register_detail de where  de.id = "'+pigid.text+'"';
//  showmessage(str);
```

ในขั้นตอนของการเขียนโปรแกรม เราเอาข้อมูลที่ได้จาก select มาแสดงใน list view หรือตาราง หรือแสดงผลออกมาเป็นกราฟ ด้วยขั้นตอนการเขียนโปรแกรมในภาษา Pascal

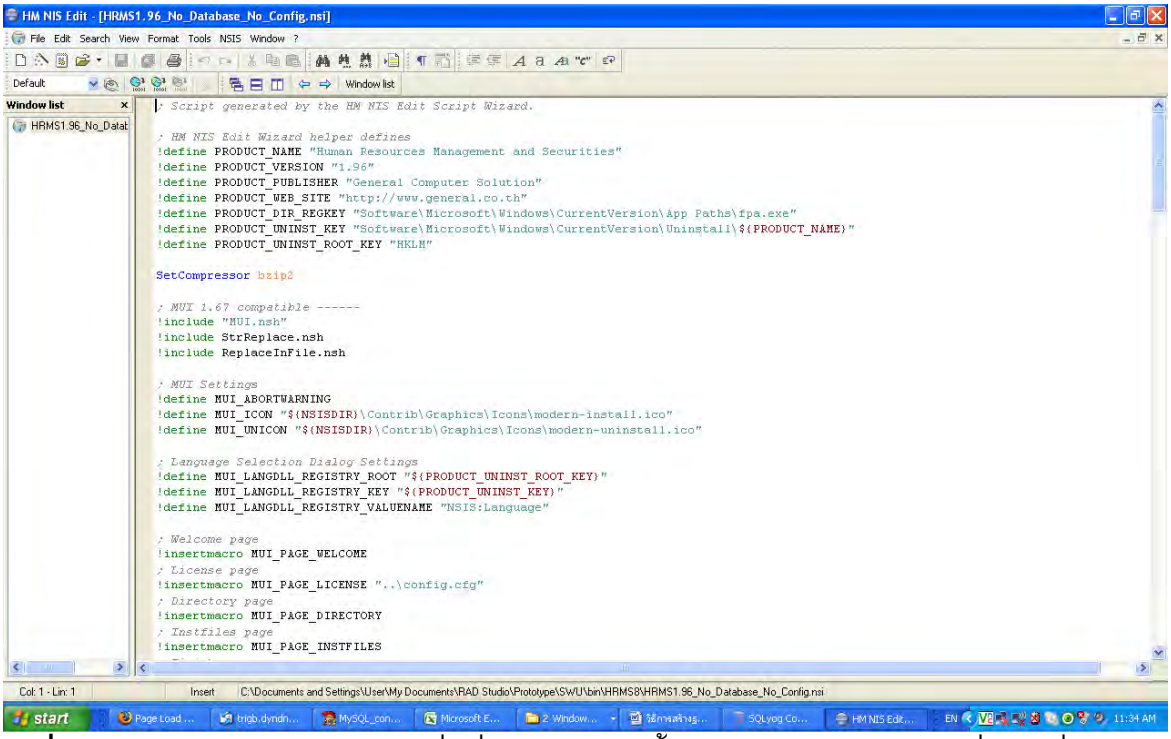


รูปที่ 25 แสดงตัวอย่างหน้าต่าง รายงานฐานข้อมูลที่แสดงออกมาในตาราง



รูปที่ 26 หน้าต่างแสดงตัวอย่างรายงานฐานข้อมูล ในรูปกราฟที่แสดงผลออกมาจากชุดคำสั่งที่ได้จากการเขียนโปรแกรม

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสร้างชุดติดตั้งโปรแกรม โดยใช้ เครื่องมือที่ชื่อ NSIS โดยกำหนดคำสั่งต่างๆ เพื่อทำให้โปรแกรมสามารถไปติดตั้งในคอมพิวเตอร์อื่นๆต่อไป



รูปที่ 27 หน้าต่างการออกแบบชุดคำสั่งเพื่อใช้ในการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูปผ่านเครื่องมือชื่อ NSIS

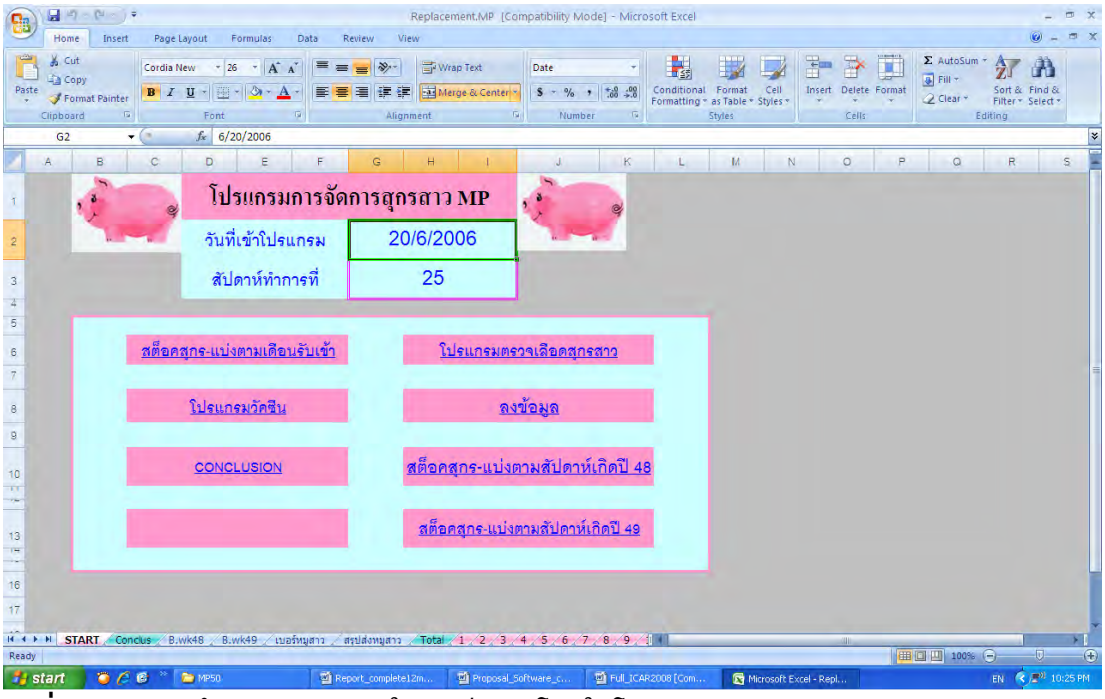
รูปที่ 28 แบบสัญลักษณ์ของโปรแกรมสำเร็จรูป GILT version 1.1

การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม GILT version 1.0

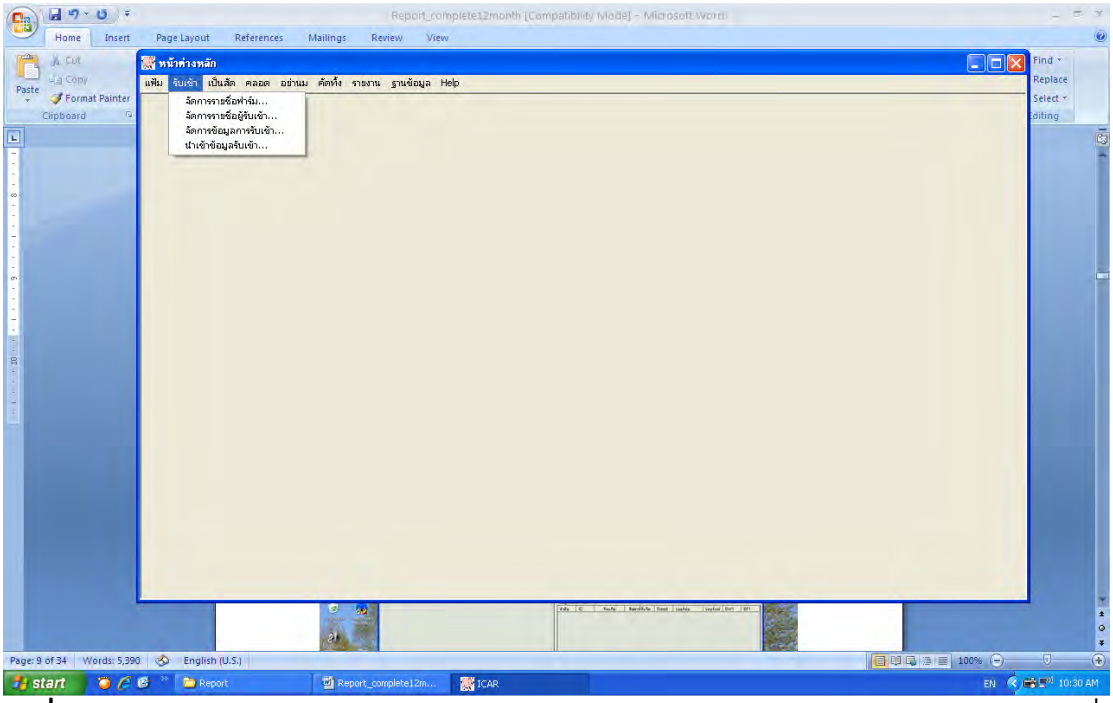
ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นเพื่อใช้งาน แล้วเสร็จสมบูรณ์แล้วและสามารถนำไปใช้งานได้ การทดสอบการใช้งานได้มีการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากการเยี่ยมฟาร์มนำมาประมวลผล และเริ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

ในเบื้องต้นของการการเริ่มเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัย ได้ทำการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น การจดลงในบันทึกของสมุดคุมฝูง (รูปที่ 29) การกรอกลงแบบฟอร์มที่คณะผู้วิจัยกำหนด และ การกรอกข้อมูลลงโปรแกรม Microsoft excel (รูปที่ 30) การใช้วิธีการต่างๆ เหล่านี้มีข้อจำกัดในการนำข้อมูลมาประมวลผลและใช้ประโยชน์ จึงได้ทำการการพัฒนาโปแกรมสำเร็จรูปเพื่อสามารถจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ได้ โดยการเขียนโปรแกรมได้ทำได้ตามแผนอย่างต่อเนื่อง ควบคู่กับการเก็บข้อมูลสุกรสาวในฟาร์ม 5 ฟาร์ม ลักษณะของโปรแกรมโดยสังเขปแสดงดังรูปที่ 31-36

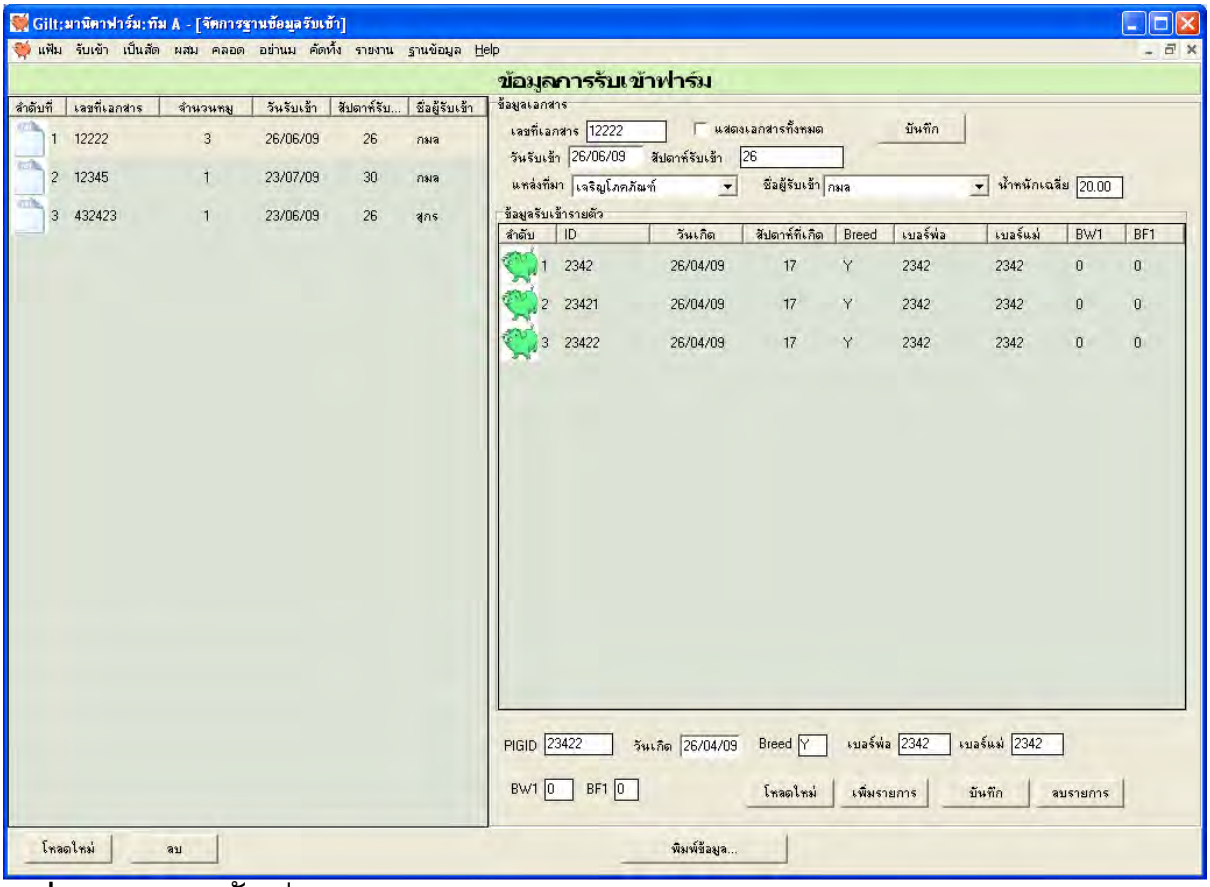
รูปที่ 29 การบันทึกข้อมูลสุกรสาวทดแทนลงในสมุดคุมฝูง



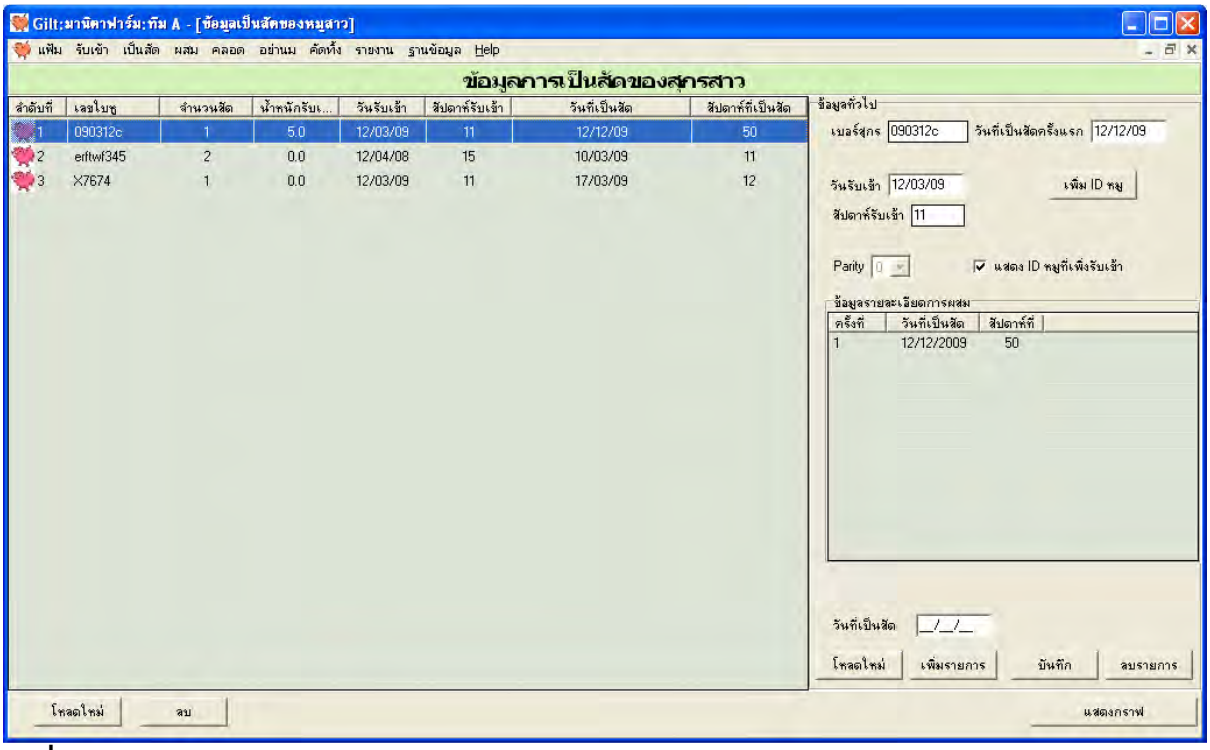
รูปที่ 30 การบันทึกข้อมูลสุกรสาวในฟาร์มสุกรโดยใช้โปรแกรม Microsoft excel



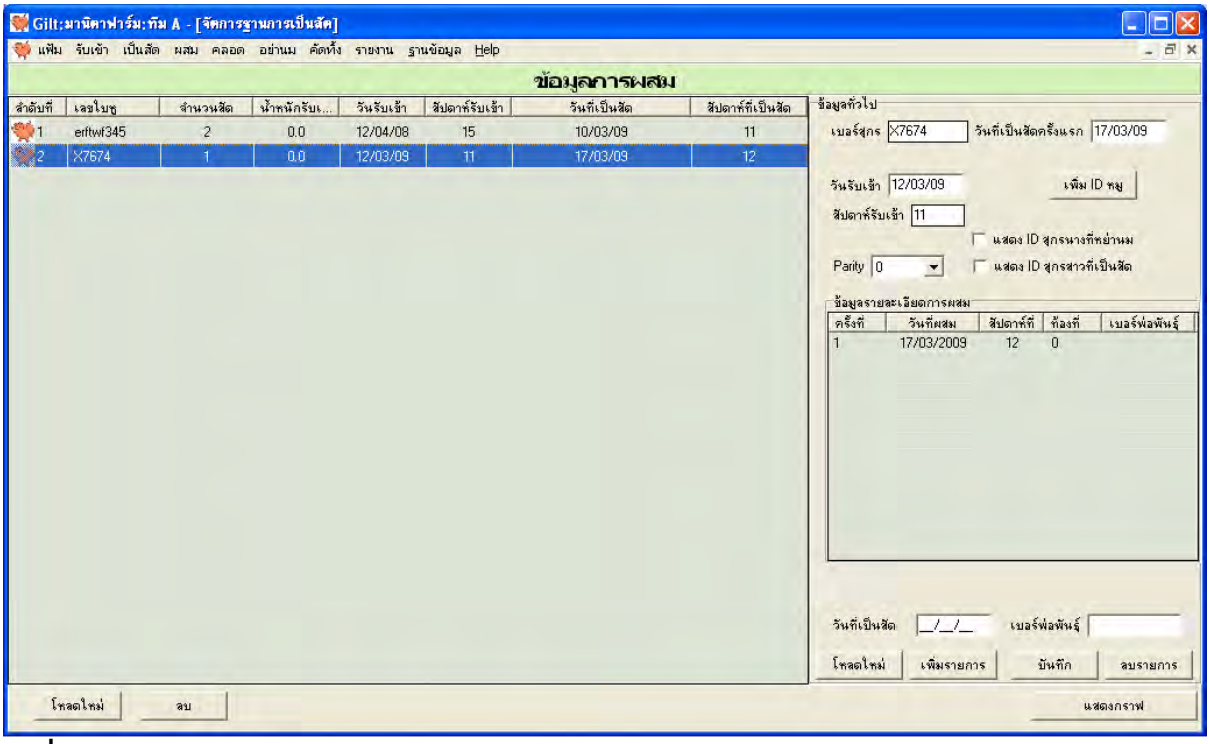
รูปที่ 31 แสดงการการบันทึกข้อมูลสุกรสาวในฟาร์มสุกรโดยใช้โปรแกรม GILT version 1.0 (เริ่มเข้าสู่การเริ่มใช้โปรแกรม)



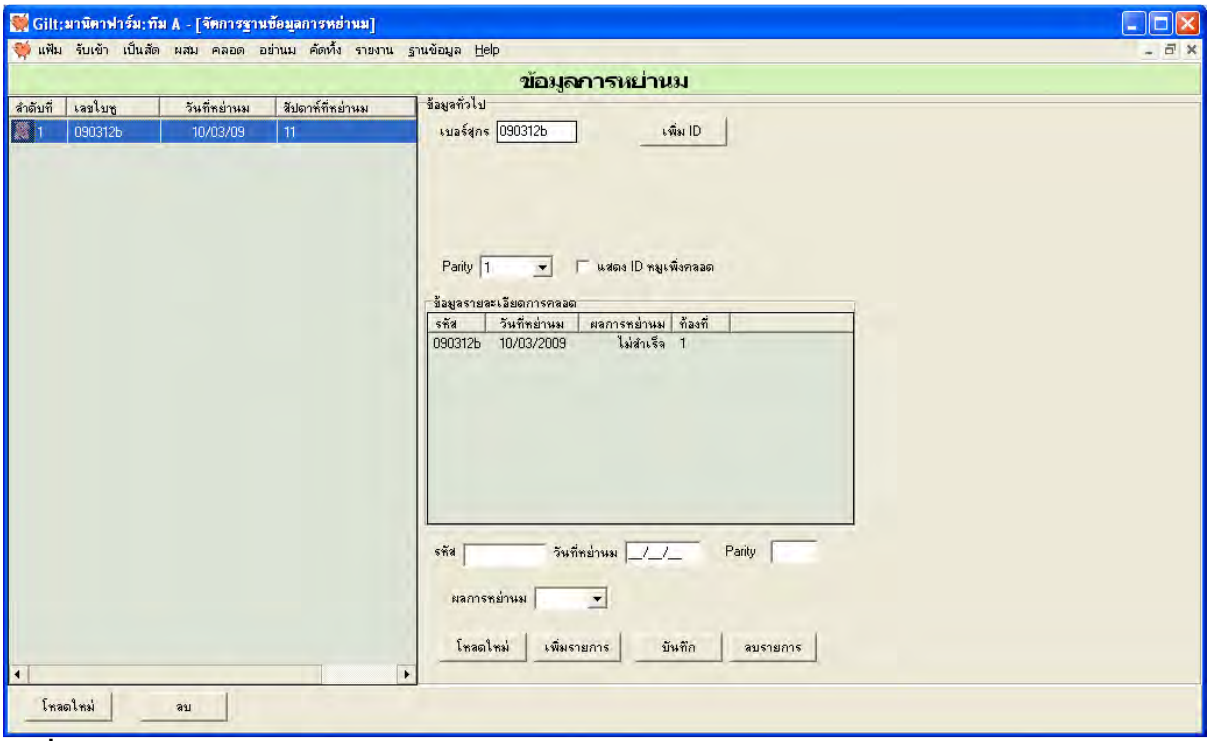
รูปที่ 32 แสดงเมนูฟังก์ชั่นการลงทะเบียนรับสุกรสาวเข้าฟาร์ม (Program GILT version 1.0)



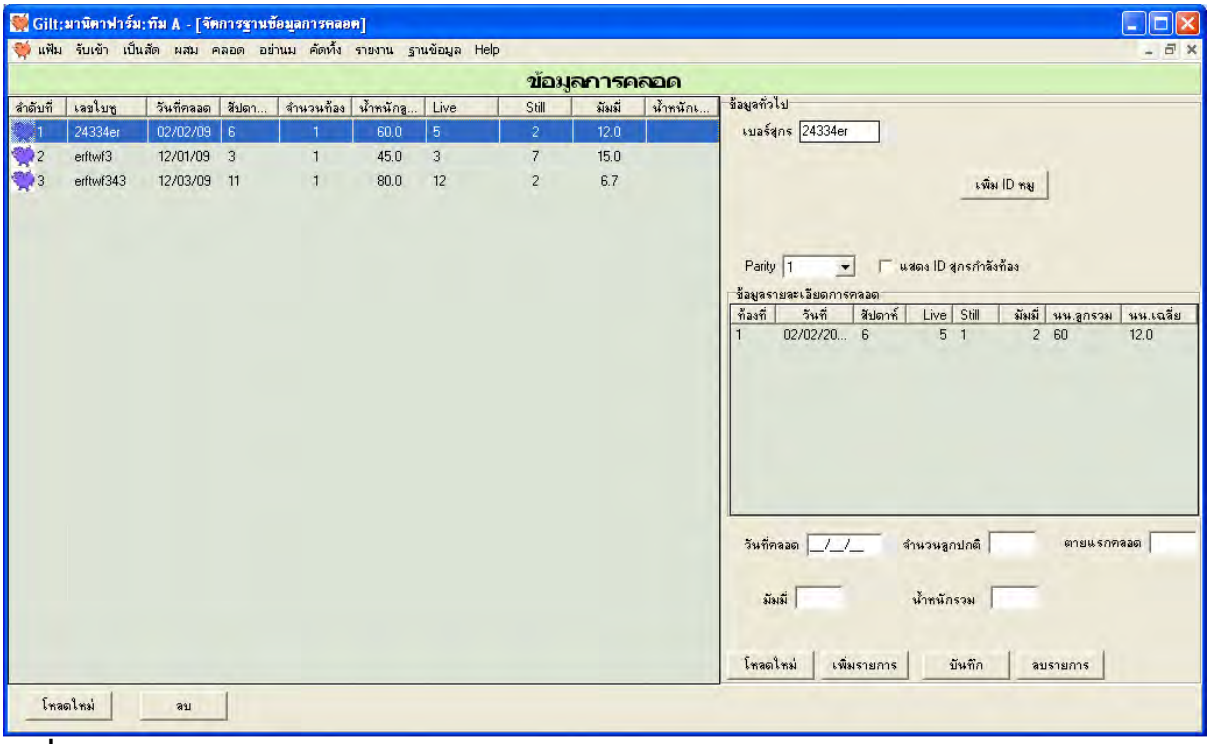
รูปที่ 33 แสดงแบบฟอร์มการเป็นสัดของสุกรสาว (Program GILT version 1.0)



รูปที่ 34 แสดงแบบฟอร์มการลงบันทึกข้อมูลการผสมพันธุ์ของสุกรสาวและสุกรนาง (Program GILT version 1.0)



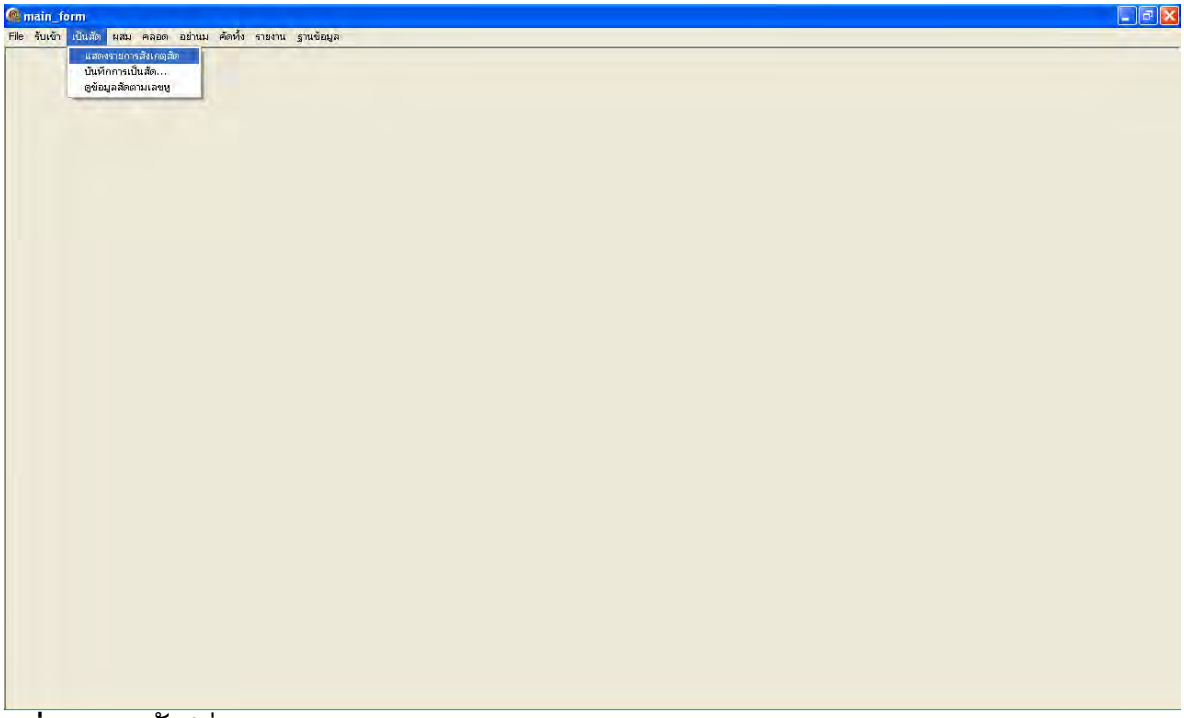
รูปที่ 35 แสดงแบบฟอร์มการลงบันทึกข้อมูลการหย่านมของแม่สุกร (Program GILT version 1.0)



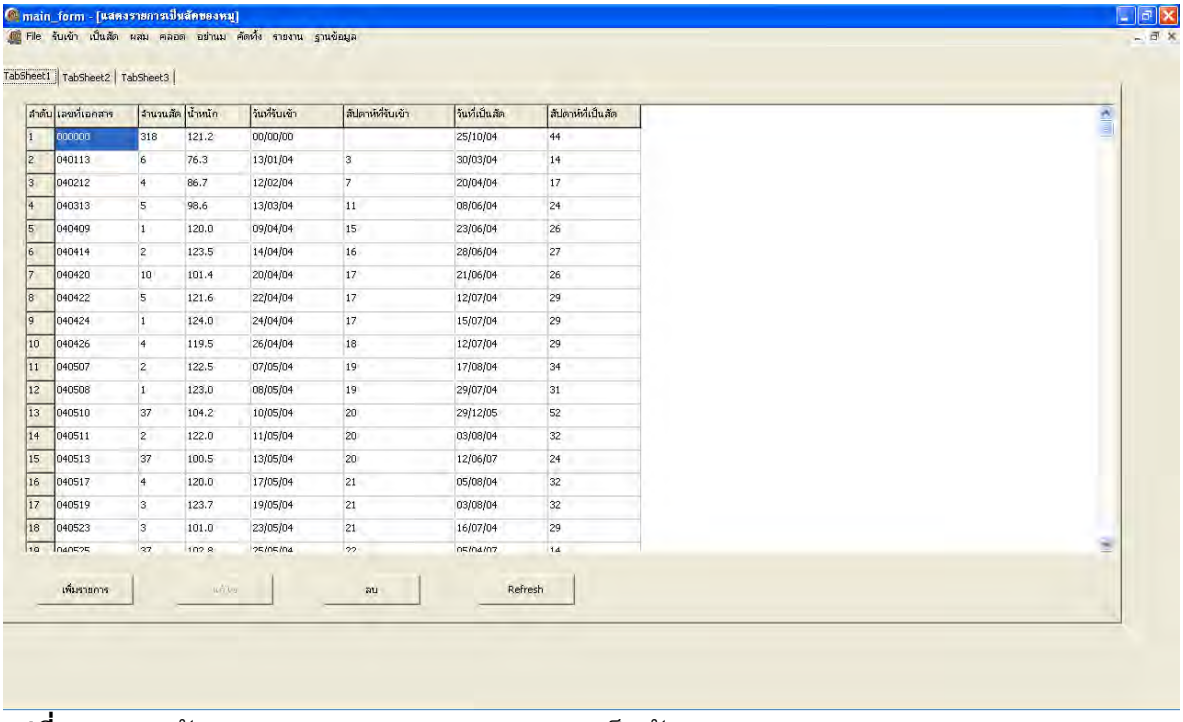
รูปที่ 36 แสดงแบบฟอร์มการลงบันทึกข้อมูลการคลอดของแม่สุกร (Program GILT version 1.0)

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซอฟแวร์ฐานข้อมูลสุกรสาวทดแทน

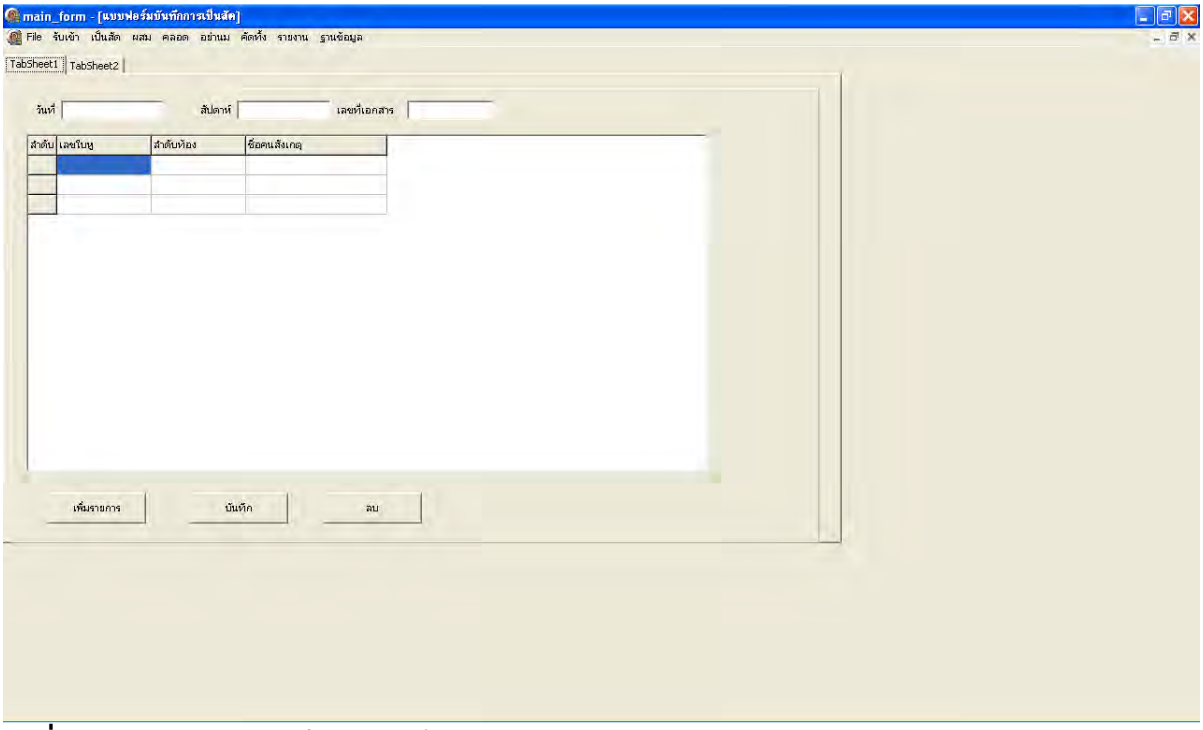
ลักษณะของโปรแกรมเพื่อจัดเก็บข้อมูลสุกรสาวเป็นรายตัวอย่างเป็นระเบียบและสามารถเรียกออกมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงดังรูปที่ 37-42



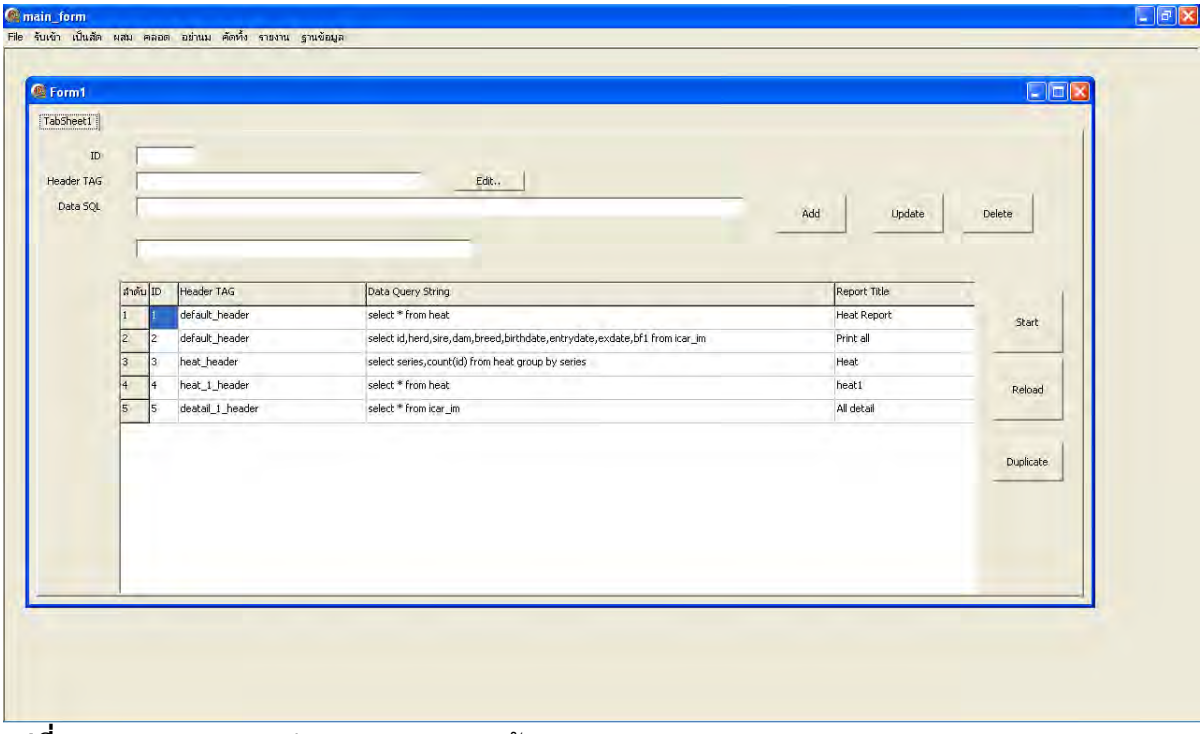
รูปที่ 37 เมนูฟังก์ชั่นแสดงรายการตรวจการเป็นสัด (heat detection)



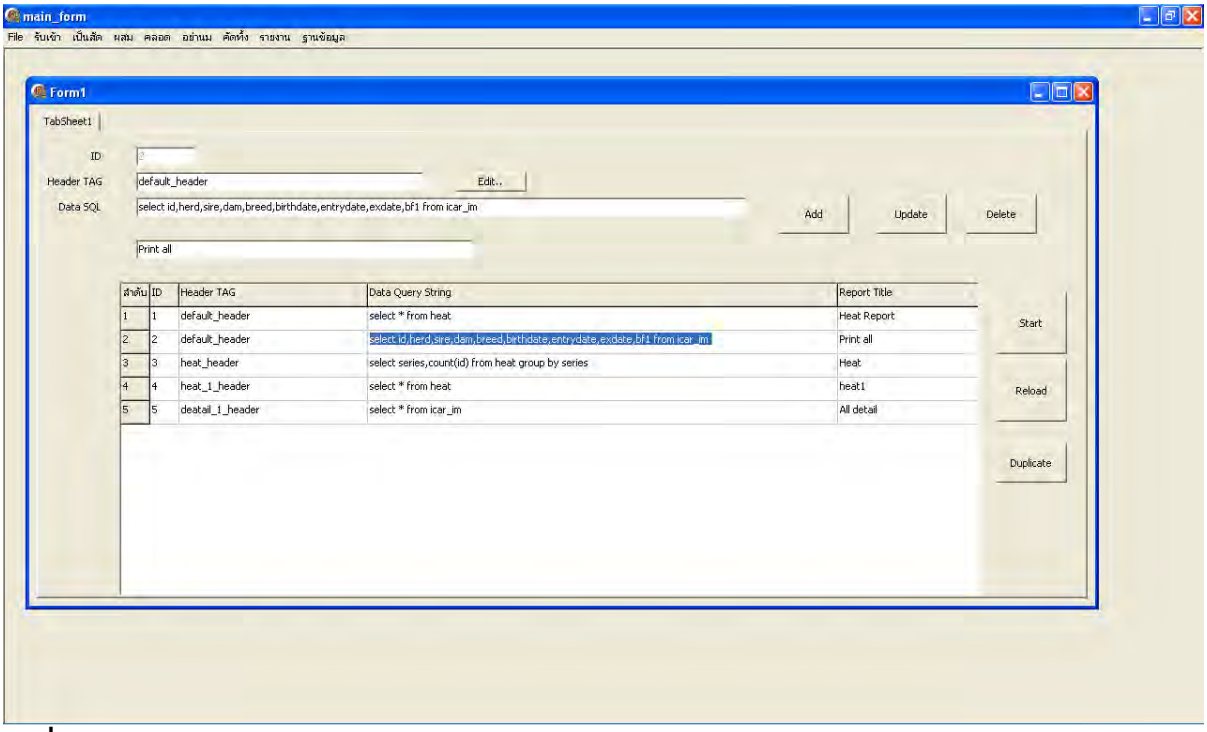
รูปที่ 38 แสดงตัวอย่างการรายงานผลการตรวจการเป็นสัด



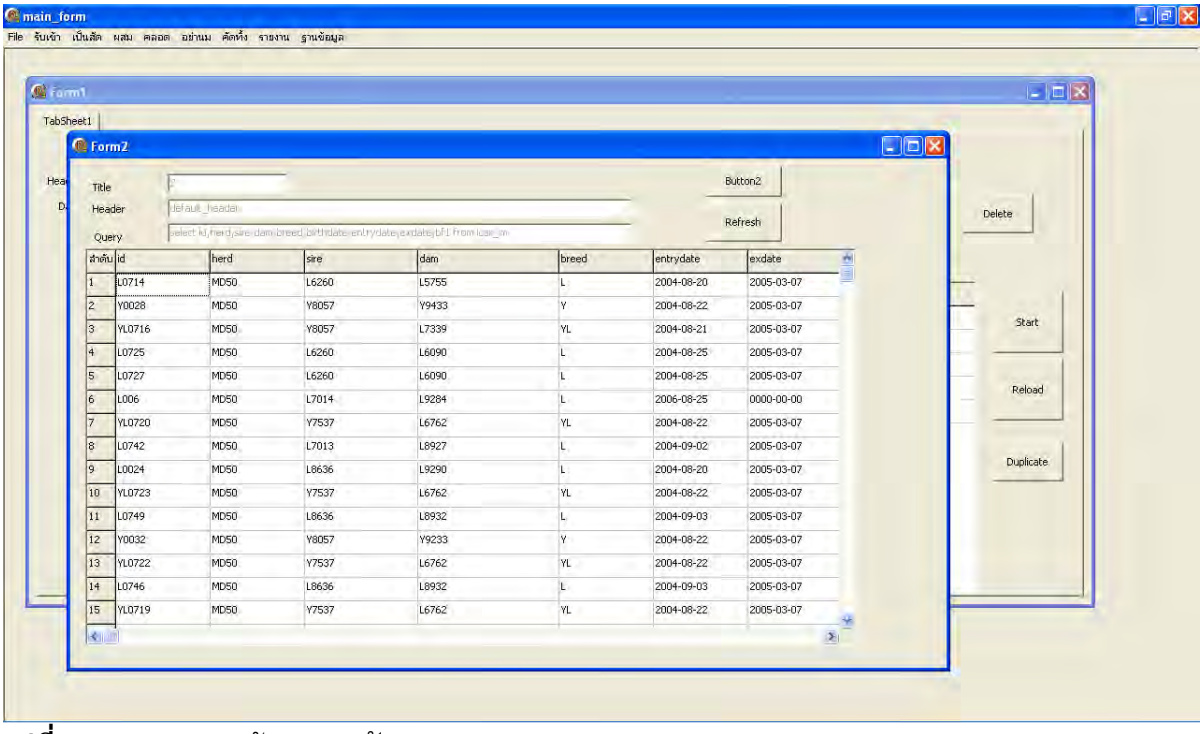
รูปที่ 39 ตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกการเป็นสัด



รูปที่ 40 ตารางกำหนดรูปแบบการแสดงผลข้อมูล



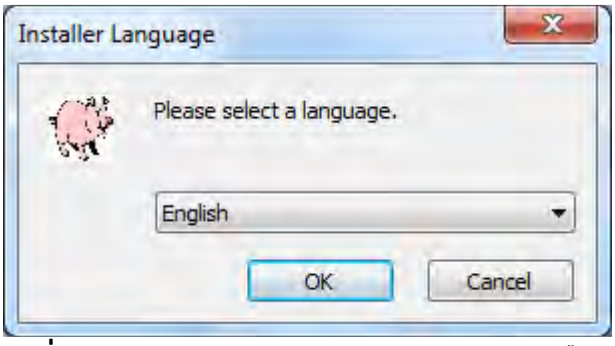
รูปที่ 41 แสดงวิธีการกำหนดรูปแบบรายงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้



รูปที่ 42 ตารางแสดงข้อมูลรายตัวของสุกร

ขั้นตอนการติดตั้ง โปรแกรม GILT version 1.0

เมื่อ Run โปรแกรมเพื่อติดตั้ง ชื่อ Gilt.exe จะปรากฏหน้าต่างแรกชื่อ ‘Installer Language’ เพื่อเลือกภาษาในการติดตั้ง



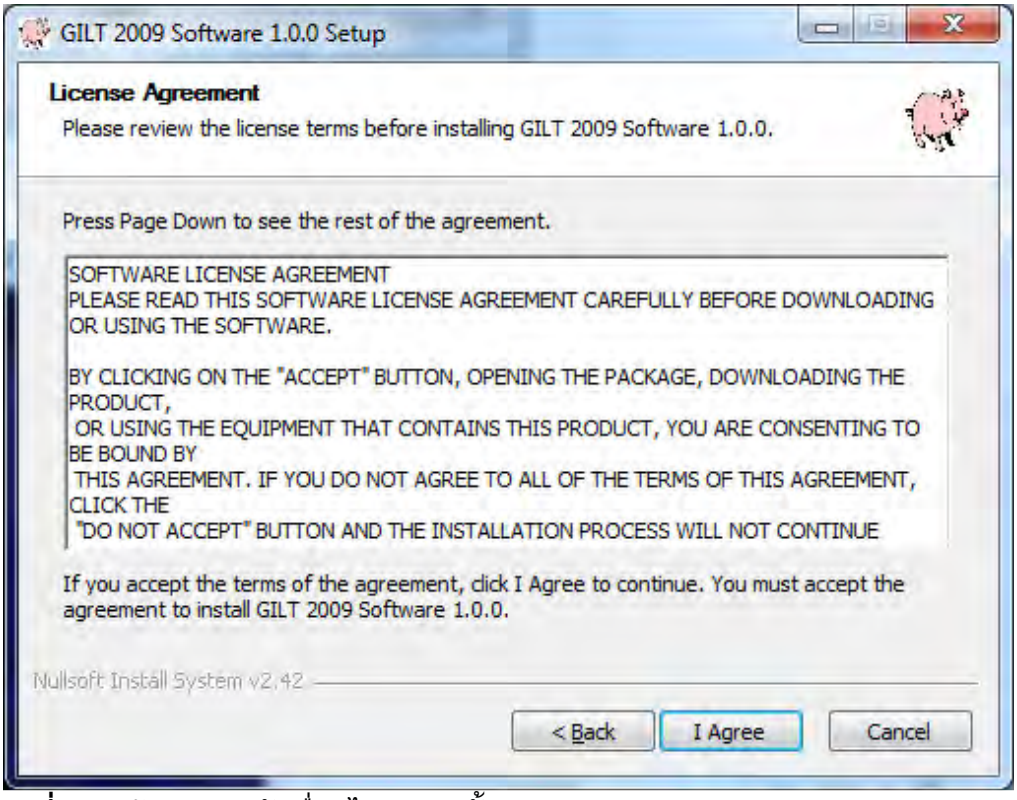
รูปที่ 43 หน้าต่าง ‘Installer Language’ สำหรับเลือกภาษาในการติดตั้ง

จากนั้นให้กด ปุ่ม OK เพื่อ เลือกภาษา

รูปที่ 44 หน้าต่างยินดีต้อนรับสู่การติดตั้งโปรแกรม

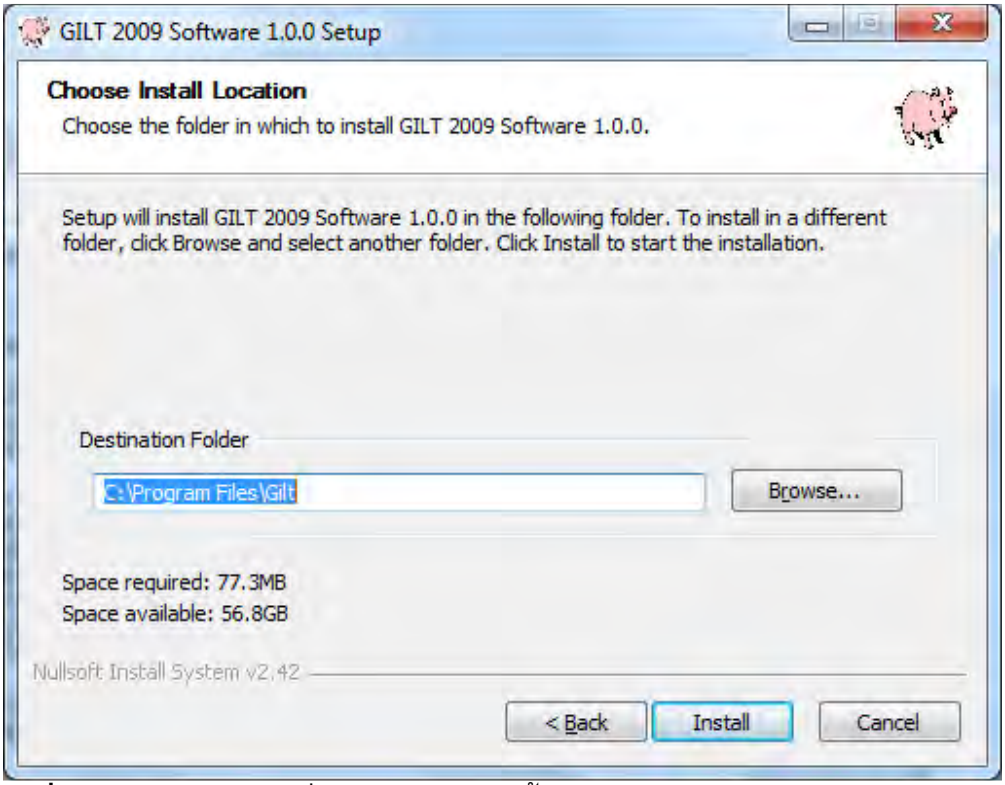
จากนั้นก็จะเข้าสู่หน้าต่าง ยินดีต้อนรับสู่การติดตั้งโปรแกรม พร้อมคำแนะนำที่ควรปฏิบัติในการติดตั้ง (รูปที่ 44)

เมื่ออ่านและทำความเข้าใจแล้วให้กด Next เพื่อทำต่อ แล้วจะเข้าสู่หน้ายอมรับเงื่อนไขการติดตั้ง ถ้าผู้ติดตั้งอ่านแล้วยอมรับให้กด I Agree โปรแกรมก็จะเข้าสู่การติดตั้งต่อไป แต่ถ้าไม่เห็นด้วยให้กด Cancel ก็จะออกจากการติดตั้ง

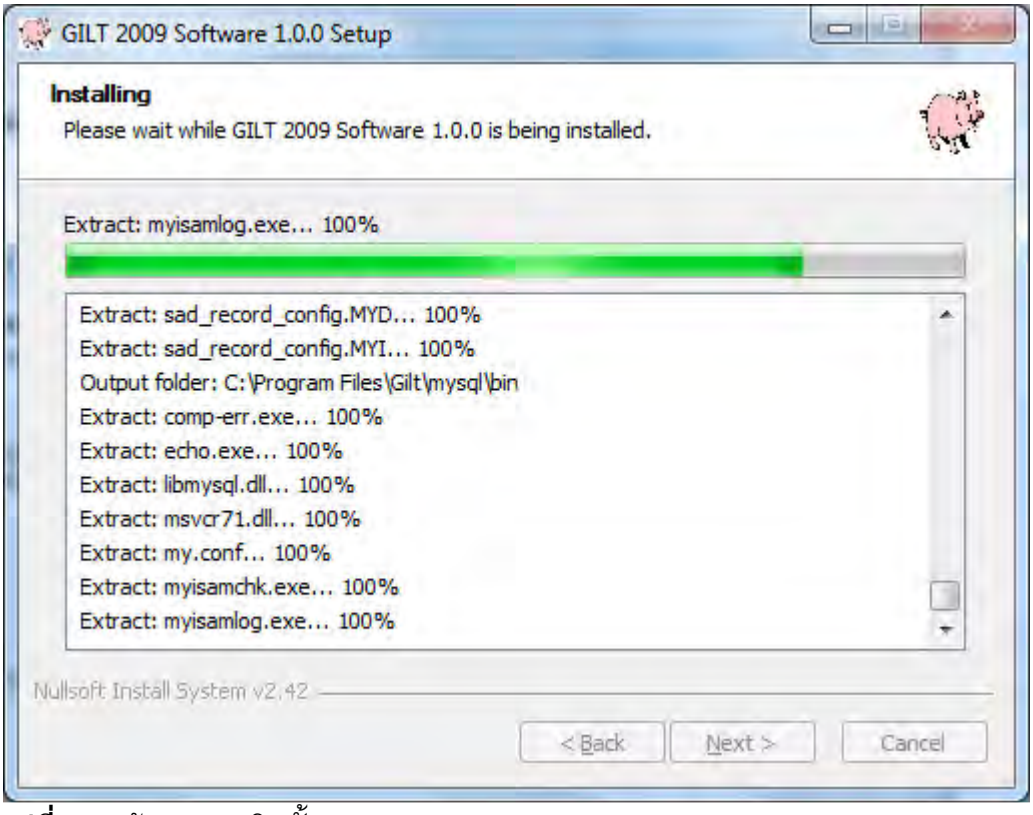


รูปที่ 45 หน้าต่างยอมรับเงื่อนไขการติดตั้ง

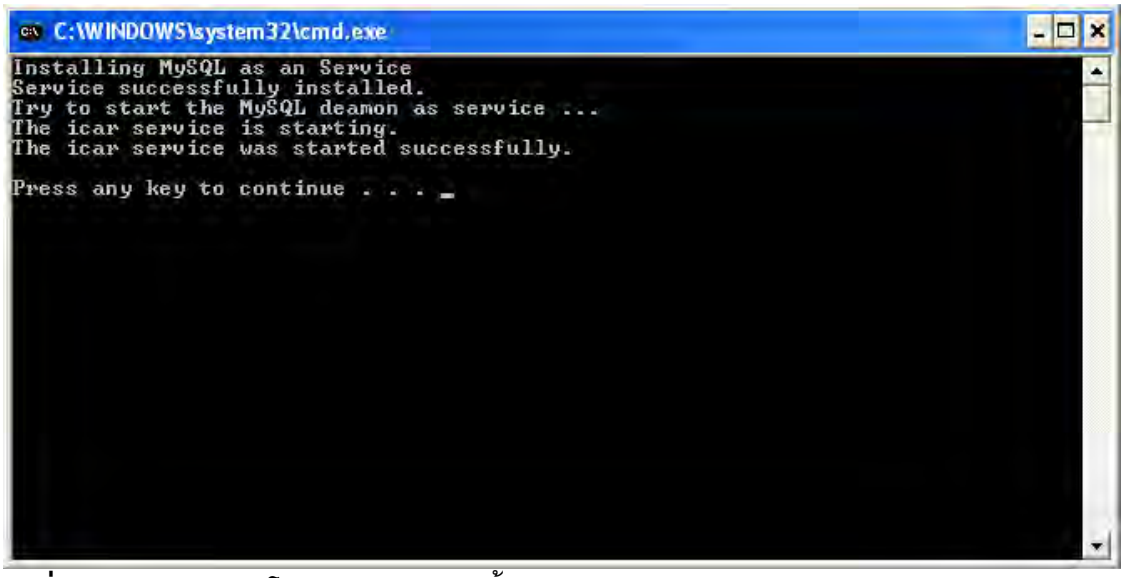
หลังจากยอมรับแล้วก็จะให้เลือกที่อยู่สำหรับการติดตั้ง (รูปที่ 45)



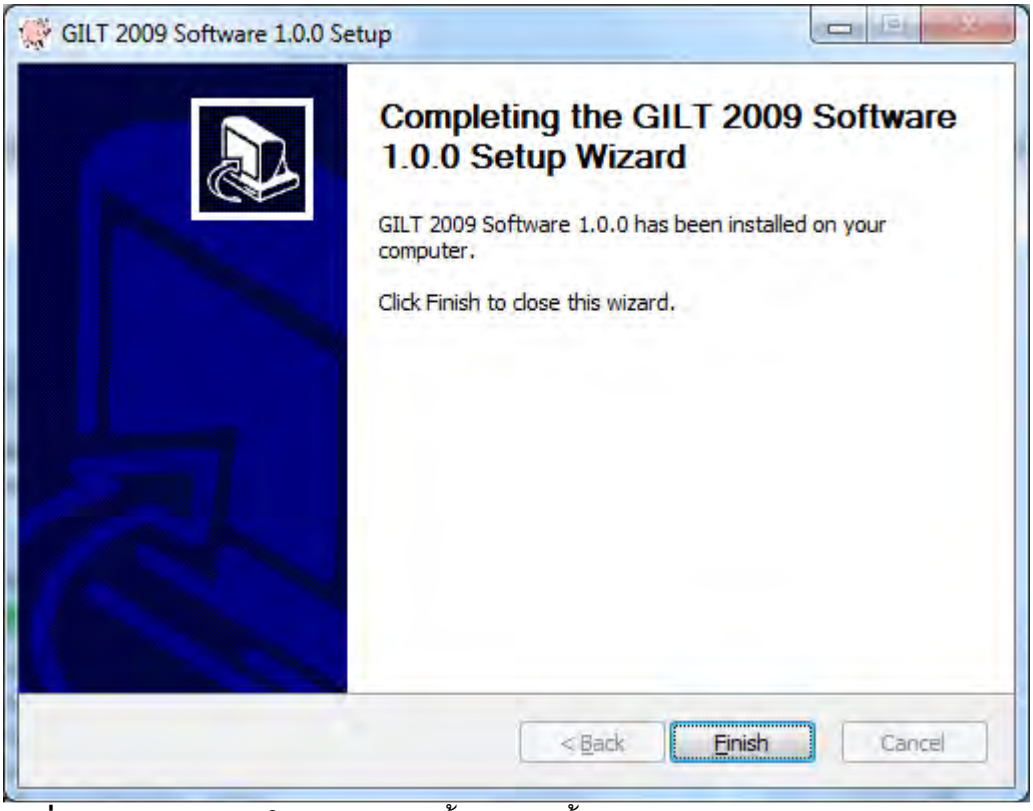
รูปที่ 46 หน้าต่างให้เลือกที่อยู่สำหรับการติดตั้ง



รูปที่ 47 หน้าต่างการติดตั้ง



รูปที่ 48 หน้าต่างแสดงโปรแกรมกำลังติดตั้ง



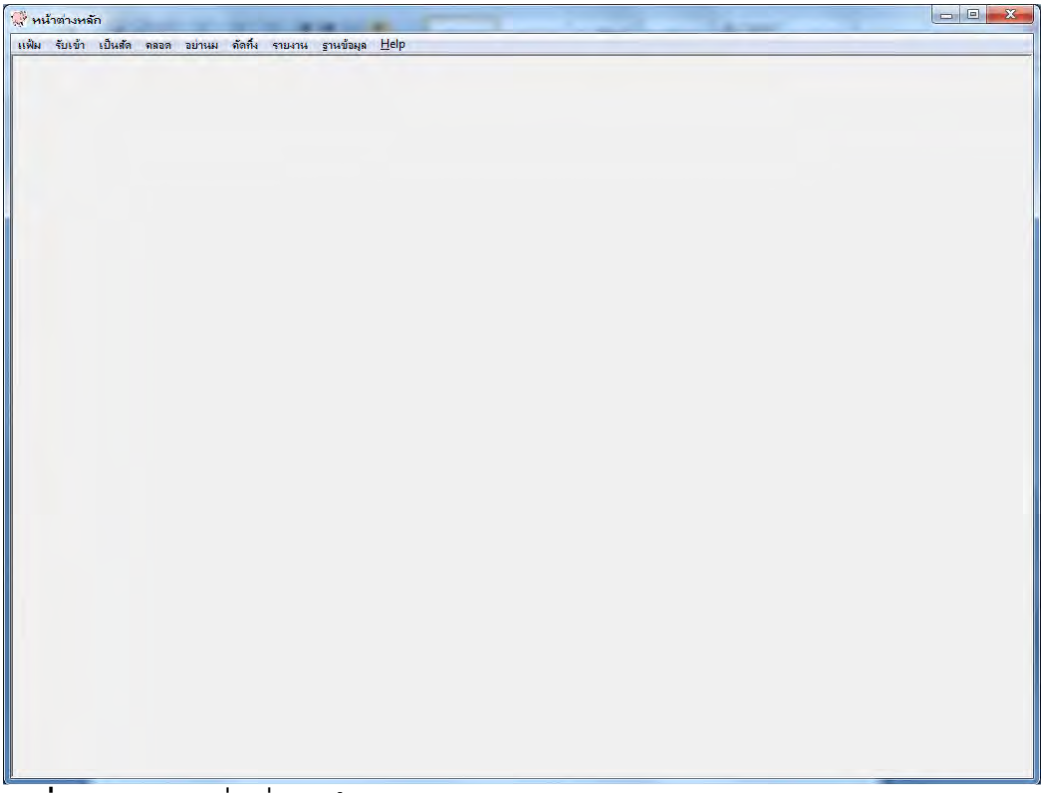
รูปที่ 49 หน้าต่างแสดงโปรแกรมเสร็จสิ้นการติดตั้ง

เมื่อติดตั้งเสร็จให้กดปุ่ม Finish (รูปที่ 49)

วิธีการใช้งานโปรแกรม GILT

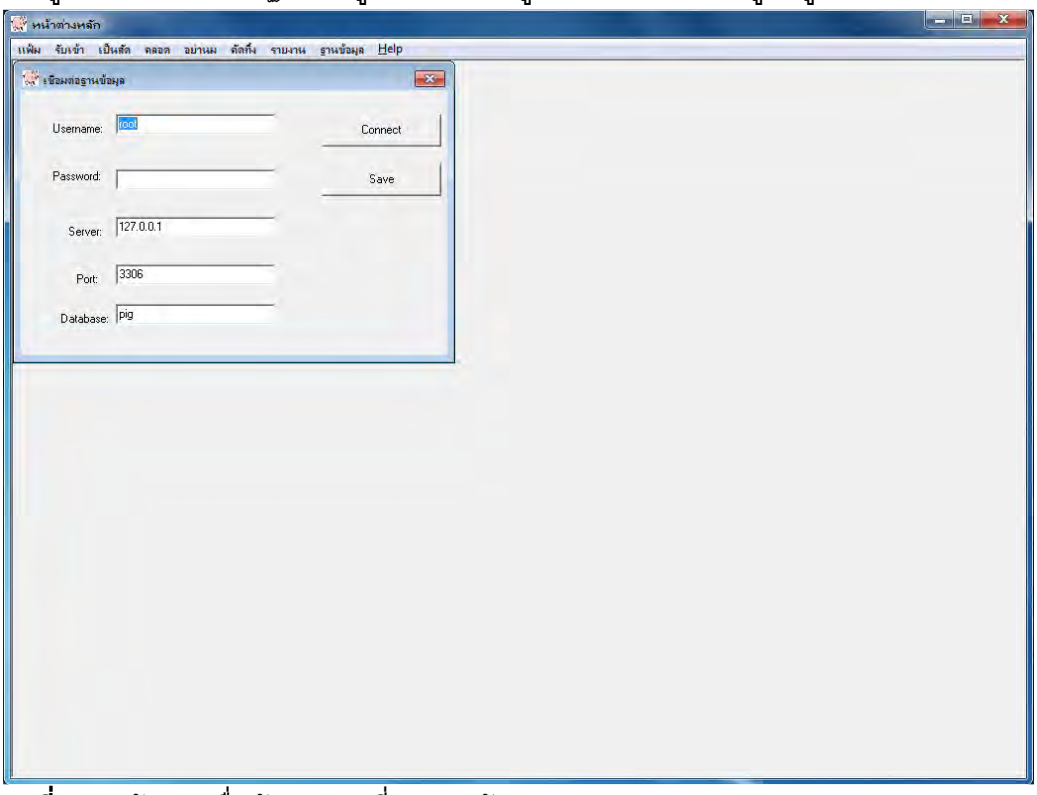
วิธีการใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป GILT version 1.0 มีขั้นตอนดังนี้

เมื่อเริ่มเปิดใช้งานจะปรากฏหน้าต่างดังรูป (รูปที่ 50)



รูปที่ 50 หน้าต่างเมื่อเริ่มเปิดใช้งาน

เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนฐานข้อมูลให้คลิ๊กที่เมนู File>Connect ดังรูป (รูปที่ 51)



รูปที่ 51 หน้าต่างเมื่อต้องการเปลี่ยนฐานข้อมูล

เมื่อเลือกแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 52 เพื่อให้ตั้งค่าฐานข้อมูล โดยจะโหลดค่าปัจจุบันมาแสดงเพื่อให้ผู้ใช้ทราบรายละเอียด ดังนี้

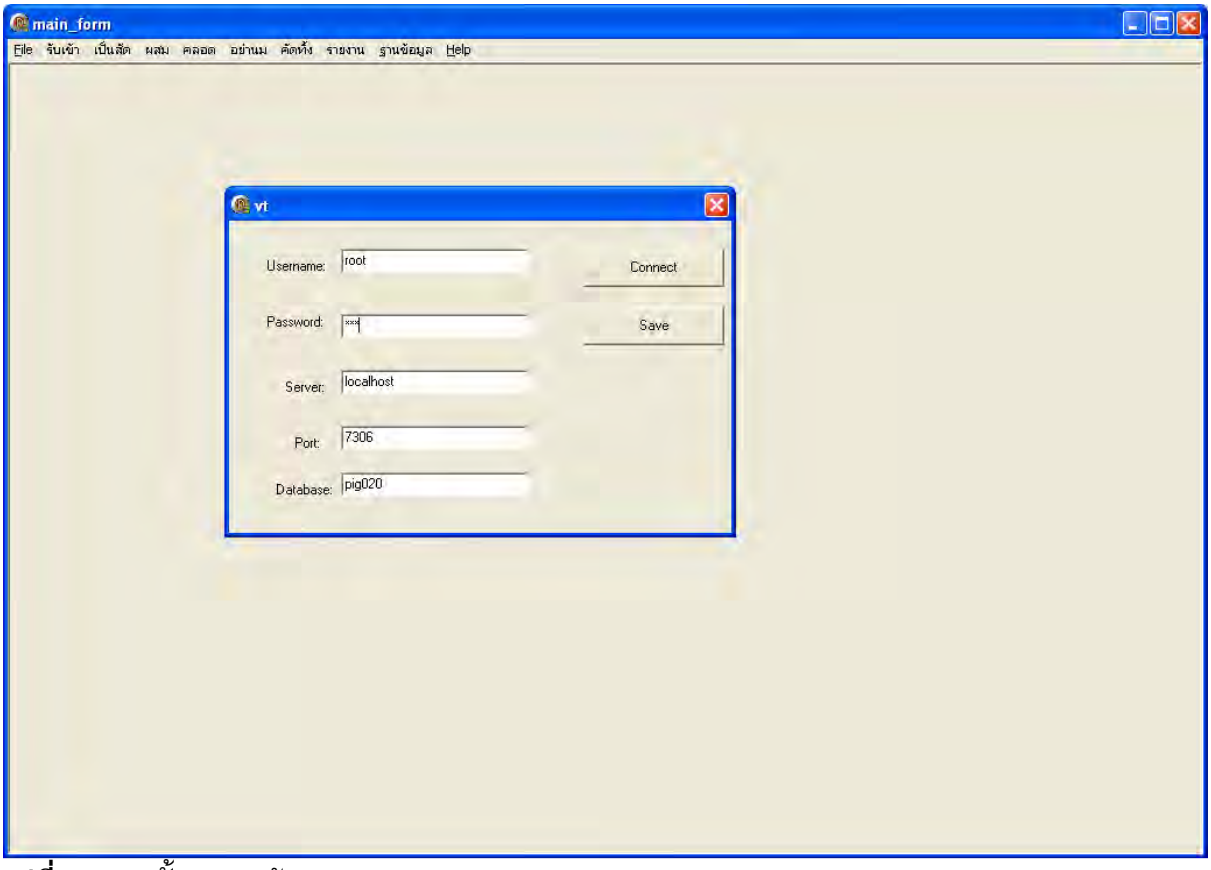
Username : คือรหัสผู้ใช้เพื่อเข้าถึงข้อมูล ผู้ใช้แต่ละคน โปรแกรมจะจำแนกสิทธิของผู้ใช้แต่ละคนตามค่านี้

Password: คือรหัสผ่านเพื่อแสดงตนตาม Username นั้นๆ

Server: คือ ชื่ออินเตอร์เนตโฮส ของเครื่องที่ให้บริการฐานข้อมูลที่เราต้องการเชื่อมต่อ

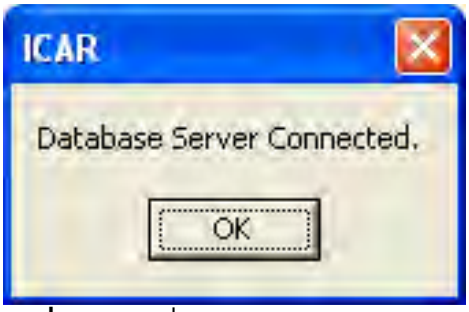
Port: คือ TCP/IP Port ที่เซิร์ฟเวอร์ ฐานข้อมูลเปิดให้เชื่อมต่อ

Database: คือชื่อของฐานข้อมูล



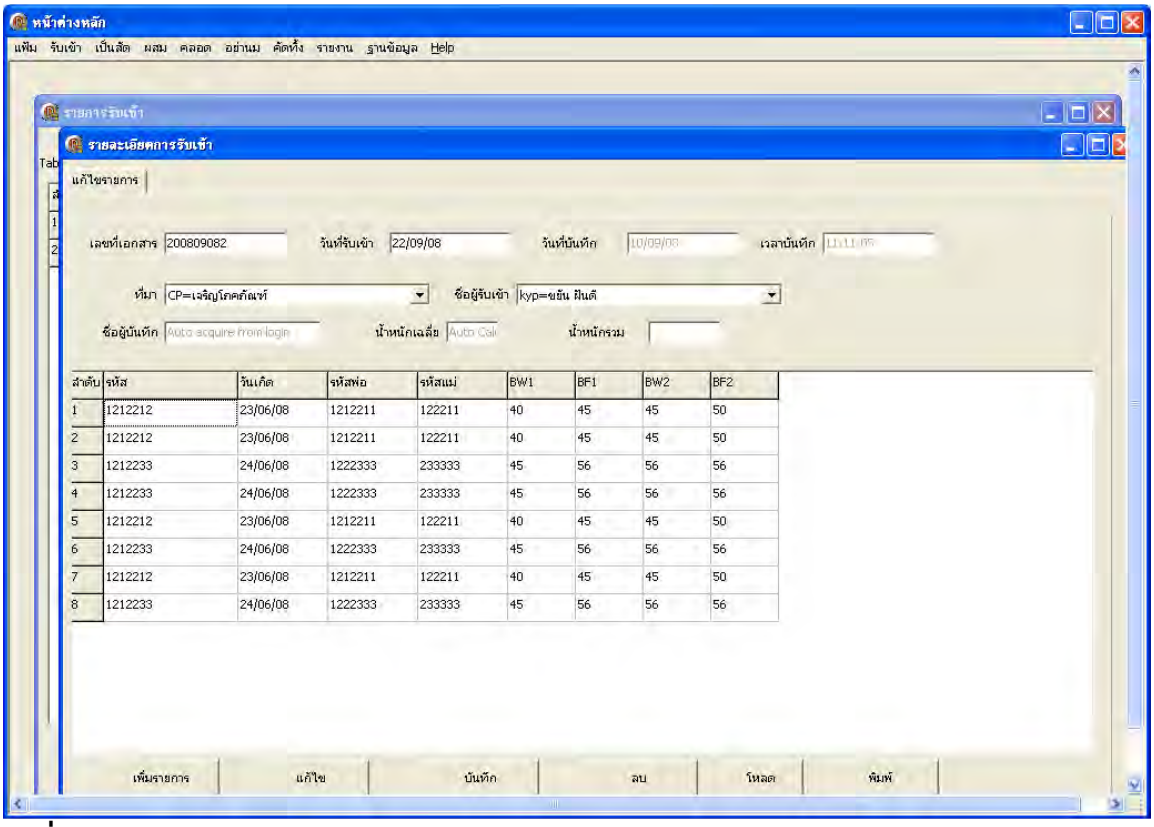
รูปที่ 52 การตั้งค่าฐานข้อมูล

เมื่อตั้งค่าเสร็จแล้วให้กด Connect ถ้าต้องการแค่ชั่วคราว แต่ถ้าต้องการบันทึกค่านี้เพื่อใช้ครั้งต่อไปด้วยให้กด Save



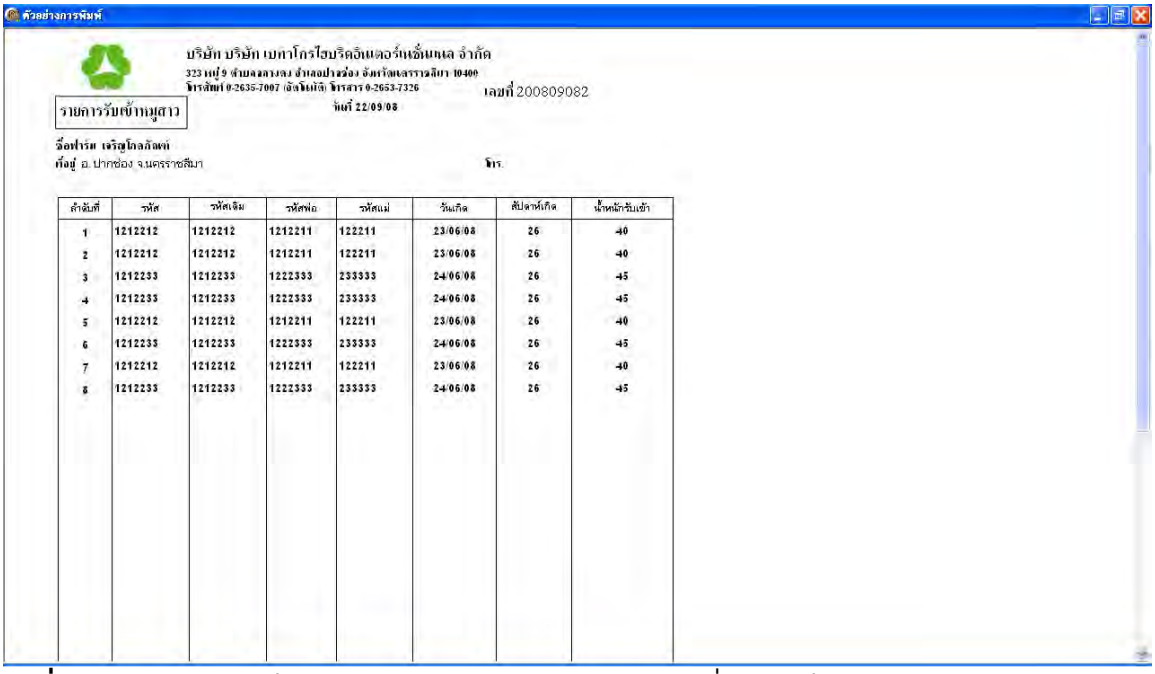
รูปที่ 53 การเชื่อมต่อสำเร็จ มีข้อความ Database Server Connected แสดงให้ผู้ใช้ทราบ

เมื่อกด Connect แล้วโปรแกรมจะเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ ถ้าเชื่อมต่อสำเร็จจะมีข้อความ Database Server Connected แสดงให้ผู้ใช้ทราบ (รูปที่ 53)



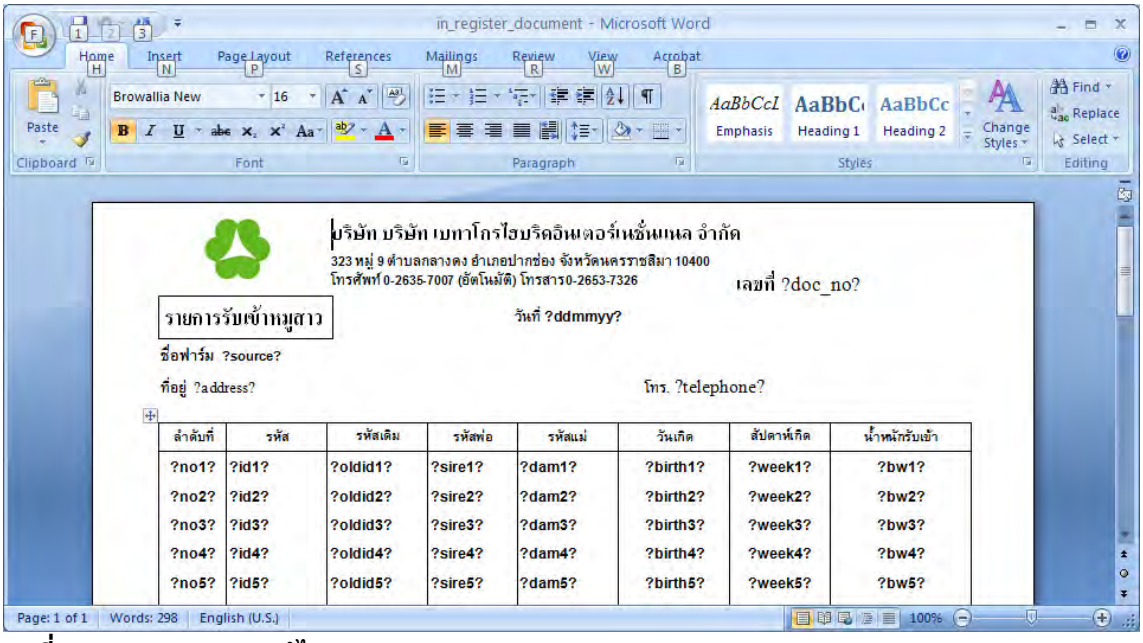
รูปที่ 54 หน้าต่างแสดงรายละเอียดรายการรับเข้า

ถ้าต้องพิมพ์ เอกสารออกทางเครื่องพิมพ์ ให้กด ปุ่มพิมพ์



รูปที่ 55 แสดงการพิมพ์รายละเอียดรายการรับเข้าออกทางเครื่องพิมพ์

การแก้ไข template รายงานสามารถใช้ MS Word 2007 แก้ไขได้เลย ดังรูป



รูปที่ 56 แสดงการการแก้ไข template รายงาน

Journal of Agricultural Science (2010), **148**, 421–432. © *Cambridge University Press* 2010
doi:10.1017/S0021859610000110

Seasonal influences on the litter size at birth of pigs are more pronounced in the gilt than sow litters

P. TUMMARUK*, W. TANTASUPARUK, M. TECHAKUMPHU AND A. KUNAVONGKRIT

Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

(*Revised MS received 19 October 2009; Accepted 2 November 2009; First published online 4 March 2010*)

SUMMARY

The aim of the present study was to use data from herds to demonstrate the degree of seasonal influence on litter size at birth in gilts compared to sow parities 2, 3–5 and older (parities $\geqslant 6$) in a conventional, open-housing system for commercial pig herds in the northeastern part of Thailand. Data were obtained during a 3-year period from July 2005 to June 2008. The data analysed included observations on 25 835 litters from 8100 sows. Total number of piglets born per litter (TB), number of piglets born alive per litter (BA), proportion of stillborn piglets per litter (SB) and proportion of mummified fetuses per litter (MF) were analysed using a general linear mixed model procedure. The influence of temperature, relative humidity and temperature-humidity index (THI) on TB, BA, MF and SB were also analysed. The meteorological data were merged with the reproductive data and the means of temperature, relative humidity and THI during 115 days before farrowing were calculated and included in the statistical models. The results revealed that sows that farrowed in the hot season had a larger TB and BA than sows that farrowed in the rainy ($P<0{\cdot}001$) and cool seasons ($P<0{\cdot}001$). The difference of TB and BA among seasons was more pronounced in the gilt litters than the sow litters, insofar as the gilts that farrowed in the rainy season had 0·7 TB fewer than gilts that farrowed in the hot season ($P<0{\cdot}001$). By contrast, sows of parities 2, 3–5 and $\geqslant 6$ that farrowed in the rainy season had 0·4 ($P=0{\cdot}01$), 0·3 ($P=0{\cdot}003$) and 0·3 ($P=0{\cdot}02$) TB fewer than those that farrowed in the hot season. In the first parity, MF increased from 0·022 to 0·042 when the mean temperature during gestation increased from 26 to 29 °C ($P<0{\cdot}001$). On average, a reduction of 0·8 TB and 0·7 BA were found when the humidity during gestation increased from 50 to 80% ($P<0{\cdot}001$). The influence of THI on TB, BA and SB differed among herds. When THI increased from 71/72 to $\geqslant 81$, a decrease of 0·4 TB were observed in herd A ($P<0{\cdot}001$) and a decrease of 0·9 TB were observed in herd B ($P<0{\cdot}001$), but not in herds C and D ($P>0{\cdot}05$). In conclusion, inferior litter size at birth was observed in sows that farrowed in either rainy or cool seasons. High temperature, high relative humidity and/or high THI during gestation significantly reduced the number of total piglets born per litter. The influence of season, temperature, relative humidity and/or THI on litter size at birth was more evident in the gilts than the sows. These data indicated that various strategies to reduce temperature in the open-housing system for pregnant gilts and sows in Thailand are not adequate and the proper housing of pregnant gilts should be emphasized.

