



# คู่มือ

## แนวทางการปรับปรุงพันธุ์ โคนมในฟาร์มเกษตรกร

ISBN : 978-974-682-451-4

จัดทำโดย  
จตุพร พงษ์เพ็ง

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์  
Bureau of Biotechnology in Livestock Production

 [www.biotech@dld.go.th](mailto:www.biotech@dld.go.th)

## คู่มือแนวทางการปรับปรุงพันธุ์โคนมในฟาร์มเกษตรกร

จตุพร พงษ์เพ็ง

## คำนำ

คู่มือแนวทางการปรับปรุงพันธุ์โคนมในฟาร์มเกษตรกรเล่มนี้ เรียบเรียงขึ้นจากประสบการณ์และการค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมโดยอ้างอิงตามหลักวิชาการ เพื่อให้เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมในพื้นที่เข้าใจพื้นฐานการปรับปรุงพันธุ์อย่างง่าย และเป็นแนวทางการปรับปรุงพันธุ์ภายในเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั่วไป เนื้อหาที่สำคัญเป็นการกล่าวถึง ประวัติการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย สถานการณ์การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย ความสำคัญของการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โคนม การกำหนดเป้าหมาย แนวทางการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์โคนม การจัดการฟาร์มควบคู่กับการปรับปรุงพันธุ์กรรม การบันทึกข้อมูล การใช้ประโยชน์และการประเมินผล รวมไปถึงกรณีศึกษาและตัวอย่างฟาร์มในการปรับปรุงพันธุ์ โดยคาดหวังให้คู่มือเล่มนี้เป็นอีกแหล่งหนึ่งที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจ ให้ผู้อ่าน สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการวางแผนในการสร้างโคทดแทนภายในฟาร์มให้มีคุณลักษณะที่ดี เหมาะกับการจัดการและสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ลดความเสี่ยงจากการสูญเสียโคก่อนเวลาอันควร และมีอายุการให้ผลผลิตที่ยืนยาวขึ้น นำไปสู่การลดต้นทุนในระยะยาว มีผลผลิตเพิ่มขึ้น อันจะก่อให้เกิดประสิทธิผลในการประกอบอาชีพการโคนม ต่อไป

จตุพร พงษ์เพ็ง

พ.ศ. 2568

## สารบัญ

| หัวข้อ         |                                                    | หน้า      |
|----------------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>บทที่ 1</b> | <b>บทนำ</b>                                        | <b>1</b>  |
| 1.1            | การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย                           | 1         |
| 1.1.1          | ประวัติการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย                    | 1         |
| 1.1.2          | สถานการณ์การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย                  | 3         |
| 1.2            | ความสำคัญของการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โคนม       | 7         |
| 1.3            | เป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ (Breeding goal)          | 8         |
| 1.3.1          | แนวทางการกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์            | 10        |
| 1.3.2          | แนวทางการเลือกสายพันธุ์และพันธุ์กรรมโคนม           | 11        |
| 1.3.3          | การบันทึกและติดตามประเมินผล                        | 11        |
| <b>บทที่ 2</b> | <b>พันธุ์โคนม</b>                                  | <b>12</b> |
| 2.1            | โคนมตระกูล Bos Taurus                              | 12        |
| 2.1.1          | โคนมพันธุ์ “โฮลสไตน์ ฟรีเซียน” (Holstein Friesian) | 12        |
| 2.1.2          | โคนมพันธุ์ “เจอร์ซี่” (Jersey)                     | 13        |
| 2.1.3          | โคนมพันธุ์ “บราวน์สวิส” (Brown Swiss)              | 14        |
| 2.1.4          | โคนมพันธุ์ “เกิร์นซีย์” (Guernsey)                 | 15        |
| 2.1.5          | โคนมพันธุ์ “แอร์ไชร์” (Ayrshire)                   | 16        |
| 2.1.6          | โคนมพันธุ์ “มิลกิง ชอร์ตฮอร์น” (Milking Shorthorn) | 17        |
| 2.2            | โคนมตระกูล Bos Indicus                             | 17        |
| 2.2.1          | โคนมพันธุ์ “ซาฮิวาล” (Sahiwal)                     | 17        |
| 2.2.2          | โคนมพันธุ์ “เรดซินดี” (Red Sindhi)                 | 18        |
| 2.3            | โคพันธุ์สังเคราะห์ในประเทศไทย                      | 19        |
| 2.3.1          | โคนมพันธุ์ “ทรอปิคอลโฮลสไตน์” (Tropical Holstein)  | 19        |
| <b>บทที่ 3</b> | <b>การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์โคนม</b>         | <b>20</b> |
| 3.1            | ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกทางพันธุกรรมของโคนม | 20        |
| 3.1.1          | ปัจจัยด้านพันธุ์โคนม                               | 21        |
| 3.1.2          | ปัจจัยด้านการจัดการอาหาร                           | 21        |
| 3.1.3          | ปัจจัยด้านการเลี้ยงการจัดการ                       | 22        |
| 3.1.4          | ปัจจัยด้านการจัดการสุขภาพ                          | 23        |
| 3.1.5          | ปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม                     | 23        |
| 3.2            | ลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจในโคนม                       | 24        |

|                | หัวข้อ                                                          | หน้า      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
|                | 3.2.1 การให้ผลผลิตน้ำนม                                         | 24        |
|                | 3.2.2 รูปร่างและโครงสร้าง                                       | 26        |
|                | 3.2.3 ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์                                  | 27        |
|                | 3.2.4 สุขภาพและอื่นๆ                                            | 28        |
|                | 3.3 ความสามารถทางพันธุกรรม                                      | 28        |
|                | 3.4 ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability)                            | 30        |
|                | 3.5 เทคนิคการอ่านค่าทางพันธุกรรม                                | 31        |
|                | 3.6 การอ่านสมุดพ่อพันธุ์                                        | 32        |
|                | 3.6.1 ข้อควรระวังในการอ่านสมุดพ่อพันธุ์                         | 32        |
|                | 3.6.2 สมุดพ่อพันธุ์โคนมในประเทศไทย                              | 33        |
|                | 3.6.3 สมุดพ่อพันธุ์โคนมในต่างประเทศ                             | 38        |
|                | 3.7 การคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์                           | 42        |
|                | 3.7.1 การคัดเลือกที่ละลักษณะ (tandem method)                    | 42        |
|                | 3.7.2 การคัดออก (independent culling level method)              | 43        |
|                | 3.7.3 การคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก (selection index)         | 43        |
|                | 3.8 การผลิตและการคัดเลือกโคทดแทน                                | 43        |
| <b>บทที่ 4</b> | <b>การจัดการฟาร์มและการปรับปรุงพันธุกรรม</b>                    | <b>46</b> |
|                | 4.1 การให้อาหารและโภชนาการสำหรับโคนม                            | 46        |
|                | 4.1.1 ความสำคัญของการจัดการด้านโภชนาการ                         | 46        |
|                | 4.1.2 ความต้องการทางโภชนาการ                                    | 48        |
|                | 4.2 การจัดการโรงเรือนและสภาพแวดล้อม                             | 51        |
|                | 4.2.1 การปรับสภาพแวดล้อมภายในฟาร์ม                              | 51        |
|                | 4.2.2 การออกแบบโรงเรือนเพื่อเพิ่มผลผลิตและสวัสดิภาพของโคนม      | 54        |
|                | 4.3 การป้องกันโรคและการจัดการสุขภาพ                             | 55        |
|                | 4.3.1 มาตรการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ                           | 56        |
|                | 4.3.2 การให้วัคซีนและการตรวจสุขภาพสัตว์                         | 57        |
|                | 4.3.3 การจัดการสุขภาพเต้านม                                     | 57        |
| <b>บทที่ 5</b> | <b>การบันทึกข้อมูล การใช้ประโยชน์ และการประเมินผล</b>           | <b>58</b> |
|                | 5.1 การบันทึกข้อมูลฟาร์มโคนมเพื่อการปรับปรุงพันธุกรรมในระดับฝูง | 58        |
|                | 5.1.1 ข้อมูลโค                                                  | 59        |
|                | 5.1.2 ข้อมูลผลผลิต                                              | 59        |
|                | 5.1.3 ข้อมูลการเจริญเติบโต                                      | 59        |

|                | หัวข้อ                                              | หน้า      |
|----------------|-----------------------------------------------------|-----------|
|                | 5.1.4 ข้อมูลการผสมพันธุ์                            | 59        |
|                | 5.1.5 ข้อมูลสุขภาพ                                  | 60        |
|                | 5.1.6 ข้อมูลลักษณะรูปร่างและโครงสร้าง               | 60        |
|                | 5.1.7 ข้อมูลสำคัญอื่นๆ                              | 60        |
| 5.2            | เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล                   | 61        |
| 5.3            | ประโยชน์ของการบันทึกข้อมูล                          | 63        |
|                | 5.3.1 การประเมินและคัดเลือกโคด้วยค่าพันธุ์กรรม      | 63        |
|                | 5.3.2 ควบคุมการเกิดภาวะเลือดชิด                     | 64        |
|                | 5.3.3 การจับคู่ผสมพันธุ์                            | 66        |
|                | 5.3.4 การจัดการฟาร์ม                                | 67        |
| 5.4            | การประเมินผลและการติดตามประสิทธิภาพฝูง              | 67        |
|                | 5.4.1 ประสิทธิภาพการให้ผลผลิต                       | 68        |
|                | 5.4.2 ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์                      | 68        |
|                | 5.4.3 สัดส่วนประชากรโคภายในฟาร์ม                    | 69        |
|                | 5.4.4 คุณภาพและองค์ประกอบน้ำนม                      | 69        |
| <b>บทที่ 6</b> | <b>กรณีศึกษาและตัวอย่างฟาร์มในการปรับปรุงพันธุ์</b> | <b>71</b> |
|                | บรรณานุกรม                                          | 84        |

## สารบัญตาราง

|                |     | หัวข้อ                                                                                                    | หน้า |
|----------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>บทที่ 3</b> |     |                                                                                                           |      |
| ตารางที่       | 3.1 | ความหมายของอักษรย่อหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม                                                       | 39   |
| <b>บทที่ 4</b> |     |                                                                                                           |      |
| ตารางที่       | 4.1 | คะแนนร่างกาย (BCS) ที่เหมาะสมในแม่โครีดนม                                                                 | 50   |
| <b>บทที่ 5</b> |     |                                                                                                           |      |
| ตารางที่       | 5.1 | ตัวอย่างผลกระทบจากภาวะเลือดชิดในโคนมต่อลักษณะทางเศรษฐกิจที่สำคัญในโคนม เมื่อระดับเลือดชิดสูงเกินร้อยละ 10 | 64   |
| ตารางที่       | 5.2 | คุณสมบัติที่อาจเกิดขึ้นในโคนมและการเกิดเลือดชิดในรุ่นลูก                                                  | 66   |

## สารบัญภาพ

|                | หัวข้อ                                                                              | หน้า |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>บทที่ 1</b> |                                                                                     |      |
| ภาพที่         | 1.1 แสดงประชากรโคนมในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2567                             | 4    |
| ภาพที่         | 1.2 แสดงแนวโน้มการให้ผลผลิตน้ำนมที่ 305 วันของประชากรโคนมในประเทศไทย                | 5    |
| ภาพที่         | 1.3 แสดงประชากรโคนมในประเทศไทยในลักษณะเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมมีแนวโน้มลดลง          | 5    |
| ภาพที่         | 1.4 แสดงประชากรโคนมในประเทศไทยในลักษณะเปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมมีแนวโน้มลดลง         | 6    |
| <b>บทที่ 2</b> |                                                                                     |      |
| ภาพที่         | 2.1 โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟริเซียน (Holstein Friesian)                                  | 13   |
| ภาพที่         | 2.2 โคนมพันธุ์เจอร์ซี่ (Jersey)                                                     | 14   |
| ภาพที่         | 2.3 โคนมพันธุ์บราวน์สวิส (Brown Swiss)                                              | 15   |
| ภาพที่         | 2.4 โคนมพันธุ์เกิร์นซีย์ (Guernsey)                                                 | 15   |
| ภาพที่         | 2.5 โคนมพันธุ์แอร์ไชร์ (Ayrshire)                                                   | 16   |
| ภาพที่         | 2.6 โคนมพันธุ์มิลกิง ชอตฮอร์น (Milking Shorthorn)                                   | 17   |
| ภาพที่         | 2.7 โคนมพันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal)                                                     | 18   |
| ภาพที่         | 2.8 โคนมพันธุ์เรดซินดี (Red Sindhi)                                                 | 18   |
| ภาพที่         | 2.9 โคนมพันธุ์ทรอปิคอล โฮลสไตน์ (Tropical Holstein)                                 | 19   |
| <b>บทที่ 3</b> |                                                                                     |      |
| ภาพที่         | 3.1 สมุดพ่อพันธุ์โคนม กรมปศุสัตว์ (DLD DAIRY SIRE SUMMARY)                          | 34   |
| ภาพที่         | 3.2 ตัวอย่างข้อมูลของพ่อพันธุ์และค่าการผสมพันธุ์                                    | 34   |
| ภาพที่         | 3.3 แสดงสมุดพ่อพันธุ์โคนม (Sire for the future) ของ อ.ส.ค.                          | 36   |
| ภาพที่         | 3.4 ตัวอย่างข้อมูลของพ่อพันธุ์โคนม อ.ส.ค. และค่าการผสมพันธุ์                        | 37   |
| ภาพที่         | 3.5 ตัวอย่างข้อมูลของพ่อพันธุ์โคนมใน SIRE SUMMARIES (Holstein association USA. Inc) | 38   |
| <b>บทที่ 4</b> |                                                                                     |      |
| ภาพที่         | 4.1 ตำแหน่งที่ใช้ในการประเมินคะแนนร่างกายในโคนม                                     | 47   |
| ภาพที่         | 4.2 แสดงตัวอย่างร่มเงา และพัดลมระบายอากาศในโรงเรือนเลี้ยงโคนม                       | 52   |
| ภาพที่         | 4.3 ระบบทำความสะอาดด้วยการฟ่นละอองน้ำเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือน                  | 53   |
| ภาพที่         | 4.4 การปล่อยโคแทะเล็มหญ้าในช่วงเวลาที่อากาศไม่ร้อน                                  | 53   |

|                |      | หัวข้อ                                                                                                                         | หน้า |
|----------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่         | 4.5  | โรงเรือนแบบยืนโรง (Free stall Barns)                                                                                           | 54   |
| ภาพที่         | 4.6  | ระบบโรงเรือนแบบปล่อยอิสระ (Loose housing systems)                                                                              | 55   |
| <b>บทที่ 5</b> |      |                                                                                                                                |      |
| ภาพที่         | 5.1  | ระบบฐานข้อมูลโคนม กรมปศุสัตว์ (GDairy) สำหรับบันทึกข้อมูลฟาร์ม<br>โคนมของเกษตรกร (iFarmer+) และเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (iService+) | 61   |
| ภาพที่         | 5.2  | แอปพลิเคชัน iService+ สำหรับเจ้าหน้าที่ผสมเทียมและเจ้าหน้าที่ส่งเสริม                                                          | 62   |
| ภาพที่         | 5.3  | แอปพลิเคชัน iFarmer+ สำหรับเกษตรกร                                                                                             | 63   |
| ภาพที่         | 5.4  | ตัวอย่างการผสมพันธุ์ในโคนม ทำให้เกิดเลือดชิดในลูกโค 6.25%                                                                      | 64   |
| ภาพที่         | 5.5  | เมนูการจับคู่ผสมพันธุ์ ในระบบฐานข้อมูลโคนมฯ GDairy                                                                             | 67   |
| <b>บทที่ 6</b> |      |                                                                                                                                |      |
| ภาพที่         | 6.1  | ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มอดีต โนนดอน                                                                         | 72   |
| ภาพที่         | 6.2  | ตัวอย่างแม่โคที่มีการปรับปรุงลักษณะหัวนม                                                                                       | 73   |
| ภาพที่         | 6.3  | ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มกิตติพงษ์ เสี่ยงสนั่น                                                               | 74   |
| ภาพที่         | 6.4  | ตัวอย่างการปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนม                                                                             | 75   |
| ภาพที่         | 6.5  | ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มช่อประกายแก้ว กลมกลาง                                                               | 76   |
| ภาพที่         | 6.6  | ตัวอย่างโคที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ในส่วนรูปร่างโครงสร้างโดยรวม                                                               | 77   |
| ภาพที่         | 6.7  | ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มสุมาลี ใจน้อย                                                                       | 78   |
| ภาพที่         | 6.8  | ตัวอย่างโคนมที่มุ่งปรับปรุงปริมาณและลักษณะรูปร่างโครงสร้างใน<br>สภาพอากาศร้อนชื้น                                              | 79   |
| ภาพที่         | 6.9  | การปรับปรุงมีความทนทานต่อสภาพอากาศในเขตร้อนและทนโรค                                                                            | 81   |
| ภาพที่         | 6.10 | ตัวอย่างการปรับปรุงพันธุ์โคนมในลักษณะโครงสร้างเต้านม                                                                           | 83   |

