



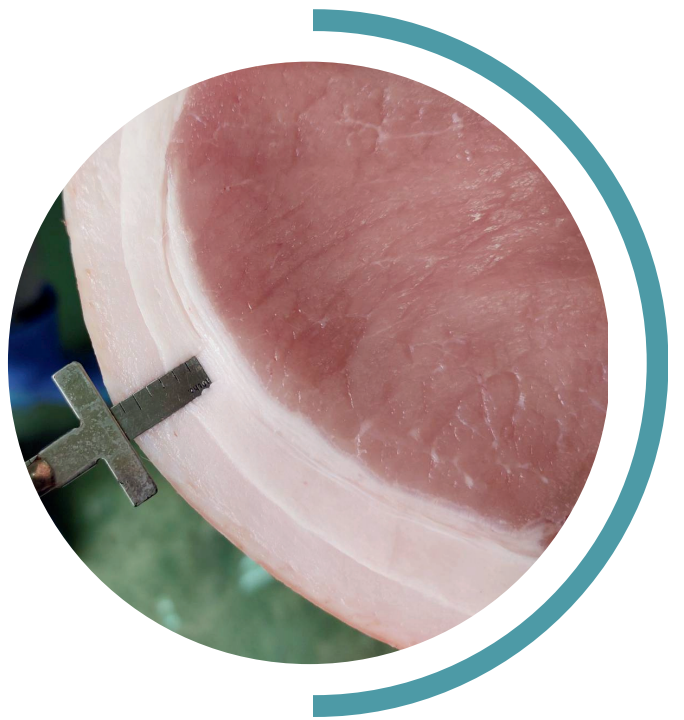
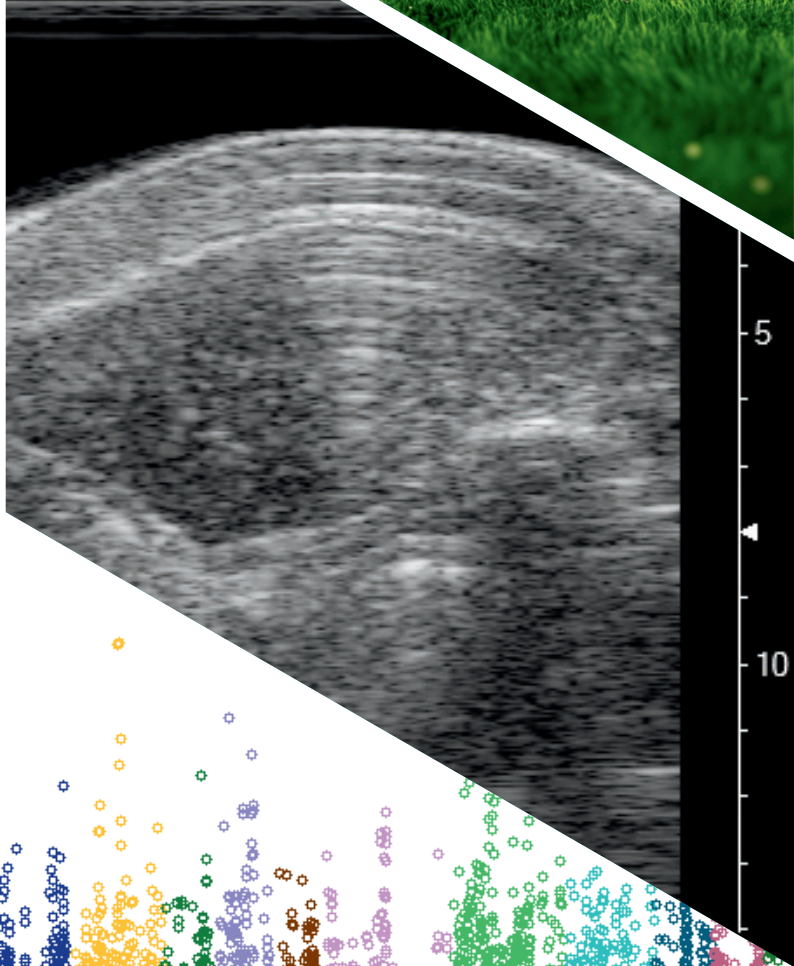
การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย และการใช้ประโยชน์เพื่อผลิตสุกรขุน

Establishment of Terminal Boar and
Utilization for Fattening Pig Production

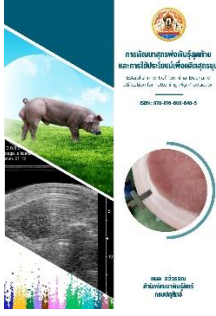
ISBN : 978-616-608-648-5



3.0.0.0
xago, a licens
sion: 01-13



กมล จวีวรรณ
สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์
กรมปศุสัตว์



การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายและการใช้ประโยชน์เพื่อผลิตสุกรขุน

พิมพ์ครั้งแรก มกราคม พ.ศ. 2567

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

กมล ฉวีวรรณ.

การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายและการใช้ประโยชน์เพื่อผลิตสุกรขุน =
Establishment of terminal boar and utilization for fattening pig
production.-- อุบลราชธานี : โรงพิมพ์อีสานออฟเซทการพิมพ์, 2567.
131 หน้า.

1. สุกร -- พ่อพันธุ์. I. ชื่อเรื่อง.

636.42

ISBN 978-616-608-648-5

จัดทำโดย กมล ฉวีวรรณ

สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์อีสานออฟเซทการพิมพ์ (วงเวียนน้ำพุ)

225-227 ถนนพรหมเทพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

โทร. 097-1956998

เลขทะเบียนวิชาการ 67(2)-0206-012

คำนำ

พ่อพันธุ์สุดท้าย หรือพ่อพันธุ์สำหรับใช้ผลิตสุกรขุน เป็นคำที่ใช้เรียกสุกรพ่อพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการผลิตสุกรขุน ดังนั้นลูกสุกรขุนที่เกิดขึ้นจะไม่นำกลับมาใช้ทำพันธุ์หรือใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย มีขั้นตอนเช่นเดียวกับการพัฒนาพันธุ์สัตว์หรือการพัฒนาพันธุ์สุกร โดยใช้หลักการพื้นฐานในการพัฒนาพันธุ์สัตว์ มีการกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ มีการวางแผนการผสมพันธุ์ และการคัดเลือกพันธุ์ เพียงแต่เป้าหมายหลักของการพัฒนาพ่อพันธุ์สุดท้ายคือเพื่อการผลิตสุกรขุน ดังนั้น พ่อพันธุ์สุดท้ายส่วนใหญ่จะเน้นลักษณะทางเศรษฐกิจในด้านการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ ซึ่งเป็นลักษณะทางเศรษฐกิจที่สามารถสร้างผลกำไรในการผลิตสุกรขุน ในคู่มือฉบับนี้เป็นการรวบรวมขั้นตอนตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ การวางแผนการผสมพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์ซึ่งรวมถึงการคัดเลือกจากลักษณะทางเศรษฐกิจ การคัดเลือกด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม การประเมินค่าการผสมพันธุ์ การคัดเลือกโดยใช้จีโนมิกส์ นอกจากนี้ยังมีเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพเนื้อ คุณภาพซาก และคุณภาพการบริโภค การประเมินสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ การศึกษาความต้องการทางโภชนาการ การใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์สุดท้าย และการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์

การจัดทำคู่มือฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายสำหรับผลิตสุกรขุน และการใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุน ซึ่งผู้เขียนหวังว่าเนื้อหาในคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่ต้องการพัฒนาหรือใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์สุดท้าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในฟาร์ม หรือเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการและบุคคลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตสุกร ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาต่อไป หากมีข้อผิดพลาดที่เกิดในคู่มือเล่มนี้ผู้เขียนขออภัยและนำไปพัฒนาปรับปรุงให้สมบูรณ์ในโอกาสต่อไป

กมล ฉวีวรรณ

มกราคม 2567

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	1
ความสำคัญของพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกร	1
สุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย	2
การกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์	8
ตัวอย่างการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์สุกร	9
แผนการผสมพันธุ์เพื่อพัฒนาพันธุ์สุกร	11
การคัดเลือกพันธุ์	15
การคัดเลือกจากลักษณะปรากฏ	15
การคัดเลือกจากพันธุกรรม	21
การทดสอบสมรรถภาพการผลิต	25
ขั้นตอนการทดสอบพันธุ์	25
การประเมินคุณภาพเนื้อ คุณภาพซาก และคุณภาพการบริโภครวม	39
การประเมินคุณภาพซาก	39
การประเมินคุณภาพเนื้อ	47
การประเมินคุณภาพการบริโภครวม	57
การคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะพันธุกรรม	60
การคัดเลือกด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม	60
ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม	61
การคัดเลือกสุกรจากผลการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม	63
การคัดเลือกโดยใช้เทคโนโลยีจีโนม	64
Single nucleotide polymorphisms	64
การประเมินค่าการผสมพันธุ์จีโนม	65
การศึกษาความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนมกับลักษณะทางเศรษฐกิจ	65
การประเมินความก้าวหน้าในการพัฒนาพันธุ์	67
การวิเคราะห์ความแปรปรวน	68
การประเมินค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะทางเศรษฐกิจและอัตราเลือดชิด	69
การใช้เทคนิค Microsatellite ในการจำแนกพันธุ์	70
การประเมินสมรรถภาพระบบสืบพันธุ์สุกรพ่อพันธุ์	73
การประเมินลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์	74

เรื่อง	หน้า
การประเมินความต้องการในการผสมพันธุ์	74
การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ	75
การตรวจสอบการเคลื่อนที่ของตัวสุจิ	79
การตรวจสอบคุณภาพหลังการ ejaculate และการเก็บรักษาน้ำเชื้อ	82
การประเมินประสิทธิภาพการผสมพันธุ์	83
การประเมินความต้องการทางโภชนา	84
ความต้องการทางโภชนาสำหรับสุกรพ่อพันธุ์	85
ความต้องการทางโภชนาสำหรับสุกรขุน	86
ขั้นตอนการศึกษาความต้องการทางโภชนา	87
การขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์	89
ขั้นตอนการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร	89
หน่วยงานรับขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร	90
การใช้ประโยชน์จากสุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย	91
การใช้สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อผลิตสุกรขุน	91
การใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์สุดท้าย	92
การเลือกใช้พ่อพันธุ์สุดท้าย	93
บทสรุป	94
กิตติกรรมประกาศ	95
เอกสารอ้างอิง	96
ภาคผนวก	114

สารบัญตาราง

ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 สูตรอาหารสำหรับสุกรทดสอบพันธุ์ของกรมปศุสัตว์	26
ตารางที่ 2 การจัดอันดับคะแนน LSQ กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน	47
ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความสว่าง (L*) ต่อการเกิดลักษณะ PSE และ DFD ในเนื้อสุกร	52
ตารางที่ 4 ข้อมูลคุณภาพเนื้อของเนื้อสันนอกสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 สุกรขุนที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์คูรี็อค และสุกรขุนที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5	54
ตารางที่ 5 ค่า Homogeneity of variance ของลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ระหว่างรุ่นที่ 3 และรุ่นที่ 4 และระหว่างรุ่นที่ 4 และรุ่นที่ 5	69
ตารางที่ 6 ค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ของลักษณะทางเศรษฐกิจและค่าอัตราเลือดชิด (F) ของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 รุ่นที่ 1 ถึงรุ่นที่ 5	70
ตารางที่ 7 ข้อมูล Microsatellite ที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์ ในการพัฒนาสุกรพันธุ์ปากช่อง 5	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 แผนภูมิสามเหลี่ยม (Breeding pyramid) ของระบบการผลิตสุกร	2
ภาพที่ 2 แสดงพ่อพันธุ์สุดท้ายสำหรับผลิตสุกรขุน	4
ภาพที่ 3 การผสมข้ามพันธุ์เพื่อผลิตสุกรขุน	5
ภาพที่ 4 แผนการผสมพันธุ์แบบ Line breeding ของสุกรพันธุ์แลนด์เรซกรมปศุสัตว์	13
ภาพที่ 5 แผนการผสมพันธุ์แบบ Cross breeding เพื่อผลิตสุกรลูกผสมสองสายสำหรับใช้เป็นสุกรแม่พันธุ์ผลิตสุกรขุน	13
ภาพที่ 6 แผนการผสมพันธุ์แบบ Inter se mating เป็นการผสมพันธุ์ในชั่วรุ่นเดียวกันเพื่อใช้สร้างสายพันธุ์สุกร	14
ภาพที่ 7 แสดงรูปร่างที่เหมาะสมของสุกร	16
ภาพที่ 8 แสดงลักษณะขาของสุกรที่เหมาะสมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์	18
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะกีบของสุกรที่เหมาะสมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์	19
ภาพที่ 10 อัฒตะของสุกรพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะเหมาะสมกับการเป็นสุกรพ่อพันธุ์	20
ภาพที่ 11 อวัยวะสืบพันธุ์ของสุกรเพศเมียที่มีลักษณะเหมาะสมกับการเป็นสุกรแม่พันธุ์	20
ภาพที่ 12 ลักษณะเต้านมในสุกรสาวที่มีระยะห่างที่เหมาะสมและมีความสม่ำเสมอ	21
ภาพที่ 13 ตำแหน่งการวัดความยาวลำตัว ความยาวรอบอก และความสูงของสุกร	29
ภาพที่ 14 ตำแหน่งสำหรับการวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน	32
ภาพที่ 15 ตำแหน่งสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจากมุมมองด้านบนตัวสุกร	33
ภาพที่ 16 การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยไม้บรรทัดเหล็ก (Metal probe)	34
ภาพที่ 17 เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลัง	35
ภาพที่ 18 การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่อง Ultrasound	36
ภาพที่ 19 การวัดความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและปริมาณไขมันแทรกด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงแบบ Real-time	38
ภาพที่ 20 การตัดแต่งซากสุกรแบบ Four lean cuts ตามมาตรฐาน USDA	41
ภาพที่ 21 การวัดความหนาไขมันสันหลังจากซากสุกร	42
ภาพที่ 22 การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก	43
ภาพที่ 23 การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโดยเทียบกับตารางขนาดช่อง 1 ตารางเซนติเมตร	43

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 24 การคำนวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป	44
ภาพที่ 25 การวัดความยาวซากของสุกร	45
ภาพที่ 26 การวัดค่า LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากซากสุกร	46
ภาพที่ 27 มาตรฐานสีเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกา	48
ภาพที่ 28 ระดับสีของเนื้อตาม Japanese pork color standards (JPCS)	48
ภาพที่ 29 การวัดสีเนื้อส่วนกล้ามเนื้อสันนอก ตำแหน่งระหว่างซี่โครงที่ 10-11	49
ภาพที่ 30 การวัดสีเนื้อด้วยเครื่องวัดสี	50
ภาพที่ 31 การวัดสีไขมันที่ตำแหน่งไขมันสันหลังระหว่างซี่โครงที่ 10-11 ด้วยก้อนไขมันมาตรฐาน (Fat block models) ตามมาตรฐานของญี่ปุ่น	51
ภาพที่ 32 มาตรฐานคุณภาพเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกาแสดงลักษณะเนื้อที่เป็น PSE เนื้อปกติ (RFN) และเนื้อที่เป็น DFD	51
ภาพที่ 33 การวัด pH ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรด้วยเครื่องวัด pH	52
ภาพที่ 34 มาตรฐานคุณภาพเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ	55
ภาพที่ 35 การประเมินไขมันแทรกส่วนกล้ามเนื้อสันนอก	56
ภาพที่ 36 การวิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิค Marbling Fleck Features Extraction	56
ภาพที่ 37 แสดงแถบ DNA ของยีนฮาโลเรนที่ได้จากการเพิ่มจำนวนโดยเทคนิค PCR	62
ภาพที่ 38 แถบ DNA ของ PCR products ที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ HhaI	63
ภาพที่ 39 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนมกับลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรกรมปศุสัตว์	66
ภาพที่ 40 การจำแนกกลุ่มพันธุ์สุกรด้วยการใช้ Microsatellite จำนวน 14 คู่	72
ภาพที่ 41 ลักษณะสิ่งกีดขวางที่ผิดปกติของสุกรพ่อพันธุ์	74
ภาพที่ 42 การรีดเก็บน้ำเชื้อจากสุกรพ่อพันธุ์	76
ภาพที่ 43 ที่นับเม็ดเลือด (Haemocytometer) สำหรับนับตัวอสุจิ	78
ภาพที่ 44 เครื่องมือตรวจปริมาณน้ำเชื้อ	78
ภาพที่ 45 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อสุกรด้วยเครื่อง Computer-assisted semen analysis	80
ภาพที่ 46 ลักษณะความผิดปกติของตัวอสุจิของสุกร	81
ภาพที่ 47 การสแกนอันตะของสุกรพ่อพันธุ์ด้วย Linear probe	82

ภาคผนวก

ภาคผนวก	หน้า
ภาคผนวก 1 ตารางบันทึกผลการทดสอบพันธุ์สุกร	115
ภาคผนวก 2 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลซากสุกร	116
ภาคผนวก 3 ตารางวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน	117
ภาคผนวก 4 ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร พ.ศ. 2558	118
ภาคผนวก 5 คำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ. 1)	121
ภาคผนวก 6 เอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ. 2)	122

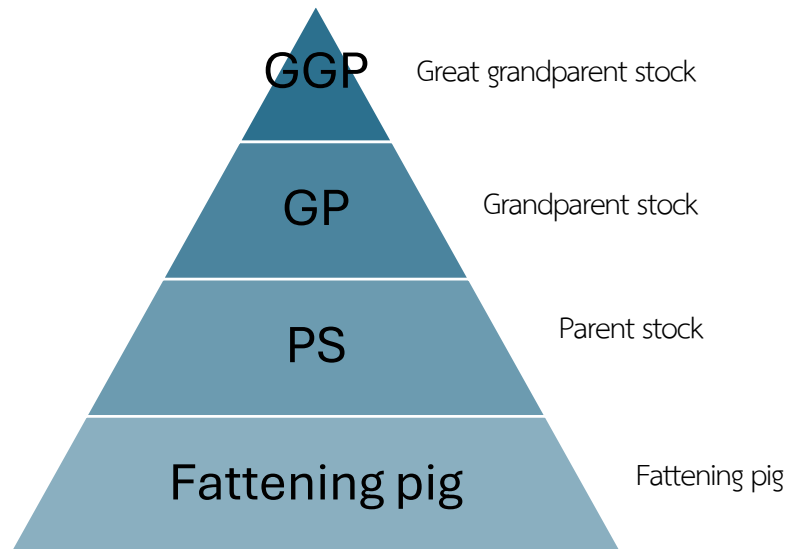
บทนำ (Introduction)

ความสำคัญของพ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกร

ระบบการผลิตสุกรมีความแตกต่างจากการผลิตสัตว์ชนิดอื่น โดยทั่วไปในการผลิตสัตว์เพื่อส่งตลาด สำหรับการบริโภคจะใช้การผสมข้ามพันธุ์ (Cross breeding) เพราะใช้ประโยชน์จากการเกิดความหลากหลายที่ดีกว่าพ่อแม่ (Heterosis) ในรุ่นลูกที่จะเกิดมาหรือที่เรียกว่า F1 ซึ่งจะมีความดีเด่นในด้านลักษณะทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญกับการตลาด แต่ในการผลิตสุกรเพื่อผลิตสุกรขุนในทางการค้านิยมใช้ระบบการผสมข้ามพันธุ์ 2 ครั้ง ในครั้งแรกจะเป็นการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสุกรพันธุ์แท้สายแม่พันธุ์ โดยนำสุกรพันธุ์แลนด์เรซ และพันธุ์ลาร์จไวท์ มาผสมข้ามเพื่อผลิตเป็นสุกรลูกผสมสองสาย (Two-crossbred sow) จากนั้นจะนำสุกรลูกผสมสองสายเพศเมียไปใช้เป็นแม่พันธุ์เพื่อผลิตสุกรขุน โดยนำสุกรพ่อพันธุ์มาผสมข้ามเป็นการผสมข้ามพันธุ์ครั้งที่ 2 จึงมีการเกิด Heterosis 2 ครั้งจากการผสมข้ามพันธุ์ สุกรพ่อพันธุ์ที่นำมาผสมกับแม่พันธุ์สองสายเพื่อผลิตสุกรขุนจะเรียกว่าพ่อพันธุ์สุดท้าย (Terminal boar หรือ Terminal sire) ในระบบการผลิตสุกรทั่วไปจึงประกอบด้วยสุกรพันธุ์แท้สายพ่อพันธุ์ (Sire line) สุกรพันธุ์แท้สายแม่พันธุ์ (Dam line หรือ Sow line) สุกรแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย (Two-crossbred sow) และสุกรขุนลูกผสมสามสาย (Three-crossbred fattening pig) เป็นรูปแบบการผลิตที่ใช้กันทั่วไป แต่อาจมีบางรูปแบบที่ปรับเปลี่ยนไปบ้าง แต่ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสุกรพันธุ์แท้ เพื่อให้เกิด Heterosis ของลักษณะทางเศรษฐกิจที่จะทำให้ได้ผลกำไรหรือผลประโยชน์จากการผลิต โดยสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายอาจเป็นสุกรพันธุ์แท้สายพ่อพันธุ์ สุกรพันธุ์แท้สายแม่พันธุ์ หรือสุกรลูกผสมที่พัฒนาเพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย ดังนั้น ในระบบการผลิตสุกรจึงสามารถแบ่งประเภทของสุกรออกเป็น 4 ประเภท ตามประเภทของพันธุ์สุกร คือ ระดับทวดพันธุ์ (Great grandparent stock, GGP) ระดับปู่ย่าพันธุ์ (Grandparent stock, GP) ระดับพ่อแม่พันธุ์ (Parent stock, PS) ซึ่งเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ผลิตสุกรขุน และระดับสุกรขุน (Fattening pig) ตามแผนภูมิตระกูลสามเหลี่ยม (Breeding pyramid) (Gibson, 1996) ดังภาพที่ 1 ฟาร์มสุกรจึงแบ่งออกตามประเภทของสุกรซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการผลิตแตกต่างกัน

ฟาร์มสุกรระดับ GGP

เป็นฟาร์มที่เลี้ยงสุกรพันธุ์แท้ (Purebred) มีพันธุ์กรรมในระดับที่เป็น Elite herd หรือ Nucleus herd มีระบบการคัดเลือกพันธุ์ ทดสอบพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์ เพื่อผลิตสุกรพันธุ์แท้ในระดับ Pure bred pure line หรือที่เรียกว่าพันธุ์แท้จริง ที่มีการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีคุณลักษณะทางพันธุกรรมที่จำเพาะ เปรียบได้เป็นส่วนยอดของพีระมิด เช่น มีข้อเด่นด้านการเจริญเติบโต ด้านปริมาณเนื้อแดง หรือด้านการให้ลูกตก เป็นต้น



ภาพที่ 1 แผนภูมิสามเหลี่ยม (Breeding pyramid) ของระบบการผลิตสุกร
ที่มา: Gibson (1996)

ฟาร์มสุกรระดับ GP

เป็นฟาร์มที่เป็นผู้ขยายพันธุ์ (Multiplier) ซึ่งจะมีจำนวนสุกรพันธุ์มากกว่าฟาร์มในระดับ GGP แต่ยังเป็นสุกรพันธุ์แท้ โดยทั่วไปจะเป็นฟาร์มที่ทำหน้าที่คัดเลือกและขยายพันธุ์สุกรพันธุ์แท้ ทั้งส่วนของสุกรสายพ่อพันธุ์และสุกรสายแม่พันธุ์ และผสมข้ามพันธุ์ผลิตสุกรลูกผสมสองสายในระดับ PS (F1 cross หรือ Two-way cross) ที่เกิดจากการผสมข้ามในสุกรสายแม่พันธุ์ คือสุกรลูกผสมลาร์จไวท์-แลนด์เรซ หรือแลนด์เรซ-ลาร์จไวท์ เพื่อนำไปใช้เพื่อผลิตในเชิงการค้า

ฟาร์มสุกรระดับ PS

ส่วนที่สามของพีรามิดเป็นส่วนที่ผลิตในเชิงการค้าซึ่งเป็นหัวใจหลักของประชากรสุกรในกระบวนการผลิต โดยจะเป็นฟาร์มที่เลี้ยงสุกรแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย ที่นิยมใช้ในการผลิตสุกรขุนคือลูกผสมระหว่างสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ หรือแลนด์เรซ-ลาร์จไวท์ โดยจะนำพ่อพันธุ์สุดท้ายมาผสมข้ามพันธุ์เพื่อผลิตสุกรลูกผสมสามสายสำหรับใช้เป็นสุกรขุน

ฟาร์มสุกรระดับ Fattening

เป็นฟาร์มที่เลี้ยงสุกรขุน เป็นสุกรลูกผสมสามสายที่เกิดจากแม่พันธุ์ในฟาร์มระดับ PS หรือสุกรลูกผสมเพื่อใช้ผลิตเป็นสุกรขุน สุกรขุนนี้เป็นผลผลิตสุดท้ายของวงจรการผลิตสุกร (Terminal crossbreeding) เมื่อสิ้นสุดการขุนที่น้ำหนักหรือระยะเวลาเลี้ยงที่กำหนดจะนำไปส่งโรงฆ่าเพื่อผลิตเป็นเนื้อสุกรส่งตลาดให้กับผู้บริโภค

สุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย

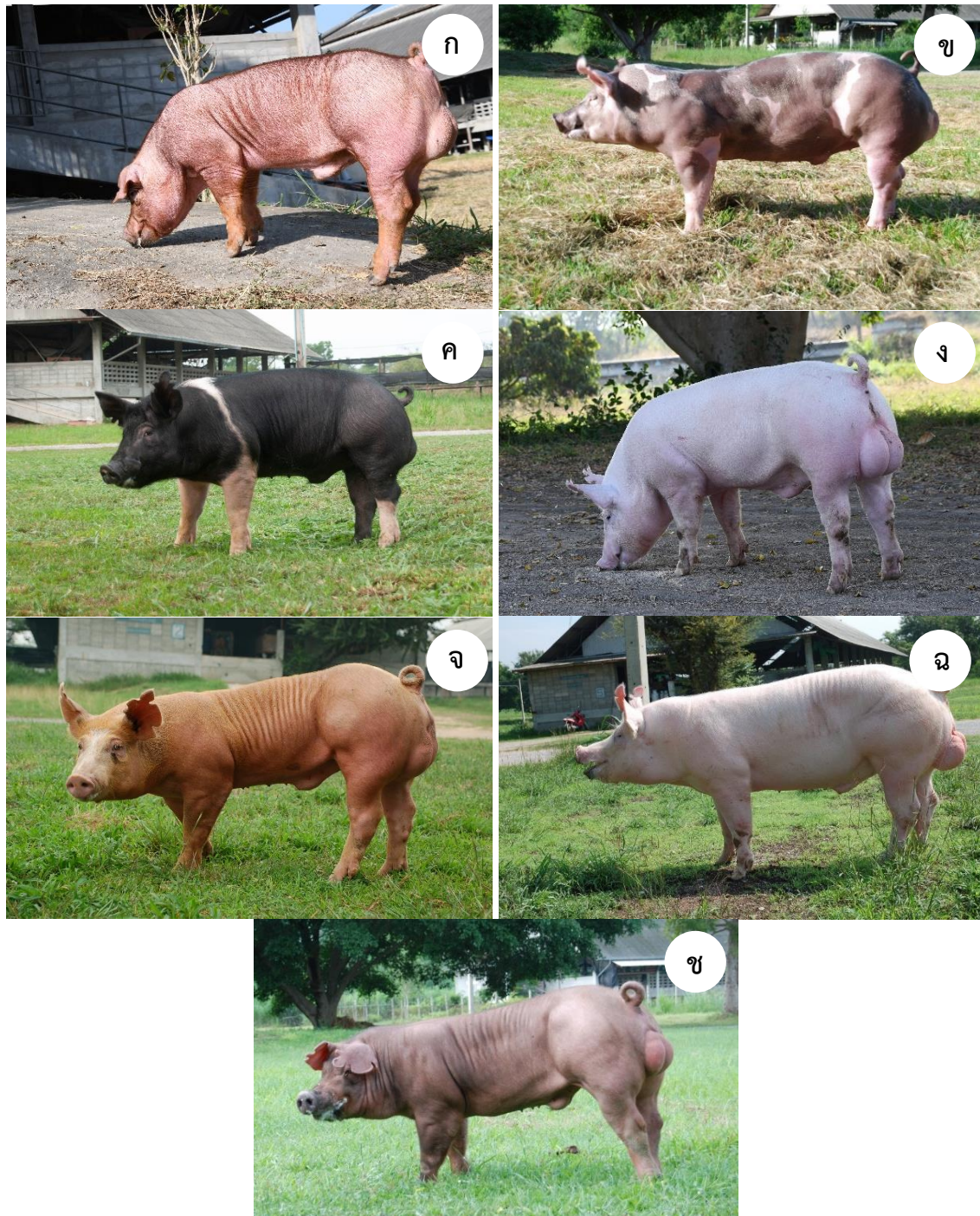
สุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย หรือพ่อพันธุ์สำหรับผลิตสุกรขุน เป็นพ่อพันธุ์สุกรที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับผลิตสุกรขุน โดยการนำไปใช้ผสมกับสุกรพันธุ์แท้ สุกรแม่พันธุ์สองสาย หรือสุกรลูกผสม แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ผสมกับสุกรแม่พันธุ์สองสาย ลูกที่เกิดขึ้นมาจะเป็นสุกรลูกผสมสามสายหรือสุกรขุนซึ่ง

เหมาะสำหรับนำไปใช้ผลิตเพื่อการบริโภค ไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้ทำพันธุ์ จึงเป็นผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการผลิต จึงเรียกพ่อพันธุ์ที่นำมาใช้ว่า “สุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย” สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายนี้จะเป็นสุกรพันธุ์แท้สายพ่อพันธุ์ (Sire line) สุกรพันธุ์แท้สายแม่พันธุ์ หรือสุกรสายพันธุ์ผสมหรือลูกผสม (Composite breed) หรือที่เรียกสายพันธุ์สังเคราะห์ (Synthetic breed) ก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการผลิตสุกรขุน พันธุ์สุกรที่นิยมใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายสำหรับผลิตสุกรขุน ได้แก่ สุกรพันธุ์ดูโรค (Duroc) สุกรพันธุ์เปียตรง (Pietrain) สุกรพันธุ์แฮมเชียร์ (Hamshire) สุกรพันธุ์เบิร์กเชียร์ (Berkshire) เป็นต้น (Peter และคณะ, 2007) สุกรเหล่านี้จัดเป็นสุกรสายพ่อพันธุ์ หรืออาจใช้สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ (Large White) ซึ่งเป็นสุกรสายแม่พันธุ์ (Smith และคณะ, 1990) หรือสุกรสายพันธุ์ผสมหรือสายพันธุ์สังเคราะห์ เช่น สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 (วโรชา จำปารัตน์ และคณะ, 2555) สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 (วิศาล ศรีสุริยะ, 2553) สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (Chaweewan และคณะ, 2012a; Chaweewan และคณะ, 2012b) สำหรับใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อผลิตสุกรขุนก็ได้ ตัวอย่างสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายดังแสดงในภาพที่ 2

สุกรสายพันธุ์สังเคราะห์ (Synthetic breed) หรือสุกรสายพันธุ์ผสม เป็นการพัฒนาพันธุ์สุกรจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพันธุ์สุกรสองพันธุ์ขึ้นไป (Webb และ King, 2010) โดยเป้าหมายหลักต้องการผลของ Heterosis จากการผสมข้ามพันธุ์ในลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการ (Fredeen และ Stothart, 1969a) การสร้างสุกรพันธุ์ผสมนี้เป็นการผสมผสานลักษณะทางเศรษฐกิจจากสุกรสองพันธุ์หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงคัดเลือกสุกรที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการไว้พัฒนาพันธุ์เพื่อให้ได้สุกรที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการต่อไป ดังเช่นที่มีรายงานการสร้างสุกรพันธุ์ Lacombe ซึ่งเป็นสุกรที่พัฒนาในประเทศแคนาดา เพื่อให้ได้สุกรที่โตเร็วและมีคุณภาพซากดี (Fredeen และ Stothart, 1969a, b) การสร้างสุกรพันธุ์ปากช่อง 3 ที่ให้คุณภาพซากดี ได้สุกรขุนที่มีสีขาว (วิศาล ศรีสุริยะ, 2553) การพัฒนาสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เพื่อให้ได้พ่อพันธุ์สุดท้ายที่โตเร็ว ให้เนื้อแดงมาก (Chaweewan และคณะ, 2012b; Chaweewan และคณะ, 2015; กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2556)

การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายไม่ว่าจะเป็นสุกรพันธุ์แท้หรือสุกรสายพันธุ์สังเคราะห์ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีความสม่ำเสมอหรือความนิ่งทางพันธุกรรม (Uniformity and consistency) ของลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการ เมื่อนำสุกรที่มีความนิ่งทางพันธุกรรมหรือมีความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genetic variance) ของลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมายในระดับต่ำไปใช้ประโยชน์โดยการผสมพันธุ์หรือผสมข้ามพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการไปยังรุ่นลูกหรือรุ่นถัดไปได้ตามที่คาดหวัง (Chen และคณะ, 2000) พ่อพันธุ์สุดท้ายเมื่อนำไปใช้ผสมข้ามกับแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย จะถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับด้านการผลิตของสุกรพ่อพันธุ์ (Clutter และ Schinckel, 2006) เช่น อัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain, ADG) ปริมาณเนื้อแดง (Lean yield) คุณภาพเนื้อและคุณภาพการบริโภค (Meat quality and eating quality) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR) ในขณะที่ลักษณะทางเศรษฐกิจที่มาจากสุกรสายแม่พันธุ์ (Maternal traits) จะเกี่ยวข้องกับด้านสมรรถภาพการสืบพันธุ์ เช่น การให้ลูกตก ความสม่ำเสมอของลูก ในขณะที่ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับด้านการผลิตของสายแม่พันธุ์อาจได้รับการถ่ายทอดมาได้บ้างขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์โดยเฉพาะหากมีการเน้นลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้ในการพัฒนาสายแม่พันธุ์ (Clutter และ

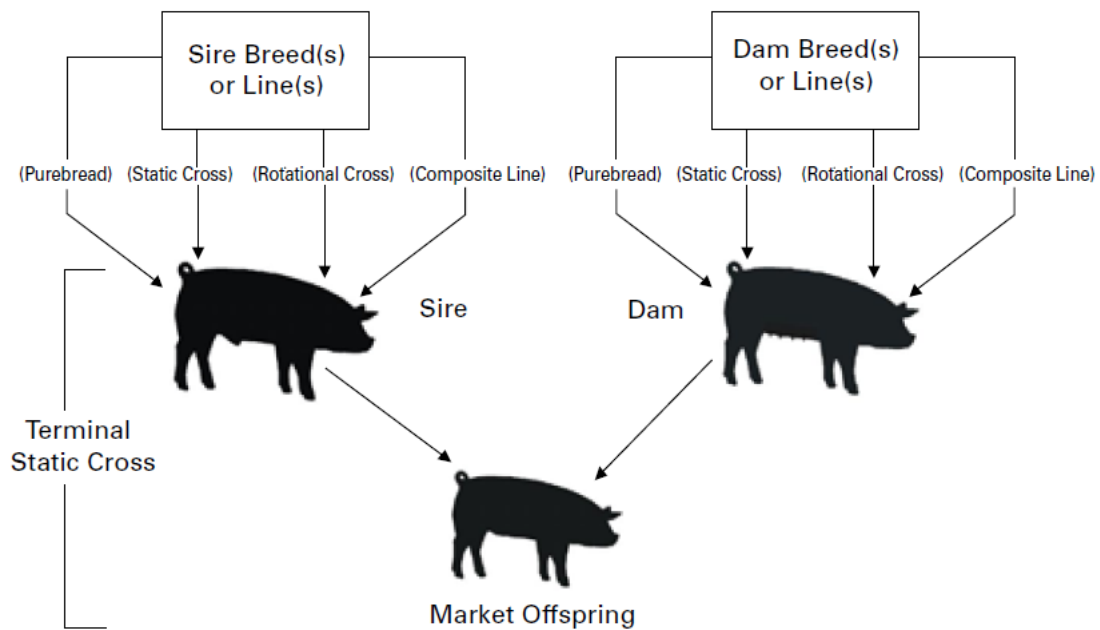
Schinckel, 2006) ซึ่งลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้เมื่อมารวมอยู่ในสุกรขุน จะส่งผลให้ได้สุกรขุนที่โตเร็ว ให้เนื้อแดงมาก ให้เนื้อคุณภาพดี กินอาหารน้อย แข็งแรง สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายจึงมีความสำคัญมากในการผลิตสุกรขุนให้มีลักษณะที่ตรงตามความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค



ภาพที่ 2 แสดงพ่อพันธุ์สุดท้ายสำหรับผลิตสุกรขุน

- (ก) สุกรพันธุ์คูร์โรค (ข) สุกรพันธุ์เปียตรง (ค) สุกรพันธุ์แฮมเชียร์ (ง) สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์
(จ) สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 (ฉ) สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 (ช) สุกรพันธุ์ปากช่อง 5

สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ดี นอกจากจะมีลักษณะทางเศรษฐกิจตรงตามตลาดต้องการแล้ว ยังต้องมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้ไปยังสุกรขุนได้อย่างสม่ำเสมอ และมีความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจในระดับต่ำ (Chaweewan และคณะ, 2012b; วิศาล ศรีสุริยะ, 2553) ทำให้ได้สุกรขุนที่มีรูปร่างและสมรรถภาพการผลิตสูง นำไปสู่การผลิตสุกรขุนที่ตลาดต้องการ และเป็นสิ่งที่กำหนดประสิทธิภาพในการผลิตสุกรขุน สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายจึงเป็นส่วนสำคัญในการบ่งชี้ความสำเร็จของการผลิตสุกรขุน โดยเฉพาะเป็นตัวชี้วัดด้านพันธุกรรม เนื่องจากการใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายผสมกับแม่สุกรสองสายทำให้เกิดความดีเด่นทางพันธุกรรมในรุ่นลูกหรือ Heterosis ที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ (Peter และคณะ, 2007) ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ชัดเจนในสุกรขุนหรือสุกรลูกผสม ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การผสมข้ามพันธุ์เพื่อผลิตสุกรขุน

การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสุกรสายพ่อพันธุ์ (Sire line) และสายแม่พันธุ์ (Dam line) เพื่อให้เกิด Heterosis ในสุกรขุน (Market offspring)

ที่มา: Clutter และ Schinckel (2006)

ตัวอย่างพ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีการพัฒนาเพื่อใช้สำหรับผลิตสุกรขุนในประเทศไทย เช่น สุกรพันธุ์ซีพี 73 สุกรพันธุ์เบ 91 สุกรพันธุ์ดัวร์อคกรมปศุสัตว์ สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 และสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 สุกรเหล่านี้มีการพัฒนาพันธุ์เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค โดยผู้พัฒนาพันธุ์เป็นบริษัทที่อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตสุกร หรือหน่วยงานราชการ ซึ่งสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายแต่ละพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกันไป เช่น สุกรพันธุ์ซีพี 73 ของบริษัท ซีพีเอฟ จำกัด เป็นสุกรพ่อพันธุ์ที่ให้สุกรขุนที่โตเร็ว ให้น้ำหนักมาก (ประชาชาติธุรกิจ, 2019) เช่นเดียวกับสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 และสุกรพันธุ์ดัวร์อคกรมปศุสัตว์ ที่เมื่อนำไปผสมข้ามกับแม่พันธุ์ลูกผสมสองสาย จะได้สุกรขุนที่โตเร็ว น้ำหนักมาก แข็งแรง (Chaweewan

และคณะ, 2016; Thaenthane และคณะ, 2016; Lertpatarakomol และคณะ, 2019) ในขณะที่สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายพันธุ์เบ 91 ซึ่งเป็นของบริษัท เบทาโกร จำกัด เน้นลักษณะทางเศรษฐกิจด้านให้ปริมาณเนื้อแดงมาก มีความต้านทานต่อความเครียด ให้ลูกสุกรขุนที่มีความสม่ำเสมอและคุณภาพดีเยี่ยม (ประชาชาติธุรกิจ, 2556) ส่วนสุกรพันธุ์ปากช่อง 3 เป็นสุกรที่ให้เนื้อแดงมาก ลำตัวยาว ประสิทธิภาพการใช้อาหารดี และให้สุกรขุนที่มีสีขาวทั้งตัว (วิศาล และคณะ, 2547; วิศาล, 2553) การที่สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายแต่ละพันธุ์มีคุณสมบัติซึ่งเป็นลักษณะทางเศรษฐกิจที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ที่แตกต่างกัน

การพัฒนาพ่อพันธุ์สุดท้าย ใช้หลักการเช่นเดียวกับหลักในการพัฒนาพันธุ์สัตว์ทั่วไป โดยเริ่มต้นจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ (Breeding objectives หรือ Breeding goals) ซึ่งวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์จะกำหนดตามความต้องการของตลาดหรือความต้องการของผู้บริโภค มีการวางแผนการผสมพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์เป็นโจทย์ที่มีความสำคัญที่สุด เพราะนักปรับปรุงพันธุ์จะต้องทำการศึกษาให้รอบด้าน โดยเฉพาะด้านการตลาด การทำนายแนวโน้มความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภคในอนาคต เพราะการพัฒนาพันธุ์สัตว์ต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ไม่สามารถดำเนินการได้สำเร็จในระยะเวลานั้นๆ ในส่วนของการวางแผนการผสมพันธุ์ต้องเลือกคู่ผสมพันธุ์ซึ่งเป็นพันธุ์สุกรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้นจึงผสมพันธุ์สุกรในแต่ละรุ่น (Generation) เข้าด้วยกันเพื่อผลิตสุกรรุ่นถัดไป โดยใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ *Inter-se mating* หลังจากการผสมพันธุ์ผ่านไปหลายชั่วรุ่นจนกระทั่งเกิดความเหมือนกันทางพันธุกรรม (Genetically homogenous) จึงจะสามารถระบุได้ว่าเป็นสุกรสายพันธุ์ใหม่ (New line) หรือสุกรพันธุ์ใหม่ (New breed) (Ganteil และคณะ, 2021) หลังจากขั้นตอนการผสมพันธุ์ลำดับถัดมาคือการคัดเลือกพันธุ์เพื่อจะให้ได้พันธุ์สุกรที่มีคุณสมบัติตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและวิชาการทางด้านปรับปรุงพันธุ์เข้ามาดำเนินการ เช่น การทดสอบสมรรถภาพการผลิตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจ เช่น ADG FCR BF และ FI (Hoque และคณะ, 2009) การคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก (Selection index) ที่เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจ เช่น ADG BF LEA และ IMF (Hoque และคณะ, 2009) การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจ (Chaweewan และคณะ, 2012b; กมล และคณะ, 2556) การคัดเลือกด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic markers หรือ DNA markers) (Kinghorn และ Werf, 1998; Otto และคณะ, 2007) การประเมินความเหมือนทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค Microsatellite (Chaweewan และคณะ, 2012a) การประเมินค่าการผสมพันธุ์ (Estimated breeding values, EBVs) (Mallard และคณะ, 1992) การประเมินค่าการผสมพันธุ์ในระดับจีโนม (Genomic estimated breeding values, GEBVs) (Baby และคณะ, 2014; Badke และคณะ, 2014a) การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ (Meat sciences) (Chaweewan และคณะ, 2015; Chaweewan และคณะ, 2016; Lertpatarakomol และคณะ, 2019) และการประเมินสมรรถภาพด้านการสืบพันธุ์ (Reproductive performances) (วิศาล ศรีสุริยะ, 2553) การกำหนดความต้องการทางโภชนา (Ball และคณะ, 2008; Whitney และ Baidoo, 2010) และท้ายที่สุดคือการนำพันธุกรรมที่พัฒนาพันธุ์แล้วไปใช้ประโยชน์ในสภาพฟาร์มเกษตรกร ซึ่งต้องมีการประเมินความพึงพอใจ (กมล และวโรชา, 2555)

ประเมินผลการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจไปยังสุกรขุน (วิศาล ศรีสุริยะ, 2553) และในส่วนที่จะขาดไปไม่ได้คือการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกรที่ได้พัฒนาพันธุ์ขึ้นมา เพื่อสร้างการรับรู้ การประชาสัมพันธ์ เป็นข้อมูลทางเลือกให้แก่ผู้ที่ต้องการใช้ประโยชน์จากพันธุ์กรรมที่มีสมรรถภาพตรงตามที่ต้องการ และเป็นทรัพยากรพันธุ์กรรมของหน่วยงาน องค์กร หรือผู้พัฒนาพันธุ์ (สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์, 2558)

ประโยชน์จากการผสมข้ามพันธุ์ทำให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะดีเด่นกว่ารุ่นพ่อแม่ที่เรียกว่า Heterosis หรือ Hybrid vigor ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในขั้นตอนการผลิตสัตว์ในทางการค้า โดยการผลิตลูกผสมที่เป็น F1 จะเป็นการรวมข้อเด่นของสัตว์สองพันธุ์ไว้ด้วยกัน ที่เห็นได้ชัดเจนคือลักษณะทางด้าน การสืบพันธุ์ อัตราการมีชีวิตรอด และอัตราการเจริญเติบโต (Peter และคณะ, 2007) ในการผลิตสุกรมีการใช้ประโยชน์จากการผสมข้ามพันธุ์ที่เห็นได้ชัดเจน เพราะมีการใช้ประโยชน์จากการเกิด Heterosis อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อให้ได้ประโยชน์จากการเกิด Heterosis มากที่สุด การเกิด Heterosis ครั้งแรกเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสุกรสายแม่พันธุ์ (Dam line หรือ Sow line) ที่นิยมกันมากในการผลิตสุกรคือการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และสุกรพันธุ์แลนด์เรซ ซึ่งเป็นสุกรสายแม่พันธุ์ เพื่อผลิตสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์สำหรับใช้เป็นแม่พันธุ์ (Parent stock, PS) ใช้สำหรับผลิตลูกสุกรขุน ซึ่งเป้าหมายหลักของการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสุกรสายแม่พันธุ์นี้เพื่อต้องการให้เกิด Heterosis ในสุกรแม่พันธุ์ PS ของลักษณะสมรรถภาพการสืบพันธุ์ เช่น การให้ลูก ขนาดครอก และความสามารถในการเลี้ยงลูก (Cassady และคณะ, 2002b) ในขณะที่การเกิด Heterosis ครั้งที่ 2 จะเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์สุดท้ายและแม่พันธุ์ PS ซึ่งการเกิด Heterosis ครั้งที่ 2 นี้จะมีเป้าหมายที่ต้องการในสุกรขุน เช่น ลักษณะการเจริญเติบโต ปริมาณเนื้อแดง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความสม่ำเสมอและความแข็งแรงของลูกสุกร (Cassady และคณะ, 2002a) ในบางครั้งอาจมีการใช้ประโยชน์จากการเกิด Heterosis มากกว่า 2 ครั้ง เช่น การสร้างพ่อพันธุ์สุดท้ายจากการผสมข้ามพันธุ์ ซึ่งทำให้เกิด Heterosis เป็นการรวมลักษณะเด่นของพันธุ์กรรมสุกรสองพันธุ์เข้าไว้ด้วยกัน (Chaweewan และคณะ, 2012b)

การกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ (Breeding objectives)

การกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ เป็นขั้นตอนที่จำเป็นในแผนการปรับปรุงพันธุ์หรือพัฒนาพันธุ์ เป้าหมายที่กำหนดคือลักษณะที่ต้องการพัฒนาให้มีในพันธุ์สุกรเป้าหมาย ลักษณะเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจ (Economic traits) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถเพิ่มผลกำไรให้ผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่การผลิต คือ เกษตรกร พ่อค้าเนื้อและชิ้นส่วน และตลาดหรือผู้บริโภค ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากที่สุดเพราะจะต้องเข้าใจความต้องการของตลาดและผู้บริโภคอย่างแท้จริง เป้าหมายที่เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจนี้เป็นส่วนที่ผู้บริโภคคาดว่าจะได้รับจากสุกรที่ผลิตได้ (Dekkers และคณะ, 2011) การพัฒนาพันธุ์สุกรให้ได้ตามวัตถุประสงค์ต้องใช้ระยะเวลานานหลายปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาระหว่างชั่วรุ่น (Generation interval) และช่วงระยะเวลาการพัฒนาพันธุ์จากสุกรพันธุ์แท้จนถึงสุกรขุน (Genetic lag) (Merks และคณะ, 2012) โดยทั่วไปจะใช้ระยะเวลามากกว่า 5 ปี (Webb, 1998) แนวทางหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์โดยตรง คือการสอบถามความต้องการของเกษตรกร โดยเฉพาะกลุ่มที่มีเป้าหมายการผลิตที่จำเพาะ ดังเช่น Wallenbeck และคณะ (2016) ได้สอบถามความต้องการในการพัฒนาพันธุ์ระหว่างเกษตรกรที่เลี้ยงสุกรแบบอินทรีย์และเลี้ยงสุกรแบบทั่วไป พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีความต้องการที่แตกต่างกันโดยกลุ่มเกษตรกรที่เลี้ยงสุกรในระบบอินทรีย์ต้องการการพัฒนาลักษณะด้านสุขภาพ ในขณะที่เกษตรกรที่เลี้ยงสุกรแบบทั่วไปต้องการให้มีการพัฒนาลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์คือการทำนายหรือการคาดการณ์ความต้องการของเกษตรกร และผู้บริโภคในอนาคต

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ควรจะต้องมีความจำเพาะ สามารถชั่งตวงวัดได้ สามารถทำให้สำเร็จได้ เป็นสิ่งที่เป็จริง และไม่ใช้ระยะเวลานานจนเกินไป แต่ในบางกรณีอาจจะมีลักษณะที่เป็นความต้องการเฉพาะของตลาดที่ไม่มีความเกี่ยวข้องมากนักกับลักษณะทางเศรษฐกิจ เช่น น้ำหนักส่งตลาด สีขน การกำหนดลักษณะที่ต้องการในวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ต้องกำหนดอย่างระมัดระวังเพื่อให้ความก้าวหน้าของพันธุกรรมของแต่ละลักษณะเป็นไปในสัดส่วนที่ผกผันกับจำนวนของลักษณะที่กำหนด (Merks และคณะ, 2012) นอกจากนี้ ลักษณะทางเศรษฐกิจที่นำมาใช้กำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ต้องสามารถคำนวณเป็นจำนวนเงินหรือมูลค่าทางเศรษฐกิจและข้อมูลด้านการผลิตได้ และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือเทคโนโลยีในด้านต่างๆที่จะนำมาใช้ในการประเมิน บันทึก วิเคราะห์ ลักษณะ ปรากฏที่ต้องการ ต้องไม่ทำให้ต้นทุนสูงจนเกินไป ดังนั้น จึงเห็นว่าวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์มีความสำคัญ ไม่เพียงแต่ภาครัฐ แต่ฟาร์มเกษตรกร และธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสุกร ควรกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าและพัฒนาในกระบวนการผลิตที่ชัดเจน

ลักษณะทางเศรษฐกิจที่นำมาใช้เป็นค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม (Genetic parameter) เพื่อเป็นวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain, ADG) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR) เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (Lean percentage, LP)

ความหนาไขมันสันหลัง (Backfat thickness, BF) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area, LEA) ปริมาณไขมันแทรก (Marbling score, MS หรือ Intramuscular fat, IMF) (Hoque และคณะ, 2009) ปริมาณลูกแรกเกิดมีชีวิตต่อครอก (Number of born alive, NBA) จำนวนลูกหย่านมต่อครอก (Number of weaning piglet, NBW) (Ye และคณะ, 2018) ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ การพัฒนาหรือเพิ่มศักยภาพของลักษณะเหล่านี้ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุนการผลิต ผลกำไรระยะเวลาในการเลี้ยง ตลอดจนความพึงพอใจของผู้บริโภค ลักษณะทางเศรษฐกิจที่นิยมใช้ในการพัฒนาพันธุ์ส่วนใหญ่มีค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability; h^2) สูง และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไปได้ดี การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูง (Highly heritable) จะสามารถปรับปรุงพันธุ์หรือคัดเลือกได้เร็ว เช่น ลักษณะ ADG มีค่าอัตราพันธุกรรมประมาณ 0.3 หรือ FCR ซึ่งมีค่าอัตราพันธุกรรมประมาณ 0.35 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง ส่งผลให้สามารถพัฒนาให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้ง่าย ในขณะที่ลักษณะ BF หรือ LEA มีค่าอัตราพันธุกรรม 0.5 ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงสามารถปรับปรุงได้ง่ายเช่นเดียวกัน ในขณะที่ลักษณะ NBW มีค่าอัตราพันธุกรรม 0.1 ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ (Massey และ Vogt, 2018) แต่ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำแต่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง การพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นจะส่งผลต่อผลกำไรหรือประสิทธิภาพการผลิตได้ ประกอบกับปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์สูงมาก จึงสามารถนำเทคโนโลยีต่างๆมาช่วยในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ได้ดี เช่น เทคนิค BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) เทคนิคด้านเครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic markers) เทคโนโลยีจีโนมิกส์ (Genomics) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีลักษณะที่ไม่ใช่ลักษณะทางเศรษฐกิจแต่มีการนำมาใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ เช่น ลักษณะสีขน ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจโดยเฉพาะ อาจมีความเกี่ยวข้องกับประเพณีวัฒนธรรม หรือวิถีชีวิต โดยปกติแล้วไม่นิยมนำมากำหนดในวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์ เพราะไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แต่บางครั้งหากมีเป้าหมายเฉพาะก็อาจมีความจำเป็น ซึ่งต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนว่าสามารถดำเนินการได้หรือไม่

ดังนั้นในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์นอกจากจะพิจารณาปัจจัยในด้านอัตราพันธุกรรมของแต่ละลักษณะแล้ว เทคโนโลยีที่จะนำมาสนับสนุนในการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ในแต่ละลักษณะ ตลอดจนค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนยังต้องถูกนำมาใช้ประกอบการพิจารณาอีกด้วย เพื่อให้สามารถดำเนินการพัฒนาพันธุ์ได้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ตัวอย่างการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์สุกร

สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 (วิศาล ศรีสุริยะ, 2553)

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 800 กรัม/วัน

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ไม่เกิน 2.60

ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย ไม่เกิน 1.0 ซม.