INTRODUCTION

During the last decade, global warming has become a major concern. Official data from the meteorological department in Thailand indicate that the environmental temperature increased during 1996 to 2005 and has tended to continue to increase. It is predicted that the average temperature around the world will increase by 1·5–4·5 °C by the year 2100 (IPCC 2007). The increase of the environmental temperature also has a potentially large impact on the pig industry, especially for pigs that are housed in a conventional open-housing system, which is the most

* To whom all correspondence should be addressed. E-mail: Padet.T@chula.ac.th

common type of housing of commercial pig herds in Thailand. It is well-established that high ambient temperature and high humidity as well as a tropical climate negatively influence the reproductive performance of female pigs (Omtvedt *et al.* 1971; Love *et al.* 1995; Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2004; Suriyasomboon *et al.* 2006). Common features of the seasonal influence on gilt and sow reproductive performance include prolonged weaning-to-first-service interval, decreased conception and farrowing rates, a higher rate of unsuccessful service and increased embryonic loss (Omtvedt *et al.* 1971; Wildt *et al.* 1975; Hurtgen & Leman 1981; Britt *et al.* 1983; Wettemann & Bazer 1985; Love *et al.* 1995; Peltoniemi *et al.* 1999; Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2000, 2004).

Assessing pig litter size at birth comprises a variety of measurements including the total number of piglets born per litter (TB), the number of piglets born alive per litter (BA), stillborn piglets (SB) and mummified fetuses (MF) per litter. A number of earlier studies have revealed that litter size is influenced by season and/or high ambient temperature during either early or late stages of gestation (Omtvedt *et al.* 1971; Love *et al.* 1995; Rydhmer 2000; Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2004). However, under field conditions, the seasonal influences on litter size at birth are not consistent. The influence of season on litter size at birth differs among regions of the world (Love *et al.* 1993; Peltoniemi *et al.* 1999; Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2000, 2004). A numbers of factors may contribute to the severity of the seasonal effects on the litter size. For instance, in Sweden, season does not influence either TB or BA (Tummaruk *et al.* 2000). On the other hand, in herds that keep pregnant sows in a conventional open-house system in a tropical climate, TB and BA significantly decrease in sows farrowed during August to October (Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2004; Suriyasomboon *et al.* 2006). Determination of factors that influence litter size at birth is important for maximizing pig fertility in a tropical climate. Previous findings demonstrated that season does influence litter size at birth in purebred Landrace (L) and Yorkshire (Y) sows (Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2004) and the severity of the effect differed between parities and years (Tummaruk *et al.* 2004). Furthermore, there was evidence that the high ambient temperature and high humidity during early gestation influenced the litter size at birth of gilt rather than sow litters (Tummaruk *et al.* 2004). However, components of litter size at birth (for example MF and SB, as well as the severity of the seasonal influences on the crossbred Landrace × Yorkshire (LY) population) have not been evaluated. The current study hypothesized that gilts are less tolerant of the seasonal influence than sows. Additionally, in commercial pig herds in Thailand, certain equipments (e.g. water sprinklers and fans) are commonly used to control indoor temperatures in the gestation house. The efficacy of these housing facilities to reduce the seasonal influence on the reproductive performance of pregnant gilts and sows has not been evaluated. The aim of the present study was to use data from herds to demonstrate the severity of the seasonal influence on the litter size at birth of gilts compared to sows over parities 2, 3–5 and $\geqslant 6$ in a conventional, open-housing system for commercial pig herds in the northeastern part of Thailand.

MATERIALS AND METHODS

Data

Data were obtained from four commercial pig herds (A, B, C and D) in the northeastern part of Thailand. The data included sows that farrowed during the period from July 2005 to June 2008. The herd data were obtained from the computer recording system of the herds from January 2005 to December 2008. The data included the sow identities, farrowing date, parity number, BA, SB, MF, litter birth weight, piglet birth weight and number of piglets at weaning. The TB was calculated by summing BA, SB and MF totals. The proportion of SB was calculated using the number of SB divided by TB. The proportion of MF was calculated using the number of MF divided by TB. The robustness of the input data was assessed and some data were omitted, for example zero TB ($n=3$). The analysed data set included observations on 25 835 litters from 8133 sows (Table 1).

General management of the herds

The four herds in the present study were located in the northeastern part of Thailand between latitude 14–17°N and longitude 102–103°E. The housing facilities in herds (herd size) A, B, C and D were available for 1200, 1500, 1000 and 500 sow inventories, respectively. The number of sows and number of litters included in the analyses are presented in Table 1. The breeds of the sows were predominantly crossbred LY, and were mainly bred with Duroc or hybrid boars (PIC® Siam Ltd, Thailand). Conventional artificial insemination (AI) was used for all gilts and sows. In most cases, semen from at least two boars was used for AI. In all herds, gilts and sows were housed in a conventional open-housing system with a water sprinkler and fan; the boars were kept in an environment with an evaporative cooling system. The gilts and sows were kept in individual stalls during gestation and in individual farrowing pens during lactation. Herds A and C produced replacement gilts within the herd using their own grandparent (GP) stock (L and Y) and provided replacement gilts to herds B and D, respectively. In general, the gilts were

Table 1. *Descriptive statistics* (*means* ± *s.e.m.*)

Parameters	Herds			
	A	B	C	D
Number of sows	2201	3327	1862	743
Number of litters	6538	10 254	6234	2809
Parity number	3·4 ± 0·03	3·2 ± 0·02	3·8 ± 0·03	4·0 ± 0·04
Total number of piglets born/litter	11·2 ± 0·03	11·2 ± 0·03	11·4 ± 0·04	11·9 ± 0·05
Number of piglets born alive/litter	10·0 ± 0·03	10·1 ± 0·03	10·3 ± 0·04	11·0 ± 0·05
Proportion of stillborn piglets/litter	0·08 ± 0·001	0·07 ± 0·001	0·08 ± 0·002	0·05 ± 0·002
Proportion of mummified fetuses/litter	0·02 ± 0·001	0·03 ± 0·001	0·02 ± 0·001	0·02 ± 0·001
Number of weaned piglets/litter	9·4 ± 0·03	9·4 ± 0·02	9·6 ± 0·02	9·7 ± 0·04

mated at ⩾32 weeks of age with a body weight (BW) of ⩾135 kg at the second or later observed oestrus. The health of the herds was monitored by the herd veterinarians, who advised on vaccinating the gilts/sows against foot-and-mouth disease (FMD), swine fever (SF), Aujeszky's Disease (AD), porcine parvo virus (PPV) and arthrophic rhinitis (AR), at between 22 and 30 weeks of age in replacement gilts, and during late gestation (FMD and AR) and during lactation (PPV and SF) in sows. Mass vaccination for AD was conducted every 4 months. All herds were porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) sero-positive herds, but no clinical outbreak was observed during the period of study. In general, the planned removal was performed after the sows had reached parity six. Therefore, the number of sows after parity six remaining in the herds was relatively low. In the analyses, the sows after parity six were pooled. Across the herds, on average, farrowing rate (FR) was 81·9%, adjusted FR (excluded sows that were culled after mating) was 85·3%, proportion of sows re-serviced after first mating was 0·94 and abortion rate was 1·7%. The gilts and sows received water up to *ad libitum* via water nipples. The feed was provided twice a day (about 1·5–3·5 kg/day during gestation and 5·0–7·0 kg/day during lactation). The feed was based on rice–maize–soybean–fish base containing 150–180 g crude protein, 12·13–13·39 MJ metabolizable energy and 8–10 g lysine/kg. All of the herds were visited monthly by the first author of the study to monitor routine management and health.

Meteorological data

Outdoor temperature and humidity data were obtained from July 2005 to June 2008 from an official meteorological station within 100 km from the herds. Daily 24 h average temperatures during this period are presented in Fig. 1. The average minimum–maximum daily temperatures were 21·1–33·3, 24·4–31·6 and 17·9–29·9 °C in the hot, rainy and cool seasons, respectively. The 24 h average humidity was

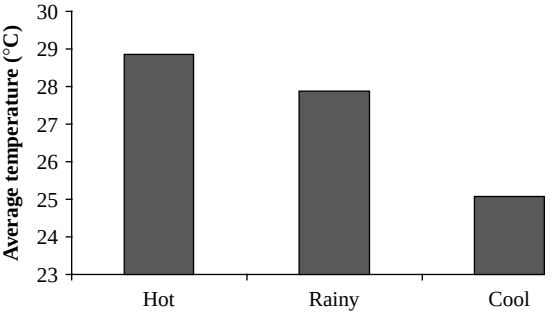


Fig. 1. Average daily temperature in a meteorological station close to the herds.

68·3, 81·7 and 64·2% in the hot, rainy and cool seasons, respectively. Temperature-humidity index (THI) was calculated using the following formula (Kelly & Bond 1971):