## 1.1 การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

### 1.1.1 ประวัติการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2450 โดยชาวอินเดียที่อพยพมาตั้งถิ่นฐานที่ประเทศไทยได้นำเอาโคสายพันธุ์บังคลา (Benglani) เข้ามาด้วยเพื่อใช้รีดนมสำหรับบริโภคในครัวเรือนของตนเอง ซึ่งในยุคนั้นผลผลิตน้ำนมที่ได้มีปริมาณต่ำมาก (2-4 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ในปี พ.ศ. 2463 หม่อมเจ้าสิทธิพร กฤษดากร เป็นคนไทยคนแรกที่น่าเข้าโคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียนมาเลี้ยงที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เพื่อรีดนมและบริโภคในครัวเรือน ต่อมาปี พ.ศ. 2495 รัฐบาลได้สั่งซื้อโคพันธุ์เจอร์ซี บราวสวิส จากประเทศสหรัฐอเมริกา และพันธุ์เรดซินดี้ จากประเทศปากีสถาน เข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย และในปี พ.ศ. 2499 กรมปศุสัตว์ สั่งซื้อโคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียนมาเลี้ยงเพื่อรีดเก็บน้ำเชื้อสำหรับใช้ในการผสมเทียมในประเทศไทย และก่อตั้งสถานผสมเทียมที่จังหวัดเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2500 และในปี พ.ศ. 2502 ก่อตั้งสถานีหนองโพ จ.ราชบุรี ถือเป็นยุคเริ่มต้นในการกระจายพันธุ์โคนมออกสู่เกษตรกร (อสค., 2560)

ในปี พ.ศ. 2503 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จประพาสประเทศเดนมาร์ก พระองค์ทรงสนพระราชหฤทัยในกิจการเลี้ยงโคนม เนื่องด้วยทรงตระหนักว่า “น้ำนม” มีคุณค่าทางอาหารสูงและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ จึงเสด็จทอดพระเนตรกิจการฟาร์มโคนม และการแปรรูปผลิตภัณฑ์นมหลายแห่งในประเทศเดนมาร์ก เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินกิจการโคนมและแปรรูปน้ำนมในประเทศไทย ในครั้งนั้น สมเด็จพระเจ้าเฟรเดอริกที่ 9 แห่งเดนมาร์ก ร่วมกับรัฐบาลและองค์การเกษตรกรรมของประเทศเดนมาร์ก ได้น้อมเกล้าฯ ถวายโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย โดยจัดตั้งเป็น “ฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ก” ขึ้นที่อำเภอเมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี กิจการฟาร์มโคนมนี้เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2505 นับเป็นแห่งแรกของประเทศไทย กิจการเลี้ยงโคนมและการบริโภคนมของประเทศไทยขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ. 2505 ได้ก่อตั้ง “โรงโคนม สวนจิตรลดา” ซึ่งเป็นโครงการในพระราชดำริโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิจัยถึงความเป็นไปได้ในการนำโคนมมาเลี้ยงในรูปแบบการเลี้ยงของเกษตรกรของประเทศไทย ต่อมาบริษัท เอส.อาร์. จำกัด ได้น้อมเกล้าฯ ถวายลูกโคพันธุ์เรดเดน จำนวน 4 ตัว เป็นเพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว และโคสาวตั้งท้องอีก 2 ตัว ภายหลังกรมปศุสัตว์ได้น้อมเกล้าฯ ถวายโคสาวตั้งท้องอีก 2 ตัว คือโคพันธุ์บราวน์สวิส และโคลูกผสมเรดซินดี้ โดยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ ซึ่งเป็นผลกำไรจากการจัดพิมพ์และจำหน่ายหนังสือหลักวิชาการดนตรี ซึ่งพระเจนดุริยางค์ได้ทูลเกล้าฯ ถวายลิขสิทธิ์ จำนวน 32,886.73 บาท เพื่อใช้ในการดำเนินการจัดสร้างโรงโคนม ในบริเวณพระตำหนักสวนจิตรลดาโรฐาน และเสด็จฯ เปิดโรงโคนมสวนจิตรลดา เมื่อวันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2505 ซึ่งครั้งนั้นพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานพระราชโอรสสำหรับโรงโคนมสวนจิตรลดาไว้ 4 ประการคือ

1) ส่งเสริมและเผยแพร่การเลี้ยงโคนมโดยสาธิตการดำเนินงานให้เป็นตัวอย่างแก่เกษตรกรเพื่อให้สามารถนำวิธีการดังกล่าวไปดำเนินการเองได้ภายในครอบครัว 2) เพื่อค้นคว้า ทดลองหาวิชาการแผนใหม่เกี่ยวกับโคนม และทำการเผยแพร่ความรู้ไปยังเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เพื่อปรับปรุงวิธีการให้ถูกต้องและเหมาะสม 3) เพื่อทำการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์โคนมที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศของประเทศไทย และ 4) เพื่อส่งเสริมให้มีการบริโภคน้ำนมสดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น และหลังจากโคสาวที่ตั้งท้องอยู่ตกลูกจึงเริ่มทำ การรีดนม น้ำนมที่เหลือจากการแบ่งให้ลูกโคกินแล้ว จะนำมาใส่ขวดแก้วขนาด 8 ออนซ์ จำหน่ายให้แก่ข้าราชการบริพารในราคา 1.50 บาท ส่วนโคตัวผู้จะพระราชทานให้กรมปศุสัตว์ไปเลี้ยงเป็นพ่อพันธุ์ต่อไป จากพระอัจฉริยภาพของพระองค์จึงเปรียบเสมือน “พระบิดาแห่งโคนมไทย” (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, มปป)

รัฐบาลได้น้อมนำพระราโชบายในพระพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ในการรณรงค์ให้มีการตีมนมกันอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 ทำให้สถิติการตีมนมในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้น ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) เป็นต้นมา และได้เร่งรัดการส่งเสริมการเลี้ยงโคนม อย่างเต็มที่ ประกอบกับปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ในประเทศยังไม่เพียงพอับความต้องการบริโภค จึงเกิดแรงจูงใจให้เกษตรกรและภาคเอกชนหันมาประกอบอาชีพการเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้น เพราะเห็นโอกาสที่จะทำให้มีงานทำและมีรายได้ตลอดทั้งปี นอกจากนี้รัฐบาลยังคงให้ความสำคัญในการพัฒนาโคนมต่อเนื่องในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539) ด้วยการจัดตั้งโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน โดยจัดสรรงบประมาณจำนวน 278.60 ล้านบาท เพื่อจัดซื้อน้ำนมพร้อมดื่มให้เด็กนักเรียนชั้นอนุบาลได้ดื่มเป็นระยะเวลา 120 วันต่อปี มีสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานเยาวชนแห่งชาติ (สยช.) สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรีเป็นผู้ดูแลโครงการ นับเป็นการแก้ปัญหาการขาดสารอาหารและภาวะทุพโภชนาการในเด็กและช่วยเหลือเกษตรกร ผู้เลี้ยงโคนมให้สามารถขายน้ำนมดิบได้ จนถึงปี พ.ศ. 2562 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น “โครงการอาหารเสริม(นม)โรงเรียน” ส่งผลให้การเลี้ยงโคนมในประเทศเติบโตและขยายตัวตามลำดับ ส่งเสริมให้เกษตรกรมีการเลี้ยงโคนมกันมากขึ้น การส่งเสริมอาชีพโคนมให้แก่เกษตรกร และมีการขยายโครงการในจังหวัดต่างๆ เพิ่มขึ้นอีกมากมาย

นอกจากนี้หน่วยงานสำคัญๆ ในภาครัฐ ยังมีการศึกษา วิจัย พัฒนา และส่งเสริมการเลี้ยงโคนม มาเป็นลำดับ โดยมีเหตุการณ์ สำคัญเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

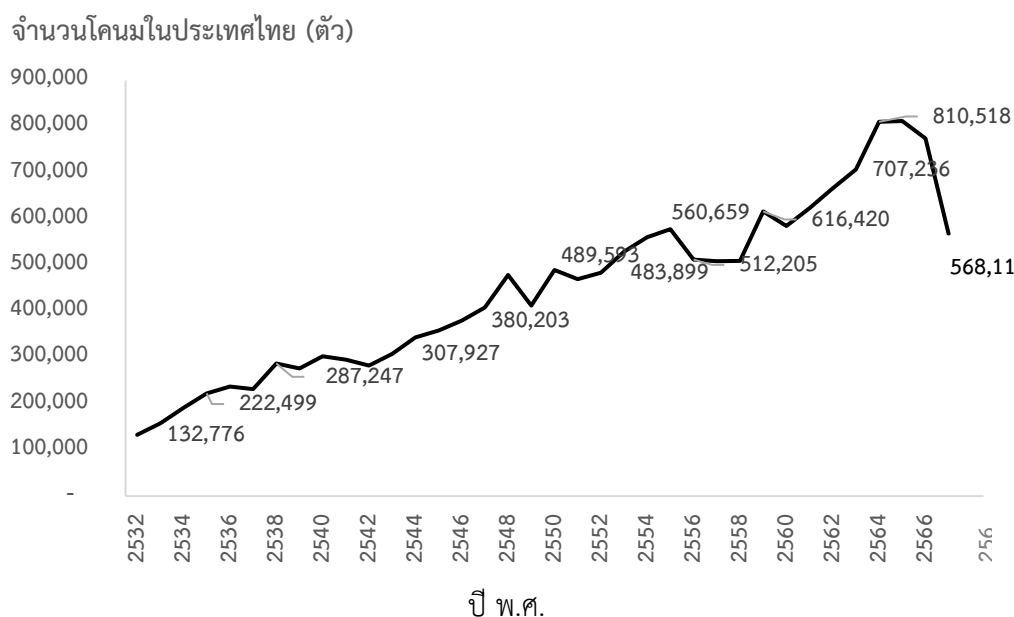
- |           |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| พ.ศ. 2508 | ก่อตั้งโครงการโคนมไทย-เยอรมันที่สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ และผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อแช่แข็งในโคนมสำเร็จเป็นครั้งแรกในประเทศไทย                                                                      |
| พ.ศ. 2513 | ก่อตั้งจดทะเบียนเป็นสหกรณ์โคนม                                                                                                                                                                        |
| พ.ศ. 2518 | จัดตั้งศูนย์ผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งที่จังหวัดปทุมธานี สำหรับผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง สนับสนุนให้แก่หน่วยผสมเทียม สถานีและศูนย์ผสมเทียมทั่วประเทศ ทำให้มีการขยายงานด้านการผสมเทียมออกไปทั่วประเทศอย่างกว้างขวาง |
| พ.ศ. 2522 | การสร้างโคนมลูกผสมระหว่างโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียน x ลูกผสมโคพันธุ์บราห์มัน (TMZ) ได้มีการเก็บบันทึกข้อมูลสถิติน้ำนมเพื่อทดสอบพ่อพันธุ์                                                             |

- พ.ศ. 2527 ก่อตั้งสถาบันพัฒนาฝึกอบรมและวิจัยโคนมแห่งชาติดี อ.แม่หยวก จ.เชียงใหม่
- พ.ศ. 2533 โครงการอีสานเขียว ส่งเสริมให้เกษตรกรนำร่องการเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพเสริมระยะแรกให้โคนม 3,000 ตัว ใน 3 จังหวัด ได้แก่ อุดรธานี ขอนแก่น และนครราชสีมา
- พ.ศ. 2534 โครงการพัฒนาและผลิตน้ำเชื้อพ่อโคนมพันธุ์ดี (Master Bull Project) สำหรับผลิตและคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนมจากข้อมูลการทดสอบลูกสาว (Progeny test)
- พ.ศ. 2547 กรมปศุสัตว์ จัดทำสมุดพ่อพันธุ์โคนม แสดงคุณค่าการผสมพันธุ์ ในรูปแบบค่า Estimated Breeding Value (EBV)
- พ.ศ. 2550 ปรับเปลี่ยนโครงการพัฒนาและผลิตน้ำเชื้อพ่อโคนมพันธุ์ดี (Master Bull Project) เป็น โครงการผลิตพ่อโคนมพันธุ์ทรอปิคอลโฮลสไตน์ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาเป็นสายพันธุ์โคนมของประเทศ
- พ.ศ. 2558 กรมปศุสัตว์ ปรับเปลี่ยนการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ ในรูปแบบค่า EBV เป็นคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนม GEBV

ที่มา: ดัดแปลงจาก [https://ag2.kku.ac.th/eLearning/117451/Download%5CChapter1\\_Intro.pdf](https://ag2.kku.ac.th/eLearning/117451/Download%5CChapter1_Intro.pdf)

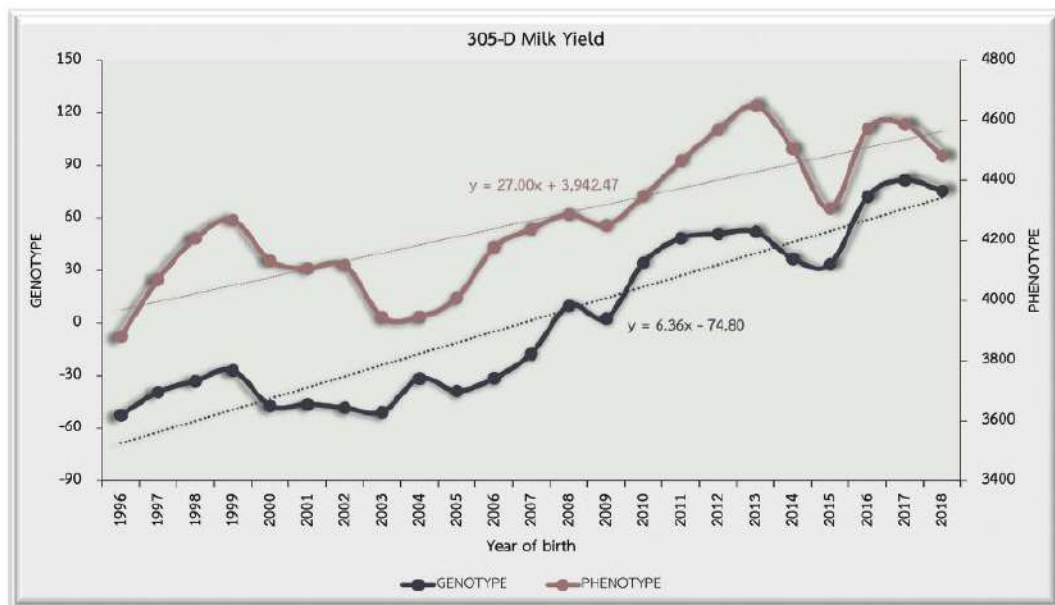
### 1.1.2 สถานการณ์การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

1) ประชากรโคนมในประเทศไทย จากการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย ในช่วง 30 ปีแรก (พ.ศ. 2505 – 2535) มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องโดยมีจำนวนโคนมทั้งหมดรวม 222,499 ตัว และเพิ่มขึ้นทุกปี จนกระทั่งปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมากที่สุดคือประมาณ 24,117 ราย และมีประชากรโคนมทั้งหมดประมาณ 812,235 ตัว ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดนับแต่อดีตเป็นต้นมา แต่ในช่วง 3 ปีย้อนหลัง (พ.ศ. 2566-2567) ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากวิกฤตพลังงาน ประสบปัญหาอาหารสัตว์ที่ปรับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการระบาดของโรคโควิดก่อนหน้า และโรคอุบัติใหม่ในโคกระบืออย่างเช่นโรคลัมปีสกิน ส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ผลผลิตน้ำนมดิบมีปริมาณลดลง และคุณภาพต่ำ ขายไม่ได้ราคา ส่งผลให้จำนวนโคนมในประเทศเริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลเดือนสิ้นปี พ.ศ. 2567 คงเหลือเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม 15,769 ราย และมีประชากรโคนมทั้งหมดประมาณ 569,113 ตัว (แผนภาพที่ 1.1)



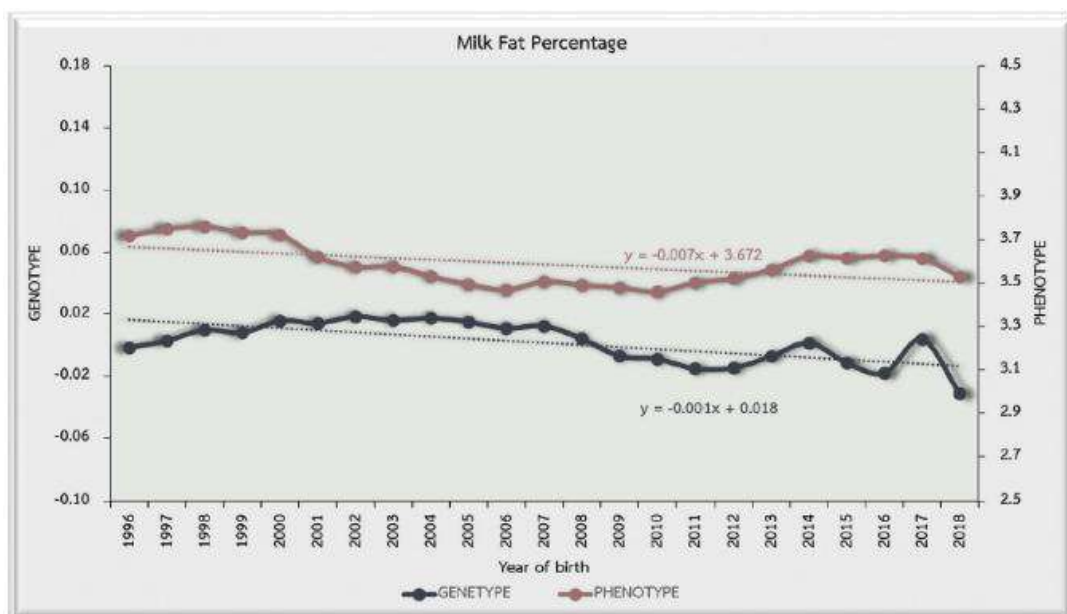
ภาพที่ 1.1 แสดงประชากรโคนมในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2567 (กรมปศุสัตว์, 2567)