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ไม่ต่ำกว่า 36 ตร.ซม.

มีกล้ามเนื้อมากเป็นพิเศษบริเวณไหล่ สันหลัง และสะโพก

ความกว้างอก ไม่ต่ำกว่า 32 ซม.

ความกว้างเอว ไม่ต่ำกว่า 25 ซม.

ความกว้างสะโพก ไม่ต่ำกว่า 32 ซม.

ปลอดยีนเครียด (Halothane gene หรือ Stress gene)

รูปร่างทั่วไป: สมส่วน สีขาวตลอดลำตัว ใบหูตั้ง มีขาหน้าและขาหลังที่แข็งแรง

หน่วยงาน: ศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์

สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2556)

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 850 กรัม/วัน

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ไม่เกิน 2.50

ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย ไม่เกิน 1.0 ซม.

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ไม่ต่ำกว่า ตร.ซม.

อายุจากแรกเกิดถึงน้ำหนัก 90 กก. ไม่เกิน 160 วัน

ความยาวลำตัว ไม่ต่ำกว่า 102 ซม.

เป็นสุกรที่ปลอดยีนเครียด

รูปร่างทั่วไป: สะโพกใหญ่ ไหล่หนา แผ่นหลังกว้าง ลักษณะภายนอก ลำตัวสีเหลือง แดง

หน่วยงาน: ศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์

หมูดำกรมปศุสัตว์ (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2561)

มีลักษณะขนสีดำทั้งตัว

มีอัตราการเจริญเติบโต ไม่ต่ำกว่า 650 กรัม/วัน

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ไม่เกิน 2.75

ความหนาไขมันสันหลัง ที่น้ำหนัก 90 กก. ไม่เกิน 14.5 มม.

ระดับไขมันแทรก ไม่ต่ำกว่า 2.4

ค่าการสูญเสียน้ำ (Drip loss) ไม่เกิน 2.5%

ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.6-5.9

ค่าสีแดงของเนื้อ อยู่ในช่วง 3-5

หน่วยงาน: ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์

แผนการผสมพันธุ์เพื่อพัฒนาพันธุ์สุกร (Breeding plan for swine breeding)

แผนการผสมพันธุ์ หรือ Breeding plan เป็นสิ่งที่จำเป็นในการพัฒนาพันธุ์สัตว์ การกำหนดแผนการผสมพันธุ์ที่ชัดเจนจะส่งผลให้ได้ผลลัพธ์ในการพัฒนาพันธุ์เป็นไปตามที่ต้องการ ในการพัฒนาพันธุ์สุกรมีระบบการผสมพันธุ์ 2 ประเภทคือ การผสมพันธุ์แท้ (Purebred breeding systems) และการผสมข้ามพันธุ์ (Crossbred breeding systems) โดยการผสมพันธุ์แท้เป็นการผสมพันธุ์ในสุกรที่เป็นพันธุ์เดียวกัน มีความเป็นพันธุ์แท้ (Purebred) เหมือนกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตลูกที่เป็นพันธุ์แท้และคงลักษณะของพันธุ์แท้เหมือนรุ่นพ่อและรุ่นแม่ หรือมีการพัฒนาให้ดีขึ้น ในขณะที่การผสมข้ามพันธุ์เป็นการผสมข้ามระหว่างพันธุ์เพื่อมุ่งหมายให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีเด่นจากการผสมข้ามพันธุ์ที่เรียกว่า Heterosis หรือ Hybrid vigor ซึ่งลูกที่เกิดมาจะมีลักษณะที่ดีเด่นกว่ารุ่นพ่อแม่ จึงนิยมใช้เพื่อผลิตสุกรเพื่อใช้ประโยชน์จาก Heterosis เช่น การพัฒนาพันธุ์หรือสายพันธุ์ และการผลิตเพื่อส่งตลาด เช่น การผลิตแม่พันธุ์สุกรสองสายหรือการผลิตสุกรขุน (Cassady และคณะ, 2002a, b)

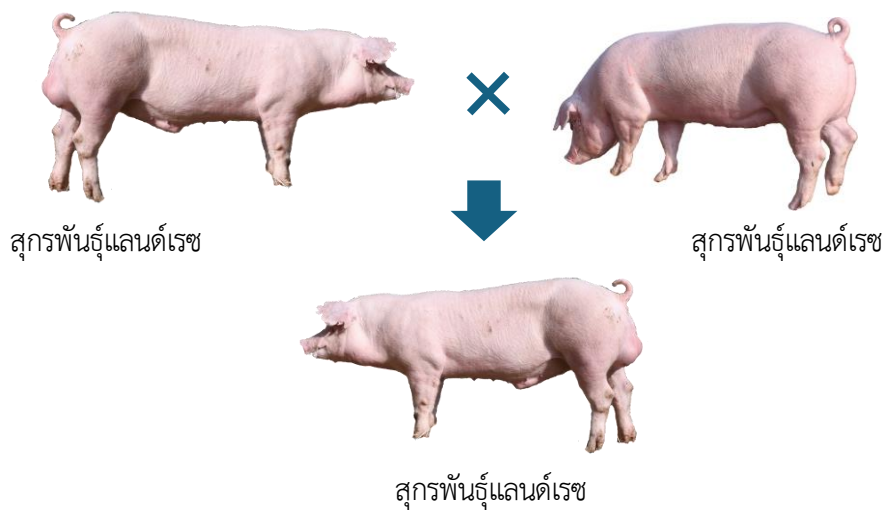
การผสมพันธุ์ภายในพันธุ์หรือสายพันธุ์เดียวกัน (Line breeding) เป็นการผสมพันธุ์เพื่อสร้างสุกรพันธุ์แท้ หรือรักษาความเป็นสุกรพันธุ์แท้ ผลจากการผสมพันธุ์จะได้ลูกที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจและลักษณะประจำพันธุ์เหมือนรุ่นพ่อแม่ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือเพิ่มความเหมือนกันทางพันธุกรรม (Uniformity) จากการรวมพันธุกรรมเข้าด้วยกัน (Genetic pool) (Hady และ Lammers, 2015) ลูกที่เกิดขึ้นจะคงความเป็นพันธุ์แท้ (Purebred pure line) ซึ่งการผสมแบบ Line breeding จะทำให้เกิดอัตราเลือดชิด (Inbreeding coefficient) ซึ่งส่งผลเสียต่อสมรรถนะการผลิตของสุกร (Inbreeding depression) ในการผสมพันธุ์แบบ Line breeding จึงต้องมีการวางแผนการผสมพันธุ์เพื่อให้สามารถควบคุมระดับของอัตราเลือดชิดไม่ให้สูงมากเกินไปจนถึงระดับที่ก่อให้เกิดผลเสียหรือเกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม (Buchanan, 2006) แผนการผสมพันธุ์แบบ Line breeding ดังแสดงในภาพที่ 4

การผสมข้ามพันธุ์ (Cross breeding) เป็นการผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์สองพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างลูกผสม (F1) ที่มีความดีเด่นมากกว่ารุ่นพ่อแม่ หรือการทำให้เกิด Heterosis เพื่อส่งตลาดเพื่อการบริโภค นอกจากนี้ยังมีการใช้การผสมข้ามพันธุ์เพื่อการพัฒนาพันธุ์หรือสายพันธุ์ (Line establishment) โดยเป็นการรวมพันธุกรรมที่ดีเด่นโดยเฉพาะลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการระหว่างสัตว์สองพันธุ์ขึ้นไป ซึ่งการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่เป็นพันธุ์แท้จะทำให้เกิด Heterosis ในระดับสูง เป็นการลดปัญหาที่เกิดจากอัตราเลือดชิดในพันธุ์แท้และทำให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น และได้ลูกผสมที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการ โดยเฉพาะลักษณะที่มีค่า Heritability ต่ำๆจะมีโอกาสเกิด Heterosis ในระดับสูง เช่น ลักษณะอัตราการตายก่อนหย่านม ในขณะที่ลักษณะที่มี Heritability สูงๆ การเกิด Heterosis จะอยู่ในระดับต่ำ (Hady และ Lammers, 2015) การผสมข้ามพันธุ์เพื่อทำให้เกิดลูกผสมนิยมใช้ในการผลิตสุกรเพื่อการพัฒนาพันธุ์ การผลิตสุกรลูกผสมสองสายสำหรับเป็นแม่พันธุ์ และการผลิตสุกรขุนสำหรับส่งตลาด โดยในการผสมข้ามเพื่อการพัฒนาพันธุ์หรือสายพันธุ์จะคัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะภายนอกและลักษณะทางเศรษฐกิจตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเพื่อนำไปผสมพันธุ์ในแต่ละชั่วอายุเพื่อ

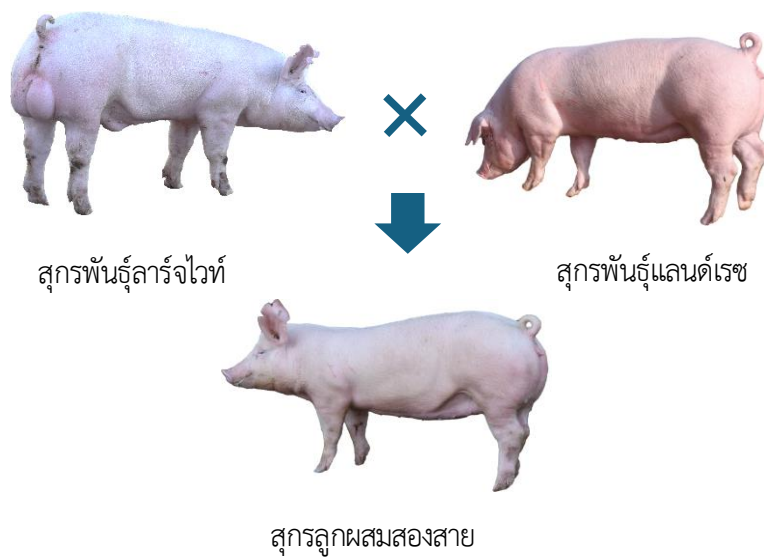
พัฒนาเป็นสุกรพันธุ์ผสมหรือที่เรียกว่า Synthetic breed ต่อไป แผนการผสมพันธุ์แบบ Cross breeding ดังแสดงในภาพที่ 5

การผสมพันธุ์ในชั่วอายุ (Generation) เดียวกัน (*Inter se mating*) เป็นการผสมพันธุ์สัตว์ที่อยู่ในชั่วอายุเดียวกัน เพื่อรักษาระดับของ Heterosis ที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ (Boujenane และคณะ, 1999) โดยเฉพาะการคงลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการไว้ในสัตว์ที่ต้องการพัฒนาพันธุ์ โดยในการผสมพันธุ์ต้องหลีกเลี่ยงการเกิดอัตราเลือดชิดที่อาจเกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่มีความสัมพันธ์ทางเครือญาติ เช่น สัตว์ที่เป็นพี่น้องกัน (Fredeen และคณะ, 1969) ตัวอย่างการผสมพันธุ์แบบ *Inter se* ดังเช่นการผสมพันธุ์แบบ *Inter se* ใน 6ชั่วอายุเพื่อคงลักษณะด้านสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในการสร้างสุกรลูกผสมพื้นเมืองกับสุกรพันธุ์แฮมเชียร์ (Kadirvel และคณะ, 2023) หรือการคงลักษณะด้านการเจริญเติบโตและการให้เนื้อในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เป็นระยะเวลา 5ชั่วอายุ (Chaweewan และคณะ, 2012b) แผนการผสมพันธุ์แบบ *Inter se mating* ดังแสดงในภาพที่ 6

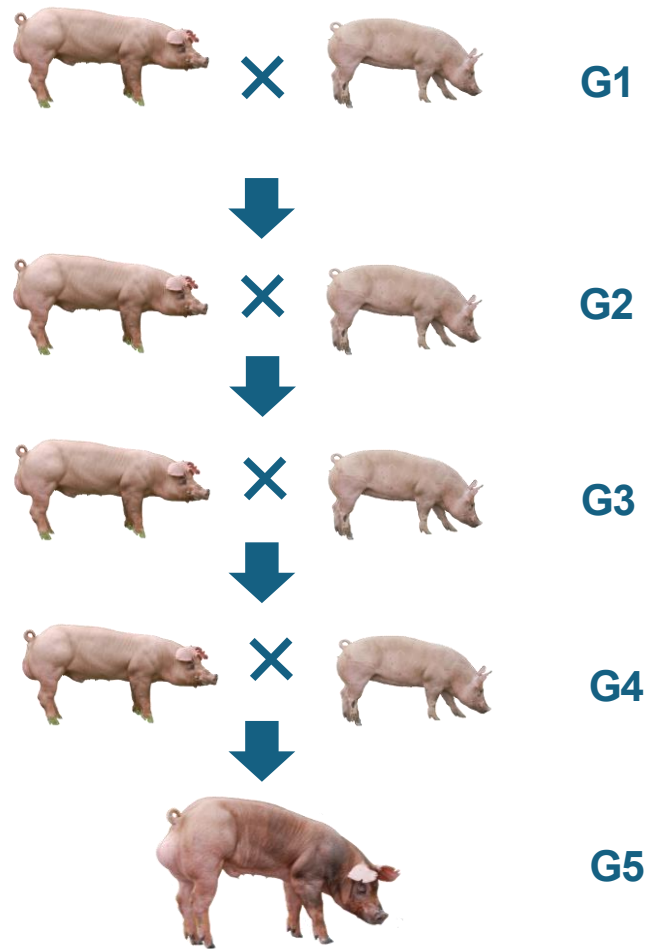
ในการพัฒนาพันธุ์สุกรเพื่อเป็นสุกรสายพ่อพันธุ์หรือเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายมีวิธีการผสมพันธุ์ที่ต่างกัน ไปขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ การพัฒนาสุกรสายพ่อพันธุ์ที่เป็นสุกรพันธุ์แท้ (Purebred pure line) เพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายสามารถใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ Line breeding เพื่อรักษาความเป็นพันธุ์แท้ และคงลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการในประชากรสุกรที่มีอยู่ ซึ่งสุกรที่มีการพัฒนาพันธุ์จะมีความเป็นพันธุ์แท้สูงและสามารถถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการไปยังสุกรรุ่นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาสุกรสายพ่อพันธุ์ในรูปแบบลูกผสมระหว่างสายพันธุ์แต่ยังมีความเป็นพันธุ์แท้ (Purebred crossline) จะใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ Crossbreeding โดยการผสมข้ามสายพันธุ์ (Crossline) แต่ยังเป็นสุกรพันธุ์เดียวกัน เมื่อได้ลูกสุกรที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมายที่ต้องการจึงใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ *Inter se mating* เพื่อคงลักษณะที่ต้องการไว้ ในขณะที่การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายในรูปแบบของ Synthetic breed จะใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ Cross breeding เพื่อรวบรวมลักษณะทางเศรษฐกิจระหว่างสองพันธุ์ไว้ด้วยกันจากการเกิด Heterosis จากนั้นเมื่อได้สุกรต้นพันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการ จึงใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ *Inter se mating* เพื่อคงลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการไว้ โดยทั่วไปจะใช้ระยะเวลาประมาณ 5-6ชั่วรุ่น (Generation) (Rothschild และ Bidanel, 1998; Hoque และคณะ, 2009; Kadirvel และคณะ, 2023)



ภาพที่ 4 แผนการผสมพันธุ์แบบ Line breeding ของสุกรพันธุ์แลนด์เรซกรมปลูสัตว์



ภาพที่ 5 แผนการผสมพันธุ์แบบ Cross breeding เพื่อผลิตสุกรลูกผสมสองสายสำหรับใช้เป็นสุกรแม่พันธุ์ผลิตสุกรขุน



ภาพที่ 6 แผนการผสมพันธุ์แบบ *Inter se mating* เป็นการผสมพันธุ์ในชั่วรุ่นเดียวกันเพื่อใช้สร้างสายพันธุ์สุกร

การคัดเลือกพันธุ์ (Selection)

การคัดเลือกพันธุ์ เป็นการคัดเลือกเพื่อให้ได้สุกรที่มีลักษณะและพันธุกรรมตรงตามที่ต้องการ โดยการคัดเลือกประกอบด้วย การคัดเลือกจากลักษณะปรากฏ (Phenotype) และการคัดเลือกด้วยลักษณะพันธุกรรม (Genotype) โดยลักษณะปรากฏจะประกอบด้วยลักษณะภายนอกและลักษณะที่เกี่ยวข้องกับทางเศรษฐกิจ และลักษณะพันธุกรรมเป็นลักษณะที่ประเมินจากการแสดงออกของยีน (Gene)

การคัดเลือกจากลักษณะปรากฏ

การคัดเลือกจากลักษณะปรากฏ (Phenotype) เป็นการคัดเลือกที่มีความสำคัญ สามารถทำได้ง่าย เพราะเป็นลักษณะที่ชั่ง ตวง วัด หรือจัดลำดับได้ ลักษณะปรากฏส่วนใหญ่ที่ใช้ในการคัดเลือกเป็นลักษณะที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ การคัดเลือกจะส่งผลให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น หรือลดลงก็ได้ นอกจากนี้บางลักษณะอาจไม่เกี่ยวข้องต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ แต่มีผลต่อความชอบ ต่อความรู้สึก หรือทางด้านอารมณ์ของผู้ที่พบเห็น หรือส่งผลต่อความเชื่อ เช่น สีตาของขุนสุกร ก็อาจจะมีการนำมาใช้ในการคัดเลือกเช่นกัน

การคัดเลือกรูปร่างลักษณะภายนอก

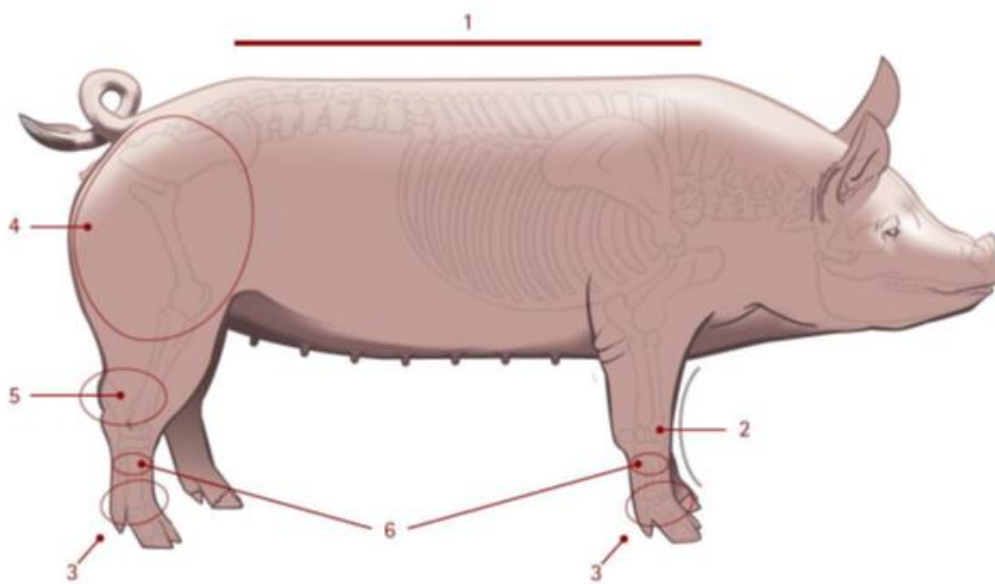
การคัดเลือกลักษณะรูปร่างภายนอกสำหรับคัดเลือกสุกรพันธุ์เพื่อใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์จะเริ่มคัดเลือกในช่วงสุกรหลังหย่านม เพื่อคัดสุกรเบื้องต้นสำหรับนำไปทดสอบสมรรถภาพการผลิต สุกรที่คัดควรมีอายุประมาณ 8-10 สัปดาห์ เนื่องจากสามารถพิจารณาลักษณะรูปร่างภายนอกได้ชัดเจน และจะคัดเลือกอีกครั้งเมื่อสุกรจบการทดสอบสมรรถภาพการผลิต ซึ่งระบบการทดสอบพันธุ์ของกรมปศุสัตว์จะเริ่มทดสอบที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม และสิ้นสุดการทดสอบที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม การคัดเลือกจึงทำเมื่อสุกรมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ในการคัดเลือกลักษณะรูปร่างภายนอกจะประกอบด้วย การคัดเลือกลักษณะรูปร่างทั่วไป การคัดเลือกลักษณะตรงตามพันธุ์หรือตามเป้าหมายที่กำหนด การคัดเลือกความสมบูรณ์ของขาและกีบ ลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์ และลักษณะและจำนวนเต้านม

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะเหล่านี้มีความสำคัญต่อลักษณะทางเศรษฐกิจอื่นๆ อยู่ในดัชนีสำหรับการคัดเลือก (Anonymous, 2001) จึงมีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการคัดเลือกลักษณะรูปร่าง โดยเฉพาะการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้สุกรที่มีลักษณะโตเร็ว ให้เนื้อแดงมาก มักพบปัญหาเกี่ยวกับกระดูกและเอ็นจากพัฒนาการที่ผิดปกติ ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ในเชิงลบ (Negative correlation) ของลักษณะเหล่านี้ มีสุกรพ่อพันธุ์และสุกรสาวจำนวนมากถูกคัดออกจากฝูงเพราะปัญหาด้านลักษณะรูปร่างส่งผลให้ความก้าวหน้าในการพัฒนาพันธุ์ลดลง

ลักษณะรูปร่างทั่วไป

ลักษณะรูปร่างทั่วไปของสุกรจะต้องมีความสมส่วนเหมาะสมกับการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อให้สุกรมีความแข็งแรง มีระยะเวลาการใช้งานที่เหมาะสม องค์ประกอบต่างๆ ของรูปร่าง

สามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ส่วนหลังต้องตรง มีความแข็งแรง รับน้ำหนักลำตัวได้ดี ไม่โก่งหรือแอ่นผิดปกติ ขาหน้าโค้งเล็กน้อยเป็นรูปตัวซี ขาหลังตั้งตรง ขาหน้าและขาหลังต้องทำหน้าที่รับน้ำหนักได้ดี ข้อเท้าทั้งสองข้างมีความแข็งแรงไม่พับแบะเป็นตีนเป็ดหรือตั้งจิกจนเกินไป รองรับน้ำหนักได้ดีขณะเคลื่อนไหว สะโพกซึ่งแสดงถึงปริมาณเนื้อแดงมีขนาดใหญ่เหมาะสม มีรูปร่างกลมเหมือนลูกมะพร้าว ส่วนของขาใหญ่ แข็งแรง ทำให้รับน้ำหนักสุกรที่มีขนาดเพิ่มขึ้นได้ดี ไม่เล็กจนเกินไปจนไม่สามารถรับน้ำหนักของสุกรได้ เพราะเมื่อสุกรเจริญเติบโตเป็นพ่อแม่พันธุ์และมีอายุมากขึ้นจะมีน้ำหนักมากกว่า 250 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 7 นอกจากนี้ลักษณะของสุกรต้องตรงตามคุณลักษณะของสุกรแต่ละพันธุ์ เช่น สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ต้องมีสีขาว หูตั้ง ลำตัวยาว สุกรพันธุ์แลนด์เรซต้องมีสีขาว หูปรก ลำตัวยาว ในขณะที่สุกรพันธุ์ดัวร์คอมมีสีแดง หูปรก มีกล้ามเนื้อสะโพก หลัง และไหล่ชัดเจน



ภาพที่ 7 แสดงรูปร่างที่เหมาะสมของสุกร

- (1) ส่วนหลังตรงและลาดไปทางด้านหลังเล็กน้อย
- (2) ขาหน้าโค้งเล็กน้อยเป็นรูปตัวซี (C) จากช่วงไหล่ลงมาเท้า
- (3) ข้อเท้าแข็งแรง ไม่พับเป็นตีนเป็ด รองรับน้ำหนักได้ดีขณะเคลื่อนไหว
- (4) สะโพกมีขนาดใหญ่เหมาะสม มีรูปร่างกลม สะโพกเป็นพื้นที่แสดงถึงปริมาณเนื้อแดง
- (5) ข้อขาหลังแข็งแรง รับน้ำหนักได้ดีในการลุกนั่ง
- (6) ขามีขนาดใหญ่ แข็งแรง ทำให้รับน้ำหนักสุกรที่มีขนาดเพิ่มขึ้นได้ดี

ดัดแปลงจาก Stalder และคณะ (2010)

ลักษณะของขาและกีบ

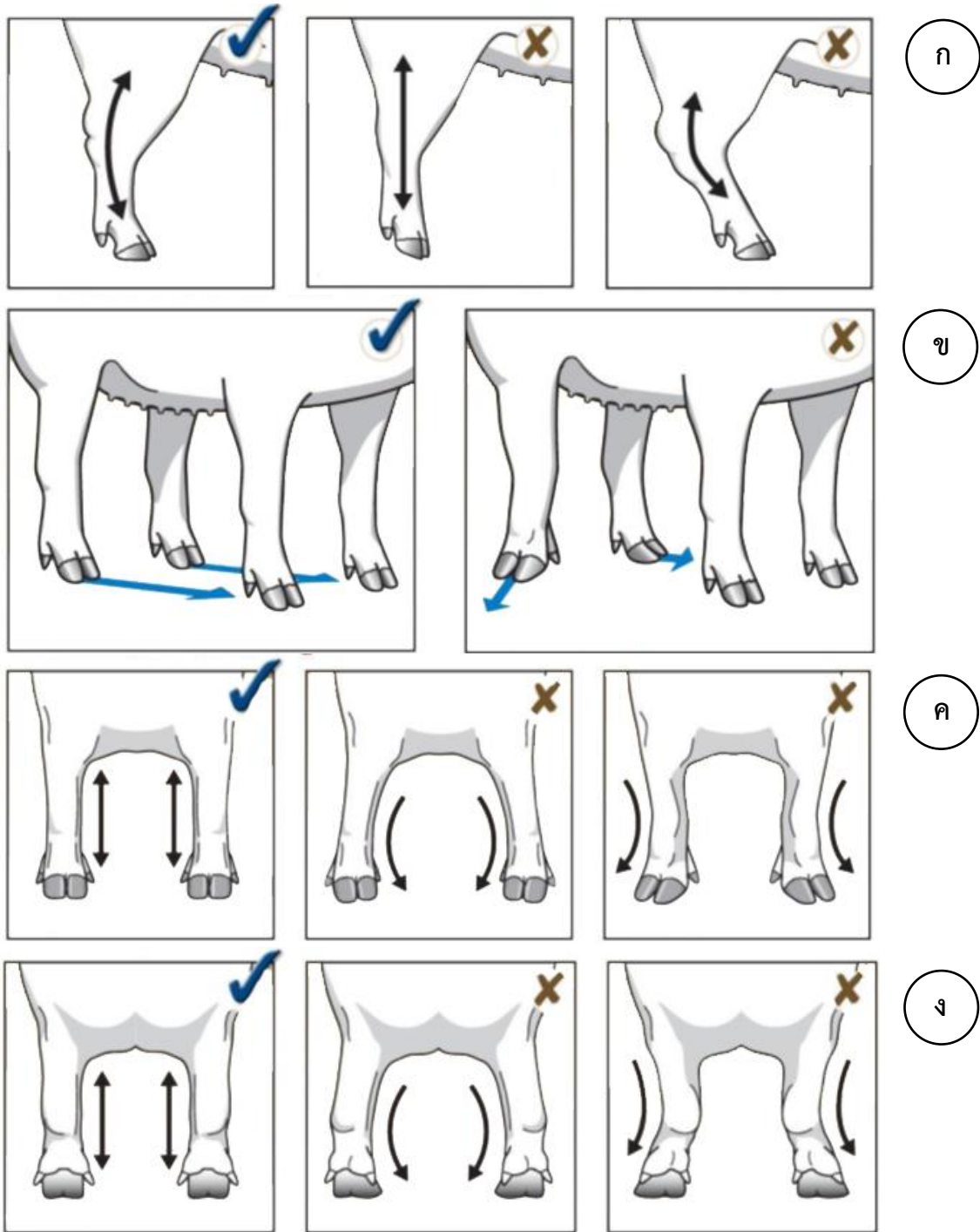
ลักษณะของขาสุกรที่ดีต้องมีมุมที่เหมาะสมให้ขาสามารถรับน้ำหนักและถ่ายเทน้ำหนักได้ดี ไม่ตรงเกินไป หรือโค้งมากเกินไป ที่จะส่งผลต่อการรับน้ำหนัก ขาทั้งสองข้างต้องมีการเรียงตัวที่เหมาะสมไปในแนวเดียวกัน ขาหน้าและขาหลังต้องไม่มีลักษณะโก่งงอออกหรือเว้าเข้ามา ดังแสดงในภาพที่ 8 เพราะในสุกรพ่อแม่พันธุ์เมื่อโตเต็มที่จะมีน้ำหนักมากกว่า 250 กิโลกรัม การที่ขามีลักษณะรูปร่างไม่เหมาะสมจะส่งผลให้

อายุการใช้งานของสุกรพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์สั้นลงกว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะสุกรพ่อพันธุ์ที่ต้องรับน้ำหนักตัวเมื่อป็นขึ้นท่อน้ำเชื้อ หรือสุกรแม่พันธุ์ที่ต้องรับน้ำหนักตัวที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงอ้อมท้อง

กีบของสุกรต้องมีขนาดและความยาวเสมอกันและเหมาะสม เท้าที่มีกีบไม่เสมอกัน ใหญ่ข้างหนึ่งเล็กข้างหนึ่งจะส่งผลต่อการรับน้ำหนักตัว กีบที่สั้นเกินไปหรือยาวเกินไปจะมีผลต่อการรับน้ำหนักตัวและอายุในการใช้งานของสุกรพันธุ์ ระยะห่างระหว่างกีบทั้ง 2 กีบต้องไม่ห่างเกินไปหรืออยู่ชิดกันมากเกินไป ซึ่งส่งผลต่อการกระจายน้ำหนักตัวลงไปยังกีบทั้งสองข้าง ลักษณะกีบต้องไม่มีรอยแตก ส่วนของพื้นกีบต้องมีลักษณะปกติ ไม่บวมหรือแตกเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 9

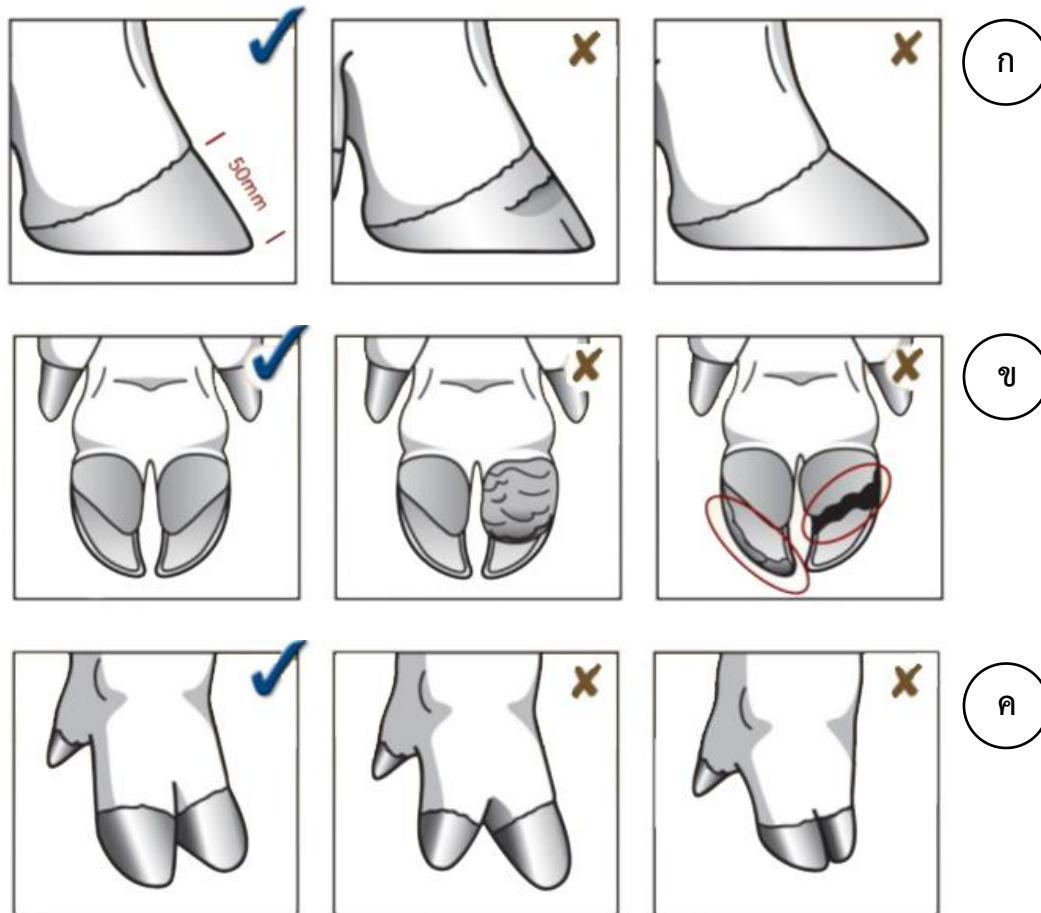
ลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์

อวัยวะสืบพันธุ์ของสุกรเพศผู้และเพศเมียต้องมีรูปร่างและขนาดที่เหมาะสม โดยอวัยวะสืบพันธุ์ส่วนลึงค์ของสุกรเพศผู้ต้องมีลักษณะปกติ ไม่มีพังผืดยึดระหว่างปลายลึงค์กับถุงหุ้มลึงค์ สามารถแข็งตัวได้เมื่อมีความต้องการผสมพันธุ์ ถุงหุ้มลึงค์ (Prepuce) ต้องไม่มีขนาดใหญ่หรือหย่อนจนเกินไป ซึ่งจะเป็นที่ตกค้างของปัสสาวะและเชื้อโรคต่างๆที่ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำเชื้อ อัณฑะต้องมีครบทั้งสองด้าน ไม่มีลักษณะอัณฑะทองแดง (Cryptorchidism) ซึ่งการเกิดอัณฑะทองแดงส่งผลต่อปริมาณน้ำเชื้อ ความเข้มข้นของการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ แต่ไม่มีผลต่อความผิดปกติของตัวอสุจิ (Pinart และคณะ, 1999) ลูกอัณฑะทั้งสองข้างต้องมีขนาดเท่ากันและอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งขนาดของอัณฑะมีผลต่อการผลิตตัวอสุจิและสมรรถภาพด้านการสืบพันธุ์ของพ่อสุกร (Huang และ Johnson, 1996) ลักษณะของอัณฑะในสุกรเพศผู้แสดงดังภาพที่ 10 ในส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์สุกรเพศเมียต้องมีลักษณะและขนาดที่เหมาะสม ไม่เล็กจนเกินไปที่อาจส่งผลให้คลอดยาก ตรวจสอบการแสดงอาการเป็นสัดของสุกรแม่พันธุ์ได้ไม่ชัดเจน ซึ่งการคัดเลือกสุกรเพศเมียที่มีอวัยวะเพศขนาดใหญ่ส่งผลดีต่อการคลอด คือถูกคัดทิ้งน้อยลง มีอัตราการเข้าคลอดในท้องแรกสูงกว่า มีจำนวนลูกแรกคลอดมากกว่า แสดงได้ชัดเจนว่าขนาดของอวัยวะสืบพันธุ์สุกรเพศเมียส่งผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ (Romoser และคณะ, 2019) ลักษณะอวัยวะเพศเมียแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะขาของสุกรที่เหมาะสมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์

- (ก) มุมของของขาที่ไม่ตรงหรืองอมากเกินไป (ข) การจัดเรียงตัวของขาที่ไปในแนวเดียวกัน
 - (ค) ลักษณะขาหน้าที่ไม่โค้งหรืองอ (ง) ลักษณะขาหลังที่ไม่โค้งหรืองอ
- ดัดแปลงจาก Stalder และคณะ (2010)



ภาพที่ 9 แสดงลักษณะกีบของสุกรที่เหมาะสมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์

(ก) กีบที่ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป ไม่มีรอยแตก (ข) มีพื้นกีบสม่ำเสมอ ไม่มีวิธีการของรอยแตกหรือผิดปกติ (ค) ขนาดของกีบสองข้างต้องเท่ากัน มีระยะห่างที่เหมาะสมไม่ห่างหรือชิดกันมากเกินไป

ดัดแปลงจาก Stalder และคณะ (2010)



ภาพที่ 10 อัณฑะของสุกรพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะเหมาะสมกับการเป็นสุกรพ่อพันธุ์



ภาพที่ 11 อวัยวะสืบพันธุ์ของสุกรเพศเมียที่มีลักษณะเหมาะสมกับการเป็นสุกรแม่พันธุ์

ลักษณะและจำนวนเต้านม

ลักษณะเต้านมของสุกรมีส่วนสำคัญต่อการให้นมลูกของแม่สุกร ส่วนที่สำคัญที่สุดคือระยะห่างระหว่างคู่เต้านม (Teat pair distance) ซึ่งต้องมีระยะห่างที่เหมาะสม และมีความสม่ำเสมอ (Uniformity) ส่วนที่สำคัญรองลงมาคือจำนวนเต้านม ที่ผ่านมาได้มีการนำลักษณะจำนวนเต้านมมาใช้ในแผนการปรับปรุงพันธุ์ (Drake และคณะ, 2008) ในสุกรสายแม่พันธุ์ควรมีจำนวนเต้านม 14 เต้าขึ้นไป (7 คู่) ซึ่งจำนวนเต้านมในอุดมคติคือ 16 เต้า (8 คู่) โดยทั่วไปจะพบเพียง 5 เพอร์เซ็นต์ของฝูงสุกรสาว ในขณะที่จะพบเต้านมที่ใช้งานได้ดีราว ๆ 25 เพอร์เซ็นต์ของฝูงสุกรสาว (Alltech, 2023) ส่วนในสุกรสายพ่อพันธุ์ควรมีเต้านม 12 เต้า นอกจากนี้ได้มีการนำลักษณะระยะห่างของเต้านมมาใช้ในแผนการปรับปรุงพันธุ์ สุกรที่มีระยะห่างของเต้านมที่สม่ำเสมอ เหมาะสม และมีความสมบูรณ์จะทำให้ลูกสุกรได้รับนมน้ำเหลืองอย่างเพียงพอ (ภาพที่ 12) และช่วยให้มีการใช้งานเต้านมได้อย่างเหมาะสมในช่วงแม่สุกรให้นม (Ocepek และคณะ, 2016) นอกจากนี้ขนาดของหัวนม และความยาวของหัวนม อาจมีผลต่อการให้นมของแม่สุกร โดยเฉพาะในสุกรสาว แต่เมื่อสุกรผ่านการให้ลูกแล้ว ขนาดของหัวนมจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความยาวมากขึ้น ทำให้ลูกสุกรกินนมได้ดีกว่าในสุกรสาวหรือท้องแรก



ภาพที่ 12 ลักษณะด้านมในสุกรสาวที่มีระยะห่างที่เหมาะสมและมีความสม่ำเสมอ

การคัดเลือกจากข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

ข้อมูลสมรรถภาพการผลิตที่นิยมนำมาใช้ในการคัดเลือกเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพการผลิตหรือการเก็บบันทึกข้อมูลการให้ผลผลิต เช่น อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณการกินอาหาร (Average daily feed intake, ADFI) ความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน (Loin depth, LD) หรือพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความยาวลำตัว (Body length, BL) อัตราการผสมติด (Conception rate, CR) จำนวนลูกแรกคลอด (Number of born, NB) จำนวนลูกแรกคลอดมีชีวิต และจำนวนลูกหย่านมต่อครอก เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่บ่งชี้ถึงสมรรถภาพการผลิตของสุกรรายตัวที่จะนำไปใช้ประกอบในการคัดเลือก โดยอาจนำข้อมูลไปใช้ในการคัดเลือกโดยตรงจากสมรรถภาพการเจริญเติบโต หรือสมรรถภาพการสืบพันธุ์ ตามเกณฑ์ที่กำหนดในเป้าหมายการพัฒนาพันธุ์ หรือนำไปใช้ในการประเมินค่าการผสมพันธุ์ (Estimate breeding values, EBVs) และประเมินความก้าวหน้าของการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ (Genetic progress)

การคัดเลือกจากพันธุกรรม

การคัดเลือกจากพันธุกรรม (Genetics) เป็นการคัดเลือกจากยีนที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะปรากฏที่เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจ การคัดเลือกจากพันธุกรรมไม่สามารถคัดเลือกได้โดยตรงเหมือนลักษณะปรากฏไม่สามารถช่วยดวงวัดได้ จึงต้องใช้วิธีการคัดเลือกจากการประเมินพันธุกรรม (Genetic evaluation) ซึ่งเป็นการประเมินค่าการผสมพันธุ์ (Estimated breeding values, EBVs หรือ Expected breeding values, EBVs) ในการประเมิน EBVs สามารถประเมินจากข้อมูลของตัวสัตว์เอง ข้อมูลของญาติ ข้อมูลบรรพบุรุษ ข้อมูลของลูก และข้อมูลพันธุ์ประวัติ ข้อมูลสมรรถภาพการผลิตที่ได้จากการทดสอบพันธุ์ และข้อมูลสมรรถภาพการสืบพันธุ์จะถูกนำมาใช้ในกระบวนการคัดเลือกจากการประเมินพันธุกรรม ซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องและมีจำนวนที่เหมาะสมจะส่งผลให้การประเมิน EBVs มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น เมื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกจะทำให้สามารถคัดเลือกสัตว์ได้ใกล้เคียงศักยภาพทางพันธุกรรม

ของตัวสัตว์ การประเมิน EBVs นั้น ผู้ประเมินต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ สถิติ และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประเมินพันธุกรรม

การประเมินค่าการผสมพันธุ์

การประเมินค่าการผสมพันธุ์ หรือการประเมิน EBVs เป็นการประเมินพันธุกรรมของสัตว์ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่มาจากพันธุกรรมและมีผลต่อสมรรถภาพการผลิต การประเมิน EBVs สามารถนำมาใช้ในกระบวนการคัดเลือกพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะค่าที่ได้จะเป็นค่าทางพันธุกรรมที่มีความแม่นยำช่วยลดความผิดพลาดในกระบวนการคัดเลือก การประเมิน EBVs เป็นการประเมินโดยใช้เทคนิคทางคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมิน EBVs นิยมใช้เทคนิค BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) (Henderson, 1973) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการประเมินพันธุกรรมสัตว์ เป็นการประเมินค่าทางพันธุกรรมของตัวสัตว์และอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะทางเศรษฐกิจหรือสมรรถภาพการผลิต ค่า EBVs ที่ได้จากการประเมินจะนำไปใช้สร้างดัชนีในการคัดเลือก ทำให้การประเมินพันธุกรรมมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นมากกว่าการคัดเลือกที่ลักษณะ เพราะสามารถคัดเลือกได้ที่หลายลักษณะพร้อมกัน เป็นการรวมค่าทางพันธุกรรม คุณค่าทางเศรษฐกิจ สมรรถภาพการผลิต และการตลาดเข้าไว้ด้วยกันอยู่ในรูปของ EBV index ทำให้สามารถคัดเลือกพันธุ์ได้ตรงตามลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมาย (Van Vleck, 2000)

การประเมินค่าการผสมพันธุ์ด้วยเทคนิค BLUP

เทคนิค BLUP เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการประเมินพันธุกรรมสัตว์กันอย่างแพร่หลาย โดยเริ่มจากการประเมินค่าผสมพันธุ์ในพ่อพันธุ์โคนม ต่อมามีการประยุกต์ใช้ในสัตว์ชนิดอื่นๆ การใช้เทคนิค BLUP ในการประเมินพันธุกรรมของสัตว์มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง (Henderson, 1973) ในการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ในสัตว์จะใช้ข้อมูลสมรรถภาพการผลิตหรือข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจที่สำคัญของตัวสัตว์เอง (Performance records) ข้อมูลจากลูก (Progeny records) ข้อมูลจากพี่น้อง (Sib records) และข้อมูลจากพันธุ์ประวัติ (Pedigree records) มาใช้ในการประเมินร่วมกัน เทคนิค BLUP เป็นเทคนิคที่สามารถประเมินอิทธิพลของปัจจัยคงที่ (Fix effects) เช่น ปีเกิด ฤดูกาล ผุงประชากร ลำดับครอก และประเมินอิทธิพลของปัจจัยสุ่ม (Random effects) เช่น ค่าพันธุกรรม ค่าสภาพแวดล้อมถาวร (Permanent environments) ซึ่งอิทธิพลเหล่านี้มีผลต่อลักษณะปรากฏของสัตว์แต่ละตัว ส่งผลให้สามารถประเมินพันธุกรรมในประชากรสัตว์ต่างฝูงกัน หรือสัตว์ที่ไม่ได้อยู่ในช่วงระยะเวลาเดียวกันได้ นอกจากนี้ BLUP ยังนำข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกันผ่านทางพันธุ์ประวัติมาใช้ในการคำนวณ ค่าพันธุกรรมที่ได้จึงมีความถูกต้องและแม่นยำสูงและยังสามารถใช้ประเมินพันธุกรรมสัตว์ที่ไม่มีข้อมูลสมรรถภาพการผลิตได้

การประเมินค่าการผสมพันธุ์จะมีแม่นยำสูงหรือต่ำดูได้จากค่าความแม่นยำ (Accuracy) ที่คำนวณจากรากที่สองของค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าประมาณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Prediction error variance) โดยค่าความแม่นยำและค่าความน่าเชื่อถือจะอยู่ในช่วง 0 - 1 ค่าที่มีค่าสูงใกล้เคียง 1 แสดงว่าค่าการผสมพันธุ์ที่ประเมินได้มีความสัมพันธ์สูงกับค่าพันธุกรรมที่แท้จริงเป็นค่าที่มีความแม่นยำมาก เทคนิค BLUP จึงเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการประเมินพันธุกรรมเพราะ

มีความแม่นยำสูง ค่าประมาณที่ได้เป็นค่าการผสมพันธุ์ที่ดีที่สุด และไม่มีความเอนเอียงในทางสถิติ (มนต์ชัย ดวงจินดา, 2548) โดยเป็นการประเมิน EBVs จากพันธุ์ประวัติ และลักษณะปรากฏ (Thekkoot, 2016)

ค่าอัตราพันธุกรรม เป็นค่าที่แสดงสัดส่วนความแปรปรวนของลักษณะปรากฏอันเนื่องมาจากพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม เป็นค่าที่บ่งบอกว่าลักษณะปรากฏนั้นมีพันธุกรรมเข้าไปเกี่ยวข้องหรือควบคุมมากน้อยเพียงใดในการถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง โดยมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับศูนย์ (0) หมายความว่าลักษณะนั้นไม่มีอิทธิพลทางพันธุกรรมและไม่ถูกถ่ายทอดไปยังลูก ในขณะที่ค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับหนึ่ง (1) หมายความว่าลักษณะนั้นมีอิทธิพลทางพันธุกรรมสูงมากและสามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูก ค่าอัตราพันธุกรรมแบ่งเป็นระดับสูง (High) อยู่ในช่วงมากกว่า 0.4 ระดับปานกลาง (Moderate) อยู่ในช่วง 0.2-0.4 และระดับต่ำ (Low) อยู่ในช่วงต่ำกว่า 0.2 (Déru และคณะ, 2022) หากค่าอัตราพันธุกรรมสูงมาก แสดงว่าคุณสมบัตินั้นมีอิทธิพลทางพันธุกรรมสูง คือมีความแปรปรวนในลักษณะนั้นสูงและการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์จะสามารถทำได้ง่าย ค่าอัตราพันธุกรรมที่ต่ำแสดงว่าอิทธิพลจากค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Residual variance) มีค่าสูงกว่าความแปรปรวนจากพันธุกรรม (Genetic variance) การปรับปรุงพันธุ์จะทำได้ยากกว่าลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง เพราะมีอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมในระดับสูง

ค่า EBVs ที่ได้จากการประเมินจะแสดงผลเป็นตัวเลขและมีหน่วยเป็นหน่วยวัดของลักษณะทางเศรษฐกิจนั้นๆ ค่า EBVs เป็นค่าของสัตว์แต่ละตัว มีทั้งค่าบวก (+) และค่าลบ (-) บางลักษณะต้องการค่า EBVs ที่เป็นบวก บางลักษณะต้องการค่า EBVs ที่เป็นลบ ตัวอย่างของค่า EBVs เช่น ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตของสุกรมีค่า EBV เท่ากับ 120 กรัมต่อวัน แสดงว่าสุกรตัวนี้มีพันธุกรรมของอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าค่าเฉลี่ยของฝูง 120 กรัมต่อวัน เมื่อนำไปผสมพันธุ์ลูกที่เกิดขึ้นมีโอกาสที่จะมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 60 กรัมต่อวัน (ครึ่งหนึ่งของค่า EBV ของพ่อหรือแม่) หรือสุกรมีค่า EBV ของลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ - 0.25 (ลบ 0.25) แสดงว่าสุกรตัวนี้มีพันธุกรรมของประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าค่าเฉลี่ยฝูง 0.25 หรือใช้อาหารน้อยกว่าค่าเฉลี่ยฝูง 0.25 ในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เมื่อนำไปผสมพันธุ์ลูกที่เกิดขึ้นมีโอกาสที่จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น 0.125 (-0.125) แต่ลักษณะทางเศรษฐกิจของสัตว์ในรุ่นต่อไปที่เกิดจากการผสมพันธุ์ยังขึ้นอยู่กับค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) โดยเฉพาะเมื่อใช้การคัดเลือกครั้งละมากกว่า 1 ลักษณะไปพร้อมๆกัน เนื่องจากบางลักษณะมีค่าสหสัมพันธ์ในเชิงลบต่อกัน และค่าอัตราพันธุกรรมซึ่งบางลักษณะมีค่าอัตราพันธุกรรมสูง บางลักษณะมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ ดังนั้นการมีความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆเหล่านี้จะช่วยเพิ่มให้การประเมิน EBVs มีความแม่นยำมากขึ้น

การคัดเลือกด้วยจีโนมิกส์

การคัดเลือกด้วยจีโนมิกส์ หรือ Genomic Selection (GS) เป็นการคัดเลือกด้วยข้อมูลจีโนม ซึ่งสัตว์ที่ยังไม่มีข้อมูลลักษณะปรากฏจะมีค่าความแม่นยำของ EBV ในระดับต่ำเมื่อประเมินด้วยเทคนิค BLUP สัตว์แต่ละตัวจะมีข้อมูลลักษณะปรากฏ เช่น ลักษณะทางเศรษฐกิจ เมื่อสัตว์นั้นมีอายุถึงช่วงเวลาที่ให้ข้อมูลนั้นได้ การคัดเลือกสัตว์ตั้งแต่อายุน้อยจึงมีข้อจำกัด แต่ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจีโนมทำให้