$$\mathrm{THI} = \mathrm{DB} - [0{\cdot}55 - (0{\cdot}55 \times \mathrm{RH})] \times (\mathrm{DB} - 58)$$

where DB is the average daily temperature and RH is the average daily humidity.

On average, THI was 79·2 ± 3·46, 79·7 ± 1·66 and 73·5 ± 4·19 in hot, rainy and cool seasons, respectively.

Statistical analyses

The statistical analyses were carried out using SAS (SAS 2002). Descriptive statistics, including number of non-missing values, general means and standard error of the means (s.e.m.) were conducted for all parameters (Table 1). TB, BA, MF and SB were analysed by multiple analyses of variance (ANOVA) using the general linear mixed model procedure (PROC MIXED) of SAS. The mixed models were formulated by including both fixed and random effects and used restricted maximum likelihood (REML) as an estimation method. The fixed effects

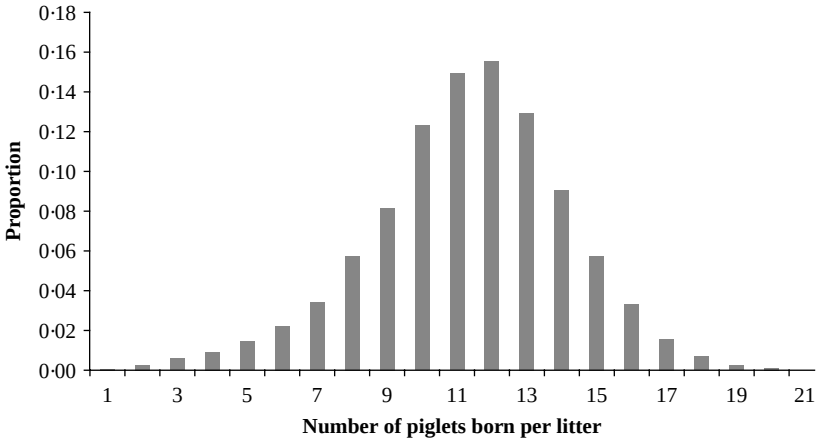


Fig. 2. Frequency distribution of the total number of piglets born per litter ($n = 25\,835$ litters).

included herds (A, B, C and D), farrowing years (1, 2 and 3), farrowing seasons (hot, 16 February–15 June; rainy, 16 June–15 October; cool, 16 October–15 February), parity (1, 2, 3–5 and 6–12), interaction between year and season, parity and season and herd and season. The random effect was sow identity employed in the mixed model as a random effect because, on average, the sows included in the analyses produced $3{\cdot}2 \pm 0{\cdot}02$ litters/sow (range 1–8 litters/sow) during the study period. To evaluate the seasonal influence in each parity group, multiple ANOVA models were also applied to TB and BA by parity groups (1, 2, 3–5 and 6–12) using the general linear model procedure (PROC GLM). The models included herd, farrowing year, farrowing season, interaction between year and season, and herd and season as independent variables. Additionally, the influence of temperature, relative humidity and THI on TB, BA, MF and SB were analysed by means of multiple ANOVA models using either the general linear mixed models or GLM by parity groups. The meteorological data were merged with the reproductive data by farrowing date (farrowing year–month–day). The means of temperature, relative humidity and THI during 115 days before farrowing were calculated and were used in the statistical models. The mixed models included herds (A, B, C and D), parity groups (1, 2, 3–5 and 6–12), years (1, 2 and 3), temperature classes ($<25{\cdot}0$, 25–25·9, 26–26·9, 27–27·9, 28–28·9 and $\geqslant 29{\cdot}0$ °C) and two-way interactions between parity and temperature and between herd and temperature as fixed effect and included sow ID as a random effect. As temperature, humidity and THI were closely related, the effects of temperature, relative humidity or THI were included in the statistical models one at a time. The mean relative humidity during gestation period were classified as $<50{\cdot}0$, 50·0–59·9, 60·0–69·9, 70·0–79·9 and $\geqslant 80{\cdot}0$ %. The mean THIs during gestation period were classified as 71–72, 73–78, 79–80 and $\geqslant 81$, based on information from earlier studies (Bényei *et al.* 2003) and the frequency of the THI data. The least-squares means were obtained from each class of the factors and were compared using a least-significant-difference test with the Tukey–Kramer adjustment. In addition, multiple ANOVA was used to evaluate the effect of temperature or humidity during gestation (regression) on the litter size of gilts and sows. The models were performed by parity groups (1, 2, 3–5 and 6–12) and included herds and year as independent variables. The average temperature or humidity during gestation period was included in the models as a co-variance variable. Regression coefficient (slope), S.E. and P-value of each model were calculated. $P < 0{\cdot}05$ was regarded as statistically significant.

RESULTS

Descriptive statistics

On average, the gilts and sows kept in the open-house system had $11{\cdot}3 \pm 0{\cdot}02$ TB, $10{\cdot}2 \pm 0{\cdot}02$ BA, 0·022 MF, 0·073 SB and $9{\cdot}5 \pm 0{\cdot}01$ piglets at weaning. Figure 2 displays the frequency distribution of TB. Of these, 0·25 of the sows farrowed $\geqslant 13$ TB, while 0·10 of the sows farrowed $\leqslant 8$ TB. On average, the gilts had $10{\cdot}7 \pm 0{\cdot}04$ TB, and sows of parities 2, 3–5 and $\geqslant 6$ had $11{\cdot}3 \pm 0{\cdot}04$, $11{\cdot}7 \pm 0{\cdot}03$ and $11{\cdot}1 \pm 0{\cdot}04$ TB, respectively. The number of sows, number of litters, average parity at farrowing, TB, BA, SB, MF and number of piglets weaned per litter in each herd are presented in Table 1. Due to missing values for some independent variables included in the statistical models, data from 33 sows (0·004 of the total) were excluded. The analyses were based on data from 8100 sows.

Table 2. *Factors influencing number of total piglets born/litter (TB), number of piglets born alive per litter (BA), proportion of stillborn piglets/litter (SB) and proportion of mummified fetuses/litter (MF)*

Factors	TB	BA	MF	SB
Herd	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001
Season	<0·001	<0·001	0·680	<0·001
Year	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001
Parity	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001
Parity × Season	0·001	<0·001	0·029	0·548
Year × Season	<0·001	<0·001	<0·001	0·095
Herd × Season	<0·001	0·003	0·054	<0·001

Total number of piglets born and number of piglets born alive per litter

Factors influencing TB and BA are shown in Tables 2 and 3. Herd, year, season and parity significantly influenced both TB and BA (Table 2). On average, TB (least-squared means) were 10·8, 11·4, 11·8 and 11·1 piglets/litter in sows parity 1, 2, 3–5 and 6–12, respectively ($P<0·001$). TB varied from 11·0 to 11·8, and BA varied from 9·8 to 10·9 piglets/litter among herds ($P<0·05$). Herds C and D had a higher TB and BA than herds A and B ($P<0·05$). On average, first parity sows had a smaller BA compared to sows of parity 2 and 3–5 ($P<0·001$) but did not differ significantly compared to sows of parity $\geqslant 6$ ($P=0·999$). First parity sows had a smaller TB than sows of parity 2, 3–5 and $\geqslant 6$ ($P<0·001$). On average, sows of parity 3–5 had 1·0 TB and 1·0 BA higher than first parity sows ($P<0·001$).

On average, sows that farrowed in the hot season had a larger TB and BA than sows that farrowed in the rainy ($P<0·001$) and cool seasons ($P<0·001$). The effects of season on TB by parity are demonstrated in Table 4. The differences in TB among seasons were more pronounced in gilt than sow litters (Table 4). On average, first parity sows that farrowed in the hot season had 0·7 and 0·5 TB more than gilts that farrowed in the rainy and cool seasons, respectively ($P<0·001$). By contrast, sows of parities 3–5 that farrowed in the hot season had 0·3 and 0·2 piglets more than those that farrowed in the rainy and cool seasons, respectively ($P<0·05$) (Table 4). The seasonal influence on TB and BA was observed in all herds. However, the severity of the seasonal effects differed among herds; the differences of TB between the hot and cool seasons in herd C was 0·3 piglets/litter, while this variation was 0·7 piglets/litter in herd B (Table 5).

Factors influencing TB and BA in each parity group are shown in Table 3. The results reveal that factors that influence TB and BA in gilt litters include herd, season and interaction between year and season ($P<0·001$). For gilt litters, the interaction between herd and season significantly influence BA ($P=0·003$) but not TB ($P=0·28$). TB of first parity sows was highest in the hot season and lowest in the rainy season for all herds. TB of first parity sows varied from 10·7 to 11·6 piglets/litter in the hot season and varied from 9·8 to 10·8 piglets/litter in the rainy season. The BA of first parity sows was highest in the hot season for all herds, but lowest in the rainy season in three herds and lowest in the cool season in one herd. BA of first parity sows varied from 9·7 to 10·7 piglets/litter in the hot season and varied from 8·8 to 9·6 piglets/litter in the rainy season.

Proportion of mummified fetuses and stillborn piglets per litter

Factors influencing the proportion of MF and SB are displayed in Table 2. Proportion of MF varied from 0·016 to 0·027 per litter and proportion of SB varied from 0·051 to 0·082 per litter among the herds ($P<0·001$). Among years, proportion of MF varied from 0·020 to 0·026 per litter and proportion of SB varied from 0·068 to 0·075 per litter ($P<0·001$).

On average, first parity sows had a higher MF than sows parities 2, 3–5 and $\geqslant 6$ (0·031 *v.* 0·017, 0·018 and 0·024, respectively; $P<0·001$). The frequency distribution of MF (for the litters that had at least one mummified fetus) is shown in Fig. 3. For all parities of the females, the proportion of litters that had between 0·91 and 1·00 MF was 0·023. For gilts, the proportion was 0·05. The proportion of the litters that had MF below 0·20 was higher in the hot season (0·38) than in the rainy (0·30, $P<0·001$) and cool (0·32, $P=0·002$) seasons (Fig. 3).

The seasonal influence on MF is displayed in Table 6. Interaction between season and herd ($P=0·054$), season and year ($P<0·001$) and season and parity ($P=0·029$) significantly influenced MF (Table 2). This indicates that the effect of season on MF varied depending on herd, year and parity. For instance, first parity sows that farrowed in the rainy and cool seasons had a higher MF than sow parity 2 and 3–5 ($P<0·05$), while no variation of MF among parities in sows that farrowed in the hot season ($P>0·05$) was observed.