2) ศักยภาพการให้ผลผลิตน้ำนม เริ่มตั้งแต่ที่มีการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย ความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมในประเทศ ถือว่าต่ำมากคือประมาณ 2-4 กิโลกรัม/ตัว/วัน และในยุคที่มีการนำเข้าโคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียน สำหรับใช้ในการผสมข้ามสายพันธุ์ ทำให้โคลูกผสมเหล่านั้นมีน้ำนมเพิ่มมากขึ้นเป็น 4-5 กิโลกรัม ส่งผลให้มีการขยายตัวของการเลี้ยงโคนม นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ซึ่งรัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริม สนับสนุนการเลี้ยงโคนม และการก่อเกิดงานผสมเทียมในประเทศไทย ทำให้โคนมมีการพัฒนาการให้ผลผลิตมากขึ้น จากการพัฒนาสายพันธุ์ และการศึกษาวิจัยเพิ่มพูนทักษะการเลี้ยง การจัดการอาหารที่ถูกต้องของเกษตรกร ทำให้ความสามารถในการให้น้ำนมเพิ่มเป็น 8-9 กิโลกรัม/ตัว/วัน ขึ้นอยู่กับระดับสายเลือด โฮลสไตน์ ฟรีเซียน ซึ่งเพิ่มขึ้นสูงกว่า 75% และในช่วงประมาณ 20 ปีย้อนหลัง ที่มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากหน่วยงานหลักๆ ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ สถาบันการศึกษา และเอกชน ทำให้ประสิทธิภาพการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้โคนมในประเทศมีปริมาณน้ำนมในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 11-15 กิโลกรัม/ตัว/วัน สอดคล้องกับข้อมูลในระบบฐานข้อมูลโคนมของกรมปศุสัตว์ โดยโคที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2539-2561 ความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมที่ 305 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระดับต่ำ ประมาณ 27 กิโลกรัม/ปี และมีแนวโน้มค่าการผสมพันธุ์เพิ่มขึ้น 6.36 กิโลกรัมต่อปี

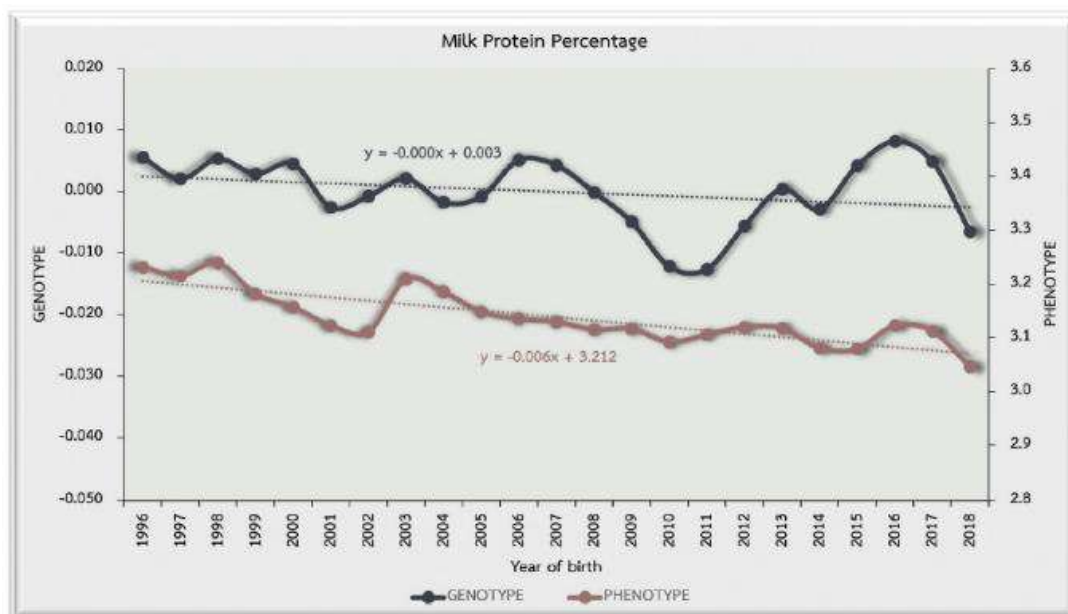


ภาพที่ 1.2 แสดงแนวโน้มการให้ผลผลิตน้ำนมที่ 305 วันของประชากรโคนมในประเทศไทย  
(ที่มา: สมุดพ่อบันทึกโคนม 2566)

คุณภาพของน้ำนมโคที่ผลิตในประเทศไทย โดยเฉลี่ยมีเนื้อมัน เเปอร์เซ็นต์ไขมัน และโปรตีนในน้ำนม ค่อนข้างต่ำ ในขณะที่จำนวนจุลินทรีย์กับโซมาติกเซลล์สูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาซื้อขาย ประกอบกับกรณีที่ต้องแข่งขันกับสินค้านำเข้าจากประเทศคู่ค้าที่มีคุณภาพดีและราคาต่ำกว่า จากข้อมูลในระบบฐานข้อมูลโคนม พบว่า ลักษณะของเปอร์เซ็นต์ไขมันและโปรตีนในน้ำนม มีแนวโน้มลดลงในแต่ละปี



ภาพที่ 1.3 แสดงประชากรโคนมในประเทศไทยในลักษณะเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม มีแนวโน้มลดลง  
(ที่มา: สมุดพ่อบันทึกโคนม 2566)



ภาพที่ 1.4 แสดงประชากรโคนมในประเทศไทยในลักษณะเปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนม มีแนวโน้มลดลง (ที่มา: สมุดพ่อบันทึกโคนม 2566)

**3) ตลาดน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม** ประเทศคู่ค้าสินค้าผลิตภัณฑ์นมที่สำคัญของไทยในปัจจุบัน คือ กลุ่มประเทศยุโรป สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ประเทศเหล่านี้ได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมนมอย่างต่อเนื่องและมีอิทธิพลอย่างมากในเชิงการค้า และการกำหนดราคาผลิตภัณฑ์นมของตลาดโลก ประเทศที่อุตสาหกรรมนมได้รับพัฒนาเจริญก้าวหน้าแล้วโดยทั่วไปมักพิจารณาซื้อขายนมตามคุณภาพปริมาณโปรตีน ไขมัน หรือเนื้อมรวมที่เกษตรกรส่วนใหญ่ทำได้ดี ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในแต่ละประเทศมีการปรับปรุง พัฒนาศักยภาพการผลิต มาตรฐานคุณภาพน้ำนม และเน้นความปลอดภัยของอาหารนม และปัญหาในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นมต่างๆ เป็นสำคัญ ส่งผลให้มีความสามารถในการแข่งขันสูง

ในขณะที่ มาตรฐานคุณภาพน้ำนมของประเทศไทยในปัจจุบันกำหนด โดย 2 หน่วยงาน คือ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) มาตรฐานคุณภาพของ อย. มีประกาศพระราชบัญญัติอาหารรองรับ จึงถือเป็นมาตรฐานบังคับที่ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตาม ดังนั้นเกณฑ์ที่กำหนดจึงเป็นมาตรฐานต่ำสุดที่ยอมรับได้ ส่วนมาตรฐานของ มกอช. ถือเป็นเกณฑ์คุณภาพที่เกษตรกรควรทำได้ มาตรฐานของ มกอช. แม้ไม่มีผลบังคับทางกฎหมายแต่มีบทบาทสำคัญในเชิงการประเมินราคาและคุณภาพ เนื่องจากคณะกรรมการโคนมและผลิตภัณฑ์นมหรือที่รู้จักกันในนาม Milk Board ใช้เป็นมาตรฐานประกอบเกณฑ์การกำหนดราคาและคุณภาพของน้ำนมดิบที่นำส่งโรงงานผู้ผลิต เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานทางการของคุณภาพน้ำนมของประเทศเพื่อนบ้านได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม ด้านองค์ประกอบใกล้เคียงกับประเทศไทยตามกำหนดของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ยกเว้นประเทศอินโดนีเซียที่กำหนดค่าเนื้อมนมไม่รวมมันเนยไว้

ค่อนข้างต่ำมาก (>ร้อยละ 7.8) ส่วนมาตรฐานจุลินทรีย์กำหนดไว้สูงกว่าประเทศไทยเท่าตัว ในขณะที่จำนวนโซมาติกเซลล์กำหนดเท่ากับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป (ประวีร์และเนาวรัตน์, 2556)

ในยุคการค้าเสรี ความตกลง FTA ไทย-ออสเตรเลีย และไทย-นิวซีแลนด์ ถือเป็นความตกลง FTA ลำดับต้นๆ ของไทยที่มีผลใช้บังคับมาตั้งแต่ปี 2548 โดยปัจจุบันออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ได้ลดภาษีสินค้าทุกรายการให้กับไทยเหลือศูนย์ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2558 ส่วนไทยได้ลดภาษีสินค้าเกือบทั้งหมดให้ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์เหลือศูนย์เช่นกัน แต่ยังคงเหลือสินค้าเกษตรบางรายการ รวมถึงสินค้านมและผลิตภัณฑ์นมที่ไทยยังใช้มาตรการโควตาภาษีและมาตรการปกป้องพิเศษ เพื่อให้ภาคการผลิตและอุตสาหกรรมโคนมของไทยมีเวลาในการปรับตัว โดยปัจจุบันกลุ่มผลิตภัณฑ์นมไทยที่เปิดตลาดลดภาษีเหลือศูนย์ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2559 คือ นมและครีมข้นไม่หวาน และบัตเตอร์มิลล์ แต่ยังคงเหลือสินค้าที่ไทยจะต้องทยอยเปิดตลาดให้กับออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ได้แก่ สินค้านมผงที่มีไขมันเกิน 1.5% (ไม่ใช่เลี้ยงทารก) ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของนม หางนม (เวย์) เนย ไขมันเนย (AMF) และกลุ่มสินค้าเนยแข็ง จะต้องไม่มีการจำกัดโควตาและลดภาษีเป็นศูนย์ ในปี 2564 และสินค้านมและครีม เครื่องดื่มประเภทนมปรุงแต่ง นมผงขาดมันเนย ต้องไม่มีโควตาและลดภาษีเป็นศูนย์ในปี 2568

อุตสาหกรรมโคนมในประเทศไทย เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพการผลิตภายใต้สภาวะความท้าทาย อันเนื่องมาจากหลายปัจจัย ทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้อจำกัดด้านอาหารสัตว์ราคาแพง และปัญหาสุขภาพและโรคระบาด ซึ่งต้องเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในเชิงคุณภาพ ควบคู่กับการเพิ่มจำนวนสัตว์พันธุ์ดี ทั้งการปรับปรุงศักยภาพการผลิต การปรับปรุงพันธุกรรมเป็นทางเลือกที่ยั่งยืนในการปรับปรุงผลผลิตภายใต้ข้อจำกัดในปัจจุบันและอนาคต

## 1.2 ความสำคัญของการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โคนม

เมื่อพูดถึงการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์โคนม ส่วนใหญ่จะมองไปถึงระดับนโยบายใน ความรับผิดชอบของหน่วยงานหลักระดับประเทศ อย่างเช่น กรมปศุสัตว์ และองค์การส่งเสริมกิจการโคนม แห่งประเทศไทยหรือ อ.ส.ค. ซึ่งมีหน้าที่หลักในการสร้าง ปรับปรุง พัฒนาพ่อพันธุ์โคนมเพื่อผลิตน้ำเชื้อ แซ่แข็งสำหรับให้บริการผสมเทียมแก่เกษตรกร แต่ในขณะเดียวกันหากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถเลือกใช้พ่อพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงมาได้อย่างถูกต้อง การมีโคนมพันธุ์ดีภายในฟาร์มซึ่งถือปัจจัย แรกตามหลักการเลี้ยงสัตว์ ที่ต้องให้ความสำคัญ ประกอบกับการมีระบบการเลี้ยงการจัดการที่ดี อาหารดี และการควบคุมป้องกันโรคที่ดี ก็จะทำให้มีผลผลิตน้ำนมที่ดีและประสบผลสำเร็จในการเลี้ยงเพิ่มสูงขึ้น ตามไปด้วย ดังนั้นเกษตรกรจึงควรมีการเลือกโคนมที่ดี ไม่ใช่ตัวไหนก็ได้เป็นโคทดแทนฝูง โดยเน้นลักษณะ สำคัญ เช่น รูปร่างสมส่วน เต้านมแข็งแรง ให้น้ำนมมาก เลี้ยงง่าย ใหญ่กก มีความทนทานต่อโรค และ วางแผนหรือออกแบบโคนมภายในฟาร์มตนเองให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การเลี้ยงการจัดการภายใน ฟาร์ม เพื่อผลตอบแทนที่ดีและมีกำไรสูงสุด

การคัดเลือกพันธุกรรมที่ดีของโคนมมีอิทธิพลต่อลักษณะเด่นหรือด้อยของลูกรุ่นต่อไป ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำนายและคาดคะเนการให้ผลผลิตน้ำนมในอนาคตได้ เช่น ผลผลิตน้ำนมสูง สุขภาพดี

และเลี้ยงง่าย ให้นมยืน ดังนั้นเกษตรกรทุกคนควรให้ความสำคัญกับแผนการปรับปรุงพันธุ์กรรมโคภายในฟาร์มเพื่อกำหนดลักษณะความดีเด่นของโคในรุ่นถัดไป ให้จัดการได้ง่ายขึ้นและมีกำไรมากขึ้น ซึ่งเกษตรกรสามารถออกแบบ ควบคุม และคัดเลือก พ่อแม่พันธุ์ที่ดี มีผลผลิตสูง จับคู่ผสมพันธุ์ด้วยน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่เหมาะสม ลูกที่เกิดมาทดแทนในแต่ละรุ่นก็จะดีเด่น และให้ผลผลิตที่คุ้มค่ามากขึ้นเรื่อย ๆ

สิ่งสำคัญในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ คือต้องมีการกำหนดเป้าหมายตั้งแต่ เรื่องของสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ระบบการจัดการ ถึงแม้ว่าโคนมบางสายพันธุ์ เช่น โฮลสไตน์ ฟรีเซียน จะเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าสายพันธุ์อื่นทั่วโลก แต่ก็มีข้อจำกัดในการเลี้ยงในสภาพอากาศร้อน และคุณภาพอาหารที่มีโภชนาการสูง สำหรับประเทศไทยการผลิตน้ำนม ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นประกอบอย่างรอบคอบ ซึ่งอาจส่งผลให้สุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ของโคลดลงได้ อาจทำให้ต้องเสียค่ารักษาพยาบาลที่สูงขึ้นและกำไรที่ลดลง ส่งผลให้ลักษณะการทำงานในการผสมพันธุ์เพิ่มมากขึ้นในฝูงเพื่อแก้ไขปัญหานี้

พันธุ์กรรมของโคนมภายในฟาร์ม สามารถเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นได้ด้วยการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้นการกำหนดแผนการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์กรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งกับอนาคตของฝูง ส่วนใหญ่เกษตรกรในประเทศไทยมักมีความเชื่อตามคำบอกเล่าของผู้มีประสบการณ์ในการเลี้ยงมาก่อน จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริม หรือเอกชน แต่ยังขาดความเข้าใจและความหมายของการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเป้าหมายทางเศรษฐกิจที่จะสร้างกำไรที่แท้จริง ความเหมาะสมและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่แตกต่างกัน ซึ่งดูเหมือนจะเป็นเรื่องยุ่งยาก ซับซ้อน แต่หากสามารถกำหนดแผนและแนวทางที่ชัดเจนของฟาร์มตนเองได้ เกษตรกรจะสามารถพัฒนาฝูงโคนมที่ประสิทธิภาพ นำมาซึ่งรายได้และผลกำไร และยังสามารถพัฒนาลักษณะที่ถูกต้องได้อย่างต่อเนื่องและทำให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ในลูกหลาน

การปรับปรุงพันธุ์กรรมของฝูงโคนมภายในฟาร์ม สิ่งสำคัญคือการวิเคราะห์ ประเมิน และจัดอันดับโคนมในแต่ละลักษณะอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะลักษณะที่เกิดจากอิทธิพลของพันธุ์กรรมซึ่งสามารถส่งต่อไปยังโคทดแทนรุ่นต่อไป ให้มีความดีกว่ารุ่นก่อนหน้า โดยอาศัยเครื่องมือที่สำคัญหลักๆ อันเป็นพื้นฐานของการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ได้แก่ ข้อมูลการทำทะเบียนประวัติสัตว์ การมีหมายเลขประจำตัวสัตว์ ข้อมูลน้ำนมรายตัวที่ทำให้ทราบว่าแม่โคนมตัวใดบ้างที่ให้ผลผลิตน้ำนมได้อย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้สามารถเลือกแม่โคนมนั้นๆ มาเป็นแม่พันธุ์เพื่อจับคู่กับผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อชั้นเยี่ยม ได้อย่างถูกต้อง ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน สามารถส่งผ่านและถ่ายทอดลักษณะดี ทั้งการให้น้ำนมที่ดี ความสมบูรณ์พันธุ์สูง ความสามารถในการทนต่ออากาศร้อน ทนโรคและแมลงในประเทศไทยได้ การเลี้ยงโคนมของเกษตรกรไทยก็เป็นอีกอาชีพหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้อย่างมั่นคง และสืบต่อไปได้อย่างยั่งยืน

### 1.3 เป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ (Breeding goal)

ในอดีต การพัฒนาพันธุ์โคนมของประเทศไทย เริ่มต้นจากใช้น้ำเชื้อโคนมพันธุ์แท้ในเขตอบอุ่นผสมข้ามพันธุ์แบบยกระดับสายเลือด (Up-grading) กับโคพื้นฐาน (โคพื้นเมือง หรือลูกผสมบราห์มันพื้นเมือง) โดยเฉพาะน้ำเชื้อโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียน (Holstein Friesian, HF) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มี