เพิ่มความแม่นยำของการทำนาย EBV ได้แม้แต่วันนี้ก็ยังไม่มีข้อมูลลักษณะปรากฏก็ตาม โดยจะเป็นการทำนายโดยใช้ข้อมูลของยีนหรือในระดับจีโนม ซึ่งการคัดเลือกด้วยจีโนมิกส์ในหลายๆลักษณะมีความแม่นยำสูงกว่าเทคนิค BLUP ที่ใช้เพียงข้อมูลของลักษณะปรากฏและพันธุ์ประวัติ (Thekkoot, 2016) ปัจจุบันการคัดเลือกด้วยข้อมูลจีโนมนิยมใช้เทคนิค Single Step genomic BLUP (ssBLUP) ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลจีโนมร่วมกับลักษณะปรากฏและพันธุ์ประวัติ จะทำให้เพิ่มความแม่นยำของค่า EBVs ในสัตว์ที่อายุน้อย ซึ่งมีรายงานค่า EBVs ที่ได้จากเทคนิค ssBLUP สูงกว่า EBVs จากเทคนิค BLUP ประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ การทำนายที่แม่นยำจะส่งผลไปยังความก้าวหน้าทางพันธุกรรมที่เพิ่มขึ้น (Thekkoot, 2016) การคัดเลือกด้วยจีโนมจะกล่าวถึงในบทต่อไป

การทดสอบสมรรถภาพการผลิต (Performance testing)

การทดสอบสมรรถภาพการผลิต (Performance testing) หรือที่เรียกว่าการทดสอบพันธุ์ เป็นการทดสอบเพื่อให้ทราบถึงสมรรถภาพในการแสดงออกเป็นลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรแต่ละตัว เพื่อใช้ประกอบในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ การทดสอบสมรรถภาพการผลิตควรทดสอบเดี่ยวรายตัว จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นสมรรถภาพรายตัว แต่หากทดสอบแบบรวมกลุ่ม ข้อมูลที่ได้จะมีปัจจัยที่เป็นอิทธิพลจากการแข่งขันภายในกลุ่มด้วย และบางข้อมูลจะไม่สามารถเก็บข้อมูลรายตัวได้ เช่น ประสิทธิภาพการใช้ อาหาร ปริมาณการกินอาหาร ผลการทดสอบพันธุ์นี้จะถูกนำมาใช้ประกอบการคัดเลือกสุกรเพื่อใช้ทดแทนเป็นสุกรพ่อแม่พันธุ์ หรือคัดเลือกสุกรเพื่อใช้สำหรับพัฒนาพันธุ์ ซึ่งในการพัฒนาพันธุ์สุกรต้องการข้อมูลการทดสอบพันธุ์ในจำนวนที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประกอบการคัดเลือก ในแต่ละรุ่น (Generation) ควรมีจำนวนสุกรพ่อพันธุ์ประมาณ 50 ตัว และสุกรแม่พันธุ์ประมาณ 100 ตัว ที่ผ่านการทดสอบพันธุ์ (Suzuki และคณะ, 2005) จึงจะทำให้สามารถดำเนินการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนการทดสอบพันธุ์

1. การคัดเลือกสุกร

การคัดเลือกเบื้องต้น (Preselection) จะคัดเลือกลูกสุกรหลังหย่านมที่อายุประมาณ 7 - 8 สัปดาห์ โดยคัดเลือกลูกสุกรหย่านมที่มีความสมบูรณ์ที่สุดในครอกโดยพิจารณาจากลักษณะรูปร่างภายนอก สมบูรณ์ตามลักษณะพันธุ์ มีเต้านมที่สมบูรณ์ ในสุกรสายแม่พันธุ์มีเต้านมไม่ต่ำกว่า 14 เต้า (7 คู่) ในสุกรสายพ่อพันธุ์มีเต้านมไม่ต่ำกว่า 12 เต้า (6 คู่) มีขาแข็งแรง กีบทุกกีบเสมอกัน มีลักษณะอวัยวะเพศที่สมบูรณ์ไม่เล็กจนเกินไปหรือผิดปกติ ไม่เป็นไส้เลื่อนที่ถุงอัณฑะ ไส้เลื่อนสะดือ หรือไส้เลื่อนขาหนีบ ไม่เป็นอัมพาตของแดง ไม่มีลักษณะของสุกรพิการหรือผิดปกติ เช่น หลังโก่ง เป็นฝี และเมื่อสุกรมีอายุ 10 สัปดาห์ หรือน้ำหนักได้ประมาณ 25 กิโลกรัม จึงคัดเลือกสุกรอีกครั้งหนึ่งเพื่อคัดเลือกสุกรที่สมบูรณ์ ไม่มีอาการป่วย หรือลักษณะผิดปกติ เพื่อเข้าทดสอบพันธุ์เมื่อน้ำหนักประมาณ 20 ถึง 30 กิโลกรัม (± 2 กิโลกรัม) ขึ้นกับระบบทดสอบของแต่ละฟาร์มที่อาจแตกต่างกัน

2. การให้อาหารสุกรทดสอบพันธุ์

การทดสอบพันธุ์ของกรมปศุสัตว์ให้อาหารสูตรทดสอบพันธุ์ที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี เยื่อใย 8 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 1 (บางฟาร์มอาจให้สุกรทดสอบกินอาหารเหมือนสุกรขุน คือให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนและพลังงานตามระยะการเจริญเติบโต) ให้สุกรกินอาหารเต็มที (วันละประมาณ 3 มื้อ คือในช่วงเช้า ก่อนเที่ยง และในช่วงเย็น) การให้อาหารแต่ละครั้งไม่ควรให้ในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไปเพราะจะทำให้มีอาหารเหลือค้างอยู่ในรางหรือทำให้สุกรได้กินอาหารไม่เต็มที โดยต้องบันทึกปริมาณอาหารที่ให้สุกรกินและอาหารที่เหลือทุกครั้ง

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสำหรับสุกรทดสอบพันธุ์ของกรมปศุสัตว์

วัตถุดิบ	ปริมาณ
ปลายข้าว	53.00
รำละเอียด	15.00
กากถั่วเหลือง	22.00
ปลาป่น	5.00
ไคแคลเซียม	4.00
เกลือป่น	0.20
แอลไลซีน	0.10
พรีมิกซ์สุกรรุ่น	0.25
ไคน่า-ไทมูลิน	0.01
ยาจับเชื้อรา	0.20
ยาฟิโคซิน-20/ทิวโคการ์ด	0.05
ยาโซมม็อกซ์	0.06
วิตามินซี	0.10
ยาถ่ายพยาธิโซเมคติน	0.03
รวม	100.00

3. รายละเอียดขั้นตอนการทดสอบพันธุ์

ในขั้นตอนการทดสอบพันธุ์มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบพันธุ์ ดังแสดงในภาคผนวก 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 นำสุกรที่ผ่านการคัดเลือกเข้าทดสอบพันธุ์เมื่อน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม (\pm 2 กิโลกรัม) หรืออาจจะเริ่มที่น้ำหนัก 20 หรือ 25 กิโลกรัม หรืออาจใช้เกณฑ์อายุในการเริ่มต้นทดสอบ เช่น อายุ 10 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การทดสอบพันธุ์ของแต่ละฟาร์ม
- 3.2 ชั่งน้ำหนักสุกรทุกๆ 21 วัน (3 สัปดาห์) บันทึกข้อมูลน้ำหนักลงในแบบฟอร์มเก็บข้อมูลทดสอบพันธุ์ โดยงดให้อาหารสุกรประมาณ 12 ชั่วโมงก่อนชั่งน้ำหนัก ควรชั่งน้ำหนักสุกรในช่วงเช้า
- 3.3 ทำความสะอาดคอกสุกรอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีสุกรป่วยให้รีบทำการรักษา
- 3.4 สิ้นสุดการทดสอบพันธุ์เมื่อสุกรมีน้ำหนักตรงตามที่กำหนด เช่น 90 100 หรือ 110 กิโลกรัม (\pm 2 กิโลกรัม) หรือใช้เกณฑ์อายุซึ่งโดยทั่วไปนิยมที่อายุ 20 สัปดาห์ ขึ้นกับวัตถุประสงค์หรือข้อกำหนดการทดสอบพันธุ์ของฟาร์ม
- 3.5 วัดความหนาไขมันสันหลัง (อาจวัดความลึกเนื้อสัน หรือพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มเติม) วัดความยาวลำตัว ความยาวรอบอก และความสูงของสุกร เมื่อสุกรสิ้นสุดการทดสอบ ควรวัดค่าต่างๆ ภายใน 7 วัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำสอดคล้องกับอายุหรือน้ำหนักที่ต้องการ

3.6 คำนวณอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain, ADG) จากน้ำหนักสุกรที่เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นทดสอบถึงวันจบทดสอบ นำมาหารด้วยจำนวนวันทดสอบพันธุ์

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักสุกรที่เพิ่มขึ้น}}{\text{จำนวนวันทดสอบพันธุ์}}$$

3.7 คำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR) ช่วงระหว่างทดสอบพันธุ์ จากปริมาณอาหารที่สุกรกินทั้งหมด นำมาหารด้วยน้ำหนักสุกรที่เพิ่มขึ้น

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักสุกรที่เพิ่มขึ้น}}$$

3.8 คำนวณปริมาณอาหารเฉลี่ยที่สุกรกินต่อวัน (Average daily feed intake, ADFI) จากปริมาณอาหารที่สุกรกินทั้งหมดในช่วงการทดสอบพันธุ์ นำมาหารด้วยจำนวนวันทดสอบ

$$ADFI = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด}}{\text{จำนวนวันที่ทดสอบ}}$$

3.9 การคำนวณอายุเมื่อน้ำหนัก 90 กิโลกรัม (Day to 90 kg, AGE90) เป็นการนับจากวันเกิดถึงวันจบทดสอบที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัม ในกรณีที่สุกรจบทดสอบมีน้ำหนักไม่ถึง 90 กิโลกรัม ให้คำนวณว่าเหลือน้ำหนักเท่าไรจึงจะถึง 90 กิโลกรัม นำมาหารด้วย ADG นำค่าที่ได้นำไปบวกกับจำนวนวันที่นับได้ถึงวันจบทดสอบ จะเป็นอายุที่น้ำหนัก 90 กิโลกรัมที่ถูกต้อง หรือกรณีที่น้ำหนักจบทดสอบเกินกว่า 90 กิโลกรัม ให้คำนวณหาน้ำหนักที่เกิน 90 กิโลกรัม นำมาหารด้วย ADG นำค่าที่ได้ไปลบออกจากจำนวนวันที่นับได้ถึงวันจบทดสอบ

4. การวัดความยาวลำตัว ความยาวรอบอก และความสูงของสุกร

การวัดความยาวลำตัว ความยาวรอบอก และความสูงของสุกร มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลลักษณะปรากฏของสุกรที่มีความสำคัญต่อลักษณะทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะความยาวลำตัวของสุกร สุกรที่มีลำตัวยาวจะให้ส่วนของเนื้อสันนอก สามชั้น มากกว่าสุกรที่มีลำตัวสั้น ซึ่งเนื้อทั้งสองส่วนนี้มีมูลค่าสูง นอกจากนี้ลำตัวที่ยาวยังอาจให้จำนวนซี่โครงที่มากกว่า จำนวนเต้านมและระยะห่างระหว่างเต้านมมากกว่า พื้นที่ช่องท้องที่มากกว่าหมูลำตัวสั้นส่งผลต่อจำนวนลูกต่อครอกและความสามารถในการเลี้ยงลูก ในขณะที่สุกรที่มีช่วงหน้าอกใหญ่จะมีระบบการหายใจที่ดี และจะมีเนื้อแดงที่ส่วนไหล่มากกว่าสุกรที่มีรอบอกเล็ก แต่ทั้งนี้ความยาวลำตัวและความยาวรอบอกต้องมีความสมดุลกัน ส่วนความสูงของสุกรมีผลต่อความแข็งแรงของขา ความสามารถในการผสมพันธุ์ และความสมดุลของลักษณะรูปร่าง สุกรควรมีความสูงปานกลาง สุกรที่สูงเกินไปขามักจะไม่แข็งแรงและมีการทรงตัวไม่ดี สุกรเพศผู้ที่เตี้ยมากจะมีปัญหาในการขึ้นทับตัวเมียหรือการขึ้นหุ่นเพื่อรีดเก็บน้ำเชื้อ นอกจากนี้อาจจะเก็บข้อมูลส่วนอื่นเพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือก เช่น วัดเส้นรอบวงข้อขา วัดความกว้างสะโพก วัดความกว้างไหล่ วัดขนาดใบหู วัดขนาดอัมตะ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกพันธุ์ การวัดเส้นรอบวงข้อขาใช้สำหรับคัดเลือกสุกรที่มีข้อขาใหญ่แข็งแรง รับน้ำหนักได้ดี การวัดความกว้างสะโพกและไหล่ใช้คัดเลือกสุกรสายพ่อพันธุ์ที่มีมัดกล้ามเนื้อและ

ให้เนื้อแดงมาก การวัดขนาดใบหูมีความเกี่ยวข้องกับการระบายความร้อนของสุกร และขนาดอวัยวะแสดงถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของสุกรพ่อพันธุ์ เป็นต้น

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัด

ใช้ลวดมัดปากสุกรหรือเชือกผูกปาก และเทปสายวัด

การกำหนดตำแหน่งเพื่อใช้ในการวัด

- ใช้เชือกหรือลวดผูกปากสุกรให้ยี่นึ่ง ให้ส่วนหัวขนานกับพื้นคอกหรือแหงนหน้าขึ้นเล็กน้อย จัดคอกหน้าให้เสมอกัน ถ้าสุกรแหงนหน้าขึ้นสูงจะส่งผลต่อการวัดความยาวลำตัวทำให้ได้ข้อมูลความยาวลำตัวสุกรสั้นลง ถ้าสุกรก้มหัวลงต่ำมากจะได้ข้อมูลความยาวลำตัวมากขึ้น อาจส่งผลให้มีความแตกต่างกัน 3 - 5 ซม. ดังนั้นควรผูกปากสุกรให้ระดับหัวของสุกรขนานกับพื้น หรือแหงนหน้าขึ้นเล็กน้อย

- หาดำแหน่งกึ่งกลางโคนหู ตำแหน่งจุดรอยต่อระหว่างหัวกับกระดูกคอ และหาจุดกึ่งกลางของจุดรอยต่อ ใช้ปากกาเมจิกกำหนดตำแหน่งไว้

- หาดำแหน่งโคนหาง โดยจับหางสุกรยกขึ้น จุดที่เป็นรอยพับระหว่างหางและลำตัวจะเป็นตำแหน่งโคนหางสุกร ใช้ปากกาเมจิกกำหนดตำแหน่งไว้

- หาดำแหน่งซี่โครงซี่แรก เมื่อสุกรยืนตรงนิ่งให้ขาคู่หน้าเสมอกันจะสังเกตเห็นร่องกระดูกของโคนขาหน้า ให้ลากเส้นขึ้นไปหาจุดกึ่งกลางหลัง ใช้ปากกาเมจิกกำหนดตำแหน่งไว้

- หาดำแหน่งซี่โครงคู่สุดท้าย โดยใช้ปลายนิ้วกดบริเวณซี่ข้างของสุกรคลำหากระดูกซี่โครงซี่สุดท้ายเป็นตำแหน่งห่างจากกึ่งกลางหลังไปทางพื้นท้องประมาณ 9 นิ้ว ซึ่งจะเป็นจุดที่กระดูกซี่โครงสุดท้ายโค้งไปด้านสะโพกมากที่สุด จากนั้นลากเส้นตรงขึ้นไปยังแนวกึ่งกลางหลัง และขยับไปทางด้านหัวสุกรประมาณ 1 นิ้ว จะเป็นตำแหน่งซี่โครงคู่สุดท้าย ใช้ปากกาเมจิกกำหนดตำแหน่งไว้

เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้ว ใช้เทปสายวัดหาค่าตำแหน่งเพื่อวัดค่าที่ต้องการ โดยวัดเป็นหน่วยเซนติเมตร ตำแหน่งและระยะการวัดดังแสดงในภาพที่ 13

การวัดความยาวลำตัวสุกร

ตำแหน่ง L1 เป็นความยาวลำตัวจากตำแหน่งกึ่งกลางโคนหูถึงตำแหน่งโคนหาง

ตำแหน่ง L2 เป็นความยาวลำตัวจากตำแหน่งซี่โครงซี่แรกถึงตำแหน่งโคนหาง

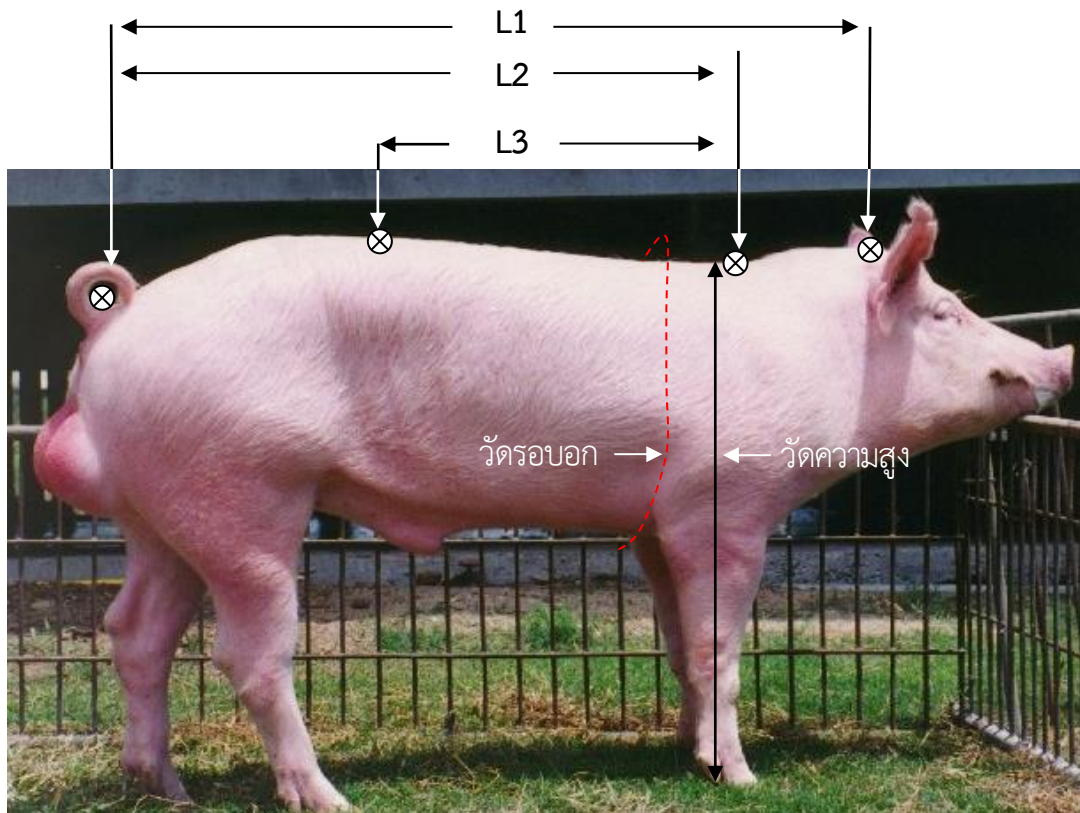
ตำแหน่ง L3 เป็นความยาวลำตัวตำแหน่งจากซี่โครงซี่แรกถึงตำแหน่งซี่โครงสุดท้าย

การวัดความยาวรอบอก

ใช้เทปสายวัดวัดรอบลำตัวที่ชอกขาหน้า (ชอกรักแร้) เป็นตำแหน่งรอบอกของสุกร วัดในจังหวะที่สุกรหายใจออก

การวัดความสูง

ใช้เทปสายวัดวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางขาหน้า จากพื้นคอกขึ้นไปตามแนวตั้งไปยังไหล่ของสุกรจุดที่สูงที่สุดเป็นตำแหน่งความสูงของสุกร สุกรน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ปกติจะมีความสูงระหว่าง 60 - 65 เซนติเมตร



ภาพที่ 13 ตำแหน่งการวัดความยาวลำตัว ความยาวรอบอก และความสูงของสุกร

ตำแหน่ง L1: ความยาวลำตัวจากตำแหน่งกึ่งกลางโคนหูถึงตำแหน่งโคนหาง

ตำแหน่ง L2: เป็นความยาวลำตัวจากตำแหน่งซี่โครงซี่แรกถึงตำแหน่งโคนหาง

ตำแหน่ง L3: เป็นความยาวลำตัวตำแหน่งจากซี่โครงซี่แรกถึงตำแหน่งซี่โครงสุดท้าย

5. การวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

ความหนาไขมันสันหลัง (Backfat thickness, BF) เป็นค่าที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงปริมาณเนื้อแดงในซากหรือคุณภาพซากของสุกร สุกรที่มีไขมันสันหลังบางมากแสดงถึงคุณภาพซากที่ดี มีปริมาณเนื้อแดงมาก โดยความหนาไขมันสันหลังเป็นสัดส่วนผกผันกับปริมาณเนื้อแดง คือ สุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังมาก แสดงว่ามีปริมาณไขมันในซากมาก มีปริมาณเนื้อแดงน้อย ในขณะที่สุกรที่มีความหนาไขมันสันหลังบาง จะมีปริมาณไขมันในซากน้อย มีปริมาณเนื้อแดงมาก หรือมีคุณภาพซากดี (Hoa และคณะ, 2021) ความหนาไขมันสันหลังจึงเป็นค่าที่บ่งบอกได้ถึงคุณภาพซากโดยไม่จำเป็นต้องฆ่าสุกรเนื่องจากมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูง (Kim และ Kim, 2017) การวัดความหนาไขมันสันหลังเป็นการวัดที่ทำได้ง่าย ทำได้หลายวิธี ตั้งแต่การใช้ไม้บรรทัดเหล็กวัดไขมันสันหลัง (Metal probe) เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound) หรือเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงแบบ Real-time (Real-time ultrasound) ที่มีราคาแพง แต่ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำสูง

นอกจากความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน (Loin depth, LD) และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area, LEA) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณเนื้อแดงและคุณภาพซาก (Pringle และ Williams,

2000) แต่การวัดความลึกเนื้อสันและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่สามารถวัดด้วย Probe ได้ ต้องใช้เครื่อง Ultrasound หรือ Real-time ultrasound เท่านั้น เนื่องจากการวัดที่ลึกลงไปในระดับกล้ามเนื้อ โดยเครื่อง Ultrasound จะสามารถใช้วัดความลึกเนื้อสันได้ แต่ถ้าต้องการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันต้องใช้เครื่อง Real-time ultrasound ที่แสดงผลเป็นภาพของหน้าตัดเนื้อสันและนำมาคำนวณเป็นพื้นที่ ข้อมูลพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจะเป็นข้อมูลที่บ่งชี้ปริมาณเนื้อแดงของสุกรได้ชัดเจน (Pringle และ Williams, 2000) โดยที่ไม่จำเป็นต้องฆ่าสุกรเพื่อศึกษาซาก

การวัดความหนาไขมันสันหลังจะวัดเมื่อสุกรจบทดสอบพันธุ์ ควรวัดภายใน 7 วันหลังจากจบการทดสอบพันธุ์ เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด และควรวัดพร้อมไปกับการเก็บบันทึกข้อมูลลักษณะภายนอกอื่นๆ เช่น ความยาวลำตัว ความสูง

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดความหนาไขมันสันหลัง

1. ลวดมัดปากสุกรหรือเชือกผูกปาก
2. ปากกาเมจิก
3. สายเทปสำหรับวัด
4. การวัดด้วยไม้บรรทัดเหล็กวัดไขมันสันหลัง
 - 4.1 ไม้บรรทัดเหล็กวัดไขมันสันหลัง
 - 4.2 ค้ำมมีดผ่าตัด และใบมีดผ่าตัด
 - 4.3 ทิงเจอร์ไอโอดีน สาลี
5. การวัดด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง
 - 5.1 เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound)
 - 5.2 หรือเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงแบบ Real-time (Real-time ultrasound)
 - 5.3 เจลสำหรับใช้กับเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง

ตำแหน่งวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

การกำหนดตำแหน่งเพื่อวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ดังแสดงตามภาพที่ 14 และภาพที่ 15 มีรายละเอียดดังนี้

1. ตำแหน่งซี่โครงคู่สุดท้าย

ใช้ปลายนิ้วมือกดบริเวณช่องท้องห่างจากกึ่งกลางหลังไปทางพื้นที่ท้องประมาณ 9 นิ้ว จะเป็นจุดที่ซี่โครงคู่สุดท้ายโค้งไปด้านสะโพกมากที่สุด แล้วลากเส้นตรงขึ้นไปยังแนวกึ่งกลางหลังและขยับเลื่อนไปด้านหัวของสุกรประมาณ 1 นิ้ว ซึ่งเป็นตำแหน่งซี่โครงคู่สุดท้าย ใช้ปากกาเมจิกแต้มจุดไว้ตรงกึ่งกลางหลัง

หาตำแหน่ง P1 ของซี่โครงคู่สุดท้าย เป็นตำแหน่งที่ห่างจากกึ่งกลางหลัง 1.8 นิ้ว (4.5 ซม.)

หาตำแหน่ง P2 ของซี่โครงคู่สุดท้าย เป็นตำแหน่งที่ห่างจากแกนหลัง 2.6 นิ้ว (6.5 ซม.)

ใช้ปากกาเมจิกแต้มจุด P1 และ P2 เป็นจุดที่ 1 และจุดที่ 2

2. ตำแหน่งโคนสะโพก

วางฝ่ามือทาบที่บริเวณกึ่งกลางตรงตำแหน่งโคนสะโพกเพื่อหาปุ่มกระดูกที่โคนสะโพก ใช้นิ้วหัวแม่มือกดหาปุ่มกระดูก ปุ่มกระดูกจะห่างจากกึ่งกลางหลังประมาณ 4 - 5 นิ้ว เมื่อพบปุ่มกระดูกให้หาจุด

ด้านหน้าสุดของปุ่มกระดูก (ไปด้านหัวของสุกร) แล้วลากเส้นไปยังกึ่งกลางหลัง จะเป็นตำแหน่งโคนสะโพก ใช้ปากกาเมจิกแต้มไว้ (จุดโคนสะโพกจะห่างจากโคนหางประมาณ 9 - 10 นิ้ว ในสุกรน้ำหนัก 90 กิโลกรัม เป็นจุดที่ใกล้เคียงกับรอยต่อระหว่างกระดูกสันหลัง และกระดูกสะโพก) เป็นจุดที่ใช้วัดความหนาไขมันสันหลังที่จุด P1 ของโคนสะโพก

ตำแหน่ง P1 ของตำแหน่งโคนสะโพก เป็นตำแหน่งห่างจากกึ่งกลางหลัง 1.8 นิ้ว = 4.5 ซม. ใช้ปากกาเมจิกกำหนดจุดไว้ เป็นจุดที่ 3

3. ตำแหน่งซีโครงคู่ที่ 10 - 11

ลากเส้นจากแนวซอกขาหน้าขึ้นไปยังกึ่งกลางหลัง บริเวณนี้เป็นตำแหน่งซีโครงคู่ที่ 5 แล้วหาตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างซีโครงคู่ที่ 5 กับตำแหน่งซีโครงคู่สุดท้าย ซึ่งเป็นตำแหน่งซีโครงคู่ที่ 10 - 12

ตำแหน่ง P2 ของซีโครงคู่สุดท้าย เป็นตำแหน่งห่างจากกึ่งกลางหลัง 2.6 นิ้ว = 6.5 ซม. ใช้ปากกาเมจิกกำหนดจุดไว้ เป็นจุดที่ 4 จุดนี้ต้องวัดความหนาไขมันสันหลังและความลึกของเนื้อสัน

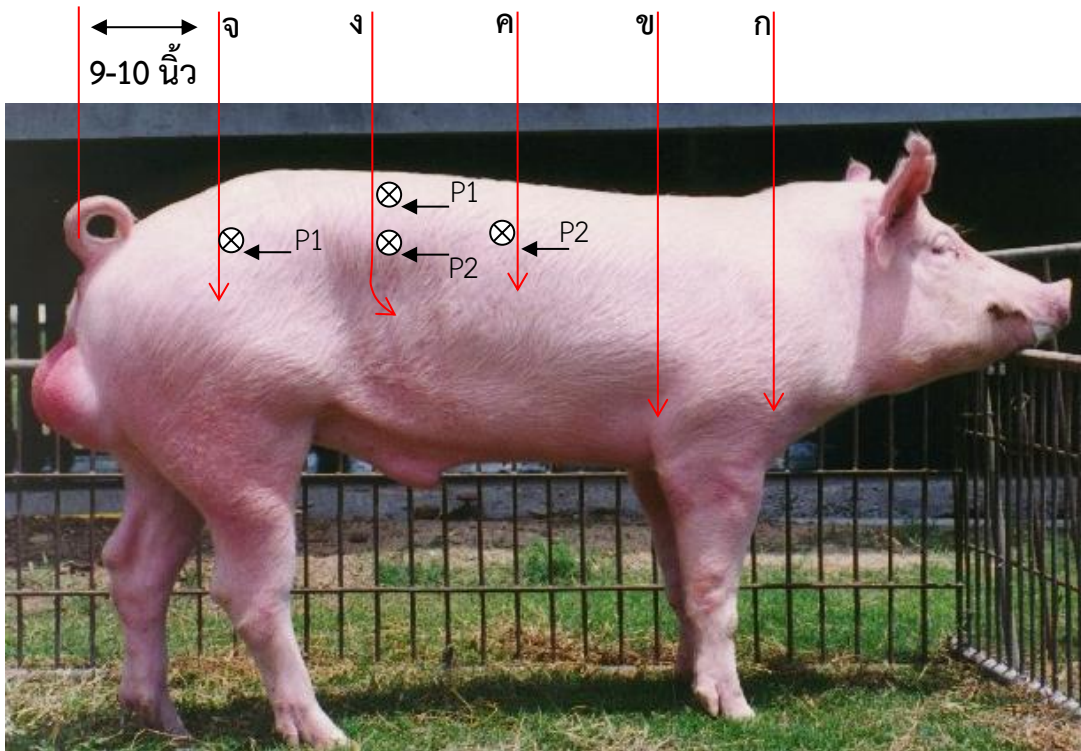
จุดที่จะวัดความหนาไขมันสันหลัง 4 ตำแหน่ง

ตำแหน่งที่ 1 ซีโครงคู่สุดท้าย P1 (ห่างจากกึ่งกลางหลัง 1.8 นิ้ว = 4.5 ซม.)

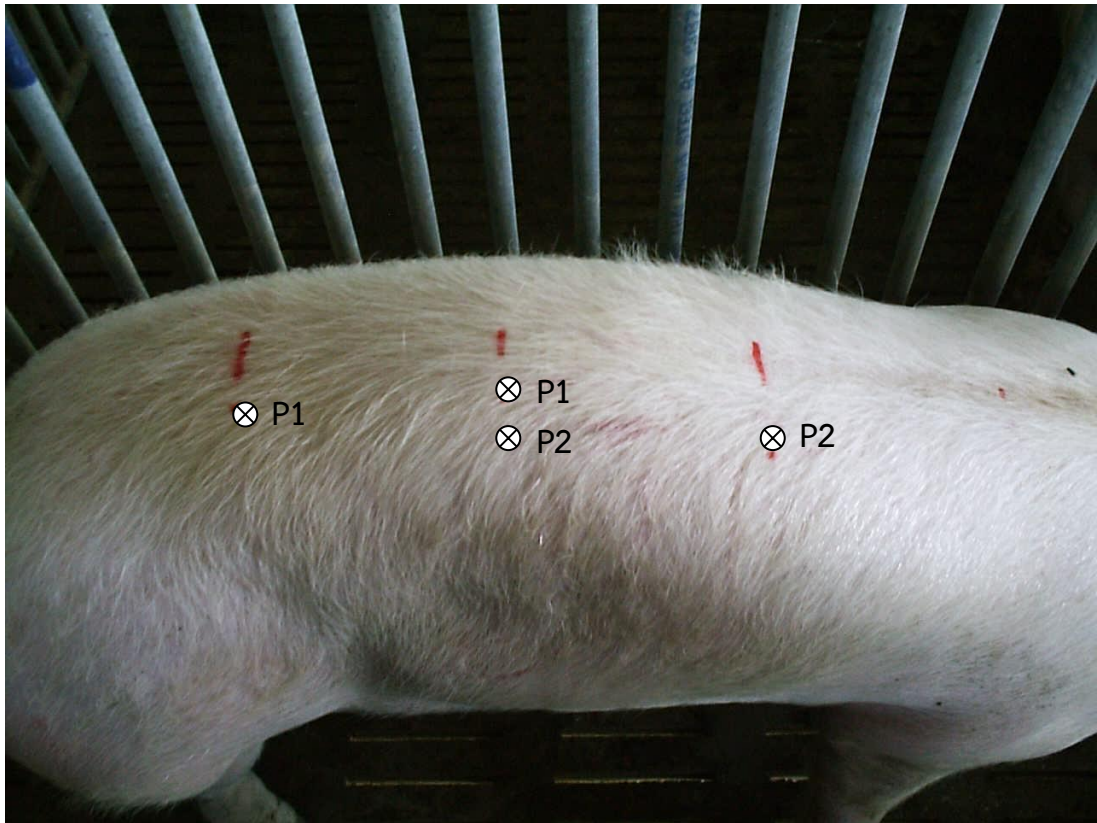
ตำแหน่งที่ 2 ซีโครงคู่สุดท้าย P2 (ห่างจากกึ่งกลางหลัง 2.6 นิ้ว = 6.5 ซม.)

ตำแหน่งที่ 3 โคนสะโพก P1 (ห่างจากกึ่งกลางหลัง 1.8 นิ้ว = 4.5 ซม.)

ตำแหน่งที่ 4 ซีโครงคู่ที่ 10 - 11 P2 (ห่างจากกึ่งกลางหลัง 2.6 นิ้ว = 6.5 ซม.)



- ภาพที่ 14 ตำแหน่งสำหรับการวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน
- ก. ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 1 (ร่องกระดูกขาหน้าสุกร)
 - ข. ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 5 (ซอกขาหน้าสุกร)
 - ค. ตำแหน่งซี่โครงที่ 10 - 11 (กึ่งกลางระหว่างซี่โครงคู่ที่ 5 กับซี่โครงคู่สุดท้าย)
 - ง. ตำแหน่งซี่โครงคู่สุดท้าย
 - จ. ตำแหน่งโคนสะโพก (ห่างจากโคนหาง 9 - 10 นิ้ว และจากจุดด้านหน้ากระดูกโคนสะโพกไปถึงแกนหลัง 4 - 5 นิ้ว)



ภาพที่ 15 ตำแหน่งสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจากมุมมองด้านบนตัวสุกร

ตำแหน่งที่ 1 - ซีโครงคู่สุดท้าย P1 (ห่างจากแกนหลัง 1.8 นิ้ว = 4.5 ซม.)

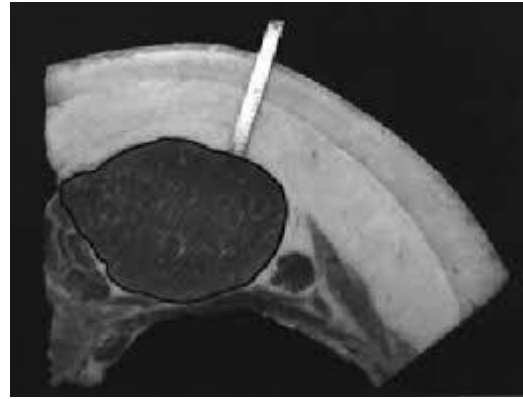
ตำแหน่งที่ 2 - ซีโครงคู่สุดท้าย P2 (ห่างจากแกนหลัง 2.6 นิ้ว = 6.5 ซม.)

ตำแหน่งที่ 3 - โคนสะโพก P1 (ห่างจากแกนสันหลัง 1.8 นิ้ว = 4.5 ซม.)

ตำแหน่งที่ 4 - ซีโครงคู่ที่ 10 - 11 P2 (ห่างจากแกนหลัง 2.6 นิ้ว = 6.5 ซม.)

การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยไม้บรรทัดเหล็ก

1. โคนขนบริเวณตำแหน่งที่จะวัดขนาดประมาณ 1 - 2 ตารางเซนติเมตร (ตำแหน่งที่ 1 - 4)
2. เช็ดบริเวณที่จะวัดด้วยทิชชูหรือไอโอดีนหรือแอลกอฮอล์
3. ใช้มีดผ่าตัดเจาะลงไปให้ตั้งฉากกับแนวยาวของลำตัวสุกร เปิดแผลกว้างประมาณครึ่งนิ้ว
4. ใช้ไม้บรรทัดเหล็ก (ภาพที่ 16) กดลงตรงปากแผลให้ตั้งฉากกับแนวยาวของลำตัวสุกรแล้ว กดไม้บรรทัดเหล็กลงไปให้ทะลุผ่านชั้นไขมันจนรู้สึกตึงมือและไม่สามารถผ่านทะลุลงไปได้อีกแสดงว่าถึงชั้นกล้ามเนื้อจึงหยุด แล้วเลื่อนที่ลือคไม้บรรทัดให้แตะบริเวณผิวหนังของสุกรเป็นแนวเดียวกันกับระดับผิวหนัง



ภาพที่ 16 การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยไม้บรรทัดเหล็ก (Metal probe)

(ก) ไม้บรรทัดเหล็กสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลังสุกร (<https://www.nascoeducation.com/swine-backfat-probe-c00155.html>)

(ข) ตำแหน่งการวัดความหนาไขมันสันหลังสุกรด้วยไม้บรรทัดเหล็ก (<https://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday98/psd03-98.html>)

5. อ่านค่าความหนาไขมันสันหลังมีหน่วยเป็นนิ้ว นำมาแปลงค่าเป็นเซนติเมตรโดยคูณด้วย 2.54 หรือแปลงเป็นมิลลิเมตรโดยคูณด้วย 25.4 เช่น วัดความหนาไขมันได้ 0.6 นิ้ว จะแปลงค่าได้ดังนี้

$$0.6 \text{ นิ้ว} \times 2.54 = 1.52 \text{ ซม.}$$

$$0.6 \text{ นิ้ว} \times 25.4 = 15.2 \text{ มม.}$$

6. ดึงไม้บรรทัดออกใส่แปลด้วยทิงเจอร์ไอโอดีน

7. ล้างเครื่องมือให้สะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ

8. การคำนวณความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย เป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยของตำแหน่งที่ 1 (P1 ของซี่โครงสุดท้าย) และตำแหน่งที่ 3 (P1 ของโคนสะโพก) เช่น ตำแหน่งที่ 1 วัดได้ = 0.6 นิ้ว ตำแหน่งที่ 3 วัดได้ = 0.8 นิ้ว

$$\text{ความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ย} = \frac{0.6 + 0.8}{2} = 0.7 \text{ นิ้ว}$$

$$\text{แปลงหน่วยเป็นเซนติเมตร } 0.7 \times 2.54 = 1.78 \text{ ซม. หรือ } 17.8 \text{ มม.}$$

การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง

เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound) เป็นเครื่องที่ใช้หลักการเดียวกับการใช้คลื่นโซนาร์ของค้างคาวหรือชาวประมง เมื่อคลื่นไปกระทบเป้าหมายจะสะท้อนกลับหรือเป็นเสียงสะท้อน การวัดเสียงที่สะท้อนจะสามารถวัดระยะทาง ขนาด รูปร่าง หรือความสม่ำเสมอได้ ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์เพื่อใช้วัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และปริมาณไขมันแทรก เครื่องที่นิยมนำมาใช้วัดความหนาไขมันสันหลังเป็นเครื่องรุ่น Preg-alert pro หรือ Lean-meter (Renco, USA) ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้หลักการทำงานเหมือนกัน แตกต่างกันตรงรายละเอียดวิธีการใช้งาน ซึ่งเครื่องรุ่น Preg-alert pro จะสามารถใช้วัดความหนาไขมันสันหลัง ความลึกเนื้อสัน (Loin depth; LD) และตรวจการตั้งท้องได้ ในขณะที่

ที่เครื่องรุ่น Lean-meter ใช้วัดได้เฉพาะความหนาไขมันสันหลัง เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงนี้จะเป็นการวัดในรูปแบบ A-mode โดยแสดงผลในรูปแบบมิติเดียว (One-dimensional image) เป็นกราฟหรือแสดงค่าที่วัดได้เป็นตัวเลข (Ostrum และคณะ, 1967) ในขณะที่เครื่องวัดความหนาไขมันรุ่นใหม่ๆมีการพัฒนาเทคโนโลยีของคลื่นเสียงความถี่สูงและการแสดงผลมากขึ้น จะสามารถทำงานในรูปแบบ B-mode ซึ่งแสดงผลแบบสองมิติ (Two-dimensional image) ผลที่ได้จะเป็นลักษณะ Real-time หรือที่เรียกว่า Real-time ultrasound ตัวอย่างเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลังดังแสดงในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลัง

- (ก) เครื่องยี่ห้อ Renco รุ่น Preg alert (ข) เครื่องยี่ห้อ Renco รุ่น Lean meter
 (ค) เครื่องยี่ห้อ KeeboMed รุ่น UT01 (ง) เครื่องยี่ห้อ Hitachi รุ่น Aloka500
 (จ) เครื่องยี่ห้อ ECM รุ่น Exago

**การวัดความหนาไขมันสันหลังและความลึกเนื้อสันด้วยเครื่องยี่ห้อ Renco รุ่น Preg alert
ขั้นตอนการวัด**

1. โคนขนบริเวณตำแหน่งที่จะวัด
2. ใช้เจลสำหรับเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงทาบริเวณตำแหน่งที่จะวัด
3. ใช้หัวโพรบแตะตรงบริเวณตำแหน่งที่จะวัด ปรับปุ่มเครื่องวัดไขมันสันหลังไปที่ B.F. อ่านค่าแล้วบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 18

4. การวัดความลึกของเนื้อสัน จะวัดที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10 – 11 ที่ตำแหน่ง P2 ห่างจากกึ่งกลางหลัง 2.6 นิ้ว หรือ 6.5 ซม. (ตำแหน่งที่ 4 ตามภาพที่ 15) ปรับปุ่มเครื่อง วัดไขมันสันหลังไปที่ L อ่านค่าแล้วบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล

ค่าความลึกของเนื้อสันที่วัดได้ต้องนำค่าความหนาไขมันสันหลังมาลบออกจึงจะได้เป็นค่าความลึกของเนื้อสัน เนื่องจากค่าความลึกของเนื้อสันจะรวมค่าความหนาไขมันสันหลังเอาไว้ด้วย ยกเว้นเครื่องบางรุ่นที่สามารถกำหนดให้นำค่าความหนาของไขมันสันหลังไปลบออกโดยอัตโนมัติและได้เป็นค่าความลึกของเนื้อสัน ค่าความลึกของเนื้อสัน 1 หน่วยเซนติเมตร จะเท่ากับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันประมาณ 1 ตารางนิ้ว จึงสามารถนำค่าที่ได้ไปคูณด้วย 6.35 จะได้เป็นค่าโดยประมาณของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเป็นตารางเซนติเมตร



ภาพที่ 18 การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่อง Ultrasound

- (ก) ตำแหน่งที่ใช้วัดความหนาไขมันสันหลังและความลึกสัน P2
- (ข) การวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงยี่ห้อ Renco รุ่น Preg Alert

การวัดความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงแบบ Real-time ยี่ห้อ ECM รุ่น Exago

เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงแบบ Real-time เป็นการทำงานในแบบ B-mode ซึ่งจะแสดงผลเป็นภาพที่ได้จากการวัดจริงๆแบบสองมิติ จึงได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำสามารถมองเห็นได้จากภาพถ่าย เครื่องที่วัดด้วยระบบ Real-time มีหลายยี่ห้อในท้องตลาด แต่ที่นำมาใช้ในการวัดครั้งนี้คือเครื่องยี่ห้อ ECM รุ่น Exago (Canada) ซึ่งสามารถวัดความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และปริมาณไขมันแทรกในเนื้อสุกรได้โดยไม่ต้องฆ่าสุกร ภาพการวัดด้วยเครื่อง ECM รุ่น Exago แสดงในภาพที่ 19

ขั้นตอนการวัด

1. โคนขนบริเวณตำแหน่งที่จะวัด
2. ใช้เจลสำหรับเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงทาบริเวณตำแหน่งที่จะวัด
3. ใช้หัวโพรบเฉพาะสำหรับวัดความหนาไขมันสันหลังในสุกร (L738P Linear probe, ECM) และตรงบริเวณตำแหน่งที่จะวัดตามแนวขวางลำตัว จากกึ่งกลางหลังลงมาตามแนวซี่โครง
4. บันทึกข้อมูลความหนาไขมันสันหลัง และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ซึ่งจะบันทึกเป็นภาพถ่าย ตามรายละเอียดการใช้งานโปรแกรม
5. กรณีวัดปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก ต้องวางหัวโพรบตามแนวยาวบนกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD) โดยให้หัวโพรบอยู่ที่บริเวณตำแหน่ง P2 ตรงบริเวณซี่โครงที่ 10-11 ไปทางด้านท้ายของสุกร
6. นำภาพที่บันทึกไว้ไปวัดค่าความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และปริมาณไขมันแทรก โดยใช้โปรแกรมที่มากับตัวเครื่อง (BioSoft Toolbox, Biotronics Inc.)