On average, sow parities $\geqslant 6$ had a higher proportion of SB than sow parities 1, 2 and 3–5 (0·095 *v.* 0·071, 0·053 and 0·068, respectively; $P<0·001$). The seasonal influence on SB is shown in Table 7. On average, the proportion of SB was 0·075, 0·071 and 0·067 in sows that farrowed in the hot, rainy and cool seasons, respectively. Sows farrowed in the hot season had a higher SB than sows that farrowed in the cool season ($P<0·001$). However, the interaction between season and herd influenced SB ($P<0·001$), i.e. the seasonal influence on SB differed among herds. On average, the proportion of SB was 0·078, 0·075, 0·082 and 0·052 in herds A, B, C and D, respectively.

Table 3. *Factors influencing total number of piglets born/litter (TB), number of piglets born alive per litter (BA) by parity*

	Total number of piglets born/litter				Number of piglets born alive/litter			
Parity	1	2	3–5	6–12	1	2	3–5	6–12
Herd	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001
Season	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	<0·001	0·003	0·042
Year	0·065	<0·001	<0·001	<0·001	0·069	<0·001	<0·001	<0·001
Year × Season	<0·001	0·015	0·130	<0·001	0·006	0·004	0·023	<0·001
Herd × Season	0·287	0·513	0·560	<0·001	0·003	0·364	0·893	<0·001

Table 4. *Total number of piglets born per litter (least-square means ± S.E.M.) in sow parities 1, 2, 3–5 and 6–12 by farrowing season*

Parity	*N*	Hot	Rainy	Cool	*P*-value
1	5325	11·2 ± 0·07	10·5 ± 0·07	10·7 ± 0·06	<0·001
2	4807	11·7 ± 0·07	11·3 ± 0·07	11·2 ± 0·07	<0·001
3–5	10 941	12·0 ± 0·04	11·7 ± 0·04	11·8 ± 0·04	<0·001
6–12	4762	11·3 ± 0·06	11·0 ± 0·07	11·0 ± 0·07	<0·001
Total	25 835	11·6 ± 0·03	11·1 ± 0·03	11·2 ± 0·03	<0·001

Table 5. *Total number of piglets born per litter (least-square means ± S.E.M.) in herds A, B, C and D by farrowing season*

Herd	*N*	Hot	Rainy	Cool	*P*-value
A	6538	11·4 ± 0·06	11·0 ± 0·07	11·0 ± 0·06	<0·001
B	10 254	11·4 ± 0·05	10·7 ± 0·05	10·9 ± 0·05	<0·001
C	6234	11·5 ± 0·07	11·2 ± 0·07	11·2 ± 0·07	0·010
D	2809	12·0 ± 0·10	11·7 ± 0·10	11·6 ± 0·10	0·002

The differences of SB between cool and hot seasons were only significant for herd C (0·018, $P<0·001$). The seasonal influence on SB was similar in all parity groups ($P=0·540$). For all parities, farrowing in the hot season resulted in the highest SB, while farrowing in the cool season resulted in the lowest SB. The differences in SB between cool and hot seasons were only significant for parities 6–12 ($P=0·042$). The seasonal effect on SB was similar between years, i.e. SB was highest in the hot and lowest in the cool season in every year. For the 3-year period, no significant variation was found in the proportion of SB in the females that farrowed in the cool season (0·067–0·068, $P=0·632$), while a significant variation on the proportion of SB was found in the females that farrowed in the hot (0·071–0·081, $P=0·016$) and the rainy seasons (0·066–0·076, $P=0·008$).

Effects of temperature, relative humidity and THI

The mean temperature during gestation periods influenced TB ($P=0·001$), BA ($P<0·001$) and MF ($P=0·036$) but not SB ($P=0·421$). Interaction between temperature and parity significantly influenced TB ($P=0·022$), BA ($P=0·009$) and MF ($P=0·027$) and the interaction between temperature and herd significantly influenced TB ($P<0·001$), BA ($P<0·001$), MF ($P<0·01$) and SB ($P<0·001$). Across parities, a reduction of 0·2 TB ($P=0·003$) and 0·2 BA ($P=0·002$) were found when average temperature during gestation period increased from 25 to 28 °C. The influence of temperature on TB, BA and MF differed among herds and parity groups. In first parity sows, an increase in the proportion of MF from 0·022 to 0·042 was found when average temperature during gestation period increased from 26 to 29 °C ($P<0·001$), while temperature during gestation period did not significantly influence MF in the later parities ($P>0·1$). In herd B, TB decrease from 11·3 piglets/litters to 10·4 piglets/litter when average temperature during gestation period increased from 25 to 29 °C ($P<0·001$), while the temperature did not significantly influence TB in herds C and D. The influence of the average temperature during gestation period on TB by parity groups is demonstrated in Table 8 and Fig. 4. As can be seen from Fig. 4, the influence of the means temperature during gestation period was most pronounced in the first parity. The regression

Table 6. *The proportion of mummified fetuses per litter (least-square means ± S.E.M.) in sows parities 1, 2, 3–5 and 6–12 by farrowing seasons*

Parity	*N*	Hot	Rainy	Cool	*P*-value
1	5325	0·026 ± 0·0021	0·034 ± 0·0021	0·033 ± 0·0020	0·252
2	4807	0·017 ± 0·0021	0·015 ± 0·0022	0·019 ± 0·0021	0·529
3–5	10 941	0·019 ± 0·0015	0·018 ± 0·0015	0·018 ± 0·0015	0·865
6–12	4762	0·027 ± 0·0020	0·025 ± 0·0022	0·021 ± 0·0022	0·125
Total	25 835	0·022 ± 0·0011	0·023 ± 0·0011	0·023 ± 0·0011	0·679

Table 7. *The proportion stillborn piglet per litter (least-square means ± S.E.M.) in sows parities 1, 2, 3–5 and 6–12 by farrowing seasons*

Parity	*N*	Hot	Rainy	Cool	*P*-value
1	5325	0·075 ± 0·0029	0·069 ± 0·0029	0·067 ± 0·0028	0·500
2	4807	0·056 ± 0·0030	0·054 ± 0·0031	0·049 ± 0·0030	0·459
3–5	10 941	0·072 ± 0·0021	0·066 ± 0·0021	0·066 ± 0·0021	0·156
6–12	4762	0·100 ± 0·0028	0·097 ± 0·0031	0·087 ± 0·0030	0·032
Total	25 835	0·075 ± 0·0015	0·071 ± 0·0015	0·067 ± 0·0015	< 0·001

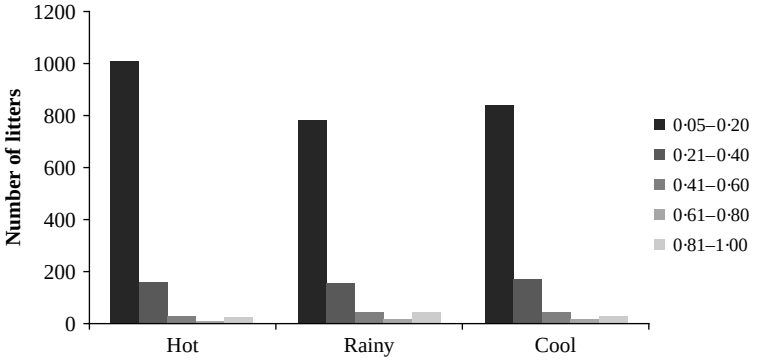


Fig. 3. Frequency distribution of the proportion mummified fetuses per litter by season.

coefficient (i.e. the slope of the regression line) of the effect of the mean temperature during gestation on TB revealed that every 1 °C increase in the mean temperature during gestation was associated with a decrease of 0·18, 0·04, 0·06 and 0·03 TB in sow parities 1, 2, 3–5 and 6–12, respectively (Table 8).

The mean relative humidity during gestation influenced TB ($P < 0·001$), BA ($P < 0·001$) and SB ($P < 0·001$), but not MF ($P = 0·3$). Interaction between the relative humidity and parity influenced TB ($P = 0·003$), BA ($P = 0·005$) and MF ($P = 0·012$) and interaction between the relative humidity and herd significantly influenced TB ($P < 0·001$), BA ($P < 0·001$) and SB ($P = 0·036$). On average, a reduction of 0·8 TB and 0·7 BA were found when the average relative humidity during gestation increased from 50 to 80 % ($P < 0·001$). The influence of relative humidity on TB, BA and MF differed among herds and/or parity groups. Mummified fetuses in the first parity was increased from 0·022 to 0·038 when the relative humidity increased from 60 to 70 % ($P = 0·002$), while this effect was not found in other parities ($P > 0·05$). Among the herds, when the relative humidity during gestation increased from 50 to 80 %, a significant decrease of 0·5 ($P = 0·043$), 1·6 ($P < 0·001$), 0·8 and ($P < 0·001$) TB was observed in herds A, B and C, respectively. The influence of the relative humidity during gestation period on TB by parity groups are demonstrated in Table 9 and Fig. 5. As can be seen from Fig. 5, the influence of the relative humidity was

Table 8. *Regression coefficient, standard error of means (S.E.M.) and P-value of the effects of means temperature during gestation period on the total number of piglets born per litter (TB) using multiple analyses of co-variance models in sows parities 1, 2, 3–5 and 6–12*

Parity	Coefficient (slope)	S.E.M.	*P*-value
1	−0·18	0·03	<0·001
2	−0·04	0·03	0·100
3–5	−0·06	0·02	<0·001
6–12	−0·03	0·03	0·266

Table 9. *Regression coefficient, standard error of means (S.E.M.) and P-value of the effects of means relative humidity during gestation period on the total number of piglets born per litter (TB) using multiple analyses of co-variance models in sows parities 1, 2, 3–5 and 6–12*

Parity	Coefficient (slope)	S.E.M.	*P*-value
1	−0·05	0·005	<0·001
2	−0·03	0·005	<0·001
3–5	−0·02	0·004	<0·001
6–12	−0·03	0·006	<0·001

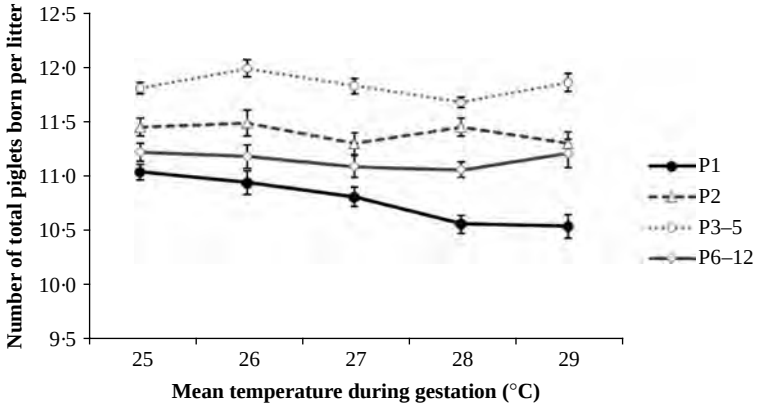


Fig. 4. Effect of average temperature during gestation period on total number of piglets born per litter (least-square means ± S.E.M.) by parity (P1 = parity 1, P2 = parity 2, P3–5 = parities 3 to 5, P6–12 = parities 6 to 12).

more pronounced in the first parity than parity 2, 3–5 and 6–12. The regression analysis on the effect of mean relative humidity on TB revealed that the humidity during gestation significantly influenced TB in all parity groups and the regression coefficient was highest in the first parity sows (Table 9). The slope of the regression line indicated that 10% increase in the means relative humidity during gestation resulted in a decrease in 0·5, 0·3,0·2 and 0·3 TB in sows parities 1, 2, 3–5 and 6–12, respectively (Table 9).

The means THI during gestation influenced TB ($P<0·001$), BA ($P<0·001$) and MF ($P=0·061$) but not SB ($P=0·197$). Interaction between THI and parity influenced TB ($P=0·051$) and BA ($P=0·020$) and the interaction between THI and herd significantly influenced TB ($P<0·001$), BA ($P<0·001$) and SB ($P<0·001$). Across parities, a reduction of 0·3 TB ($P=0·002$) was found when the average THI during gestation period increased from 71/72 to ⩾81. The influence of THI on TB, BA and SB differed among herds and/or parity groups. Among the herds, when THI during gestation period increased from 71/72 to ⩾81, a decrease of 0·4 ($P<0·001$) TB was observed in herd A and a decrease of 0·9 TB ($P<0·001$) in herd B, but no significant influence of THI on TB was found in herds C and D ($P>0·05$). The influence of the THI during gestation on TB by parity groups are demonstrated in Fig. 6. The influence of the THI was more pronounced in the first parity than parity 2, 3–5 and 6–12.

DISCUSSION

The results presented in the current study demonstrate that an inferior litter size at birth (TB and BA) of gilts and sows kept in a conventional open-house system in Thailand was observed during some periods of the year. This finding is in agreement with previous research in a purebred population (Tantasuparuk *et al.* 2000; Tummaruk *et al.* 2004). However, the litter size of gilts and sows in the present study (11·3 TB and 10·2 BA) was higher than those reported earlier in the purebred L and Y population in Thailand (9·4 TB and 8·7 BA; Tantasuparuk *et al.*

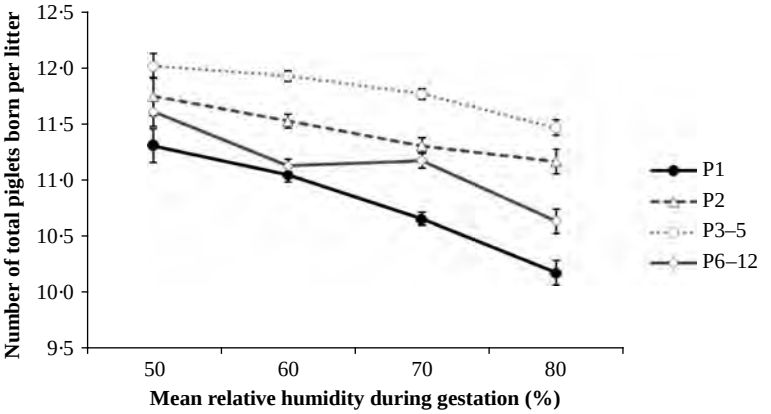


Fig. 5. Effect of average relative humidity during gestation period on total number of piglets born per litter (least-square means ± S.E.M.) by parity (P1 = parity 1, P2 = parity 2, P3–5 = parities 3 to 5, P6–12 = parities 6 to 12).

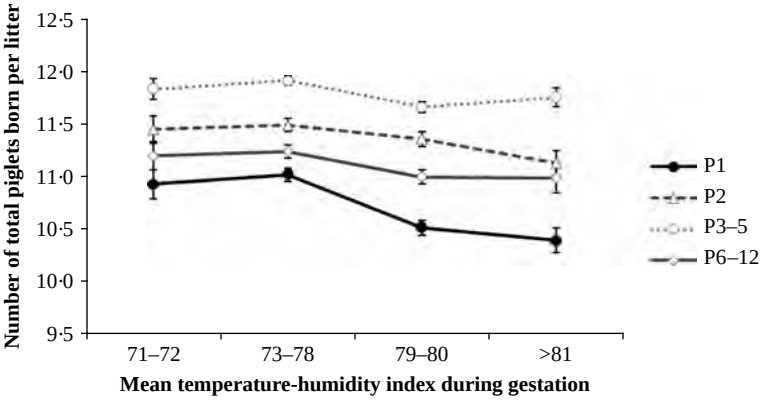


Fig. 6. Effect of average THI during gestation period on total number of piglets born per litter (least-square means ± S.E.M.) by parity (P1 = parity 1, P2 = parity 2, P3–5 = parities 3 to 5, P6–12 = parities 6 to 12).

2000; 9·9 TB and 9·0 BA; Tummaruk *et al*. 2004). This difference might be due to the effects of crossbreeding since most of the gilts and sows in the present study were crossbred LY. Furthermore, the results may be influenced by the genetic improvement of litter size of pigs in Thailand (Imboonta *et al*. 2007).

In the present study, the highest TB and BA were observed in gilts/sows that farrowed in the hot season, i.e. gilts/sows mated and pregnant during the cool season. Since the day length in Thailand is almost equal throughout the year (12 ± 1 h), the seasonal influence on litter size at birth in Thailand is mainly caused by temperature and/or humidity (Tantasuparuk *et al*. 2000; Suriyasomboon *et al*. 2006). It has been demonstrated earlier that heat stress during early pregnancy could alter the reproductive endocrine system, especially the control of luteal function, and in this way could reduce the amount of embryonic tissue present at day 16 of pregnancy, thus reducing in litter size (Wettemann & Bazer 1985). In cows, heat stress affects not only the antral follicles but also the ovarian pool of small follicles, resulting in carry-over effects on follicular function (Roth 2008). Additionally, studies have demonstrated that oocytes harvested from cows during the summer had a reduced ability to develop to blastocyst stage after *in vitro* fertilization (Rocha *et al*. 1998; Al-Katanani *et al*. 2002; Bényei *et al*. 2003). Tummaruk *et al*. (2004) found that the effect of temperature on litter size in pigs also depends on the period of gestation; the most critical period seems to be the early stage (1–5 weeks of gestation). In addition, Tantasuparuk *et al*. (2000) have demonstrated that an increase of 1 °C of the maximum daily temperature during the first 4 weeks of gestation resulted in a decrease of about 0·07 piglets/litter. In the present study, the average temperature in the cool season

was 3·5 °C and 3·1 °C lower than in the hot and rainy seasons, respectively (Fig. 1). The present study demonstrated that, as the average environmental temperature, relative humidity or THI increased, TB and BA of the sows were significantly decreased. However, the severity of these factors differed among parity groups and herds. In the present study, the influence of temperature, humidity or THI was most pronounced in the first parity and in herds A and B. In the present study, an increase of 1 °C of the mean temperature during gestation caused a decrease of 0·18 piglet/litter in the first parity sows, while this caused a decrease of only 0·03 to 0·06 piglet/litter in the older sows.

Low litter size at birth of sows in Thailand has been observed for over 10 years in sows that farrow during the rainy season (Tantasuparuk *et al.* 2000). In the present study, the low litter size at birth was found not only in sows that farrowed in the rainy season but also in those that farrowed in the cool season. The decreased litter size at birth of pigs in both seasons might be due to either the year or herd effects. Different herds have different routine management to control ambient temperature and humidity. In addition, the difference might be due to the slight increase of environmental temperature during the last decade, resulting in a higher severity of the seasonal influences on the litter size at birth of pigs in Thailand. In Sweden, where ambient temperature is much lower than the tropics, the seasonal influence on the litter size at birth of pigs does not exist (Tummaruk *et al.* 2000). All these findings indicate that high ambient temperature and/or high humidity, not the photoperiod, might play an important role on the inferior litter size at birth of gilts and sows in Thailand. Poor litter size at birth was observed in gilts and sows that farrowed in both the rainy and cool seasons. The mechanism for the reduction of the litter size at birth of pigs might be due to both embryonic and fetal loss. In the present study, the fetal loss was demonstrated by the frequency distribution of the MF in each season. It was found that the proportion of the litters having below 0·20 MF was highest in the farrowing that occurs in the hot season. Furthermore, no parity effect on MF was found in the hot season, but it was found in the rainy and the cool seasons. Embryonic loss could not be demonstrated in the present study. However other studies, using laparoscopic examination in gestating gilts in Thailand, found that the ovulation rate in L and Y gilts was 13·8 and 15·3 ova, respectively (Tantasuparuk *et al.* 2005), and in crossbred LY sows was between 15·3 and 17·7 ova (Tummaruk & Tienthai 2008). Furthermore, it has been demonstrated that the overall prenatal loss of gestating gilts in Thailand was 0·310 and 0·375 in L and Y gilts, respectively (Tantasuparuk *et al.* 2005). In the present study, the average TB was 11·3, indicating that the prenatal loss of 2·5–6·4 piglets per litter could occur. In beef cattle, it has been shown that increasing environmental temperature and relative humidity from 21 °C and 35% to 33–37 °C and 27 or 38% during days 8 to 16 of gestation reduced the size and weight of the conceptus (Biggers *et al.* 1987). Bényei *et al.* (2003) demonstrated that the average number of corpus luteum of superovulation cows decreased from 9·8 to 5·2 when THI increase from 70·7 during cool season to 79·7 during the El-Nino phenomenon in Brazil. In addition, high temperature also significantly reduced *in vitro* embryo quality (Bényei *et al.* 2003). These studies implied that the high ambient temperature not only influenced early embryonic and/or fetal loss but also influenced the follicular development and hence decreased the number of ovulation, the oocyte quality and/or fertilization rate.

In the present study, the seasonal effect on TB and BA was more pronounced in gilt than sow litters. This is in agreement with previous findings in purebred L and Y populations in Thailand (Tummaruk *et al.* 2004). In the present study, gilts that were mated and conceived during the cool season (and subsequently farrowed in the hot season) had 0·5–0·7 TB more than in other seasons. If the gilts farrowed twice a year, the seasonal effect on the litter size at birth would decrease by 1·0–1·4 piglets/female/year for the gilt population. On the other hand, in sow parities 3–5, the seasonal effects on the litter size at birth would decrease by only 0·2–0·3 TB or 0·4–0·6 piglets/female/year. These data indicate that gilts are less tolerant to heat stress than sows. In the present study, the influence of temperature, relative humidity and THI on litter size in pig was most pronounced in the first parity sows. For instance, when the relative humidity increased from 50 to 80%, a decrease of 1·1 TB was observed in first parity sows, while a decrease of 0·6, 0·6 and 1·0 TB was observed in sow parities 2, 3–5 and 6–12, respectively. The decrease of TB in gilt litters might be due to both early embryonic loss and fetal loss. The fetal loss is indicated by the finding that MF in gilts that farrowed in the hot season is not significantly different from multiparous sows, and tended to be lower compared to other seasons. In addition, the present study also found that both the high temperature and the high THI during gestation significantly increased MF in the first parity sows but not in the higher parities. These findings imply that crossbred sows are not more resistant than purebred sows against the effect of heat stress. Earlier studies usually demonstrated the effect of heat stress on early embryonic loss in either gilts (Omtvedt *et al.* 1971) or sows (Armstrong *et al.* 1986). No studies have apparently compared the difference in heat tolerance between gilts and sows. For instance, it has been demonstrated that heat stress during the first 2 weeks of gestation in gilts reduced conception rate and litter size, while heat stress during the last 2 weeks of

gestation increased the number of stillborn piglets/litter (Omtvedt *et al*. 1971). However, for a retrospective study, the interaction between seasons and parity of sows has been found for other reproductive traits. For instance, Tummaruk *et al*. (2000) found that the seasonal effect of weaning-to-first-service interval was more pronounced in primiparous sows than multiparous sows. The reason for this might be that the gilts utilize the nutrient supply for both growing and reproductive function. Therefore, heat stress might reduce the ability of gilts to maintain their reproductive function. On the other hand, most of the sows have reached their mature BW, and their ability to maintain normal function of the reproductive system may be better than gilts.

In the present study, the significant interaction between year and season on litter size implies that the severity of the seasonal effect differs between years. The year effect not only indicates the climatic variation among years but also represents the difference in the quality of feed and feeding, parity distribution, health status and stock persons. Improvement in some management strategies against seasonal stress by year might reduce the negative effect of season on the fertility in pigs (Love *et al*. 1995; Tummaruk *et al*. 2004). In addition, in the present study, the seasonal influences on TB and BA also differed among herds. The differences of TB among seasons were most pronounced in herd A, while less pronounced in herd C.

In Thailand, high humidity during the rainy season is common (mean relative humidity 81·7 %). The high humidity recorded is obviously due to the fact that the rain occurs almost every day during the rainy season in Thailand. It has been demonstrated that high humidity (>40 %) both during lactation and post-mating negatively influences litter size at birth in pigs (Suriyasomboon *et al*. 2006). The present study demonstrated that high relative humidity during gestation period reduced TB in almost all parities of sows, especially in the first parity and in sows parities 6–12. An earlier study demonstrated that the combination of high temperature and high humidity also negatively affected litter size but, surprisingly, this combination did not affect other reproductive traits, for example weaning-to-service interval and re-mating rate (Suriyasomboon *et al*. 2006). In the present study, inferior litter size at birth was observed in gilts/sows that farrowed during the cool season. These animals are supposed to be bred and pregnant during the rainy season. High humidity might play an important role on the litter size at birth in pigs. In other studies that were conducted in temperate areas (low humidity regions), the seasonal variation on the litter size at birth in pigs was not significant (Love *et al*. 1995; Peltoniemi *et al*. 1999; Tummaruk *et al*. 2000). Therefore, these findings suggest that the housing designs for pregnant gilts and sows under tropical climates should emphasize minimizing high humidity, particularly during the rainy season.

In the present study, the average THI was $79{\cdot}2 \pm 3{\cdot}5$, $79{\cdot}7 \pm 1{\cdot}7$ and $73{\cdot}5 \pm 4{\cdot}2$ in hot, rainy and cool seasons, respectively. The average THI observed during hot and rainy seasons in Thailand are almost equal to the THI that observed during the period of El-Nino phenomenon in Brazil ($79{\cdot}7 \pm 4{\cdot}0$) (Bényei *et al*. 2003). It has also been demonstrated that this level of THI significantly reduced the number of ovulation and the oocyte quality in superovulation cows (Bényei *et al*. 2003).

In conclusion, inferior litter size at birth occurred in sows that farrowed in either the rainy or cool seasons. High temperature, high relative humidity and/or high THI during gestation significantly reduced the number of total piglets born per litter. The influence of season, temperature, relative humidity and/or THI on litter size at birth was more evident in the gilts than the sows. These data indicate that various strategies to reduce temperature and relative humidity in the open-housing system for pregnant gilts and sows in Thailand are not adequate and that housing design for pregnant gilts should be improved.

Funds for this study were provided by the National Research Council of Thailand (NRC) 2008–2009 and partly by the CHE-TRF Senior Research Fund (RTA5080010). Language editing of the manuscript has been coordinated by Chula Unisearch, Chulalongkorn University.

REFERENCES

Al-Katanani, Y. M., Paula-Lopes, F. F. & Hansen, P. J. (2002). Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **85**, 390–396.

Armstrong, J. D., Britt, J. H. & Cox, N. M. (1986). Seasonal differences in function of the hypothalamic-hypophysial-ovarian axis in weaned primiparous sows. *Journal of Reproduction and Fertility* **78**, 11–20.

Bényei, B., Gáspárdy, A. & Cseh, S. (2003). Effect of the El Niño phenomenon on the ovarian responsiveness and embryo production of donor cows. *Acta Veterinaria Hungarica* **51**, 209–218.

Biggers, B. G., Geisert, R. D., Wettemann, R. P. & Buchanan, D. S. (1987). Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. *Journal of Animal Science* **64**, 1512–1518.

Britt, J. H., Szarek, V. E. & Levis, D. G. (1983). Characterization of summer infertility of sows in large confinement units. *Theriogenology* **20**, 133–140.

Hurtgen, J. P. & Leman, A. D. (1981). The seasonal breeding pattern of sows in seven confinement herds. *Theriogenology* **16**, 505–511.

Imboonta, N., Rydhmer, L. & Tumwasorn, S. (2007). Genetic parameters for reproduction and production

traits of Landrace sows in Thailand. *Journal of Animal Science* **85**, 53–59.

IPCC (2007). Summary for policymakers. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Eds S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor & H. L. Miller), pp. 1–18. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Kelly, C. F. & Bond, T. E. (1971). Bioclimatic factors and their measurement. In *A Guide to Environmental Research on Animals* (Eds R. G. Yeck, R. E. McDowell, T. E. Bond, R. W. Dougherty, T. E. Hazen, H. D. Johnson, J. E. Johnston, C. F. Kelly, N. Pace, S. Y. Smith, L. C. Ulberg & W. O. Wilson), pp. 7–93. Washington, DC: National Academy of Science Press.

Love, R. J., Evans, G. & Klupiec, C. (1993). Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *Journal of Reproduction and Fertility* **48**, 191–206.

Love, R. J., Klupiec, C., Thornton, E. J. & Evans, G. (1995). An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. *Animal Reproduction Science* **39**, 275–284.

Omtvedt, I. T., Nelson, R. E., Edwards, R. L., Stephens, D. F. & Turman, E. J. (1971). Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. *Journal of Animal Science* **32**, 312–317.

Peltoniemi, O. A. T., Love, R. J., Heinonen, M., Tuovinen, V. & Saloniemi, H. (1999). Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. *Animal Reproduction Science* **55**, 47–61.

Rocha, A., Randel, R. D., Broussard, J. R., Lim, J. M., Blair, R. M., Roussel, J. D., Godke, R. A. & Hansel, W. (1998). High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos taurus* but not in *Bos indicus* cows. *Theriogenology* **49**, 657–665.

Roth, Z. (2008). Heat stress, the follicle, and its enclosed oocyte: mechanisms and potential strategies to improve fertility in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals* **43**, 238–244.

Rydhmer, L. (2000). Genetics of sow reproduction, including puberty, oestrus, pregnancy, farrowing and lactation. *Livestock Production Science* **66**, 1–12.

SAS (2002). *SAS User's Guide. Statistic Version 9.0*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Kunavongkrit, A. & Einarsson, S. (2006). Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. *Theriogenology* **65**, 606–628.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.-M., Kunavongkrit, A. & Einarsson, S. (2000). Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology* **54**, 481–496.

Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. & Dornin, S. (2005). Relationships between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts. *Theriogenology* **63**, 1142–1148.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. & Dalin, A.-M. (2000). Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: I. Seasonal variation and parity influence. *Acta Agricultural Scandinavica, Section A, Animal Science* **50**, 205–216.

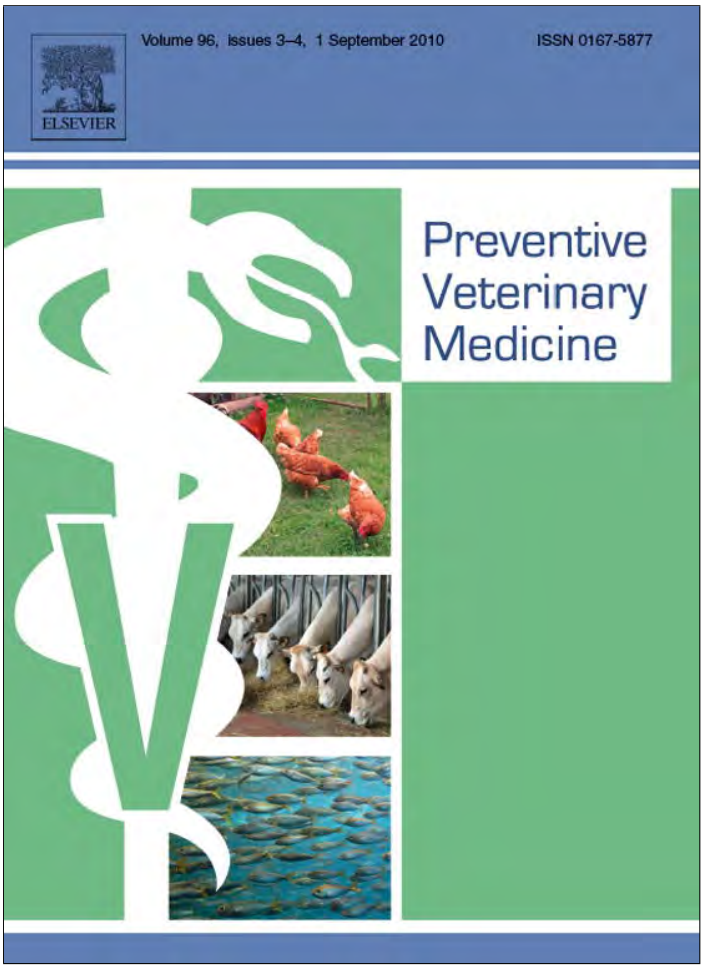
Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. & Kunavongkrit, A. (2004). Effect of season and outdoor climate on litter size at birth in purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand. *Journal of Veterinary Medical Science* **66**, 477–482.

Tummaruk, P. & Tienthai, P. (2008). Number of spermatozoa in the crypts of the sperm reservoir at about 24 h after a low dose intra-uterine and deep intrauterine insemination in sows. *Reproduction in Domestic Animals* doi:10.1111/j.1439-0531.2008.01205.x.

Wettemann, R. P. & Bazer, F. W. (1985). Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs. *Journal of Reproduction and Fertility* **33**, 199–208.

Wildt, D. E., Riegle, G. D. & Dukelow, W. R. (1975). Physiological temperature response and embryonic mortality in stressed swine. *American Journal of Physiology* **229**, 1471–1475.

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

http://www.elsevier.com/copyright

Author's personal copy

Preventive Veterinary Medicine 96 (2010) 194–200

Contents lists available at ScienceDirect

Preventive Veterinary Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/prevetmed

Influence of repeat-service and weaning-to-first-service interval on farrowing proportion of gilts and sows

Padet Tummaruk*, Wichai Tantasuparuk, Mongkol Techakumphu, Annop Kunavongkrit

Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

ARTICLE INFO

Article history:
Received 3 June 2009
Received in revised form 3 June 2010
Accepted 3 June 2010

Keywords:
Pig
Management
Tropical climate
Conception rate
Repeat-service

ABSTRACT

The present study was performed to evaluate different components of reproductive failure after service under a tropical climate and to investigate the influence of repeat-service and delayed wean-to-service interval (WSI) on subsequent fertility in gilts and sows. The study was conducted in four commercial swine breeding herds in the northeastern part of Thailand. Data were collected during a 3-year period from July 2005 to June 2008. A total of 30,058 insemination records from 9037 gilts and sows was included. On average, the farrowing proportion (FP) was 81.9% and adjusted FP (excluding gilts/sows culled after service) was 85.3%. The reasons for the failure to farrow included return-to-oestrus 9.4%, abortion 1.7%, not being pregnant 1.0% and not-in-pig 2.0%. Non-repeat-service females had 83.7% FP, while those that experienced repeat-serviced for 1, 2 and ≥3 times had 71.2%, 57.7% and 43.4% FP, respectively ($P < 0.001$). The seasonal influence on FP was observed in non-repeat-serviced females, but not in those that experienced repeat-service. Sows mated during 0–6 days after weaning had 86.8% FP, while those mated 7–10, 11–20 and 21–60 days after weaning had 78.9%, 78.9% and 78.4% FP, respectively ($P < 0.001$). It is concluded that repeat-service in gilts/sows resulted in a 12.5% decrease in FP. Sows returning to oestrus later than 6 days after weaning had 7% lower FP than sows mated within 6 days after weaning.