ความสามารถด้านการให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมสูง มุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณน้ำนมเป็นสำคัญ และมีการบริโภคน้ำนมพร้อมดื่มเป็นหลัก จนส่งผลทำให้โคนมส่วนใหญ่ของประเทศมีระดับสายเลือดของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียนสูงขึ้นเรื่อย ๆ หรือเข้าใกล้พันธุ์แท้ และทำให้มีปัญหาในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและพืชอาหารสัตว์ในประเทศไทย รวมถึงมีความต้านทานต่อโรคและแมลงในเขตร้อนขึ้นต่ำ กินอาหารได้น้อย ผลผลิตน้ำนมไม่สูงตามศักยภาพที่ควรจะเป็น และมีปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงพันธุ์ด้วยการเพิ่มระดับสายเลือดโคนมด้วยพ่อโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียน พันธุ์แท้จึงอาจไม่สามารถทำได้ในระยะยาว เนื่องจากมีต้นทุนในการเลี้ยงการจัดการเพิ่มสูงตามไปด้วย แนวทางการปฏิบัติในการคัดเลือก และจับคู่ผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โคนมของเกษตรกรแต่ละราย ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง นอกจากนี้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในภาพรวมที่มีค่าต่ำ ยังคงสะท้อนให้เห็นถึง ความไม่สัมฤทธิ์ผลในการคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โคนมที่เหมาะสมในระดับฟาร์มของเกษตรกรรวมทั้งแนวทางการปฏิบัติในการคัดเลือกและจับคู่ผสมพันธุ์โคนมของเกษตรกรยังคงมีปัญหาบางประการ ดังนั้น เพื่อให้การพัฒนาศักยภาพการผลิตโคนมในระดับฟาร์มเกษตรกรเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการคัดเลือกและจับคู่ผสมพันธุ์ระหว่างพ่อแม่พันธุ์โคนมเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิต (สายัณห์, 2564)

การปรับปรุงพันธุกรรมโคนมเพื่อส่งเสริมศักยภาพการให้ผลผลิตและกำไร เริ่มแรกต้องเข้าใจในลักษณะสภาพแวดล้อม อาหาร การจัดการฝูง ภายใต้ระบบการผลิตของฟาร์ม จากนั้นลองประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจจากผลผลิตฟาร์มที่จะสามารถทำได้ จากการเปลี่ยนค่าเฉลี่ยของลักษณะเป้าหมายในการปรับปรุงพันธุ์ เช่น ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม อันเป็นที่มาของราคารับซื้อในตลาด ลักษณะรูปร่างและสุขภาพ ประสิทธิภาพการใช้อาหารอันเป็นผลต่อต้นทุน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์โคนมภายในฟาร์ม อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังไม่ได้มีการประเมินลักษณะมูลค่าทางเศรษฐกิจสำหรับการผลิตโคนม ที่มีความแตกต่างในระบบการผลิตที่สะท้อนถึงสถานการณ์การผลิตในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์โคนมอาจยังต้องพิจารณาแยกทีละลักษณะที่มีอิทธิพลต่อผลกำไรเป็นลำดับต้นๆ ก่อน หรือหากต้องการคัดเลือกครั้งละหลายลักษณะพร้อมกัน อาจพิจารณาประมาณค่าถ่วงน้ำหนักลักษณะเหล่านั้น ตามมูลค่าทางเศรษฐกิจ ให้เป็นดัชนีการคัดเลือกเพื่อกำหนดหรือเลือกคู่ผสมด้วยน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่มีคุณลักษณะตรงตามเป้าหมาย (Bekman and van Arendonk, 1993)

วัตถุประสงค์ในการผสมพันธุ์อาจไวต่อสถานการณ์การผลิต ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของปัจจัยการผลิตและผลผลิต ฟาร์มโคนมในประเทศไทยมีความแตกต่างของปัจจัยการผลิตและผลผลิตน้ำนม ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ในการผสมพันธุ์ ควรได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับการปรับปรุงพันธุกรรมให้มีความยั่งยืน และสร้างความแตกต่างให้โคนมภายในฟาร์มมีศักยภาพการให้ ผลผลิตและสอดคล้องกับสถานะตลาดในอนาคต (Groen et al., 1997)

### 1.3.1 แนวทางการกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์

1) ประเมินสถานการณ์การผลิตโคนมภายในฟาร์ม ทั้งลักษณะของโรงเรือน ปริมาณ ราคา และคุณภาพของอาหารหยาบอาหารข้น ระบบการรีดนม การควบคุมป้องกันโรค รวมทั้งลักษณะรูปร่าง โครงสร้าง และการให้ผลผลิตน้ำนม ของโคภายในฟาร์ม รวมทั้งปัญหาที่พบบ่อยๆ เช่น ปัญหาผสมติดยาก ปัญหาเต้านมอักเสบ ความรุนแรงของโคที่มีอาการหอบจากอากาศร้อนไม่กินอาหาร เป็นต้น

2) เลือกลักษณะเฉพาะที่มีข้อด้อยและลักษณะที่ต้องการปรับปรุงในฝูง เช่น ผลผลิตน้ำนม ความสมบูรณ์พันธุ์ หรือการต้านทานโรคเต้านมอักเสบ ความสามารถในการทนร้อน เพื่อออกแบบให้โคนมในฟาร์ม มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและการจัดการของฟาร์ม โดยเลือกเป็นการป้องกันปัญหา หรือแก้ไขปัญหาด้วยการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อลดระดับความรุนแรงกับโคทดแทนภายในฝูง (Wahinya et al., 2022)

3) พิจารณาข้อมูลและลักษณะรูปร่าง โครงสร้างของแม่โครายตัว เช่น บันทึกผลผลิตน้ำนม บันทึกสุขภาพ และข้อมูลสายเลือด เพื่อเลือกพ่อพันธุ์ที่เหมาะสม โดยเฉพาะพ่อพันธุ์ที่ผ่านการพิสูจน์แล้ว และมีข้อมูลคุณสมบัติทางพันธุกรรมที่ตรงกับลักษณะที่ต้องการปรับปรุงภายในฝูง

4) จัดลำดับความสำคัญของลักษณะที่ต้องการ เช่น การผลิตน้ำนม รูปร่าง สุขภาพ หรือ ความสมบูรณ์พันธุ์ สำหรับ กำหนดวัตถุประสงค์การปรับปรุงพันธุ์ ตัวอย่างเช่น หากการผลิตน้ำนมเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรก เป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์คือการเพิ่มผลผลิตน้ำนมก่อน จากนั้นจึงหันมาปรับปรุงลักษณะอื่นๆ เช่น ลักษณะเต้านม ความสมบูรณ์พันธุ์ หรือการต้านทานโรค ทั้งนี้ภายในฟาร์มเดียวกันอาจมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงได้หลายรูปแบบ ตามแต่เงื่อนไขและข้อจำกัดของโคแต่ละตัวที่อยู่ภายในฟาร์ม

5) พิจารณาปัจจัยแวดล้อมภายในฟาร์ม เช่น ต้นทุน อาหาร การจัดการ การรีดนม โรงเรือน แสงหญ้า และปริมาณงานในฟาร์ม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะรูปร่างโค การให้ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมที่เหมาะสม ซึ่งอาจเลือกลักษณะเฉพาะที่สามารถคัดเลือกได้โดยตรง รวมเข้ากับการคัดเลือกโดยอ้อมหลายลักษณะเข้ามาอยู่ในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ (Rutten et al., 2011)

6) วางแผนการผสมพันธุ์ด้วยน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่ผ่านการพิสูจน์จากแหล่งผลิตที่น่าเชื่อถือและได้มาตรฐาน โดยพิจารณาจากค่าทางพันธุกรรมของปีล่าสุดที่แสดงในสมุดพ่อพันธุ์ หรือแคตตาล็อกพ่อพันธุ์ ในลักษณะที่สนใจ

7) การปฏิบัติตามแผน และติดตามความก้าวหน้าตามโปรแกรมการผสมพันธุ์และปรับเปลี่ยนตามความจำเป็นและปัจจัยแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งโปรแกรมการผสมพันธุ์ที่ดี สามารถคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมจากหลายแหล่งผลิตได้ จากการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและปฏิบัติตามโปรแกรมการผสมพันธุ์ที่ออกแบบ ประกอบกับต้องใช้เวลาและความพยายาม จะสามารถส่งผลให้ประสิทธิภาพของฝูงให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในอนาคต

### 1.3.2 แนวทางการเลือกสายพันธุ์และพันธุ์กรรมโคนม

การปรับปรุงพันธุ์นับว่าเป็นการลงทุนอย่างหนึ่งที่ดีและคุ้มค่าในระยะยาว ด้วยการเริ่มต้นจากสายพันธุ์ดี พันธุ์กรรมดีที่ผ่านการทดสอบ พิสูจน์และคัดเลือกจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทั้งเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น การเลี้ยงดู และอาหาร ซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนมที่แตกต่างกันออกไป อันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพโคในรุ่นถัดไปได้เป็นอย่างดี รวมทั้งโคสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ซึ่งจะสามารถติดตาม ตรวจสอบข้อมูลประสิทธิภาพของฝูง และบันทึกข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้คัดประเมิน คัดเลือกและปรับเปลี่ยนโปรแกรมได้อย่างต่อเนื่อง นำไปสู่การบรรลุตามวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์ได้เร็วขึ้น

### 1.3.3 การบันทึกและติดตามประเมินผล

การบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง ต่อเนื่อง และเป็นปัจจุบันเกี่ยวกับประสิทธิภาพและลักษณะเฉพาะของโคแต่ละตัวภายในฝูง รวมถึงปริมาณน้ำนม การผสมพันธุ์ การให้ลูก และสุขภาพ เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนผสมพันธุ์ และติดตามความคืบหน้าในประสิทธิภาพด้านต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งมีโปรแกรมช่วยในการบันทึกข้อมูลในหลายรูปแบบทั้งการจดบันทึกแบบดั้งเดิม หรือการใช้แอปพลิเคชันบนเครือข่ายออนไลน์ ที่สามารถเลือกใช้ได้อย่างสะดวก แต่สิ่งสำคัญในการบันทึกข้อมูลคือเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน นำไปสู่การใช้ประโยชน์สำหรับวิเคราะห์ และตัดสินใจได้อย่างรอบคอบ แม่นยำ ซึ่งนอกจากช่วยในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์โคนมอย่างมีประสิทธิภาพ ยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดเพื่อติดตามและประเมินผลความสำเร็จ และสามารถปรับเปลี่ยนแผนการจัดการให้บรรลุวัตถุประสงค์ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันได้อีกด้วย

## พันธุ์โคนม

จากอดีตการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย เริ่มต้นด้วยการนำเข้าโคนมจากต่างประเทศ ทั้งที่มีต้นกำเนิดจากประเทศในเขตบอว์น (Bos Taurus) และประเทศเขตร้อน (Bos indicus) ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในเรื่องของ อุณหภูมิ ความชื้น การเลี้ยงดู และอาหาร ถึงแม้เป็นสายพันธุ์เดียวกัน แต่ให้ผลผลิตน้ำนมที่แตกต่างกันออกไป การเลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ของเกษตรกร จึงเป็นการเลี้ยงโคนมลูกผสมที่หลากหลาย อันเนื่องมาจากการพยายามพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์โคนมให้เหมาะสมกับการจัดการเลี้ยงดูภายในฟาร์ม รวมถึงการทำความเข้าใจลักษณะเด่นและข้อจำกัดของโคนมแต่ละสายพันธุ์ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในการตั้งเป้าหมาย วางแผนปรับปรุงพันธุ์กรรมภายในฝูงให้เหมาะสมและตอบโจทย์ความต้องการของเกษตรกรได้

โดยทั่วไป โคนมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ตระกูล ได้แก่

- ตระกูล Bos Taurus เป็นโคนมที่อาศัยอยู่ในเขตบอว์น ลักษณะทั่วไป มีรูปร่างใหญ่ ผิวหนังบางเรียบแนบลำตัว ไม่มีเหนียงและตะโพนก ลำคอสั้น สันหลังตรง ลำตัวเป็นรูปสี่เหลี่ยม บั้นท้ายเหลี่ยม เช่น พันธุ์ โฮลสไตน์ ฟรีเซียน เจอร์ซี่ บราวน์สวิส เกิร์นซีย์ แอร์ชาย ซอตฮอร์น
- ตระกูล Bos indicus เป็นโคนมที่อยู่ในเขตร้อนหรือแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ลักษณะทั่วไป มีรูปร่างขนาดเล็ก ผิวหนังค่อนข้างหนา ไม่กระชับ ขนสั้น มีเหนียงและตะโพนกชัดเจน แนวสันหลังโค้ง ลำตัวและบั้นท้ายกลมมน เช่น พันธุ์ชาฮิวาล เรดซินดี้

## 2.1 โคนมตระกูล Bos Taurus

### 2.1.1 โคนมพันธุ์ “โฮลสไตน์ ฟรีเซียน” (Holstein Friesian)

เป็นโคนมพันธุ์ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก มีสีขาว-ดำ ลักษณะเด่นเรื่องให้ปริมาณน้ำนมสูง มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ ในทวีปยุโรปมักนิยมเรียกโคนมพันธุ์นี้ว่า “ฟรีเซียน” (Friesian) แต่ในทวีปอเมริกาเหนือ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา เรียกโคนมพันธุ์นี้ว่า “โฮลสไตน์” (Holstein) สำหรับประเทศไทยได้มีการนำเข้าตัวโคมีชีวิตและน้ำเชื้อแช่แข็งจากหลายประเทศ ได้แก่ ประเทศในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา แคนาดา และออสเตรเลีย จึงมีการเรียกชื่อรวมของโคนมพันธุ์นี้ว่า “โฮลสไตน์ ฟรีเซียน” (Holstein Friesian)



ที่มา: <https://www.selectsires.com/article/ss-blog/2020/08/06/four-top-10-gtpi-sires>



ที่มา: <https://www.dairyglobal.net/dairy/breeding/the-most-expensive-dairy-cow-in-the-world/?register=true>

## ภาพที่ 2.1 โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียน (Holstein Friesian)

ลักษณะประจำพันธุ์ มีขนาดใหญ่ เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้น้ำหนักประมาณ 800–1,000 กิโลกรัม เพศเมียน้ำหนักประมาณ 500–800 กิโลกรัม ผลิตน้ำนมเฉลี่ย 6,000–7,000 กิโลกรัมต่อรอบการให้นมถือเป็นโคนมพันธุ์ขาว-ดำขนาดใหญ่ จุดเด่น คือ ปริมาณน้ำนมมาก ทนร้อนได้พอสมควร มีนิสัยค่อนข้างเชื่อง จึงนิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งมีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะกับการจัดการเลี้ยงดูของแต่ละพื้นที่

ในประเทศไทย โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียนที่เป็นพันธุ์แท้มีจำนวนไม่มากนัก เนื่องจากมีข้อจำกัด คือ ไม่ทนร้อน ไม่ทนแมลง ส่งผลให้เกิดความเครียดจากความร้อน (Heat stress) ซึ่งกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตในด้านต่างๆ เช่น น้ำหนักตัว การเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตน้ำนมและความสมบูรณ์พันธุ์ ดังนั้นฟาร์มที่เลือกเลี้ยงต้องมีระบบการจัดการที่ดี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฟาร์มขนาดใหญ่ที่โรงเรือนมีระบบการระบายความร้อนได้ดี โดยอาจใช้พัดลมระบายอากาศร่วมกับการพ่นละอองน้ำ การเพิ่มจุดให้น้ำและให้ร่มเงาภายในฟาร์ม รวมทั้งการจัดการอาหารที่เหมาะสม แต่ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นโคนมลูกผสมสายเลือดสูงที่เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ ระหว่างโคนมโฮลสไตน์ ฟรีเซียนกับโคสายพันธุ์อื่น รวมทั้งโคพื้นเมืองหรือลูกผสมพื้นเมือง เพื่อให้โคสามารถปรับตัวในสภาพภูมิอากาศและการจัดการของประเทศได้

### 2.1.2 โคนมพันธุ์ “เจอร์ซี่” (Jersey)

โคนมพันธุ์นี้มีถิ่นกำเนิดบนเกาะเจอร์ซี่ ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆอยู่ระหว่างช่องแคบของประเทศอังกฤษ เป็นโคนมพันธุ์ที่มีขนาดเล็กแต่รูปร่างสวยงามมาก และมีส่วนสำคัญที่ต้องตามลักษณะของโคนมที่ดี โดยเฉพาะมีเต้านมที่มีลักษณะสมบูรณ์ มีชื่อเสียงในทางให้นมที่มีไขมันสูง แต่ปริมาณน้ำนมไม่มาก นิยมเลี้ยงในประเทศที่รีดนมมาทำเนย ผลิตภัณฑ์จากน้ำนมหรือแม้กระทั่งการแปรรูปเป็นนมผง



ที่มา: <https://www.agriland.co.uk/farming-news/nfu-general-licences-must-meet-needs-of-farm-businesses/>