ภาพที่ 19 การวัดความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและปริมาณไขมันแทรกด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงแบบ Real-time
 (ก) การวัดความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันสุกรจบทดสอบพ่นฉีด (ข) การวัดความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ค) การวัดปริมาณไขมันแทรก (ง) ภาพพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันแสดงบนหน้าจอเครื่องวัด (จ) ภาพจากการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ฉ) ภาพจากการวัดปริมาณไขมันแทรก

การประเมินคุณภาพเนื้อ คุณภาพซาก และคุณภาพการบริโภค (Meat quality, carcass quality and eating quality assessment)

การประเมินคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และคุณภาพการบริโภค เป็นการประเมินผลผลิตสุดท้ายของขั้นตอนการผลิตสุกร คือ สุกรขุน เพื่อประเมินว่าสุกรขุนมีคุณสมบัติที่จะส่งต่อไปยังผู้บริโภคอย่างไร เป็นขั้นตอนดำเนินการทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ (Meat science) กับซากของสุกรหลังฆ่า ซึ่งขั้นตอนการประเมินคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อในบางส่วนปัจจุบันสามารถประเมินได้จากสุกรมีชีวิตโดยใช้เครื่องมือเฉพาะ เช่น การประเมินไขมันแทรก ไม่ต้องทำให้สุกรตาย ทำให้สามารถนำสุกรที่ผ่านการประเมินไปใช้ในการพัฒนาพันธุ์ได้ ตัวอย่างของเครื่องมือเหล่านี้ เช่น เครื่อง Ultrasound เครื่อง Real-time ultrasound และเครื่อง CT scan เป็นต้น

การประเมินคุณภาพซาก

ลักษณะซากเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เพราะมีมูลค่าทางการตลาดสูง มีปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัยที่จะส่งผลให้ได้ซากที่มีคุณภาพ เช่น พันธุ์ อายุสัตว์ น้ำหนักเข้าฆ่า การจัดการก่อนฆ่า และอาหารที่ได้รับ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปการพิจารณาคุณภาพซากจะพิจารณาจากสัดส่วนเนื้อแดงและไขมันในซาก ซึ่งซากที่มีคุณภาพดีควรมีสัดส่วนกล้ามเนื้อหรือเนื้อแดงต่อไขมันสูง รวมถึงเนื้อต้องมีคุณภาพดีด้วย (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2540) ในการประเมินว่าซากมีคุณภาพดีหรือไม่นั้นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้ (จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา, 2528)

1. สัดส่วนของปริมาณกล้ามเนื้อหรือเนื้อแดงและไขมันในซาก ซากที่มีคุณภาพดีต้องมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อต่อไขมันสูงหรือมีปริมาณเนื้อแดงในซากสูง
2. คุณภาพเนื้อ เนื้อที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติที่ดีในด้านคุณภาพการบริโภค (Eating quality) เช่น สีของเนื้อควรมีสีชมพูอมเทา มีกลิ่นและรสชาติดี ลักษณะเนื้อสัมผัสมีเส้นใยที่ละเอียดและมีความแน่นไม่เหลว เป็นต้น
3. คุณภาพของไขมัน พิจารณาจาก สี ความหนาแน่น และกลิ่น ไขมันที่มีคุณภาพดีจะต้องไม่มีสีที่ผิดปกติ ไม่เหลว ไม่มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ซึ่งจะทำให้เสียคุณสมบัติที่ดีในการเก็บรักษาและการทำผลิตภัณฑ์

หลักเกณฑ์การประเมินคุณภาพซากสุกร

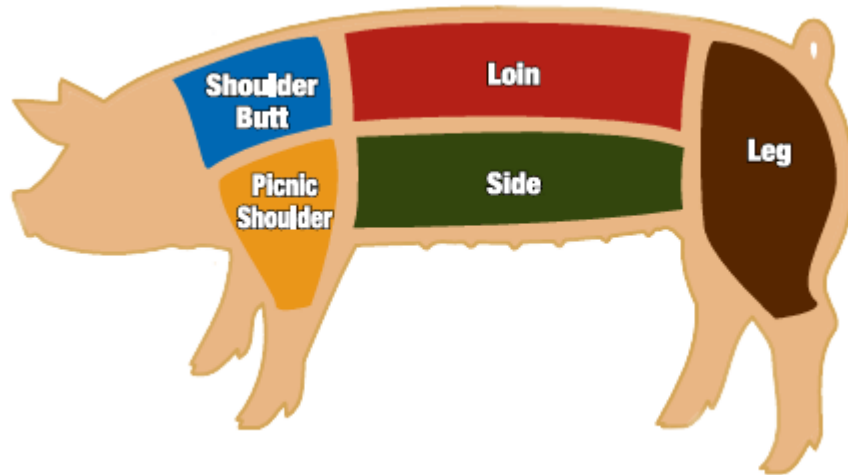
การประเมินคุณภาพซากสุกร ได้แก่ การคำนวณสัดส่วนของปริมาณเนื้อแดงต่อปริมาณไขมัน ซากสุกรที่มีคุณภาพดีต้องมีปริมาณเนื้อแดงสูงและไขมันน้อย โดยทั่วไปการเก็บข้อมูลซากต้องชำแหละซากแต่ละส่วนออกมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณเนื้อแดงและไขมัน หรืออาจจะใช้วิธีการที่ไม่ต้องฆ่าสุกรที่ได้รับ ความนิยมและมีการใช้อย่างแพร่หลาย เช่น การวัดความหนาไขมันสันหลัง (Backfat thickness, BF) การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area, LEA) และการวัด Lenden-Speck-Quotient (LSQ) ซึ่งแต่ละวิธีจะมีความแม่นยำที่แตกต่างกัน (จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา และ ทรงศักดิ์ ต้นพิพัฒน์, 2529; นันทนา นิรมิตเจียรพันธุ์, 2531) สำหรับการประเมินคุณภาพซากสุกรจะเก็บข้อมูลตามแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลซากสุกร

ตามภาคผนวก 2 โดยมีขั้นตอนดังนี้ (วินัย ประถมภ์กาญจน์, 2527; ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2539)

1. ชั่งน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า ต้องอดอาหารสุกรก่อนฆ่า 24 ชั่วโมง
2. ชั่งน้ำหนักซาก (Carcass weight) เป็นการชั่งน้ำหนักของสุกรหลังจากที่ฆ่าแล้ว ไม่รวมส่วนที่เป็นเลือด ขน หัว และอวัยวะภายใน ยกเว้นไตที่ยังคงติดอยู่กับซาก การตัดหัวสุกรจะตัดให้ส่วนคางติดอยู่กับซาก น้ำหนักซากที่ได้เรียกว่าน้ำหนักซากอุ่น (Hot carcass weight) เมื่อนำซากสุกรไปผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จะได้เป็นข้อมูลน้ำหนักซากเย็น (Chilled carcass weight) โดยทั่วไปน้ำหนักซากเย็นจะหนักน้ำหนักของซากอุ่นออกประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์
3. คำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (Dressing หรือ Killing-out percentage) เป็นอัตราส่วนน้ำหนักซากเย็นต่อน้ำหนักสุกรมีชีวิต คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังสูตรต่อไปนี้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2539)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักสุกรมีชีวิต}} \times 100$$

4. ชั่งน้ำหนักชิ้นส่วน โดยการชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระบบในการชำแหละและตัดแต่ง เช่น การจัดเกรดซากตามระบบมาตรฐานของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture, USDA) คือ การตัดแต่งชิ้นส่วนหลักที่เป็นเนื้อแดงจาก 4 ชิ้นส่วนหลัก (Four lean cuts) คือ สะโพก (Ham หรือ Leg) สันนอก (Loin) สันคอ (Boston หรือ Shoulder butt) และไหล่ (Picnic หรือ Picnic shoulder) หรือการจัดเกรดซากตามระบบยุโรป (EU system) คือ การตัดแต่งชิ้นส่วนเนื้อแดงจากเนื้อทั้งหมด 5 ชิ้นส่วนหลัก ได้แก่ สะโพก (Ham) สันนอก (Loin) สันคอ (Boston) ไหล่ (Picnic) และสามชั้น (Belly) การจัดเกรดซากที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์สุกรของกรมปศุสัตว์ใช้ตามระบบของ USDA ดังแสดงในภาพที่ 20

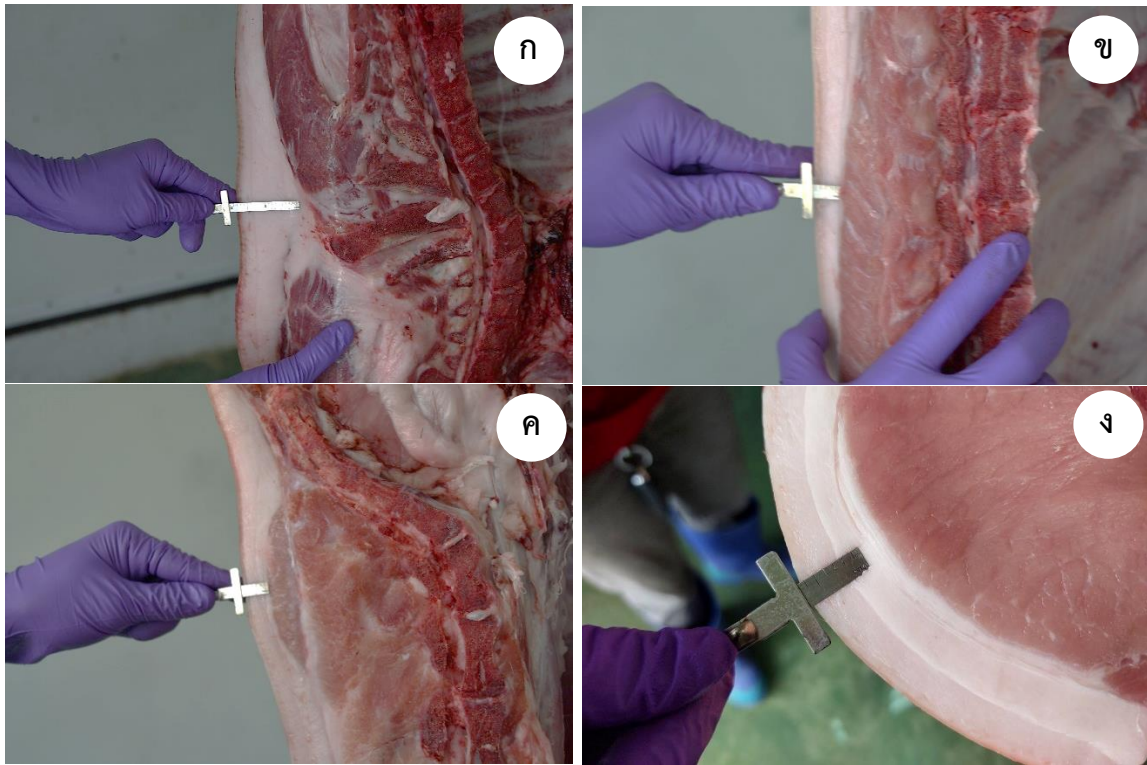


ภาพที่ 20 การตัดแต่งซากสุกรแบบ Four lean cuts ตามมาตรฐาน USDA

แบ่งเนื้อแดงเป็น 4 ชิ้นส่วนหลัก คือสะโพก (Leg) สันนอก (Loin) สันคอ (Shoulder butt) และไหล่ (Picnic shoulder)

ดัดแปลงจาก: <https://www.porkcdn.com/sites/all/files/documents/Retail/Pork%20Inspirations%20%2333%20080912.pdf>

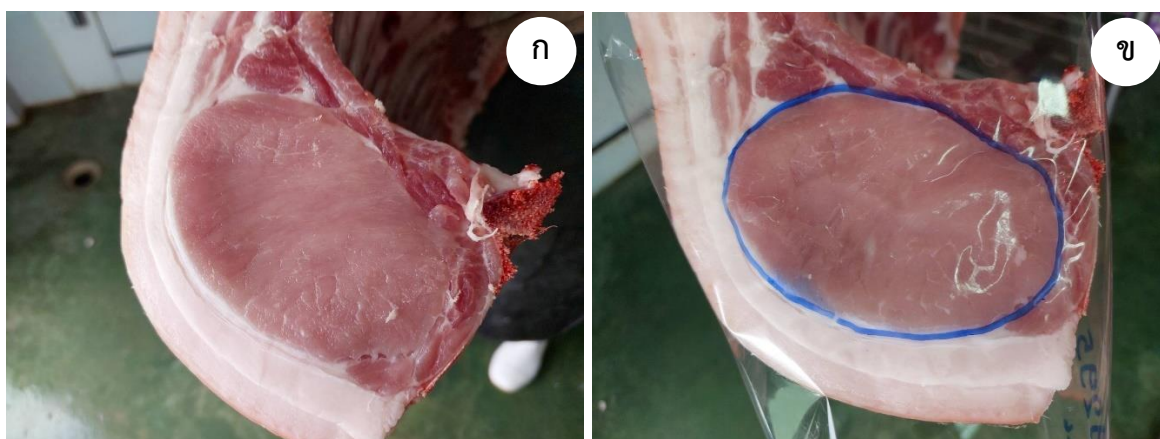
5. วัดความหนาไขมันสันหลัง (Backfat thickness) เมื่อผ่าซากสุกรตามยาวออกเป็นสองซีก ซ้ายและขวาเท่า ๆ กัน วัดความหนาของไขมันสันหลัง 3 ตำแหน่ง ตรงบริเวณตำแหน่งกระดูกซี่โครงซี่แรก (First rib) กระดูกซี่โครงซี่สุดท้าย (Last rib) และกระดูกสันหลังข้อสุดท้าย (Last lumbar) นำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาไขมันสันหลัง และการวัดความหนาไขมันสันหลังบริเวณ Side fat เป็นการวัดความหนาไขมันสันหลังที่ตำแหน่งระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10-11 เป็นตำแหน่งเดียวกับการวัดที่ตำแหน่ง P2 ของสุกรมีชีวัดด้วยเครื่อง Ultrasound ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การวัดความหนาไขมันสันหลังจากซากสุกร

(ก) ตำแหน่งซี่โครงซี่แรก (ข) ตำแหน่งซี่โครงซี่สุดท้าย (ค) ตำแหน่งกระดูกสันหลังข้อสุดท้าย
(ง) ตำแหน่ง Side fat ระหว่างซี่โครงที่ 10-11

6. วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area) เป็นการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโดยวัดจากกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ที่ตัดขวางตรงตำแหน่งระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 โดยใช้แผ่นพลาสติกใสทาบบเพื่อวาดตามขอบของเนื้อสัน ดังแสดงในภาพที่ 22 การวาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจากซากสุกรที่แช่เย็นจะวัดได้ง่ายกว่าซากอุ่นเนื่องจากซากอุ่นมีความอ่อนนุ่มทำให้วาดพื้นที่ได้ยาก เมื่อวาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันได้แล้วจึงนำภาพที่วาดได้มาหาปริมาณพื้นที่โดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบไม้ โปรแกรมคำนวณพื้นที่ หรือใช้ตารางหาพื้นที่ ซึ่งพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อแดงของซาก

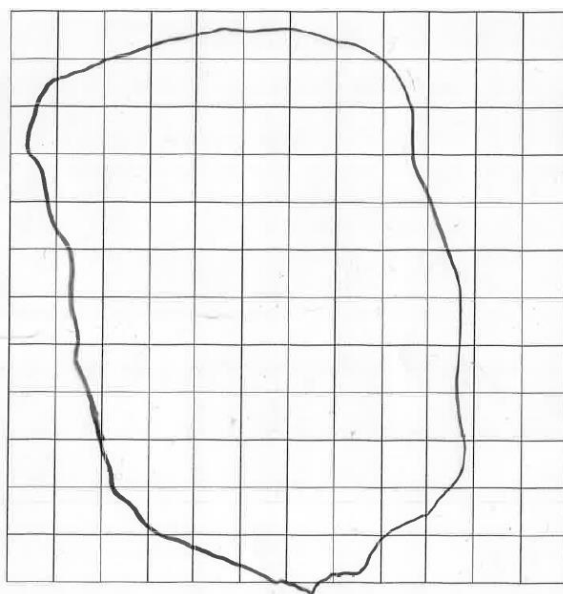


ภาพที่ 22 การวาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก

(ก) เนื้อสันนอกตัดขวางที่ตำแหน่งซี่โครงที่ 10-11 (ข) การวาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันตามแนวขอบของกล้ามเนื้อสันนอกบนพลาสติกใส

การใช้ตารางหาพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

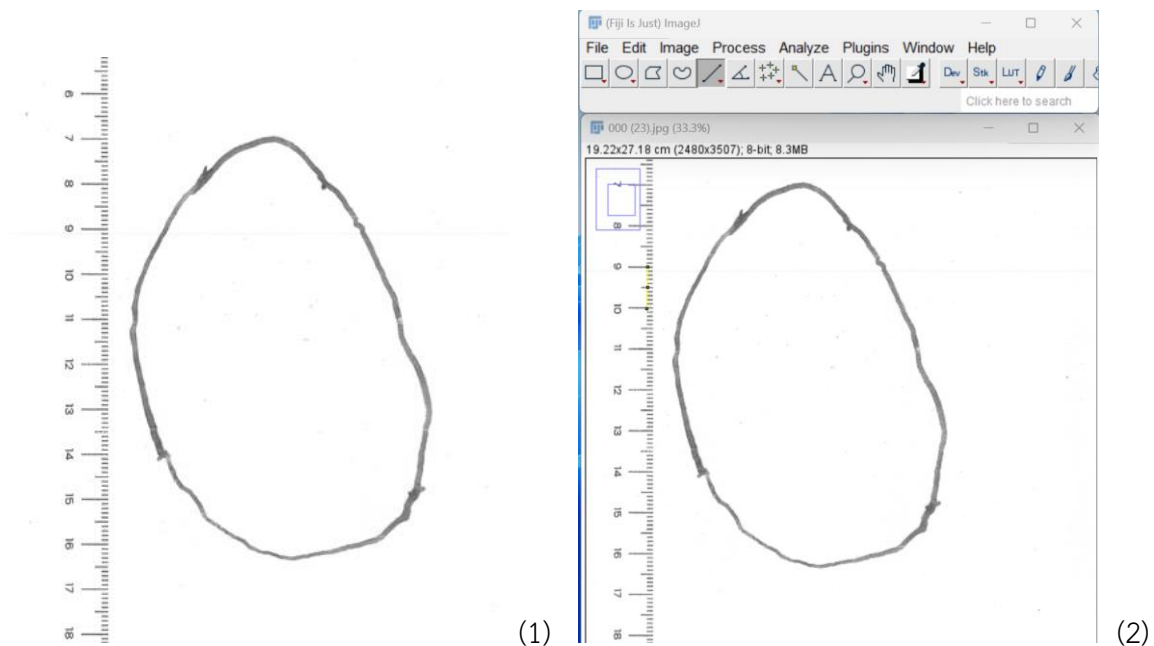
การนำตารางหาพื้นที่ที่กำหนดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน โดยทั่วไปจะใช้ตาราง 2 ขนาด คือ ตารางที่มีช่องตารางที่มีพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรต่อช่อง หรือ 0.25 ตารางเซนติเมตรต่อช่อง (Santos และคณะ, 2014) แต่ที่นิยมใช้กันแพร่หลายเป็นตารางพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรต่อช่องตามภาคผนวก 3 วิธีการวัดโดยนำภาพพื้นที่ที่วาดบนแผ่นใสมาทาบลงบนตาราง จากนั้นจึงนับจำนวนช่องที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ทั้งช่อง รวมกับจำนวนช่องที่อยู่ในพื้นที่บางส่วน (ที่นำพื้นที่มารวมกันให้ครบเท่ากับ 1 ช่อง) จะได้เป็นพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ดังแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 23 การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโดยเทียบกับตารางขนาดช่อง 1 ตารางเซนติเมตร

การคำนวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

นำภาพที่ได้จากการวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันบริเวณตำแหน่งซี่โครงที่ 10-11 มาถ่ายภาพคู่กับไม้บรรทัดที่มีหน่วยวัด (Scale) เป็นนิ้วหรือเซนติเมตร หรือนำไปถ่ายเอกสารคู่กับไม้บรรทัดที่มีหน่วยวัด นำภาพที่ได้มาคำนวณพื้นที่ด้วยเครื่องคำนวณพื้นที่ใบไม้ (Leaf area meter) หรือใช้เครื่องวัดพื้นที่ Planimeter (Gete และคณะ, 2012) หรือโปรแกรมคำนวณพื้นที่เช่น AutoCad® (CAD) (Santos และคณะ, 2014) หรือโปรแกรมประเภท Image analysis software เช่น ImageJ software (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>) ซึ่งสามารถคำนวณพื้นที่จากภาพถ่ายได้สะดวกและมีความแม่นยำ (Miranda de Vargas Junior และคณะ, 2021) ดังแสดงในภาพที่ 24

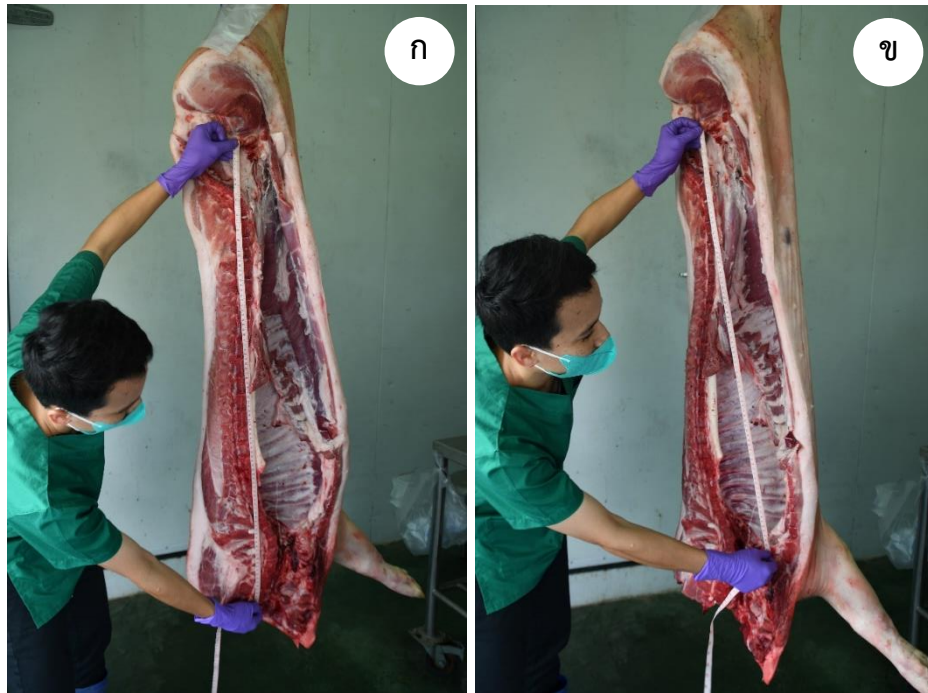


ภาพที่ 24 การคำนวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

(ก) การถ่ายภาพพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันคู่กับไม้บรรทัดที่มีหน่วยวัด

(ข) การคำนวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยโปรแกรม ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>)

7. การวัดความยาวซาก (Carcass length) โดยวัดจากซากสุกรซีกซ้ายหรือซีกขวาในขณะที่แขวนไว้ ประกอบด้วย การวัดความยาวลำตัว เป็นการวัดความยาวจากหัวกระดูกเชิงกราน (Aitch bone) ส่วนหน้าสุดของขาหลังไปตามแนวกระดูกสันหลังไปยังกระดูกคอชิ้นแรก (Atlas bone) และความยาวช่องท้องจากหัวกระดูกเชิงกรานไปยังไปยังกระดูกซี่โครงซี่แรกติดกับกระดูกอกตามภาพที่ 25



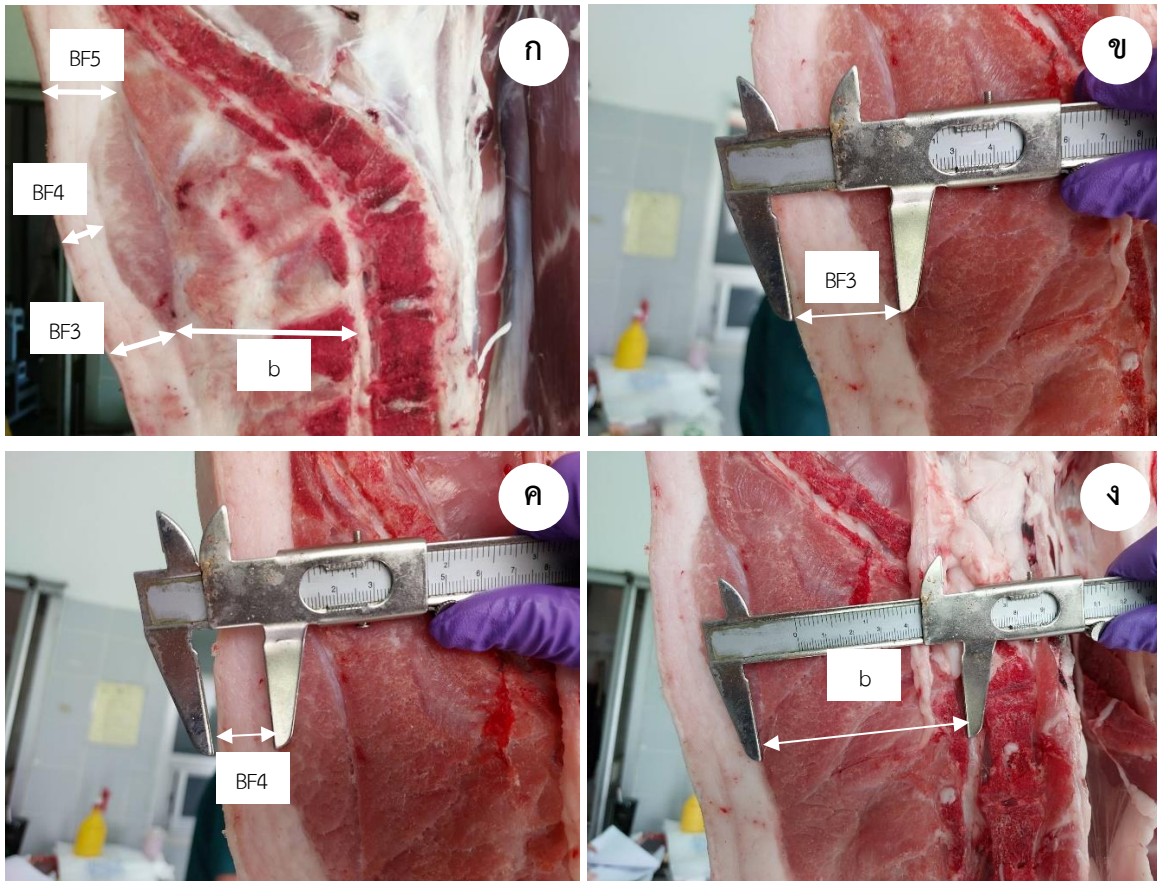
ภาพที่ 25 การวัดความยาวซากของสุกร

(ก) การวัดความยาวลำตัว (ข) การวัดความยาวช่องท้อง

8. การวัด Lenden-Speck-Quotient (LSQ) เป็นวิธีการอย่างง่ายที่ใช้ในการจัดระดับชั้นซากสุกร และเป็นวิธีการที่ยอมรับจากสหภาพยุโรป คือ การใช้ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างของกล้ามเนื้อสันนอก โดยใช้เป็นตัวชี้วัดเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ, 2546) โดยใช้ดัชนีดังนี้

$$LSQ = \frac{BF_3 + BF_4}{2b}$$

โดยแสดงวิธีการวัดดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 การวัดค่า LSQ (Lenden-Speck-Quotient) จากซากสุกร

(ก) แสดงตำแหน่งในการวัดค่า LSQ (ข) ตำแหน่ง BF3 ความหนาไขมันตรงจุดที่ฐานสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนึ่ง (ค) ตำแหน่ง BF4 ความหนาไขมันตรงจุดกลาง ส่วนที่ไขมันสันหลังบางที่สุดของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* จนถึงบริเวณขอบหนึ่ง (ง) ตำแหน่ง b วัดจากจุดที่มุมล่างของฐานรูปสามเหลี่ยมของกล้ามเนื้อ *Gluteus Medius* ไปตั้งฉากกับแนวของท่อน้ำไขสันหลัง

ค่าดัชนี LSQ เป็น 6 ระดับตามคุณภาพซาก (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ, 2546) ระดับชั้นสูงสุดมีค่าดัชนี $LSQ \leq 0.20$ และ ระดับชั้นต่ำสุดเท่ากับ ≥ 0.45 ซึ่งแต่ละระดับชั้นมีค่าดัชนี LSQ ต่างกัน 0.06 พบว่าระดับชั้นสูงที่สุดถึงต่ำสุดมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดอันดับคะแนน LSQ กับเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน

เกรดซาก	LSQ	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	เปอร์เซ็นต์ไขมัน
1	<0.20	48.76	14.39
2	0.21-0.26	46.88	16.34
3	0.27-0.32	45.05	18.07
4	0.33-0.38	43.37	19.49
5	0.39-0.44	42.00	20.62
6	>0.45	40.31	22.11

ที่มา: จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2546)

การประเมินคุณภาพเนื้อ

คุณภาพเนื้อมีอิทธิพลอย่างมากต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อของผู้บริโภค ซึ่งคุณภาพของเนื้อมีความสัมพันธ์สูงต่อคุณภาพการบริโภค (Eating quality) สิ่งที่ยังชี้ถึงลักษณะของเนื้อที่มีคุณภาพที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของเนื้อได้แก่ สีของเนื้อ สีของไขมัน ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำ เนื้อสัมผัสของเนื้อ ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ปริมาณไขมันแทรก และความนุ่มของเนื้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวัดสีของเนื้อ (Meat color)

สีของเนื้อขึ้นอยู่กับสภาวะทางเคมีของสารสีไมโอโกลบิน (Myoglobin) ที่อยู่ในเนื้อเป็นหลัก เนื่องจากโมเลกุลของไมโอโกลบินประกอบด้วยส่วนของโกลบิน (Globin) ซึ่งเป็นโปรตีน และส่วนของฮีม (Heme) ที่มีหมู่ของธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงส่วนของฮีมโดยเฉพาะที่อนุธาตุเหล็กจะทำให้สีเนื้อเปลี่ยนไป ภายหลังจากสัตว์ตายแล้วไม่มีออกซิเจนในเนื้ออนุธาตุเหล็กจะอยู่ในสภาวะรีดิวซ์ โดยแกนที่หกของธาตุเหล็กจะว่างเปล่าซึ่งจะทำให้เนื้อมีสีออกม่วงแดงไม่สดใส เมื่อใช้มีดตัดชิ้นเนื้อทำให้ผิวเนื้อสัมผัสอากาศส่งผลให้ไมโอโกลบินทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) มีสีแดงสด แต่ถ้าตัดเนื้อเก็บไว้ในที่ไม่มีออกซิเจน อนุธาตุเหล็กจะเกิดการออกซิไดซ์ แกนที่หกของธาตุเหล็กจับกับน้ำ (H_2O) ทำให้เกิดเป็นเมทไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) ซึ่งทำให้เนื้อเป็นสีน้ำตาลออกเขียว ซึ่งเป็นสีที่ผู้บริโภคไม่พึงพอใจ และมักเข้าใจว่าเนื้อเสื่อมคุณภาพเพราะจุลินทรีย์

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสีเนื้อสุกรอย่างมากคือ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของเนื้อ และการแช่เย็นซากหลังฆ่า ในกรณีที่เนื้อมี Ultimate pH สูงเนื่องจากเอ็นไซม์ที่ยังคงเหลืออยู่ในเนื้อยังคงมีการทำงาน จึงนำออกซิเจนที่รวมอยู่กับธาตุเหล็กในรูปของออกซีไมโอโกลบินมาใช้ และเส้นใยกล้ามเนื้อจับตัวกันแน่นขึ้น เนื่องจากความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนจะดีเมื่ออยู่เหนือ Isoelectric point ซึ่งเป็นจุดที่ค่า pH ที่ประจุรวมของกรดอะมิโนหรือโปรตีนมีค่าเป็นศูนย์ เนื้อจะมีลักษณะแห้งแข็งมีลักษณะเป็นเนื้อ DFD (Dark firm dry) ส่วนเนื้อ PSE (Pale soft exudative) เกิดเนื่องจากค่า pH ของเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้มีสภาพเป็นกรด (5.4-5.6) ซึ่งเป็นค่า pH ที่อยู่ในช่วง Isoelectric point โปรตีนมีประจุบวกและประจุลบ

เท่าๆกัน จึงเกิดแรงดึงดูดกันของโปรตีนกับโปรตีน (Protein-protein interaction) มากกว่าโปรตีนกับน้ำ ทำให้โปรตีนเสียสภาพและเนื้อสัตว์อุ้มน้ำได้ลดลง ส่งผลให้สูญเสียน้ำที่อยู่ภายในเนื้อทำให้เนื้อมีความหนาแน่นต่ำ กลิ่นรสเนื้อสัมผัสไม่ดี เมื่อนำไปแช่เย็นหรือแช่แข็งจะเกิดการสูญเสียน้ำ (Drip loss) มากเมื่อนำมาหั่นหั่นละลาย นอกจากโปรตีนที่เสียสภาพส่งผลให้ Pigment myoglobin ของกล้ามเนื้อเกิดปฏิกิริยากลายเป็น Metmyoglobin ทำให้เกิดการกระจายแสงของเนื้อมากกว่าปกติ จึงทำให้เนื้อมีสีซีด (Lawrie, 1985)

สีของเนื้อสัตว์ได้โดยการใช้แถบสีมาตรฐานหรือใช้เครื่องวัดสีเนื้อ การวัดด้วยแถบสีมาตรฐานทำได้ง่ายไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาสูง แถบสีมาตรฐานสำหรับวัดสีเนื้ออาจใช้แถบสีตามมาตรฐานสีเนื้อสุกรของประเทศสหรัฐอเมริกา (National pork board) ที่แบ่งสีเนื้อออกเป็น 6 ระดับ ดังแสดงในภาพที่ 27 หรือใช้ก้อนวัดสีเนื้อที่เป็นพลาสติกมีลักษณะเหมือนเนื้อสุกร หรือ Japanese pork color standards (JPCS) ที่แบ่งเป็น 6 ระดับเช่นกัน (Nakai และคณะ, 1975) ดังแสดงในภาพที่ 28 การวัดสีเนื้อโดยใช้แถบสีมาตรฐานหรือก้อนวัดสีเนื้อจะวัดสีกล้ามเนื้อส่วนสันนอกบริเวณตำแหน่งตรงกับซี่โครงซี่ที่ 10-11 หรือกล้ามเนื้อสะโพก การวัดด้วยแถบสีมาตรฐานจะวัดทันทีเมื่อตัดขวางส่วนกล้ามเนื้อ โดยอาจเป็นการวัดจากซากอุ่นหรือซากเย็น ซึ่งข้อมูลที่น่ามาเปรียบเทียบกันต้องเป็นข้อมูลที่เก็บจากซากประเภทเดียวกัน ภาพการวัดสีเนื้อดังแสดงในภาพที่ 29



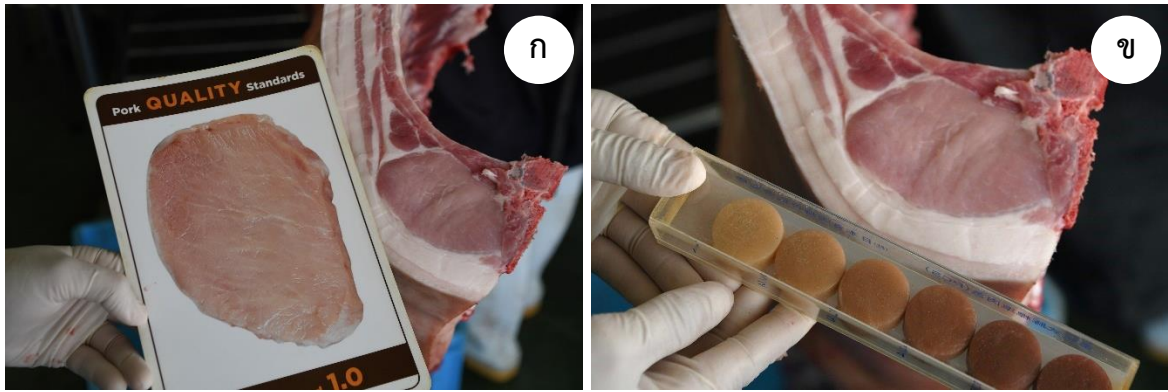
ภาพที่ 27 มาตรฐานสีเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกา

ที่มา: ดัดแปลงจาก <https://www.pork.org/>



ภาพที่ 28 ระดับสีของเนื้อตาม Japanese pork color standards (JPCS)

ที่มา: Nakai และคณะ (1975)



ภาพที่ 29 การวัดสีเนื้อส่วนกล้ามเนื้อสันนอก ตำแหน่งระหว่างซี่โครงที่ 10-11

(ก) การวัดด้วยแถบสีมาตรฐาน (ข) การวัดด้วยก้อนสีเนื้อมาตรฐาน

การวัดสีเนื้อด้วยเครื่องวัดสี หรือ Spectrophotometer เป็นการวัดสีโดยใช้ระบบ $L^* a^* b^*$ โดยค่า L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) ค่า a^* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greenness) และค่า b^* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) (Ly และคณะ, 2020) เนื้อที่มีค่า L^* สูงแสดงว่าเป็นเนื้อที่มีความสว่าง เนื้อที่มีค่า a^* เป็นบวกแสดงว่ามีสีแดง ในขณะที่เนื้อที่มีค่า b^* เป็นบวกแสดงว่าเป็นเนื้อที่มีสีเหลือง การวัดสีเนื้อจะใช้เครื่องมือสำหรับวัดสีโดยเฉพาะ เช่น Chroma meter CR – 400 (Konica Minolta, USA) หรือ MiniScan 400 (Hunter Lab, USA) การวัดสีเนื้อในสุกรนิยมวัดส่วนของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) หรือเนื้อแดงส่วนสะโพกบริเวณ *Semi membranosus* หรือ *Biceps femoris* การวัดสีเนื้อด้วยเครื่องวัดสีแสดงในภาพที่ 30

ขั้นตอนการวัดสีเนื้อจะดำเนินการหลังนำตัวอย่างเนื้อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ นาน 24 ชั่วโมง มาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 นาที เพื่อให้ผิวหน้าของเนื้อสัมผัสกับอากาศ (Blooming) จากนั้นตัดแบ่งชิ้นเนื้อเป็น 2 ชิ้น มีขนาดประมาณ 5 x 10 ซม. หนาประมาณ 3 ซม. ตัดแต่งฟังผืด และไขมันสันหลังออก จากนั้นวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสี



ก



ข

ภาพที่ 30 การวัดสีเนื้อด้วยเครื่องวัดสี

(ก) เครื่องวัดสีเนื้อยี่ห้อ HunterLab รุ่น MiniScan EZ (ข) การวัดสีเนื้อของกล้ามเนื้อส่วน *Longissimus dorsi* บริเวณตำแหน่งระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10-11

2. การวัดสีของไขมัน

ไขมันเป็นส่วนสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพซากทั้งในส่วนของการแปรรูปและการยอมรับของผู้บริโภค ผู้บริโภคจะนิยมบริโภคไขมันที่มีสีต่างกัน เช่น ชาวอังกฤษนิยมไขมันที่สีขาว (Whittington และคณะ, 1986) นอกจากนี้ไขมันส่วนที่เป็นมันเปลวยังเกิดการหืนได้ง่ายกว่าไขมันส่วนที่เป็นไขมันแข็ง การวัดสีของไขมันจึงเป็นการประเมินคุณภาพของไขมันและอาจมีความเกี่ยวข้องถึงชนิดของกรดไขมัน ซึ่งไขมันที่มีสีเหลืองเพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของกรดไขมันชนิด Linoleic และ α -linolenic (Maw และคณะ, 2003) การวัดสีไขมันแบบง่าย ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ก้อนไขมันมาตรฐานที่เป็นพลาสติกมีลักษณะเหมือนไขมันสุกร ซึ่งแบ่งสีของไขมันออกเป็น 4 ระดับ (Fat block models) (Nakai และคณะ, 1975) ดังแสดงในภาพที่ 31



ภาพที่ 31 การวัดสีไขมันที่ตำแหน่งไขมันสันหลังระหว่างซี่โครงที่ 10-11 ด้วยก้อนไขมันมาตรฐาน (Fat block models) ตามมาตรฐานของญี่ปุ่น

3. การวัดความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ

เมื่อสัตว์ตายค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของเนื้อจะลดลงเนื่องจากกระบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis) ที่สลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อในสภาพที่ขาดออกซิเจนและสารอาหารทำให้เกิดกรดแลคติก (Lactic acid) ขึ้น ถ้ามีปริมาณไกลโคเจนสะสมในเนื้อมากและซากมีอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการสลายตัวของไกลโคเจนอย่างรวดเร็วทำให้เนื้อมีค่า pH หลังจกสัตว์ตาย 24 ชั่วโมง (Ultimate pH) ต่ำและมีสภาพเป็นกรด กระบวนการไกลโคไลซิสจะลดลงเมื่อปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเหลือน้อย หรือเมื่อค่า pH ลดลงจนถึงจุดที่เอ็นไซม์ไม่ทำงานซึ่งอยู่ที่ประมาณ pH 5.5 (Lawrie, 1985) ตามมาตรฐาน National Pork Producers Council ของสหรัฐอเมริกาหรือ NPPC (PIC, 2003) ค่า pH ที่ช่วงเวลา 45 นาทีหลังสัตว์ตายควรมีค่า 6.3-6.7 ถ้าน้อยกว่า 5.8 จะถือว่าเป็น PSE ส่วน pH หลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงควรมีค่า 5.7-6.1 ถ้ามมากกว่า 6.1 ถือว่าเป็น DFD ภาพที่ 32 แสดงลักษณะเนื้อสุกรที่เป็น PSE DFD และเนื้อสุกรปกติ (<https://www.pork.org/>) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความสว่าง (L*) ต่อการเกิดลักษณะ PSE และ DFD ในเนื้อสุกรแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 32 มาตรฐานคุณภาพเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกาแสดงลักษณะเนื้อที่เป็น PSE เนื้อปกติ (RFN) และเนื้อที่เป็น DFD

ที่มา: ดัดแปลงจาก <https://www.pork.org/>

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความสว่าง (L*) ต่อการเกิดลักษณะ PSE และ DFD ในเนื้อสุกร

	pH 45 นาที	ultimate pH (24 ชม.)	ค่าความสว่าง (L*)
เนื้อสุกรที่เป็น PSE	<6.0	<5.4	60-66
เนื้อสุกรปกติ	6.4	5.7-5.8	54
เนื้อสุกรที่เป็น DFD	6.4	6.2-6.8	42-48

ที่มา: ดัดแปลงจาก Warriss และ Brown (1987); Faucitano และคณะ (2010); Adzitey และ Huda (2011)

การวัด pH ของเนื้อ เป็นการประเมินอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของเนื้อ โดยในการวัด pH ของเนื้อสุกรโดยทั่วไปจะวัดที่ระยะเวลา 45 นาทีหลังจากฆ่า (pH₄₅) และที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากที่สุกรตายและถูกนำไปแช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส (pH₂₄ หรือ Ultimate pH) การวัด pH ในเนื้อสัตว์จะใช้เครื่องวัด pH (pH meter) ที่มี Probe ที่ใช้สำหรับเนื้อสัตว์โดยเฉพาะเพราะจะต้องแทงเข้าไปในกล้ามเนื้อ ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการวัด pH คือตำแหน่งเดียวกับที่วัดสีของเนื้อ คือ กล้ามเนื้อสันนอก หรือกล้ามเนื้อสะโพก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ก่อนการวัด pH จะต้องปรับการทำงานของ pH meter ด้วยสารละลาย pH มาตรฐาน เพื่อให้การวัดทุกครั้งมีความแม่นยำและอ้างอิงได้ การวัด pH ในเนื้อสุกรแสดงดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 การวัด pH ในกล้ามเนื้อสันนอกของสุกรด้วยเครื่องวัด pH

4. ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity; WHC)

น้ำที่อยู่ในเนื้อสัตว์จะถูกจับไว้ด้วยโปรตีน หลังจากสัตว์ตายจะเกิดการเสียสภาพของโปรตีน เพราะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีน ทำให้เนื้อเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ ส่งผลให้มีการสูญเสียหรือสูญเสียความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (Drip loss) โดยในสภาพที่มี pH ต่ำ ความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนจะลดลง โดยทั่วไปการสูญเสียของเนื้อจะอยู่ประมาณ 3- 6 % โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการ

สูญเสียของเนื้อคือ ค่า pH และอัตราการลดอุณหภูมิของซาก โดยถ้าทำให้ซากเย็นได้เร็วก็จะลดปริมาณการสูญเสียน้ำลงได้ ส่วนการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง (Cooking loss) จะอยู่ระหว่าง 16– 24 % โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ค่า pH ปริมาณไขมันแทรก และอัตราการลดอุณหภูมิของซาก (PIC, 2003) เนื้อที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำไม่ดี มีค่าการสูญเสียน้ำสูงแสดงว่าเป็นเนื้อที่มีคุณภาพไม่ดี เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลาจะเกิดการสูญเสียน้ำ ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว สูญเสียน้ำหนัก และสูญเสียวิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารที่เป็นประโยชน์ออกมาด้วย เมื่อนำไปปรุงอาหารจะมีลักษณะแห้ง ขาดความชุ่มฉ่ำ ไม่น่ากิน และเมื่อนำไปแปรรูปจะมีผลเสียในลักษณะเดียวกัน ก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจตามมา (Huff-Lonergan, 2006) ซึ่งการวัด Water holding capacity มีการวัดได้ 3 ค่า คือ Drip loss Thawing loss และ Cooking loss

การวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss)

โดยการตัดชิ้นเนื้อส่วนสันนอกหนา 1.5 ซม. น้ำหนักประมาณ 50-60 กรัม ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น (D1) จากนั้นนำชิ้นเนื้อบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิท และนำไปแขวนเก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำเนื้อออกจากถุง ชั่งของเหลวที่ติดมากับเนื้อด้วยกระดาษทิชชู ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักสุดท้าย (D2) คำนวณการสูญเสียน้ำจากน้ำหนักที่สูญเสียต่อน้ำหนักเนื้อเริ่มต้นหรือคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา} = \frac{(D1 - D2) \times 100}{D1}$$

การวัดการสูญเสียน้ำในเนื้อภายหลังการแช่แข็ง (Thawing loss)

หาได้จากการตัดกล้ามเนื้อสันนอกหนา 2.5 ซม. ชั่งน้ำหนักเริ่มต้น (T1) บรรจุลงในถุงพลาสติกเก็บไว้ที่ -20 °ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการละลายที่ 4 °ซ ข้ามคืน แล้วซับเบาๆ ด้วยกระดาษทิชชู ชั่งน้ำหนักสุดท้าย (T2) คำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในเนื้อภายหลังการแช่แข็งจากสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำในเนื้อภายหลังการแช่แข็ง} = \frac{(T1 - T2) \times 100}{T1}$$

การวัดค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการปรุงอาหาร (Cooking loss)

โดยการนำเนื้อส่วนสันนอกขนาดประมาณ 10 x 5 ซม. หนาประมาณ 2 ซม. ทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นและบันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (W1) จากนั้นบรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อในถุงร้อน นำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 80 °ซ จนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 °ซ จากนั้น ลดอุณหภูมิตัวอย่างชิ้นเนื้อโดยนำไปแช่น้ำจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อเหลือประมาณ 32 °ซ ชั่งน้ำที่ผิวเนื้อให้แห้ง ชั่งน้ำหนักและบันทึกเป็นน้ำหนักสุดท้าย (W2) คำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก จากสูตร (Boccard และคณะ, 1981)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก} = \frac{W1 - W2 \times 100}{W1}$$

5. การวัดเนื้อสัมผัสของเนื้อ (Texture)

เนื้อสัมผัสของเนื้อเป็นส่วนที่แสดงความเหนียวนุ่มของเนื้อซึ่งวัดได้ด้วยเครื่อง Texture analyzer หรือเครื่องวัด Shear force ซึ่งเป็นการวัดแรงตัดเฉือนขึ้นเนื้อ เนื้อที่มีแรงตัดเฉือนมากแสดงว่าเป็นเนื้อที่มีความเหนียว เนื้อที่มีแรงตัดเฉือนน้อยเป็นเนื้อที่มีความนุ่ม ซึ่งความนุ่มของเนื้อขึ้นอยู่กับ 1) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ซึ่งประกอบด้วยคอลลาเจนเป็นส่วนใหญ่ เนื้อที่มีปริมาณคอลลาเจนมากจะเหนียว ปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีไม่เท่ากัน ซึ่งปริมาณคอลลาเจนจะเพิ่มขึ้นตามอายุสัตว์ ในสัตว์ที่อายุน้อยนอกจากจะมีปริมาณคอลลาเจนน้อยกว่าแล้วยังมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (Soluble collagen) สูงกว่าในสัตว์อายุมาก 2) ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber size) เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่จะมีความเหนียวมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดเล็ก 3) ปริมาณไขมันแทรก (Marbling) หมายถึงไขมันที่พบในกล้ามเนื้อ (Intramuscular fat) มีลักษณะเป็นเส้นสีขาวแทรกอยู่ในมัดกล้ามเนื้อ ไขมันแทรกจะเป็นตัวหล่อลื่นขณะเคี้ยวทำให้รู้สึกว่เนื้ออมน้ำและอาจทำให้รู้สึกว่เนื้อนุ่ม และ 4) โครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อ (Ultrastructure) คือซาร์โคเมียร์ (Sarcomere) ซึ่งเป็นหน่วย (Unit) ที่เล็กที่สุดของกล้ามเนื้อ ความยาวของซาร์โคเมียร์มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยเนื้อจะนุ่มมากกว่าถ้าเนื้ออยู่ในสภาวะคลายตัวซึ่งจะมีความยาวของซาร์โคเมียร์มากกว่าเนื้อที่หดตัว

การวัดแรงตัดเฉือนขึ้นเนื้อโดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านขั้นตอนการทำให้สุก ตัดเป็นชิ้นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแนวยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อให้มีขนาดยาวประมาณ 3 ซม. มีพื้นที่หน้าตัดของขนาดขึ้นเนื้อประมาณ 1.25 ซม. จากนั้นนำชิ้นเนื้อไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยตัดตามขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อตามวิธีการของ Van Oeckel และคณะ (1999) ตัวอย่างข้อมูลคุณภาพเนื้อของเนื้อสันนอกสุกรดังแสดงในตารางที่ 4

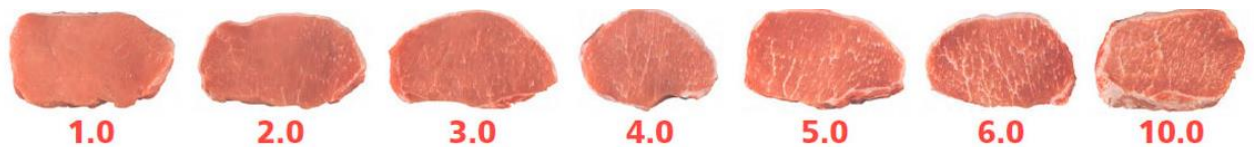
ตารางที่ 4 ข้อมูลคุณภาพเนื้อของเนื้อสันนอกสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 สุกรขุนที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ดูรีด และสุกรขุนที่เกิดจากสุกรพ่อพันธุ์ปากช่อง 5

รายการ	พันธุ์สุกร		
	สุกรพันธุ์ปากช่อง 5	สุกรขุนเกิดจากพ่อดูรีด	สุกรขุนเกิดจากพ่อปากช่อง 5
pH 24 hours	5.75	5.76	5.71
L*	52.42	51.19	52.12
a*	3.28	3.41	3.96
b*	11.82	11.47	12.32
Drip loss, %	3.16	3.15	3.11
Thawing loss, %	8.62	9.14	8.87
Cooking loss, %	22.10	22.50	21.75
Shear force, kg	6.29	6.28	6.49

ที่มา: Chaweewan และคณะ (2016)

6. การประเมินปริมาณไขมันแทรก

ลักษณะไขมันแทรก (Intramuscular fat, IMF) หรือที่เรียกว่า Marbling เป็นไขมันที่แทรกอยู่ระหว่างและภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีการสะสมในช่วงท้ายของการเจริญเติบโต ลักษณะไขมันแทรกมีความสำคัญต่อการตลาดของเนื้อโคและเนื้อสุกร เนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกมากจะมีราคาสูงตามไปด้วย (Lonergan และคณะ, 2019) เนื่องจากปริมาณไขมันแทรกมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อ ความชุ่มฉ่ำรสชาติ และความน่ากิน ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีความจำเป็นสำหรับการยอมรับของผู้บริโภค (Font-i-Furnols และคณะ, 2012) ซึ่ง Marbling มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับสีของเนื้อที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ในขณะที่จะรู้ว่าเนื้อมีความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติ และความน่ากิน เมื่อมีการปรุงอาหารหรือการชิม การประเมินลักษณะหรือปริมาณไขมันแทรกในสุกรสามารถทำได้หลายวิธี คือ Near-infrared reflectance spectroscopy (Huang และคณะ, 2017b), Nuclear magnetic resonance (Villé และคณะ, 1997), Computed tomography (Font และคณะ, 2019), Hyperspectral imaging (Huang และคณะ, 2017a), การวิเคราะห์ภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computer image analysis) (Liu และคณะ, 2018) และการใช้แถบมาตรฐานซึ่งสามารถทำได้ง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ เช่น การใช้แถบมาตรฐานตามมาตรฐานคุณภาพเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกา (National pork board) ที่แบ่งลักษณะไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ออกเป็น 7 ระดับ ดังแสดงในภาพที่ 34 โดยการประเมินไขมันแทรกด้วยแถบมาตรฐานแสดงในภาพที่ 35 นอกจากนี้วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือการประเมินไขมันแทรกโดยใช้เครื่อง Real-time ultrasound ที่ประเมินไขมันแทรกจากสุกรมีชีวิต จึงไม่จำเป็นต้องฆ่าสุกรเพื่อนำชิ้นเนื้อมาประเมิน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในการทดสอบสมรรถภาพการผลิต ปัจจุบันเทคนิคที่น่าสนใจคือการวิเคราะห์ภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว เช่น การใช้โปรแกรม ImageJ (<https://imagej.net/ij/index.html>) แยกความแตกต่างของสีของไขมันออกมา หรือที่เรียกว่าเทคนิค Marbling Fleck Features Extraction เมื่อแยกออกมาได้แล้ว จึงนำไปคำนวณเป็นสัดส่วนของพื้นที่ที่เป็นไขมันแทรกเทียบกับพื้นที่ของหน้าตัดเนื้อสันออกโดยแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันเทคนิคนี้ได้รับความนิยมมาก ดังแสดงในภาพที่ 36



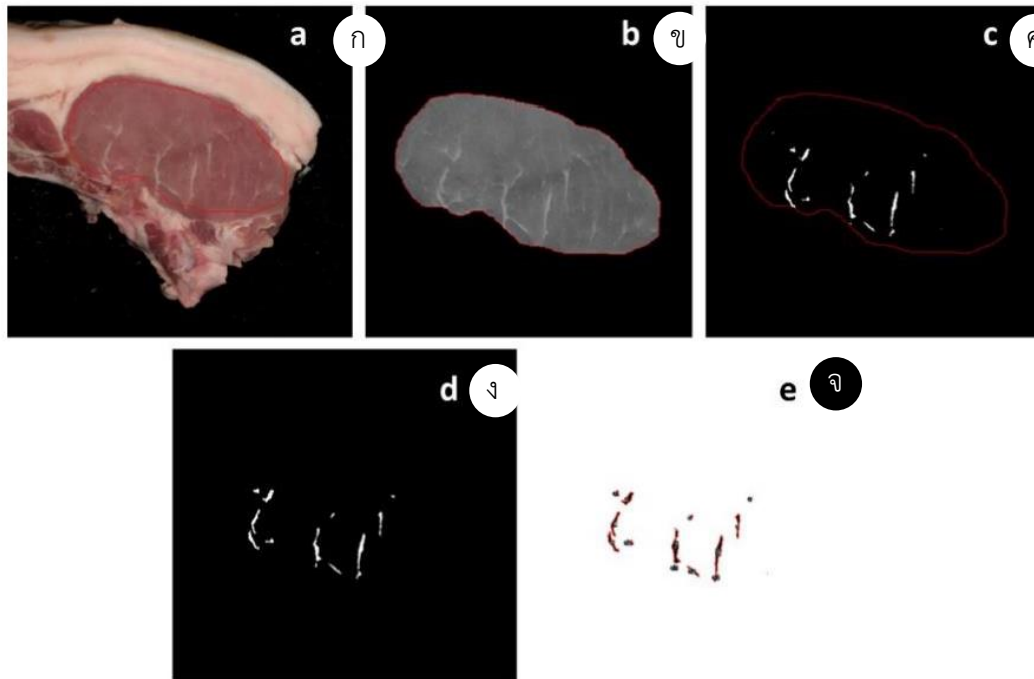
ภาพที่ 34 มาตรฐานคุณภาพเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ

ที่มา: ดัดแปลงจาก <https://www.pork.org/>



ภาพที่ 35 การประเมินไขมันแทรกส่วนกล้ามเนื้อสันนอก

ลักษณะไขมันแทรกบริเวณตำแหน่งระหว่างซี่โครงที่ 10-11 ด้วยแถบมาตรฐานตามมาตรฐานคุณภาพเนื้อของประเทศสหรัฐอเมริกา (National pork board)



ภาพที่ 36 การวิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิค Marbling Fleck Features Extraction

(ก) เลือกขอบเขตพื้นที่ของภาพที่ต้องการวัด (Region of interest, ROI) (ข) ตัดพื้นที่ที่ไม่ต้องการออกและเปลี่ยนเป็นสีเทา (gray scale 8-bit) (ค) ปรับส่วนที่เป็นไขมันแทรกให้เป็นสีขาวออกจากภาพพื้นทีสีเทา (ง) แยกส่วนที่เป็นไขมันแทรกออกมา (จ) แปลงเป็นข้อมูลตัวเลขปริมาณไขมันแทรก

ที่มา: Teixeira และคณะ (2021)

7. ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีอิทธิพลต่อขบวนการเมตาบอลิซึมภายในกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงส่งผลถึงคุณภาพเนื้อ โดยเฉพาะในเรื่องของความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water holding capacity) ที่เป็นผลจากการลดลงของ pH ในเนื้อหลังสัตว์ตาย (Sonesson และคณะ, 1998; Brocks และคณะ, 2000) ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ แบ่งตาม Myosin Heavy Chain (MHC) isoforms ซึ่งสามารถแบ่งได้โดยหลักการ Immunohistochemistry ซึ่งอาศัย Antibodies ที่เฉพาะเจาะจงกับ MHC isoforms หรือโดยหลักการ อิเล็กโตรโฟรีซิสในการแยก MHC isoforms รวมทั้งอาศัยการจำแนกตามการแสดงออกของยีน (Gene expression) โดยการวัดด้วยเทคนิค qPCR (Quantitative polymerase chain reaction) ตามการแสดงออกของยีน ดังรายงานของ da Costa และคณะ (2002) และ Gunawan และคณะ (2007) ที่ระบุว่า MHC isoforms ในสุกรแยกได้เป็น MHC I MHC IIA MHC IIX และ MHC IIB โดย MHC I เป็น Slow muscle fiber type ซึ่งมีเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดเล็ก และ MHC IIA MHC IIX และ MHC IIB เป็น Fast muscle fiber type ซึ่งมีเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ โดย Ryu และ Kim (2006) รายงานว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC I มีค่าสหสัมพันธ์เชิงลบกับค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาและการสูญเสียระหว่างการปรุงและค่าความสว่างของสีเนื้อ ในขณะที่กล้ามเนื้อที่มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC IIB จะมีค่าการสูญเสียน้ำสูงกว่า ซึ่งอัตราการลดลงของค่า pH หลังสัตว์ตายที่สูงกว่าในกล้ามเนื้อที่เส้นใยชนิด MHC IIB นั้น เนื่องมาจากมีการสะสมไกลโคเจนสูงกว่าชนิด MHC I ดังนั้นหลังสัตว์ตายการสลายพลังงานจะเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic glycolysis) ซึ่งทำให้ได้กรดแลคติกสูงกว่า ส่งผลให้ค่า pH ลดลงมากกว่า นอกจากนี้ Seideman และ Crouse (1986) พบว่าขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีอิทธิพลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยกล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่โดยเฉพาะ MHC IIB นั้นมีความเหนียวของเนื้อมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยขนาดเล็ก สำหรับปริมาณไขมันแทรกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพเนื้อ โดย Renand และคณะ (2001) รายงานค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปริมาณไขมันแทรกและความนุ่มของเนื้อ ในขณะที่ปริมาณไขมันแทรกมีค่าสหสัมพันธ์เชิงลบกับขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Karlsson และคณะ, 1999) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดเล็กชนิด MHC I สูง จะมีคุณภาพดีกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยขนาดใหญ่โดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด MHC IIB ในส่วนของความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อและมีปริมาณไขมันแทรกมากกว่า แต่ความสัมพันธ์ระหว่างของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อกับความนุ่มของเนื้อนั้นยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน

การประเมินคุณภาพการบริโภค

ปัจจุบันผู้บริโภคคำนึงถึงเรื่องของคุณภาพการบริโภค (Eating quality) มากขึ้น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการบริโภคของเนื้อสุกร ได้แก่ ความนุ่มของเนื้อ ความชุ่มฉ่ำ รสชาติความอร่อย และสีของเนื้อ (Aaslyng และคณะ, 2007) นอกจากนี้คุณภาพการบริโภคนั้นยังขึ้นอยู่กับขั้นตอนการเลี้ยงสุกรขุน การจัดการก่อนฆ่าและหลังฆ่า และขั้นตอนการปรุงอาหาร (Wood และคณะ, 2004) ซึ่งการวัดคุณภาพการบริโภคต้องใช้การประเมินด้วยประสาทสัมผัส หรือตรวจวัดโดยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยปัจจัยในการประเมินคุณภาพการบริโภคที่ควรคำนึงถึงมีดังนี้

1) สีของเนื้อ (Meat color) ตามมาตรฐาน National Pork Producers Council (NPPC) ของสหรัฐอเมริกาแบ่งสีเนื้อตามการวัดด้วยประสาทสัมผัสออกเป็น 6 ระดับ สีเนื้อที่ดีของสุกรจะอยู่ในช่วงระดับ 3 – 4 คือมีสี Reddish pink – Dark reddish pink color เมื่อเปรียบเทียบการวัดด้วยเครื่องวัดสี Minolta ค่า L* (Lightness) อยู่ในช่วง 49 – 43 (PIC, 1997)

2) ความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (Juiciness) เป็นการวัดลักษณะการอุ้มน้ำของเนื้อ ผู้บริโภคต้องการลักษณะเนื้อที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งจะมีความชุ่มฉ่ำเมื่อนำไปบริโภค โดยจะรู้สึกได้จากประสาทสัมผัสภายในปากเมื่อเคี้ยวเนื้อ ซึ่งเนื้อที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีจะมีความชุ่มฉ่ำ ไม่รู้สึกเหนียวหรือรู้สึกว่าเนื้อแห้ง เนื่องจากน้ำที่อยู่ในเนื้อจะถูกบีบออกมาเมื่อถูกเคี้ยว

3) ปริมาณไขมันแทรก (Marbling) ผู้บริโภคจะชอบลักษณะเนื้อที่มีไขมันแทรกซึ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพการบริโภค (Mabry และ Baas, 1998) ปริมาณไขมันแทรกตามมาตรฐาน NPPC อยู่ในช่วง 1 – 5 คะแนน โดยที่ระดับ คะแนน 2 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเนื้อสด (PIC, 2003) ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของเนื้อ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความนุ่มของเนื้อ ความชุ่มฉ่ำ และรสชาติความอร่อยของเนื้อ (Morales และคณะ, 2013) โดยทั่วไปผู้บริโภคต้องการเนื้อที่มี IMF อยู่ในระดับ 2-3 เปอร์เซ็นต์ การวัดปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสามารถวัดได้โดยการศึกษาซากด้วยเทคนิคทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ การวัดและประมาณด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ (Kaensombath และคณะ, 2013) การวัดด้วยเครื่อง Near Infrared Spectroscopy (NIR) (Maharani และคณะ, 2013)

4) ความอร่อยของเนื้อ สามารถวัดได้จากองค์ประกอบที่ให้รสชาติ เช่น ชนิดของกรดไขมัน ปริมาณและสัดส่วนของกรดไขมันที่อยู่ในเนื้อสัตว์ เปปไทด์และกรดอะมิโนอิสระ (Free amino acid) และ นิวคลีโอไทด์ (Nucleotides) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณ Inosine monophosphate (IMP) และ Guanosine monophosphate (GMP) เป็นการทดสอบด้วย Umami sensations หรือทดสอบรสชาติความอร่อย (Palatable taste หรือ Perception of satisfaction) (Jun และคณะ, 2007) นิวคลีโอไทด์สามารถวัดได้โดยใช้เทคนิค High performance liquid chromatography (HPLC) และลักษณะคุณภาพการบริโภค ความอร่อยของเนื้อ วัดได้จากความพึงพอใจของผู้บริโภคจากระบบประสาทสัมผัส (Sensory test) ซึ่งได้จากการรับรู้จากทดสอบชิม ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อรสชาติความอร่อย การยอมรับของผู้บริโภคประกอบด้วย พันธุ์ สายพันธุ์ เพศ อายุ การเก็บรักษา ไขมัน ประเภทของกล้ามเนื้อ การบ่ม กระบวนการทางเคมี และกรรมวิธีปรุงอาหาร

5) กลิ่นรส (Flavor) กลิ่นรสของเนื้อเป็นส่วนประกอบระหว่างรส (Taste) และกลิ่น (Odor) ในทางสรีระวิทยาการรับรู้รสเกิดจากลิ้น ซึ่งมาจากความรู้สึกพื้นฐาน 5 ชนิดคือ รสเค็ม หวาน เปรี้ยว ขม และอูมามี ส่วนกลิ่นเกิดจากการรับรู้ของปลายประสาทในโพรงจมูกซึ่งถูกกระตุ้นด้วยสารระเหยในเนื้อ สารที่มีผลต่อรสที่พบในเนื้อสัตว์ คือ Adenosine monophosphate (AMP), Inosine monophosphate (IMP) และ Guanosine monophosphate (GMP) เนื่องจากเป็นสารที่มีรสอูมามีซึ่งมีผลต่อความอร่อยของเนื้อ ส่วนกลิ่น (Odor หรือ Aroma) ของเนื้อ จะเกิดขึ้นเมื่อสารประกอบที่อยู่ในเนื้อถูกความร้อนจะทำให้เกิดกลิ่นขึ้น โดยกลิ่นที่เกิดขึ้นมาจากการทำปฏิกิริยากันระหว่างกรดอะมิโนอิสระกับน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ที่

เรียกว่าการเกิด Maillard reaction ซึ่งน้ำตาลที่มีบทบาทสำคัญที่สุดต่อการเกิดปฏิกิริยานี้ในเนื้อคือน้ำตาลไรโบส (Ribose) (Tikk และคณะ, 2006)

การประเมินคุณภาพด้านการบริโภค (Eating quality หรือ Meat palatability) โดยทั่วไปจะประเมินโดยผู้ประเมินที่ผ่านฝึกฝนมาโดยเฉพาะ (Trained sensory panels) หรือประเมินโดยกลุ่มผู้บริโภค (Consumers) หรือการใช้เครื่องมือในการประเมิน เช่น จมูกอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Gas และ Liquid chromatography ในการวัดกลิ่นและรสชาติ การใช้ Shear force เพื่อวิเคราะห์ Texture ซึ่งผลการประเมินอาจไม่สอดคล้องกับการประเมินด้วยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนหรือกลุ่มผู้บริโภค การประเมินที่ดีที่สุดคือการประเมินด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปพร้อมกับผู้ที่ผ่านการฝึกฝน (Ngapo และ Gariepy, 2008) การประเมินด้วยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนหรือกลุ่มผู้บริโภคเป็นการศึกษาการยอมรับความพึงพอใจหรือความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อรสชาติของเนื้อ ซึ่งรวมถึงความชุ่มฉ่ำของเนื้อ ความนุ่มและกลิ่นรส (รสชาติและกลิ่น) การรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะทั้งสามด้านของเนื้อดังกล่าวส่งผลให้เกิดการรับรู้เป็นความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเนื้อที่นำมาทดสอบ อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมีความหลากหลายขณะเดียวกันผู้บริโภคมักไม่เข้าใจคำศัพท์เฉพาะที่จะใช้อธิบายถึงคุณลักษณะของเนื้อที่ตนบริโภคว่าแตกต่างกันอย่างไร หรือเป็นเพราะอะไรที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันในตัวอย่างที่ตนเองกำลังบริโภค ส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะสามารถบอกได้ว่าตนเองชอบหรือไม่ชอบ เช่น ผู้บริโภคสามารถบอกได้ว่าเนื้อนั้นนุ่มหรือเหนียวตามความชอบเฉพาะบุคคล และบอกระดับความนุ่มได้ หากมีการอธิบายให้เข้าใจง่ายและชัดเจน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นความนุ่มหรือเหนียวโดยเกิดจากอิทธิพลของเส้นใยกล้ามเนื้อ หรือจากปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งความนุ่มหรือเหนียวดังกล่าวจะสามารถทราบได้โดยการทดสอบจากผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝน หรือจากการใช้เครื่องมือวัด เป็นต้น (Miller, 2003)

ลักษณะของคุณภาพเนื้อบางส่วนมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการบริโภค เช่น pH ปริมาณไขมันแทรก ซึ่งเกี่ยวข้องกับความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (Bejerholm และ Aaslyng, 2004) การวัดคุณภาพการบริโภคจึงมีความเชื่อมโยงกับคุณภาพเนื้อซึ่งขึ้นอยู่กับความชอบและความต้องการของผู้บริโภค ลักษณะที่ใช้วัดคุณภาพการบริโภค เช่น pH ปริมาณการสูญเสีย น้ำ สีเนื้อ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) ปริมาณไขมันแทรก องค์ประกอบกรดไขมัน (Fatty acid composition) ความนุ่มเหนียวของเนื้อ (Texture) ปริมาณคอลลาเจนรวม (Total collagen) ความยาวซาร์โคเมอร์ (Sarcomere length) (Meinert และคณะ, 2008)

การคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะพันธุกรรม (Genotypic selection)

การคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะพันธุกรรมหรือ Genotypic selection เป็นการคัดเลือกจากพันธุกรรม (Genotype) ของสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้องการเพื่อการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ (Genetic improvement) เช่น ลักษณะทางเศรษฐกิจ การคัดเลือกด้วยลักษณะพันธุกรรมมีด้วยกันหลายวิธี เทคนิคที่ได้รับความนิยมและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายคือการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายทางพันธุกรรม (Genetic markers) หรือเครื่องหมายโมเลกุล (Molecular markers)

การคัดเลือกด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม

เครื่องหมายพันธุกรรม หรือ Genetic marker เป็นเครื่องมือทางด้านอนุพันธุศาสตร์ (Molecular genetics) สำหรับใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สัตว์เพื่อให้มีลักษณะทางเศรษฐกิจตรงตามที่ต้องการ การใช้เครื่องหมายพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์สุกรเริ่มจากการค้นพบยีนฮาโลเทน (Halothane gene) ซึ่งเป็นยีนหลัก (Major gene) ที่ควบคุมการนำแคลเซียมเข้าออกเซลล์ที่มีการกลายพันธุ์และก่อให้เกิดกลุ่มอาการเครียดและช็อคตายของสุกร (Porcine stress syndrome, PSS) และส่งผลต่อคุณภาพเนื้อทำให้เกิด PSE ตามมา (Fujii และคณะ, 1991) จากนั้นจึงเริ่มมีการใช้เครื่องหมายพันธุกรรมเป็นเครื่องหมายที่ช่วยในการคัดเลือกพันธุ์ (Marker assisted selection, MAS) กันอย่างแพร่หลาย เช่น ยีน Melanocortin-4 Receptor หรือ MC4R ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการกินอาหาร และการเจริญเติบโต (Kim และคณะ, 2000) ยีน IGF-II ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการผลิตของสุกร (Knoll และคณะ, 2000) ยีน Estrogen receptor (ESR) ที่เกี่ยวข้องกับการให้ลูกตก (Rothschild และคณะ, 1996) นอกจากนี้ยังมียีนที่ควบคุมลักษณะคุณภาพของเนื้อ เช่น ยีน Heart Fatty Acid Binding Protein (*H-FABP*) (Gerbens และคณะ, 2000) ยีน *FABP-4* (Shin และคณะ, 2011) ยีน *Napole* (Hamilton และคณะ, 2000) ยีน *Leptin* (Kennes และคณะ, 2001) เป็นต้น ซึ่งยีน Heart Fatty Acid Binding Protein (*H-FABP*) เป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Gerbens และคณะ, 1997; Seeley และคณะ, 1997; Kim และคณะ, 1998; Gerbens และคณะ, 1999; Gerbens และคณะ, 2000; Li และคณะ, 2006) พบอยู่บนโครโมโซมที่ 6 และพบว่าเกี่ยวข้องกับลักษณะไขมันแทรกในกล้ามเนื้อในสุกรพันธุ์ดูร์โรค (Gerbens และคณะ, 1999; Gerbens และคณะ, 2000) แต่พบได้น้อยในสุกรพันธุ์แลนด์เรซและลาร์จไวท์ ยีนนี้จัดเป็น Major gene ที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะไขมันแทรกอย่างชัดเจน (Alfonso และ Arana, 2004) นอกจากนี้ยีน *H-FABP* แล้ว ยังพบเครื่องหมายโมเลกุลอื่นๆอีกที่เกี่ยวข้องกับลักษณะไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ เช่น ยีน *LEPR* หรือ Porcine Leptin Receptor และ ยีน *LEP* หรือ Porcine Leptin (Gerbens และคณะ, 1997; Gerbens และคณะ, 1999; Gerbens และคณะ, 2000; Kennes และคณะ, 2001; Urban และ Mikolasova, 2006) โดยสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกสุกรเพื่อให้ได้สุกรที่มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ลักษณะพันธุกรรมดังที่ได้ยกตัวอย่างมานี้มีการนำมาใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกสุกรกันอย่างแพร่หลาย เพื่อให้ได้สุกรพันธุ์ที่มีลักษณะพันธุกรรมตรงตามที่ต้องการ ทำให้สามารถปรับปรุงลักษณะเชิง

คุณภาพ (Qualitative traits) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในบางลักษณะ เช่น คุณภาพเนื้อ คุณภาพซาก ยังสามารถคัดเลือกได้โดยไม่ต้องฆ่าสัตว์ซึ่งทำให้ต้องสูญเสียพันธุกรรมของสัตว์ตัวนั้นไปอย่างไม่จำเป็น และการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมสามารถทำได้ตั้งแต่ระยะลูกสุกรแรกเกิด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลารอให้สัตว์โตเต็มวัย

การใช้เครื่องหมายพันธุกรรมในการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์พ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อให้มีลักษณะพันธุกรรมตรงตามที่ต้องการมีรายงานโดยกมล และคณะ (2541) ได้ใช้เทคนิค PCR ในการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม Malignant hyperthermia หรือยีนฮาโลเธนที่มีอิทธิพลต่อลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกรพันธุ์เป็ยตรง สุกรที่มีการกลายพันธุ์ของยีนฮาโลเธนจะเป็นลักษณะด้อย (Homozygous recessive, nn) ซึ่งจะทำให้สุกรเกิดความเครียดและช็อคตายได้ง่าย ในขณะที่สุกรที่มีลักษณะพันธุกรรมปกติ (Homozygous dominant, NN) จะไม่มีอาการเครียดหรือช็อคตายได้ง่าย แต่สุกรที่มียีนด้อยจะมีปริมาณเนื้อแดงมากกว่าสุกรที่มีพันธุกรรมปกติ และสุกรที่มีลักษณะพันธุกรรมเป็น Heterozygous (Nn) จะให้เนื้อแดงมากแต่ไม่มีอาการเครียดและช็อคตาย (Fujii และคณะ, 1991) ในอุตสาหกรรมการผลิตสุกรจึงใช้ประโยชน์จากลักษณะพันธุกรรมที่เป็น Nn เพื่อผลิตสุกรที่ให้เนื้อแดงมาก จึงอาจใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายที่เป็น nn เมื่อนำไปผสมกับแม่พันธุ์สองสายที่มีพันธุกรรม NN จะได้ลูกหมูขุนที่มีพันธุกรรม Nn ที่ให้เนื้อแดงมาก และไม่มีอาการเครียด

นอกจากนี้ยังมีการคัดเลือกสุกรโดยใช้ยีน MC4R ที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ และความหนาไขมันสันหลังในสุกรของกรมปศุสัตว์ (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2555) และชวีชชัย และคณะ (2560) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยีน IGF2 ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเนื้อแดงในสุกรกรมปศุสัตว์ พบว่าสุกรที่มีจีโนไทป์ CC มีความหนาไขมันสันหลังบาง และมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่าสุกรที่มีจีโนไทป์รูปแบบอื่นๆ ทำให้สามารถใช้ในการคัดเลือกพ่อพันธุ์สุดท้ายให้มีลักษณะพันธุกรรมตรงตามที่ต้องการ ปัจจุบันมีการใช้การตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมกันอย่างแพร่หลาย มีห้องปฏิบัติการที่ให้บริการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม ซึ่งการนำไปใช้ในการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์จะต้องพิจารณาถึงอิทธิพลของลักษณะพันธุกรรมต่อลักษณะปรากฏหรือลักษณะทางเศรษฐกิจ หากลักษณะพันธุกรรมไม่ใช่ยีนหลักหรือเป็นลักษณะทางเศรษฐกิจที่มียีนจำนวนมากมาควบคุมก็อาจทำให้การใช้เครื่องหมายพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์อาจไม่ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ จากข้อจำกัดเหล่านี้ปัจจุบันจึงได้มีการปรับเปลี่ยนไปใช้การคัดเลือกด้วยจีโนม (Genomic selection) ซึ่งมีความแม่นยำสูงกว่า และไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

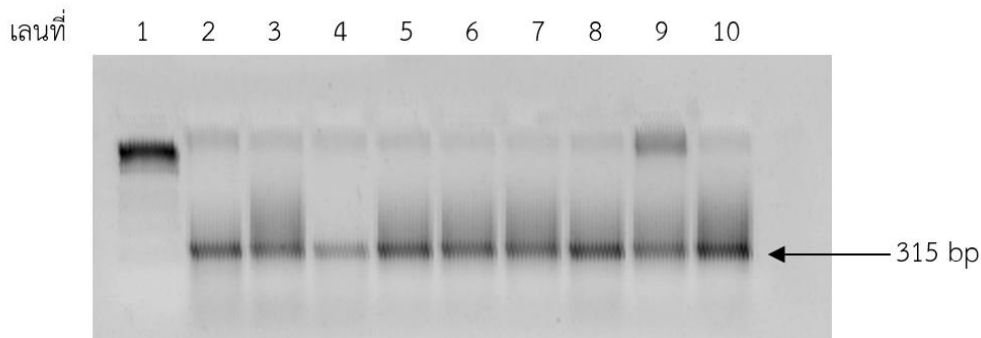
ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม

การตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมจะยกตัวอย่างการตรวจสอบยีนฮาโลเธนซึ่งเป็นยีนหลักหรือ Major gene ซึ่งเป็นการตรวจสอบด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction-Restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) โดยนำดีเอ็นเอของสุกรมาเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนยีนเป้าหมายด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR) และนำผลผลิต PCR ที่ได้มาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ

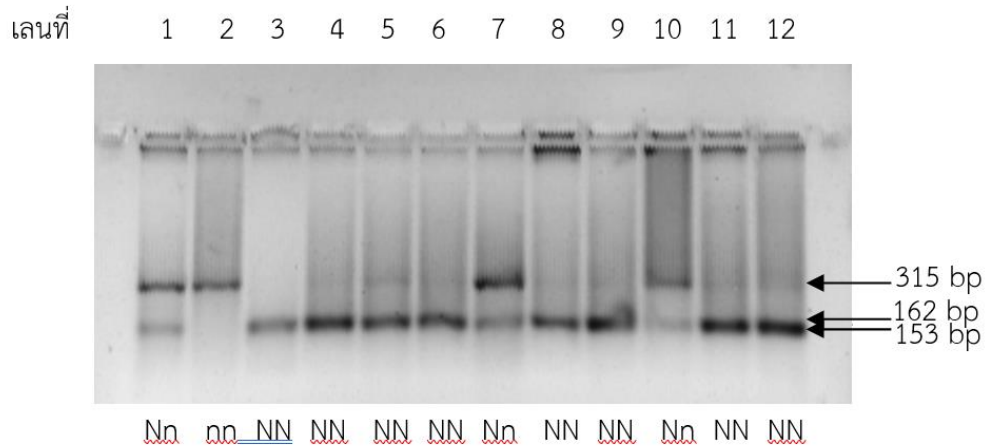
(Restriction enzyme) ซึ่งจะได้รูปแบบชิ้นส่วนของดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน ส่งผลให้สามารถจำแนก Genotype ของสุกรได้ว่าสุกรเป้าหมายมี Genotype ที่ต้องการหรือไม่ โดยมีขั้นตอนโดยย่อดังนี้

ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมด้วยเทคนิค PCR-RFLP

1. เก็บตัวอย่างเลือด ตัวอย่างเนื้อเยื่อ หรือตัวอย่างขนสุกร เพื่อนำมาสกัดดีเอ็นเอ
2. สกัดดีเอ็นเอ จากตัวอย่างด้วยเทคนิคการสกัดดีเอ็นเอที่สอดคล้องกับชนิดของตัวอย่าง
3. ตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของดีเอ็นเอที่สกัดได้ว่าเหมาะสมสำหรับนำไปทำปฏิกิริยา PCR
4. ทำปฏิกิริยา PCR โดยใช้ Primer ที่มีความจำเพาะกับลักษณะพันธุกรรมที่ต้องการตรวจสอบ (ในกรณีนี้ใช้ Primer ที่จำเพาะสำหรับยีนฮาโลเรน)
5. ตรวจสอบชิ้นส่วนดีเอ็นเอเป้าหมายที่เพิ่มจำนวนจากปฏิกิริยา PCR ด้วยเทคนิค Gel electrophoresis ดังภาพที่ 37
6. นำผลผลิต PCR ที่มีชิ้นส่วนดีเอ็นเอเป้าหมายไปตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ซึ่งเอนไซม์จะตัดเฉพาะตำแหน่งที่มีความจำเพาะกับเอนไซม์ชนิดนั้นๆเท่านั้น (ในกรณียีนฮาโลเรนใช้เอนไซม์ *HhaI* หรือ *CfoI* หรือ *HinP1I* ซึ่งมีตำแหน่งตัดที่ GCG[↓]AC เหมือนกัน)
6. นำตัวอย่างชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ผ่านการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะมาตรวจสอบด้วยเทคนิค Gel electrophoresis
7. อ่านผล Genotype ที่ได้จากการตัดด้วยเอนไซม์ตามขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเอเป้าหมายที่ต้องการตรวจสอบ โดยในกรณีของยีนฮาโลเรนจะสามารถแยกได้เป็น Homozygous dominant (NN), Heterozygous (Nn) และ Homozygous recessive (nn) ดังภาพที่ 38



ภาพที่ 37 แสดงแถบ DNA ของยีนฮาโลเรนที่ได้จากการเพิ่มจำนวนโดยเทคนิค PCR
 เลขที่ 1 เป็น DNA marker เลขที่ 2-10 เป็นแถบของ DNA เป้าหมายมีขนาด 315 bp
 ที่มา: กมล ฉวีวรรณ และคณะ (2541)



ภาพที่ 38 แถบ DNA ของ PCR products ที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ HhaI

เลขที่ 1, 7 และ 10 เป็น Genotype Nn (ขนาด 315, 162 และ 153 bp)

เลขที่ 2 เป็น Genotype nn (ขนาด 315 bp) และเลขที่ 3-6, 8-9, 11-12 เป็น

Genotype NN (ขนาด 162 และ 153 bp)

ที่มา: กมล ฉวีวรรณ และคณะ (2541)

การคัดเลือกสุกรจากผลการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม

นำผลการตรวจสอบลักษณะพันธุกรรมมาใช้ในการคัดเลือกสุกรที่มีลักษณะพันธุกรรมหรือ Genotype ตามที่ต้องการ ในกรณียืนฮาโลเรนหากไม่ต้องการให้สุกรพันธุ์มีลักษณะของยืนด้อย จะคัดลักษณะพันธุกรรม nn และ Nn จากจากฝูง เพื่อกำจัดยืนด้อยที่ก่อให้เกิดอาการเครียดเป็นการลดปัญหาจากการสูญเสียหรือการตายของสุกรจากอาการเครียด และคัดเลือกลักษณะพันธุกรรม NN เพื่อใช้ขยายพันธุ์ต่อไป

การคัดเลือกโดยใช้เทคโนโลยีจีโนม (Genomic selection)

ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจีโนม (Genome technology) มีการพัฒนาก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และต้นทุน มีการนำความรู้ด้านจีโนมมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆกันอย่างแพร่หลาย เช่น การพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ การคัดกรองป้องกันและรักษาโรค การศึกษาความหลากหลายและการอนุรักษ์พันธุกรรม ซึ่งมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการเกษตร ทางการแพทย์ ทางนิติวิทยาศาสตร์ หรือแม้แต่ทางการค้า ส่งผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆในด้านจีโนมพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในด้านการเกษตร มีการนำมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์พืช พัฒนาพันธุ์สัตว์ชนิดต่างๆ เช่น โคเนื้อ โคเนื้อ สัตว์ปีก และสุกร การนำข้อมูลจีโนมมาใช้ในการคัดเลือกในรูปแบบการศึกษาความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนม (Genome-wide association study, GWAS) ส่งผลให้การพัฒนาพันธุ์สัตว์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทันต่อสถานการณ์ ความต้องการของตลาด และผู้บริโภค เกิดความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถทางพันธุกรรมและความก้าวหน้าทางพันธุกรรม (Genetic trend) เพิ่มขึ้น ลดระยะห่างระหว่างรุ่น ลดความเสี่ยงจากการคัดเลือกพันธุ์ที่ผิดพลาด ช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมของพ่อแม่พันธุ์สุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรของประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการคัดกรองพ่อแม่พันธุ์สุกรและกำหนดคุณสมบัติทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ การตรวจสอบบรรพบุรุษ การตรวจสอบย้อนกลับ และลดต้นทุนในการปรับปรุงพันธุกรรมสุกรภายในประชากร เพื่อให้สามารถระบุตัวสัตว์ที่ดีที่สุดสำหรับการคัดเลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Cleveland และคณะ, 2010; Knol และคณะ, 2016; Samorè และ Fontanesi, 2016)

Single nucleotide polymorphisms

Single nucleotide polymorphisms (SNPs) หรือสไนป์ เป็นตำแหน่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสซึ่งมีการเกิดขึ้นในบริเวณที่เป็นยีน (Coding region) และตำแหน่งที่ไม่ใช่ยีน (Non-coding region) มีการค้นพบตำแหน่ง SNPs จำนวนมหาศาลในจีโนมและนำมาพัฒนาเป็นเครื่องหมายพันธุกรรมเพื่อใช้คัดเลือก ปรับปรุงพันธุ์ และศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม เนื่องจากตำแหน่ง SNPs มีจำนวนมาก มีความหนาแน่นสูง ครอบคลุมทั้งจีโนม มีการพัฒนาเป็น SNP chips สำหรับสัตว์หลายชนิด ทำให้เพิ่มความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดในการตรวจสอบพันธุกรรม เช่น ไนโค ม้า สุนัข และสุกร (Ramos และคณะ, 2009) ในสุกรได้มีการพัฒนา SNP chips ที่มีปริมาณ SNPs จำนวนมาก และมีการนำมาใช้ในทางการค้าเพื่อวัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ และศึกษาด้านพันธุกรรม ซึ่ง PorcineSNP60 Beadchip (Illumina) มีปริมาณ SNPs 64,232 SNPs โดยครอบคลุมทั้งจีโนมสุกรทำให้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพสูง (Ramos และคณะ, 2009) ในอนาคตยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณความหนาแน่นของ SNPs ใน SNP chip เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความถูกต้อง และแม่นยำมากขึ้น (Keel และคณะ, 2018) มีการนำ SNP chips ที่มีความ

หนาแน่นของ SNPs จำนวนมากขึ้นไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์สุกร โดยใช้ในรูปแบบของการประมาณค่าการผสมพันธุ์จีโนม (Genomic estimated breeding values, GEBVs) (Baby และคณะ, 2014; Badke และคณะ, 2014b; Towers, 2015; Knol และคณะ, 2016; Lopez และคณะ, 2018; Lopez และคณะ, 2019) การใช้เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในสุกรพื้นเมือง (Diao และคณะ, 2019a; Diao และคณะ, 2019b; Muñoz และคณะ, 2019; Lee และคณะ, 2020) การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมในประชากรสุกร (Hlongwane และคณะ, 2020) การใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์กับโรคต่างๆในสุกร (Fu และคณะ, 2012; Luo และคณะ, 2012; Bovo และคณะ, 2019) การศึกษาความต้านทานโรค การศึกษาระบบภูมิคุ้มกัน (Shuhong และคณะ, 2012; Ballester และคณะ, 2020) การศึกษาความแปรปรวนของจำนวนชุดของดีเอ็นเอ (Copy number variations, CNVs) ในสุกรพื้นเมืองและสุกรพันธุ์ทางการค้าซึ่งส่งผลต่อลักษณะปรากฏและความไวต่อโรค (Wang และคณะ, 2014)

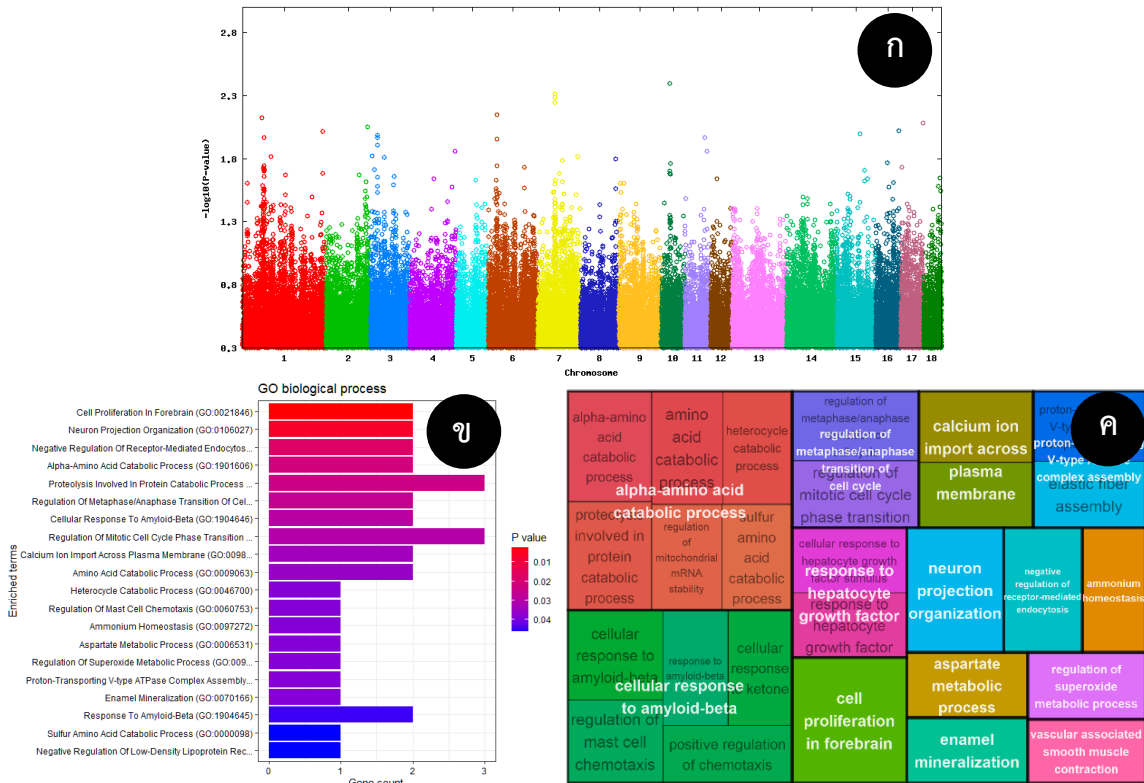
การประเมินค่าการผสมพันธุ์จีโนม

การประเมินค่าการผสมพันธุ์จีโนม หรือ GEBVs มีการนำมาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์สุกรประมาณ 10 ปีมาแล้ว แทนการใช้ Marker assisted selection (MAS) ซึ่งที่ผ่านมาเป็นการคัดเลือกด้วยยีนเพียงยีนเดียว เช่น ยีน Halothane ที่ควบคุมคุณภาพเนื้อ และเกี่ยวข้องกับความเครียด หรือยีน PRAKG3 ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพเนื้อ แต่ยีนที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมเชิงปริมาณมีจำนวนมาก ซึ่งมีการศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของ Quantitative trait loci (QTLs) (Knol และคณะ, 2016) ต่อมาจึงได้มีการใช้เครื่องหมายพันธุกรรมในรูปแบบของ SNPs ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่ให้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะปรากฏ และที่สำคัญคือครอบคลุมทั้งจีโนม การนำข้อมูล SNPs ที่ใช้ SNP Chips ที่มีความหนาแน่นสูง (PorcineSNP60 Beadchip, Illumina) มาประมาณคุณค่าทางพันธุกรรมร่วมกับลักษณะปรากฏ และพันธุ์ประวัติของสุกร มีการนำมาใช้พัฒนาพันธุ์สุกรให้มีความก้าวหน้า แม่นยำ และไปสู่พันธุกรรมสุกรที่ต้องการได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว (Baby และคณะ, 2014; Badke และคณะ, 2014b; Esfandyari และคณะ, 2016; Lopez และคณะ, 2016; Samorè และ Fontanesi, 2016) นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้ GEBVs ในการปรับปรุงพันธุ์สุกรพันธุ์ดิวรีคที่สามารถปรับปรุงลักษณะประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (Towers, 2015) หรือผลงานวิจัยที่ใช้ปรับปรุงด้านคุณภาพเนื้อ (Lopez และคณะ, 2018)

การศึกษความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนมกับลักษณะทางเศรษฐกิจ

การศึกษาค้นหาความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนม หรือ GWAS เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของเครื่องหมายพันธุกรรมทั่วทั้งจีโนม เช่น SNPs กับลักษณะปรากฏของตัวสัตว์ (Hayes และ Goddard, 2010) โดยการตรวจหาความแปรปรวนทางพันธุกรรมหรือตำแหน่งของยีนบนจีโนมที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะปรากฏ (Johansson และคณะ, 2010) ผลจากการศึกษา GWAS ทำให้สามารถค้นพบยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะปรากฏ (Zhang และคณะ, 2016) ดังที่มีรายงานการพบยีนที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรกรมปศุสัตว์ (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2567) หรือค้นพบแถบของดีเอ็นเอที่อยู่ตำแหน่งใกล้เคียงกับ SNPs ซึ่งสามารถนำมากำหนดเป็น Quantitative trait loci (QTL) เพื่อใช้ใน

การคัดเลือกลักษณะปรากฏหรือลักษณะทางเศรษฐกิจที่สนใจ นอกจากนี้ในการศึกษา GWAS ยังทำให้ทราบถึงกลไกการทำงานของยีน เครือข่ายหรือ Network ที่ยีนไปเกี่ยวข้อง ตลอดจนทราบข้อมูลวิถีหรือ Pathway ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพ (Biological process, BP) กลไกการทำงานในระดับเซลล์ (Cellular compartment, CC) และกลไกการทำงานในระดับโมเลกุล (Molecular function, MF) ดังที่แสดงในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนมกับลักษณะการเจริญเติบโตในสุกรกรมปลูสัตว์

(ก) แผนภูมิ Manhattan plots แสดง SNPs บนแต่ละโครโมโซมที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโต (ข) Go terms ของกระบวนการทางชีววิทยา (Biological process) ที่แสดงจำนวนยีนใกล้เคียงกับตำแหน่ง SNPs ที่สัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโต (ค) แผนภูมิ Tree map ที่แสดง Pathway และกลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการเจริญเติบโต

ที่มา: กมล ฉวีวรรณ และคณะ (2567)

การประเมินความก้าวหน้าในการพัฒนาพันธุ์ (Genetic evaluation for genetic progress)

การประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์หรือการพัฒนาพันธุ์ (Evaluation of genetic improvement) เป็นเครื่องมือใช้ในการประเมินความก้าวหน้าหรือความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ โดยดูจากผลตอบสนองต่อการคัดเลือก (Genetic progress) จากการประเมินค่าทางพันธุกรรม (Intaratham และคณะ, 2008) ทำให้ทราบว่าพันธุ์สัตว์ที่อยู่ในระหว่างการพัฒนาพันธุ์มีสถานะอย่างไร การคัดเลือกส่งผลอย่างไร สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์หรือไม่ ซึ่งความก้าวหน้าทางพันธุกรรมหมายถึงการพัฒนาปรับปรุงในลักษณะเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการพัฒนาพันธุ์ในช่วงของชั่วอายุที่กำหนด เช่น ลักษณะอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณเนื้อแดง ปริมาณการให้ลูก เป็นต้น องค์ประกอบที่สำคัญของความก้าวหน้าทางพันธุกรรมประกอบด้วย การคัดเลือกพันธุ์ ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าการผสมพันธุ์ การใช้เทคโนโลยีจีโนม ความเข้มข้นในการคัดเลือก ผลตอบสนองต่อการคัดเลือก ระยะห่างของชั่วอายุ การติดตามและประเมินลักษณะปรากฏและลักษณะพันธุกรรม ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของตัวสัตว์

การคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์โดยมีการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์เน้นปรับปรุงลักษณะทางเศรษฐกิจ เช่น อัตราการเจริญเติบโต ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ จะใช้วิธีการประเมินค่าทางพันธุกรรมต่างๆ เช่น ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability, h^2) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) ค่าการผสมพันธุ์ (Estimated breeding value, EBV) เพื่อใช้ประเมินผลตอบสนองต่อการคัดเลือก ดังที่รายงานโดย Suzuki และคณะ (2005) ที่ปรับปรุงพันธุ์สุกรพันธุ์คูร์ค็อกซึ่งใช้ระยะเวลาในการคัดเลือกเพื่อบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ใช้ระยะเวลา 5 ถึง 7 รุ่น (Chen และคณะ, 2003; Suzuki และคณะ, 2005; Hoque และคณะ, 2009) ในการพัฒนาพันธุ์สุกรนอกจากจะประเมินความก้าวหน้าของลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ การประเมินความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมายก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยการประเมินความแปรปรวนเป็นการตรวจสอบความสม่ำเสมอในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจ ซึ่งประกอบด้วยความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genetic variance, σ^2_A) ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม (Residual variance, σ^2_e) และความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ (Phenotypic variance, σ^2_p) การประเมินความสม่ำเสมอในการแสดงออกของลักษณะทางเศรษฐกิจตรวจสอบได้จากการเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of variance) (วโรชา จำปารัตน์ และคณะ, 2555) ซึ่งเป็นการประเมินความก้าวหน้าในการพัฒนาพันธุ์ ความสม่ำเสมอในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจต่างๆ ไปยังรุ่นลูก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำพันธุ์สุกรที่เกิดจากการพัฒนาพันธุ์ไปใช้ในการผลิตสุกร ซึ่งกมล และคณะ (2556) และ Chaweewan และคณะ (2012a) ได้ศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจ ความแปรปรวนของลักษณะพันธุกรรม และประเมินค่าทางพันธุกรรมของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ระหว่างรุ่นที่ 3 กับรุ่นที่ 4 และรุ่นที่ 4 และรุ่นที่ 5 พบว่าสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่พัฒนาถึงรุ่นที่ 5 มีลักษณะ ADG FCR BF และ LEA ใกล้เคียงเป้าหมายที่กำหนดในการพัฒนาพันธุ์ ซึ่งลักษณะ ADG FCR BF และ LEA ของสุกรพันธุ์ปากช่อง

5 ในรุ่นที่ 5 มีความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน จึงมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้ได้อย่างสม่ำเสมอไปยังรุ่นถัดไป โดยมีอัตราเลือดชิดในระดับต่ำ จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อผลิตสุกรขุนต่อไป ซึ่งสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 จัดเป็นสุกรพันธุ์สังเคราะห์ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ให้มีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่ำกว่า 850 กรัม/วัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารน้อยกว่า 2.50 ความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่า 1.0 ซม. พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากกว่า 37 ตร.ซม. รูปร่างทั่วไป สะโพกใหญ่ ไหล่หนา แผ่นหลังกว้าง มีลักษณะภายนอก ลำตัวสีเหลือง-แดง ในการพัฒนาพันธุ์สุกรขึ้นใหม่นั้นจะใช้กระบวนการคัดเลือกพันธุ์ ทดสอบพันธุ์ และวางแผนการผสมพันธุ์ในชั่วรุ่นเดียวกัน (*Inter-se mating*) จากชั่วรุ่นที่ 1 ถึงชั่วรุ่นที่ 5 โดยในการคัดเลือกพันธุ์นั้นจะเน้นตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ ซึ่งจะส่งผลให้ลดความแปรปรวน (*Variance*) ของลักษณะทางเศรษฐกิจในแต่ละชั่วรุ่น และจะส่งผลให้เกิดความสม่ำเสมอในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจเหล่านี้ไปยังสุกรรุ่นถัดไปเมื่อนำพันธุ์สุกรเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลสมรรถภาพการผลิตจากการทดสอบพันธุ์ เช่น อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความหนาไขมันสันหลัง และความลึกเนื้อสัน ซึ่งเป็นข้อมูลในแต่ละรุ่น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้วย Least square analysis วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ASReml (Gilmour และคณะ, 2006) และทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนในแต่ละลักษณะทางเศรษฐกิจด้วยวิธี Hartley ratio (มนต์ชัย ดวงจินดา, 2544) ถ้าความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจระหว่างรุ่นเท่ากันแสดงว่ามีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรม สามารถถ่ายทอดไปรุ่นถัดไปได้ อย่างสม่ำเสมอ แต่หากความแปรปรวนระหว่างรุ่นมีความแตกต่างกันแสดงว่ายังไม่มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมระหว่างรุ่นในลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมาย ต้องดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ในรุ่นต่อไปเพื่อลดความแปรปรวนและเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะทางเศรษฐกิจ

ตัวอย่างค่า Homogeneity of variance ของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ระหว่างรุ่นที่ 3 กับ 4 และระหว่างรุ่นที่ 4 กับ 5 ดังแสดงในตารางที่ 5 แสดงถึงสุกรในรุ่นที่ 3 และรุ่นที่ 4 มีความแปรปรวนของลักษณะ FCR และ LEA ยังไม่สม่ำเสมอและไม่เป็นเอกภาพ แต่ลักษณะ ADG และ BF ความแปรปรวนมีค่าไม่แตกต่างกันและมีความเป็นเอกภาพ ในขณะที่ในสุกรรุ่นที่ 4 และรุ่นที่ 5 มีค่าความแปรปรวนของแต่ละลักษณะ ไม่แตกต่างกันและมีความเป็นเอกภาพ ซึ่งแสดงถึงสุกรรุ่นที่ 4 และ 5 มีความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมายใกล้เคียงกัน สามารถถ่ายทอดไปยังสุกรรุ่นถัดไป หรือรุ่นลูกได้อย่างสม่ำเสมอ จึงเหมาะในการนำไปใช้เป็นสุกรพันธุ์ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้สุกรที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจตามเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์

ตารางที่ 5 ค่า Homogeneity of variance ของลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ระหว่างรุ่นที่ 3 และรุ่นที่ 4 และระหว่างรุ่นที่ 4 และรุ่นที่ 5

ลักษณะทางเศรษฐกิจ	รุ่นที่ 3 (n=317) และรุ่นที่ 4 (n=264)		รุ่นที่ 4 (n=264) และรุ่นที่ 5 (n= 207)	
	Ratio	P-value	Ratio	P-value
ADG	1.00	0.49	1.22	0.07
FCR	1.66	0.00001*	1.16	0.12
BF	1.19	0.07	1.05	0.34
LEA	1.23	0.04*	1.03	0.40

ADG: Average daily gain, FCR: Feed conversion ratio, BF: Backfat thickness, LEA: Loin eye area, * Significantly difference (P<0.05)

ที่มา: กมล และคณะ (2556)

การประเมินค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะทางเศรษฐกิจและอัตราเลือดชิด

ในการประเมินความก้าวหน้าทางพันธุกรรมจะต้องทำการประเมินค่าการผสมพันธุ์หรือ EBVs และค่าอัตราเลือดชิด (Inbreeding coefficient, F) ซึ่งค่าอัตราเลือดชิดคือค่าความน่าจะเป็นที่ยีนที่ได้รับมาจากพ่อจะเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกับยีนที่ได้รับมาจากแม่ ซึ่งค่าอัตราเลือดชิดจะเพิ่มมากขึ้นหากสัตว์ที่นำมาผสมพันธุ์กันมีความเกี่ยวข้องทางสายเลือด การผสมพันธุ์แบบเลือดชิดจะทำให้มีอัตราเลือดชิดเพิ่มมากขึ้น โดยลักษณะที่ต้องการจะมีความเหมือนกันหรือ Homozygous มากขึ้น และมีความแตกต่างกันหรือ Heterozygous ลดลง ซึ่งเหมาะกับแผนการผสมพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์หรือพัฒนาพันธุ์ ซึ่งค่าความเหมือนกันทางพันธุกรรมหรือ Homozygosity จะวัดออกมาในรูปแบบของอัตราเลือดชิด

กมล และคณะ (2556) ได้รายงานค่า EBV ในการพัฒนาพันธุ์สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 พบว่ามีค่าไปในทิศทางเดียวกันกับความก้าวหน้าในการพัฒนาพันธุ์ คือ ในส่วนของลักษณะ ADG และ LEA มีค่าเพิ่มสูงขึ้นแสดงถึงการพัฒนาพันธุ์ที่ดีขึ้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์จะสามารถถ่ายทอดให้รุ่นถัดไปมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่ค่า EBV ของลักษณะ FCR และ BF มีค่าลดลงจากรุ่นสู่รุ่น แสดงถึงการพัฒนาพันธุ์ที่มีความก้าวหน้าเช่นกัน ส่งผลให้ค่า FCR ลดลง เมื่อนำพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์จะส่งผลให้สุกรรุ่นถัดไปมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นและมีไขมันสันหลังที่บางลงดังแสดงในตารางที่ 6

การวางแผนผสมพันธุ์ในชั่วรุ่นเดียวกัน หรือ *Inter-se mating* อาจส่งผลให้เกิดอัตราเลือดชิดในระดับสูง เนื่องจากอาจมีการผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่เป็นเครือญาติกัน ซึ่งกมล และคณะ (2556) พบว่าค่าอัตราเลือดชิดมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 0.43 เปอร์เซ็นต์ในรุ่นที่ 2 ถึง 6.21 เปอร์เซ็นต์ในรุ่นที่ 5 แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำ ไม่ส่งผลต่อลักษณะทางเศรษฐกิจต่างๆ ซึ่ง Suzuki และคณะ (2005) ได้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การเกิดเลือดชิดไว้ที่ 7.91 เปอร์เซ็นต์ จากการคัดเลือก 7 รุ่น (1.17 เปอร์เซ็นต์ต่อรุ่น) ในขณะที่ค่าที่เกิดขึ้นจริงจากการคำนวณเท่ากับ 8.03 เปอร์เซ็นต์ ในการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการคัดเลือกนั้นจะส่งผลให้มีความแปรปรวนลดลง แต่ในทางกลับกันจะส่งผลต่อการเพิ่มอัตราเลือดชิดด้วยเช่นกันเมื่อจำนวนรุ่นมากขึ้น

ตารางที่ 6 ค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ของลักษณะทางเศรษฐกิจและค่าอัตราเลือดชิด (F) ของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 รุ่นที่ 1 ถึงรุ่นที่ 5

		รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3	รุ่นที่ 4	รุ่นที่ 5
จำนวน		146	290	317	264	207
EBV	ADG	-7.359	4.394	21.986	38.732	48.049
	FCR	0.033	-0.005	-0.075	-0.118	-0.122
	BF	0.019	-0.0003	-0.042	-0.056	-0.048
	LEA	-0.153	-0.315	-0.143	0.277	0.469
อัตราเลือดชิด (F)		0	0.43	2.93	4.94	6.21

ADG: Average daily gain, FCR: Feed conversion ratio, BF: Backfat thickness, LEA: Loin eye area, EBV: Estimated breeding values

ที่มา: กมล และคณะ (2556)

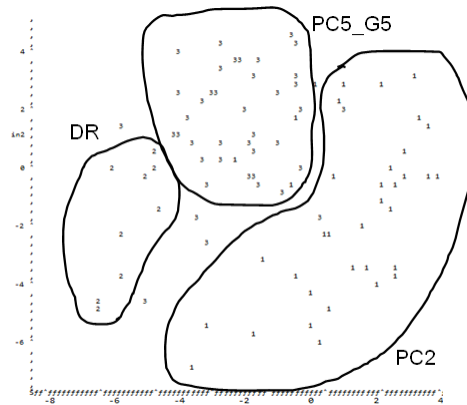
การใช้เทคนิค Microsatellite ในการจำแนกพันธุ์

ในการจำแนกพันธุ์หรือสายพันธุ์สัตว์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่หรือจำแนกลักษณะเฉพาะของพันธุ์กรรมไม่สามารถใช้การจำแนกจากลักษณะภายนอกได้เพียงอย่างเดียว ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านอนุพันธุศาสตร์มาใช้ในการจำแนกพันธุ์ (Breed identification/Breed Characterization) การจำแนกโดยข้อมูลลักษณะพันธุกรรม (Genotypic data) สามารถศึกษาความแปรปรวนในระดับโมเลกุล ซึ่งจะบ่งชี้ได้ถึงความเหมือนหรือแตกต่างทางพันธุกรรมซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะภายนอกหรือลักษณะปรากฏ (Phenotypic data) เทคนิค Microsatellite เป็นเทคนิคอนุพันธุศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic polymorphisms) มีการนำมาใช้ในการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมนำไปสู่การจำแนกสายพันธุ์ ซึ่งกมล และคณะ (2556) และ Chaweewan และคณะ (2012a) ได้รายงานการใช้ Microsatellite marker จำนวน 14 คู่ (Fao, 2004) ดังตารางที่ 7 ในการจำแนกกลุ่มพันธุ์สุกรสามารถจำแนกชนิดพันธุ์ของสุกรได้อย่างชัดเจนระหว่างสุกรพันธุ์ดิวอี้ค พันธุ์ปากช่อง 2 และพันธุ์ปากช่อง 5 ซึ่งสุกรพันธุ์ดิวอี้คและพันธุ์ปากช่อง 2 เป็นสุกรที่ใช้เป็นสุกรต้นพันธุ์ในการพัฒนาสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ดังแสดงในภาพที่ 40 ซึ่งจากการจำแนกพันธุ์สามารถจัดกลุ่มพันธุ์สุกรเป็น 3 กลุ่มได้ชัดเจน คือ สุกรพันธุ์ดิวอี้ค สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 และสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 แสดงถึงความสำเร็จในการพัฒนาพันธุ์ที่สามารถแยกได้จากสุกรที่เป็นต้นพันธุ์ได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 7 ข้อมูล Microsatellite ที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์ในการพัฒนาสุกรพันธุ์ปากช่อง 5