© 2010 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Repeat-service is one type of reproductive failure causing the removal of gilts and sows from commercial herds (Tummaruk et al., 2009). In practice, the occurrence of repeat-service varies amongst herds and management conditions. In general, the proportion of female returning-to-oestrus (RP) after first service is 10% and the abortion proportion (AP) is 1% (Dial et al., 1992; Tummaruk et al., 2001; Takai and Koketsu, 2008). Infertility and embryonic loss are two main biological components causing repeat-service. The interval of return-to-oestrus can be classified as regular and irregular returns (Thacker, 1986; Meredith, 1995). Regular return (18–24 days post service) is considered to be a result of infertility. Early embryonic mortality may cause either regular or irregular return-to-oestrus. Earlier studies have found that the farrowing proportion (FP)/farrowing rate decreases in the female re-serviced after reproductive failure (Tummaruk et al., 2001; Takai and Koketsu, 2008; Vargas et al., 2009). However, repeat-service increases the litter size at birth of the subsequent litter (Tummaruk et al., 2001; Takai and Koketsu, 2008). In Japan, Takai and Koketsu (2008) found that the FP decreases by 18% with each repeat-service, and an increased litter size at birth is observed in sow parities number 1 and 2, but not in gilts and sows parities number ≥3. In Brazil, Vargas et al. (2009) demonstrated that re-serviced female pigs have 9.7% lower FP, 8.9% higher RP and 1% higher AP than first-serviced females. The effect of repeat-service on subsequent reproductive performance is more pronounced in the gilts than the sows, i.e., repeat-serviced gilts had 18.7% lower FP and 15.2% higher RP than non-repeat-serviced

* Corresponding author. Tel.: +66 2 2189644/5; fax: +66 2 2520738.
E-mail address: Padet.T@chula.ac.th (P. Tummaruk).

0167-5877/$ – see front matter © 2010 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.prevetmed.2010.06.003

Author's personal copy

Table 1
Descriptive statistics on some reproductive parameters of gilts/sows in four commercial swine herds in Thailand during July 2005–June 2008 (n = 30,058 insemination records from 9037 gilts and sows).

Variables	Herds			
	A	B	C	D
Number of gilts/sows	2,584	3,685	1,974	794
Number of observations	8,393	12,097	6,753	2,815
Mean parity number	2.3	2.3	2.7	3.0
Farrowing proportion (%)	82.7	79.2	82.7	88.9
Adjusted farrowing proportion (%)	85.6	82.4	87.2	91.6
Proportion of female return-to-oestrus (%)	9.7	10.5	8.9	5.0
Abortion proportion (%)	2.3	2.3	0.4	0.3
Not-in-pig proportion (%)	0.9	2.4	2.5	2.7
Lactation length (days)[a]	21.8 ± 1.5	21.3 ± 1.3	21.8 ± 2.0	21.5 ± 2.7
Culling rate (%)	38.9	60.1	54.2	45.9

[a] Mean ± standard deviation.

gilts (Vargas et al., 2009). In addition, Takai and Koketsu (2008) found that the influence of repeat-service on subsequent fertility varies according to the weaning-to-first service interval (WSI). For example, the sows that have a WSI greater than 7 days had a lower FP than the sows that had a WSI of 0–6 days in the sows mated for the first time after weaning. However, for the sows that are repeat-serviced, the influence of WSI on FP is not observed. The influence of repeat-service on subsequent FP has never been studied either in Thailand or in tropical countries. Also, the impact of season and herd on the FP of the repeat-serviced females has never been investigated.

In practice, three categories of females that have to be mated are classified. The first are the weaned sows that exhibit standing oestrus within 7 days after weaning; the second are replacement gilts; and the last include both repeat-serviced females and the sows that have a delayed WSI. In most commercial swine herds in Thailand, the gilts/sows are allowed to be repeat-serviced at least 2 times before culling. However, this criterion may vary amongst herds and culling policy. Under tropical climate, delayed WSI during some periods of the year is commonly observed. Tantasuparuk et al. (2000) demonstrated that the proportion of sows mated within 7 days after weaning is approximately 90% in the sows weaning during the cool season, and declines to 70–80% in the sows weaning during the hot and rainy seasons. Furthermore, the influence of season on WSI in primiparous sows is more severe than in multiparous sows (Tummaruk et al., 2000a). The culling of young sows that have delayed WSI is generally not preferred. Therefore, it is of interest to investigate subsequent fertility of these delayed-WSI sows as well as any factor that contributes to the influence of WSI on subsequent FP. The present study was performed to evaluate different components of reproductive failure after service of gilts and sows under a tropical climate, and to study the influence of the repeated service of gilts/sows and delayed WSI of sows on their subsequent fertility.

2. Materials and methods

2.1. Data

The study was conducted in four commercial swine breeding herds in the northeastern part of Thailand (Herds A, B, C and D). Data were collected during a 3-year period from July 2005 to June 2008. A total of 30,058 insemination records from 9037 gilts and sows was included in the analysis (Table 1). In most cases, gilts/sows was a crossbreed between Landrace × Yorkshire (LY); some are purebred Yorkshire (Y) and Landrace (L). The data of culling gilts/sows were extracted from the computer recording system of the herds (Piglive®, Live informatics Co., Ltd., Bangkok, Thailand) and were scrutinized for correctness. The data included gilts/sows identity, service date, parity, lactation length, WSI, the number of repeat-serviced events, boar identities of each service (1–3 boars) and service results (i.e., farrow, return-to-oestrus, no pregnancy, abortion, culling and not-in-pig). No service date errors were observed due to the fact that the software screens for errors during data entry. To obtain all farrowing data from the serviced females, the raw data were collected 6 months after the selected service date. The culling rate in each herd was calculated from the number of culled gilts and sows divided by the number of sows on production, multiplied by 100. Lactation length was the interval from farrowing to weaning and was limited to 14–35 days. Parity numbers 3–5 and ≥6 were pooled in the analyses.

2.2. General management

An average number of sows in Herds A, B, C and D was 1200, 1500, 1000 and 500, respectively. Herds A and C produced replacement gilts within the herd using their own grandparent stock (purebred L and Y) and provided replacement gilts (LY) to Herds B and D, respectively. Conventional artificial insemination (AI) was used for all gilts and sows. In all herds, gilts and sows were housed in a conventional, open-housing system facilitated with a water sprinkler and fan, whilst the boars were kept in an evaporative, cooling-system environment. During the study period, the average outdoor minimum–maximum daily temperatures were 21.1–33.3 °C, 24.4–31.6 °C and 17.9–29.9 °C in the hot, rainy and cool seasons, respectively. The 24-h average humidity was 68.3%, 81.7% and 64.2% in the hot, rainy and cool seasons, respectively. The health status of all herds was monitored by the herd veterinarian. In general, the veterinarian gave the recommendation to vaccinate the gilts/sows against foot-and-mouth disease (FMD), classical

Author's personal copy

swine fever (CSF), Aujeszky's disease (AD), porcine Parvovirus (PPV) and atrophic rhinitis (AR), at 22–30 weeks of age in the replacement gilts, during late gestation (FMD, AR) and during lactation (PPV, CSF) in the sows. Mass vaccination of AD was conducted every 4 months. All herds were porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) sero-positive, but no clinical outbreak was observed during the period of study. Culling due to old age was planned to be done after the sixth parity. In general, the gilts were mated about 32 weeks of age onwards with at least 135 kg body weight at the second or later observed oestrus. The gilts and sows received water *ad libitum* via water nipples. The feed was provided twice a day (approximately 1.5–3.5 kg/d during gestation and 5.0–7.0 kg/d during lactation). The feed was a rice–corn–soybean–fish base containing 15–18% crude protein, 3000–3200 kcal/kg metabolisable energy and 0.9–1.0% lysine. The health status, herd-recorded data, and the routine management of these herds were monitored monthly by the first author of this study (P. Tummaruk).

2.3. Mating management

In all herds, oestrus detection was performed twice a day (morning and evening) using the back pressure test with the aid of sexually mature boars. The gilts and sows were inseminated with diluted fresh semen containing at least 3000×10^6 spermatozoa in 100 ml. The extended semen was used immediately or stored not over 24 h before AI. Besides, only the semen with >70% individual motility was used. The first insemination was performed at about 12 h after the onset of oestrus in non-repeat-serviced females and in the sows that exhibited standing oestrus within 6 days after weaning. The females that were repeat-serviced and the sows that exhibited standing oestrus later than 6 days after weaning were inseminated immediately after the onset of oestrus. All of the females were re-inseminated at 12-h intervals following the standing oestrus. In most cases, the females were inseminated 2–3 times during standing oestrus with the semen from at least two boars. Both sows and gilts were housed in individual crates during and after AI. The oestrus detection was performed twice a day after AI with special emphasis on the female at 3–4 weeks and 6–7 weeks of gestation. In Herds C and D, the pregnant sows were moved to another gestation house at 9 weeks of gestation before entering the farrowing house at 1 week before the expected farrowing date, whilst the pregnant gilts were kept in gestating house until 1 week before the expected farrowing date. In all herds, the pregnant gilts and sows were kept separately in different gestation houses. In Herds A and B, pregnancy detection was carried out by using both the return-to-oestrus method and the Doppler ultrasonography. By contrast, in Herds C and D, pregnancy detection was carried out by using only the detection of gilts/sows which returned to oestrus after mating.

2.4. Definitions

In the present study, "gilt" was defined as a female pig that presented in the herd but had never farrowed, and "sow" was a female pig that farrowed at least once. A mating was defined as an insemination of a gilt/sow during 10-day oestrus period, and a service included single or more mating events during the oestrus (Takai and Koketsu, 2009). A repeat-service was defined as the return-to-service after service within parity. The farrowing success is defined as '1' when the gilts/sows were inseminated and resulted in farrowing, and '0' when the insemination resulted in return-to-oestrus, abortion, not being pregnant, culling or not-in-pig. The FP is calculated by the number of farrowing divided by the number of insemination. The RP was calculated by the number of females that return-to-oestrus divided by the number of insemination. The AP was calculated by the number of females aborted divided by the number of insemination.

Table 2
Effect of parity, herd, season, year, repeat-service, weaning-to-service interval (WSI), interaction between herd and season and interaction between parity and season on farrowing proportion in gilts/sows.

Factors	Model 1 (n = 30,058)	Model 2 (n = 20,906)
Parity	<0.001	<0.001
Herd	<0.001	<0.001
Season	NS	<0.001
Year	NS	NS
Repeat-service	<0.001	–
Herd × season	<0.001	<0.001
Parity × season	NS	0.05
Herd × repeat-service	<0.001	–
Season × repeat-service	<0.001	–
WSI	–	<0.001

2.5. Statistical analyses

The statistical analysis was performed using Statistical Analysis System (SAS version 9.0, Cary, NC, USA). Frequency analysis and a $r \times k$ contingency table were used to evaluate an association amongst FP, RP, AP and repeat-service. Chi-square test was used to test the association between farrowing success and repeat-service (0, 1, 2, ≥3). In further analyses, the females that were repeat-serviced for 1, 2 and 3 times were pooled due to a relatively low number of observation in each of the groups. Logistic regression was used to analyze binary data (FP) using GLIMMIX macro of SAS. Repeated measurements were used in the logistic regression analyses in order to correct the effect of repeat measurement of the animal included in the analyses, i.e., each female was inseminated more than once during the study period. Two statistical models were applied to the data (Table 2). The factors and two-way interactions included in the statistical models were tested for a significance and were omitted from the model in a stepwise fashion, leaving only factors and interactions, in most cases, with the significance level of $P < 0.1$. Model 1 included fixed effects of parities (0, 1, 2, 3–5, ≥6), service season (hot: 16 February–15 June; rainy: 16 June–15 October; cool: 16 October–15 February), service year (1, 2, 3), Herd (A, B, C, D), number of re-service events (0, ≥1) and interaction between herd and season, parity and season, number of re-service events and herd, and number of re-service events and season. Model 2 included fixed effects of parity,

Author's personal copy

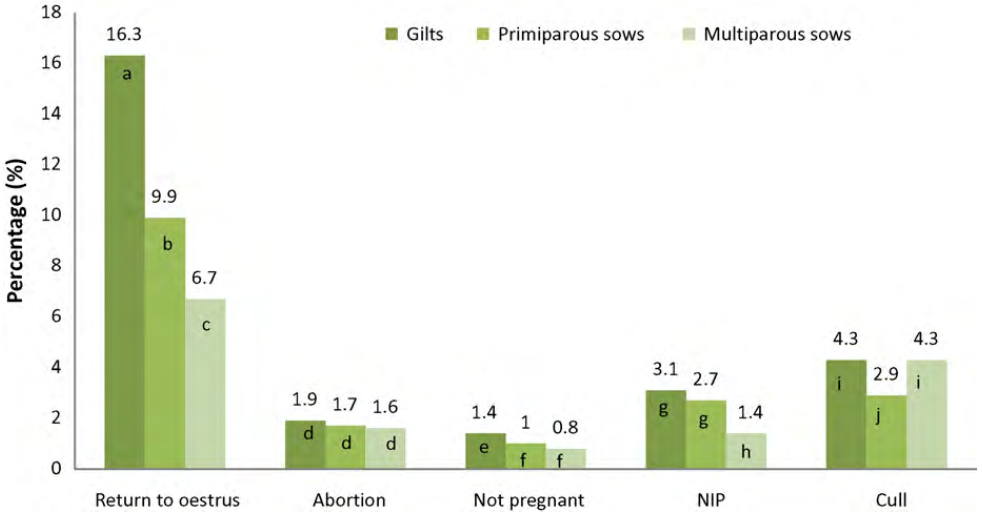


Fig. 1. Components of pregnancy failure in gilts, primiparous and multiparous sows (parities 2–14) ([a,b,c]different superscripts differed significantly, $P < 0.05$). 'NIP' is proportion of the serviced females that result in not-in-pig. 'Cull' is proportion of the service females that result in culling.

mating season, mating year, herd, WSI (0–6, 7–10, 11–20, 21–60 days) and interaction between herd and season, and between parity and season. The least-squares means were obtained from each class of the factors and were compared using the least-significant difference test with the Tukey–Kramer adjustment. A probability value of $P < 0.05$ was considered statistically significant.

3. Results

3.1. Descriptive statistics

Descriptive statistics, including number of gilts/sows, number of observations, mean parity at insemination, FP, adjusted FP, RP, AP and the percentage of not-in-pig of each herd are presented in Table 1. On average, FP was 81.9%, adjusted FP was 85.3%, RP was 9.4% and AP was 1.7%. The number of sows repeat-serviced for 0, 1, 2 and ≥3 times were 26,589 (88.9%), 2893 (9.6%), 503 (1.7%) and 113 (0.4%), respectively. Of all gilts and sows, 1199 sows (4.0%) were culled before farrowing. Apart from the culling, the reasons of the failure to farrow included return-to-oestrus 2828 sows (9.4%), abortion 505 sows (1.7%), not being pregnant 288 sows (1.0%) and not-in-pig 605 sows (2.0%). Different types of reproductive failure by parity are demonstrated in Fig. 1. As can be seen from the figure, the percentage of the gilts that returned to oestrus was higher than primiparous and multiparous sows (16.3% versus 9.9% and 6.7% in gilts, primiparous and multiparous sows, respectively). Of the gilts and sows that returned to oestrus after service, the mean of the interval from first service to return-to-oestrus of the females was 34.0 ± 17.6 days. The proportion of gilts/sows that had a regular return-to-oestrus interval (18–24 days) was 39%. The percentage of regular return-to-oestrus was higher in the gilts (42.8%) compared to the sows parity numbers 1 (36.8%), 2 (38.2%), 3–5 (36.2%) and ≥6 (33.3%) ($P < 0.05$).

3.2. Effect of herd, parity and season

On average, gilts had 73.1% FP, primiparous sows had 81.7% FP, and multiparous sows had between 84.9% and

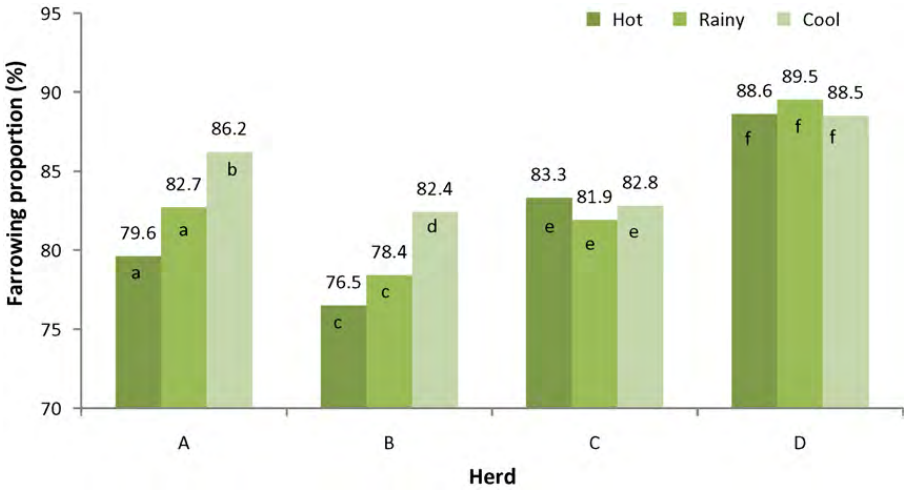


Fig. 2. Effect of service season on the farrowing proportion (%) of gilts and sows by Herd (A, B, C and D) ([a,b,c]different superscripts within herds differed significantly, $P < 0.05$).

Author's personal copy

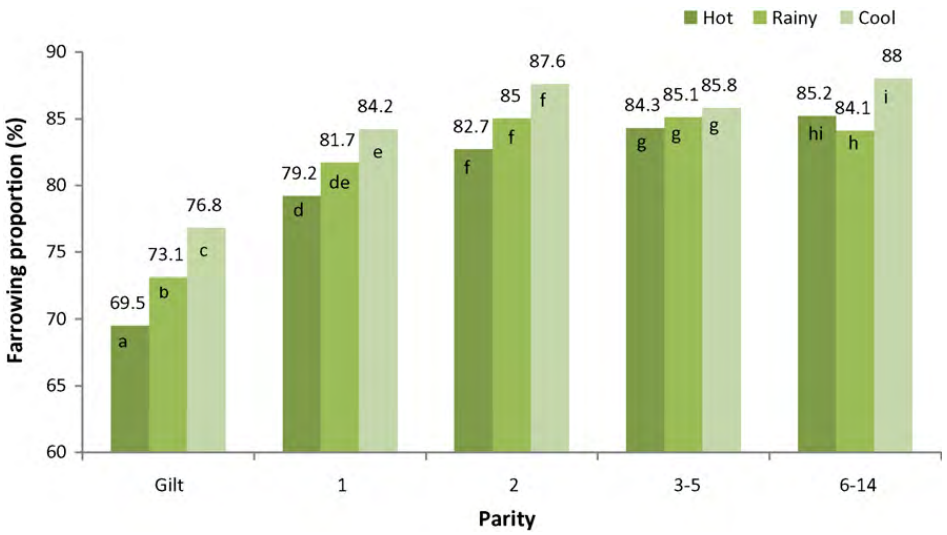


Fig. 3. Effect of service season on the farrowing proportion (%) of gilts and sows by parity ([a,b,c]different superscripts within parity differed significantly, $P < 0.05$).

85.9% FP in each parity group. Gilts had lower FP than sows parity numbers 1, 2, 3–5 and ≥6 ($P < 0.001$). Primiparous sows had lower FP than sows parity numbers 2 and 3–5 ($P < 0.001$), but did not differ significantly when compared to sow parity ≥6 ($P = 0.13$). Seasons and herds significantly influenced FP. Gilts and sows that were mated in the hot, rainy and cool seasons had values for FP of 80.1%, 81.5% and 84.1%, respectively ($P < 0.001$). The FP of the gilts and sows in each herd classified by season is shown in Fig. 2. The seasonal variation on FP was more evident in Herds A and B compared to Herds C and D (Fig. 2). The FP of the gilts and sows in each parity group categorized by season is shown in Fig. 3. The fluctuation of FP amongst seasons was observed in gilts and primiparous sows more than in multiparous sows (Fig. 3). On average, the FP was lowest in the gilts that were mated in the hot season (69.5%) (Fig. 3).

3.3. Effects of repeat-service

The FP of gilts and sows varied according to the number of repeat-service events. On average, gilts/sows that were not repeat-serviced had 83.7% FP. Of all the mated females, 3509 females (11.7%) were repeat-serviced. The percentages of gilts and sows that were repeat-serviced in Herds A, B, C and D were 10.7%, 13.5%, 11.1% and 8.1%, respectively. The FP of gilts/sows that were repeat-serviced for 1, 2 and ≥3 times was 71.2%, 57.7% and 43.4%, respectively. When all factors were taken into account, the logistic regression analysis revealed that both repeat-service and interaction between repeat-service and season, and between repeat-service and herds were significant (Table 2). It was found that the seasonal influence on FP was observed in non-repeat-service females, but not in those that were repeat-serviced (Fig. 4). Non-repeat-serviced females that were mated in the hot season had lower FP than those that were mated in the cool season ($P < 0.001$). The repeat-serviced females tended to have a lower FP than the non-repeat-serviced females in all herds. However, the difference of FP between repeat-serviced and non-repeat-serviced females was significant in herds A and B ($P < 0.001$) but not significant in herd C ($P = 0.68$) and D ($P = 0.06$).

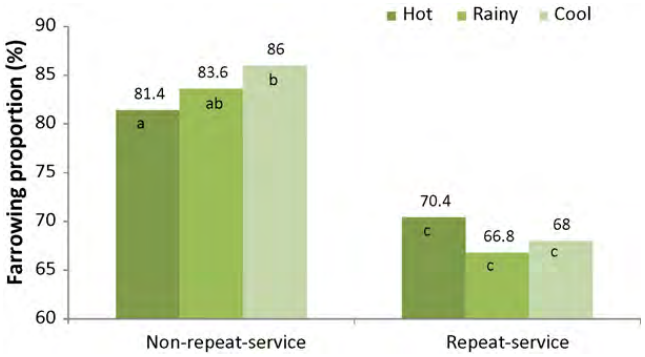


Fig. 4. Farrowing proportion (%) of non-repeat-serviced females and repeat-serviced females by seasons ([a,b]different superscripts differed significantly, $P < 0.05$).

3.4. Effects of weaning-to-first-service interval

WSI influenced on FP ($P < 0.001$) (Table 2). The sows that were mated from 0 to 6 days after weaning had 86.8% FP, while sows mated from 7 to 10, 11 to 20 and 21 to 60 days after weaning had 78.9%, 78.9% and 78.4% FP, respectively ($P < 0.05$). The number of sows that had WSI values of 0–6, 7–10, 11–20 and 21–60 days were 18,299 (87.5%), 1195 (5.7%), 570 (2.7%) and 842 (4.0%) sows, respectively.

4. Discussion

In the present study, the four commercial herds in Thailand had 11.7% repeat-serviced females. In the Netherlands and the United States of America (USA), the number of repeat-serviced females was approximately 12% of all the mated gilts and sows (King et al., 1998; Steverink et al., 1999). In the present study, of the repeat-serviced females, 9.6% were rebred for only one time and 2.1% were rebred for ≥2 times. This percentage is in agreement with a previous report in Japan (Takai and Koketsu, 2008) that found

Author's personal copy

10% of first re-serviced females and 2% of second or later re-serviced females in 117 commercial herds in Japan. However, in Brazil, Vargas et al. (2009) found only 5.2% re-serviced females in four commercial swine herds. The difference in the proportion of repeat-serviced females between studies might be due to different culling policy and different criteria to re-service the females after return-to-oestrus amongst herds.

The present study found that the repeat-service females had a decreased FP by approximately 12%. This finding is in agreement with earlier studies (Tummaruk et al., 2001; Thorup, 2006; Takai and Koketsu, 2008; Vargas et al., 2009). In the former studies, the decrease in FP after repeat-service varied between 9.6% (Vargas et al., 2009) and 18% (Takai and Koketsu, 2008). Furthermore, it was found that the influence of repeat-service on FP depended on parity and WSI (Takai and Koketsu, 2008; Vargas et al., 2009). Vargas et al. (2009) found that repeat-service in gilts decreased FP by 19%, while repeat-service in sows of parity number 2–5 decreased FP by only 9%. Takai and Koketsu (2008) found that the influence of repeat-service on FP was evident only in the sows that were mated within 6 days after weaning but not in those that were mated later than 7 days after weaning. The decreased FP in the repeat-service females might be due to a low luteinizing hormone (LH) peak and a high variation of timing of ovulation in the repeat-serviced females compared to non-repeat-serviced females (Steverink et al., 1999). Steverink et al. (1999) found that the oestrus duration in non-repeat-serviced sows was longer than repeat-serviced sows (50.2 h versus 46.8 h). Furthermore, it was found that the duration of oestrus was correlated with the time of AI and the number of insemination per oestrus. Single insemination in gilts resulted in a 7.0% lower FP than double insemination (Steverink et al., 1999). The intensive use of boar exposure for oestrus detection and during AI has been recommended to perform in order to increase the mating efficiency (Patterson et al., 2002; Langendijk et al., 2003; Takai and Koketsu, 2008). Another reason for inferior FP in the repeat-service females might be because the gilts and sows that were re-serviced might have any reproductive disorder, e.g., cystic ovaries or endometritis, which might reduce their fertility (Castagna et al., 2004; Tummaruk et al., 2009). In the present study, the females that were re-serviced included not only the gilts and sows which returned to oestrus after the first service, but also included aborted females and sows with other types of reproductive failure. These females might have irreversible reproductive disorders that contributed to an inferior FP. Tummaruk et al. (2009) found in the gilts culled due to repeat-service that 16.1% had cystic ovaries and 12.1% had endometritis. Vargas et al. (2009) demonstrated that the abortion rate of the females that were re-serviced after abortion was higher than that of the first-serviced females (1.6% versus 6.5%). However, in practice, it is recommended that the gilts and sows that returned to oestrus should be mated as soon as possible regardless of the interval of return-to-oestrus. Takai and Koketsu (2008) found that FP did not differ significantly between the repeat-serviced females that had regular and irregular return-to-oestrus. Therefore, early pregnancy detection, especially in gilts, should be emphasized to minimize the number of non-productive days in this category of females. Additionally, hormonal application (e.g., oestrus synchronization) should be considered to increase the fertility rate of the gilts and young sows which returned-to-oestrus after the first service (Brussow et al., 1996; Kauffold et al., 2007). Furthermore, the use of boar exposure in combination with the hormonal induction for oestrus has also been recommended (Breen et al., 2005). In addition, in the present study, the influence of repeat-service on FP is partially influenced by herd management, since the FP of the repeat-serviced females in some herds is not significantly different from the first-serviced females (Herds C and D). This indicates that the influence of repeat-service on FP could be overcome by means of reproductive management (e.g., oestrus detection, boar contact, and hormonal application) of the repeat-serviced sows.

In the present study, the gilts and sows which returned-to-oestrus after service are the major portion of the reproductive failures. It has been demonstrated that the re-service interval accounts for 30% of the non-productive female days (Koketsu, 2005). The present study found that the proportion of the return-to-oestrus females was higher in gilts than sows. This indicated that an optimization of the number of gilts returned-to-oestrus after first service may largely minimize the NPD. The return to estrus after service of gilts might be caused by either infertility or embryonic loss. The present study demonstrated that both herd and season contributed to the reproductive failure in gilts and sows. In addition, gilts and primiparous sows seem to be more susceptible to the impact of the seasonal and herd on FP than multiparous sows. Therefore, to minimize NPD and maximize FP of the herds, special attention should be paid to the quality of replacement gilts. Moreover, stressful factors in primiparous sows should be minimized.

In the present study, 10.4% of weaned sows was mated between 7 and 60 days after weaning. It was found that the sows mated at any time between 7 and 60 days after weaning had approximately 8% lower FP than those mated from 0 to 6 days after weaning. This was in agreement with a number of earlier studies (Vesseur et al., 1994; Tummaruk et al., 2000b). Tummaruk et al. (2000b) found in the sows mated within 20 days after weaning that FP was lowest in those mated between 7 and 9 days after weaning. It might be because an increase in WSI decreased the duration of oestrus (Sterning, 1995) and shortened the interval from onset of oestrus to ovulation (Mburu et al., 1995). Either the short duration of oestrus or the short interval from onset of standing oestrus to ovulation may increase the risk of mating at a suboptimal time, thereafter resulting in lower FP (Nissen et al., 1997). The present study indicated that the FP of the sows was closely related to WSI, i.e., the higher the number of sows mated at later than 6 days after weaning, the higher the risk of getting a suboptimal FP. Therefore, to improve FP of the sows in the herds, they should be mated within 6 days after weaning.

In the present study, lactation length and culling rate were presented but were not included in the analyses because the number of herds included in the study is limited. The average lactation length was similar to commercial swine herds in the USA but shorter than such in some countries in Europe (King et al., 1998; Tummaruk et

Author's personal copy

al., 2000b). Both lactation length and culling rate reflected the herd management policy rather than the reproductive performance of individual sows. All of the herds in the present study weaned the piglets at 3 weeks with minor variation. In a previous study where the farm was considered an observational unit and 906 farms were included, farms with a short lactation length had a shorter farrowing interval, lower pre-weaning mortality, greater number of litters per mated female per year and greater number of piglets weaned per sow per year (King et al., 1998). The culling rate of gilts/sows in the present study was within the normal range and in agreement with earlier studies in the USA (King et al., 1998; Lucia et al., 2000) and Europe (Engblom et al., 2007). King et al. (1998) found that if the parity number at culling of sow increases by one, the number of piglet weaned per female lifetime increases by 8.

It is concluded that the return-to-oestrus after the first mating is a major determinant of the failure to farrow of the female pigs in Thailand, especially in gilts. The repeat-serviced females had at least 12% lower FP than non-repeat-serviced females. Special attention should be focused on the first mating of gilts, and special care should be given to the re-serviced gilts. Sows mated between 7 and 60 days after weaning had approximately 8% lower FP than sows mated between 0 and 6 days after weaning. Therefore, to improve the FP amongst the sows, herd management should be aimed at minimizing WSI to achieve a high proportion of sows mated within 6 days after weaning.

Acknowledgements

This study was made possible through a grant by the National Research Council of Thailand (NRC) 2008–2009 and partly by the CHE-TRF Senior Research Fund (RTA5080010). Language editing of the manuscript was coordinated by Chula Unisearch, Chulalongkorn University.

References

Breen, S.M., Farris, K.L., Rodriguez-Zas, S.L., Knox, R.V., 2005. Effect of age and physical or fence-line boar exposure on extrus and ovulation response in prepubertal gilts administered PG600. J. Anim. Sci. 83, 460–465.

Brussow, K.-P., Jochle, W., Huhn, U., 1996. Control of ovulation with a GnRH analog in gilts and sows. Theriogenology 46, 926–934.

Castagna, C.D., Peixoto, C.H., Bortolozzo, F.P., Wentz, I., Neto, G.B., Ruschel, F., 2004. Ovarian cysts and their consequences on the reproductive performance of swine herds. Anim. Reprod. Sci. 81, 115–123.

Dial, G.D., Marsh, W.E., Polson, D.D., Vaillancourt, J.P., 1992. Reproductive failure: Differential Diagnosis. In: Leman, A.D., Straw, B.E., Mengeling, W.L., Allaire, S.D., Taylor, D.J. (Eds.), Disease of Swine, 7th edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa. USA, pp. 88–137.

Engblom, L., Lundeheim, N., Dalin, A.M., Andersson, K., 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. Livest. Sci. 106, 76–86.

Kauffold, J., Beckjunker, J., Kanora, A., Zaremba, W., 2007. Synchronization of estrus and ovulation in sows not conceiving in a schedule fixed-time insemination program. Anim. Reprod. Sci. 97, 84–93.

King, V.L., Koketsu, Y., Reeves, D., Xue, J., Dial, G.D., 1998. Management factors associated with swine breeding-herd productivity in the United States. Prev. Vet. Med. 35, 255–264.

Koketsu, Y., 2005. Six component intervals of nonproductive days by breeding-female pigs on commercial farms. J. Anim. Sci. 83, 1406–1412.

Langendijk, P., Bouwman, E.G., Schams, D., Soede, N.M., Kemp, B., 2003. Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behavior in estrous sows. Theriogenology 59, 849–861.

Lucia, T., Dial, G.D., Marsh, W.E., 2000. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. Livest. Prod. Sci. 63, 213–222.

Mburu, J.N., Einarsson, S., Dalin, A.-M., Rodriguez-Martinez, H., 1995. Ovulation as determined by transrectal ultrasonography in multiparous sows: relationships with oestrus symptoms and hormonal profiles. J. Vet. Med. A42, 285–292.

Meredith, M.J., 1995. Pig breeding and infertility. In: Meredith, M.J. (Ed.), Animal Breeding and Infertility. Blackwell, Oxford, UK, pp. 278–353.