ที่มา: <https://www.australialivestockexporters.com/jersey-cattle-exports/>

## ภาพที่ 2.2 โคนมพันธุ์เจอร์ซี่ (Jersey)

ลักษณะเฉพาะของโคนมพันธุ์นี้คือ มีผิวหนังเรียบตึง ขนสั้น ลำตัวยาว บั้นท้ายกว้าง เต้านมใหญ่ยึดเกาะแข็งแรงและได้สัดส่วน เป็นโคที่มีรูปร่างสามเหลี่ยมไม่ว่าจะมองทางด้านใด มีสีเทาอ่อน เทาแก่ เหลืองปนน้ำตาล แต่เพศผู้จะมีสีเหลืองดำมากกว่า ลักษณะเด่นคือ มีสีเข้มบริเวณใบหน้า ไหล่ สะโพก ส่วนลิ้น จมูกและพู่หางเป็นสีดำ มีขนาดเล็ก เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 500-600 กิโลกรัม เพศเมียน้ำหนักประมาณ 350-450 กิโลกรัม โคนมพันธุ์นี้จะเติบโตเป็นหนุ่มสาวเร็วกว่าโคนมพันธุ์อื่น ถ้าเลี้ยงดูอย่างดีจะผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุ 15 เดือน และสามารถให้ลูกตัวแรกได้เมื่ออายุ 24 เดือน ความสามารถในการให้นมเฉลี่ยประมาณ 3,500-4,000 กิโลกรัมต่อช่วงการให้นม โดยมีไขมันสูงถึงประมาณร้อยละ 5 นอกจากนี้ไขมันนมยังมีสีค่อนข้างเหลืองของแคโรทีน (Carotene) อยู่มาก จึงเหมาะสำหรับการแยกไปทำเนย

โคนมพันธุ์เจอร์ซี่ มีนิสัยปราดเปรียว ว่องไว ไม่ดุร้าย สามารถปรับตัวในสภาพอากาศร้อนและอากาศหนาวได้ดีพอควรเมื่อเทียบกับโคนมพันธุ์อื่นในตระกูลเดียวกัน มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดี ได้รับการยอมรับในเรื่องการให้ผลผลิตน้ำนมยาวนาน และมีองค์ประกอบในส่วนเนื้อมนมรวมสูงส่วนใหญ่มักนิยมนำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์ เพื่อปรับปรุงลักษณะเต้านม และเพิ่มคุณภาพน้ำนมโดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม

### 2.1.3 โคนมพันธุ์ “บราวน์สวิส” (Brown Swiss)

โคนมพันธุ์บราวน์สวิสมีถิ่นกำเนิดที่ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ เรียกโคนมพันธุ์นี้ว่า Brown Schwyzer โคนมพันธุ์นี้มีประโยชน์หลายด้าน สามารถเลี้ยงเป็นได้ทั้งโคนเนื้อและโคนม หลายประเทศนำไปพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้มีปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น ลักษณะโดยทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม ไหล่และคอสีอ่อนกว่าลำตัว บริเวณแนวสันหลัง รอบเขา และรอบปากมีสีขาว เต้านมออกขาวหรือเทา กีบเท้า และหางสีดำ จมูกดำ เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 800-1,000 กิโลกรัม เพศเมียน้ำหนักประมาณ 600-850 กิโลกรัม ความสามารถในการให้นมเฉลี่ยประมาณ 4,000-6,000 กิโลกรัมต่อรอบการให้นม โดยมีไขมันประมาณร้อยละ 4-4.5



ที่มา: <https://i.pinimg.com/736x/79/8a/dc/798adc0679b928b7e825419e7f964db4.jpg>



ที่มา: <https://www.thecattlesite.com/breeds/dairy/31/brown-swiss>

### ภาพที่ 2.3 โคนมพันธุ์บราวน์สวิส (Brown Swiss)

โคพันธุ์บราวน์สวิส จัดเป็นโคนมขนาดใหญ่ ที่ทนต่ออากาศร้อนได้พอสมควร เลี้ยงปล่อย และเล็มในแปลงหญ้าได้ดี เลี้ยงง่าย ดูแลเอาใจใส่น้อยมาก นิยมนำมาพัฒนาลักษณะรูปร่าง และความสามารถในการเจริญเติบโตได้ดี แต่ในประเทศไทยยังไม่ค่อยนิยมมากนัก

#### 2.1.4 โคนมพันธุ์ “เกิร์นซีย์” (Guernsey)

โคนมพันธุ์เกิร์นซีย์ มีต้นกำเนิดในหมู่เกาะแซนเนล ตั้งอยู่ระหว่างประเทศฝรั่งเศสและอังกฤษ ได้รับการตั้งชื่อตามเกาะเกิร์นซีย์ซึ่งเป็นเกาะที่อยู่ตะวันตกสุดของกลุ่ม เป็นโคที่มีขนาดใหญ่ เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 600-700 กิโลกรัม เพศเมีย น้ำหนักประมาณ 450-500 กิโลกรัม มีผิวหนังสีน้ำตาลเข้มแกมเหลืองถึงน้ำตาลแดงสลับขาว จมูกสีน้ำตาล ฟุทางสีขาว ลักษณะลำตัวเป็น สีเหลี่ยมขนมเปียกปูน สมส่วน แนวสันหลังตรง บั้นท้ายยาวและกว้าง ลำตัวลึก ใบหน้าเรียวยาว



ที่มา: <https://www.usguernsey.com/ggs-1>



ที่มา: <https://www.thecattlesite.com/breeds/dairy/21/guernsey>

### ภาพที่ 2.4 โคนมพันธุ์เกิร์นซีย์ (Guernsey)

โคนมพันธุ์เกิร์นซีย์ เป็นโคที่เข้าสู่วัยสาวเร็ว ให้ผลผลิตลูกตั้งแต่อายุ 22 เดือน ให้ปริมาณน้ำนมมาก โดยทั่วไปแล้วโคสาวจะเริ่มให้นมเมื่ออายุประมาณ 2 ปี การให้น้ำนมเฉลี่ย 3,500-5,000

กิโลกรัมต่อรอบการให้นม มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 4.8 น้ามนมีสีค่อนข้างเหลือง หรือที่เรียกว่า Golden Color สามารถเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าได้ เป็นโคที่ใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบและอาหารข้นได้ดี ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศและระบบการจัดการได้ทุกประเภท

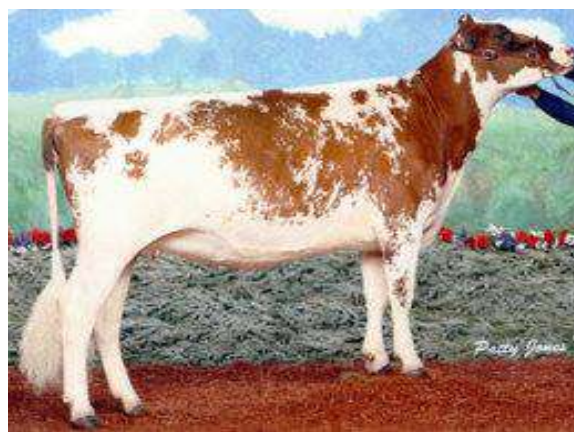
### 2.1.5 โคนมพันธุ์ แอ์ไชร์ (Ayrshire)

โคนมพันธุ์ แอ์ไชร์ ตั้งชื่อตามเมืองต้นกำเนิด คือ Ayr ซึ่งตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสกอตแลนด์ จุดประสงค์ในการพัฒนาเพื่อให้เป็นสายพันธุ์มาตรฐาน โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มปริมาณน้ามนและเนื้อม สันับสนุนการใช้ประโยชน์ในการเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์นม โดยเน้นน้ามนสำหรับการผลิตชีสและเนย เป็นพันธุ์ที่มีรูปร่างขนาดเล็ก สมส่วน และขึ้นชื่อว่าเป็นโคนมที่มีความสวยงามที่สุด ผิวหนังเรียบ สีน้ำตาลแดง น้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม มีจุดสีขาวเล็กกระจายทั่วลำตัว ลำตัวลึก ช่วงท้องกว้าง แนวสันหลังตรง เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้น้ำหนักประมาณ 600-800 กิโลกรัม เพศเมื่อน้ำหนักประมาณ 500-700 กิโลกรัม ปริมาณน้ามนเฉลี่ย 4,000-6,000 กิโลกรัมต่อรอบการให้นม เปอร์เซ็นต์ไขมันร้อยละ 3-4

เป็นโคที่กินหญ้าเก่ง โตเด่นในเรื่องความแข็งแรงและประสิทธิภาพในการผลิตน้ามน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องรูปร่างและคุณภาพของเต้านมขนาดใหญ่ สมส่วนและสวยงาม มีการยึดเกาะของกล้ามเนื้อแข็งแรง มีความสมดุลของเต้านมด้านหน้าและด้านหลัง แต่มีข้อจำกัดในการให้น้ามนไม่ทน ระยะเวลาการให้นมไม่ยาว ปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศไม่เก่ง



ที่มา: <https://www.ayrshirescs.org/ayrshires-cattle-services/>



ที่มา: <https://www.thecattlesite.com/breeds/dairy/19/ayrshire>

ภาพที่ 2.5 โคนมพันธุ์แอ์ไชร์ (Ayrshire)

### 2.1.6 โคนมพันธุ์ “มิลกิง ชอตฮอร์น” (Milking Shorthorn)

โคนมพันธุ์ มิลกิง ชอตฮอร์น เป็นพันธุ์โคนมที่มีต้นกำเนิดในประเทศอังกฤษ ถูกพัฒนาให้เป็นพันธุ์กึ่งเนื้อกึ่งนม (Dual purpose) และประเทศอเมริกาได้พัฒนาเป็นพันธุ์โคนม โดยให้มีลักษณะของโคนมมากขึ้น แต่ยังคงให้เนื้อดีเช่นกัน ถือเป็นโคนมขนาดใหญ่ มีสีแดงและขาวผสมกันอย่างใกล้เคียง อาจมีเขาหรือไม่มีเขาก็ได้ ลักษณะของเต้านมมีการพัฒนาที่ดีมาก มีขนาดใหญ่ การยึดเกาะเต้านมคู้หลังสูง เต้าคู้หน้าขยายตัวได้ดี หัวนมได้ขนาดและสมดุลดี โครงสร้างขาและกีบแข็งแรง



ที่มา: <https://cattleinternationalseries.weebly.com/milking-shorthorn.html>



ที่มา: <https://www.thecattlesite.com/breeds/dairy/36/dairy-shorthorn>

### ภาพที่ 2.6 โคนมพันธุ์มิลกิง ชอตฮอร์น (Milking Shorthorn)

เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 700-900 กิโลกรัม เพศเมีย น้ำหนักประมาณ 500-600 กิโลกรัม เต้านมมีเนื้อเยื่อไขมัน (Fatty tissue) น้อย ทำให้มีโอกาสให้น้ำนมได้มาก มีอัตราการให้นม 4,000-5,500 กิโลกรัมต่อรอบการให้นม เปอร์เซ็นต์ไขมันร้อยละ 3.65 มีอุปนิสัยรักความสงบเงียบ ทนโรค โดยเฉพาะในด้านโรคเต้านมอักเสบ ลูกโคแรกคลอดน้ำหนักน้อย ไม่มีปัญหาคลอดยาก มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำนมสูง โดยเฉพาะจากการกินหญ้าและวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นๆ ส่งผลให้ต้นทุนอาหารลดลง

## 2.2 โคนมตระกูล Bos Indicus

### 2.2.1 โคนมพันธุ์ “ซาฮิวาล” (Sahiwal)

โคนมพันธุ์ซาฮิวาล มีแหล่งกำเนิดในเมืองปัญจา ประเทศอินเดีย ซึ่งอยู่ตามแนวชายแดนอินเดีย-ปากีสถาน จัดเป็นโคพันธุ์ขนาดกลาง ลำตัวเป็นสีน้ำตาลแดงถึงน้ำตาลเข้มตลอดลำตัว มีสีขาวแซมที่บริเวณคอและใต้คาง ในตัวเพศผู้บริเวณปลายแขนปลายขา เช่น หัว ขา และหาง จะมีสีเข้ม มีลักษณะของใบหูใหญ่ มีตะโพนกและเหนียงที่ชัดเจน ผิวหนังหยาบหนาน นวสันหลังแอ่น และโค้งมนไปจนถึงบั้นท้าย เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 500-600 กิโลกรัม เพศเมีย น้ำหนักประมาณ 400-450 กิโลกรัม มีอัตราการให้ปริมาณน้ำนม 2,300-2,800 กิโลกรัมต่อรอบการให้น้ำนม



ที่มา: <https://www.thecattlesite.com/breeds/dairy/96/sahiwal>



ที่มา: <https://www.dairyknowledge.in/dkp/article/sahiwal>

## ภาพที่ 2.7 โคนมพันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal)

โคนมพันธุ์ซาฮิวาล เป็นโคที่ทนต่อสภาพอากาศร้อน ทนโรค โดยเฉพาะโรคไข้เห็บ และโดดเด่นในเรื่องความต้านทานสูงต่อปรสิตทั้งภายในและภายนอก มีนิสัยเชื่องและเฉื่อยชา ถือเป็นโคนมที่ดีที่สุดในการคัดเลือกตัวกัน และมีเต้านมที่พัฒนาอย่างดี ความสมบูรณ์พันธุ์สูง การเจริญเติบโตเร็ว และทนทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย

### 2.2.2 โคนมพันธุ์ “เรตซินดี” (Red Sindhi)

โคนมพันธุ์เรตซินดี มีถิ่นกำเนิดในจังหวัดซินด์ (Sindh) ของประเทศปากีสถาน เชื่อกันว่าพัฒนามาจากโคพันธุ์ Las Bela ของ Bela ใน Baluchistan มีแหล่งกำเนิดทางประเทศอินเดีย เป็นโคนมขนาดกลาง มีสีแดงเข้มไปจนถึงสีเหลืองอ่อน อาจพบจุดสีขาวเล็กๆ บนเหนียงและหน้าผาก มีโคนเขาหนาและยื่นออกมาด้านข้างโค้งขึ้นบน มีโหนกและเหนียงที่ชัดเจน ผิวหนังหยาบเนียน มีแนวสันหลังค่อนข้างแอ่นและโค้งมนไปทางบั้นท้ายมากกว่าโคซาฮิวาล เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 450-500 กิโลกรัม เพศเมีย น้ำหนักประมาณ 350-450 กิโลกรัม ให้นมได้ 1,100-2,600 กิโลกรัมต่อรอบการให้นม โดยให้นมเฉลี่ย 1,840 กิโลกรัมต่อรอบการให้นม เปอร์เซ็นต์ไขมันในนมประมาณร้อยละ 4-5



ที่มา: <https://abcsalon.org/breeds/red-sindhi/>



ที่มา: <https://meatbucketctg.com/red-sindhi-cow/>

## ภาพที่ 2.8 โคนมพันธุ์เรตซินดี (Red Sindhi)

โคนมพันธุ์เรดซินดี เป็นโคที่ทนต่อสภาพอากาศร้อน ทนโรคและแมลงได้ดี มีศักยภาพในการผลิตน้ำนมและเทียบได้กับโคนมชาฮิวาล แต่ไม่สามารถเลี้ยงปล่อยแทะเล็มในทุ่งหญ้าได้ ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ฟิlippินส์ บราซิล และศรีลังกา นำมาเป็นโคพื้นฐานสำหรับการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์โคนม

## 2.3 โคพันธุ์สังเคราะห์ในประเทศไทย

ปัจจุบันในหลายประเทศมีการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์โคนมที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ หรือการสร้างโคนมลูกผสมที่เอาลักษณะเด่นของแต่ละสายพันธุ์มารวมอยู่ในโคตัวเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้โคนมที่เหมาะสมกับพื้นที่ ทั้งสภาพภูมิอากาศ การจัดการ และอาหาร โดยมีผลผลิตที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และสร้างผลกำไรให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยง ซึ่งในประเทศไทย กรมปศุสัตว์ได้พัฒนาและปรับปรุงพันธุ์โคนมที่ทนต่อสภาพอากาศร้อนขึ้นเป็นสายพันธุ์แรกของประเทศ

### 2.3.1 โคนมพันธุ์ “ทรอปิคอลโฮลสไตน์” (Tropical Holstein)

โคนมพันธุ์ทรอปิคอล โฮลสไตน์ เป็นโคนมที่พัฒนาโดยกรมปศุสัตว์ มีขนาดรูปร่างสันทัด เหมาะกับรูปแบบการจัดการและสภาพภูมิอากาศร้อนขึ้นอย่างประเทศไทย สามารถให้ผลผลิตน้ำนมที่สร้างกำไรให้แก่เกษตรกร อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพทางระบบสืบพันธุ์ดี เลี้ยงง่าย ให้ผลผลิตน้ำนมยืนนานในปริมาณที่มากพอเหมาะ เมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 600-800 กิโลกรัม เพศเมีย น้ำหนักประมาณ 350-500 กิโลกรัม ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 4,500–5,500 กิโลกรัมต่อรอบการให้นม ไขมันในน้ำนมเฉลี่ยร้อยละ 3.5



ภาพที่ 2.9 โคนมพันธุ์ทรอปิคอล โฮลสไตน์” (Tropical Holstein)

ปัจจุบัน กรมปศุสัตว์ ได้นำเอาเทคโนโลยีจีโนม ที่ช่วยระบุตำแหน่งยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกให้เป็นโคทนร้อน รองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังสามารถให้ผลผลิตน้ำนมสูง และมีความต้านทานต่อโรคเต้านมอักเสบ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมและพัฒนาพันธุ์กรรมโคนมในประเทศไทยได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

## การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์โคนม

การพัฒนาศักยภาพการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมในระดับฟาร์ม เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปรับปรุงการจัดการฟาร์มควบคู่ไปกับการปรับปรุงพันธุ์ และการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โคนมเพื่อผลิตลูกโคทดแทน ซึ่งมุ่งเน้นความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมเป็นหลัก รองลงมาคือลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจอื่นที่เอื้อต่อการให้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพและยาวนานของแม่โครีดนม เช่น สุขภาพ ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ ลักษณะรูปร่างและโครงสร้าง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ตลอดระยะเวลาตั้งแต่มีการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน การให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางบวก แต่ไม่มากนัก เมื่อเทียบกับต่างประเทศ ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางพันธุกรรมของโคนมภายในประเทศโดยเฉพาะการให้ผลผลิตน้ำนมในฟาร์มเกษตรกรที่ไม่สูงมากนัก (จรัสรัตน์และสายัณห์, 2546)

พันธุกรรมคือสิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ และสามารถส่งต่อจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ลักษณะคุณภาพและลักษณะปริมาณ ซึ่งลักษณะคุณภาพเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ เช่น ลักษณะสีของขน ลักษณะการมีเขาหรือไม่มีเขา และลักษณะความผิดปกติทางพันธุกรรม ในขณะที่ลักษณะปริมาณเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ส่วนใหญ่มักเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ลักษณะปริมาณน้ำนม องค์ประกอบในน้ำนม การเจริญเติบโต เป็นต้น ตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏจะอยู่ในรูปของความแปรปรวน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากหากลักษณะใดๆ ไม่มีความแปรปรวน นั้นหมายถึง โคนมทุกตัวในประชากรมีลักษณะที่แสดงออกเหมือนกันหรือเท่ากันทั้งหมด ซึ่งทำให้ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าจะคัดเลือกโคนมตัวใดทิ้งไป หรือคัดเลือกโคนมตัวใดเป็นโคทดแทนภายในฟาร์ม ซึ่งลักษณะการให้ผลผลิตเป็นลักษณะเชิงปริมาณ ในโคนมส่วนใหญ่แล้วจะมีความผันแปรไปตามอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมค่อนข้างมาก หากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้ลักษณะการแสดงออกเชิงปริมาณเปลี่ยนแปลงไปตามไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น การนำโคนมไปเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศเย็นสัตว์อยู่อย่างสบายจะส่งผลให้โคนมมีปริมาณน้ำนมสูงขึ้น แต่หากนำโคนมตัวเดียวกันไปเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อนจนกระทั่งสัตว์เกิดภาวะเครียดจนส่งผลให้ปริมาณน้ำนมลดลงกว่าที่ควรจะเป็น (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, มปป) ดังนั้นการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกตามพันธุกรรมควบคู่ไปด้วย

### 3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกทางพันธุกรรมของโคนม

การพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพโคนมในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรมมากนัก เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมายหลายประการ ที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพทางพันธุกรรมของโคนม สมศักดิ์และคณะ (2553) รายงานว่าสหสัมพันธ์ทาง

พันธุกรรมของลักษณะผลผลิตน้ำนมมีผลจากอิทธิพลของพื้นที่แต่ละภูมิภาค ซึ่งแสดงถึงปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการแสดงออกทางพันธุกรรมของโคนม ดังนั้น การพิจารณาปัจจัยสภาพแวดล้อมของแต่ละฟาร์ม จึงเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์ที่ชัดเจน บนพื้นฐานการเลี้ยง การจัดการ และเงื่อนไขของฟาร์ม

อย่างไรก็ตาม เมื่อพูดถึงพันธุกรรมของโคนม ส่วนใหญ่มักนึกถึงลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ การให้ผลผลิตน้ำนม รูปร่างโครงสร้าง และสุขภาพของโคนมที่เลี้ยงในฟาร์มเกษตรกร ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของพันธุกรรมร่วมกับสภาพแวดล้อม [Phenotype (P) = Genotype (G) + Environment (E)] แม้ว่าการคัดเลือกจากลักษณะดังกล่าวจะเป็นการปรับปรุงพันธุกรรมรูปแบบหนึ่ง แต่เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปอาจมีผลกระทบต่อลักษณะปรากฏด้วยเช่นกัน การพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมของโคนมในลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ จำเป็นต้องพิจารณาผลกระทบต่างๆ สำหรับใช้ในการกำหนดแผนและวัตถุประสงค์การปรับปรุงพันธุ์ด้วยเช่นกัน ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันตั้งแต่การให้อาหารที่มีระดับพลังงานที่เหมาะสมสำหรับการให้ผลผลิตน้ำนมและระบบการทำงานของร่างกาย รวมถึงการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ สุขภาพ และความต้องการพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงของการให้ผลผลิตน้ำนม การตั้งครรรภ์ และการเป็นสัด (Friggens and Newbold, 2007)

### 3.1.1 ปัจจัยด้านพันธุ์โคนม

พันธุ์โคนมหรือตัวโคนม ถือเป็นปัจจัยการผลิตหลักหรือปัจจัยเริ่มต้นในการประกอบอาชีพการเลี้ยงโคนม ดังนั้นการคัดเลือกโคนมลักษณะดีและสายพันธุ์เริ่มต้นดี มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทั้งเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น การเลี้ยงดู และอาหารภายในฟาร์ม ซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนมที่แตกต่างกันออกไป ความเหมาะสมกับการจัดการเลี้ยงดูภายในฟาร์ม การพิจารณาคูสมบัตินี้ของแต่ละพันธุ์ให้ชัดเจน เพื่อกำหนดแผนการปรับปรุงพันธุ์ และการเลือกใช้น้ำเชื้อที่เหมาะสม และสามารถตอบโจทย์ความต้องการของเกษตรกร โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตตามศักยภาพทางพันธุกรรม อาจไม่เป็นเหมือนกับการเลี้ยงในสภาพแวดล้อมจากประเทศ ต้นกำเนิดของสายพันธุ์หรือประเทศแถบอบอุ่น การพิจารณาเลือกสายพันธุ์โคนมจึงต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดของแต่ละสายพันธุ์ด้วย ในที่นี้หมายถึงรวมถึง คุณลักษณะเฉพาะของตัวโคที่จะถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลานด้วย ซึ่งถือเป็นการลงทุนที่สำคัญเพื่อการสร้างโคทดแทนให้กลายมาเป็นแม่โคที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ ปริมาณและคุณภาพน้ำนมดี ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และส่งต่อลักษณะดีเด่นไปยังลูกเกิดในรุ่นถัดไป (รายละเอียดในบทที่ 2)

### 3.1.2 ปัจจัยด้านการจัดการอาหาร

ความต้องการโภชนาการของโคนม ขึ้นอยู่กับอายุ น้ำหนักหรือขนาดตัวโค ลักษณะรูปร่างและโครงสร้าง การกินได้ของโค มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการกิน ความจุของกระเพาะ ซึ่งมีผลต่อ

การให้ผลผลิตน้ำนม (วิโรจน์, 2541) ทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำนมในแต่ละวัน โดยการคำนวณสูตรอาหารที่ตรงกับความต้องการของโคและลักษณะการให้ผลผลิตเป็นหลัก ในช่วงการให้นมระยะต้นที่มีปริมาณน้ำนมสูงสุด โคมักจะประสบกับภาวะขาดสมดุลพลังงาน เนื่องจากการได้รับอาหารไม่เหมาะสมในขณะที่ร่างกายต้องการพลังงานสูง เนื่องจากมีข้อจำกัดในการกินอาหารจึงต้องดึงพลังงานสำรองของร่างกายมาทดแทน (Strucken et al., 2015) แม้ว่าจะมีการปรับปรุงการจัดการโภชนาการของโคนม แต่การคัดเลือกทางพันธุกรรมที่ถูกต้องเป็นอีกทางหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาลดผลกระทบจากความผิดปกติของระบบเมแทบอลิซึม ความสมบูรณ์พันธุ์ ภูมิคุ้มกัน และการทนความร้อน (Van Kneegsel et al., 2007; Esposito et al., 2014)

การคัดเลือกโคขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของฟาร์ม การพิจารณาให้ความสำคัญกับลักษณะรูปร่างและโครงสร้างของโคที่เหมาะสม ที่อาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดูและการให้อาหาร ซึ่งฟาร์มโคนมในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบปล่อยอิสระ แต่มีบ้างในบางฟาร์ม หรือบางฤดูกาลที่มีการเลี้ยงแบบอยู่ในช่องเตี้ยหรือยี่นโรง ในบางฟาร์มอาจมีการเลี้ยงรวม แต่แยกโคบางกลุ่มออกมาเลี้ยงตามระดับความสามารถในการให้ผลผลิต ถ้ามีโอกาสแบ่งได้บ้างกลุ่ม ก็มีโอกาสให้อาหารตรงตามความต้องการและมาตรฐานการให้อาหารสัตว์ (Feeding Standard) ซึ่งมีความจำเป็นต่อปริมาณที่ต้องการตามแต่ละระยะของโคนม รวมไปถึงสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นและความถี่ในการให้อาหาร (Feeding Frequency) รวมถึงประเภทของอาหารโคนม ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการกินได้ การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงสุด เดิมในหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย การพัฒนาปรับปรุงพันธุ์โคนมมุ่งเน้นการเพิ่มค่าทางพันธุกรรมที่ส่งผลให้โคนมมีความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมสูงเป็นหลัก แต่ก็ต้องพัฒนาระบบการจัดการอาหารและสภาพการเลี้ยงที่ดีตามไปด้วย ซึ่งอาจไม่ใช่การได้ผลกำไรสูงขึ้น ในทางกลับกันหากสามารถพิจารณาในส่วนการจัดการอาหารพื้นฐานที่มี โดยคัดเลือกโคที่เหมาะสมกับอาหารและการจัดการดังกล่าว ถึงแม้ว่าจะทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นได้ไม่มากนัก แต่อาจทำให้มีผลกำไรได้มากกว่า

### 3.1.3 ปัจจัยด้านการเลี้ยงการจัดการ

โคนมเป็นสัตว์ที่มีนิสัยอ่อนโยน สุภาพ ในขณะเดียวกันก็ขี้ระแวงตื่นตกใจง่าย ดังนั้นการเลี้ยงโคนมจึงจำเป็นต้องทำงานเป็นกิจวัตรประจำในเวลาเดิมทุกวัน เช่น การรีดนม วิธีการรีดนม คนเลี้ยงเสียงดัง และสภาพแวดล้อม ล้วนแล้วแต่มีผลต่อปริมาณน้ำนมที่รีดได้ และที่สำคัญคือวัวสด อุปกรณ์ทุกอย่างต้องสะอาด มีการกำจัดมูลของเสียอย่างถูกวิธี เพราะสิ่งดังกล่าวเป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ แมลงที่มีผลกระทบต่อสุขภาพโคและการให้ผลผลิตน้ำนม ซึ่งการเลี้ยงโคนมให้ประสบผลสำเร็จไม่ใช่แค่รายได้จากการขายน้ำนมเพียงอย่างเดียว แต่หมายถึงต้นทุนค่าบริหารจัดการและค่าดูแลรักษาสุขภาพโคด้วย ดังนั้นการออกแบบและคัดเลือกโคนมภายในฟาร์มทั้งขนาดและลักษณะรูปร่างที่เหมาะสมสามารถให้ผลผลิตน้ำนมสูงได้ภายใต้การจัดการปกติของฟาร์ม และไม่มีปัญหาด้านสุขภาพ ถือเป็นปัจจัยหลักอีกประการที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ (ชวนิศนดากร, 2534; Cole, 2023)

- 1) โรงเรือน ต้องมีความเหมาะสม อย่างน้อยควรมีพื้นที่พักพ่อน นอนหลับและไม่ถูกรบกวน คำนึงถึงความสะดวกในการปฏิบัติงาน และมีการระบายอากาศที่ดี ไม่ชื้นแฉะ มีการกำจัดมูลเป็นประจำ
- 2) การให้อาหารและน้ำ ต้องมีการให้อาหารและน้ำอย่างเพียงพอ ตามเวลาที่กำหนด ไม่ควรเปลี่ยนเวลาให้อาหารและน้ำโดยไม่จำเป็น เพราะทำให้เกิดความเครียดส่งผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม
- 3) การจัดการเกี่ยวกับการผสมพันธุ์ การจัดการผสมพันธุ์ตามระยะที่เหมาะสม เพื่อให้โคตั้งท้อง คลอดลูก และให้น้ำนม ตามเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์
- 4) สุขอนามัยของการรีดนม ตั้งแต่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ต้องมีสุขภาพดี ปราศจากโรคติดต่อที่จะแพร่กระจายเชื้อมายัง โคนมหรือน้ำนม ขั้นตอนการรีดนมที่ถูกต้อง และแม่โคนมที่มีลักษณะโครงสร้างเต้านมที่ดี

#### 3.1.4 ปัจจัยด้านการจัดการสุขภาพ

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้วิธีการคัดออก จากโคที่มีปัญหาสุขภาพและการให้ผลผลิตน้ำนม เป็นหลัก ปัจจัยด้านสุขภาพจึงเป็นปัจจัยหลักอีกประการที่ต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ในการกำหนดเป้าหมายการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งในหลายๆ แหล่งที่มีการผลิตพ่อพันธุ์โคนมเพื่อ บริการหรือจำหน่าย ซึ่งแสดงค่าความสามารถทางพันธุกรรมด้านสุขภาพของโค หรือแม้กระทั่งข้อมูลเรื่อง โรคหรือลักษณะความผิดปกติที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม ประกอบกับระบบการป้องกันและควบคุมโรคที่ดี ย่อมส่งผลดีต่อสุขภาพ และผลผลิตน้ำนมที่ดีมีมาตรฐาน (ชวนิศนดากร, 2534; Cole, 2023)

- 1) การป้องกันและควบคุมโรคระบาด ระบบการฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าและออกจากฟาร์ม ด้วยบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อ หรือพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าฟาร์ม การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อทำความสะอาดพื้นคอกและ พื้นโรงรีดนมเป็นประจำ โปรแกรมกำจัดพยาธิภายในและภายนอก การตัดแต่งกีบโคทุกตัวเป็นประจำ รวมถึงการตรวจโรคประจำปี และโปรแกรมการทำวัคซีน
- 2) การบำบัดโรค การใช้เวชภัณฑ์ในรักษาภายใต้การควบคุมของสัตวแพทย์ที่มีใบอนุญาต เป็นสัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์มโคนม หรือบุคคลที่สัตวแพทย์มอบหมาย การบันทึกข้อมูลการใช้ยารักษาโรค สำหรับสัตว์ โดยเฉพาะสารที่อาจตกค้างในน้ำนม เช่น ยาปฏิชีวนะ ยาถ่ายพยาธิ และอื่นๆ
- 3) การคัดเลือกโคนมที่มีความต้านทานโรค ในปัจจุบันที่มีเทคโนโลยีหลายแขนงที่สามารถ คัดเลือกสัตว์ใหม่มีความต้านทานโรคบางโรค เช่น โคนมที่มีความต้านทานโรคเต้านมอักเสบ ความทนทาน ต่อโรคและแมลง หรือความสามารถในการทนต่ออากาศร้อน เป็นต้น

#### 3.1.5 ปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยในช่วงปี ค.ศ. 2010–2019 ทั่วโลกมีอุณหภูมิสูงสุด เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยระยะยาวระหว่าง ปี 1980–2009 โดยในบางพื้นที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1–2 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปสภาพอากาศในประเทศไทย

มีอุณหภูมิสูงเกินกว่าอุณหภูมิที่โคนมสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสบาย (Comfort zone) อยู่ในช่วง 21-24 องศาเซลเซียส (Muller and Botha, 1993) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าโคนมของประเทศไทยได้รับผลกระทบจากภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนตลอดทั้งปี ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตน้ำนม ความสมบูรณ์พันธุ์ และอายุการใช้งานของโคนมในประเทศไทย (กนกกาญจน์และคณะ, 2558) การปรับปรุงพันธุ์โคนมให้มีความสามารถในการให้ผลผลิตที่ดีภายใต้ความเครียดเนื่องจากความร้อนจึงถือเป็นหนึ่งทางเลือกที่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถาวร และไม่ต้องเพิ่มต้นทุนด้านการจัดการหรือเพิ่มในสัดส่วนที่ไม่มาก (สุพิชฌาย์และคณะ, 2555; สุภาวรรณ และคณะ, 2562) โคนมที่มีลักษณะทนร้อนจะให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่าและทำให้เกษตรกรทำกำไรได้มากกว่า

นอกจากสภาพภูมิอากาศ ที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการแสดงออกทางพันธุกรรมของโคนมแล้ว ยังมีปัจจัยแวดล้อมอื่นอีกหลายประการ อาทิเช่น สิ่งปฏิภณต่าง ๆ รวมถึงขยะ ต้องผ่านการกำจัดอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียง ประกอบด้วย ขยะมูล ขากสัตว์ มูลสัตว์ และน้ำเสีย โดยหลักการจะเป็นการป้องกัน ควบคุมปัจจัยเสี่ยงของโรคหรือพาหะที่จะนำโรคเข้าถึงฟาร์มได้ และความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับฟาร์มโคนม (Villarroel, 2007)

### 3.2 ลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจในโคนม

การปรับปรุงพันธุ์โคนมในฟาร์มเกษตรกร ส่วนใหญ่นิยมคัดเลือกโคที่มีความสามารถทางพันธุกรรมในลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ เพื่อให้โคทดแทนโครุ่นถัดไปมีลักษณะที่ดีเด่นกว่าพ่อแม่ โดยคาดหวังว่าโคนมที่มีความสามารถทางพันธุกรรมดีขึ้น โดยเฉพาะการให้ผลผลิตน้ำนมสูง รูปร่างโครงสร้างดี เลี้ยงง่าย ให้ลูกทุกปี ซึ่งแต่ละลักษณะอาจไม่มีผลโดยตรงเสมอไป นอกจากนี้ความสามารถในการถ่ายทอดยังไม่เท่ากัน หรือบางลักษณะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม (สายัณห์และคณะ, 2563) ปัจจุบันในประเทศไทยแถบภาคอีสาน มีการพัฒนาลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนมที่แตกต่างกัน ด้วยการนำเอาหลาย ๆ ลักษณะเข้ามารวมกันโดยคำนึงถึงผลตอบแทนที่ดีที่สุดของรายได้ที่เกิดจากการจำหน่ายน้ำนม แต่อาจแตกต่างกันในสัดส่วนความสำคัญ ให้เป็นดัชนีการคัดเลือก เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ที่สมดุลโดยไม่ใช่เพียงการผลิตน้ำนมเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงลักษณะสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ด้วย (Miglior et al., 2017; Cole and VanRaden, 2018) ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่มีการจัดทำดัชนีการคัดเลือก จึงอาศัยการปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะที่สนใจแล้วแต่กรณี โดยแบ่งกลุ่มลักษณะดังนี้