Primer	Primer sequence 5' to 3'	T _A (°C)	Chr.	Size (bp)
IGF1	F: GCTTGGATGGACCATGTTG	60	5	185-249
	R: CATATTTTTCTGCATAACTTGAACCT			
S0090	F: CCAAGACTGCCTTGTAGGTGAATA	60	12	230-294
	R: GCTATCAAGTATTGTACCATTAGG			
S0155	F: TGTTCTCTGTTTCTCCTCTGTTTG	62	1	147-195
	R: AAAGTGGAAAGAGTCAATGGCTAT			
S0178	F: TAGCCTGGGAACCTCCACACGCTG	62	8	108-138
	R: GGCACCAGGAATCTGCAATCCAGT			
S0215	F: TAGGCTCAGACCCTGCTGCAT	60	13	148-196
	R: TGGGAGGCTGAAGGATTGGGT			
S0218	F: GTGTAGGCTGGCGTGTGT	60	X	160-202
	R: CCCTGAAACCTAAAGCAAAG			
S0225	F: GCTAATGCCAGAGAAATGCAGA	62	8	115-219
	R: CAGGTGGAAAGAATGGAATGAA			
S0226	F: GCACTTTTAACTTTTCATGATACTCC	62	2	166-220
	R: GGTTAAACTTTTNCCCCAATACA			
S0227	F: GATCCATTTATAATTTTAGCACAAAGT	60	4	200-248
	R: GCATGGTGTGATGCTATGTCAAGC			
S0228	F: GGCATAGGCTGGCAGCAACA	60	6	211-265
	R: AGCCACCTCATCTTATCTACT			
SW122	F: TTGTCTTTTCTACTTCTTCGCCTTCTTCGGC	60	6	107-161
	R: CAAAAAAGGTCATAATAGTATTTGTAATAT			
SW240	F: AGAAATTAGCTGCCCCCTCAACATCTGCGC	60	2	92-128
	R: AAACCATTATAGTTCTCCTTATGCTAATAT			
SW857	F: TGAGAGGTCAAGATTAACAAGAAAAGAACCA	60	14	141-183
	R: GATCCTCCTCCCCAACATCCCCCACTCC			
SW951	F: TTTCACAACGTCGTGGGCGACGCAGGGG	60	10	117-165
	R: GATCGTGCCGAGAAAGTGGGAGCGGG			

ที่มา: Fao (2004)



ภาพที่ 40 การจำแนกกลุ่มพันธุ์สุกรด้วยการใช้ Microsatellite จำนวน 14 คู่

จำแนกพันธุ์ระหว่างสุกรพันธุ์ครีโอล (DR) ปากช่อง 2 (PC2) และปากช่อง 5 รุ่นที่ 5 (PC5_G5) ที่มา: Chaweewan และคณะ (2012a)

Microsatellite เป็นส่วนของลำดับเบสซ้ำๆกันที่พบบนสาย DNA ที่กระจายอยู่ทั่วทั้งจีโนม พบในสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด นิยมนำมาใช้ศึกษาคุณลักษณะและวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมเนื่องจากมีความจำเพาะ มีความหลากหลายสูงและสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป ดังนั้นการนำมาศึกษาเพื่อจำแนกกลุ่มพันธุ์ในการพัฒนาพันธุ์สุกรจึงเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาพันธุ์สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 เพื่อเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ *Inter se mating* ซึ่งเป็นการผสมพันธุ์ในชั่วรุ่นเดียวกัน ทำให้เกิดการเข้าสู่ของลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมือนกัน และถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป การดำเนินการผสมพันธุ์แบบ *Inter se mating* มากกว่า 4 ถึง 5 รุ่น จึงส่งผลให้ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่เข้าสู่กันและมีความเหมือนกันทางพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น เมื่อนำมาจำแนกด้วย Microsatellite จำนวน 14 คู่ จึงสามารถจำแนกกลุ่มออกจากกันได้ชัดเจน

การประเมินสมรรถภาพระบบสืบพันธุ์สุกรพ่อพันธุ์ (Reproductive system evaluation of boar)

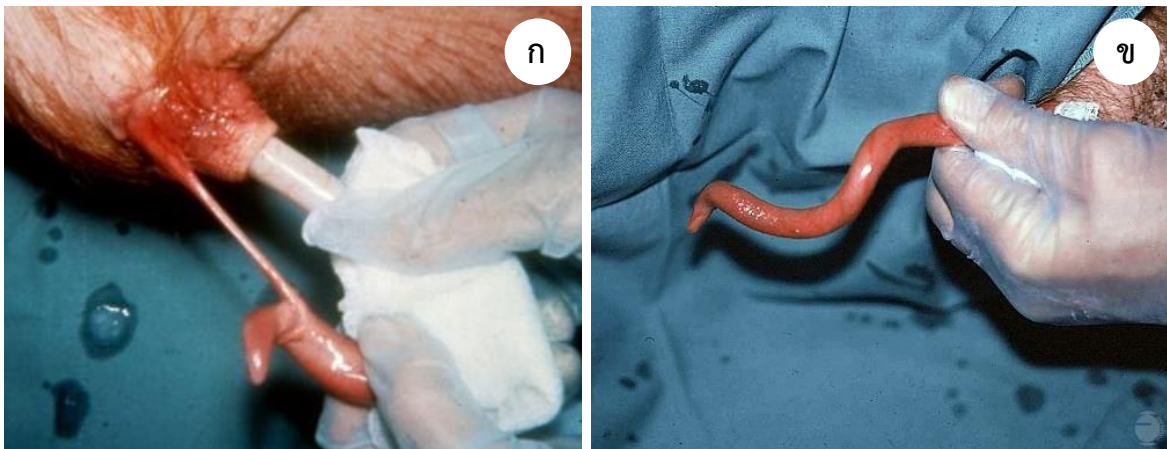
สุกรพ่อพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ตามเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ ซึ่งอาจได้มาจากการคัดเลือกตามลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมาย ตามดัชนีคัดเลือกจากลักษณะทางเศรษฐกิจ จากดัชนีการคัดเลือกที่มาจาก EBVs หรือ GEVVs และมีลักษณะรูปร่างที่เหมาะสม กีบและขาแข็งแรง ผ่านการตรวจสุขภาพและโรคติดต่อที่สำคัญที่อาจส่งผ่านไปทางน้ำเชื้อ ได้แก่ โรค PRRS Brucellosis Aujeszky's disease และ Leptospirosis (กรมปศุสัตว์, 2560) เมื่อถึงระยะหรืออายุที่จะนำขึ้นเป็นสุกรพ่อพันธุ์ทดแทน ต้องนำมาเตรียมความพร้อมก่อนใช้งาน เช่น การฝึกผสมพันธุ์ การฝึกรีดน้ำเชื้อ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อ หรือสรุปโดยรวมคือการประเมินสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ว่าพ่อพันธุ์สุกรหนุ่มมีความพร้อมหรือเหมาะสมสำหรับนำไปใช้สำหรับผสมพันธุ์หรือผลิตน้ำเชื้อ พ่อพันธุ์ที่ผ่านการประเมินจึงจะมีการนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งอิทธิพลจากการคัดเลือกลักษณะที่เจริญเติบโตเร็วอาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อ แต่ข้อมูลในสุกรยังไม่มีรายงานที่ชัดเจน แต่มีรายงานในสัตว์ปีกที่การคัดเลือกเพื่อให้ได้ไก่ที่โตเร็วส่งผลต่อการลดลงของคุณภาพน้ำเชื้อในไก่พ่อพันธุ์ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์อีกด้วย (Barbato, 1999) ซึ่งลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ในสุกรพ่อพันธุ์ยังไม่มีผลการประเมินที่ชัดเจน จึงควรมีการประเมินลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของศูนย์น้ำเชื้อหรือการใช้งานพ่อพันธุ์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะลักษณะรูปร่างของพ่อพันธุ์ อารมณ์ของพ่อพันธุ์ ปริมาณและคุณภาพและความแข็งแรงของตัวอสุจิ (Robinson และ Buhr, 2005) พันธุ์สุกรมีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อ และมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล และสภาพการเลี้ยงดู ซึ่งในสุกรพันธุ์ดอร์คพบว่าฤดูกาลมีอิทธิพลต่อปริมาณ จำนวนอสุจิ และจำนวนโติสที่ได้ โดยพบว่าในฤดูหนาวมีอิทธิพลสูงกว่าในฤดูร้อนและฤดูฝนในสภาพการเลี้ยงในระบบ EVAP ขณะที่ในสุกรพันธุ์อื่นไม่แตกต่างกัน (Rungruangsak และคณะ, 2021)

สุกรเพศผู้ควรมีอายุ 7 เดือนขึ้นไปจึงจะสามารถนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์ การทดสอบความต้องการผสมพันธุ์หรือการทดสอบคุณภาพน้ำเชื้อสามารถเริ่มทดสอบได้เมื่อสุกรมีอายุประมาณ 7-8 เดือน โดยนำแม่สุกรสาวที่เป็นสัตว์เข้ามาใกล้สุกรพ่อพันธุ์ จากนั้นสังเกตพฤติกรรมความต้องการผสมพันธุ์ของสุกรพ่อพันธุ์ หากต้องการให้พ่อสุกรผสมพันธุ์กับสุกรสาวควรช่วยเหลือสุกรพ่อพันธุ์ขณะผสมพันธุ์ให้สามารถขึ้นผสมพันธุ์อย่างถูกต้อง กรณีที่ต้องการทดสอบน้ำเชื้อให้นำพ่อสุกรมาฝึกขึ้นหุ้น ควรเริ่มฝึกสุกรขึ้นหุ้นเมื่ออายุประมาณ 7 เดือนขึ้นไป หากเริ่มฝึกเมื่อสุกรพ่อพันธุ์มีอายุมากโอกาสที่จะฝึกพ่อพันธุ์ขึ้นหุ้นเพื่อรีดน้ำเชื้อสำเร็จยิ่งน้อยลง เมื่อสุกรขึ้นหุ้นแล้วจึงรีดเก็บน้ำเชื้อมาประเมินคุณภาพ หากพ่อสุกรไม่ขึ้นหุ้นอาจนำกลืนมาทาที่หุ้นเพื่อกระตุ้นให้พ่อสุกรมีความต้องการผสมพันธุ์ กลิ่นที่ใช้กระตุ้นได้แก่ กลิ่นปัสสาวะที่ค้างอยู่ในถุงหุ้มลึงค์ของสุกรตัวผู้ น้ำปัสสาวะของสุกรแม่พันธุ์ที่กำลังเป็นสัตว์ น้ำเมือกของสุกรแม่พันธุ์ที่กำลังเป็นสัตว์ น้ำเชื้อพ่อสุกร หรือไข่ขาว (ศรีสุวรรณ ชมชัย, 2542) นอกจากนี้อาจจะใช้กลิ่นสังเคราะห์ หรือฮอร์โมนชนิด Gonadotropin หรือ Prostaglandin F2-alpha ช่วยกระตุ้นให้พ่อพันธุ์มีความต้องการผสมพันธุ์

ขั้นตอนในการประเมินสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ของสุกรประกอบด้วย การประเมินลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ การประเมินความต้องการในการผสมพันธุ์ (Libido) การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ การตรวจสอบคุณภาพหลังการเจือจางและการเก็บรักษาน้ำเชื้อ และการประเมินประสิทธิภาพการผสมพันธุ์

การประเมินลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์

การประเมินลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ (Sexual organ evaluation) อาจรวมอยู่ในการประเมินรูปร่างลักษณะภายนอก จะเป็นการประเมินลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น การพิจารณาขนาดและความสม่ำเสมอของลูกอัณฑะ (Testis) ไม่เป็นลักษณะอัณฑะทองแดง (Cryptorchism) หรือลูกอัณฑะฝ่อ หรือลูกอัณฑะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดของถุงหุ้มลึงค์ (Prepuce) ไม่มีขนาดใหญ่เกินไปหรือแองที่สะสมน้ำปัสสาวะหรือของเสีย (Preputial diverticulum) มีขนาดใหญ่ทำให้มีการสะสมของเสียหรือเชื้อแบคทีเรีย ความผิดปกติของลึงค์ (Penis) ว่ามีความผิดปกติหรือไม่ เช่น เส้นสองสลึง (Frenulum) ยึดติดที่ปลายลึงค์กับถุงหุ้มลึงค์หรือยึดกับส่วนของลึงค์ไม่ขาดออกจากกันทำให้ลึงค์ของสุกรไม่สามารถยืดเหยียดออกมาได้ หรือลึงค์ไม่สามารถแข็งตัวทำให้ผสมพันธุ์หรือรีดเก็บน้ำเชื้อไม่ได้ ดังภาพที่ 41 สุกรที่มีสมรรถภาพการผลิตดี รูปร่างเหมาะสม แต่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับอวัยวะสืบพันธุ์ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ก็ไม่ควรนำมาใช้สำหรับผสมพันธุ์หรือรีดน้ำเชื้อ เพราะอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมา



ภาพที่ 41 ลักษณะลึงค์ที่ผิดปกติของสุกรพ่อพันธุ์

(ก) ลึงค์ที่เส้นสองสลึงไม่ขาด (ข) ลึงค์ที่ไม่แข็งตัว และเกลียวที่ปลายลึงค์ผิดปกติ

ที่มา: Annonymous (2015)

การประเมินความต้องการในการผสมพันธุ์

การประเมินความต้องการในการผสมพันธุ์ (Libido evaluation) หรือความคึกคะนองของสุกรพ่อพันธุ์ ดูได้จากการที่สุกรมีความคึกเมื่อเห็นสุกรตัวเมียที่เป็นสัด จะแสดงอาการต้องการผสมพันธุ์ ปีนป่ายเล่นลึงค์ หรือหากเห็นพ่อพันธุ์ตัวอื่นจะแสดงอาการข่ม หรือมีอาการก้าวร้าว อยากกัดหรือสู้กับพ่อพันธุ์ตัวอื่น (ศรีสุวรรณ ชมชัย, 2542) มีอาการที่เรียกว่าเคี้ยวน้ำลายโดยเคี้ยวปากแล้วมีน้ำลายออกมาเต็มปาก จะเป็นการแสดงออกถึงความต้องการผสมพันธุ์ ความต้องการผสมพันธุ์ของสัตว์ประเมินหรือวัดได้ยาก โดย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการผสมพันธุ์ ได้แก่ พันธุกรรม ฤดูกาล สังคม ปัจจัยทางเพศ และสภาวะทางจิตและอารมณ์ (Hemsworth และ Tilbrook, 2007) การประเมินพฤติกรรมทางเพศ (Sexual behavior) และความต้องการผสมพันธุ์ ได้มีการศึกษาโดย Ren และคณะ (2009) ที่ใช้ระบบการให้คะแนน สามารถใช้ประเมินความต้องการผสมพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถประเมินพ่อพันธุ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งก่อนหน้านี้ Estienne and Harper (2004) ได้ประเมินโดยดูจากปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) และช่วงเวลาในการลั่นน้ำเชื้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกัน ซึ่งระดับของฮอร์โมน Testosterone ของสุกรเพศผู้มีความสัมพันธ์กับคะแนนความต้องการผสมพันธุ์ (Ren และคณะ, 2009) ซึ่งฮอร์โมน Testosterone มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อเมตาโบลิซึมของ Dihydrotestosterone หลังจากเปลี่ยนแปลงเป็น Oestradiol เพื่อที่จะคงให้เกิดพฤติกรรมทางเพศ (Hemsworth และ Tilbrook, 2007) ซึ่งพฤติกรรมทางเพศมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อปริมาณของ Oestradiol-17b (Louis และคณะ, 1994a) ระดับของฮอร์โมน Testosterone มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของ Epididymis โดยฮอร์โมน Testosterone ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการพัฒนาของ Epididymis เช่นเดียวกับการเข้าสู่ความเป็นหนุ่มสาวพร้อมสืบพันธุ์ (Ren และคณะ, 2009) ซึ่งพ่อพันธุ์สายพันธุ์ที่มีระดับฮอร์โมน Testosterone สูงจะมีน้ำหนักของ Epididymis ที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มสายพันธุ์ที่มีระดับฮอร์โมน Testosterone ต่ำ (Walker และคณะ, 2004) แต่ระดับของฮอร์โมน Testosterone และระดับของความต้องการผสมพันธุ์ไม่มีผลต่อจำนวนน้ำเชื้อต่อการลั่นแต่ละครั้ง แต่จำนวนน้ำเชื้อต่อการลั่นแต่ละครั้งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการลั่น (Ren และคณะ, 2009)

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ (Semen evaluation) โดยทั่วไปประกอบด้วย ปริมาตรน้ำเชื้อ สีของน้ำเชื้อ ความเป็นกรดด่าง ความเข้มข้นของตัวอสุจิ การเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ ความผิดปกติของตัวอสุจิ และตัวเป็นตัวตาย ในการประเมินคุณภาพของตัวอสุจิอาจมีการประเมินส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของตัวอสุจิเพิ่มเติม เช่น การประเมินรูปร่างของตัวอสุจิ การประเมินความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ (Plasma membrane) การวัดระดับของสารต้านอนุมูลอิสระ (Reactive oxygen species, ROS) การประเมินการติดสี (Specific fluorochromes) การวัดความหนาแน่นของโครมาติน (Chromatin condensation) และการวัดความสมบูรณ์ของ DNA (DNA integrity) (Maside และคณะ, 2023) ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพขั้นสูงที่นิยมใช้ในการศึกษาวิจัย

การหาปริมาณน้ำเชื้อ (Volume)

หลังจากรีดน้ำเชื้อมาแล้วต้องนำมาหาปริมาณโดยใช้บีกเกอร์ที่วัดปริมาตรได้คร่าวๆ หรือใช้พลาสติกที่บ่งบอกปริมาตรได้แม่นยำ แต่โดยทั่วไปนิยมใช้การชั่งน้ำหนักเนื่องจากมีความสะดวก ทำได้ง่ายสามารถใช้ถุงหรือภาชนะสำหรับรีดน้ำเชื้อโดยเฉพาะ ทำให้ลดการปนเปื้อนได้ และให้ค่าที่ใกล้เคียงกับการหาปริมาณ โดยนำน้ำหนักที่ชั่งได้มาคูณด้วย 0.97 เนื่องจากน้ำเชื้อสุกรมีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำ โดยมีความหนาแน่นประมาณ 1.03 กรัม/ซีซี จะได้เป็นปริมาณน้ำเชื้อที่รีดมาได้ โดยทั่วไปในการรีดน้ำเชื้อสุกรจะได้น้ำเชื้อประมาณ 100 ถึง 300 ซีซี น้ำเชื้อที่รีดเก็บจะเป็นเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำเชื้อสีขาวขุ่นเท่านั้น ส่วน

น้ำใสๆและเม็ดสีขาวที่หลั่งออกมาตอนแรกมีเชื้อแบคทีเรียปะปนออกมามากจะไม่เก็บ (ศรีสุวรรณ ชมชัย, 2542) ส่วนปริมาตรของน้ำเชื้อมีความสำคัญน้อยกว่าความเข้มข้นของน้ำเชื้อ สุกรที่รีดน้ำเชื้อได้ปริมาณมากแต่ความเข้มข้นต่ำอาจส่งผลให้ได้จำนวนโด้สของน้ำเชื่อน้อยกว่า ซึ่งปริมาณน้ำเชื้อที่รีดได้น้อยจะมีความเข้มข้นของตัวสูกิจมากกว่าน้ำเชื้อที่รีดได้ในปริมาณมาก การรีดเก็บน้ำเชื้อจากสุกรพ่อพันธุ์แสดงในภาพที่ 42



ภาพที่ 42 การรีดเก็บน้ำเชื้อจากสุกรพ่อพันธุ์

สีน้ำเชื้อ (Color)

สีของน้ำเชื้อสุกรที่รีดได้จะมีสีใสจนถึงสีขาวขุ่น นิยมประเมินเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 สีใสคล้ายกับน้ำ (Watery)

ระดับ 1 สีขุ่น (Cloudy)

ระดับ 2 สีขาวขุ่นเหมือนนํ้านม (Milky)

ระดับ 3 สีขาวขุ่นเหมือนครีม (Thick Creamy)

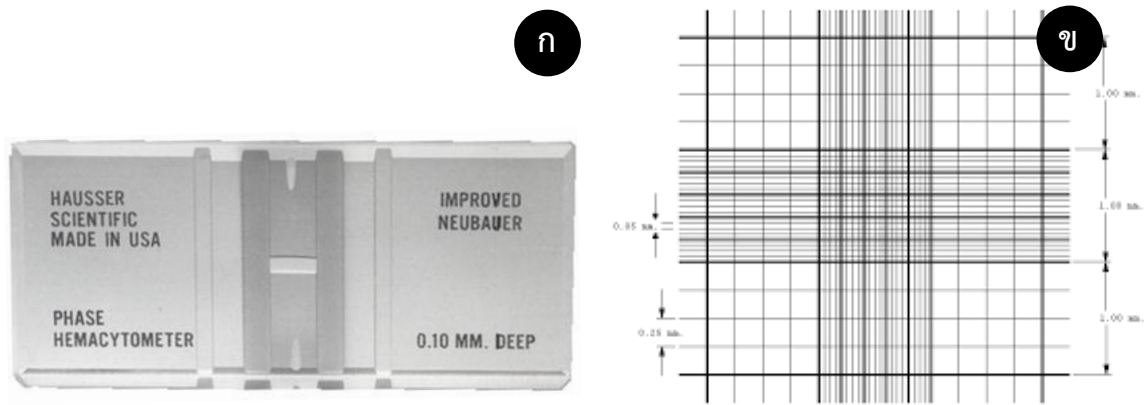
โดยทั่วไปน้ำเชื้อในระดับ 2 ถึง 3 จะมีจำนวนตัวสูกิจมาก แต่ต้องผ่านการตรวจว่าเป็นสีที่ขุ่นจากตัวสูกิจ ไม่ได้เป็นสีขาวขุ่นของสารที่หลั่งจาก Cowper's glands หรือมีตัวสูกิจจริงแต่เป็นตัวตายมากกว่าปกติ นอกจากนี้หากน้ำเชื้อที่รีดได้มีสีผิดปกติ เช่น สีแดงหรือชมพูอาจเกิดจากมีการปนเปื้อนของเลือด ซึ่งน้ำเชื้อที่มีตัวสูกิจน้อย มีตัวตายมาก หรือมีเลือดปนจะไม่นำมาใช้ผสมพันธุ์ นอกจากนี้ควรตรวจสอบการตกตะกอนของน้ำเชื้อซึ่งการตกตะกอนของตัวสูกิจส่วนใหญ่สาเหตุเกิดจากปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของตัวสูกิจและมีผลต่อการปฏิสนธิ โดยทั่วไปจะกำหนดระดับของการตกตะกอนออกเป็น 3 ระดับ คือ 0 หรือไม่มี ระดับ 1 หรือต่ำ (<10% agglutinated cells) ระดับ 2 หรือปานกลาง (10–15% agglutinated cells) และระดับ 3 หรือรุนแรง (>15% agglutinated cells) (Pinart และคณะ, 2017)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

น้ำเชื้อสุกรที่ปกติจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 7.2-7.5 ซึ่งค่า pH ที่ลดต่ำลงจะมีผลต่อการลดเคลื่อนที่และเมตาบอลิซึมของตัวอสุจิ (Johnson และคณะ, 2000) การวัดค่า pH หรือความเป็นกรด-ด่างนิยมวัดโดยใช้เครื่องวัด pH (pH meter) ซึ่งจะได้ค่าออกมาที่แม่นยำมากกว่าการวัดโดยใช้กระดาษลิตมัส (Lithmus)

การตรวจวัดความเข้มข้นของตัวอสุจิ (Sperm concentration)

การตรวจวัดความเข้มข้นหรือปริมาณตัวอสุจิโดยทั่วไปนิยมใช้การนับด้วยที่นับเม็ดเลือด หรือ Haemocytometer ซึ่งมีการใช้กันแพร่หลาย ใช้งานง่าย ปัจจุบันนิยมใช้แบบคือ Bright-Line™ Hemacytometer (Neubauer, Germany) ดังภาพที่ 43 หรือ Fuchs-Rosenthal Counting Chamber (Brand, Germany) โดยจะใช้การย้อมสีเพื่อให้มองเห็นตัวอสุจิได้ง่าย จากนั้นจึงนับปริมาณตัวอสุจิในขอบเขตพื้นที่ที่กำหนด และคำนวณปริมาณตัวอสุจิที่นับได้เปรียบเทียบกับปริมาตรของน้ำเชื้อในพื้นที่ที่นับตัวอสุจิ จะได้ค่าเป็นค่าปริมาณตัวอสุจิต่อซีซี ก็จะสามารถนำไปคำนวณหาปริมาณอสุจิทั้งหมดที่รีดมาได้ การนับตัวอสุจิด้วยที่นับเม็ดเลือดนี้ค่อนข้างเสียเวลาและมีความยุ่งยาก ผู้ที่ปฏิบัติงานนับต้องมีความชำนาญ โดยเฉพาะการเจือจางน้ำเชื้อ การย้อมสี และการนับ จึงมักพบความแปรปรวนจากผลการตรวจประเมินค่อนข้างสูง (Christensen และคณะ, 2005) โดยทั่วไปนิยมใช้ควบคู่กับ Spectrophotometer ที่ใช้หลักของการวัดการดูดกลืนแสง (Absorbance) หรือการผ่านของแสง (Transmission) จากนั้นนำค่าที่ได้ไปหาความสัมพันธ์กับค่าที่นับได้จากที่นับเม็ดเลือด โดยการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยหรือ Regression analysis จะได้เป็นสมการที่ใช้ทำนายปริมาณตัวอสุจิ เมื่อได้สมการมาแล้วในการประเมินปริมาณครั้งต่อไปจึงสามารถใช้ค่าที่วัดได้จากเครื่อง Spectrophotometer มาแทนที่ในสมการก็จะได้ปริมาณตัวอสุจิเพื่อนำไปใช้เตรียมน้ำเชื้อต่อไป เนื่องจากการนับปริมาณตัวอสุจิมีความยุ่งยากและต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ประกอบกับการวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer และนำไปแทนค่าในสมการเป็นการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนปัจจุบันจึงมีเครื่องมือวัดปริมาณน้ำเชื้อแบบสำเร็จรูปที่ใช้หลักการของ Spectrophotometer และสมการทำนายปริมาณตัวอสุจิออกมาจำหน่ายหลากหลายยี่ห้อที่มีการนำมาจำหน่ายในประเทศไทย เช่น SDM-1 (Minitüb, Germany) i-Sperm (Aidmics Biotechnology, Taiwan) Porcine sperm photometer (Fujihira, Japan) ดังภาพที่ 44 นอกจากนี้ในการตรวจคุณภาพน้ำเชื้ออาจใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการประเมิน ได้แก่ ระบบ Computer-assisted semen analysis (CASA) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีราคาสูง เป็นการทำงานร่วมกันของกล้องจุลทรรศน์ชนิด Phase contrast กล้องวิดีโอความละเอียดสูง ในการประเมินปริมาณอสุจिरายตัว ตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อ ความเข้มข้นน้ำเชื้อ และคำนวณจำนวนโตนัสของน้ำเชื้อไปพร้อมกัน (Boe-Hansen และคณะ, 2008)



ภาพที่ 43 ที่นับเม็ดเลือด (Haemocytometer) สำหรับนับตัวอสุจิ

(ก) Haemocytometer แบบ Bright-Line™ (Neubauer) (<https://www.microscope-world.com/p-3731-hausser-bright-line-phase-contrast-hemacytometer.aspx>)

(ข) ตารางที่ใช้สำหรับนับตัวอย่าง (http://hauserscientific.com/products/reichert_bright_line.html)



ภาพที่ 44 เครื่องมือตรวจปริมาณน้ำเชื้อ

(ก) เครื่อง SDM-1 (<https://www.minitube.com/catalog/en/photometer-sdm-1-calibrated-p1135/>)

(ข) เครื่อง Porcine sperm photometer (<https://www.pcp-ai.com/Semen-analysis/1261.html>)

(ค) เครื่อง i-Sperm (<https://www.isperm.co/features>)

การตรวจสอบการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ

การประเมินการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ (Sperm motility) เป็นการตรวจสอบคุณภาพของตัวอสุจิที่ดีที่สุด ในการประเมินการเคลื่อนที่จะใช้การประเมินการเคลื่อนที่แบบรายตัว (Individual movement หรือ Progressive mobility) และแบบกลุ่ม (Mass movement หรือ Total mobility) โดยนำน้ำเชื้อที่รีดได้มาหยดบนแผ่นสไลด์แก้วที่อุ่นที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส มาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด Phase contrast ด้วยกำลังขยาย 100-200 เท่า

การประเมินการเคลื่อนที่แบบกลุ่มนิยมใช้กับน้ำเชื้อที่รีดมาใหม่ๆ จะกำหนดคะแนนการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิเป็น 5 ระดับ คือ (ศรีสุวรรณรณ ชมชัย, 2542)

ระดับ 5 ดีเยี่ยม น้ำเชื้อมีความเข้มข้นสูง มีคลื่นการเคลื่อนไหวรุนแรงเห็นได้ชัด หมุนวนเหมือนกลุ่มเมฆ ไม่สามารถสังเกตการเคลื่อนที่รายตัว มีการเคลื่อนไหวมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 4 ดีมาก เห็นคลื่นของการเคลื่อนไหว แต่ไม่รุนแรงเท่าระดับ 5 มองเห็นตัวอสุจิเกาะกันเป็นกลุ่มบ้าง ซึ่งเป็นตัวอสุจิที่ไม่เคลื่อนที่ มีการเคลื่อนไหวประมาณ 70-85 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 3 ดี มองเห็นตัวอสุจิเกาะกันเป็นกลุ่มมากขึ้น แต่ยังมีตัวอสุจิเคลื่อนที่ไปข้างหน้ามาก สามารถเห็นการเคลื่อนไหวรายตัวได้ มีการเคลื่อนไหวประมาณ 45-65 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 2 พอใช้ มองไม่เห็นคลื่นการเคลื่อนไหว มีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเล็กน้อย มีการเคลื่อนไหวประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 1 ไม่ดี ตัวอสุจิพลิกตัวไปมาอยู่กับที่ มีแนวโน้มจะไม่เคลื่อนไหว มีการเคลื่อนไหวต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

ระดับ 0 ไม่มีตัวอสุจิเคลื่อนไหว

น้ำเชื้อที่มีตัวอสุจิที่เคลื่อนไหวในระดับ 4 และ 5 เหมาะนำมาใช้ในการผสมเทียม โดยระดับ 5 เป็นตัวอสุจิที่มีการเคลื่อนไหวรวดเร็วและแข็งแรง (Ax และคณะ, 2000)

การประเมินการเคลื่อนที่รายตัว เหมาะสำหรับน้ำเชื้อที่มีการเจือจางกับสารละลายน้ำเชื้อแล้ว หรือน้ำเชื้อที่มีความเข้มข้นต่ำ โดยแบ่งการเคลื่อนที่ออกเป็น 4 แบบ (ศรีสุวรรณรณ ชมชัย, 2542)

1. การเคลื่อนที่แบบพุ่งไปข้างหน้า เป็นการวัดปริมาณตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว น้ำเชื้อที่มีปริมาณตัวอสุจิที่เคลื่อนที่พุ่งไปข้างหน้าจำนวนมาก จัดเป็นน้ำเชื้อที่มีคุณภาพดี

2. การเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นวงกลม หรือเคลื่อนที่กัลปหลัง จะพบการเคลื่อนที่แบบนี้ในกรณีที่ตัวอสุจิมีรูปร่างผิดปกติ อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือตัวอสุจิอายุมาก น้ำเชื้อที่มีสัดส่วนตัวอสุจิที่เคลื่อนที่แบบหมุนเป็นวงกลมจำนวนมาก เป็นน้ำเชื้อที่คุณภาพไม่ดี

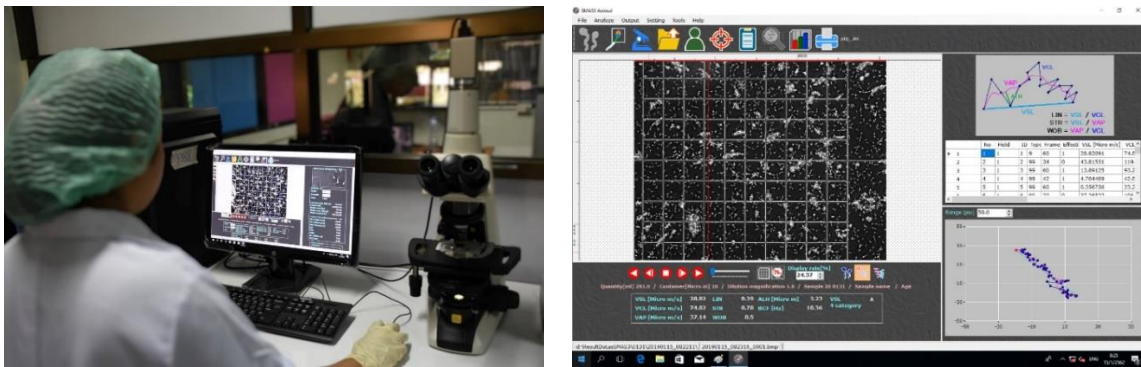
3. การเคลื่อนไหวแบบอยู่กับที่ ตัวอสุจิจะไม่มีการเคลื่อนที่ แต่มีการเคลื่อนไหวเฉพาะส่วนหาง ซึ่งอาจเกิดจากตัวอสุจิได้รับความเย็นมากไป หรือตัวอสุจิจะตาย

4. ไม่มีตัวอสุจิที่เคลื่อนไหว เป็นตัวตายทั้งหมด

การประเมินการเคลื่อนที่แบบรายตัวนี้ นิยมประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวอสุจิที่มีชีวิตร่วมกัน เปอร์เซ็นต์ตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า สุกรที่มีผลรวมของทั้งสองค่านี้สูงแสดงว่าเหมาะกับการนำไปใช้ผสมพันธุ์

การตรวจการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิด้วย CASA

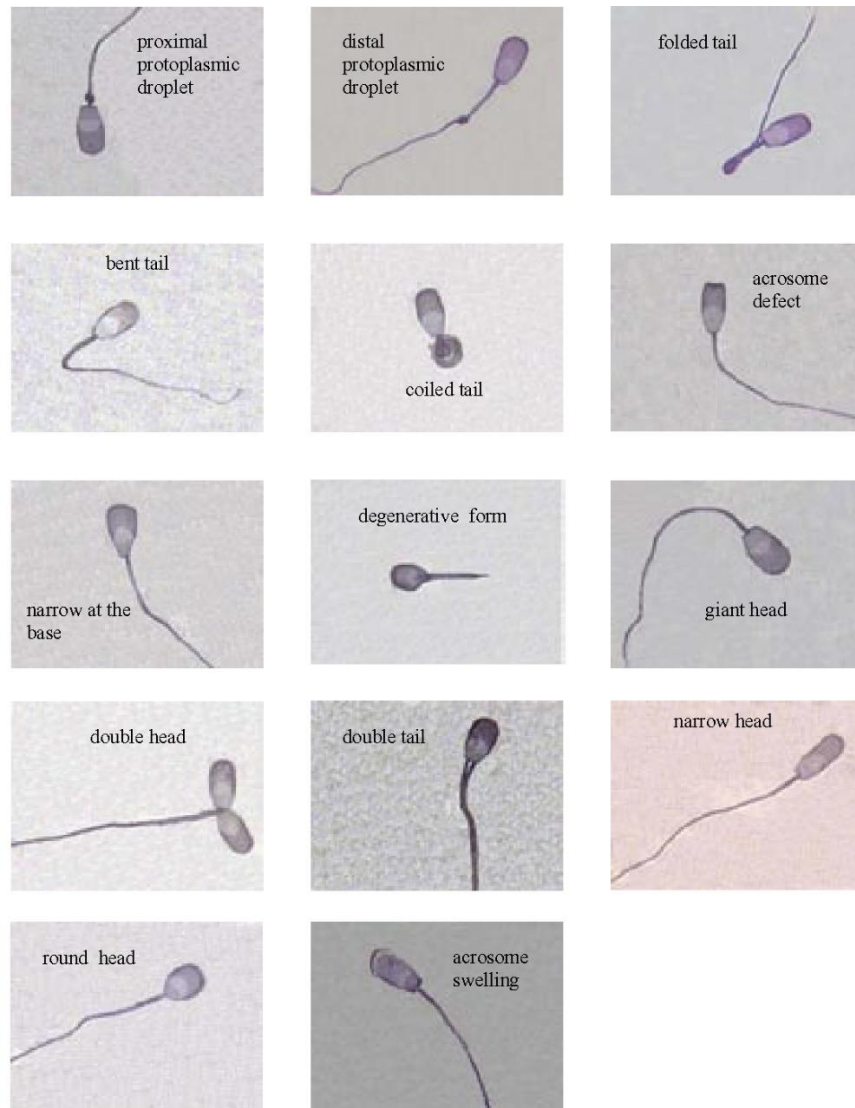
CASA หรือ Computer-assisted semen analysis เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างกล้องจุลทรรศน์ กล้องดิจิทัลความละเอียดสูง และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตรวจประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ ซึ่งการตรวจประเมินคุณภาพน้ำเชื้อด้วย CASA จะสามารถประเมินคุณภาพน้ำเชื้อได้อย่างละเอียดถึงระดับรายตัว โดยเฉพาะการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนความผิดปกติของตัวอสุจิ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการคำนวณการเจือจางน้ำเชื้อในอัตราส่วนได้จำนวนโตสน้ำเชื้อมากที่สุด การใช้เครื่อง CASA จะส่งผลให้สามารถประเมินคุณภาพของน้ำเชื้อของสุกรพ่อพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อสุกรด้วยเครื่อง CASA ดังแสดงในภาพที่ 45



ภาพที่ 45 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อสุกรด้วยเครื่อง Computer-assisted semen analysis

ความผิดปกติของตัวอสุจิ และตัวเป็นตัวตาย

ความผิดปกติของรูปร่างของตัวอสุจิและการตกตะกอนของตัวอสุจิที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ เช่น การเกิดหยดน้ำที่ส่วนหาง (Cytoplasmic droplets) ความผิดปกติที่หางของตัวอสุจิมีการขดเป็นวงหรือโค้งงอ การเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างหัวของอสุจิ ดังแสดงในภาพที่ 46 ซึ่งความผิดปกติเหล่านี้สามารถพบได้โดยที่ยังพบตัวอสุจิที่มีรูปร่างปกติมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (López Rodríguez และคณะ, 2013) การย้อมสีตัวอสุจิเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการประเมินคุณภาพของตัวอสุจิ สีนี้นิยมนำมาย้อมสีตัวอสุจิเพื่อประเมินคุณภาพได้แก่สี Nigrosin-Eosin หรือสี Eosin-Gentian เมื่อย้อมสีแล้วจะทำให้สามารถเห็นตัวอสุจิได้ชัดเจน จำแนกตัวอสุจิที่มีชีวิตและตัวอสุจิที่ตายได้ และสามารถประเมินความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ และรูปร่างของตัวอสุจิได้ (Czubaszek และคณะ, 2019)



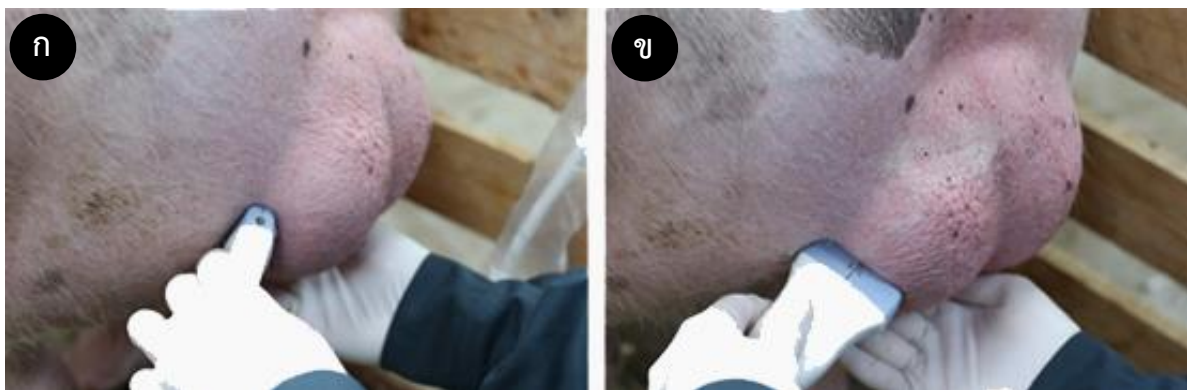
ภาพที่ 46 ลักษณะความผิดปกติของตัวอสุจิของสุกร
ที่มา: Čeřovský และคณะ (2018)

ความหนาแน่นของตัวอสุจิ

การประเมินความหนาแน่นของตัวอสุจิจำเป็นสำหรับศูนย์น้ำเชื้อที่ผลิตน้ำเชื้อเพื่อจำหน่ายหรือการผลิตน้ำเชื้อที่ต้องการการการเจือจางเพื่อให้ได้จำนวนโด้สของน้ำเชื้อมากที่สุด พ่อสุกรที่จะนำไปใช้ในศูนย์ผลิตน้ำเชื้อจึงจำเป็นต้องผ่านการประเมินความหนาแน่นของตัวอสุจิ น้ำเชื้อที่รีดจากพ่อพันธุ์ควรมีความหนาแน่นของตัวอสุจิอยู่ระหว่าง 100–500 ล้านตัวต่อซีซี ในการรีดแต่ละครั้งจะได้ตัวอสุจิประมาณ 60–80 พันล้านตัว (Anonymous, 2022) ทั้งนี้ต้องมีการประมาณจำนวนอสุจิที่ตาย ผิดปกติ โดยต้องอยู่ในเกณฑ์ปกติไม่มากเกินไป เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินความหนาแน่นหรือความเข้มข้นของตัวอสุจิคือ Hemocytometer และ Spectrophotometer

ปัจจุบัน การประเมินความสมบูรณ์ของน้ำเชื้อและอวัยวะสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์สามารถประเมินได้โดยใช้เครื่อง Ultrasound และโปรแกรมที่มีความเฉพาะ ซึ่งจะใช้ Linear probe ตรวจจากภายนอก บริเวณอณฑะของสุกรด้วยเครื่อง Real-time ultrasound จากนั้นจึงนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม

วิเคราะห์เนื้อเยื่อของอัณฑะ (Testicular tissue) ร่วมกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชื้อ (Montes-Garrido และคณะ, 2022) โดยใช้หลักการวิเคราะห์ภาพถ่ายที่มีความละเอียดสูงด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer-assisted pixel analysis) ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อเยื่อต่างๆของอัณฑะที่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการผลิตตัวอสุจิจะทำให้สามารถประเมินสมรรถภาพการสืบพันธุ์ เพื่อใช้ประกอบในการคัดเลือกพ่อพันธุ์ โดยสามารถคัดเลือกได้ตั้งแต่สุกรเพศผู้มีอายุ 3 เดือน การทดสอบด้วย Ultrasound นี้เป็นวิธีที่ไม่ต้องผ่าตัดหรือล้วงเข้าไปภายในร่างกายสัตว์ ทำได้สะดวกและรวดเร็ว การตรวจประเมินด้านสุขภาพของอวัยวะสืบพันธุ์ทำให้ลดปัญหาและความสูญเสียที่เกิดจากความเครียด การติดเชื้อ การเจ็บป่วย หรือจากสาเหตุอื่นๆ เพื่อให้สามารถทำการรักษาหรือแก้ไขได้อย่างทันท่วงที ปัจจุบันวิธีนี้เริ่มมีการนำมาใช้ในการประเมินพ่อพันธุ์ในสัตว์ชนิดต่างๆ (Da Silva-Alvarez และคณะ, 2022) การสแกนอัณฑะของสุกรด้วย Linear probe ดังแสดงในภาพที่ 47



ภาพที่ 47 การสแกนอัณฑะของสุกรพ่อพันธุ์ด้วย Linear probe

(ก) การสแกนตามแนวยาว (ข) การสแกนตามแนวขวาง

ที่มา: <https://gb.pic.com/2021/11/02/fertiboar-innovation-applied-to-the-prediction-of-semen-quality-in-young-boars/>

การตรวจสอบคุณภาพหลังการเจือจางและการเก็บรักษาน้ำเชื้อ

การผสมเทียมสุกรนิยมใช้น้ำเชื้อสด ซึ่งน้ำเชื้อสดเมื่อผสมกับสารละลายน้ำเชื้อจะมีอายุการเก็บรักษา ประมาณ 3-15 วัน ขึ้นกับชนิดของสารละลายที่ใช้เจือจางน้ำเชื้อ (Semen extender) ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพหลังจากเจือจางและเก็บรักษาจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะน้ำเชื้อจากพ่อสุกรแต่ละตัวจะตอบสนองต่อการเจือจางด้วยสารละลายและต่อการเก็บรักษาแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนนำพ่อพันธุ์มาใช้ในแผนการผสมพันธุ์ หรือก่อนนำไปผลิตน้ำเชื้อเพื่อจำหน่ายจึงควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อหลังการเจือจางและการเก็บรักษาเพื่อให้สามารถวางแผนการใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์ให้เหมาะสม

หลังจากการเจือจางน้ำเชื้อสดสุกรด้วยสารละลายน้ำเชื้อในอัตราส่วนมาตรฐาน โดยให้ได้น้ำเชื้อหลังการเจือจางมีปริมาณตัวอสุจิ 2,000 ถึง 3,000 ล้านตัวต่อโดส เมื่อเตรียมน้ำเชื้อ 75 ถึง 100 ซีซีต่อโดส (Ausejo และคณะ, 2022) ซึ่งอาจจะทดสอบด้วยสารละลายน้ำเชื้อมาตรฐาน เช่น BTS ซึ่งจะเก็บรักษา

น้ำเชื้อหลังเจือจางในตู้เย็นเก็บน้ำเชื้อสุกรที่อุณหภูมิ 15-18 องศาเซลเซียส ได้นาน 3 วัน หรือใช้สารละลายชนิดอื่นที่เก็บรักษาน้ำเชื้อได้นานกว่า น้ำเชื้อที่เก็บไว้มาตรวจสอบคุณภาพเมื่อครบกำหนดการเก็บรักษาที่ 1, 2, และ 3 วัน (กรณีใช้ BTS) โดยนำมาอุ่นที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ เช่น การเคลื่อนไหว ตัวเป็นตัวตาย ความแข็งแรงของน้ำเชื้อ จะทำให้รู้ข้อมูลคุณภาพหลังการเจือจางและการเก็บรักษาน้ำเชื้อของสุกรพ่อพันธุ์แต่ละตัวที่มีความแตกต่างกัน น้ำเชื้อสดที่มีชีวิตรอดและมีคุณภาพดีหลังจากเก็บรักษาในตู้เย็นแสดงถึงความสามารถในการทนทานต่อความเย็น หรือต่อการเก็บรักษา ซึ่งสุกรบางตัวน้ำเชื้อจะไม่ทนทานต่อความเย็นจะไม่เหมาะนำมาผลิตน้ำเชื้อเพื่อใช้ผสมเทียม แต่อาจใช้สำหรับการผสมจริงได้

การประเมินประสิทธิภาพการผสมพันธุ์

การประเมินประสิทธิภาพในการผสมพันธุ์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสมรรถภาพด้านการสืบพันธุ์ พ่อพันธุ์ที่มีสมรรถภาพการสืบพันธุ์สูงจะมีประสิทธิภาพการผสมพันธุ์สูงไปด้วย เช่น พ่อพันธุ์ที่ให้น้ำเชื้อคุณภาพดี ได้จำนวนโด้สมาก จะส่งผลให้ได้ลูกสุกรจำนวนมาก มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูง และใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ในการประเมินประสิทธิภาพการผสมพันธุ์จะประเมินจากข้อมูลจำนวนโด้สของน้ำเชื้อที่ผลิตได้ เปอร์เซ็นต์การผสมติด เปอร์เซ็นต์การเข้าคลอด และจำนวนลูกต่อครอก พ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมดีและมีประสิทธิภาพการผสมพันธุ์ดีจะสามารถส่งต่อพันธุกรรมที่เป็นสมรรถภาพการผลิตหรือลักษณะทางเศรษฐกิจไปยังลูกสุกร หรือสุกรขุน เพื่อให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการผลิตสุกร

พ่อพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบสมรรถภาพการผลิตและคัดเลือกเพื่อเป็นพ่อพันธุ์ทดแทน เมื่อผ่านการประเมินลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ ความต้องการในการผสมพันธุ์ คุณภาพน้ำเชื้อ การตรวจสอบคุณภาพหลังการเจือจางและการเก็บรักษาน้ำเชื้อ จะถูกนำไปใช้ผสมพันธุ์หรือผลิตน้ำเชื้อ ควบคู่ไปกับการเก็บรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพการผสมพันธุ์ ตลอดจนการเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของลูกที่เกิดขึ้นมา จะเป็นข้อมูลที่ยืนยันสมรรถภาพของพ่อพันธุ์ในด้านต่างๆ ต่อไป

การประเมินความต้องการทางโภชนา (Nutrient requirements estimation)

ต้นทุนการผลิตสุกรส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารโดยขึ้นอยู่กับชนิดและราคาของวัตถุดิบเป็นหลัก การเลือกใช้วัตถุดิบเพื่อการลดต้นทุนอาหารอาจส่งผลกระทบต่อการแสดงออกทางศักยภาพของพันธุกรรมหากมีผลกระทบต่อความต้องการทางโภชนาของสุกร เช่น การให้ผลผลิต การเจริญเติบโต ดังนั้น ความต้องการทางโภชนาของสุกรจึงมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งสุกรมีความต้องการทางโภชนา (Nutrient requirements) ที่สำคัญได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (แป้ง) ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ เพื่อการดำรงชีพ เจริญเติบโต ให้ผลผลิต ให้น้ำนม สืบพันธุ์ และการทำหน้าที่ในด้านอื่นๆของร่างกาย ซึ่งได้มีการกำหนดเป็นข้อแนะนำ (Recommendation) ในการให้อาหารสุกรโดย National Research Council (NRC) มีการปรับปรุงล่าสุดเป็นฉบับที่ 11 ในปี ค.ศ. 2012 (National Research Council, 2012) ข้อแนะนำในการให้อาหารกำหนดมาจากความต้องการทางโภชนาของสุกรในสภาพการจัดการพื้นฐานทั่วไป แต่ความต้องการทางโภชนาจะมีความผันแปรในสุกรแต่ละตัว หากสุกรนั้นมีความแตกต่างทางด้านพันธุกรรม สภาพแวดล้อม วัตถุดิบ สภาวะของโรค หรือปัจจัยอื่นๆ อาจมีความจำเป็นต้องปรับสัดส่วนของโภชนาให้เหมาะสมเพื่อให้มีสมรรถภาพการผลิตและสมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่เหมาะสม (Cromwell, 2015) การกำหนดความต้องการทางโภชนาที่เหมาะสมจึงจะส่งผลให้สุกรแสดงออกได้เต็มศักยภาพทางพันธุกรรม โดยเฉพาะด้านการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความต้องการอาหารของสุกรขึ้นอยู่กับขนาด การเจริญเติบโต ศักยภาพการผลิต และคุณภาพของอาหาร นอกจากนี้ยังอาจมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ความเร็วลม ถิ่นที่อยู่ (Paul และคณะ, 2007) นอกจากนี้สุกรที่เลี้ยงในเขตร้อนชื้น (Tropical zone) อาจมีความต้องการอาหารแตกต่างจากสุกรที่เลี้ยงในเขตอบอุ่น (Temperate zone) เนื่องจากพันธุกรรม ขนาดของสุกร อัตราการเจริญเติบโต คุณภาพของวัตถุดิบ และความแปรปรวนของสภาพอากาศ (Paul และคณะ, 2007) ข้อแนะนำที่กำหนดใน NRC จึงอาจต้องมีการนำมาปรับใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้พันธุ์สุกรที่พัฒนาในเขตร้อนชื้นสามารถแสดงศักยภาพทางพันธุกรรมได้ดี โดยเฉพาะสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่พัฒนาเพื่อใช้ผลิตสุกรขุนต้องมีการกำหนดความต้องการทางโภชนาของตัวสุกรพ่อพันธุ์และสุกรขุน เพื่อให้สุกรพ่อพันธุ์มีสมรรถภาพการผลิตตรงตามพันธุ์โดยเฉพาะด้านสมรรถภาพการสืบพันธุ์ ทำให้มีสมรรถภาพการสืบพันธุ์สูง เช่นเดียวกับการศึกษาความต้องการทางโภชนาในสุกรขุนเพื่อให้สุกรขุนมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากตรงตามที่ต้องการโดยมีต้นทุนที่เหมาะสม