Nissen, A.K., Soede, N.M., Hyttel, P., Schmidt, M., D'Hoore, L., 1997. The influence of time of insemination relative to time of ovulation on farrowing frequency and litter size in sows, as investigated by ultrasonography. Theriogenology 47, 1571–1582.

Patterson, J.L., Willis, H.J., Kirkwood, R.N., Foxcroft, G.R., 2002. Impact of boar exposure on puberty attainment and breeding outcomes in gilts. Theriogenology 57, 2015–2025.

Sterning, M., 1995. Oestrous symptoms in primiparous sows. 2. Factors influencing the duration and intensity of external oestrous symptoms. Anim. Reprod. Sci. 40, 165–174.

Steverink, D.W.B., Soede, N.M., Groenland, G.J.R., van Schie, F.W., Noordhuizen, J.P.T.M., Kemp, B., 1999. Duration of oestrus in relation to reproduction results in pig on commercial farms. J. Anim. Sci. 77, 801–809.

Takai, Y., Koketsu, Y., 2008. Number of services and the reservice intervals in relation to suboptimal reproductive performance in female pigs on commercial farms. Livest. Sci. 114, 42–47.

Takai, Y., Koketsu, Y., 2009. Double and triple matings associated with reproductive performance in first-serviced and reserviced female pigs in commercial herds. J. Vet. Med. Sci. 71, 635–639.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.-M., Kunavongkrit, A., Einarsson, S., 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. Theriogenology 54, 481–496.

Thacker, B.J., 1986. Detection and diagnosis of swine reproductive failure. In: Morrow, D.A. (Ed.), Current Therapy in Theriogenology. Saunders Company Press, Philadelphia, USA, pp. 996–1001.

Thorup, F., 2006. Fertility after rebreeding of sows. In: Proc. 19th IPVS Congress, vol. 1, Copenhagen, Denmark, p. 262.

Tummaruk, P., Kesdangsakonwut, S., Kunavongkrit, A., 2009. Relationships among specific reasons for culling, reproductive data, and gross morphology of the genital tracts in gilts culled due to reproductive failure in Thailand. Theriogenology 71, 369–385.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., Dalin, A.-M., 2000a. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows. I. Seasonal variation and parity influence. Acta Agric. Scand. Sect. A: Anim. Sci. 50, 205–216.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., Dalin, A.-M., 2000b. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows. II. Effect of mating type, weaning-to-first-service interval and lactation length. Acta Agric. Scand. Sect. A: Anim. Sci. 50, 217–224.

Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., Dalin, A.-M., 2001. Repeat breeding and subsequent reproductive performance in Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows. Anim. Reprod. Sci. 67, 267–280.

Vargas, J.A., Berdardi, M.L., Paranhos, T.F., Gonclaves, M.A.D., Bortolozzo, F.P., Wentz, I., 2009. Reproductive performance of swine females reserviced after return to estrus or abortion. Anim. Reprod. Sci. 113, 305–310.

Vesseur, P.C., Kemp, B., Den Hartog, L.A., 1994. The effect of the weaning to oestrus interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sow. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 71, 30–38.

WS1-P-003

Distribution leukocyte subpopulation in different layers of the endometrium in the gilts that had endometritis

Padet Tummaruk[1]* Sawang Kesdangsakonwut[2] Nuvee Prapasarakul[3] Kampon Kaeoket[4]
[1]Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, [2]Department of Pathology and [3]Department of Veterinary Microbiology, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, Thailand; [4]Faculty of Veterinary Science, Mahidol University, Phuttamonthon, Nakorn-pathom, 73170, Thailand
*Corresponding author (P. Tummaruk): Padet.t@chula.ac.th

Objectives

The aim of the present study was to investigate number and type of the leukocytes subpopulation infiltrated in the endometrium in the gilts that had endometritis.

Materials and Methods

A total of 212 genital organs of replacement gilts culled for reproductive problems from 4 swine commercial herds in Thailand were examined (1). Based on gross-morphology, a selected 28 genital organs of endometritis gilts were investigated. The gilts were classified according to the ovarian appearance into 3 groups, i.e., inactive, luteal and follicular phases. 'Inactive phase' was the ovaries that contained only follicles (<7 mm). 'Luteal phase' was characterized by ovaries that had CL and 'follicular phase' by ovaries that had follicles of 7-12 mm in diameter. Endometritis was assumed if signs of inflammation were visible, i.e., severe edema and congestion, a dark red color and, in most cases purulent exudates in the lumen. Six samples from the left and right uterine horns and one sample from the uterine body of 1x3 cm in size were collected and were fixed in 10% neutral buffer formalin. The uterine tissues were embedded, sectioned and stained with H&E. The sections were divided into 3 layers, i.e., epithelial, subepithelial and glandular. Lymphocyte, neutrophil, eosinophil, macrophage and plasma cells in each layer were quantified under light microscope (400x) using criteria that have been described previously (2). For each section and each layer, 20 microscopic fields were arbitrarily selected for investigation. An ocular micrometer with 25 squares corresponding to 15,625 μm^2 (400x) of real tissue area was used for counting the number of cells. The numbers of cells were analyzed using the general linear mixed model procedure of SAS. The Least-square means were compared using LSD test.

Results and Discussion

On average, the gilts entered into the herd at 241±26 d of age. The gilts were culled at 336±63 d of age with a bodyweight of 142±20 kg. The interval from entry into the herd to culling was 98±62 d. The ADG from birth to culling was 427±77 g/d. The culling reasons for these gilts included abnormal vaginal discharge (n=10), repeat breeding (n=6), anoestrus (n=6), abortion (n=4) and not pregnant (n=2). Of these gilts, 17 gilts had been inseminated.

Neutrophils were the most common immune cells in the epithelial and subepithelial layers of the endometrium, while lymphocytes the most common immune cells in the glandular layer. Neutrophils in the epithelial and subepithelial layers of the endometrium in the luteal phase was lower than the follicular and inactive phase ($P<0.05$). Plasma cells in the subepithelial connective tissue layer in follicular phase were higher than the luteal and inactive phase ($P<0.05$). Number of eosinophils and macrophages in the subepithelial and the glandular layers in the luteal phase were higher than the follicular and inactive phase ($P<0.05$). Of all the gilts, 15 gilts (53.6%), 7 gilts (25.0%) and 6 gilts (21.4%) were defined as chronic, sub-acute and acute endometritis, respectively. During the acute stage, neutrophils were the most common immune cells in the endometrium, while during the chronic stages, lymphocytes, plasma cells and eosinophils were the dominant immune cells.

It has been demonstrated that immune cells function, as indicate by the change of leukocyte subpopulation in the endometrium, down-regulate during the luteal phase when progesterone is increase (2, 3). Therefore, most of the gilts were susceptible to uterine infection during luteal phase and resistant to uterine infection during follicular phase (3). In the present study, majority of the gilts are in the luteal phase. To enhance the ability of the uterus to clear infection, appropriate prostaglandin treatment may be needed to decrease progesterone level and promote the movement of leukocyte subpopulation into the uterus (3).

In conclusion, number and type of immune cells in the endometrium of the endometritis gilts varied according to the reproductive cycle. Neutrophils, lymphocytes, plasma cells and eosinophils indicate stages and the severity of endometritis.

Acknowledgement: This study was funded by the National Research Council of Thailand (NRC).

References

1. Tummaruk, P., et al., 2009. Theriogenology 71:369-375.
2. Kaeoket, K. et a., 2001. Anim Reprod Sci 65:95-114.
3. Wulster-Radcliffe, M.C., et al. 2003. J Anim Sci 81:1242-1252.

WS1-P-029

Factors influencing the percentage of mummified fetuses and stillborn piglets per litter in gilts and sows under tropical climates

Padet Tummaruk[1]* Wichai Tantasuparuk[1] Mongkol Techakumphu[1] Annop Kunavongkrit[1]
[1]Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330 *Corresponding author (P. Tummaruk): Padet.T@Chula.ac.th

Objectives

The aim of the present study was to use data from herds to investigate factors that influence the percentage of mummified fetuses (MF) and stillborn piglets (SB) per litter in gilts compared to multiparous sows in conventional, open-housing system for swine commercial herds in Thailand.

Materials and methods

Data were obtained from 4 swine commercial herds in the northeastern part of Thailand (herd sizes, 1,200, 1,500, 1,000 and 500 sows) and included sows farrowed during a 3-year period from July 2005 to June 2008. The breeds of the sows were predominantly crossbred Landrace x Yorkshire. Conventional AI was used for all herds. The data included the sow's ID, farrowing date, parity, number of piglets born alive/litter (BA), number of stillborn piglets/litter, number of mummified fetuses/litter and number of piglets at weaning. The percentage of mummified fetuses per litter (MF) was calculated using the number of mummified fetuses divided by the total number of piglets born/litter (TB) and multiplied by 100. The percentage of stillborn piglets per litter (SB) was calculated using the number of stillborns divided by TB and multiplied by 100. The analyzed data included observations on 25,835 litters from 8,100 sows. SB and MF were analyzed using a general linear mixed model procedure of SAS. The statistical models included herds, farrowing years, farrowing seasons (hot, 16 Feb-15 Jun; rainy, 16 Jun-15 Oct; cool, 16 Oct - 15 Feb), parity (1, 2, 3-5, 6-12), interaction between year and season, parity and season and herd and season as fixed effects. The outdoor min-max daily temperatures were 21.1-33.3, 24.4-31.6 and 17.9-29.9 °C and humidity was 68.3%, 81.7% and 64.2% in the hot, rainy and cool seasons, respectively. The sow's ID was included as a random effect. Least-square means were obtained and were compared using Tukey-Kramer test.

Results and Discussion

On average, the gilts and sows in commercial herds in Thailand kept in the open-house system had 11.3±2.9 TB, 10.2±2.9 BA, 2.2% MF, 7.3% SB and 9.5±1.9 piglets at weaning. MF varied from 1.6% to 2.7%, and SB varied from 5.1% to 8.2% among the herds ($P<0.001$). Among years, MF varied from 2.0% to 2.6%, and SB varied from 6.8% to 7.5% ($P<0.001$).

On average, primiparous sows (as gilt's litters) had a higher MF than sows parities 2, 3-5 and ≥6 (3.1% versus 1.7, 1.8 and 2.4%, respectively, $P<0.001$). For all parities, the litters that had 91-100% MF were 2.3%. For gilts, the litters that had 91-100% MF were 5%. The effect of season on MF varied depending on herd, year and parity. For instance, primiparous sows farrowed in the rainy and cool seasons had a higher MF than sows parity 2 and 3-5 ($P<0.05$), while no variation of MF among parities in sows that farrowed in the hot season ($P>0.05$) were observed.

On average, sow parities ≥6 had a higher SB than sow parities 1, 2 and 3-5 (9.5% versus 7.1%, 5.3% and 6.8%, respectively; $P<0.001$). Sows farrowed in the hot season had a higher SB than sows farrowed in the cool season ($P<0.001$). However, the seasonal influence on SB differed among herds. On average, SB was 7.8%, 7.5%, 8.2% and 5.2% in herds 1-4, respectively. The differences of SB between cool and hot seasons were 0.3% ($P=0.9$), 0.4% ($P=0.9$), 1.8% ($P<0.001$) and 1.0% ($P=0.8$) in herds 1-4, respectively. The seasonal influence on SB was similar in all parity groups ($P=0.5$). The differences of SB between cool and hot seasons were 0.8% ($P=0.5$), 0.6% ($P=0.9$), 0.6% ($P=0.6$) and 1.4% ($P=0.04$) for parities 1, 2, 3-5 and 6-12, respectively. The seasonal effect on SB was similar among years; i.e., SB was highest in the hot and lowest in the cool season in every year.

In Thailand, both temperature and humidity were relatively high. Heat stress and/or high humidity during pregnancy could alter the reproductive endocrine system, reduce the number of embryos/fetuses and thus reducing in litter size (1-4). In conclusion, both MF and SB of gilts and sows kept under tropical climates were relatively high and were fluctuated depending on herds, parity and seasons.

Acknowledgement: This study was funded by the National Research Council of Thailand (NRC).

References

1. Wettemann, R.P., Bazer, F.W. 1985. J. Reprod. Fert. Suppl. 33: 199-208.
2. Suriyasomboon, A. et al., 2006. Theriogenology. 65:606-628.
3. Tantasuparuk, W. et al., 2000. Theriogenology 54: 481-496.
4. Tummaruk, P. et al., 2004. J. Vet. Med. Sci. 66:477-482.

WS8-P-022

Detection of antibody titer against *Toxoplasma gondii* in aborted gilts and sows in a swine herd in Thailand

Padet Tummaruk[1]* Woraporn Sukhumavasi[2] Sasiwimon Talummuk[3] Annop Kunavongkrit[1]
[1] Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction and [2] Department of Pathology (Parasitology Unit), Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330;
[3] Novartis (Thailand), 622, Emporium Tower, 14-15th floor, Sukhumvit Rd., Klongtan, Klongteay, Bangkok, Thailand, 10310
*Corresponding author (P. Tummaruk) Padet.t@chula.ac.th

Objectives

Toxoplasmosis is a zoonotic disease caused by an obligate intracellular protozoan parasite *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) (1-3). Nevertheless, several countries reported the prevalence of this infection (2-3), little information on *T. gondii* in pigs in Thailand is available. The present study investigated the sero-prevalence of *T. gondii* infection in aborted sows in a commercial swine herd in Thailand.

Materials and Methods

Data were collected from a swine breeding herd in Thailand during Jan-Nov 2008. A total of 130 aborted gilts/sows were included. Among the 130 aborted gilts/sows observed between Jul-Oct 2008, the average abortion date was 50.4 d gestation. Chlortetracycline 600-800 ppm was medicated in sow feed in September for 4 wk (600 ppm for 2 wk and 800 ppm for 2 wk). In October, sulfa-trimetroprim 500 ppm was added to the feed. The number of aborted sows was dramatically reduced in November 2008. Reproductive performance of sows greatly declined after the abortion epidemic. Reproductive data from 3,548 LY crossbred gilts/sows was investigated. The gilts and sows were vaccinated against Foot-and-Mouth Disease (FMD), Swine Fever (SF), Aujeszky's Disease (AD), Porcine Parvovirus (PPV) and Atrophic Rhinitis (AR). Blood samples were collected from 30 aborted gilts and sows and were allowed to clot at room temperature, and sera were obtained and kept at –20 °C for analyzing antibody titer against SF (n=10), AD (n=10), PPV (n=10), Porcine Reproductive and Respiratory syndrome (PRRS) (n=4), Leptospirosis (n=17) and *Toxoplasma gondii* (n=13). Antibody against gI of AD virus was determined using HerdChek® Anti-PRV kit (IDEXX Inc., USA). PPV was determined by using haemagglutination inhibition test. PRRS virus was determined using HerdChek® PRRS virus kit 2XR (IDEXX Inc., USA) and reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR). Antibody response to *T. gondii* infection was analyzed using the latex agglutination test (TOXOREAGENT, Eiken chemical co. ltd., Tokyo, Japan). The test was performed according to the manufacturer's instruction. A positive result was defined as serum with titer ≥1:64.

Results and Discussion

From March to October, the farrowing rate decreased from 86.7% to 65.6%, the number of piglets born alive per litter decreased from 10.4 to 8.6 and mummified fetuses increased from 3.3% to 9.3%.

Of the aborted gilts and sows, 12 out of 13 tested sows (92.3%) were *T. gondii* sero-positive (titer 1:64 to 1:128). The antibody titers of aborted gilts and sows against AD, SF and PPV revealed no infection. Antibody titer against *Leptospira serova Shermani* (1:40) was found in 8/10 samples, and *serova Ranarum* (1:40) was found in 4/7 samples. Sero-positive PRRS was found in one aborted sow (S/P ratio 0.98). Two out of three aborted sows were sero-negative for PRRS. The analysis of RT-PCR for the PRRS virus was negative.

In this study, the common abortion-causing diseases in pig in Thailand were largely ruled out, i.e., SF, AD, PRRS and PPV. The gI AD antibody revealed no AD infection among aborted sows. PRRS was also unlikely to be the cause due to the PRRS-positive herd history with low titer for years. The response to the treatment of sulfa-trimetroprim suggested that the cause of abortion was unlikely to be viruses. *Streptococcus spp. and Leptospira spp.* were likely to be ruled out due to the used of high doses of CTC during the initial phase of abortion. Although the presence of mice and rats could be associated with Leptospirosis, the serovar of *Leptospira spp.* detected from the sera was uncommon and did not cause high incidence of abortion (7).

In conclusion, *T. gondii* infection among aborted sows was observed in a commercial swine herd in Thailand. Of the 13 aborted gilts and sows that were randomly selected for blood sampling, we found 12 gilts and sows (92.3%) with positive titers 1:64-1:128. The occurrence of this disease not only decreases reproductive performance of sows and gilts but also suggests that awareness of the occurrence of *T. gondii* in pig farms in Thailand should be raised.

Acknowledgement: This study was funded by the National Research Council of Thailand (NRC).

References

1. Dubey, J.P., 1986. Vet. Parasit. 19:181-223.
2. Kijlstra, A. et al., 2008. Vet. Parasit. 156:183-190.
3. Venturini, M.C. et al., 2004. Vet. Parasit. 124:161-165.
4. Suwanchareon, D., Kunavongkrit, A., 2000. Thai J. Vet. Med. 30, 25-32.

Effects of Hot and Humid Climates on the Number of Mummified Fetuses in Gilts and Sows

P. Tummaruk[1*], K. Srisuwatanasagul[2]

[1]Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction and [2]Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorm University, Bangkok, Thailand 10330 [*]Corresponding author: Padet.T@chula.ac.th

Keywords: *pig, reproductive performance, Temperature-humidity index, tropics*

Introduction

During the last decade, global warming has become a major concern for humans. Official data from the meteorological department in Thailand indicate that the environmental temperature increased during the period from 1996 to 2005 and has tended to continue to increase. The increase of the environmental temperature also has a potentially large impact on the pig industry, especially for pigs that are housed in a conventional open-housing system, which is the most common type of housing of swine commercial herds in Thailand. It is well-established that high ambient temperature and high humidity as well as a tropical climate negatively influence the reproductive performance of female pigs (1-5). A common feature of the seasonal influence on the giltís and sow's reproductive performance include prolonged weaning-to-first-service interval, decreased conception and farrowing rates, increased remating rate, and increased embryonic loss (1-5). To our knowledge, no comprehensive study on the influence of climatic factors, e.g., temperature, humidity and temperature-humidity index (THI) on the number of fetal loss in pig under tropical climate has been done. The aim of the present study was to use data from herds to demonstrate the influence of THI on the proportion of mummified fetuses per litter in gilts compared to sows parities 2, 3-5 and ≥6 in a conventional, open-housing system for swine commercial herds in the northeastern part of Thailand.

Materials and Methods

Data: Data were obtained from four swine commercial herds (A, B, C and D) in the northeastern part of Thailand. The data included sows farrowed during the period from July 2005 to June 2008. The herd data were obtained from the computer recording system of the herds from January 2005 to December 2008. The data included the sow's identities, farrowing date, parity number, number of piglets born alive per litter (BA), number of stillborn piglets per litter (stillborn), number of mummified fetuses per litter (mummy), litter's birth weight, piglet's birth weight and number of piglets at weaning. The total number of piglets born per litter (TB) was calculated by summing of BA, stillborn, and mummy totals. The proportion of mummified fetuses per litter (MF) was calculated using the number of mummified fetuses divided by TB and multiplied by 100. The data included observations on 25,835 litters from 8,100 sows.

Herd location and management: The four herds in the present study were located in the northeastern part of Thailand between latitude 14-17°N and longitude 102-103°E. The housing facilities in Herds (herd size) A, B, C and D were available for 1,200, 1,500, 1,000 and 500 sow inventories, respectively. The breeds of the sows were predominantly crossbred LY, and were mainly bred with Duroc or hybrid boars (PIC® Siam Ltd., Thailand). Conventional artificial insemination (AI) was used for all gilts and sows. In all herds, gilts and sows were housed in a conventional open-housing system with a water sprinkler and fan; the boars were kept in an environment with an evaporative cooling system. The gilts and sows were kept in individual stalls during gestation and in individual farrowing pens during lactation. In general, the gilts were mated at ≥32 weeks of age with a BW of ≥135 kg at the second or later observed oestrus. The health of the herds was monitored by the herd veterinarians. In general, the veterinarians gave the recommendation to vaccinate the gilts/sows against foot-and-mouth disease (FMD), swine fever (SF), Aujeszky's Disease (AD), porcine parvo virus (PPV) and arthrophic rhinitis (AR), at between 22-30 weeks of age in replacement gilts, and during late gestation (FMD, AR) and during lactation (PPV, SF) in sows. Mass vaccination of AD was conducted every four months. All herds were porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) sero-positive herds, but no clinical outbreak was observed during the period of study. Culling due to old age was planned to be done after parity six. The gilts and sows received water up to ad libitum via water nipples. The feed was provided twice a day (about 1.5-3.5 kg/d during gestation and 5.0-7.0 kg/d during lactation). The feed was a rice-corn-soybean-fish base containing 15-18% crude protein, 2,900-3,200 kcal/kg metabolisable energy and 0.8-1.0% lysine. All of the herds were visited monthly by the first author of this study to monitor routine management and health.

Meteorological data: Outdoor temperature and humidity data were obtained from July 2005 to June 2008 from an official

meteorological station within 100 km from the herds. The average minimum-maximum daily temperatures were 21.1-33.3°C, 24.4-31.6°C and 17.9-29.9°C in the hot, rainy and cool seasons, respectively. The 24-h average humidity was 68.3%, 81.7% and 64.2% in the hot, rainy and cool seasons, respectively. THI was calculated using the following formula (6):

$$THI=DB-[0.55-(0.55xRH) \times (DB-58)$$

where DB is the average daily temperature and RH is the average daily humidity. On average, the THI was 79.2±3.5, 79.7±1.7 and 73.5±4.2 in hot, rainy and cool seasons, respectively.

Statistical analyses: The statistical analyses were carried out using SAS (SAS 2002). The influences of THI on MF were analyzed using the general linear mixed model procedure of SAS. The meteorological data were merged with the reproductive data by farrowing date (farrowing year-month-day). The means of THI during 115 days before farrowing were calculated and were used in the statistical models. The statistical models included herds (A, B, C, D), parity groups (1, 2, 3-5, 6-12), years (1,2,3), THI classes (71-72, 73-78, 79-80 and ≥81), and two ways interactions between parity and THI and between herd and THI. Since the sows included in the analyses produced 3.2±1.8 litters/sow (range 1-8 litters/sow) during the study period, the sow ID was included in the statistical model as a random effect. The classification of THI was based on information from earlier studies (7) and the frequency of the THI data. Least-square means were obtained from each class of the factors and were compared using a least-significant-difference test. A probability value of $p<0.05$ was regarded to be statistically significant.

Results and Discussion

On average, the gilts and sows in commercial herds in Thailand kept in the open-house system had 11.3±2.9 TB, 10.2±2.9 BA, 2.2% MF, 7.3% SB and 9.5±1.9 piglets at weaning. The means THI during gestation periods influenced MF ($p=0.06$). MF varied among herds from 1.6% in herd C to 2.9% in herd B ($p<0.001$). On average, MF was 3.3%, 1.8%, 1.9% and 2.6% in parity 1, 2, 3-5 and 6-12, respectively ($p<0.001$). The influence of the THI during gestation period on MF by parity groups are demonstrated in Fig. 1. As can be seen from the figure, the influence of the THI was more pronounced in the 1st parity than parity 2, 3-5 and 6-12.

It is known that a pig regulate internal temperature within a narrow range by matching the amount of heat produced through metabolism with the heat flow from animal to the surrounding environment. Under field condition, hyperthermia often occurs in pig due to the heat flow from the animal is less than internal heat production (7). In beef cow, it has been shown that increasing environmental temperature and relative humidity from 21°C, 35% relative humidity to 37°C, 38% relative humidity, during days 8th to 16th of gestation period reduced

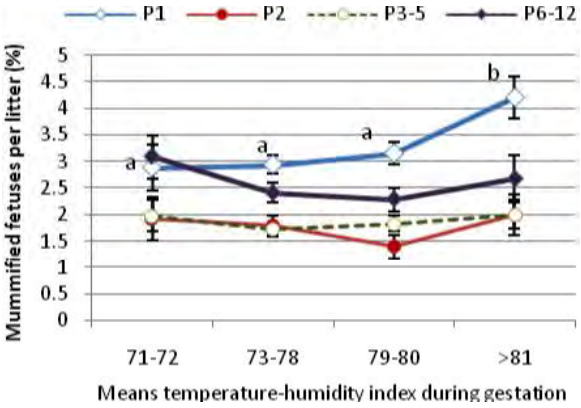


Fig. 1 Effect of means temperature-humidity index during gestation periods on the proportion of mummified

the size and weight of the conceptus (8). In Brazil, Bényei et al. (7) demonstrated that the average number of corpus luteum of superovulation cows decreased from 9.8 to 5.2 when THI increase from 70.7 during cool season to 79.7 during the El-Nino phenomenon. Earlier studies demonstrated that the high ambient temperature not only influence early embryonic and/or fetal loss, but also influence the follicular development and hence decrease the number of ovulation, the oocyte quality and/or fertilization rate (7-9).

In the present study, the average THI was 79.2±3.5, 79.7±1.7 and 73.5±4.2 in hot, rainy and cool seasons, respectively. The average THI observed during hot and rainy seasons in Thailand are almost equal to the THI that observed during the period of El-Nino phenomenon in Brazil (79.7±4.0) (7). This level of THI significantly reduced the number of ovulation and the oocytes quality in cows (7). The present study revealed that THI above 81 significantly increased MF in primiparous sows, but not in multiparous sows. Therefore, the control of environmental temperature and humidity for pregnant gilts should be emphasized.

Acknowledgements

The financial supported was provided by The National Research Council of Thailand.

References

1. Omtvedt et al., 1971. J. Anim. Sci. 32: 312-317.
2. Love et al., 1993. J. Reprod, Fertil. (Suppl) 48: 191-206.
3. Tantasuparuk et al., 2000. Theriogenology 54: 481-496.
4. Tummaruk et al., 2004. J. Vet. Med. Sci. 66: 477-482.
5. Suriyasomboon et al., 2006. Theriogenology. 65: 606-628.
6. Kelly and Bond, 1971. National Academy of Science Press, Washington D.C., USA. 77.
7. Bényei et al., 2003. Acta Veterinaria Hungarica 51: 209-218.
8. Biggers et al., 1987. J. Anim. Sci. 64: 1512-1518.
9. Roth, 2008. Reprod. Domest. Anim. 43(Suppl. 2): 238-244.

Effect of Serum Cortisol and Progesterone on the Infiltration of Leukocyte Subpopulations in the Gilt Endometrium

A. Roongsitthichai[1*], J. Suwimonteerabutr[1], S. Koonjaenak[2], P. Tummaruk[1]

[1]Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Thailand 10330; [2]Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Thailand 10900

[*]Corresponding author: Padet.T@chula.ac.th

Keywords: *cortisol, endometrium, gilt, progesterone, reproduction*

Introduction

The reproductive function of the female pigs is difficult to examine under field condition. Post-mortem examination of the reproductive organs is a useful tool to obtain a potential source of information on infertility problems (1-4). Factors causing reproductive failure alter physiological status of the sow's endometrium in different pathways (5). However, the infiltration of immune cells in cyclic gilts and sows is also influenced by the estrous cycle and hormones (6-7). Progesterone (P4) increases tissue proliferation, gland development and protein secretion in the porcine endometrium (6). In addition, P4 increases the susceptibility of the endometrium to bacterial infection and may subsequently cause endometritis (8). The infiltration and distribution of leukocytes in the porcine endometrium during the estrous cycle have been comprehensively evaluated (6-7). Lymphocytes are the predominant population in the endometrium of the cyclic gilts, while the striking observation of numerous neutrophils was found in the endometrium of pre-pubertal gilts (6-7). The influence of stress on the reproductive function is well established (9). In pig, cortisol is an important hormone linked between stress and reproductive functions (9). However, information on the influence of cortisol on the distribution of immune cells in the uterine tissue of gilts and sows is limited. The present study was performed to evaluate the influence of cortisol and P4 on the distribution of leukocyte subpopulations in the giltís endometrium.

Material and Methods

Tissue collection: Genital organs from 39 Landrace x Yorkshire crossbred gilts culled due to vaginal discharge from two commercial swine herds in Thailand were collected. The organs including ovary, oviduct, uterus, cervix, vagina, vestibule, vulva and urinary bladder were collected, placed on ice, and transported to the laboratory within 24 h of culling. These organs were examined to assess the stages of the estrous cycle and gross-pathology (4). Ovarian appearance and component structures, i.e. corpora lutea (CL), corpora albicantia (CA) and follicles, on the ovaries were carefully examined. The uterine horns were opened longitudinally and the endometrium was investigated. Tissue samples were randomly collected from the uterus of the gilts including two parts of each uterine horn. The samples were fixed in 10% neutral buffered formalin for at least 24 h, embedded in paraffin, and processed by use of an automatic tissue processor. Each sample was embedded in paraffin block using embedding instrument. The paraffin embedding was cut with 5 µm thickness by microtome. The slides were left overnight at 37°C. The tissues were deparaffinized using xyline, passed different concentration of alcohol and were stained using haematoxylin for 5 min and eosin for 30 sec (H&E).

Histological examination: The sections were divided into three layers for histological examination, i.e. epithelial, subepithelial connective tissue and glandular layers. Immune cells, i.e. lymphocytes, neutrophils, eosinophils, macrophages and plasma cells in each layer were quantified under light microscope (400x). For each section and each layer, 20 microscopic fields were arbitrarily selected for investigation. Ocular micrometer with 25 squares corresponded to 15,625 μm^2 (400x) of real tissue area and 125 µm of real tissue length was used for counting the number of immune cells in each area by movement of the ocular micrometer across the entire area in a non-overlapping manner (6). The number of immune cell counts was expressed as the total number of cells per uterine section (20 microscopic fields). The degree of endometritis was categorized into mild, moderate, and severe condition on the criterion of neutrophil number infiltrated into the giltís endometrium. In the follicular phase, endometrium having neutrophils <80, 120, and >120 cells/ 20 microscopic fields, <9, 15, and >15 cells/ 20 microscopic fields in the luteal phase, and <2, 3, and >3 cells/ 20 microscopic fields in the inactive phase, were considered mild, moderate, and severe endometritis respectively (12).

Hormonal analyses: Blood samples were collected from the jugular vein prior to slaughter. They were centrifuged at 1,160x g for 10 min. The sera were collected and stored at -20°C until assay. Serum P_4 was analyzed by enzyme immunoassay (EIA) using a P_4 monoclonal antibody (CL425) (10). Briefly, plates (NUNC, Maxisorb), except for nonspecific binding wells, were coated with 50 µl of antibody (1:7,500) and incubated overnight (12 h) at 4°C. Plates were washed 5 times and 50 µl of P4 standard (0.78-200 pg/well), control and serum samples were added, followed immediately by 50 µl of P4-horseradish peroxidase (1:65,000). Plates were incubated at room temperature for 2 h followed by addition of 100 µl of ABTS substrate (40 µl, 0.5 M H_2O_2, 125 µl 40 mM ABTS in 12.5 ml

0.96% citric acid solution). Plates were read at 405 nm (ELISA reader, TECAN SUNRISE, Austria). Optical density (OD) for 0 wells was >0.7 to <1 OD. Assay sensitivity at 90% binding was 0.016 ng/ well. The intra assay CV for low and high controls was 6.15% and 9.05%, respectively. The serum cortisol level was determined by enzyme immunoassay (EIA) (Active® Cortisol EIA kit, Diagnostic Systems Laboratories, Inc., Texas, USA). The assayed was performed according to the manufacturer's instructions. The principal of the procedure follows the basic principal of EIA, which there is competition between an unlabeled antigen and an enzyme labeled antigen for a fixed number of antibody binding sites. A known amount of cortisol was added to the assay in order to calculate the intra-assay coefficients of variation, which were 0.84% and 0.33% for low and high cortisol concentration, respectively.

Statistical analyses: Data were analyzed using SAS (SAS v. 9.0, Cary, NC, USA). Numbers of cells were presented as the mean number of cells per 20 ocular fields (312,500 μm^2) in four tissue sections. The data were analyzed using general linear model procedure (PROC GLM). Normal distribution of the data was tested using the UNIVARIATE procedure. A natural logarithmic transformation was applied to the number of immune cells. Least-squares means were obtained and were compared using least significant different test. Spearman's correlation was used to analyze the association between cortisol, P4, and the number of leukocytes subpopulation. $p \leq 0.05$ was regarded to have statistical significance.

Results and Discussion

From the appraisal of genital organs, the number of gilts in follicular, luteal, and inactive phases was 10, 25, and 4 respectively. On average, cortisol concentration in the slaughtered gilts was 430.6±68.3 nmol/l (range 46.6-1,656.0). P_4 varied according to the ovarian appearance. On average, P_4 concentration was 88.3±7.7 nmol/l during luteal phase, 20.6±6.2 nmol/l during follicular phase, and 18.5±14.7 nmol/l during inactive phase. The most obvious leukocyte subpopulation in normal gilts, mild, and moderate endometritis was lymphocytes (in epithelium, subepithelial connective tissue, and glandular layers: 16.4, 88.8, and 50.9 cells in normal gilts, 34.3, 58.1, and 38.63 cells in mild endometritis gilts), meanwhile, neutrophils ware regarded as the most apparent subpopulation in gilts with severe endometritis (46.6, 126.5, and 23.0 cells in epithelial, subepithelial connective tissue, and glandular layers respectively). Vividly, the subepithelial connective tissue layer was the most prominent area in which the leukocytes infiltrated. The number of leukocyte subpopulations of the endometrium and the concentrations of cortisol and P4 classified by degree of endometritis in subepithelial connective tissue layers are demonstrated in Table 1. The gilts having severe endometritis tended to have a higher cortisol level than the gilts having normal endometrium (p=0.07).