#### 3.2.1 การให้ผลผลิตน้ำนม

น้ำนมโคเกิดจากกระบวนการผลิตน้ำนมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจากโภชนาที่ได้รับในแต่ละช่วงเพื่อใช้ในการดำรงชีพ การอู่มท้อง และการให้ผลผลิตน้ำนม (Darmon, 2009; Strucken et al., 2015) ในฟาร์มโคนมรายได้หลักเกิดจากการจำหน่ายน้ำนมดิบ จึงเป็นสาเหตุให้เกษตรกรพยายามเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนมเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ในประเทศแถบอีสาน ในช่วงแรกการพัฒนาพันธุกรรมมุ่งเน้นที่ผลผลิตน้ำนมและผลผลิตไขมันน้ำนมให้เป็นไปตามความต้องการของตลาดเช่นกัน แม้เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาและมีความก้าวหน้า การคัดเลือกก็ถูกปรับเปลี่ยนทิศทางใหม่ให้เข้ากับ

สถานการณ์ ด้วยการมุ่งเน้นการผลิตน้ำนมที่มีโปรตีนและไขมันสูง และความคงทนในการให้นม หรือการมีกราฟการให้นมที่สม่ำเสมอ (Miglior et al., 2017) ดังนั้น การประเมินพันธุกรรมและการคัดเลือก ในส่วนของผลผลิตน้ำนม จึงสามารถพิจารณาและออกแบบได้หลายลักษณะ ได้แก่

1) ปริมาณน้ำนม (Milk yield) ส่วนใหญ่แสดงเป็น ปริมาณน้ำนมรวมที่ 305 วัน ในรูปแบบค่า GEBV หรือ PTA ซึ่งเป็นค่าบวก-ลบ จากค่าเฉลี่ยฝูง การอ่านค่าจำเป็นต้องทราบค่าเฉลี่ยของฝูงและช่วงเวลาที่ประเมิน ลักษณะปริมาณน้ำนมเป็นลักษณะที่มีการควบคุมการแสดงออกด้วยยีนหลายตัว มีค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability,  $h^2$  รายละเอียดในหัวข้อถัดไป) หรือความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมปานกลาง แต่เป็นสิ่งที่เกษตรกรหรือนักปรับปรุงพันธุ์ให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก การคัดเลือกด้วยลักษณะนี้เพียงอย่างเดียวอาจต้องพิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นร่วมด้วย และที่สำคัญลักษณะปริมาณน้ำนม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับบางลักษณะ เช่น การเพิ่มปริมาณน้ำนมส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบน้ำนม (โปรตีน ไขมัน) สุขภาพ และความสมบูรณ์พันธุ์มีค่าลดลง (Friggens and Newbold, 2007)

2) องค์ประกอบน้ำนม (Milk composition) ที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เนื่อมนรวมที่เป็นปริมาณรวมที่ 305 วันเช่นเดียวกับปริมาณน้ำนม และเป็นเปอร์เซ็นต์จากน้ำนมที่รีดเก็บได้ ซึ่งมีผลต่อราคาซื้อขายน้ำนมดิบ ตามวัตถุประสงค์การแปรรูปผลิตภัณฑ์ นอกจากการคัดเลือกเพื่อให้ได้องค์ประกอบและคุณภาพนมที่ต้องการ เช่น จำนวนเซลล์โซมาติก ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำนม รวมถึงสุขภาพของสัตว์หรือการคัดเลือกคุณสมบัติเฉพาะของน้ำนม (Functional milk) หรือน้ำนมทางเลือก ยกตัวอย่างเช่น A2,  $\beta$ -casein เกี่ยวข้องกับทั้งสุขภาพของมนุษย์และคุณสมบัติในการผลิตที่ต้องการสำหรับชีส นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนโปรไฟล์กรดไขมันของนมเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการทางโภชนาการของมนุษย์มากขึ้นได้ (Soyeurt et al., 2009; Knutsen et al., 2022) เพื่อผลิตน้ำนมที่มีคุณสมบัติเฉพาะที่ตอบโจทย์ความต้องการที่มากขึ้นสำหรับทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยเฉพาะกลุ่มคนรักสุขภาพ

3) ความคงทนในการให้น้ำนม (Persistency of lactation) สามารถวัดจากการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตระหว่างการให้นม หรือกราฟการให้นม (Gengler, 1996) ซึ่งในหลายฟาร์มให้ความสำคัญในการยืดอายุการรีดนมให้นานขึ้นเพื่อลดความเสี่ยงหรือผลกระทบจากช่วงการเปลี่ยนผ่าน (Transition period) ในแม่โคที่มักเกิดภาวะขาดสมดุลพลังงาน (Van Kneegsel et al., 2022) ในประเทศไทย เกษตรกรยืดระยะเวลาการผสมพันธุ์ครั้งแรกหลังคลอดนานขึ้น เพื่อที่จะช่วยเพิ่มความสำเร็จในการผสมเทียมจึงอาจทำให้ระยะเวลาในการรีดนมยาวนานขึ้น การคัดเลือกเพื่อเพิ่มความคงทนในการให้น้ำนมหรือกราฟน้ำนมคงที่จึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ที่สามารถลดระยะเวลาการใช้โคในฝูงที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิต และกระทบต่อความสมบูรณ์ของร่างกาย สุขภาพ และต้นทุนอาหาร (Muir et al., 2004; Dekkers et al., 1998)

### 3.2.2 รูปร่างและโครงสร้าง

ลักษณะรูปร่างและโครงสร้าง เป็นลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานได้ปานกลาง (0.11-0.42) การคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะรูปร่างให้มีความสม่ำเสมอ เหมาะสมกับการจัดการ ถือเป็นการคัดเลือกที่มีผลส่งเสริมลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนมเลี้ยงง่าย และลดปัญหาอันเกิดจากการจัดการอาหาร และสุขภาพโดยรวม (จूरรัตน์, 2552) และมีผลต่อกำไรจากการเลี้ยงโคนม (Perez-Cabal and Alenda, 2002) ซึ่งลักษณะรูปร่างมีความสัมพันธ์โดยอ้อมกับผลผลิตรวมตลอดอายุการให้ผลผลิต ได้แก่

1) ลักษณะรูปร่างกับอายุการให้ผลผลิตของโคนมมีความสัมพันธ์กับขนาดและน้ำหนัก โดยโคที่มีความสูงหรือขนาดใหญ่มากเกินไป มักพบว่ามีอายุการให้ผลผลิตน้ำนมสั้นกว่าโคที่มีขนาดพอเหมาะทั้งนี้อาจเนื่องจากโคขนาดใหญ่มีความต้องการโภชนาสูงในช่วงเวลาของการให้น้ำนม หากได้รับโภชนาไม่เพียงพออาจทำให้สภาพร่างกายทรุดโทรม และปัญหาขาและกีบเจ็บได้ง่ายจากการแบกรับน้ำหนัก โคที่มีขนาดปานกลาง หลังคลอดจะกลับคืน สภาพสมบูรณ์ได้เร็วกว่า สามารถกลับสัดและตั้งท้องได้รวดเร็วกว่า (Dechow et al., 2003) ในขณะที่โคที่มีสะโพกกว้างมาก มีเต้านมขนาดใหญ่ แม้จะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับลักษณะปริมาณน้ำนม แต่ขนาดเต้านมที่ใหญ่เกินไปอาจทำให้การเดินขาอาจเบียดเต้านมหรือขาบิด เกิดอาการกีบและขาเจ็บในที่สุด ส่วนลักษณะมุมสะโพกที่ลาดพอสมควรช่วยให้โคคลอดง่าย และสารถหลังไม่คั่งค้างภายในมดลูก สามารถลดอุบัติการณ์การติดเชื้อและอักเสบภายในระบบสืบพันธุ์หลังคลอด (จूरรัตน์, 2552)

2) ขาและกีบกับสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ ขาและกีบเป็นลักษณะที่เกิดการบาดเจ็บได้ง่ายและต้องใช้เวลาในการรักษาพยาบาลนานและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยโน้มนำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบตามมาได้ง่าย เนื่องจากโคจะนอนกับพื้นไม่สามารถยืนหรือเดินได้อย่างสะดวกทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย และทำให้โคกินอาหารได้น้อยไม่เพียงพอแก่การสร้างผลผลิตน้ำนม และพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์เพื่อการตั้งท้องในรอบต่อไป ทำให้มีปัญหาสมติดยากตามมา และอาจต้องคัดทิ้งจากการไม่สามารถให้ผลผลิตได้ในที่สุด (Groen et al., 1994)

3) ลักษณะความเป็นโคนมกับสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ เมื่อพิจารณาลักษณะรูปร่างโดยรวมของโคนมควรมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมทั้งเมื่อมองจากมุมมองด้านบน และด้านข้าง ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นโคที่ไม่ใช้อาหารในการพัฒนากล้ามเนื้อแต่ใช้ในการสร้างน้ำนมเป็นหลัก กล้ามเนื้อบริเวณต้นขาทั้งด้านนอกและด้านในสมบูรณ์แต่ไม่หนาแน่นเช่นในโคเนื้อ ซีโครงยาว กางกว้าง และ ทอดยาวไปด้านท้ายของลำตัว เป็นลักษณะซีโครงที่ยืดหยุ่น กางออกได้กว้างเพื่อให้กระเพาะมีความจุขยายตัวได้มากเมื่อโคกินอาหารหยาบ ผิวหนังบางยืดหยุ่นไม่มีไขมันสะสมเป็นชั้นหนาใต้ผิวหนัง ขนเป็นมันเงางาม บ่งบอกถึง ความสมบูรณ์ของสุขภาพ มีความสามารถในการใช้อาหาร และรักษาสมดุลของร่างกาย ทำให้สามารถผลิต

น้ำนมได้มากและกลับสู่วงจรการเป็นสัด ได้ตามปกติ (60-90 วันหลังคลอด) โคลักษณะนี้จะมีระยะห่างการให้ลูกสัน (จูริรัตน์, 2552; Schneider et al., 2003)

4) ความจุร่างกายกับสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ ความลึกของลำตัวแม้จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตเนื่องจากโคที่มีลำตัวลึกบ่งบอกความจุของกระเพาะหมัก แต่หากความลึกของลำตัวมากเกินไปก็อาจทำให้เต้านมอยู่ในระดับต่ำใกล้พื้นคอก ส่งผลให้เต้านมเกิดการติดเชื้อและอักเสบได้ง่าย ในขณะที่โคที่มีหน้าอกแคบ ตื้น และโคที่ลำตัวกว้างและลึกเกินไป โภชนะที่ได้รับส่วนใหญ่ไปสร้างเป็นกล้ามเนื้อและใช้ในการดำรงชีพ และยังมีโอกาสเกิดโรคกระเพาะบิดตัวสูง (Displaced abomasums) (จูริรัตน์, 2552)

5) ลักษณะเต้านมกับสุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ การคัดเลือกลักษณะเต้านมที่มีการเกาะยึดแข็งแรง ถือเป็นหลักการสำคัญในการช่วยลดและรับภาระของการผลิตน้ำนมปริมาณมากในแม่โค การประเมินคุณสมบัติของความแข็งแรงของการยึดเกาะโดยเอ็นยึดเต้านมที่เกาะยึดกับร่างกายส่วนที่เป็นพื้นที่องกับส่วนกระดูกเชิงกราน ลักษณะและรูปร่างของเต้านมที่เห็นภายนอกเป็นผลมาจากความสมดุลและความแข็งแรงของเอ็นยึด ซึ่งจะส่งผลถึงสุขภาพเต้านม และอายุการใช้งานของโค (Longevity / Herd life) แม่โคที่มีแนวโน้มเอ็นยึดเต้านมไม่แข็งแรงอาจทำให้เกิดการหย่อนคล้อย เต้านมผิดรูป มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและการติดเชื้อของเต้านมสูง ส่วนแม่โคที่มีขนาดหัวนมที่สั้นหรือยาวเกินไปมีโอกาสเกิดปัญหาในขณะรีดนม ส่งผลให้เกิดโรคเต้านมอักเสบสูง นอกจากนี้แม่โคที่มีเต้านมลึกและหย่อนยานมาก (ต่ำกว่าข้อเข่ามาก) อาจทำให้ลักษณะการเดินของแม่โคผิดปกติ ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องขาและกีบตามมาได้อีกด้วย โคที่มีเต้านมที่สูงเหนือเข้าพบว่ามีการให้ผลผลิต ยืนยาวกว่าโคที่มีเต้านมต่ำกว่าข้อเข่า (จูริรัตน์, 2552; Larroque and Ducrocq, 2001)

### 3.2.3 ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์

การตั้งท้องหลังการผสมเทียมถือเป็นคำจำกัดความหลักของความสมบูรณ์พันธุ์ในระบบการเลี้ยงโคนม ส่วนใหญ่โคที่มีความสมบูรณ์พันธุ์สูงจะตั้งท้องหลังคลอดลูกได้เร็วกว่าและมีจำนวนครั้งในการผสมเทียมน้อยกว่าโคที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ ซึ่งกว่าที่โคจะตั้งท้องมีเหตุการณ์ต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องเป็นลำดับ ตัวอย่างเช่น การเข้าอูของมดลูก การเป็นสัดหลังคลอด การตกไข่ และตามด้วยการผสมพันธุ์เพื่อส่งผ่านอสุจิเข้าสู่ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย และเข้าปฏิสนธิกับไข่ คอรัสสลุเทียมจะสร้างและผลิตโปรเจสเตอโรนในปริมาณที่เพียงพอเพื่อรักษาการตั้งครรภ์ ท่อนำไข่เตรียมรองรับการแบ่งตัวของตัวอ่อนในระยะแรก และมดลูกจะสร้างสภาพแวดล้อมที่ยอมรับการตั้งครรภ์ที่กำลังพัฒนา แต่ละเหตุการณ์มีส่วนสนับสนุนต่อการตั้งท้อง การคัดเลือกทางพันธุกรรมเพื่อความสมบูรณ์พันธุ์ ในปัจจุบันมุ่งเน้นกับจำนวนวันที่ลดลงตั้งแต่คลอดลูกจนถึงตั้งท้อง หรือวันท้องว่าง (Day open) และอัตราการตั้งท้อง (Pregnancy rate) ซึ่งมีอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ อาจได้รับผลจากจัดการระบบสืบพันธุ์มากกว่าและเห็นผลเร็วกว่า ปัจจุบันมีการคัดค้นหาลักษณะ

ใหม่ ๆ ที่มีความแม่นยำในการคัดเลือกสูงและเร็วกว่าการคัดเลือกแบบเดิม เช่น สุขภาพของมดลูก ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างมดลูกอักเสบและวันท้องว่าง (Neuenschwander et al., 2012) ลักษณะการคลอดยากมีแนวโน้มที่จะติดเชื้อและมดลูกอักเสบ (Beagley et al., 2010) ระบบภูมิคุ้มกันในการป้องกันโรคและฟื้นตัวจากการอักเสบภายในมดลูกหลังคลอด (Contreras et al., 2018; Sheldon et al., 2018) ภาวะขาดสมดุลพลังงานมีระดับกลูโคสในเลือดต่ำในช่วงต้นของการให้นมอาจขัดขวางการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกันที่ไหลเวียน (Lucy et al., 2014) ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างภาวะคีโตซิสและมดลูกอักเสบ (Pryce et al., 2016) การคัดเลือกโคโดยตรงเพื่อปรับปรุงการทำงานของภูมิคุ้มกันอาจช่วยให้สุขภาพหลังคลอดดีขึ้นและลดอุบัติการณ์ของมดลูกอักเสบได้ (Mallard et al., 2015) เป็นต้น

### 3.2.4 สุขภาพและอื่นๆ

สภาพแวดล้อมและการจัดการเป็นปัจจัยสำคัญที่สอดคล้องกับลักษณะทางพันธุกรรม ตั้งแต่การเลี้ยง การให้อาหาร และการจัดการ ดังนั้นบางลักษณะเป็นการประเมินโดยรวมหลายปัจจัยเข้ามาพิจารณาหรือประเมินโดยทางอ้อม เช่น อายุการให้ผลผลิตน้ำนม (Productive Life, PL) คะแนนเซลล์โซมาติกในน้ำนมที่มีผลทั้งคุณภาพน้ำนมและสุขภาพของแม่โคที่อาจป่วยจากภาวะเต้านมอักเสบ รวมถึงประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตน้ำนม ค่าดัชนีกำไรสุทธิ ลักษณะสุขภาพโดยรวม ดัชนีความสมบูรณ์พันธุ์ และที่สำคัญปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อน ส่งผลถึงการกินได้ทั้งน้ำและวัตถุดิบที่ลดลง ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง และผลผลิตที่ลดลง (Kadzere et al., 2002) นอกจากนี้สภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อสัตว์ตลอดชีวิตตั้งแต่อยู่ในท้อง (Cattaneo et al., 2022) การเลือกพ่อพันธุ์ที่ทนต่อความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อนมีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม (Aguilar et al., 2009) และบางรายงานให้ความสำคัญกับการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (Collier et al., 1982; De Rensis and Scaramuzzi, 2003; Rauw and Gomez-Raya, 2015)