วิธีการในการประมาณความต้องการทางโภชนาหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การศึกษาสมดุลของพลังงานใน Colorimeter chamber (Energy balance) การศึกษาสมดุลของไนโตรเจนและพลังงานในระยะสั้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (Metabolism trials) การศึกษาซากเชิงเปรียบเทียบ (Comparative slaughtering technique) เมื่อได้รับระดับโภชนาต่างกัน การศึกษาแบบ Factorial (Factorial approaches) เป็นการศึกษาความต้องการทางโภชนารายวันของสุกรแต่ละตัวในช่วงระยะเวลาหนึ่งและวิเคราะห์ร่วมกับการประมาณความต้องการเพื่อการดำรงชีพและให้ผลผลิต การศึกษาด้วยวิธี Empirical (Empirical method) เป็นการศึกษาโดยให้ปริมาณโภชนาที่น้อยที่สุดที่ต้องการเพื่อการตอบสนองที่มาก

ที่สุดหรือน้อยที่สุดของสมรรถภาพการผลิตในประชากรที่ศึกษา (Hauschild และคณะ, 2010) และเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย (Regression analysis) ของสมรรถภาพการผลิตของสุกรเมื่อให้อาหารต่างกันในสภาพฟาร์มปกติ (Paul และคณะ, 2007) ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ประหยัด ทำได้ง่าย ทำได้ข้อมูลความต้องการทางโภชนาของสัตว์ที่เลี้ยงในสภาพปกติไม่ต้องเลี้ยงใน Energy chamber หรือฆ่าสุกรเพื่อให้ได้ข้อมูล ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย (Okagbare และคณะ, 2004; Paul และคณะ, 2004; Mandal และคณะ, 2005)

นอกจากการประมาณความต้องการโภชนาในสูตรอาหารแล้ว ยังมีการกำหนดความต้องการที่จำเพาะของกรดอะมิโน แคลเซียม ฟอสฟอรัส (Menegat และคณะ, 2019) และส่วนอื่นๆที่มีความจำเป็นสำหรับสุกร เช่น ยาปฏิชีวนะ สารเคมีทางเภสัช (Chemotherapeutic agents) สารเสริม Prebiotics และ Probiotics เอนไซม์ และสารเสริมโภชนาอื่นๆ (Feed additives) (Cromwell, 2015) เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของเนื้อแดง เพิ่มอัตราการเพิ่มน้ำหนักประสิทธิภาพการใช้อาหาร เพิ่มการย่อยได้ หรือวัตถุดิบอื่นๆ โดยที่ไม่ได้มีคุณค่าทางโภชนา

ความต้องการทางโภชนาสำหรับสุกรพ่อพันธุ์

สุกรพ่อพันธุ์เป็นส่วนที่มีความสำคัญมากในการผลิตสุกร ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นแหล่งพันธุกรรมของสุกรพันธุ์ดีแล้วยังส่งผลต่ออัตราการผสมติด อัตราการเข้าคลอด และขนาดครอก การจัดการทางโภชนาของสุกรพ่อพันธุ์จึงมีความสำคัญต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์และสุขภาพของสุกร นอกจากนี้การได้รับโภชนาของสุกรพ่อพันธุ์ยังส่งผลต่อความต้องการผสมพันธุ์หรือ Libido (Sex drive) ความแข็งแรงของโครงสร้างขา อายุการใช้งานของพ่อพันธุ์ การผลิตตัวสุจิ และคุณภาพน้ำเชื้อ (Louis และคณะ, 1994b) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการทางโภชนาของพ่อพันธุ์สุกรได้แก่ อายุ ความสมบูรณ์พันธุ์ สภาพร่างกาย สภาพแวดล้อม และความถี่ในการรีดน้ำเชื้อ ดังนั้นการจัดการอาหารที่เหมาะสมจึงส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของฝูงที่เป็นผลจากการใช้งานพ่อพันธุ์ (Whitney และ Baidoo, 2010) บริษัทผู้พัฒนาพันธุ์สุกรสำหรับจำหน่ายจึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานความต้องการทางโภชนาของสุกรพ่อพันธุ์ขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อให้ผู้นำพันธุ์ไปใช้ได้ประสิทธิภาพจากการใช้ประโยชน์เต็มศักยภาพ (Topigs Norsvin, 2016; PIC, 2021) ซึ่งพันธุ์และพันธุกรรมมีอิทธิพลสูงต่อศักยภาพในการให้ผลผลิตและส่งผลโดยตรงต่อความต้องการทางโภชนา (Whitney, 2010) โดยเฉพาะสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีพันธุกรรมต่างกัน เช่น สุกรพันธุ์ดิวอี้ค สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ หรือสุกรพ่อพันธุ์สังเคราะห์ อาจจะมีปริมาณความต้องการทางโภชนาที่แตกต่างกัน การศึกษาและกำหนดความต้องการทางโภชนาจึงมีความสำคัญ

พ่อพันธุ์ที่ใช้สำหรับการผสมจริงหรือผสมพันธุ์ตามธรรมชาติต้องควบคุมน้ำหนักไม่ให้มากเกินไป เพื่อให้สามารถใช้ชั้นผสมแม่พันธุ์ขนาดเล็กหรือที่เป็นสุกรสาวได้ การให้อาหารพ่อพันธุ์ที่มากเกินไปจะส่งผลเสียต่อความต้องการผสมพันธุ์ (Libido) ทำให้มีปัญหาในระบบสืบพันธุ์ ระยะการใช้งานพ่อพันธุ์ในฝูงจะน้อยลง ในพ่อพันธุ์จึงควรต้องมีการจำกัดอาหารให้เหมาะสม แต่ในพ่อพันธุ์ที่อายุน้อยยังมีการเจริญเติบโตต้องจัดการอาหารให้เหมาะสมไม่มากเกินไป เพื่อให้มีการเพิ่มน้ำหนักในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นการจำกัด

พลังงานแต่ยังได้รับกรดอะมิโน ไวตามิน และเกลือแร่ในระดับที่เพียงพอต่อความสมบูรณ์พันธุ์และความต้องการผสมพันธุ์ (Whitney และ Baidoo, 2010)

พ่อพันธุ์ที่ใช้รีดน้ำเชื้อสำหรับผสมเทียม ต้องจัดการการให้อาหารเพื่อผลิตตัวสุจิและคุณภาพน้ำเชื้อที่ดี โดยที่พ่อพันธุ์มีสุขภาพที่ดีด้วยโดยเฉพาะสุขภาพของขา เพราะพ่อพันธุ์ต้องมีขาที่แข็งแรงสำหรับการขึ้นหุ้เพื่อรีดเก็บน้ำเชื้อ แต่การให้อาหารพ่อพันธุ์สำหรับรีดน้ำเชื้อไม่ต้องห่วงประเด็นน้ำหนักพ่อพันธุ์มากนักเนื่องจากไม่ต้องขึ้นผสมพันธุ์กับแม่สุกรตัวเล็กหรือสุกรสาว แต่ต้องพิจารณาถึงสภาพร่างกายของพ่อพันธุ์เป็นหลักเพื่อให้สุกรพ่อพันธุ์สามารถใช้งานเพื่อผลิตน้ำเชื้อได้ในระยะยาว (Whitney และ Baidoo, 2010)

ในสุกรพ่อพันธุ์โภชนะมีความสำคัญต่อความต้องการผสมพันธุ์ การผลิตตัวสุจิ และคุณภาพน้ำเชื้อ การให้อาหารที่ไม่ครบตามความต้องการจึงมีผลต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของฝูง เมื่อสุกรพ่อพันธุ์มีปัญหาเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ เช่น การผลิตตัวสุจิ จะต้องใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 6 สัปดาห์จึงจะสามารถกลับมามีคุณภาพปกติ ซึ่งปัญหาเกี่ยวกับการระบบสืบพันธุ์นอกจากจะลดความต้องการในการผสมพันธุ์แล้ว ยังรวมถึงคุณภาพน้ำเชื้อ ปริมาณตัวสุจิ และปริมาณน้ำเชื้อ ในสุกรพ่อพันธุ์นอกจากต้องการอาหารตามความต้องการทางโภชนะ ยังต้องการแร่ธาตุและไวตามิน เช่น แคลเซียม และฟอสฟอรัส ในปริมาณที่มากกว่าความต้องการพื้นฐานเพื่อการเคลื่อนไหวและยืดอายุการใช้งาน และสังกะสีและซีลีเนียมซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างตัวสุจิโดยตรง นอกจากนี้การเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมกา-3 เช่น กรดไขมันชนิด Linolenic, Eicosapentaenoic (EPA) และ Docosahexaenoic (DHA) ยังช่วยเพิ่มความสามารถพันธุ์ในสุกรพ่อพันธุ์ นอกจากสารอาหารที่เป็นประโยชน์ ยังต้องระวังสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxins) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสมรรถภาพการสืบพันธุ์ด้วย (Whitney และ Baidoo, 2010)

ความต้องการทางโภชนะสำหรับสุกรขุน

สุกรขุนโดยทั่วไปเป็นสุกรที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์สุดท้ายและแม่พันธุ์สองสาย ดังนั้นสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนจึงขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพ่อพันธุ์สุดท้ายและแม่พันธุ์สองสายอย่างละครึ่ง พ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีสมรรถภาพการผลิตที่โตเร็วจะให้สุกรขุนที่โตเร็ว ได้น้ำหนักส่งตลาดได้เร็ว ในขณะที่สุกรขุนที่เกิดจากพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ให้เนื้อแดงมากจะเป็นสุกรขุนที่ให้เนื้อแดงมากตามไปด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการอาหารที่เหมาะสมสำหรับพันธุกรรม เพื่อให้สุกรขุนที่ได้แสดงศักยภาพทางพันธุกรรมออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถจัดการผลลัพธ์ที่เกิดจากการขุนได้เหมาะสม เช่น สุกรขุนที่โตเร็ว กินอาหารมาก มีการเพิ่มปริมาณเนื้อแดง (Lean growth) ในช่วงระยะกลางของการขุน และมีการสะสมไขมันในซากในระยะสุดท้ายของการขุน จึงต้องมีการจัดการอาหารให้เหมาะสมเพื่อลดการสะสมของไขมัน แต่ยังมีปริมาณเนื้อแดงและสมรรถภาพการเจริญเติบโตตามที่ต้องการ นอกจากนี้การแสดงออกถึงศักยภาพทางพันธุกรรมยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆอีกด้วย เช่น สุขภาพของสุกร การจัดการ ความเครียด สภาพแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆ ในการจัดการอาหารจึงต้องใช้การจัดการที่เหมาะสมร่วมกับปัจจัยอื่นๆ มากกว่าการจะจัดการให้เหมาะสมกับระดับของพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว (AHDB, 2023)

การจัดการสารอาหารในสุกรขุนจะต้องจัดการด้านโปรตีน พลังงาน แร่ธาตุและวิตามิน ให้เหมาะสม โดยโปรตีนเป็นส่วนสำคัญเนื่องจากสุกรขุนมีการสร้างเนื้อแดง (Lean growth) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือกรดอมิโน โดยเฉพาะกรดอมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารในระดับที่สมดุลตามสัดส่วนที่เหมาะสม ในขณะที่ไขมันเป็นแหล่งพลังงานที่สุกรขุนใช้ในการเจริญเติบโตเพิ่มเติมจากแป้งหรือคาร์โบไฮเดรต ซึ่งไขมันจะให้พลังงานสูงกว่าโดยพลังงานจะถูกนำไปใช้ในการเจริญของเนื้อแดง การดำรงชีพ และการให้ความร้อนแก่ร่างกาย ไขมันที่ใช้ในอาหารสุกรจึงควรเป็นไขมันที่มีคุณภาพสูงและสุกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนแร่ธาตุและวิตามิน โดยเฉพาะแร่ธาตุที่จำเป็นคือแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่มีความสำคัญสำหรับโครงสร้างและความแข็งแรงของร่างกาย และวิตามินที่ต้องการในปริมาณไม่มากแต่จำเป็นสำหรับการทำหน้าที่ของส่วนต่างๆในร่างกาย

การจัดการอาหารในสุกรขุนจึงต้องจัดการให้เหมาะสมกับพันธุกรรม สุกรเล็กระยะเริ่มขุนจะมีความต้องการสารอาหารในระดับสูงแต่กินได้ในปริมาณไม่มาก จึงต้องให้สุกรได้รับสารอาหารที่เป็นพลังงาน กรดอมิโน และแร่ธาตุในปริมาณสูง เมื่อสุกรโตขึ้นความต้องการสารอาหารต่างๆจะลดลงตามลำดับ แต่กินได้ในปริมาณเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ระดับพลังงานในอาหารจะมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) เมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีพลังงาน (Net energy, NE) เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้สุกรมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นหรือ FCR ลดลง เมื่อสุกรกินอาหารที่มีพลังงานสูงจะส่งผลให้สุกรโตเร็วขึ้นแต่ก็จะทำให้สุกรอ้วนด้วยเช่นกัน (AHDB, 2023) ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการอาหารที่ให้พลังงานอย่างเหมาะสม ซึ่งนอกจากจะส่งผลต่อต้นทุนค่าอาหารแล้วยังเกี่ยวข้องกับ FCR ที่อาจจะเพิ่มขึ้น ในส่วนของการจัดการสมดุลของกรดอมิโนต้องจัดการให้เหมาะสมเพื่อให้สุกรมีการสะสมเนื้อแดง เนื่องจากสุกรที่มีน้ำหนักมากขึ้นจะมีความต้องการกรดอมิโนเปลี่ยนไปเช่นกัน นอกจากการจัดการปริมาณกรดอมิโนแล้ว การจัดการสัดส่วนระหว่างโปรตีนกับพลังงานที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถลดปริมาณการสะสมไขมันได้

ขั้นตอนการศึกษาความต้องการทางโภชนา

การศึกษาความต้องการทางโภชนาในเอกสารฉบับนี้เป็นวิธี Regression analysis ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัด ทำได้ง่าย ได้ข้อมูลความต้องการทางโภชนาที่ต้องการของสัตว์ที่เลี้ยงในสภาพปกติ ไม่ต้องใช้ Energy chamber หรือต้องฆ่าสุกรเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล และปัจจุบันนิยมใช้กันแพร่หลาย ประกอบด้วยหลักการดังนี้

1. เตรียมสุกรทดลอง โดยเป็นสุกรพันธุ์แท้ที่จะใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย หรือสุกรขุน โดยทั่วไปจะใช้สุกรเป็นช่วงระยะเจริญเติบโตเพื่อเก็บข้อมูลตามช่วงระยะที่ต้องการ เช่น สุกรอายุ 2 เดือนขึ้นไป หรือน้ำหนัก 20-40, 40-60, และ 60-100 กิโลกรัม เป็นต้น จำนวนสุกรที่ใช้ในการศึกษาขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยทั่วไปใช้สุกร 4 - 16 ตัวต่อสูตรอาหารที่ต้องการศึกษา โดยเลี้ยงในคอกข้างเดียว (Paul และคณะ, 2007)
2. เตรียมสูตรอาหารสำหรับการทดสอบโดยให้สอดคล้องกับระยะการเจริญเติบโตและประเภทของสุกร เช่น เปรียบเทียบปริมาณพลังงาน (2,600, 2,800, 3,000, 3,200 kcal) การเปรียบเทียบ

- เปอร์เซ็นต์โปรตีน (14, 15 และ 16 เปอร์เซ็นต์) การเปรียบเทียบปริมาณกรดอมิโน (Lysine 50, 75, 100, 125, 150 %) เป็นต้น โดยสูตรอาหารจะต้องประกอบด้วยวิตามิน เกลือแร่ที่ครบถ้วน
3. เก็บข้อมูลรายละเอียดสูตรอาหาร ปริมาณอาหารที่กินโดยเก็บเป็นข้อมูลรายวัน ชั่งน้ำหนักตัวสัตว์ ทุกสัปดาห์หรือสองสัปดาห์ คำนวณอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร
 4. ทดสอบการย่อยได้ หรือเมตาบอลิซึมโดยใช้ Metabolic cage ที่สามารถเก็บมูลและปัสสาวะของสุกรได้ คำนวณค่าพลังงานย่อยได้ (Digestible energy, DE) โปรตีน (Crude protein, CP) กรดอมิโนที่สัตว์ได้รับ โดยพลังงานที่ได้รับจะอยู่ในรูป DE และโปรตีนจะอยู่ในรูป CP
 5. วิเคราะห์สมการถดถอย หรือ Regression analysis ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ ตามโมเดล (Paul และคณะ, 2007)

$$Y = a + bX$$

เมื่อ Y คือ DE, CP หรือกรดอมิโนที่สัตว์ได้รับ

a คือ estimate of maintenance requirement

b คือ estimate of requirement for BW gain

X คือ ADG

ผลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้ทราบระดับพลังงาน โปรตีน หรือกรดอมิโน ที่เหมาะสมต่อประเภทและระยะการเจริญเติบโตของสุกร เพื่อนำไปใช้ในการจัดการสูตรอาหารให้เหมาะสมตรงตามความต้องการทางโภชนา และส่งผลให้สุกรมีประสิทธิภาพการผลิตตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ ใช้โภชนาได้คุ้มค่าไม่มากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าหากให้อาหารเกินความต้องการจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น ในขณะที่การให้อาหารต่ำกว่าความต้องการจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง

การขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์ (Breed registration)

การขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์เป็นขั้นตอนหลังจากที่ได้มีการพัฒนาพันธุ์ตามหลักวิชาการด้านการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ และได้วิเคราะห์หรือพิสูจน์แล้วว่าพันธุ์สุกรที่ได้พัฒนาขึ้นมามีความเป็นพันธุ์แท้ คือมีความนิ่งทางพันธุกรรม และสามารถถ่ายทอดลักษณะเป้าหมายทางเศรษฐกิจที่กำหนดไปยังสุกรรุ่นถัดไปได้ได้อย่างสม่ำเสมอ จึงนำพันธุ์สุกรมาขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์ เมื่อได้รับการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์แล้วจะได้รับหนังสือรับรองทะเบียนพันธุ์สัตว์ เป็นหลักฐานแสดงความเป็นเจ้าของพันธุ์หรือเป็นผู้พัฒนาพันธุ์ โดยผู้พัฒนาพันธุ์จะได้รับความเชื่อมั่นจากผู้ใช้ประโยชน์จากพันธุกรรม เกษตรกรผู้นำพันธุ์กรรมไปใช้จะมีความมั่นใจในพันธุกรรมที่ได้รับการรับรอง และสามารถเลือกพันธุกรรมได้ตรงตามความต้องการ หรือสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการผลิต หน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกรคือ สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่กำกับดูแลการพัฒนาพันธุ์ปศุสัตว์ในประเทศ

ขั้นตอนการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร

ผู้ที่ต้องการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร จะต้องยื่นเอกสารตามประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร พ.ศ. 2558 ตามระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ พ.ศ. 2558 (<https://breeding.dld.go.th/webnew/index.php/th/>) ตามภาคผนวก 4 โดยใช้แบบฟอร์มตามที่กรมปศุสัตว์กำหนด คือ แบบฟอร์มคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (ทพ.1) และเอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (ทพ.2) ตาม ภาคผนวก 5 และภาคผนวก 6 โดยผู้ขอขึ้นทะเบียนจะต้องระบุข้อมูล ชื่อพันธุ์สัตว์ที่ขอขึ้นทะเบียน ประวัติผู้พัฒนาพันธุ์และผู้ร่วมพัฒนาพันธุ์ และรายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์สัตว์ที่เสนอขอขึ้นทะเบียน ซึ่งประกอบด้วย

- จุดเริ่มต้นหรือที่มาของพันธุ์
- ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์
- ลักษณะของผลงานพัฒนาพันธุ์ คือเป็นสิ่งที่คิดค้นขึ้นใหม่ หรือเป็นสิ่งที่ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่
- รายละเอียดของพันธุ์ (ระบุลักษณะและคุณสมบัติดีเด่นของพันธุ์สัตว์ พร้อมรูปภาพประกอบ)
- ขั้นตอนและกรรมวิธีที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์
- รางวัลที่เคยได้รับการพัฒนาพันธุ์
- งบประมาณที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์
- การเผยแพร่ผลงานการพัฒนาพันธุ์

เมื่อกรมปศุสัตว์ได้รับเอกสารการขอขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร คณะกรรมการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกรจะพิจารณาเอกสารตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนด เมื่อผ่านการพิจารณาแล้วกรมปศุสัตว์จะออกหนังสือรับรองการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (ทพ.3) ประกาศนียบัตร และประกาศ ตามหลักเกณฑ์และขั้นตอนในประกาศกรมปศุสัตว์ ดังนั้นผู้ที่ขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกรจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจหลักเกณฑ์ให้ชัดเจน เพื่อจะได้วางแผนในการพัฒนาพันธุ์สุกรให้สอดคล้อง

กับหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์ เช่น แหล่งที่มาของพันธุ์หรือสายพันธุ์ ภาพถ่ายแสดงลักษณะรูปร่าง ข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจประจำพันธุ์ ลักษณะประจำพันธุ์มีความสม่ำเสมอและคงตัวไม่ต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการพัฒนาพันธุ์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี การพัฒนาพันธุ์ไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง ผู้งประชากรพื้นฐานมีพ่อพันธุ์ไม่ต่ำกว่า 5 ตัว และแม่พันธุ์ไม่ต่ำกว่า 30 ตัว กระบวนการพัฒนาพันธุ์ที่ตรงตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ ความดีเด่นของพันธุ์และการนำไปใช้ประโยชน์ ผู้พัฒนาพันธุ์ และเอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหรือผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพันธุ์ เป็นต้น

หน่วยงานรับขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร

ผู้ที่ต้องการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์สุกร สามารถติดต่อเพื่อสอบถามรายละเอียดหรือยื่นเอกสารเพื่อขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์ได้ที่

สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์

ศูนย์ราชการกรมปศุสัตว์จังหวัดปทุมธานี

ถ.ติวานนท์ ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

โทร. 02-501-3142

อีเมล: breeding9@dld.go.th

เว็บไซต์: <https://breeding.dld.go.th/webnew/index.php/th/>

การใช้ประโยชน์จากสุกรพ่อพันธุ์สุดท้าย (Utilization of terminal boars)

การใช้สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อผลิตสุกรขุน

สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายเป็นพ่อพันธุ์ที่พัฒนาเพื่อใช้สำหรับผลิตสุกรขุนโดยการนำไปผสมกับสุกรแม่พันธุ์จากนั้นจึงนำลูกสุกรที่ได้ไปเลี้ยงขุนเพื่อส่งตลาดสำหรับบริโภค พ่อพันธุ์สุดท้ายที่เหมาะสมนำมาใช้ผลิตสุกรขุนต้องมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งโดยทั่วไปลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการจากพ่อพันธุ์สุดท้ายคือ อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณเนื้อแดง และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการผลิตสุกรขุนต้องการลักษณะทางเศรษฐกิจใดเป็นหลัก เมื่อนำพ่อพันธุ์สุดท้ายไปผสมกับสุกรแม่พันธุ์ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้แม่สุกรสองสายพันธุ์ สุกรขุนที่เกิดขึ้นจะได้รับการถ่ายทอดพันธุกรรมครึ่งหนึ่งจากพ่อพันธุ์ และครึ่งหนึ่งจากแม่พันธุ์ ลักษณะทางเศรษฐกิจจากพ่อพันธุ์สุดท้ายจึงมีความสำคัญ พันธุกรรมของลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการในสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ถูกคัดเลือกมาด้วยวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์อย่างเข้มข้นจะสามารถถ่ายทอดไปยังสุกรขุนได้อย่างสม่ำเสมอ สุกรขุนที่ได้จึงมีความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจเป้าหมายในระดับต่ำ เกษตรกรจะสามารถประมาณการผลผลิตที่เกิดขึ้นได้อย่างแม่นยำรวมถึงประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มตลอดจนไปสู่ผู้บริโภคในลำดับท้ายสุด

การเลือกสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายเพื่อนำไปใช้ผลิตสุกรขุน จึงไม่ใช่การเลือกจากลักษณะรูปร่างของสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายหรือการเลือกจากข้อมูลสมรรถภาพการผลิต แต่จะต้องพิจารณาถึงความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมและความสามารถในการถ่ายทอด การเลือกสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายจึงต้องเลือกจากฟาร์มที่มีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์อย่างเป็นระบบ มีการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ที่ชัดเจน มีกระบวนการทดสอบพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ ดังนั้น การเลือกสุกรที่มีตัวเลขสมรรถภาพการผลิตสูง หรือที่มี Index สูง อาจไม่ใช่สุกรพ่อพันธุ์ที่ถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการได้ดี เพราะอาจเป็นสุกรลูกผสมที่ผลิตขึ้นมาเพื่อการพาณิชย์ซึ่งจะมีตัวเลขสมรรถภาพการผลิตที่ดี มีลักษณะรูปร่างที่สวยงาม สามารถจำหน่ายได้ง่าย เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่เลือกซื้อสุกรจากลักษณะรูปร่างและตัวเลขที่จูงใจ ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดจากการใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายจะต้องใช้เวลาในการพิสูจน์จึงจะรู้ว่าพ่อพันธุ์ที่ได้รับมาสามารถถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ดังนั้น ในการเลือกสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่สามารถผลิตสุกรขุนได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องเลือกจากแหล่งที่เชื่อถือได้ มีระบบการพัฒนาพันธุ์ตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ ตลอดจนมีข้อมูลที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ เช่น มีการจดทะเบียนรับรองพันธุ์

พ่อพันธุ์สุดท้ายที่มีสมรรถภาพการผลิตสูง จะถูกยืนยันด้วยข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนซึ่งรวมถึงอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร คุณภาพเนื้อคุณภาพซาก ความแข็งแรง สมรรถภาพการผลิตต้องมีความสม่ำเสมอ การเลือกใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายจะต้องมาจากฝูงที่มีการพัฒนาพันธุ์อย่างเป็นระบบ มีค่าดัชนีของลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการ เช่น ดัชนีของลักษณะสมรรถภาพการผลิต (Performance index) ดัชนีของปริมาณเนื้อแดง (Lean yield index) ดัชนีของไขมันแทรก (Marbling index) เป็นต้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายการผลิตของฟาร์ม เมื่อฟาร์มเลือกพ่อพันธุ์ที่ตรงตาม

เป้าหมายการผลิตของฟาร์มและนำพ่อพันธุ์สุดท้ายมาใช้ผสมกับแม่พันธุ์ในฟาร์ม สิ่งที่จะต้องประเมินคือ สมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน เช่น อัตราการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก ปริมาณเนื้อแดง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่

กรมปศุสัตว์ได้พัฒนาพ่อพันธุ์สุดท้าย 2 ประเภทด้วยกัน คือ พ่อพันธุ์สุดท้ายที่เป็นสุกรพันธุ์แท้ (Purebred) และสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่เป็นพันธุ์สังเคราะห์ (Synthetic breed) โดยพ่อพันธุ์สุดท้ายที่เป็นสุกรพันธุ์แท้ ได้แก่สุกรพันธุ์หรือกรมปศุสัตว์ (<https://www.moopakchong.org>) ที่มีพันธุ์กรรมเด่นด้านการเจริญเติบโตและการให้เนื้อแดง และสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่เป็นพันธุ์สังเคราะห์ได้แก่ สุกรพันธุ์ปากช่อง 2 (วโรชา จำปารัตน์ และคณะ, 2555) สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 (วิศาล ศรีสุริยะ และคณะ, 2547) และสุกรพันธุ์ปากช่อง 5 (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2556) ซึ่งสุกรแต่ละพันธุ์เกิดจากการผสมผสานพันธุ์กรรมเด่นจากสุกร 2 พันธุ์ที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจที่ต้องการเข้าด้วยกัน มีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ และมีขั้นตอนการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ที่เข้มข้นเพื่อให้ได้สุกรพันธุ์ที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจตรงตามที่ต้องการ

การทดสอบการใช้ประโยชน์ของสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายของกรมปศุสัตว์ ได้มีการทดสอบในหน่วยงานของกรมปศุสัตว์ที่ทำหน้าที่พัฒนาพันธุ์ โดยการนำไปผสมพันธุ์กับแม่สุกรสองสาย จากนั้นนำลูกสุกรที่ได้ไปเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน เช่น อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณเนื้อแดง และต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ยังได้มีการนำไปทดสอบในฟาร์มเกษตรกรร่วมวิจัย หรือฟาร์มเกษตรกรเครือข่าย โดยเกษตรกรนำสุกรพ่อพันธุ์ไปใช้ผสมพันธุ์ในฟาร์มเพื่อผลิตสุกรขุน จากนั้นเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนเช่นเดียวกับการทดสอบสุกรขุนในหน่วยงานของกรมปศุสัตว์ นอกจากการทดสอบสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุนที่เกิดจากพ่อพันธุ์สุกรของกรมปศุสัตว์แล้วยังมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายของเอกชน เพื่อประเมินศักยภาพทางพันธุ์กรรม สมรรถภาพการผลิต ตลอดจนปัญหาในการใช้งานพันธุ์กรรม เพื่อนำไปพัฒนาให้เหมาะสมสำหรับการกระจายพันธุ์สู่เกษตรกรเพื่อใช้ประโยชน์ในวงกว้าง (Lertpatarakomol และคณะ, 2019)

การใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์สุดท้าย

การใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายนอกจากจะใช้ในรูปแบบของสุกรพ่อพันธุ์แล้ว ยังสามารถใช้ในรูปแบบของน้ำเชื้อสดหรือน้ำเชื้อแช่แข็งได้อีกด้วย โดยการใช้พ่อพันธุ์ผสมจริง พ่อพันธุ์ 1 ตัวจะสามารถใช้ผสมกับแม่พันธุ์หรือคุมแม่พันธุ์ได้มากกว่า 10 ตัว (Clapper, 2000) แต่เมื่อใช้การผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อสด พ่อพันธุ์ 1 ตัวจะสามารถคุมแม่พันธุ์ได้ 40-50 ตัว ฟาร์มที่มีขนาดใหญ่พ่อพันธุ์ 1 ตัวอาจคุมแม่พันธุ์ได้มากกว่า 50 ตัว (King, 2006) ดังนั้นจะเห็นว่าพ่อพันธุ์สุกรที่มีพันธุ์กรรมดีเยี่ยมจะสามารถผลิตสุกรขุนได้จำนวนมากเมื่อใช้ระบบการผสมพันธุ์ที่เหมาะสม ดังที่กรมปศุสัตว์ได้ใช้ระบบการกระจายพันธุ์สุกรพันธุ์ดีซึ่งเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายไปยังฟาร์มเครือข่ายที่เป็นศูนย์ผลิตน้ำเชื้อมาตรฐาน ทำหน้าที่กระจายน้ำเชื้อในแต่ละพื้นที่ ส่งผลให้สามารถกระจายพันธุ์สุกรพันธุ์ดีได้อย่างทั่วถึง เกษตรกรในพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงพันธุ์กรรมที่ต้องการได้สะดวกรวดเร็ว ดังกรณีของฟาร์มเครือข่ายหมุยไฮโดตเน็ต จังหวัดยโสธร (https://www.pigbreed.net/news_each.php?id_view=2) ซึ่งปัจจุบันได้มีฟาร์มเครือข่ายส่วนหนึ่งเริ่มมีการดำเนินการกระจายพันธุ์

ในรูปแบบของศูนย์ผลิตน้ำเชื้อมาตรฐาน ดังนั้นหากมีการดำเนินการในลักษณะเดียวกันนี้ให้ครอบคลุมทั้งประเทศจะทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรได้ประโยชน์จากการใช้พันธุ์กรรมที่ดีของพ่อพันธุ์สุดท้าย เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของสุกรขุน

นอกจากการใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายในการผลิตสุกรขุนแล้ว พ่อพันธุ์สุดท้ายยังสามารถนำไปใช้ผสมเพื่อผลิตสุกรพันธุ์แท้ เช่น การใช้สุกรพันธุ์ดิวอี้ผสมกับแม่พันธุ์ดิวอี้ หรือสุกรพันธุ์เปียตรงผสมกับแม่พันธุ์เปียตรง หรือผสมเพื่อผลิตสุกรลูกผสมสองสายสำหรับใช้เป็นสุกรแม่พันธุ์ เช่น การใช้สุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ผสมกับแม่พันธุ์แลนด์เรซ

การเลือกใช้พ่อพันธุ์สุดท้าย

พ่อพันธุ์สุดท้ายมีหลายพันธุ์ด้วยกัน สุกรแต่ละพันธุ์จะให้ผลผลิตที่เป็นสุกรขุนที่แตกต่างกัน การเลือกใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การผลิตของฟาร์มซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค ดังนั้นในการเลือกใช้พ่อพันธุ์สุดท้ายผู้ผลิตสุกรขุนจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของผลผลิตที่ถ่ายทอดไปยังสุกรขุน ฟาร์มสุกรที่ต้องการผลิตสุกรขุนที่โตเร็วและให้เนื้อคุณภาพสูง อาจใช้สุกรพันธุ์ดิวอี้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่รายงานว่าพ่อพันธุ์สุดท้ายพันธุ์ดิวอี้ให้สุกรขุนที่โตเร็ว (McGloughlin และคณะ, 1988; Edwards และคณะ, 2006; Latorre และคณะ, 2016) นอกจากนี้สุกรพันธุ์ดิวอี้ยังให้สุกรขุนที่มีไขมันแทรก (McGloughlin และคณะ, 1988; Alonso และคณะ, 2009) ซึ่งสุกรพันธุ์ดิวอี้นอกจากจะให้ปริมาณไขมันแทรกสูงแล้ว ยังให้สุกรขุนที่มีคุณภาพเนื้อและคุณภาพการบริโภคสูง (Cameron และคณะ, 1990) ดังนั้นหากต้องการผลิตสุกรขุนที่โตเร็วและให้เนื้อไขมันแทรกควรใช้สุกรพันธุ์ดิวอี้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย แต่หากต้องการผลิตสุกรขุนที่ให้เนื้อแดงมากอาจเลือกสุกรพันธุ์เปียตรงเป็นพ่อพันธุ์สุดท้าย เพราะสุกรพันธุ์เปียตรงเป็นสุกรพันธุ์ที่ให้ปริมาณเนื้อแดงมากเมื่อเทียบกับสุกรพันธุ์อื่น (Edwards และคณะ, 2006) แต่จะต้องเลือกสุกรพ่อพันธุ์ที่ไม่มีลักษณะพันธุ์กรรมที่เป็นยีนเครียด หรือลักษณะยีน Halothane ที่เป็นยีนด้อย (Homozygous recessive, nn) เพราะอาจส่งผลให้มีการสูญเสียในสุกรขุนจากกลุ่มอาการเครียด (Porcine stress syndrome, PSS) (Latorre และคณะ, 2004; Elbert และคณะ, 2020) ฟาร์มที่ต้องการสุกรขุนที่โตเร็วและให้เนื้อแดงมากอาจเลือกใช้สุกรสายพันธุ์สังเคราะห์ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ให้สุกรขุนที่โตเร็วและให้เนื้อแดงมาก เช่น สุกรพันธุ์ปากช่อง 5 ที่พัฒนาจากสุกรพันธุ์ดิวอี้และสุกรพันธุ์เปียตรง (กมล ฉวีวรรณ และคณะ, 2556) หรือหากต้องการได้สุกรขุนที่มีสีขาวและให้ปริมาณเนื้อแดงมาก อาจเลือกใช้สุกรพันธุ์ปากช่อง 3 ที่พัฒนามาจากสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์และเปียตรง (วิศาล ศรีสุริยะ, 2553) ทั้งนี้การเลือกใช้สุกรสำหรับเป็นพ่อพันธุ์สุดท้ายที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการผลิตของฟาร์ม จะต้องพิจารณาจากเป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ของสุกรสายพ่อพันธุ์เป็นหลัก ซึ่งถึงแม้จะเป็นสุกรพันธุ์เดียวกันแต่หากมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาพันธุ์ที่แตกต่างกันก็จะให้สุกรขุนที่มีสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกัน นอกจากนี้ควรพิจารณาความต้องการของตลาดเป็นหลักด้วย เนื่องจากตลาดในแต่ละภูมิภาคแต่ละพื้นที่มีความต้องการแตกต่างกัน

บทสรุป (Conclusion)

พ่อพันธุ์สุดท้าย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตสุกร ซึ่งบ่งชี้ถึงความสำเร็จ หรือประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มสุกร การพัฒนาพ่อพันธุ์สุดท้ายจะเน้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและผู้บริโภค การพัฒนาพ่อพันธุ์สุดท้ายจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาพันธุ์สัตว์ ตั้งแต่เทคโนโลยีพื้นฐาน คือ การผสมพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์ การประเมินค่าการผสมพันธุ์ ไปถึงเทคโนโลยีในการปรับปรุงพันธุ์ขั้นสูง คือ การคัดเลือกด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม การศึกษาความจำเพาะของพันธุ์ด้วย Microsatellite และการคัดเลือกด้วยเทคโนโลยีจีโนม เพื่อช่วยให้สามารถคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้เทคโนโลยีทางการปรับปรุงพันธุ์แล้ว การศึกษาด้านคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ โดยใช้เทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ การศึกษาด้านสมรรถภาพการสืบพันธุ์ โดยใช้เทคโนโลยีทางด้านสรีระวิทยาการสืบพันธุ์ ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเพื่อให้ได้สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ส่งต่อคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์เหล่านี้ไปยังผู้ใช้ประโยชน์ ซึ่งพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ได้จากกระบวนการพัฒนาพันธุ์จะมีลักษณะทางเศรษฐกิจ รูปร่างลักษณะภายนอก สมรรถนะ และศักยภาพทางพันธุกรรมตรงตามที่กำหนดในเป้าหมายการพัฒนาพันธุ์ และมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะเหล่านี้ไปยังสุกรขุนได้ดี จากนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรจะเลือกใช้สุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายที่ให้ผลผลิตตรงตามที่ต้องการ โดยต้องเลือกจากแหล่งพันธุกรรมที่เชื่อถือได้ มีความรู้ความสามารถในการพัฒนาพันธุ์สุกร เกษตรกรยังต้องมีความรู้เบื้องต้นในการเลือกพันธุ์สุกร เช่น การพิจารณาจากข้อมูลสมรรถภาพรายตัว รูปร่างลักษณะประจำพันธุ์ สุขภาพ สมรรถภาพด้านการสืบพันธุ์ ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางเศรษฐกิจ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและได้ประโยชน์จากพันธุกรรมสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณงานสุกร สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ ที่ได้ให้โอกาสในการได้ทำงานในหน้าที่วิจัยและพัฒนาพันธุ์สุกร ขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาทุกท่านทั้งที่ผ่านมาและในปัจจุบันที่ให้โอกาสได้ทำงานที่รัก ขอขอบคุณทีมงานศูนย์วิจัยและพัฒนาสุกร และหน่วยงานกรมปศุสัตว์ที่ทำหน้าที่พัฒนาพันธุ์สุกรทำให้ได้เป็นองค์ความรู้ที่นำมาเผยแพร่สู่เกษตรกร ขอส่งความระลึกให้สุกรทุกตัวที่มีส่วนทำให้การพัฒนาพันธุ์ประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณฟาร์มเครือข่ายเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาและใช้ประโยชน์พันธุ์สุกรของกรมปศุสัตว์ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญกรมปศุสัตว์ และคณาจารย์ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบต้นฉบับ ขอขอบคุณผู้ที่สนับสนุนในการจัดพิมพ์คู่มือ และสุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจในการพัฒนาคู่มือฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง (Bibliography)

- กมล ฉวีวรรณ และ วโรชา จำปารัตน์. 2555. ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อพันธุ์กรรมสุกรกรมปศุสัตว์ที่พัฒนาพันธุ์โดยศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นครราชสีมา. 153-172.
- กมล ฉวีวรรณ, ประภาส มหิณชัย, ศุภมิตร เมฆฉาย, ธนินันท์ ศุภกิจจานนท์ และ สายพินิจ เจริญสนองกุล. 2561. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ “การพัฒนาสายพันธุ์เพื่อผลิตสุกร พันธุ์หมุดำเชียงใหม่”, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), Bangkok.
- กมล ฉวีวรรณ, วิศาล ศรีสุริยะ, วโรชา จำปารัตน์ และ แสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ. 2555. ความสัมพันธ์ของยีน MC4R ต่อลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกร. แก่นเกษตร 40 (ฉบับพิเศษ 2):343-350.
- กมล ฉวีวรรณ, สายัณห์ บัวบาน, ญัฐนันท์ ศิริรัตนัญญกุล, ปภาวรรณ กรมรินทร์, วิวัฒน์ กัลยาปลั่ง และ นฐิณี รัตนมหาวิชัย. 2567. การศึกษาความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนมกับลักษณะทางเศรษฐกิจในสุกรกรมปศุสัตว์. Available Souce: <https://e-wichakam.dld.go.th/papers/2024/genome-wide-association-study-of-economic-traits-in-dld-swine.html>, January, 16, 2567.
- กมล ฉวีวรรณ, สัมฤทธิ์ แสนบัว และ วิศาล ศรีสุริยะ. 2541. การใช้เทคนิค PCR ตรวจสอบลักษณะพันธุกรรม Malignant Hyperthermia ในสุกรพันธุ์เปี้ยตรง. pp. 208-225.
- กมล ฉวีวรรณ, แสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ, วโรชา จำปารัตน์ และ วิศาล ศรีสุริยะ. 2556. การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 5. pp. 246-255. In: งานประชุมวิชาการปศุสัตว์แห่งชาติ ปี 2556, เมืองทองธานี นนทบุรี.
- กรมปศุสัตว์. 2560. ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่องการนำสัตว์เข้ามาในศูนย์ผลิตน้ำเชื้อและการกักแยกสัตว์ไว้ตรวจสอบสุขภาพ พ.ศ.2560. Available Souce: https://biotech.dld.go.th/webnew/images/Regulations/2_001.PDF, July, 26, 2023.
- จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา และ ทรงศักดิ์ ต้นพิพัฒน์. 2529. การเปรียบเทียบวิธีการวัดซากเพื่อประเมินคุณภาพซากสุกร. pp. 155-160. In: รายงานการประชุมทางวิชาการ สาขาสัตว์ ครั้งที่ 24, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา. 2528. การจัดการเนื้อสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, กัญญา ต้นติวสุทธิกุล และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2546. การจัดการระดับชั้นซากสุกร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34((4-6) พิเศษ):228-231.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. การจัดการโรงฆ่าสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. 1 ed. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
- อวิชชัย แก้วถำ และ ประภาส มหิณชัย. 2560. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน IGF2 ต่อสมรรถนะการผลิตของสุกร. 2022 (March, 20)
- นันทนา นิรมิตเจียรพันธุ์. 2531. การเกรดซากและการคาดคะเนเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของซากสุกรขุน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ประชาชาติธุรกิจ. 2019. ดร.สัจจา ระหว่างสุข นักพัฒนาสายพันธุ์สุกรเพื่อผู้บริโภค. Available Source: <http://www.cp-eneews.com/news/details/cpintema/3165>, January 6, 2022.
- ประชาชาติธุรกิจ. 2556. จีโนมปรับปรุงพันธุ์สุกร. Available Source: <https://www.bangkokbiznews.com/tech/551290>, January 6, 2022.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2548. การประเมินพันธุกรรมสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิโรชา จำปารัตน์, กมล ฉวีวรรณ และ วิศาล ศรีสุริยะ. 2555. การศึกษาความแปรปรวนของลักษณะทางเศรษฐกิจของสุกรพันธุ์ปากช่อง 2. เกษตร 40 (Suppl 2):329-333.
- วินัย ประลมภ์กาญจน์. 2527. การผลิตสุกร. เกษตรไทย, กรุงเทพฯ.
- วิศาล ศรีสุริยะ, สัมฤทธิ์ แสนบัว, กมล ฉวีวรรณ, วิโรชา เจียมรัมย์, จิรพรรณ นพวงศ์ ณ อยุธยา, สุภาวัลย์ บรรเลงทอง, สุวิทย์ อโนทัยสินทวี, แสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ์, ไพจิตร อินตรา และ ปิยะวรรณ เป็นสูงเนิน. 2547. การวิเคราะห์พันธุกรรมสุกรปากช่อง 3. pp. 1-15. In: รายงานการประชุมวิชาการกรมปศุสัตว์ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ ประจำปี 2547, กรุงเทพฯ.
- วิศาล ศรีสุริยะ. 2553. การพัฒนาพันธุ์สุกรปากช่อง 3 และการใช้ประโยชน์. ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ นครราชสีมา, กรุงเทพฯ.
- ศรีสุวรรณ ชมชัย. 2542. คู่มือปฏิบัติการผสมเทียมในสุกร. พิมพ์ครั้งที่ 3 ed. สำนักพิมพ์สัตว์เศรษฐกิจ, กรุงเทพฯ.
- สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์. 2558. ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์. Available Source: <https://breeding.dld.go.th/th/index.php/2018-05-16-07-31-15/2558>, January 7, 2022.
- Aaslyng, M. D., M. Oksama, E. V. Olsen, C. Bejerholm, M. Baltzer, G. Andersen, W. L. P. Bredie, D. V. Byrne and G. Gabrielsen. 2007. The impact of sensory quality of pork on consumer preference. Meat Science 76(1):61-73.
- Adzitey, F. and N. Huda. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences-A mini review. International Food Research Journal 18:11-20.
- AHDB. 2023. Feeding growing and finishing pigs. Available Source: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/feeding-growing-and-finishing-pigs>, July, 18, 2023.
- Alfonso, L. and A. Arana. 2004. Characterisation of Some Fatness Candidate Genes in Basque Black Pied and Large White Pigs. Archivos de Zootecnia 53(204):411-414.

- Alltech. 2023. Healthy udder. Available Souce: <https://go.alltech.com/pkh-healthy-udder>, May 16, 2023.
- Alonso, V., M. Campo Mdel, S. Español, P. Roncalés and J. A. Beltrán. 2009. Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat Science* 81(1):209-217.
- Annonymous. 2015. The Visual Guide to Porcine Reproduction. Available Souce: https://visgar.vetmed.ufl.edu/en_porrep/penis/penis.html, August, 4, 2023.
- Annonymous. 2022. Evaluating boar semen. Available Souce: <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/animal/industries/pigs/breed/boars/evaluate>, July, 19, 2023.
- Anonymous. 2001. A National System for Recording Conformation Traits. Available Souce: <https://www.ccsi.ca/genetics/conformation/conformation.pdf>, May 31, 2022.
- Ausejo, R., J. M. Martínez, N. Mendoza, A. Bolarin, M. T. Tejedor and M. V. Falceto. 2022. Nuclear DNA Fragmentation in Boar Spermatozoa: Measurement Methods and Reproductive Performance Implications. *Frontiers in Veterinary Science* 9
- Ax, R. L., M. Dally, B. A. Didion, R. W. Lenz, C. C. Love, D. D. Varner, B. Hafez and M. E. Bellin. 2000. Semen Evaluation. p. 363-375. In: editor^editors. *Reproduction in Farm Animals*.
- Baby, S., K. E. Hyeong, Y. M. Lee, J. H. Jung, D. Y. Oh, K. C. Nam, T. H. Kim, H. K. Lee and J. J. Kim. 2014. Evaluation of genome based estimated breeding values for meat quality in a berkshire population using high density single nucleotide polymorphism chips. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 27(11):1540-1547.
- Badke, Y. M., R. O. Bates, C. W. Ernst, J. Fix and J. P. Steibel. 2014a. Accuracy of estimation of genomic breeding values in pigs using low-density genotypes and imputation. *G3 (Bethesda)* 4(4):623-631.
- Badke, Y. M., R. O. Bates, C. W. Ernst, J. Fix and J. P. Steibel. 2014b. Accuracy of Estimation of Genomic Breeding Values in Pigs Using Low-Density Genotypes and Imputation. *G3: Genes|Genomes|Genetics* 4(4):623-631.
- Ball, R. O., R. Samuel and S. Moehn. 2008. Nutrient requirements of prolific sows. *Advances in Pork Production* 19:223-236.
- Ballester, M., Y. Ramayo-Caldas, O. González-Rodríguez, M. Pascual, J. Reixach, M. Díaz, F. Blanc, S. López-Serrano, J. Tibau and R. Quintanilla. 2020. Genetic parameters and associated genomic regions for global immunocompetence and other health-related traits in pigs. *Scientific Reports* 10(1):18462-18462.
- Barbato, G. F. 1999. Genetic relationships between selection for growth and reproductive effectiveness. *Poultry Science* 78(3):444-452.

- Bejerholm, C. and M. D. Aaslyng. 2004. The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork—depending on the raw meat quality. *Food Quality and Preference* 15(1):19-30.
- Boccard, R., L. Buchter, E. Casteels, E. Cosentino, E. Dransfield, D. E. Hood, R. L. Joseph, D. B. MacDougall, D. N. Rhodes, I. Schön, B. J. Tinbergen and C. Touraille. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities' (CEC) beef production research programme. *Livestock Production Science* 8(5):385-397.
- Boe-Hansen, G. B., P. Christensen, D. Vibjerg, M. B. F. Nielsen and A. M. Hedeboe. 2008. Sperm chromatin structure integrity in liquid stored boar semen and its relationships with field fertility. *Theriogenology* 69(6):728-736.
- Boujenane, B. I., A. Chafik and M. Benbihi. 1999. Heterosis retained in different generations of inter se mating between D'man and Sardi sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 116(2):151-159.
- Bovo, S., G. Mazzoni, F. Bertolini, G. Schiavo, G. Galimberti, M. Gallo, S. Dall'Olio and L. Fontanesi. 2019. Genome-wide association studies for 30 haematological and blood clinical-biochemical traits in Large White pigs reveal genomic regions affecting intermediate phenotypes. *Scientific Reports* 9(1):7003-7003.
- Brocks, L., R. E. Klont, W. Buist, K. de Greef, T. M. and B. Engel. 2000. The effects of selection of pigs on growth rate vs. leanness on histochemical characteristics of different muscles. *Journal of Animal Science* 78:1247-1254.
- Buchanan, D. S. 2006. Inbreeding in Swine. Available Source: <https://porkgateway.org/resource/pig-breeding-systems-for-small-and-beginning-pig-farmers/>, September 28, 2022.
- Cameron, N. D., P. D. Warriss, S. J. Porter and M. B. Enser. 1990. Comparison of Duroc and British landrace pigs for meat a and eating quality. *Meat Science* 27(3):227-247.
- Cassady, J. P., L. D. Young and K. A. Leymaster. 2002a. Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits. *Journal of Animal Science* 80(9):2286-2302.
- Cassady, J. P., L. D. Young and K. A. Leymaster. 2002b. Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. *Journal of Animal Science* 80(9):2303-2315.
- Čeřovský, J., S. Frydrychová, A. Lustyková and M. Rozkot. 2018. Changes in boar semen with a high and low level of morphologically abnormal spermatozoa. *Czech Journal of Animal Science* 50:289-299.
- Chaweewan, K., M. Duangjinda and P. Akaboot. 2012a. Genetic Analysis Between Pure Breed and Synthetic Breed Swine by Microsatellites. pp. 3480-3485. In: Proceedings of the 15th AAAP

- Animal Science Congress 26-30 November 2012, Thammasat University, Rangsit Campus, Bangkok.
- Chaweewan, K., S. Nakavisut, V. Jumparat and V. Srisuriya. 2012b. Genetic Parameters of Selection for Economic Traits Over Five Generations of Pakchong 5 Swine. pp. 1347-1351. In: 15th AAAP Animal Science Congress, Thammasat University, Rangsit Campus, Bangkok.
- Chaweewan, K., W. Thaenthanee, C. Chaosap, R. Limsupavanich and R. Sitthigripong. 2016. Carcass Quality and Meat Quality of Fattening Pigs Derived from Different Terminal Boars. pp. 4. In: Conference: 62nd International Congress of Meat Science and Technology, Bangkok.
- Chaweewan, K., W. Thaenthanee, C. Chaosap, R. Limsupavanich and R. Sitthigripong. 2015. Carcass and Meat Quality Traits of Pigs Derived from Pietrain Breed. In: Proceedings of the 61st International Congress of Meat Science and Technology. 23-28 August 2015. Clermont-Ferrand, France.
- Chen, P., T. J. Baas and J. C. M. Dekkers. 2000. Selection for Lean Growth Rate in a Synthetic Line of Yorkshire Meishan Pigs 1. Selection Pressure Applied and Direct Response, Iowa State University Animal Industry Report 1(1).
- Chen, P., T. J. Baas, J. C. M. Dekkers, K. J. Koehler and J. W. Mabry. 2003. Evaluation of strategies for selection for lean growth rate in pigs 1. *Journal of Animal Science* 81(5):1150-1157.
- Christensen, P., H. Stryhn and C. Hansen. 2005. Discrepancies in the determination of sperm concentration using Bürker-Türk, Thoma and Makler counting chambers. *Theriogenology* 63(4):992-1003.
- Clapper, J. 2000. Artificial Insemination of Swine. Available Source: https://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/53, December 4, 2023.
- Cleveland, M., S. Forni, D. J. Garrick and N. Deeb. 2010. Prediction of Genomic Breeding Values in a Commercial Pig Population. pp. 0266. In: Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.
- Clutter, A. C. and A. P. Schinckel. 2006. Genetic Improvement of Sire and Dam Lines for Enhanced Performance of Terminal Crossbreeding Systems. Available Source: <https://porkgateway.org/resource/genetic-improvement-of-sire-and-dam-lines-for-enhanced-performance-of-terminal-crossbreeding-systems/>, May 15, 2021.
- Cromwell, G. L. 2015. Nutritional Requirements of Pigs. Available Source: <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-pigs/nutritional-requirements-of-pigs>, 12, July, 2023.