In the epithelial layer, negative correlation between P_4 and neutrophils was observed (r= -0.44, p=0.006). In the subepithelial connective tissue layer, P4 was negatively correlated with neutrophils (r= -0.45, p= 0.004) and positively correlated with eosinophils (r=0.46, p=0.003). Serum cortisol was negatively correlated with lymphocytes in the subepithelial connective tissue layer (r= -0.2, p=0.08) and in the glandular layer (r= -0.2, p=0.09)

It is well-established that cortisol responses to stress and causes immunosuppression (9). In the present study, high cortisol concentration tended to decrease number of lymphocyte in subepithelial connective tissue and glandular layers of the gilts. Brandt et al. (11) demonstrated that the sows injected by ACTH had far higher level of serum cortisol (336±55 nmol/l) than the NaCl-injected (85±15 nmol/l) sows. The cortisol level in the present study (430.6±68.3 nmol/l) corresponded with the ACTH-induced sows of Brandt et al. (11). This implies that the endometritis gilts are stressful as indicated by the high level of serum cortisol. The correlation between serum cortisol and lymphocytes was apparently negative which seemed to determine the immunosuppressive condition.

Table 1 Levels of serum cortisol (nmol/l), P4 (nmol/l) and number of leukocyte subpopulations in the subeipthelial connective tissue layers of the giltís endometrium by degree of endometritis (mean±SEM)

Parameters	Normal	Endometritis		
		Mild	Moderate	Severe
No. of gilt	13	6	5	15
Cortisol	277±43	253±59	636±266	566±140
P_4	89±12	56±19	48±16	50±12
Lymphocytes	89±35	58±17	93±73	46±11
Neutrophils	4±3	23±11	48±23	126±26
Macrophages	1±0.5	4±2	4±3	1±0.7
Eosinophils	64±18	19±6	31±13	19±7
Plasma cells	55±24	19±10	82±45	41±14

Acknowledgement

The financial support for the present study was provided by The National Research Council of Thailand. A. Roongsitthichai is a grantee of the Royal Golden Jubilee (RGJ) Ph.D. Program, the Thailand Research Fund.

References

1. Dalin et al., 1997. Acta Vet. Scand. 38: 253-262.
2. Heinonen et al., 1998. Anim. Reprod. Sci. 52: 235-244.
3. Karveliene et al., 2007. Reprod. Dom. Anim. 42: 275-281.
4. Tummaruk et al., 2009. Theriogenology. 71: 369-375.
5. Dalin et al., 2004. Anim. Reprod. Sci. 82-83: 401-413.
6. Kaeoket et al., 2001. Anim. Reprod. Sci. 65: 95-114.
7. Bischof et al., 1994. J. Reprod. Immunol. 26: 111-129.
8. Wulster-Radeliffe et al., 2003. J. Anim. Sci. 81, 1242-1252.
9. Einarsson et al., 2008. Acta Vet. Scan. 50: 48.
10. Munro and Stabenfeldt, 1984. J. Endocrinol. 101: 41-49.
11. Brandt et al., 2009. Anim. Reprod. Sci. 110: 172-185.
12. de Winter et al., 1995. Anim. Reprod. Sci. 37: 325-335.

Age at Puberty in Landrace, Yorkshire, Duroc and Crossbred Landrace x Yorkshire Gilts Kept in Evaporative Cooling System in a Commercial Herd in Thailand

P. Tummaruk*, W. Tantasuparuk, A. Kunavongkrit
Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330
*Corresponding author
Keywords: Breed, Oestrus, Pigs, Puberty

Introduction

The age of puberty in gilts is normally defined as the time of the first oestrus and ovulation with a continuation of regular oestrous cycles. However, under field conditions, the age at first observed oestrus is normally used to define puberty in gilts. An earlier study in a commercial swine herd in Thailand has found that the gilts attain puberty at about 195 day of age with a body weight (BW) of 106 kg (1). In practice, a great variation of age at puberty in gilts is observed (1-3). Factors influencing the attainment of puberty and the oestrous cycle in gilts include oestrus detection, season, confinement, boar exposure, nutrition and disease (4, 5). Age at puberty of gilts differed among breeds, with the average being highest in Duroc and lowest in Meishan (2, 6). The age at puberty of gilts is associated with their subsequent reproductive performance, longevity and the reasons for culling (1, 7). Culling of the gilts because of reproductive failure increased from 18 to 25% when age at first conception increased from 200 to 300 d (8). Delayed age at first mating in gilts not only increases the non-productive days from entry to conception but also influences reproductive performance (1, 9). The aim of the present study was to investigate differences of age at puberty among the pig breeds commonly used in commercial swine herd in Thailand and housed in evaporative cooling system.

Materials and Methods

Animal and herd management: The study was carried out in a commercial swine herds located in the North-Eastern part of Thailand. The herd was a breeding herd with number of sows on production of about 4,000 sows. The herd produced replacement gilts within the herd. The gilts in were housed in a closed housing system facilitated with an evaporative cooling system from birth until mating. The gilts were kept in a pen with a group size of between 6-10 gilts/pen with a density of about 2.0 m^2/gilt. The present study included 6,463 replacement gilts that entered into the herds between January 2004 and August 2007. The breed of the gilts included Duroc (D), Landrace (L), Yorkshire (Y) and crossbred between L and Y (LY). The gilts entered into the gilt pools between 80 and 100 kg BW. In the gilt pools, water was provided *ad libitum* from water nipples. The feed was provided twice a day (3 kg/d). The feed was a corn-soybean-fish base containing 18% crude protein, 3,200 kcal/kg metabolisable energy (ME) and 1% lysine. Boar contact and oestrous detection was applied to the gilts between 24 and 35 wk of age once or twice a day. The oestrus detection was carried out using the observation of vulva symptoms and a back pressure test. Gilts with clear vulva symptoms and/or expressing a standing response in front of the boar were defined as oestrus. The detection of oestrus was performed by stock persons and the date of oestrus was recorded in the herd book. In general, the herds were recommended to breed the replacements at about 32 weeks of age onwards with a BW of ≥130 kg at the second or later observed oestrus.

Data: Primary data were collected from the herd book. The records consisted of gilts identities, breed of gilts, birth date, date and BW of gilts when entered into the gilt pools (~90 kg BW), date when the gilts showed oestrus behavior, backfat thickness (BF) and BW when the gilts were sent to the breeding house. Variables like age at entry into the gilt pools, growth rate (GR) and age at first observed oestrus were calculated from primary data. The data sets were scrutinized in search of any incomplete records. Records of age at entry, age when the gilts exit the gilt pools and also BW and BF that were not within a biological limit were regarded as missing data. Descriptive statistics for all parameters investigated are presented in Table 1.

Health control and vaccination: The health of the herds was monitored by the herd veterinarian. In general, the veterinarian gave the recommendation to vaccinate the gilts against FMD, SF, AD and PPV at between 22 and 30 wk of age. At one week after entering the herd, removal sows were taken to acclimatize the gilts for about 4 to 6 wk period with a ratio of one sow per six to 10 gilts. The acclimatized sows were rotated weekly.

Body weight and backfat measurement: BW of the gilts was determined when they were sent to the breeding house using a conventional balance weight. A-mode ultrasonography (Renco lean meater®, USA) was used for the BF measurement. BF was measured at the level of the last rib at 6 to 8 cm from the mid line, on both sides of the gilt. The average between the left and the right was calculated and used as the BF of the gilt. GR (g/d) from birth until

the gilts were sent to the breeding house was calculated (GR = (BW at exit – 1.5/age at exit) x 1000).

Statistical analyses: Statistical analyses were carried out using SAS (10). The age at puberty was analyzed using multiple ANOVA. The model included breed, year and season (winter, Nov-Feb; summer, Mar-Jun; rainy, Jul-Oct). Least-square means were obtained from each class of the factors and were compared by using Tukey-Kramer test. $p<0.05$ were considered as statistically significant.

Results and Discussion

On average, the gilts entered into the gilt pools at 168±19 d of age and exited the gilt pools at 217±15 d of age. Of 6,463 gilts, 4,004 gilts (62%) had been detected for first oestrus before sending to the breeding house. The average age at first observed oestrus in each breed are presented in Table 1 and 2. Gilts attained puberty during rainy (182 d) were younger than gilts attained puberty during winter (191d) ($p<0.001$) and summer (186 d) ($p<0.001$). Age at first observed oestrus did not differ significantly among breeds ($p=0.2$) (Table 2). On average, the interval from entry into the gilt pools to first observed oestrus (EOI) was 23±15 d (range 0-97). Gilts showed first oestrus during rainy (19 d) had a shorter EOI than gilts showed first observed oestrus during winter (26 d) and summer (25d) ($p<0.001$).

Table 1 Descriptive statistics

Parameter	N	Mean±SD	Min	Max	Top 10%
Age at puberty (d)	4004	185±17	138	274	163
GR (g/d)	4879	594±57	359	887	667
BW (kg)	5669	130±13	80	197	148
BF (mm)	4796	13.6±3.2	5.5	33	10.0

Table 2 Number of gilts (N), growth rate (GR), body weight (BW), backfat thickness (BF) at about 91 kg BW and age at first observed oestrus (Age) by breeds

Breed	N	GR (g/d)	BW (kg)	BF (mm)	Age (d)
Duroc	154	596[a]	128[ab]	12.6[a]	187[a]
Landrace	210	591[a]	128[a]	12.7[a]	182[a]
Yorkshire	318	583[a]	127[a]	12.9[ab]	184[a]
LY	5436	595[a]	131[b]	13.8[b]	186[a]

[a,b] Different superscript within column differ significantly ($p<0.05$); LY=crossbred LandracexYorkshire

In the present study, the age at puberty of gilt varied from 138 to 274 d. This is within the biological range that have been reported earlier (1-3). The means age at puberty of each breed was comparable to those in Europe (2, 6, 13). To our knowledge, this is the largest material concerning puberty attainments of gilts kept in evaporative cooling system under the tropics. Among the pig population worldwide, the variation of the mean age at puberty in Duroc was 195 to 263 d, L was 173 to 198 d and Y was 173 to 215 (2). In the present study, the mean age at puberty of L and Y gilts are among other population in the world. However, the age at puberty of D gilts was relatively low compared to others. The reason is not known but it might be due to the genetic improvement in this trait in the D population.

In the present study, the age at puberty is concerned because today the consumer demands for leaner pork have lead the genetic selection trend to increase lean tissue growth and reduce body fat (2). This selection trend resulted in a delayed in age at puberty and a decrease in energy store for subsequent reproductive function (2). In the present study, it was found that variation of age at puberty in gilts is relatively high even in the same population (same feed and management). This indicates that there was still possibility of improving age at puberty via genetic selection. Recent study in Thailand based on L population found that the heritability estimated for age at first conception was 0.21 and the age at first conception in L kept in traditional open house system in Thailand was 251 d (11). Due to a rather high heritability of age at puberty in pig, observation and awareness on the puberty attainment of gilts in commercial herds is of important to make reflection to the breeders. However, many management factors for improving age at puberty in gilts should also be taken into account, for instance housing, air quality, temperature and boar exposure (4, 12). In Thailand, high ambient temperature and/or high humidity might play an important role in the variation of the growth performance and age at puberty. Tummaruk et al. (13, 14) demonstrated that gilts with a low GR were older at first mating compared with high GR gilts. This is due to the reason that gilts grow faster tend to reach a minimum threshold of age, BW and BF for puberty attainment before those having a slower GR. In addition, restricted feeding during 74 to 180 d in gilts resulted in a 10 kg reduction of BW, a 3 mm reduction of BF and delayed puberty for 5 d (3). Under tropical climates, feed intake of the gilts is highly dependent on ambient temperature (15). The old age at puberty observed during winter in the present study might be due to the decrease of feed intake and poor growth, when they were grower, during summer and rainy season.

In conclusions, the gilts kept under evaporative cooling system attained puberty at a comparable age to those in Europe. A large variation on age at puberty of gilts in the same population suggested that both genetic selection and management could be improved. No difference on age at puberty among D, L, Y and LY was found in this population.

Acknowledgement

The financial support for the present study was provided by The National Research Council of Thailand 2007-2008.

References

1 Tummaruk et al., 2007. Anim. Reprod. Sci. 99: 167-181.
2 Evans and O'Doherty, 2001. Livest. Prod. Sci. 68: 1-12.
3 Le Cozler et al., 1999. Anim. Sci. 68: 355.
4 Christenson, 1986. J. Anim. Sci. 63: 1280-1287.
5 Tummaruk et al., 2004. J. Vet. Med. Sci. 66: 477-482.
6 Bidanel et al., 1996. Genet. Sel. Evol. 28: 103-115.
7 Engblom et al., 2007. Livest Sci. 106: 76-86.
8 Schukken et al., 1994. J. Anim. Sci. 72: 1387-1392.
9 Lucia et al., 2000. Livest. Prod. Sci. 63: 213-222.
10 SAS, 2002. SAS User's guide. Cary, NC. USA.
11 Imboonta et al., 2007. Livest. Sci. 111:70-79.
12 van Wettere et al., 2006. Anim. Reprod. Sci. 95: 97-106.
13 Tummaruk et al., 2000. Anim. Reprod. Sci. 63: 241-253.
14 Tummaruk et al., 2008. Anim. Reprod. Sci. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.01.004.
15 Rinaldo et al., 2000. Livest. Prod. Sci. 66: 223-234.

similar to or even below baseline values. The collected data suggest a significant and so far not recognized influence of spermatozoa on the regulation of the uterine immune responses after insemination.

P291
Effect of dietary supplementation with salmon oil on cryopreservation of boar semen

Amorim, LS[1], Torres, CAA[2]*, Amorim, EAM[2], Graham, J[2]
[1]Department of Biomedical Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO, United States; [2]Animal Science Department, Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil

Cryopreservation of boar semen is not common, as the damage caused to the cells is extensive. The fatty acid composition of boar spermatozoa contain some docosapentaenoic acid (DPA) and docosahexaenoic acid (DHA). The increase in the freezability of boar spermatozoa by enhancing the DHA content of the plasma membranes via changes in the lipid content of the feed is considered. The objective was to find out whether DHA, given as salmon oil supplementation, may have a beneficial effect on cryopreservation of boar semen. Twenty-four boars Dalboard 85, 1–2 years old, were distributed in a completely randomized factorial design (2×3) with two oil sources (soybean and salmon) and three levels of antioxidant (150, 300, and 450 mg of vitamin E/kg). The diets consisted of a basal diet that was supplemented with 35g soybean or salmon oil (SO) per kg diet. During a period of 10 weeks of feeding the diets, one ejaculate from each boar was collected per week. An aliquot of the sperm rich fraction was diluted 1:1 (v:v) in BTS and used for assessment of fresh semen quality and sperm lipid analysis. Semen was diluted with BTS at 30 ^{o}C and after kepted at 24 ^{o}C for 1 h, and then, centrifuged with centrifugation diluent (CD) and rediluted with a freezing extender (50 ml of 11% lactose in distilled water + 20 ml of egg yolk, + 25 ml of CD, 1.5 ml Equex, 6 ml of 85% glycerol) to a final concentration of 500x106 cells/ml and filled French straws (0.5 ml; Minitub, Brazil) and stored for 1 h at 5 oC. After, samples were frozen 5 cm above liquid nitrogen. Thawing was in a noncirculating water-bath 37 ^{o}C for 20s. For determining the fatty acid composition of the spermatozoa, a sample of approximately 15 ml was taken from each ejaculate shortly after collection and centrifuged for 20 min at 1000 x g. The remaining semen was frozen until analysed. Sperm motility, morphology and lipid composition were assessed in fresh and frozen–thawed samples. The DHA increased in the SO-group from 23.3 to 46.7% and the DPA decreased from 11.5 to 5.2% ($P<0.01$). The concentration of these fatty acids was unchanged in the control group. Eicosapentaenoic acid was not found in any sample. The total number of sperm per ejaculate, motility and quality parameters was increased in the SO-group ($P<0.05$). Salmon oil supplementation increased the content of DHA in the spermatozoa membranes and improves the freezability.

Suported by FAPEMIG, CNPq, Lagoa da Serra, Minitub.

P292
Seasonal variation on age at first observed oestrus in Landrace x Yorkshire crossbred gilts in Thailand

Tummaruk, P*; Tantasuparuk, W; Techakumphu, M; Kunavongkrit, A
Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

Introduction The age at first observed estrus in gilts is associated with their subsequent reproductive performance, longevity and the reasons for culling. Delayed age at first mating in gilts not only increases the non-productive days from entry to conception but also influences reproductive performance. The present study investigated the influence of season on age at first observed oestrus in 5 commercial swine herds in Thailand.

Methods The study was carried out on 5 commercial swine herds in Thailand (herds 1-5) and included 10,392 Landrace x Yorkshire (LY) gilts that entered into the herds between Jan 2004 and Mar 2007. The gilts entered into the gilt pools at 80-100 kg BW. The outdoor maximum temperature and average humidity in this area in winter (Nov-Feb), summer (Mar-Jun) and rainy (Jul-Oct) was 32.8°C/64.5%, 35.1°C/70.5% and 33.1°C/75.5%, resp. Boar contact and oestrous detection was applied to the gilts between 24 and 35 wks of age once or twice a day. The oestrus detection was carried out using the observation of vulva symptoms and a back pressure test. The age at first observed oestrus was analyzed using multiple ANOVA. The statistical model included herd, year, season and interaction between herd and season. Least-square means were obtained and were compared.

Results The gilts entered into the gilt pools at 170 d of age and exited from the gilt pools at 230 d of age. Of these gilts, 61% showed first oestrus before sending to the breeding house. The average age at first observed oestrus was 203±29 d. The proportion of gilts that could be detected for the first observed oestrus was 50, 52, 82, 60 and 62% in herds 1-5, resp. The ages at first observed oestrus were 220, 190, 196, 188 and 241 d in herds 1-5, resp. ($P<0.001$). Gilts showed first oestrus during summer were younger than gilts showed first observed oestrus during winter ($P<0.001$) and rainy ($P<0.001$) (202 vs 205 and 207 d, resp). However, the effect of season on age at first observed oestrus differed among the herds. The gilts that showed first oestrus in summer were youngest in 3 herds, oldest in 1 herd and intermediate in 1 herd.

Conclusions The present study demonstrated that crossbred LY gilts in Thailand showed first observed oestrus at 203 d of age. Of these gilts, only 61% could be detected for oestrus before sending to the breeding house. A large variation on age at first observed oestrus was observed among the herds. These data indicated that oestrus detection in the gilt pools should be improved.

P293
Prostaglandin E2 and F2α synthesis in corpus luteum and uterus during periimplantation period in the pig

Wasielak, M*; Kaminska, K; Glowacz, M; Bogacki, M
Institute of Animal Reproduction and Food Research of Polish Academy of Sciences, Poland

The main luteolytic factor in the pig is prostaglandin (PG) F2α, while PGE2 acts in a luteotrophic manner. The terminal enzymes in PGE2 and PGF2α synthesis are prostaglandin E2 synthase (mPGES-1) and prostaglandin F2α synthase (PGFS), respectively. One of the potential mechanisms of corpus luteum (CL) protection against luteolysis is a retrograde transfer of PGF2α from the venous and lymphatic vessels to the uterine lumen. Additionally, embryonic estrogens on day 11 of pregnancy may initiate PGF2α release into the uterine lumen and increase endometrial PGE2 secretion. Besides uterine also luteal PGs are involved in the autoregulation of CL function. The aim of the study was to determine 1) the expression of mPGS-1 and PGFS genes in porcine CLs and uterine tissues using real-time RT PCR and 2) PGs content in CL uterine tissues and uterine flushings from gilts on days 12-14 of pregnancy and 12-14 of the estrous cycle. For this study a surgically-generated model of porcine uterus was used in which part of the uterine horn was surgically disconnected. All gilts were treated hormonally and then one group was inseminated (n=6). In these gilts embryos developed only in a one of the uterine horns. The control group (n=6) consisted of gilts subjected to the surgical procedure and hormonal treatment but not inseminated. CLs from both ovaries, ipsi (CL1)- and contralateral (CL2) to the uterine horn with the developing embryos, uterine tissues from both parts of the uterus and uterine flushings were collected. The expression of mPGES-1, PGFS genes and mPGES-1/PGFS ratio were significantly higher in CLs of the pregnant gilts compared to CLs from ovaries of the cyclic gilts. There was no difference in mPGES-1, PGFS genes expression and mPGES-1/PGFS ratio between corpora lutea ipsi- (CL1) and contralateral (CL2) to the uterine horn with the developing embryos. The highest content of PGE2 was found in CL1 of the pregnant gilts. The PGE2/PGF2α ratio was significantly higher in CL1 of the pregnant gilts compared to CL from parallel ovary of the cyclic gilts. Both PGE2 and PGF2α concentration in uterine flushings was the highest in horn with developing embryos. There were no differences in PGs content in endometrium between pregnant and cyclic gilts. These results suggest that embryo presence increase the release of PGE2 and PGF2α to the uterine lumen. The activity of the investigated genes in CL is induced by embryonic compounds which are not distributed

P.795

The removal of gilts and primiparous sows from swine breeding herds in Thailand

Atthaporn Roongsitthichai[1] Em-on Olanratmanee[1] Seri Koonjaenak[2] Mongkol Techakumphu[1] Padet Tummaruk[1]

1. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; 2. Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Introduction

In general, the removal of sows from breeding herds consisted of planned (i.e., old and low productivity) and unplanned (e.g., reproductive failure, lameness, sudden dead) reasons (1). It has been demonstrated that at least three litters are required from sows before a positive cash flow could be obtained (2). Unfortunately, 15-20% of the removal sows produced only one litter (1, 2) and most of these were culled due to unplanned reasons (1). The objective of the present study was to evaluate the pattern and reasons for culling gilts and primiparous sows in swine herds of Thailand.

Materials and methods

Data from 38,323 gilts and sows culled from eight swine herds in Thailand between 2006 and 2009 were included. The herds are located in the eastern, western, middle, and northeastern parts of Thailand between latitude 14–17 °N and longitude 102–103 °E. The sow on production in the herds was between 1,600 and 4,000 sows. The sow breeds were chiefly Landrace x Yorkshire (LY) crossbred and some were L and Y. Conventional artificial insemination (AI) was used in all herds. Most gilts and sows were housed in a conventional open-housing system with water sprinklers and fans. They were kept in individual stalls during gestation and in individual farrowing pens during lactation. All herds produced replacement gilts within the herd by their own grandparent (GP) stocks (L and Y). In general, the gilts were mated at ≥32 weeks of age with ≥135 kg of body weight at the second or later observed estrus. Vaccination for gilts and sows included foot-and-mouth disease, classical swine fever, Aujeszky's disease, porcine Parvovirus, and arthrophic rhinitis. The gilts and sows received ad libitum water via water nipples. The feed was provided once or twice a day (about 1.5–3.5 kg/day/head during gestation and 5.0–7.0 kg/day/head during lactation). The feed was rice-maize-soybean-fish base containing 150–180 g crude protein, 12.1–13.4 MJ metabolizable energy and 8–10 g lysine/kg. Generally, the planned removal was performed after the sows reached the sixth parity.

Results and Discussion

Of all slaughtered females, 14.5% (n=5,543) and 13.8% (n=5,302) were removed as gilts and primiparous sows respectively (Figure 1). Of all the removed females, 93.2% was sent to slaughterhouse, 6.8% was found dead, and 0.02% was euthanized. The reasons for culling of gilts and primiparous sows are demonstrated in Table 1.

Figure 1 *Percentage of gilts and sows removed from herds by parity number at removal (n=38,383 females)*

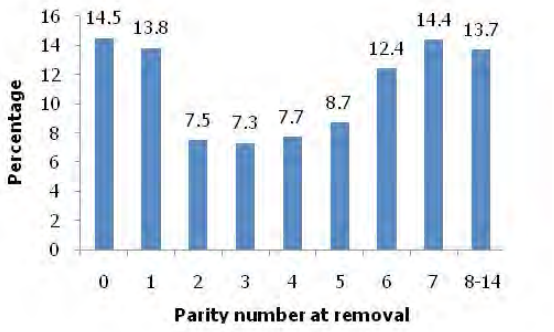


Table 1 *Reasons for culling in gilts (n=5,543) and primiparous sows (n=5,302) in 8 swine herds in Thailand*

Reasons for culling	Gilts (%)	Primiparous sows (%)
Anestrus	26.5	14.3
Not pregnancy	22.2	10.4
Vaginal discharge	14.0	15.1
Abortion	11.3	6.1
Lameness	9.1	17.3
Illness	4.6	11.9
Others	12.2	25.0

The present study indicated that reproductive disorders are the most common reason for culling gilts and primiparous sows, in agreement with earlier studies (1,2). Most of the reproductive problems of the female included anestrus, not pregnancy, vaginal discharge, and abortion. In addition, it also indicates that at least 28.3% of the female produced only one litter or less when they were culled.

References

1. Engblom et al., 2007. Livest. Sci. 106: 76-86.
2. Lucia et al., 2000. Livest. Prod. Sci. 63: 213-222.

ผลของอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เมื่อเป็นแม่สุกร

(Influence of age at puberty of gilts on their reproductive performances as sows)

ปิยะขวัญ เชื้อชูชาติ[1] สิริรัตน์ ฉัตรวิจิตรกุล[1] อรวรีย์ จันทโรทัย[1] และ **เผด็จ ธรรมรักษ์**[2]

Piyakwan Cheuchuchart Sirirat Chatvijitkul Ornwaree Chantarothai and **Padet Tummaruk**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาวต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์และอายุการใช้งาน ทำการศึกษาในฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 2006-2008 ในสุกรสาวพันธุ์ผสมแลนด์เรซx ยอร์กเชียร์ (LY) จำนวน 5,649 ตัว แบ่งกลุ่มสุกรสาวตาม อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (147-180 181-200 201-210 211-220 และ >220 วัน) สมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่ศึกษา ได้แก่ อายุที่ผสมพันธุ์ครั้งแรก อายุที่คลอดครั้งแรก จำนวนลูกสุกรแรกเกิดทั้งหมดต่อครอก ลำดับครอกที่ถูกคัดทิ้ง และสาเหตุการคัดทิ้ง ผลการศึกษาพบว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 181-200 วัน มีขนาดครอกในท้องแรกใหญ่กว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 201-210 วัน (10.2±0.1 กับ 9.9±0.1 ตัว/ครอก $P<0.05$) สุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์ที่อายุ ≤32 สัปดาห์ เป็นสุกรสาวที่มีอายุน้อยกว่าเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เปรียบเทียบกับสุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์ครั้งแรกที่อายุ >32 สัปดาห์ (200.8±13.7 กับ 206.0±17.2 วัน $P<0.001$) การคัดทิ้งสุกรสาวและสุกรท้องแรกพบได้มากกว่าในสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าเทียบกับสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็ว

คำสำคัญ: สุกรสาว ระบบสืบพันธุ์ การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ขนาดครอก

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the influence of age at puberty of gilts on their subsequent reproductive performances and longevity. The study was conducted in a swine commercial herd in Thailand between 2006 and 2008. A total of 5,649 Landrace x Yorkshire crossbred gilts were included. The gilts were classified into 5 groups according to age at puberty as 147-180, 181-200, 201-210, 211-220 and >220 days of age. The reproductive performance evaluated included age at first mating, age at first farrowing, number of total piglets born per litter (TB), parity at culling and reason for culling. The results revealed that gilts attaining puberty between 181-200 days of age had a larger TB in parity 1 than gilts reached puberty between 201-210 days (10.2±0.1 vs 9.9±0.1 piglets/litter, $P<0.05$).

Keywords: Gilt, reproduction, puberty, litter size

E-mail: Padet.T@chula.ac.th

[1] นิสิตชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

The sixth year Veterinary student, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

[2] ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยา และวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

The gilts mated for the first time at ≤32 weeks were younger at puberty than the gilts mated for the first time at >32 weeks of age (200.8±13.7 vs 206.0±17.2 days, $P<0.001$). The culling of gilts and primiparous sows was frequently found in the gilts that had a delayed puberty problem more than those that attained puberty early.