- Czubaszek, M., K. Andraszek, D. Banaszewska and R. Walczak-Jędrzejowska. 2019. The effect of the staining technique on morphological and morphometric parameters of boar sperm. *PLOS ONE* 14(3):e0214243.
- da Costa, N., R. Blackley, H. Alzuherri and K. C. Chang. 2002. Quantifying the temporospatial expression of postnatal porcine skeletal myosin heavy chain genes. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry* 50:353–364.
- Da Silva-Álvarez, E., G. Gaitskell-Phillips, J. M. Ortiz-Rodríguez, C. Serres, B. García-Rodríguez, L. Gutiérrez-Cepeda, F. E. Martín- Cano, A. Echegaray, N. Escartin-Casas, F. Requena, M. C. Gil, F. J. Peña and C. Ortega-Ferrusola. 2022. Evaluation of testicular echotexture with Ecotext as a diagnostic method of testicular dysfunction in stallions. *Theriogenology* 185:50-60.
- Dekkers, J. C. M., P. K. Mathur and E. F. Knol. 2011. Genetic improvement of the pig. Iowa State University, USA.
- Déru, V., A. Bouquet, O. Zemb, B. Blanchet, M. L. De Almeida, L. Cauquil, C. Carillier-Jacquin and H. Gilbert. 2022. Genetic relationships between efficiency traits and gut microbiota traits in growing pigs being fed with a conventional or a high-fiber diet. *Journal of Animal Science* 100(6)
- Diao, S., S. Huang, Z. Chen, J. Teng, Y. Ma, X. Yuan, Z. Chen, H. Zhang, J. Li and Z. Zhang. 2019a. Genome-Wide Signatures of Selection Detection in Three South China Indigenous Pigs. *Genes* 10(5):346-346.
- Diao, S., S. Huang, Z. Xu, S. Ye, X. Yuan, Z. Chen, H. Zhang, Z. Zhang and J. Li. 2019b. Genetic Diversity of Indigenous Pigs from South China Area Revealed by SNP Array. *Animals* 9(6):361-361.
- Drake, A., D. Fraser and D. M. Weary. 2008. Parent–offspring resource allocation in domestic pigs. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62(3):309-319.
- Edwards, D., R. Tempelman and R. Bates. 2006. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for growth and composition. *Journal of animal science* 84:266-275.
- Elbert, K., N. Matthews, R. Wassmuth and J. Tetens. 2020. Effects of sire line, birth weight and sex on growth performance and carcass traits of crossbred pigs under standardized environmental conditions. *Archives Animal Breeding* 63(2):367-376.
- Esfandyari, H., P. Bijma, M. Henryon, O. F. Christensen and A. C. Sørensen. 2016. Genomic prediction of crossbred performance based on purebred Landrace and Yorkshire data using a dominance model. *Genetics Selection Evolution* 48(1):40-40.
- Estienne, M. J. and A. F. Harper. 2004. Semen characteristics and libido in boars treated repeatedly with PGF2 α 1. *Journal of Animal Science* 82(5)

- FAO. 2004. Measurement of domestic animal diversity - a review of recent diversity studies. In: proceedings of commission on genetic resources for food and agriculture working group on animal genetic resources for food and agriculture.
- Faucitano, L., M. C. Ielo, C. Ster, D. P. Lo Fiego, S. Methot and L. Saucier. 2010. Shelf life of pork from five different quality classes. *Meat Science* 84(3):466-469.
- Font, I. F. M., A. Brun and M. Gispert. 2019. Intramuscular fat content in different muscles, locations, weights and genotype-sexes and its prediction in live pigs with computed tomography. *Animal* 13(3):666-674.
- Font-i-Furnols, M., N. Tous, E. Esteve-Garcia and M. Gispert. 2012. Do all the consumers accept marbling in the same way? The relationship between eating and visual acceptability of pork with different intramuscular fat content. *Meat Science* 91(4):448-453.
- Fredeen, H. T. and J. G. Stothart. 1969a. Development of a New Breed of Pigs: The Lacombe: I. Foundation And Developmental Procedures. *Canadian Journal of Animal Science* 49(3):237-246.
- Fredeen, H. T. and J. G. Stothart. 1969b. Development of a New Breed of Pigs: The Lacombe: II. Evaluation. *Canadian Journal of Animal Science* 49(3):247-261.
- Fredeen, H. T., J. G. Stothart and C. G. Hickman. 1969. Inbreeding and Relationship for Three Breeds of Pigs in Canada. *Canadian Journal of Animal Science* 49(3):275-289.
- Fu, W.-X., Y. Liu, X. Lu, X.-Y. Niu, X.-D. Ding, J.-F. Liu and Q. Zhang. 2012. A Genome-Wide Association Study Identifies Two Novel Promising Candidate Genes Affecting *Escherichia coli* F4ab/F4ac Susceptibility in Swine. *PLOS ONE* 7(3):e32127-e32127.
- Fujii, J., K. Otsu, F. Zorzato, S. de Leon, V. K. Khanna, J. E. Weiler, P. J. O'Brien and D. H. MacLennan. 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253(5018):448-451.
- Ganteil, A., T. Pook, S. T. Rodriguez-Ramilo, B. Ligonésche and C. Larzul. 2021. Comparison of breeding strategies for the creation of a synthetic pig line. Cold Spring Harbor Laboratory.
- Gerbens, F., A. J. van Erp, F. L. Harders, F. J. Verburg, T. H. Meuwissen, J. H. Veerkamp and M. F. te Pas. 1999. Effect of genetic variants of the heart fatty acid-binding protein gene on intramuscular fat and performance traits in pigs. *Journal of Animal Science* 77(4):846-852.
- Gerbens, F., D. J. de Koning, F. L. Harders, T. H. Meuwissen, L. L. Janss, M. A. Groenen, J. H. Veerkamp, J. A. Van Arendonk and M. F. te Pas. 2000. The effect of adipocyte and heart fatty acid-binding protein genes on intramuscular fat and backfat content in Meishan crossbred pigs. *Journal of Animal Science* 78(3):552-559.

- Gerbens, F., G. u. n. Rettenberger, J. A. Lenstra, J. H. Veerkamp and M. F. W. t. Pas. 1997. Characterization, chromosomal localization, and genetic variation of the porcine heart fatty acid-binding protein gene: The nucleotide sequence data reported in this paper have been submitted to the EMBL database and have been assigned the accession numbers X98555, X98556, X98557, and X98558. *Mammalian Genome* 8(5):328-332.
- Gete, O., O. Ferreira, F. Rossi, R. Antônio, T. Coelho, V. Fucilini, M. Benedetti and R. Zootecnia. 2012. Measurement of rib-eye area by the method of digital images. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41
- Gibson, J. P. 1996. Principles of Livestock Improvement. Available Souce: https://animalbiosciences.uoguelph.ca/~gking/Ag_2350/pli.html.
- Gilmour, A. R., B. J. Gogel, B. R. Cullis and R. Thompson. 2006. ASReml User Guide Release 2.0. VSN International Ltd, UK.
- Gunawan, A. M., R. B. T., S. A. P., G. A. L. and G. D.E. 2007. Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. *Journal of Animal Science* 85:2115–2124.
- Hady, A. A. and P. Lammers. 2015. Pig Breeding Systems for Small and Beginning Pig Farmers. Available Souce: <https://porkgateway.org/resource/pig-breeding-systems-for-small-and-beginning-pig-farmers/>, September 28, 2022.
- Hamilton, D. N., M. Ellis, K. D. Miller, F. K. McKeith and D. F. Parrett. 2000. Effect of the Halothane and Rendement Napole Genes on Carcass and Meat Quality Characteristics of Pigs. Available Souce: <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/porknet/paperDisplay.cfm?ContentID=87>.
- Hauschild, L., C. Pomar and P. A. Lovatto. 2010. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal* 4(5):714-723.
- Hayes, B. and M. Goddard. 2010. Genome-wide association and genomic selection in animal breeding. *Genome* 53(11):876-883.
- Hemsworth, P. H. and A. J. Tilbrook. 2007. Sexual behavior of male pigs. *Hormones and Behavior* 52(1):39-44.
- Henderson, C. R. 1973. Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science* 1973(Symposium):10-41.
- Hlongwane, N. L., K. Hadebe, P. Soma, E. F. Dzomba and F. C. Muchadeyi. 2020. Genome Wide Assessment of Genetic Variation and Population Distinctiveness of the Pig Family in South Africa. *Frontiers in Genetics* 11:344-344.
- Ho, V.-B., H.-W. Seo, P.-N. Seong, S.-H. Cho, S.-M. Kang, Y.-S. Kim, S.-S. Moon, Y.-M. Choi, J.-H. Kim and K.-H. Seol. 2021. Back-fat thickness as a primary index reflecting the yield and overall acceptance of pork meat. *Animal Science Journal* 92(1):e13515.

- Hoque, M. A., H. Kadowaki, T. Shibata, T. Oikawa and K. Suzuki. 2009. Genetic parameters for measures of residual feed intake and growth traits in seven generations of Duroc pigs. *Livestock Science* 121(1):45-49.
- Huang, H., L. Liu and M. O. Ngadi. 2017a. Assessment of intramuscular fat content of pork using NIR hyperspectral images of rib end. *Journal of Food Engineering* 193:29-41.
- Huang, H., L. Liu and M. O. Ngadi. 2017b. Quantitative evaluation of pork marbling score along Longissimus thoracis using NIR images of rib end. *Biosystems Engineering* 164:147-156.
- Huang, Y. T. and R. K. Johnson. 1996. Effect of selection for size of testes in boars on semen and testis traits. *Journal of Animal Science* 74(4):750-760.
- Huff-Lonergan, E. 2006. Water-Holding Capacity of Fresh Meat. Available Source: <https://porkgateway.org/resource/water-holding-capacity-of-fresh-meat/>, August, 28, 2023.
- Intaratham, W., S. Koonawootrittriron, P. Sopannarath, H. U. Graser and S. Tumwasorn. 2008. Genetic parameters and annual trends for birth and weaning weights of a Northeastern Thai indigenous cattle line. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences* 21:478+.
- Johansson, A. M., M. E. Pettersson, P. B. Siegel and Ö. Carlborg. 2010. Genome-Wide Effects of Long-Term Divergent Selection. *PLOS Genetics* 6(11):e1001188.
- Johnson, L. A., K. F. Weitze, P. Fiser and W. M. C. Maxwell. 2000. Storage of boar semen. *Animal Reproduction Science* 62(1):143-172.
- Jun, L., L. Mu, T. Xiao-Ping, X. Shi-Fu, D. Huan, H. Liang-Wei and Z. Chang-Feng. 2007. Effects of Different Protein Sources in Feed Rations on Umami Substances in Swine Muscles and Pork Flavor. *Food Science* 28(6):59-63.
- Kadirvel, G., Y. S. Devi, S. Naskar, K. M. Bujarbaruah, G. Khargariah, S. Banik, N. S. Singh and C. Gonmei. 2023. Performance of crossbred pigs with indigenous and Hampshire inheritance under a smallholder production system in the Eastern Himalayan hill region. *Frontiers in Genetics* 14
- Kaensombath, L., M. Neil and J. E. Lindberg. 2013. Effect of replacing soybean protein with protein from ensiled stylo (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var. *guianensis*) on growth performance, carcass traits and organ weights of exotic (Landrace x Yorkshire) and native (Moo Lath) Lao pigs. *Tropical Animal Health and Production* 45(3):865-871.
- Karlsson, A. H., R. E. Klont and X. Fernandez. 1999. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livestock Production Science*. 60:255-269.
- Keel, B. N., D. J. Nonneman, A. K. Lindholm-Perry, W. T. Oliver and G. A. Rohrer. 2018. Porcine single nucleotide polymorphisms and their functional effect: an update. *BMC Research Notes* 11(1):860-860.

- Kennes, Y. M., B. D. Murphy, F. Pothier and M.-F. Palin. 2001. Characterization of swine leptin (LEP) polymorphisms and their association with production traits. *Animal Genetics* 32:215-218.
- Kim, G. W. and H. Y. Kim. 2017. Effects of Carcass Weight and Back-fat Thickness on Carcass Properties of Korean Native Pigs. *Korean journal for food science of animal resources* 37(3):385-391.
- Kim, J. B., P. Sarraf, M. Wright, K. M. Yao, E. Mueller, G. Solanes, B. B. Lowell, B. M. Spiegelman, P. S. Margaret, K. M. Wright, E. M. Yao, S. Gemma, B. L. Bradford and M. S. Bruce. 1998. Nutritional and insulin regulation of fatty acid synthetase and leptin gene expression through ADD1/SREBP1. *The Journal of Clinical Investigation* 101(1):1-9.
- Kim, K. S., N. J. Larsen and M. F. Rothschild. 2000. Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene. *Journal of Animal Science* 78(3):791-792.
- King, G. 2006. The Importance of Reproductive Performance. Available Souce: https://animalbiosciences.uoguelph.ca/~gking/Ag_2350/pigrepro.htm, December 5, 2023.
- Kinghorn and v. D. Werf. 1998. Marker-assisted selection: Integration with breeding programmes. *Animal Genetics* 29 (Suppl.:7-7).
- Knol, E. F., B. Nielsen and P. W. Knap. 2016. Genomic selection in commercial pig breeding. *Animal Frontiers* 6(1):15-22.
- Knoll, A., L. Putnova, J. Dvorak and S. Cepica. 2000. A Ncii PCR-RFLP within intron 2 of the porcine insulin-like growth factor 2b (IGF2) gene. *Animal Genetics* 31(2):150-150.
- Latorre, M. A., P. Medel, A. Fuentetaja, R. Lázaro and G. G. Mateos. 2016. Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Animal Science* 77(1):33-45.
- Latorre, M. A., R. Lázaro, D. G. Valencia, P. Medel and G. G. Mateos. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science* 82(2):526-533.
- Lawrie, R. A. 1985. *Meat Science*. 4th ed. Pergamon Press, Oxford, United Kingdom.
- Lee, S. H., D. W. Seo, E. S. Cho, B. H. Choi, Y. M. Kim, J. K. Hong, H. D. Han, Y. B. Jung, D. J. Kim, T. J. Choi and S. H. Lee. 2020. Genetic Diversity and Ancestral Study for Korean Native Pigs Using 60K SNP Chip. *Animals* 10(5):760-760.
- Lertpatarakomol, R., C. Chaosap, K. Chaweewan, R. Sitthigripong and R. Limsupavanich. 2019. Carcass characteristics and meat quality of purebred Pakchong 5 and crossbred pigs sired by Pakchong 5 or Duroc boar. *Asian-Australas Journal of Animal Science* 32(4):585-591.

- Li, C. L., Y. C. Pan and H. Meng. 2006. Polymorphism of the H-FABP, MC4R and ADD1 genes in the Meishan and four other pig populations in China. *South African Journal of Animal Science* 36(1):1-6.
- Liu, J. H., X. Sun, J. M. Young, L. A. Bachmeier and D. J. Newman. 2018. Predicting pork loin intramuscular fat using computer vision system. *Meat Science* 143:18-23.
- Loneragan, S. M., D. G. Topel and D. N. Marple. 2019. Chapter 5 - Fat and fat cells in domestic animals. p. 51-69. In: S. M. Loneragan, D. G. Topel and D. N. Marple, editor^editors. *The Science of Animal Growth and Meat Technology (Second Edition)*. Academic Press.
- López Rodríguez, A., T. Rijsselaere, J. Beek, P. Vyt, A. Van Soom and D. Maes. 2013. Boar seminal plasma components and their relation with semen quality. *Systems Biology in Reproductive Medicine* 59(1):5-12.
- Lopez, B. I., C. W. Song and K. S. Seo. 2018. Efficiency of genomic selection to improve meat quality in pigs using ZPLAN+. *Indian Journal of Animal Research* B-848(Online ISSN:0976-0555):1-5.
- Lopez, B. I., K. Seo, C. Song and V. Viterbo. 2019. Estimation of genetic parameters and accuracy of genomic prediction for production traits in Duroc pigs. *Czech Journal of Animal Science* 64(4):160-165.
- Lopez, B. I., K. Seo, T. Kim, H. Kang, V. Viterbo, H. Kim and C. Na. 2016. Optimization of Swine Breeding Programs Using Genomic Selection with ZPLAN+. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 29(5):640-645.
- Louis, G. F., A. J. Lewis, W. C. Weldon, P. M. Ermer, P. S. Miller, R. J. Kittok and W. W. Stroup. 1994a. The effect of energy and protein intakes on boar libido, semen characteristics, and plasma hormone concentrations. *Journal of Animal Science* 72(8)
- Louis, G. F., A. J. Lewis, W. C. Weldon, P. S. Miller, R. J. Kittok and W. W. Stroup. 1994b. The effect of protein intake on boar libido, semen characteristics, and plasma hormone concentrations. *Journal of Animal Science* 72(8):2038-2050.
- Luo, W., D. Cheng, S. Chen, L. Wang, Y. Li, X. Ma, X. Song, X. Liu, W. Li, J. Liang, H. Yan, K. Zhao, C. Wang, L. Wang and L. Zhang. 2012. Genome-Wide Association Analysis of Meat Quality Traits in a Porcine Large White x Minzhu Intercross Population. *International Journal of Biological Sciences* 8(4):580-595.
- Ly, B., E. Dyer, J. Feig, A. Chien and S. Bino. 2020. Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. *The Journal of investigative dermatology* 140:3-12.e11.

- Mabry, J. W. and T. J. Baas. 1998. The Impact of Genetics on Pork Quality. Available Source: <http://www.pork.org/filelibrary/Factsheets/PorkScience/q-genetics4904341.pdf>, 15 September, 2011.
- Maharani, D., H. B. Park, J. B. Lee, C. K. Yoo, H. T. Lim, S. H. Han, S. S. Lee, M. S. Ko, I. C. Cho and J. H. Lee. 2013. Association of the gene encoding stearoyl-CoA desaturase (SCD) with fatty acid composition in an intercross population between Landrace and Korean native pigs. *Molecular Biology Reports* 40(1):73-80.
- Mallard, B. A., B. N. Wilkie, B. W. Kennedy and M. Quinton. 1992. Use of estimated breeding values in a selection index to breed Yorkshire pigs for high and low immune and innate resistance factors. *Animal Biotechnology* 3(2):257-280.
- Mandal, A. B., S. S. Paul, G. P. Mandal, A. Kannan and N. N. Pathak. 2005. Deriving nutrient requirements of growing Indian goats under tropical condition. *Small Ruminant Research* 58(3):201-217.
- Maside, C., S. Recuero, A. Salas-Huetos, J. Ribas-Maynou and M. Yeste. 2023. Animal board invited review: An update on the methods for semen quality evaluation in swine – from farm to the lab. *Animal* 17(3):100720.
- Massey, J. W. and D. W. Vogt. 2018. Heritability and Its Use in Animal Breeding. Available Source: <https://extension.missouri.edu/publications/g2910>, January 12, 2022.
- Maw, S., V. R. Fowler, M. Hamilton and A. M. Petchey. 2003. Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. *Meat science* 63:185-190.
- McGloughlin, P., P. Allen, P. V. Tarrant, R. L. Joseph, P. B. Lynch and T. J. Hanrahan. 1988. Growth and carcass quality of crossbred pigs sired by Duroc, Landrace and Large White boars. *Livestock Production Science* 18(3):275-288.
- Meinert, L., S. C. Christiansen, L. Kristensen, C. Bjerregaard and M. D. Aaslyng. 2008. Eating quality of pork from pure breeds and DLY studied by focus group research and meat quality analyses. *Meat Science* 80(2):304-314.
- Menegat, M. B., R. D. Goodband, J. M. DeRouchey, M. D. Tokach, J. C. Woodworth and S. S. Dritz. 2019. Kansas State University Swine Nutrition Guide: Swine nutrient requirements. Available Source: https://www.asi.k-state.edu/extension/swine/swinenutritionguide/general_nutrition_principles/nutrientrequirements.html, October, 11, 2023.
- Merks, J. W. M., P. K. Mathur and E. F. Knol. 2012. New phenotypes for new breeding goals in pigs. *Animal* 6(4):535-543.

- Miller, R. K. 2003. Assessing consumer preferences and attitudes toward meat and meat products. pp. 67-80. In: Proceedings of the 49th International Congress of Meat Science and Technology.
- Miranda de Vargas Junior, F., T. Fernandes, A. Matos, A. Fernandes, L. Alves, J. Rossatti, G. Vega Britez and N. Zagonel. 2021. Evaluator effect on the ultrasound measurement of subcutaneous fat deposition and loin eye area from weaning to slaughter lambs. *Veterinary world* 14:259-264.
- Montes-Garrido, R., M. F. Riesco, L. Anel-Lopez, M. Neila-Montero, C. Palacin-Martinez, J. C. Boixo, P. de Paz, C. Ortega-Ferrusola, M. A. A. Hassan, L. Anel and M. Alvarez. 2022. Application of ultrasound technique to evaluate the testicular function and its correlation to the sperm quality after different collection frequency in rams. *Frontiers in Veterinary Science* 9
- Morales, J., M. Andrada, A. Arencibia, F. Gil, A. Suárez-Trujillo, A. Suárez-Bonnet and M. A. Rivero. 2013. Muscle fibre characteristics of a native pig breed longissimus lumborum muscle. *Journal of Applied Animal Research* 41(1):103-105.
- Muñoz, M., R. Bozzi, J. García-Casco, Y. Núñez, A. Ribani, O. Franci, F. García, M. Škrlep, G. Schiavo, S. Bovo, V. J. Utzeri, R. Charneca, J. M. Martins, R. Quintanilla, J. Tibau, V. Margeta, I. Djurkin-Kušec, M. J. Mercat, J. Riquet, J. Estellé, C. Zimmer, V. Razmaite, J. P. Araujo, Č. Radović, R. Savić, D. Karolyi, M. Gallo, M. Čandek-Potokar, A. I. Fernández, L. Fontanesi and C. Óvilo. 2019. Genomic diversity, linkage disequilibrium and selection signatures in European local pig breeds assessed with a high density SNP chip. *Scientific Reports* 9(1):13546-13546.
- Nakai, H., F. Saito, T. Ikeda, S. Ando and A. Komatsu. 1975. Standard models of pork-colour. *Bull. Nat. Inst. Animal Indust Chiba, Japan* 29:6974.
- National Research Council. 2012. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. The National Academies Press, Washington, DC.
- Ngapo, T. and C. Garipey. 2008. Factors Affecting the Eating Quality of Pork. *Critical reviews in food science and nutrition* 48:599-633.
- Ocepek, M., I. Andersen-Ranberg, S. A. Edwards and I. L. Andersen. 2016. Udder characteristics of importance for teat use in purebred and crossbred pigs¹. *Journal of Animal Science* 94(2):780-788.
- Okagbare, G. O., S. O. Nwokoro and O. M. Onagbesan. 2004. Protein and energy requirements of pre-weaned West African dwarf goats fed soyabean diet as a replacement for milk in a tropical environment. *Trop Anim Health Prod* 36(6):547-555.
- Ostrum, B. J., B. B. Goldberg and H. J. Isard. 1967. A-Mode Ultrasound Differentiation of Soft-Tissue Masses. *Radiology* 88(4):745-749.

- Otto, G., R. Roehe, H. Looft, L. Thoelking, P. W. Knap, M. F. Rothschild, G. S. Plastow and E. Kalm. 2007. Associations of DNA markers with meat quality traits in pigs with emphasis on drip loss. *Meat Science* 75(2):185-195.
- Paul, S., A. B. Mandal, G. P. Mandal, A. Kannan and N. Pathak. 2004. Deriving Nutrient Requirements of Lactating Indian Cattle under Tropical Condition Using Performance and Intake Data Emanated from Feeding Trials Conducted in Different Research Institutes. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* 17:769-776.
- Paul, S., A. Mandal, P. Chatterjee, R. Bhar and N. Pathak. 2007. Determination of nutrient requirements for growth and maintenance of growing pigs under tropical condition. *Animal : an international journal of animal bioscience* 1:269-282.
- Peter, J. L., R. S. Devid and S. H. Mark. 2007. Cross breeding and hybrid vigor. Available Souce: <https://www.ipic.iastate.edu/publications/410.CrossbreedingHybridVigor.pdf>, January 6, 2022.
- PIC. 1997. Meat quality. Understanding industry measurements and guidelines. PIC, Spring, Franklin, Kentuntucky.
- PIC. 2003. Meat quality. Understanding industry measurements and guidelines. Franklin, Kentuntucky.
- PIC. 2021. PIC® Nutrition And Feeding Guidelines. Available Souce: https://gb.pic.com/wp-content/uploads/sites/9/2018/11/PIC_NutritionManual_English-Metric-Joule_A4_2021-08-16.pdf, July, 16, 2023.
- Pinart, E., E. Domènech, E. Bussalleu, M. Yeste and S. Bonet. 2017. A comparative study of the effects of *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens* upon boar semen preserved in liquid storage. *Animal Reproduction Science* 177:65-78.
- Pinart, E., S. Sancho, M. D. Briz, S. Bonet and N. García. 1999. Characterization of the semen quality of postpuberal boars with spontaneous unilateral abdominal cryptorchidism on the right side. *Animal Reproduction Science* 55(3-4):269-278.
- Pringle, D. and S. E. Williams. 2000. Fat thickness and loin eye area effects on pork carcass quality measures. *Journal of Muscle Foods* 11:307-318.
- Ramos, A. M., R. P. M. A. Crooijmans, N. A. Affara, A. J. Amaral, A. L. Archibald, J. E. Beever, C. Bendixen, C. Churcher, R. Clark, P. Dehais, M. S. Hansen, J. Hedegaard, Z.-L. Hu, H. H. Kerstens, A. S. Law, H.-J. Megens, D. Milan, D. J. Nonneman, G. A. Rohrer, M. F. Rothschild, T. P. L. Smith, R. D. Schnabel, C. P. Van Tassel, J. F. Taylor, R. T. Wiedmann, L. B. Schook and M. A. M. Groenen. 2009. Design of a High Density SNP Genotyping Assay in the Pig Using SNPs Identified and Characterized by Next Generation Sequencing Technology. *PLOS ONE* 4(8):e6524-e6524.

- Ren, D., Y. Xing, M. Lin, Y. Wu, K. Li, W. Li, S. Yang, T. Guo, J. Ren, J. Ma, L. Lan and L. Huang. 2009. Evaluations of Boar Gonad Development, Spermatogenesis with regard to Semen Characteristics, Libido and Serum Testosterone Levels based on large White Duroc × Chinese Erhualian Crossbred Boars. *Reproduction in Domestic Animals* 44(6):913-919.
- Renand, G., B. Picard, C. Touraille, P. Berge and J. Lepetit. 2001. Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. *Meat Science* 59:49–60.
- Robinson, J. A. and M. M. Buhr. 2005. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology* 63(2):668-678.
- Romoser, M. R., B. J. Hale, J. T. Seibert, T. Gall, C. J. Rademacher, K. J. Stalder, L. H. Baumgard, A. F. Keating and J. W. Ross. 2019. Methods for reproductive tract scoring as a tool for improving sow productivity. *Translational Animal Science* 4(1):275-284.
- Rothschild, M. F. and J. P. Bidanel. 1998. *Biology and Genetics of Reproduction*. Available Source: <https://dr.lib.iastate.edu/entities/publication/3e027934-9efa-4122-b43c-c1210ee6225d>, November 6, 2023.
- Rothschild, M., C. Jacobson, D. Vaske, C. Tuggle, L. Wang, T. Short, G. Eckardt, S. Sasaki, A. Vincent, D. McLaren, O. Southwood, H. van der Steen, A. Mileham and G. Plastow. 1996. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs. *PNAS* 93(1):201-205.
- Rungruangsak, J., S. Sangkaphet, K. Buranaamnuay, P. Pongpeng and P. Tummaruk. 2021. Boar sperm production in a tropical environment. *The Thai Journal of Veterinary Medicine* 51(2):213-220.
- Ryu, Y. C. and B. C. Kim. 2006. Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. *Journal of Animal Science* 84:894–901.
- Samorè, A. B. and L. Fontanesi. 2016. Genomic selection in pigs: state of the art and perspectives. *Italian Journal of Animal Science* 15(2):211-232.
- Santos, L., F. Caldara, R. Santos, I. Nääs, L. Foppa, R. Garcia and I. Almeida Paz. 2014. Comparison of methodologies for assessment of pork loin eye area. *Boletim de Indústria Animal* 71:211-216.
- Seeley, R. J., K. A. Yagaloff, S. L. Fisher, P. Burn, T. E. Thiele, G. van Dijk, D. G. Baskin, M. W. Schwartz and T. T. E. 1997. Melanocortin receptors in leptin effects. *Nature* 390(6658):349-349.
- Seideman, S. C. and J. D. Crouse. 1986. The Effects of Sex Condition, Genotype and Diet on Bovine Muscle Fiber Characteristics. *Meat Science*. 17:55-72.

- Shin, S. C., J. P. Heo and E. R. Chung. 2011. Genetic variants of the FABP4 gene are associated with marbling scores and meat quality grades in Hanwoo (Korean cattle). *Molecular Biology Reports*
- Shuhong, Z., M. Zhu and C. Hongbo. 2012. Immunogenomics for identification of disease resistance genes in pigs: A review focusing on Gram-negative bacilli. *Journal of animal science and biotechnology* 3:34-34.
- Smith, W. C., G. Pearson and R. W. Purchas. 1990. A comparison of the Duroc, Hampshire, Landrace, and Large White as terminal sire breeds of crossbred pigs slaughtered at 85 kg liveweight. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 33(1):89-96.
- Sonesson, A. K., K. H. de Greef and T. H. E. Meuwissen. 1998. The Genetic parameters and trends of meat quality, carcass composition and performance traits in two selected lines of Large White pigs. *Livestock Production Sci.* 57:23-32.
- Stalder, K. J., A. K. Johnson and L. A. Karriker. 2010. Selection of Gilts – Biomechanics. Available Souce: <https://vetmed.iastate.edu/sites/default/files/vdpam/Extension/Dairy/Biomechanics.pdf>, March 30, 2022.
- Suzuki, K., H. Kadowaki, T. Shibata, H. Uchida and A. Nishida. 2005. Selection for daily gain, loin-eye area, backfat thickness and intramuscular fat based on desired gains over seven generations of Duroc pigs. *Livestock Production Science* 97(2):193-202.
- Teixeira, A., S. R. Silva, M. Hasse, J. M. H. Almeida and L. Dias. 2021. Intramuscular Fat Prediction Using Color and Image Analysis of Bisaro Pork Breed. *Foods (Basel, Switzerland)* 10(1):143.
- Thaenthanee, W., K. Chaweewan, C. Chaosap, R. Limsupavanich and R. Sithigripong. 2016. Carcass Quality and Meat Quality of Fattening Pigs Derived from Pakchong 5 and Duroc Breed Terminal Boars. pp. 4. In: Conference: 62nd International Congress of Meat Science and Technology, Bangkok.
- Thekkoot, D. 2016. Accuracies of Prediction in Pig Breeding. Available Souce: <https://www.thepigsite.com/articles/accuracies-of-prediction-in-pig-breeding>, November 7, 2023.
- Tikk, M., K. TIKK, M. A. Tornngren, L. Meinert, M. D. Aaslyng, A. H. Karlsson and H. J. Andersen. 2006. Development of Inosine Monophosphate and Its Degradation Products during Aging of Pork of Different Qualities in Relation to Basic Taste and Retronasal Flavor Perception of the Meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:7769-7777.
- Topigs Norsvin. 2016. Feeding advice for Norsvin Duroc progeny Available Souce: <https://topignorsvin.com/tn-content/uploads/2020/02/Feeding-Manual-Norsvin-Duroc.pdf>, July, 16, 2023.

- Towers, L. 2015. Cost-Effective Genomic Selection for Pig Feed Efficiency. Available Souce: <https://www.thepigsite.com/articles/costeffective-genomic-selection-for-pig-feed-efficiency>, 1 May, 2020.
- Urban, T. and R. Mikolasova. 2006. Genetic Variability in the Leptin, Leptin Receptor and Heart Fatty Acid Biding Protein Gene in Pigs. *Acta fytotechnica et zootechnica*:S29.
- Van Oeckel, M. J., N. Warnants and C. V. Boucqué. 1999. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Science* 51(4):313-320.
- Van Vleck, L. D. 2000. Selection Index and Introduction to Mixed Model Methodlogy. CRC Press New York.
- Villé, H., G. Rombouts, P. Van Hecke, S. Perremans, G. Maes, G. Spincemaille and R. Geers. 1997. An evaluation of ultrasound and nuclear magnetic resonance spectroscopy to measure in vivo intramuscular fat content of longissimus muscle of pigs. *Journal of Animal Science* 75(11):2942-2949.
- Walker, S., O. W. Robison, C. S. Whisnant and J. P. Cassady. 2004. Effect of divergent selection for testosterone production on testicular morphology and daily sperm production in boars. *Journal of Animal Science* 82(8)
- Wallenbeck, A., L. Rydhmer, H. Röcklinsberg, M. Ljung, E. Strandberg and T. Ahlman. 2016. Preferences for pig breeding goals among organic and conventional farmers in Sweden. *Organic Agriculture* 6(3):171-182.
- Wang, Y., Z. Tang, Y. Sun, H. Wang, C. Wang, S. Yu, J. Liu, Y. Zhang, B. Fan, K. Li and B. Liu. 2014. Analysis of Genome-Wide Copy Number Variations in Chinese Indigenous and Western Pig Breeds by 60 K SNP Genotyping Arrays. *PLOS ONE* 9(9):e106780-e106780.
- Warriss, P. D. and S. N. Brown. 1987. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Science* 20(1):65-74.
- Webb, A. J. 1998. Objectives and Strategies in Pig Improvement: An Applied Perspective. *Journal of Dairy Science* 81:36-46.
- Webb, A. J. and J. W. B. King. 2010. Development of a synthetic pig sire line by selection with immigration 1. Results of selection and heritability estimates. *Animal Science* 22(2):231-244.
- Whitney, M. H. 2010. Factors Affecting Nutrient Recommendations for Swine. Available Souce: <https://porkgateway.org/resource/factors-affecting-nutrient-recommendations-for-swine/>, October, 11, 2023.

- Whitney, M. H. and S. K. Baidoo. 2010. Breeding Boar Nutrient Recommendations and Feeding Management. Available Source: <https://porkgateway.org/resource/breeding-boar-nutrient-recommendations-and-feeding-management/>, October, 11, 2023.
- Whittington, F. M., N. J. Prescott, J. D. Wood and M. Enser. 1986. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85 kg live weight. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 37(8):753-761.
- Wood, J. D., G. R. Nute, R. I. Richardson, F. M. Whittington, O. Southwood, G. Plastow, R. Mansbridge, N. da Costa and K. C. Chang. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science* 67(4):651-667.
- Ye, J., C. Tan, X. Hu, A. Wang and Z. Wu. 2018. Genetic parameters for reproductive traits at different parities in Large White pigs. *Journal of Animal Science* 96(4):1215-1220.
- Zhang, Q., B. Guldbbrandtsen, J. R. Thomasen, M. S. Lund and G. Sahana. 2016. Genome-wide association study for longevity with whole-genome sequencing in 3 cattle breeds. *Journal of Dairy Science* 99(9):7289-7298.

ภาคผนวก
(Appendix)

ภาคผนวก 1 ตารางบันทึกผลการทดสอบพันธุ์สุกร

เบอร์คอก.....อาหารสูตร.....

รายละเอียดของสุกร	วัน เดือน ปี ที่ชั่งน้ำหนัก							
	น้ำหนักของสุกร							
เบอร์								
พันธุ์.....								
สายพันธุ์.....								
เพศ.....								
เบอร์พ่อ.....								
เบอร์แม่.....								
วันเกิด.....								
แต้มนม ชาย.....ขา.....								

รายละเอียดข้อมูล	การคำนวณ							
1. น้ำหนักรวม								
2. จำนวนสุกร								
3. น้ำหนักเฉลี่ย								
4. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น								
5. จำนวนวันที่ทดลอง								
6. อัตราการเจริญเติบโต								
7. อาหารทั้งหมด								
8. อาหารที่กิน/วัน/ตัว								
9. ประสิทธิภาพการใช้อาหาร								
10. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสมทบ								
11. จำนวนวันที่ทดลองสมทบ								
12. อัตราการเจริญเติบโตสมทบ								
13. ปริมาณอาหารสมทบ								
14. อาหารที่กิน/วัน/ตัว สมทบ								
15. ประสิทธิภาพการใช้อาหารสมทบ								
16. อายุเมื่อน้ำหนักที่								

ความยาวลำตัว จุดที่ 1ซ.ม. จุดที่ 2ซ.ม. จุดที่ 3ซ.ม.

ความยาวรอบอก.....ซ.ม. ความสูง.....ซ.ม.

ความหนาไขมันสันหลัง จุดที่ 1ซ.ม. จุดที่ 2ซ.ม. จุดที่ 3ซ.ม. เฉลี่ย.....ซ.ม.

ความหนาไขมันสันหลัง จุดที่ 4ซ.ม. ความลึกสันหลังม.ม.

หมายเหตุ ทำพันธุ์ คัดออก

ภาคผนวก 2 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลซากสุกร

สุกรหมายเลข	ฟาร์ม	พันธุ์	เพศ	กลุ่มทดลอง
วันที่ฆ่า		วันที่ศึกษาซาก	สีเนื้อ	L*
น้ำหนักก่อนฆ่า	กก.		สีไขมัน	a*
น้ำหนักซากอุ่น	ซ้าย ขวา	กก.	ไขมันแทรก	b*
น้ำหนักซากเย็น	ซ้าย ขวา	กก.	ความชื้นน้ำ	
ความยาวลำตัว	ชม. ความยาวรอบอก	ชม.	pH ₄₅	pH ₂₄

ความหนาไขมันสันหลัง				LSQ
ตำแหน่งไหล่	ซี่โครงซี่สุดท้าย	สะโพก	เฉลี่ย	BF3
ก่อนฆ่า			นิ้ว	BF4
หลังฆ่า			นิ้ว	b
ความหนาไขมัน side fat	นิ้ว			

น้ำหนักซากอุ่น (ไต มันทึบปลิว สันใน)	กก.	จำนวนซี่โครง	ซี่
น้ำหนักซากเย็น (ไต มันทึบปลิว สันใน)	กก.		
ความยาวช่องท้อง วัดจาก Aitch Bone ถึงกระดูกซี่โครงซี่แรกติดกับกระดูกอก	ชม.	พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน	ตร.ชม.
ความยาวลำตัววัดจาก Aitch Bone ถึงกระดูกอก Atlas	ชม.		

รายละเอียดน้ำหนักส่วนต่างๆ (กิโลกรัม)

รายการ	ซีกซ้าย	ซีกขวา
ส่วนขาหลัง		
นน. ก่อนชำแหละ		
นน. เนื้อแดง		
นน. มัน หนัง		
นน. กระดูก		
นน. ข้อเท้าขาหลัง		
นน. หาง		
ส่วนขาหน้า		
นน. ก่อนชำแหละ		
นน. เนื้อแดง		
นน. มัน หนัง		
นน. กระดูก		
นน. ข้อเท้าขาหน้า		
นน. คาง		
นน. สันคอ		
ส่วนกลาง		
นน. ส่วนเนื้อสัน ช่องท้อง		
นน. เนื้อสันนอก		
นน. มัน หนัง		
นน. สามชั้น		
นน. กระดูกซี่โครง		
นน. สันใน		

รายการ	ซีกซ้าย	ซีกขวา
ไต		
มันปลิว		
เศษเนื้อ		
เครื่องใน		
หัวใจ		
เลือด		
เครื่องในรวมมูล		
เครื่องในล้างแล้ว		
เศษเนื้อข้างใน		
ลำไส้ใหญ่มันร่วงแห		
ลำไส้ใหญ่มันร่วงแหล้างแล้ว		
กระเพาะ		
ม้าม		
หัวใจ		
ปอด		
ตับ		
ถุงน้ำดี		
กระเพาะปัสสาวะ		
รังไข่		
อวัยวะเพศ		

ผู้จัดบันทึก _____

ภาคผนวก 4 ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร พ.ศ. 2558



ประกาศกรมปศุสัตว์
เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร
พ.ศ. ๒๕๕๘

ตามคำสั่งกรมปศุสัตว์ ที่ ๒๓๐/๒๕๕๘ เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร ลงวันที่ ๑ เมษายน เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร ตามระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร พ.ศ. ๒๕๕๘ ให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักวิชาการ กรมปศุสัตว์ จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข การขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร พ.ศ. ๒๕๕๘ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ หลักเกณฑ์

๑.๑ ผู้ขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานในสังกัดกรมปศุสัตว์ หรือบุคคลอื่นใด

๑.๒ รายละเอียดเกี่ยวกับตัวสัตว์ที่ขอขึ้นทะเบียน มีดังนี้

๑.๒.๑ ชื่อพันธุ์ หรือสายพันธุ์ เป็นชื่อภาษาไทย และชื่อภาษาอังกฤษกำกับในวงเล็บ

๑.๒.๒ พันธุ์ หรือสายพันธุ์ พัฒนามาจากพันธุ์ใดบ้าง

๑.๒.๓ แหล่งที่มาและประวัติของพันธุ์ หรือสายพันธุ์ โดยไม่เป็นพันธุ์ หรือสายพันธุ์ ที่เคยได้รับการขึ้นทะเบียนแล้ว

๑.๒.๔ มีภาพถ่ายสี แสดงลักษณะรูปร่างประจำพันธุ์ช่วงวัยเจริญพันธุ์ ที่ชัดเจน ประกอบด้วย ภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง ทั้งเพศผู้และเพศเมีย

๑.๒.๕ มีข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจประจำพันธุ์ด้านสมรรถภาพทางการผลิต และสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ เช่น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ ความหนาไขมันสันหลัง จำนวนลูกแรกคลอด จำนวนลูกหย่านม น้ำหนักแรกเกิด ช่วงห่างการให้ลูก ฯลฯ

๑.๒.๖ ลักษณะประจำพันธุ์ภายนอก (Phenotype) มีความสม่ำเสมอและคงตัวไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๕

๑.๒.๗ ระยะเวลาการสร้างพันธุ์หรือพัฒนาพันธุ์ต้องไม่น้อยกว่า ๕ ปี

๑.๒.๘ ช่วงอายุ (Generation) ของฝูงไม่น้อยกว่า ๕ ช่วงอายุ

๑.๒.๙ ประชากรของฝูงพื้นฐาน (Foundation Stock) / ฝูงเริ่มต้นพันธุ์ (Generation ๐) มีพ่อพันธุ์ ไม่น้อยกว่า ๕ ตัว แม่พันธุ์ ไม่น้อยกว่า ๓๐ ตัว

๑.๒.๑๐ มีกระบวนการพัฒนาพันธุ์ที่สอดคล้องตามหลักวิชาการ ในการปรับปรุงพันธุ์สุกร ที่สามารถตรวจสอบและอ้างอิงได้

๑.๒.๑๑ การกระจายตัวของประชากร นำไปเลี้ยงที่ใดบ้าง มีจำนวนเท่าใดในปัจจุบัน

๑.๒.๑๒ การใช้ประโยชน์ หรือความดีเด่นของพันธุ์ หรือสายพันธุ์ เช่น ด้านเนื้อ ด้านการให้ลูก ฯลฯ

๑.๒.๑๓ ผู้พัฒนาพันธุ์ หรือสายพันธุ์ ระบุชื่อ-สกุล องค์กร คณะผู้พัฒนาพันธุ์ หรือสายพันธุ์ ฯลฯ พร้อมทั้งอยู่ หมายเลขโทรศัพท์ อีเมล ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

/๑.๒.๑๔ สถานที่...

๒

๑.๒.๑๔ สถานที่ตั้งของฟาร์ม หรือสถานที่ที่ผู้เริ่มต้นพันธุ์ตั้งอยู่

๑.๒.๑๕ มีเอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ วิจัย หรือ ผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสาร หรือ ประชุมวิชาการระดับประเทศหรือนานาชาติ เกี่ยวกับการพัฒนาในพันธุ์ที่จะขึ้นทะเบียน ไม่น้อยกว่า ๑ เรื่อง

ข้อ ๒ วิธีการ

๒.๑ ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ.๑) จำนวน ๑ ชุด และเอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ.๒) จำนวน ๑๐ ชุด โดยมีรายละเอียดตามหลักเกณฑ์ข้างต้น ต่อเจ้าหน้าที่สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ที่ได้รับแต่งตั้ง ด้วยตนเอง ณ สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ เลขที่ ๖๙/๑ ถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐ ในกรณีที่ผู้ยื่นคำขอไม่ได้มายื่นด้วยตนเอง ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ พร้อมแนบสำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้มอบอำนาจและผู้รับมอบอำนาจ ซึ่งรับรองความถูกต้องของเอกสาร

๒.๒ เจ้าหน้าที่สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ที่ได้รับแต่งตั้ง พิจารณา ตรวจสอบ ความถูกต้องครบถ้วนของเอกสาร หากปรากฏว่า

๒.๒.๑ กรณีเอกสารถูกต้องครบถ้วน ให้แจ้งเลขานุการคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ ภายใน ๓ วันทำการ เมื่อเลขานุการคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ได้รับคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ พร้อมเอกสาร ให้แจ้งคณะทำงานขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์สุกรต่อไป

๒.๒.๒ กรณีเอกสารไม่ถูกต้องครบถ้วน ให้มีหนังสือแจ้งให้ผู้ยื่นคำขอทราบ เพื่อดำเนินการให้ถูกต้องภายใน ๑๕ วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแจ้ง

๒.๓ คณะทำงานขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร พิจารณาคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ ตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขที่กำหนด หากมีข้อสงสัยหรือต้องการเอกสารเพิ่มเติม ให้เชิญผู้ยื่นคำขอมาชี้แจง หรือนำเอกสารมาเพิ่มเติม หรือออกไปตรวจสอบข้อเท็จจริง ณ สถานที่ตั้งฟาร์ม ตามรายละเอียดที่แจ้งไว้ข้างต้น

๒.๔ คณะทำงานขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร นำความเห็นเสนอต่อคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ เพื่อพิจารณาให้แล้วเสร็จภายใน ๓๐ วัน นับตั้งแต่วันที่เลขานุการคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ ได้รับความเห็นจากคณะทำงานขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร

๒.๕ การพิจารณาของคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์

๒.๕.๑ หากมีมติให้ขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกรได้ ให้เลขานุการคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ออกเลขทะเบียน บันทึกในสารบบทะเบียนพันธุ์สัตว์ และเสนอต่ออธิบดีกรมปศุสัตว์ เพื่อออกหนังสือรับรองการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ.๓) ประกาศนียบัตร และประกาศให้ทราบโดยทั่วกัน โดยเลขานุการคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์แจ้งให้ผู้ยื่นคำขอทราบ ภายใน ๑๕ วัน

๒.๕.๒ หากมีมติไม่ให้ขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร ให้เลขานุการคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์แจ้งเหตุผลให้ผู้ยื่นคำขอทราบ ผู้ยื่นคำขอมีสิทธิอุทธรณ์โดยทำเป็นหนังสือยื่นต่อคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ ภายใน ๓๐ วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งผลการพิจารณา ทั้งนี้ คำวินิจฉัยอุทธรณ์ของคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ให้ถือเป็นที่สุด

ข้อ ๓ เงื่อนไข

๓.๑ ผู้ยื่นคำขอต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ และวิธีการ การขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกรทุกประการ

๓.๒ ผู้ยื่นคำขอต้องยินยอม ให้คณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร เข้าตรวจสอบสถานที่ตั้งของฟาร์ม หรือสถานที่ที่ผู้เริ่มต้นพันธุ์ตั้งอยู่ หรือส่งมอบเอกสารเพิ่มเติม หรือไปชี้แจงด้วยตนเองตามที่คณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกรร้องขอ ในระหว่างกระบวนการพิจารณาคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สุกร

๓

๓.๓ เมื่อคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ประกาศหาผู้คัดค้านหรือทักท้วง ภายใน ๒๐ วันแล้ว หากมีผู้คัดค้านหรือทักท้วงในการยื่นคำขอ ให้ผู้ยื่นคำขอทำความเข้าใจกับผู้คัดค้านหรือทักท้วงจนได้ข้อยุติ เมื่อมีหลักฐานว่าคู่กรณีตกลงกันได้ ให้ผู้ยื่นคำขอแจ้งคณะกรรมการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ทราบ เพื่อเสนออธิบดีกรมปศุสัตว์ ในการออกหนังสือรับรองการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ต่อไป

๓.๔ หากมีการพิสูจน์ได้ภายหลังว่าพันธุ์สัตว์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนนั้น มีลักษณะที่ไม่ตรงกับ ข้อมูลที่นำเสนอขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์หรือตรงกับพันธุ์สัตว์ของบุคคลอื่นที่มีหลักฐานการขอขึ้นทะเบียนพันธุ์ ไว้ก่อนแล้ว อธิบดีกรมปศุสัตว์มีสิทธิเพิกถอนหนังสือรับรองการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ได้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๘



(นายยุทธ หรินทรานนท์)
อธิบดีกรมปศุสัตว์

ภาคผนวก 5 คำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ. 1)

แบบ ทพ. ๑

คำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์

ข้าพเจ้า

ที่อยู่

.....

มีความประสงค์ขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์

ทั้งนี้ได้แนบหลักฐานต่างๆ ดังนี้

๑. แบบประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ. ๒) จำนวน ๑๐ ชุด

๒. อื่นๆ (ถ้ามี)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้อความในคำขอและเอกสารที่ส่งพร้อมคำขอนี้เป็นของข้าพเจ้า และ
 ข้อความที่ระบุในเอกสารเป็นความจริง ข้าพเจ้าขอรับรองว่าจะปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่
 กรมปศุสัตว์กำหนดทุกประการ

ลายมือชื่อผู้ขอ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก 6 เอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ (แบบ ทพ. 2)

แบบ ทพ. ๒

เอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์

๑. ชื่อพันธุ์สัตว์ ที่ขอขึ้นทะเบียน

ภาษาไทย

ภาษาอังกฤษ

๒. ประวัติผู้พัฒนาพันธุ์

ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) นามสกุล

คุณวุฒิ ตำแหน่ง

หน่วยงานที่สังกัดและรหัสไปรษณีย์

.....

หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

ผู้ร่วมพัฒนาพันธุ์ (ทุกคน)

ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) นามสกุล

คุณวุฒิ ตำแหน่ง

หน่วยงานที่สังกัดและรหัสไปรษณีย์

.....

หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) นามสกุล

คุณวุฒิ ตำแหน่ง

หน่วยงานที่สังกัดและรหัสไปรษณีย์

.....

หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

-๒-

๓. รายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์สัตว์ที่เสนอขอขึ้นทะเบียน

(๑) จุดเริ่มต้นหรือที่มาของพันธุ์.....

(๒) ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์ตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(๓) ลักษณะของผลงาน (โปรดระบุลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง)

เป็นสิ่งที่คิดค้นขึ้นใหม่ โดยมีความแปลกใหม่ คือ

.....

เป็นสิ่งที่ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ คือ

.....

(๔) รายละเอียดของพันธุ์ (ระบุลักษณะและคุณสมบัติเด่นของพันธุ์สัตว์ พร้อมรูปภาพประกอบ)

.....

(๕) ขั้นตอนและกรรมวิธีที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์

.....

(๖) เคยได้รับรางวัลจาก

.....

(๗) งบประมาณที่ใช้ในการพัฒนาพันธุ์ จำนวน.....บาท

(๘) การเผยแพร่ผลงาน

.....

.....

.....

-๓-

(๙) รายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติม (ถ้ามี)

.....
.....

ลายมือชื่อผู้พัฒนาพันธุ์.....
(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลายมือชื่อผู้ร่วมพัฒนาพันธุ์.....
(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลายมือชื่อผู้ร่วมพัฒนาพันธุ์.....
(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

(ทั้งนี้โปรดแนบเอกสารประกอบคำขอขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ จำนวน ๑๐ ชุด และจัดส่งมายัง สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์)



การพัฒนาสุกรพ่อพันธุ์สุดท้ายและการใช้ประโยชน์เพื่อผลิตสุกรขุน
สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์