บทนำ

ปัจจุบันการผลิตสุกรเป็นอุตสาหกรรมทางปศุสัตว์ที่สำคัญในประเทศไทย (Kunavongkrit and Heard, 2002) และในการผลิตสุกรเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง การคัดเลือกแม่สุกรที่มีคุณภาพเข้ามาใช้งานมีความจำเป็น เนื่องจากผลผลิตของแม่สุกรแต่ละตัวมีความสำคัญต่อผลผลิตโดยรวมของฟาร์ม การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าแม่สุกรที่มีประวัติในการให้ผลผลิตที่ไม่ดี เช่น มีปัญหาผสมซ้ำ ไม่สามารถเลี้ยงลูกได้จนหย่านม มีระยะหย่านมถึงผสมนานกว่า 7 วัน และเคยมีประวัติการแท้ง จะมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ต่ำ และมีระยะเวลาการให้ผลผลิต (lifetime reproductive performance) สั้นลง ส่งผลให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยในฟาร์มสุกรลดลง (Takai and Koketsu, 2007) การเพิ่มสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่สุกรมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มและช่วยลดต้นทุนในการผลิต ในฝูงสุกรโดยทั่วไปมีการนำเข้าสุกรสาวเพื่อทดแทนแม่สุกรนางที่ถูกคัดทิ้งโดยเฉลี่ย 40 เปอร์เซนต์ต่อปี (Engbloom et al., 2007) ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การนำเข้าสุกรสาวทดแทนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเกษตรกรมีการคัดทิ้งแม่สุกรออกจากฝูงเร็วขึ้น (ลำดับครอก≤6) ทำให้มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตของฝูงและเพิ่มต้นทุนการผลิตสุกร นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการตายของแม่สุกรพบมากขึ้น และแม่สุกรลำดับครอกแรกๆ พบปัญหาทางการสืบพันธุ์ เช่น ผสมไม่ติด ปัญหาการคลอด และ ปัญหาสุขภาพ เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการคัดทิ้งสุกรลำดับครอกต่ำๆ และกลางๆ ออกจากฝูง ในสัดส่วนที่สูง (Lucia et al., 2000; Engblom et al., 2007) สาเหตุเหล่านี้ทำให้อัตราการทดแทนแม่สุกรด้วยสุกรสาวสูงถึง 50-60 เปอร์เซนต์ต่อปีในบางฟาร์ม (Lucia et al., 2000; Engblom et al., 2007) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของ อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรสาว ต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ และระยะเวลาการให้ผลผลิต (longevity)

วัสดุและวิธีการ

สัตว์ทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ทำในฟาร์มสุกรเอกชนแห่งหนึ่ง ในเขตภาคกลางของประเทศไทย ฟาร์มทดลองเป็นฟาร์มพ่อ-แม่พันธุ์ขนาด 3,500 แม่ มีการจดบันทึกการจัดการสุกรสาวและสุกรสาวที่นำขึ้นทดแทนมีการบันทึกประวัติ มีการบันทึกข้อมูลสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (PigLIVE®, Life infomatic co. ltd, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) จำนวนสุกรสาวที่ทำการศึกษา เป็นสุกรสาวพันธุ์ผสม LY จำนวน 5,649 ตัว ทำการบันทึกข้อมูลสุกรสาว ซึ่งประกอบด้วย เบอร์พ่อ เบอร์แม่ วันเกิด วันที่รับเข้าฟาร์ม วันที่สุกรสาวแสดงการเป็นสัด วันที่สุกรสาวถูกส่งขึ้นผสมพันธุ์ และน้ำหนักสุกรสาวเมื่อส่งขึ้นผสมพันธุ์ หลังจากนั้นทำการติดตามผลผลิต และปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ของสุกรสาวทั้งหมดเป็นระยะเวลา 3 ปี ระหว่างปี ค.ศ. 2006-2008 แบ่งกลุ่มสุกรสาวตามอายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรกออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พบการเป็นสัดครั้งแรกระหว่างอายุ 147-180 วัน (487 ตัว) 181-200 วัน (916 ตัว) 201-210 วัน (1,074 ตัว) 211-220 วัน (772 ตัว) และ 221 วันขึ้นไป (391 ตัว)

การจัดการ

สุกรสาวทดแทนที่รับเข้าฟาร์มจะถูกแยกจากฝูงสุกรนางอย่างน้อย 60 วัน สุกรสาวทุกตัวได้รับการดูแลสุขภาพจากสัตวแพทย์ประจำฟาร์มโดยได้รับวัคซีนที่จำเป็น ได้แก่ วัคซีนป้องกันโรคอหิวาต์สุกร (PestVac®, Fort Dodge Animal Health co. ltd. USA.) โรคปากเท้าเปื่อย (กรมปศุสัตว์ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ประเทศไทย) โรคพิษสุนัขบ้าเทียม (Ingelvac® Aujezky MLV, Boehringer Ingelheim ltd., Germany) โรคพาร์โวไวรัส (Suvaxyn® P, Fort Dodge Animal Health co. ltd. USA) และ โรคพีอาร์อาร์เอส (Ingelvac® PRRS MLV, Boehringer Ingelheim co. ltd., Germany) และสุกรสาวทุกตัวยังได้รับการคลุกกับแม่สุกรคัดทิ้งเพื่อกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มโรค (acclimatization) เป็นระยะเวลา 2 เดือนก่อนถูกส่งขึ้นใช้งาน สุกรสาวได้รับการสัมผัสกับพ่อสุกรเพื่อกระตุ้นการเป็นสัดตั้งแต่อายุ 165 วัน ขึ้นไป สุกรสาวถูกเลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติเป็นเวลา 10-12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิภายในโรงเรือนได้รับการควบคุมโดยใช้พัดลมและน้ำฝอย ช่วยลดอุณหภูมิในช่วงที่สุกรสาวกำลังจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ สุกรสาวจะได้รับอาหารเต็มที่ประมาณ 10-14 วันก่อนผสม (flushing) เกณฑ์การผสมพันธุ์สุกรสาวครั้งแรก ประกอบด้วย น้ำหนัก $\geq$130 กิโลกรัม โดยชั่งน้ำหนักสุกรสาวทุกตัวก่อนส่งไปผสมพันธุ์ สุกรสาวที่ผสมไม่ติด 3 ครั้งจะถูกคัดทิ้ง

ข้อมูลทางระบบสืบพันธุ์

สมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่ทำการศึกษา ได้แก่ อายุที่ผสมพันธุ์ครั้งแรก อายุที่คลอดลูกครั้งแรก อัตราการผสมติด จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอก (TB) จำนวนลูกสุกรมีชีวิตต่อครอก (BA) สัดส่วนที่ถูกคัดทิ้งในท้องที่ 1 2 และ $\geq$3 และสาเหตุการคัดทิ้ง ข้อมูลในการวิจัยได้ถูกคัดลอกจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้บันทึกข้อมูลผลผลิตของฟาร์ม โดยเก็บข้อมูลการคลอดของแม่สุกรระหว่าง ปี ค.ศ. 2005-2009 (พ.ศ. 2548-2552) ข้อมูลที่ทำการจัดเก็บ ประกอบด้วย เบอร์หู พันธุ์ วันผสม วิธีการผสม วันคลอด TB BA วันที่หย่านม ระยะหย่านมถึงผสม วันที่คัดทิ้ง และสาเหตุการคัดทิ้ง ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาประมวลผล และตรวจสอบความถูกต้อง ทำการตัดข้อมูลในปี ค.ศ. 2005 และ ปี ค.ศ. 2009 ทิ้ง คงเหลือข้อมูลที่ทำการศึกษาระหว่าง มกราคม 2006 ถึง ธันวาคม 2008

สาเหตุการคัดทิ้งสุกร

สาเหตุการคัดทิ้งสุกร ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือ สุกรสาวที่ถูกคัดทิ้งจากปัญหาระบบสืบพันธุ์ ได้แก่ สุกรที่ไม่แสดงการเป็นสัด ผสมไม่ติด และมีปัญหาทางระบบสืบพันธุ์อื่นๆ กลุ่มที่ 2 คือ สุกรสาวที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากขาเจ็บ กลุ่มที่ 3 คือ สุกรสาวที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ ได้แก่ ท้องเสีย กระเพาะอาหารเป็นแผล ตายเฉียบพลัน ก้าวร้าว ผอมหรืออ้วนเกินไป ขนาดครอกเล็ก และไม่ทราบสาเหตุ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลถูกวิเคราะห์โดยโปรแกรม SAS version 9.0 (Cary, NC. USA) ข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ของพารามิเตอร์ต่างๆ ถูกคำนวณ จำนวนลูกสุกรมีชีวิตแรกคลอดต่อครอก วิเคราะห์ด้วยวิธี Multiple Analysis of Variance (ANOVA) โมเดลทางสถิติประกอบด้วย ลำดับครอก (1 2 และ $\geq$3) เดือนที่คลอด (ม.ค.-ธ.ค.) ปีที่คลอด (2006-2008) และกลุ่มอายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรก (147-180 181-200 201-210 211-220 และ >221 วัน ตามลำดับ) และ interaction ระหว่าง ลำดับครอกกับกลุ่มอายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรก จากโมเดลทางสถิติ ทำการคำนวณค่า Least-squares mean ของทุกพารามิเตอร์ แล้วทำการเปรียบเทียบด้วยวิธี Student's *t*-test ค่า $P< 0.05$ ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลอง

สุกรสาวถูกนำเข้าฝูงสุกรสาว (gilt pool) เมื่ออายุ 70.2±22.9 วัน และถูกส่งขึ้นผสมพันธุ์ที่อายุเฉลี่ย 230.3±15.9 วัน (ตารางที่ 1) ระยะเวลาตั้งแต่สุกรสาวเข้าฟาร์มถึงส่งขึ้นผสมพันธุ์ เท่ากับ 152.9±27.2 วัน ข้อมูลการเป็นสัดครั้งแรก น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต การผสมพันธุ์ครั้งแรก การ คลอดครั้งแรก การคัดทิ้ง และสมรรถภาพการสืบพันธุ์แสดงในตารางที่ 1

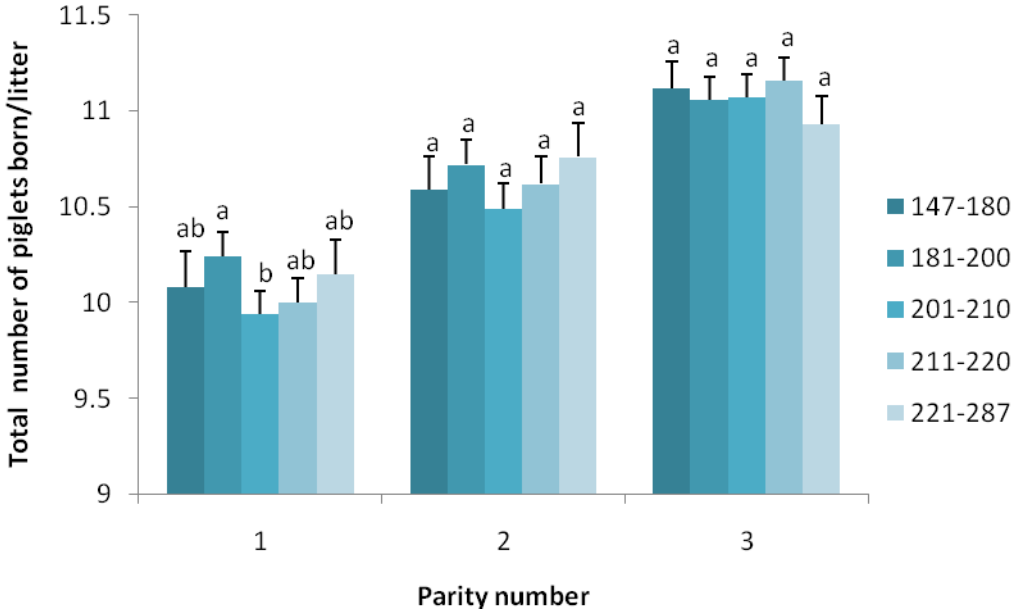
รูปที่ 1 แสดงจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดต่อครอกในสุกรแบ่งตามข้อมูลอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาว ผลการศึกษาพบว่าในลำดับครอกที่ 1 สุกรสาวที่เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 181-200 วัน มีจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดในครอกแรกสูงกว่าสุกรสาวที่เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 201-210 วัน อย่างมีนัยสำคัญ (10.2±0.1 กับ 9.9±0.1 ตัว/ครอก *P<0.05*)

ผลการศึกษาข้อมูลการผสมพันธุ์ครั้งแรกในสุกรสาวพบว่า อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรสาวที่ถูกผสมพันธุ์ครั้งแรกเมื่ออายุน้อย (อายุ ≤32 สัปดาห์) ต่ำกว่าสุกรสาวที่ถูกผสมพันธุ์ครั้งแรกที่อายุมาก (>32 สัปดาห์) อย่างมีนัยสำคัญ (200.8±13.7 กับ 206.0±17.2 วัน *P*<0.001) สอดคล้องกับข้อมูลการคลอดครั้งแรกซึ่งพบว่า อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในสุกรที่คลอดครั้งแรกที่อายุ ≤49 สัปดาห์ ต่ำกว่าสุกรสาวที่คลอดครั้งแรกที่อายุ >49 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญ (201.3±13.4 กับ 207.2±17.7 วัน *P*<0.001)

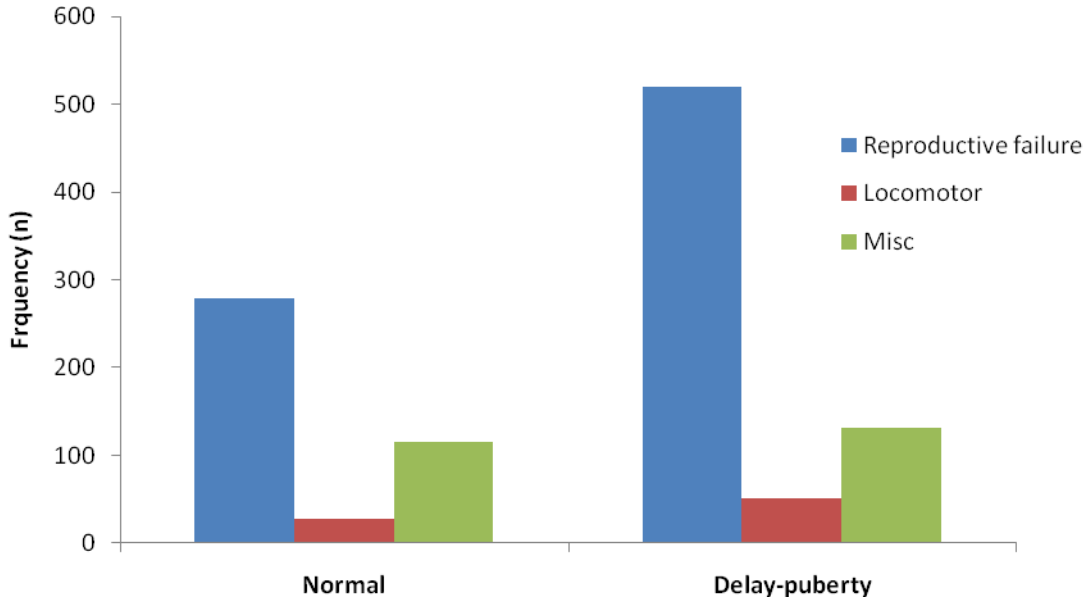
ผลการศึกษาข้อมูลการคัดทิ้งสุกรพบว่า สุกรที่ถูกคัดทิ้งในลำดับครอกที่ 0-1 เป็นสุกรสาวที่เคยตรวจพบการเป็นสัดครั้งแรกเมื่ออายุเฉลี่ย 204.3±17.4 วัน สูงกว่าสุกรที่ถูกคัดทิ้งที่ลำดับครอกที่ 5 ขึ้นไป (199.5±21.1 วัน) อย่างมีนัยสำคัญ (*P*<0.001)

ตารางที่ 1 ข้อมูลสุกรสาวและสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกร

พารามิเตอร์	จำนวน	ค่าเฉลี่ย±S.D.	พิสัย
อายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรก (วัน)	3,743	202.6±17.7	147-287
อายุที่ส่งขึ้นใช้งาน (วัน)	4,243	230.3±15.9	180-524
น้ำหนักที่ส่งขึ้นใช้งาน (กก.)	3,778	139.1±6.0	112-170
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	3,752	601.8±38.2	397.5-883.6
สัดส่วนที่พบการเป็นสัด (%)	4,243	85%	-
อายุที่ได้รับการผสมพันธุ์ครั้งแรก (วัน)	3,291	236.2±17.5	205-404
อายุที่คลอดครั้งแรก (วัน)	2,743	352.2±19.6	178-499
อายุที่ถูกคัดทิ้ง (วัน)	1,419	465.8±218.6	215-1,178
จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมด/ครอก	7,779	10.4±2.4	1-20
จำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิต/ครอก	7,779	9.9±2.2	1-20
สุกรตายแรกคลอด/ครอก (%)	7,779	3.9±7.6	0-80
มัมมี่/ครอก (%)	7,779	1.2±4.8	0-80
อัตราเข้าคลอด (%)	8,788	84.8%	0-100
ระยะเวลาเลี้ยงลูก (วัน)	7,253	21.2±5.0	0-40
จำนวนลูกสุกรหย่านม/ครอก	7,247	9.0±1.8	1-17



รูปที่ 1 จำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมด/ครอก (Least-squares mean±SEM) ในแม่สุกรแบ่งตามอายุที่พบการเป็นสัดครั้งแรกในสุกรสาว



รูปที่ 2 สาเหตุการคัดทิ้งสุกรแบ่งตามกลุ่มสุกรสาวที่เป็นสัดปกติ (Normal) (พบการเป็นสัดครั้งแรกเมื่ออายุ 147-200 วัน) เปรียบเทียบกับสุกรสาวที่พบการเป็นสัดครั้งแรกช้า (Delay-puberty) (พบการเป็นสัดครั้งแรกเมื่ออายุ ≥201 วัน)

วิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าสุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่อายุ 202.6±17.7 วัน ใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในประเทศเขตร้อน (Tummaruk et al., 2009) แต่สูงกว่าค่าเฉลี่ยในประเทศเขตหนาว (Karlbom, 1981) น้ำหนักของสุกรสาวที่ส่งขึ้นผสมพันธุ์ในการศึกษาครั้งนี้ เท่ากับ 139.1±60.0 กิโลกรัม สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ที่ 130 กิโลกรัม

อายุของสุกรที่ได้รับการผสมพันธุ์ครั้งแรกเป็นตัวชี้วัดสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าสุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์เมื่ออายุน้อยจะมีอายุการใช้งานนานกว่าสุกรสาวที่ได้รับการผสมพันธุ์ที่อายุมาก (Schukken et al., 1994; Koketsu et al., 1999) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วจะได้รับการผสมพันธุ์เร็วกว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์น่าจะเป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของสุกรสาวได้ดีกว่าอายุของการผสมครั้งแรก เนื่องจากการอายุของการผสมพันธุ์ครั้งแรกอาจมีปัจจัยของการจัดการเข้ามาร่วมด้วย Sasaki and Koketsu (2009) พบว่าอายุของสุกรสาวที่ผสมพันธุ์ครั้งแรกที่มาก (294-365 วัน) จะมีโอกาสที่จะเป็นแม่สุกรที่ประสิทธิภาพต่ำสูงถึง 37.4%

การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ปัญหาทางระบบสืบพันธุ์เป็นสาเหตุหลักในการคัดทิ้งสุกรออกจากฝูง Sasaki and Koketsu (2009) พบว่าแม่สุกรกลุ่มที่มีประสิทธิภาพสูงจะถูกคัดทิ้งเนื่องจากอายุมากมากกว่าปัญหาทางการสืบพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าสุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากปัญหาระบบสืบพันธุ์ ให้จำนวนลูกสุกรแรกเกิดทั้งหมดต่อช่วงอายุการให้ผลผลิตและจำนวนลูกสุกรเกิดมีชีวิตทั้งหมดต่อช่วงอายุการให้ผลผลิตน้อยกว่าแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากอายุมาก (Lucia et al., 2000; Engblom et al., 2007; Koketsu et al., 1999) จากการทดลองครั้งนี้พบว่าสุกรท้องแรกมีสัดส่วนในการคัดทิ้งในสัดส่วนที่สูง ในสุกรสาวที่พบปัญหาการเป็นสัดครั้งแรกช้ามากกว่าสุกรสาวที่พบการเป็นสัดครั้งแรกเร็ว (รูปที่ 2)

โดยสรุปการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่ช่วงอายุ 181-200 วัน จะได้รับการผสมพันธุ์เร็ว คลอดครั้งแรกเร็ว และมีจำนวนลูกสุกรแรกคลอดในครอกแรกสูง และมีความเสี่ยงในการถูกคัดทิ้งเนื่องจากปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ต่ำกว่าสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนงบประมาณแผ่นดินฯ สภาวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2551-2552

เอกสารอ้างอิง

Engblom, L., N. lundeheim, A.-M. Dalin and K. Andersson. 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. Livest. Sci. 106:76-86.

Karlbom, I. 1981. Attainment of puberty in female pigs: Influence of boar stimulation. Anim. Reprod. Sci. 4: 313-319.

Koketsu, Y., Takahashi, H. and Akachi, K. 1999. Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms. J. Vet. Med. Sci. 61: 1001-1005.

Kunavongkrit, A. and Heard, T. 2002. Pig reproductive in South East Asia. Anim. Reprod. Sci. 60-61: 527-533.

Lucia, T., Dial, G.D. and Marsh,W.E. 2000. Lifetime reproductive and financial performance of female swine. J. Am. Vet. Med. Assoc. 216: 1802–1809.

Sasaki, Y. and Koketsu, Y. 2009. Reproductive profiles and culling risks of female pigs by culling reasons in commercial herds that were differently performing. Proceedings of the 4th Congress of Asian Pig Veterinary Society, October, 26 -28, Tsukuba, Ibaraki, Japan. pp.174.

Schukken, Y.H., Buurman, J., Huirne, R.B.M., Willemse, A.H., Vernooy, J.C.M., van den Broek, J. and Verheijden, J.H.M. 1994. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. J. Anim. Sci. 72: 1387-1392.

Takai, Y. and Koketsu, Y. 2007. Identification of a female-pig profile associated with lower productivity on commercial farms. Theriogenology. 68: 87-92.

Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. and Kunavongkrit, A. 2009. The association between growth rate, body weight, backfat thickness and age at first observed oestrus in crossbred Landrace x Yorkshire gilts. Anim. Reprod. Sci. 110: 108-122.

Culling pattern of gilts and sows in a swine breeding herds in Thailand

รูปแบบการคัดทิ้งสุกรสาวและแม่สุกรในฝูงสุกรพ่อแม่พันธุ์แห่งหนึ่งในประเทศไทย

Padet Tummaruk
เผด็จ ธรรมรักษ์
Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Sciences, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330
ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยา และวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการคัดทิ้งของสุกรสาวและแม่สุกร และอิทธิพลของสาเหตุการคัดทิ้งต่ออายุการใช้งานและจำนวนวันสูญเสีย (NPD) ในฝูงสุกรพันธุ์แห่งหนึ่งในประเทศไทย สุกรสาวและแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งระหว่าง มกราคม พ.ศ. 2548 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2550 ถูกรวมไว้ในการศึกษา NPD คือ จำนวนวันตั้งแต่นำเข้าฝูงถึงคัดทิ้ง ผสมถึงคัดทิ้ง คลอดถึงคัดทิ้ง หรือ หย่านมถึงคัดทิ้ง ผลการศึกษาพบว่าสุกรสาวและแม่สุกรถูกคัดทิ้งเนื่องจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ อายุมาก (36.5%) ความล้มเหลวของระบบสืบพันธุ์ (25.5%) ปัญหาขาเจ็บ (8.3%) ป่วย/ตาย (6.1%) ลักษณะไม่ดี (4.6%) และ สาเหตุอื่นๆ (19.1%) โดยเฉลี่ยแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากอายุมากผลิตลูกสุกรได้ 6.4 ครอก ในขณะที่สุกรสาวและแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากสาหตุอื่นๆ ผลิตลุกสุกรได้ 1.5-2.8 ครอก สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากความล้มเหลวของระบบสืบพันธุ์ผลิตลูกสุกรได้เฉลี่ย 2.2 ครอก สาเหตุของความล้มเหลวทางระบบสืบพันธุ์ที่พบประกอบด้วย ไม่ท้อง (32.2%) พบหนองไหลจากช่องคลอด (17.5%) แท้ง (17.1%) ไม่เป็นสัด (10.2%) คลอดยาก (9.9%) และอื่นๆ (13.2%) โดยเฉลี่ยจำนวนวันสูญเสียก่อนคัดทิ้งในแม่สุกรสูงที่สุดในกลุ่มแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากระบบสืบพันธุ์ล้มเหลว (50.2 วัน) และต่ำที่สุดในแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากอายุมาก (8.6 วัน) แม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากระบบสืบพันธุ์ล้มเหลวส่วนใหญ่ถูกคัดทิ้งในช่วงหลังผสมพันธุ์ (56.1%) และ หลังคลอด (33.5%)

คำสำคัญ: สุกร ระบบสืบพันธุ์ สาเหตุการคัดทิ้ง วันสูญเสีย

Abstract

The present study aims to investigate the culling pattern of gilts and sows and the influence of culling reasons on longevity and NPD in a swine breeding herd in Thailand. A total of 3,175 gilts/sows culled during Jan 2005 and Dec 2007 were included. NPD was defined as the number of days from entry to removal, mating to removal, farrowing to removal or weaning to removal. The results revealed that gilts/sows were culled due to old age (36.5%), reproductive failure (25.5%), locomotor problems (8.3%), sick/death (6.1%), poor conformation (4.6%) and miscellaneous (19.1%). On average, sows culled due to old age produced 6.4 litters, while gilts and sows culled due to other reasons produced 1.5 to 2.8 litters. Gilts and sows culled due to reproductive failure produced 2.2 litters. The reproductive failure of gilts and sows included not being pregnant (32.2%), vaginal discharge (17.5%), abortion (17.1%), anoestrus (10.2%), dystocia (9.9%) and miscellaneous (13.2%). On average, the NPD was highest in sows removed due to reproductive failure (50.2 d) and lowest in sows removed due to old age (8.6 d). Most of the sows having reproductive failure were culled during post-insemination (56.1%) and post-partum period (33.5%).

Keywords: Pig, Reproduction, Culling reason, Non-productive-days

Introduction

In general, removal rate of gilts/sows in a swine breeding herd accounts for 40-55% annually (D'Allaire et al., 1987; Lucia et al., 2000; Engblom et al., 2007). High removal rate is associated with a shorten longevity, a lower parity number at culling and a longer non-productive day (NPD) (D'Allaire et al., 1987). On average, the longevity of sows in the breeding herd is 580-620 d and parity number at removal of the sows is 3-5 (Koketsu et al., 1999; Lucia et al., 2000). Engblom et al. (2007) demonstrated that sows culled because of old age had the highest piglet production, while sows culled because of reproductive disorders had the highest NPD. Earlier studies have shown that gilts removed from breeding herds utilized 96 to 120 NPD (Lucia et al., 2000; Tummaruk et al., 2008). Most of the gilts (65%) were culled due to reproductive disorders (Lucia et al., 2000). High removal rate contribute to the lower number of pig wean/sow/year and increase the cost of pig production. Information of the reason for culling in gilts and sows can be useful for identifying diseases and/or management problems. Earlier studies on culling pattern of gilts and sows are available in Europe and North America (Lucia et al., 2000; Engblom et al., 2007). Limited information is available in Thailand. The present study aims to investigate the culling pattern of gilts and sows and the influence of culling reasons on longevity and NPD in a swine breeding herd in Thailand.

Materials and methods

The study was conducted in a swine breeding herd in the north-eastern part of Thailand. Data were collected during a 3-years period from Jan 2005 to Dec 2007. The average number of sow inventory during this period was 2,488 sows. A total of 3,175 Landrace x Yorkshire crossbred gilts/sows culled during this period were included. Data of the culling gilts/sows were extracted from the computer recording system of the herd (PigLIVE®, LIVE Informatics Co., Ltd., Thailand) and were scrutinized for correctness. The data included sows identities, culling date, parity number at removal, culling reasons, stages of the reproductive cycle when the sows were removed and NPD. Culling reasons were classified into six groups, i.e. old age, reproductive disturbance, locomotor problems, sick/death, poor conformations and miscellaneous causes. The sows with parity number between 0 and 4 and were culled due to old age (4.1%) were included in miscellaneous group. 'Reproductive disturbance' was defined as the gilts/sows that were culled due to not being pregnant, repeat breeding, no heat, vaginal discharge, abortion, not-in-pig, dystocia, uterine/vaginal prolapse, mastitis, agalactia, high stillborn/mummies, low number of piglets born alive per litter and poor maternal behavior. 'Locomotor problems' was defined as gilts/sows that were culled because of lameness and down sow syndrome. 'Sick/death' included the gilts/sows culled due to sudden death, sickness, respiratory disease, diarrhea, skin disease, rectal prolapsed and trauma. 'Miscellaneous' included gilts/sows that were culled due to poor body condition score and unknown causes. NPD was defined as the number of days from entry to removal, mating to removal, farrowing to removal or weaning to removal.

The herd produced replacement gilts within the herd. The gilts and sows were housed in a conventional open housing system facilitated with a water sprinkler and fan and the boars were kept in an evaporative cooling system. The health of the herds was monitored by the herd veterinarian. The veterinarian recommended vaccinating foot-and-mouth disease, swine fever, Aujeszky's disease, porcine parvo virus and arthrophic rhinitis. The gilts were mated at >32 wk of age with a body weight of >135 kg at the second or later observed oestrus. Mating technique was performed by conventional AI. The gilts and sows received water up to ad libitum. The feed was provided twice a day with a corn-soybean-fish base containing 15-18% CP, 3,000-3,200 kcal/kg ME and 0.9-1.0% lysine. The statistical analysis was performed using SAS (SAS version 9.0, Cary NC, USA.). Culling reasons, NPD, reproductive cycles and parity number at removal were analyzed using descriptive statistics for quantitative data. Qualitative data were evaluated using frequency analysis and *r x k* contingency table.

Results and Discussion

The annual removal rate of the gilts/sows during 2005-2007 was 42.5%. Descriptive statistics on the proportions of gilts/sows removed, parity number at removal and NPD are presented in Table 1. On average, sows culled due to old age produced 6.4 litters, while sows culled due to other reasons produced 1.5-2.8 litters. NPD was highest in sows removed due to reproductive failure and lowest in sows removed due to old age (Table 1). Fig 1 demonstrates culling reasons of gilts/sows by parity number at removal. Reproductive failure was commonly observed among gilts (53.4%) and primiparous sows (37.2%). Most of the reproductive failure occurred after insemination (56.1%) and after parturition (33.5%). Common reproductive failure in gilts included anestrus and vaginal discharge. At weaning, old age was the most common removal reason (63.3%). Sick/sudden death was frequently observed during post-partum period (18.5%).

The removal rate in the present study is within the range reported earlier in Europe and North America (D' Allaire et al., 1987; Engblom et al., 2007). The present study indicated that sows removed due to old age had a longer longevity than sows removed due to other reasons. This is in agreement with earlier studies (Koketsu et al., 1999; Engblom et al., 2007). In the present study, sows culled due to old age produced at least three litters more than sows removed due to others reasons. Reproductive failure is the most common unplanned removal reason and is frequently observed among gilts and primiparous sows. Therefore, special emphasized on the reproductive problems among gilts and young sows is recommended.

Table 1 Descriptive statistics

Culling reasons	N	Percentage	Parity number at removal	NPD[1]
Old age	1,158	36.5	6.4	8.6
Reproductive failure	808	25.5	2.2	50.2
Locomotor problem	262	8.3	2.4	20.3
Sick/death	193	6.1	2.8	30.4
Poor conformations	147	4.6	1.5	30.4
Miscellaneous	607	19.1	2.8	35.0
Total	3,175	100	3.9	27.4

[1] Non-productive day, 14 sows (4.4%) were excluded due to NPD above 300 d

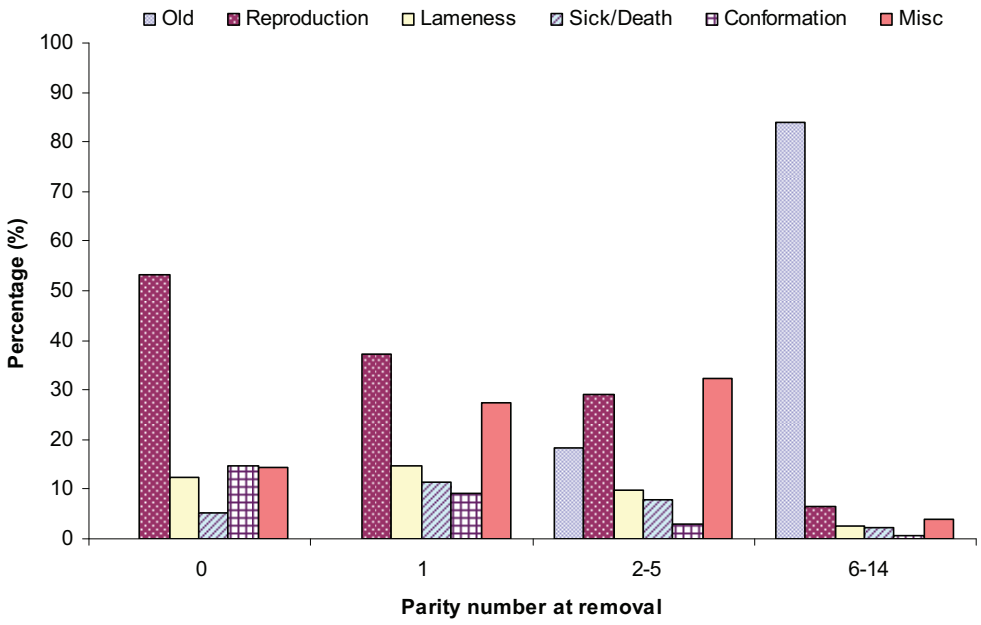


Fig 1 Culling reasons of gilts and sows by parity number at removal in a swine commercial herd in Thailand during 2005-2007 (n=3,175 gilts/sows), Parity number 0 = gilt

Acknowledgement

This study was granted by National research council of Thailand (NRC) 2007-2008.

References

D' Allaire, S., Stein, T.E., Leman, A.D., 1987. Culling pattern in selected Minnesota swine breeding herds. Can J Vet Res. 51: 506-512.

Engblom, L., Lundeheim, N., Dalin, A-M., Andersson, K., 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. Livest Sci. 106, 76-86.

Koketsu, Y., Takahashi, H., Akachi, K., 1999. Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms. J. Vet. Med. Sci. 61, 1001-1005.

Lucia Jr., T., Dial, G.D., Marsh, W.E., 2000. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. Livest. Prod. Sci. 63, 213-222.

Tummaruk, P., Kesdangsakonwut, S., Kunavongkrit, A., 2008. Relationships among specific reason for culling, reproductive data and gross-morphology of the genital tracts in gilts culled due to reproductive failure in Thailand. Theriogenology. (inpress). doi:10.1016/j.theriogenology.2008.08.003.

Influence of Body Weight and Average Daily Gain of Replacement Gilts on their Subsequence Reproductive Performance as Sows

P. Cheuchuchart[1], S. Chatvijitkul[1], O. Chantarothai[1], P. Tummaruk[2*]
[1]*6th year student, academic year 2008,* [2]*Department of Obstetrics, Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 10330*
[*]*Corresponding author: padet.t@chula.ac.th*
Keywords: average daily gain, farrowing rate, gilt, litter size reproduction

Introduction

Under field conditions, the annual replacement of sows by gilts accounts for 40-55% (1). Longevity of sows in the breeding herd is about 580-620 days (1). The beginning of the reproductive herd life of the gilts is associated with their subsequent reproductive performance and longevity (2, 3). The present study aims to evaluate the influence of body weight (BW) and average daily gain (ADG) of replacement gilts on their subsequent reproductive performance.

Materials and Methods

The study was conducted in a swine commercial herd in the middle part of Thailand during 2006-2009. A total of 5,649 Landrace x Yorkshire crossbred gilts was included. The gilts were classified according to BW when entering to the breeding house (110-130, 131-135, 136-140, 141-145, 146-150 and >150 kg) and ADG from birth to entering the breeding house (300-550, 551-600, 601-650 and >651 g/d). Reproductive performance data were collected and merged with the data of replacement gilts. The reproductive traits analyzed included age at first mating (AFM), age at first farrowing (AFF), number of total piglets born per litter (TB), number of piglets born alive per litter (BA) and farrowing rate (%). Statistical analyses were performed using general linear models procedure (AFM, AFF, TB, BA) and logistic regression (FR). The statistical models were adjusted for the influence of parity, season and year. $p<0.05$ were regarded to have statistical significance.

Results and Discussion

The results revealed that the gilts mated for the first time before 32 weeks of age had higher ADG than those mated after 32 weeks of age ($p<0.001$) (Table 1). Primiparous sows farrowing earlier than 49 weeks of age had higher ADG than those farrowing after 49 weeks of age ($p<0.001$) (Table 2). In the first parity, gilts with a BW of 110-130 kg had lower TB and BA than those with BW of >150 kg (9.87±0.22 versus 10.34±0.26 TB, $P=0.02$ and 9.25±0.21 versus 9.61±0.24 BA, $P=0.002$). Gilts with BW of 110-130 kg tended to have lower FR (80.1%) than those with BW of >150 kg (87.6%) ($p=0.124$).

Table 1 Influence of body weight (BW) and average daily gain (ADG) of replacement gilts on age at first mating

Parameters	Age at first mating (weeks)	
	≤32 (n=1,039)	>32 (n=1,575)
BW (kg)	138.9±5.4[a]	139.6±5.9[b]
ADG (g/d)	627.0±28.2[c]	587.6±34.3[d]

[a,b] $p=0.002$; [c,d] $p<0.001$

Table 2 Influence of body weight (BW) and average daily gain (ADG) of replacement gilts on age at first farrowing

Parameters	Age at first farrowing (weeks)	
	≤49 (n=1,089)	>49 (n=1,059)
BW (kg)	139.2±5.6[a]	139.7±6.0[b]
ADG (g/d)	622.4±29.2[c]	583.3±33.9[d]

[a,b] $p=0.02$; [c,d] $p<0.001$

References

1. Lucia Jr., T. et al. 2000. Livest. Prod. Sci. 63: 213-222.
2. Schukken, Y.H. et al. 1994. J. Anim. Sci. 72: 1387-1392.
3. Tummaruk, P. et al. 2009. Anim. Reprod. Sci. 110: 108-122.