## 3.3 ความสามารถทางพันธุกรรม

การพิจารณาคัดเลือกลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจของพ่อแม่พันธุ์โคนมดังที่กล่าวมาสามารถพิจารณาจาก **ความสามารถทางพันธุกรรม หรือ คุณค่าการผสมพันธุ์ที่ประมาณค่าได้ (EBV; Estimated Breeding Value)** ซึ่งปัจจุบันได้ปรับมาใช้ในการคัดเลือกด้วยค่าพันธุกรรมจีโนม (GEBV) แทนการประเมินพันธุกรรมแบบดั้งเดิม (กรมปศุสัตว์, 2567) และมีการจัดอันดับของพ่อพันธุ์ (Ranking) ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจในการคัดเลือก ส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าทางพันธุกรรมที่รวดเร็วยิ่งขึ้น (Buaban et al., 2021) จากข้อมูลของลูกที่เกิดและผลผลิตน้ำนมหรือลักษณะการแสดงออกที่สนใจภายใต้สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โคนม เพื่อใช้ในการพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมของโคนมได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากค่า EBV เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางพันธุกรรมที่โคตัวนั้นๆ มีอยู่และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้ ดังนั้นการทำความเข้าใจถึงคุณลักษณะและการใช้ประโยชน์จากค่าความสามารถทางพันธุกรรม นอกจากจะช่วยให้เกษตรกรสามารถคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โคนมเพื่อใช้ในการพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่

สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วยังช่วยลดความเสี่ยงในการตัดสินใจเลือกใช้พ่อแม่พันธุ์โคนมที่ผิดพลาดด้วยเช่นกัน

คุณค่าการผสมพันธุ์ของโคพ่อพันธุ์แต่ละตัว แสดงถึงความสามารถทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์ที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกที่ถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมของประชากรนั้นๆ ที่หน่วยงานองค์กรหรือประเทศนำมาประเมิน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับและคัดเลือกสัตว์พ่อแม่พันธุ์จากพันธุกรรมตามแผนการปรับปรุงพันธุ์ ให้สามารถเปรียบเทียบสัตว์ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เนื่องจากไม่สามารถหาค่า Breeding Value ที่แท้จริงของสัตว์ได้ จึงใช้วิธีการประเมินหรือประมาณเป็นค่าการผสมพันธุ์ ที่เรียกว่า Estimated Breeding Value หรือ Expected Breeding Value (EBV) ดังนั้นค่าเหล่านี้จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบข้ามหน่วยงานองค์กรหรือประเทศได้ นอกจากนี้คุณค่าการผสมพันธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละครั้ง หรือในแต่ละปีนั้นไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่าเดิมและมีค่าทั้งที่เป็นบวกและลบแตกต่างกันไปเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรในขณะนั้น เนื่องจากขนาดและโครงสร้างของประชากรที่นำมาพิจารณาในแต่ละปีนั้นไม่เหมือนกัน

ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก มีการสร้าง พัฒนา และปรับปรุงพันธุ์โคนมที่แตกต่างกันไป แต่โดยพื้นฐานส่วนใหญ่ใช้เทคนิค BLUP (Best linear unbiased prediction) ในการประเมินพันธุกรรมตามโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ที่แตกต่างไป โดยใช้ชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เนื่องจากมีค่ามาตรฐานของประชากรโคนม วิธีการคำนวณ และแหล่งที่มาของข้อมูลของแต่ละประเทศแตกต่างกัน ดังนั้น การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โคนม ต้องทำความเข้าใจ หรือความหมายของค่าการผสมพันธุ์ และศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) EBV (Estimated breeding value) หมายถึง ความสามารถทางพันธุกรรม หรือ คุณค่าการผสมพันธุ์ที่ประมาณค่าได้ ซึ่งเป็นค่าคาดคะเนคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะหนึ่งที่มีอยู่ในตัวพ่อพันธุ์ ใช้ในประเทศ แคนาดา ฝรั่งเศส นิวซีแลนด์ ญี่ปุ่น และไทย

2) EPD (Expected progeny difference) หมายถึงค่าทำนายทางพันธุกรรมของลักษณะหนึ่งในลูกที่เกิดจากพ่อพันธุ์ ใช้ในประเทศ สหรัฐอเมริกา

3) PTA (Predicted transmitting ability) เป็นค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะของพ่อพันธุ์ไปสู่ลูก นิยมใช้ในประเทศ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร โดยทั่วไปแล้ว PTA, ETA หรือ EDP มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของคุณค่าการผสมพันธุ์ที่ประมาณได้ ซึ่งจะแสดงค่าของแต่ละลักษณะ

4) Selection Index หรือดัชนีการคัดเลือก นิยมใช้ในกรณี ที่ต้องการคัดเลือกหลายลักษณะในครั้งเดียว เป็นการคำนวณจากค่า EBV ที่คำนวณจากการวิเคราะห์พร้อมกันหลายลักษณะ ซึ่งมีประสิทธิภาพและแม่นยำขึ้น อาทิเช่น

- Linear Composite Indexes เป็นการรวมเอา linear type traits หลายๆ ลักษณะที่เกี่ยวข้องกันไปเป็นค่าของตัวเลขเดียว ที่รวมดัชนีการคัดเลือกลักษณะของเต้านม และลักษณะขาและกีบ

- Total Performance Indexes (TPI) เป็นการรวมเอาดัชนีการคัดเลือกลักษณะรูปร่าง การให้ผลผลิต และสุขภาพ

5) STA (Standard Transmitting Ability) เป็นค่าความสามารถในการถ่ายทอดของลักษณะที่ถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ นิยมให้ค่าเฉลี่ยหรือค่ามาตรฐานของฝูงเป็น 0 โดยแสดงเป็นค่าบวกหรือลบ

6) Reliability (REL or R) หมายถึง ความเชื่อมั่น และ Accuracy (ACC) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำ เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงระดับความผันแปรของพันธุกรรมที่จะแสดงออก เมื่อนำสัตว์ตัวนั้นไปใช้เป็นพ่อพันธุ์ โดยค่า ACC จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีข้อมูลลูกหลานเพิ่มเติม พ่อพันธุ์ที่มีลูกโคจำนวนมากในฝูงที่แตกต่างกันหลายฝูงจะมีตัวเลขที่มีความแม่นยำสูง ยิ่งค่าความแม่นยำสูง ความเสี่ยงที่ค่าการผสมพันธุ์จะเปลี่ยนแปลงเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมก็จะยิ่งน้อยลง ช่วงความแม่นยำนิยมแสดงเป็นค่า 0.0 ถึง 1.0 หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

### 3.4 ค่าอัตราพันธุกรรม (Heritability)

ค่าอัตราพันธุกรรม หมายถึงอัตราส่วนของลักษณะทางพันธุกรรมต่อลักษณะปรากฏ โดยทั่วไป สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $h^2$  โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 หรือจาก 0% ถึง 100% ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมเป็นค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญและใช้เป็นตัวกำหนดแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากค่าอัตราพันธุกรรมเป็นสัดส่วนของความแปรปรวนอันเนื่องมาจากพันธุกรรมต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ รวมทั้งค่าอัตราพันธุกรรมบ่งชี้ให้ทราบว่าลักษณะปรากฏมีผลมาจากพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด (สมชัย, 2549) ในการคัดเลือกลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ-ปานกลาง การประเมินพันธุกรรมจีโนมจะมีประสิทธิภาพและความแม่นยำของการคัดเลือกสูงกว่าการประเมินแบบดั้งเดิม (González-Recio et al., 2009) แต่ในลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำจะพบว่าค่าความแม่นยำของคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมมีแนวโน้มไม่คงที่และมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง เนื่องจากลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำมีอิทธิพลของปัจจัยทางพันธุกรรมน้อย หรือมีอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมอยู่น้อย (Additive gene effect, A) ทำให้การแสดงออกทางพันธุกรรมต่ำตามมา นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าความแม่นยำของคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมต่ำไปด้วย (Villumsen et al., 2009) ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมมีคุณสมบัติเป็นค่าที่ประเมินเพื่อใช้สำหรับลักษณะใดลักษณะหนึ่งเฉพาะฟาร์มใดฟาร์มหนึ่งหรือฝูงใดฝูงหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมในโคนมต่างฝูงหรือต่างประชากรกันได้ การนำค่าอัตราพันธุกรรมไปใช้กับโคนมฝูงอื่น ซึ่งแต่ละลักษณะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป ค่าอัตราพันธุกรรมสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่มดังนี้

1) ค่าอัตราพันธุกรรมสูง มีค่าอยู่ในช่วง  $> 0.4$  ถึง 1.0 แสดงถึงลักษณะที่ได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมมากกว่าสิ่งแวดล้อม ดังนั้นสามารถพิจารณาคัดเลือกจากลักษณะปรากฏของสัตว์ได้อย่างแม่นยำ และค่าอัตราพันธุกรรมสูงจะส่งผลให้การปรับปรุงพันธุกรรมในลักษณะดังกล่าวจะเห็นผลอย่างรวดเร็ว เช่น เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์ซาก เป็นต้น

2) ค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง  $> 0.2$  ถึง  $< 0.4$  ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณที่มีการควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมร่วมด้วย ดังนั้น

การปรับปรุงพันธุ์จึงมีความสำคัญพอๆ กับการจัดการ และส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การจับคู่การผสมพันธุ์ที่ถูกต้องร่วมกับการคัดเลือกจะสามารถทำให้เกิดความก้าวหน้าทางพันธุกรรมได้เร็วขึ้น ได้แก่ ลักษณะเชิงปริมาณต่างๆ เช่น การให้นม การเจริญเติบโต เป็นต้น

3) ค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.0 ถึง  $< 0.2$  แสดงว่าการปรับปรุงลักษณะนั้นๆ ควรเน้นการปรับปรุงสภาพแวดล้อมหรือการจัดการที่เหมาะสม จะให้ผลคุ้มค่ามากกว่าการปรับปรุงพันธุกรรม หากต้องการการคัดเลือกโดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏของสัตว์แต่ละตัวโดยตรงจะมีความแม่นยำต่ำ ปัจจุบันจึงอาศัยเทคโนโลยีจีโนมเข้ามาช่วยให้การประเมินมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น หรือการพิจารณาข้อมูลอื่นๆ หลากหลายด้านมาประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ลักษณะทางการสืบพันธุ์ และลักษณะทางด้านการต้านทานโรค เป็นต้น

### 3.5 เทคนิคการอ่านค่าทางพันธุกรรม

1) การวัดความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่เทียบกับค่ามาตรฐานแบบปีฐานเคลื่อนที่ (Rolling base year) เป็นความก้าวหน้าทางพันธุกรรมปีต่อปี จึงมักจะมีค่าน้อยกว่าการวัดความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่เทียบกับค่ามาตรฐานแบบปีฐานคงที่ (Fixed base year)

2) การคำนวณค่าความสามารถทางพันธุกรรม ส่วนใหญ่มีสมมุติฐานและรายละเอียดในวิธีการที่แตกต่างกันไป เช่น ค่าคาดคะเนคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) เป็นค่าทางพันธุกรรมของแต่ละลักษณะในตัวพ่อพันธุ์ ซึ่งได้มาจากพ่อและแม่ของพ่อพันธุ์รวมกัน มีค่าเป็นสองเท่าของค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ (PTA และ ETA) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าพันธุกรรมที่มีในตัวพ่อพันธุ์จะถ่ายทอดไปให้ลูกได้เท่าไร

3) ค่าความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ของพ่อพันธุ์ (PTA และ ETA) ส่วนมากคำนวณเป็นค่าทำนายเมื่อลูกสาวมีอายุโตเต็มวัย (7 ปี) (Mature equivalent record) เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น แต่ก็ยังมีบางประเทศที่คำนวณเป็นค่าทำนายเมื่อลูกสาวให้ลูกตัวแรก (First lactation record) (EBV) เช่น ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศไทย ทำให้การนำเสนอค่าทำนายของลักษณะต่างๆ ในระบบที่ปรับข้อมูลไป ณ เวลาเมื่อลูกสาวมีอายุโตเต็มวัยมีค่าสูงกว่าการใช้ค่าทำนายเมื่อใช้ข้อมูลของลูกสาวที่ให้ลูกตัวแรก

4) การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละลักษณะเมื่อคำนวณค่าดัชนีรวม เช่น ดัชนีหรือคะแนนรวมของลักษณะผลผลิต และลักษณะรูปร่างจะต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม การเลี้ยงดู และความต้องการของตลาดน้ำนมในแต่ละประเทศ ทำให้แผนการคัดเลือก และการปรับปรุงพันธุ์แตกต่างกัน การให้น้ำหนักความสำคัญของลักษณะต่างๆ ในการประเมินพ่อพันธุ์ของแต่ละประเทศจึงไม่เท่ากัน และไม่สามารถนำค่าดัชนีมาเปรียบเทียบกันได้

ดังนั้น การเลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์เพื่อใช้ผสมเทียมโดยเปรียบเทียบระหว่างพ่อพันธุ์ที่มาจากประเทศเดียวกัน โดยวางแผนเลือกลักษณะที่ต้องการปรับปรุงเสียก่อนจึงพิจารณาเลือกใช้น้ำเชื้อที่มีคุณลักษณะตามต้องการต่อไป เช่น ฟาร์มที่มีแม่โคให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ และคุณภาพน้ำนม เช่น ไขมันไม่ได้เป็นตัวกำหนดราคา อาจวางแผนปรับปรุงลักษณะการให้ปริมาณน้ำนมแต่เพียงอย่างเดียว การเลือกใช้น้ำเชื้อควรพิจารณาเลือกความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะปริมาณน้ำนมจากพ่อพันธุ์ที่มีค่าเป็นบวกสูงๆ เป็นต้น

### 3.6 การอ่านสมุดพ่อพันธุ์

สมุดพ่อพันธุ์ หรือ Sire summary หรือ Sire directory หรือ Sire catalog เป็นค่าการทำนายทางพันธุกรรมในโคนม ที่บ่งบอกคุณสมบัติของพ่อพันธุ์ สำหรับเลือกใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ ในการปรับปรุงพันธุ์ซึ่งจะยกตัวอย่างในส่วนของสมุดพ่อพันธุ์ของต่างประเทศ และในประเทศไทย ซึ่งเป็นการแสดงข้อมูลและลักษณะเด่นของพ่อพันธุ์ ที่ได้จากการประเมินความสามารถของพ่อพันธุ์ในการถ่ายทอด อัตราการเจริญเติบโตไปยังลูกหลาน จากข้อมูลของลูกสาว เครือญาติ หรือจากจีโนมของพ่อพันธุ์ ประกอบด้วย ซึ่งสะท้อนออกมาเป็นจำนวนคะแนนที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละสายพันธุ์ หรือหน่วยที่ทำการประเมิน

#### 3.6.1 ข้อควรระวังในการอ่านสมุดพ่อพันธุ์

- 1) ไม่สามารถเปรียบเทียบค่าพันธุกรรมในสมุดพ่อพันธุ์ต่างแหล่งหรือต่างสมาคมได้ หรือแม้กระทั่งสมาคมเดียวกันแต่ต่างเล่ม เช่น เล่มเก่ากับเล่มใหม่ เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลอ้างอิงที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี
- 2) ค่าพันธุกรรมที่แสดงในสมุดพ่อพันธุ์ เป็นการแสดงค่าที่เบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยของผู้ไม่ใช้การปรับปรุงการส่งออกของลูกหลานแต่ละตัว ดังนั้นอาจทำให้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแตกต่างจากค่าที่ประเมิน ทั้งดีหรือแย่กว่าค่าเฉลี่ย เนื่องจากค่าเฉลี่ยคำนวณมาจากข้อมูลของประชากรทั้งหมด
- 3) สมุดพ่อพันธุ์แต่ละค่าย อาจมีการแสดงค่าหรือการประเมินแต่ละลักษณะ แตกต่างกัน และมีอักษรย่อของแต่ละลักษณะต่างกัน ดังนั้น ต้องทำความเข้าใจของอักษรย่อหรือสัญลักษณ์เฉพาะที่แสดงในส่วนหน้าของสมุดพ่อพันธุ์แต่ละเล่มก่อนการพิจารณาค่าทางพันธุกรรมเสมอ
- 4) อักษรย่อที่ใช้แทนแต่ละสายพันธุ์อาจแตกต่างกันไปแต่ละแหล่งที่ประเมิน ดังนั้นอาจพบหรืออาจไม่พบสายพันธุ์บางสายพันธุ์ในสมุดพ่อพันธุ์แต่ละเล่ม
- 5) การแสดงค่าทางพันธุกรรมของสมุดพ่อพันธุ์แต่ละเล่ม อาจมีทั้งรูปแบบการแสดงเป็นค่าบวก หรือลบจากค่าเฉลี่ยผู้ หรือค่าความสามารถในการถ่ายทอดของลักษณะที่ถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ (Standard Transmitting Ability; STA) จำเป็นต้องพิจารณาค่าเฉลี่ยของผู้ที่จะระบุหรือแสดงไว้ในสมุดพ่อพันธุ์เล่มเดียวกับค่าทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์ตัวนั้นๆ

6) ไม่ควรเลือกพ่อพันธุ์ โดยพิจารณาจากลักษณะเด่นเพียงประการเดียว เนื่องจากการเลือกลักษณะเด่นประการหนึ่งอาจทำให้ฝูงมีบางลักษณะด้อยกว่าในด้านอื่น ยกตัวอย่างเช่น หากเลือกเฉพาะโคที่มีน้ำนมมาก คุณอาจได้โคที่มีลักษณะรูปร่างที่มีปัญหาด้านโครงสร้าง ควรเลือกลักษณะหลักที่สนใจ ร่วมกับลักษณะรองอื่นๆ ประกอบกัน เพื่อให้ลูกโคทดแทนมีลักษณะเด่นที่ดี และไม่ทำให้ลักษณะอื่นด้อยลง

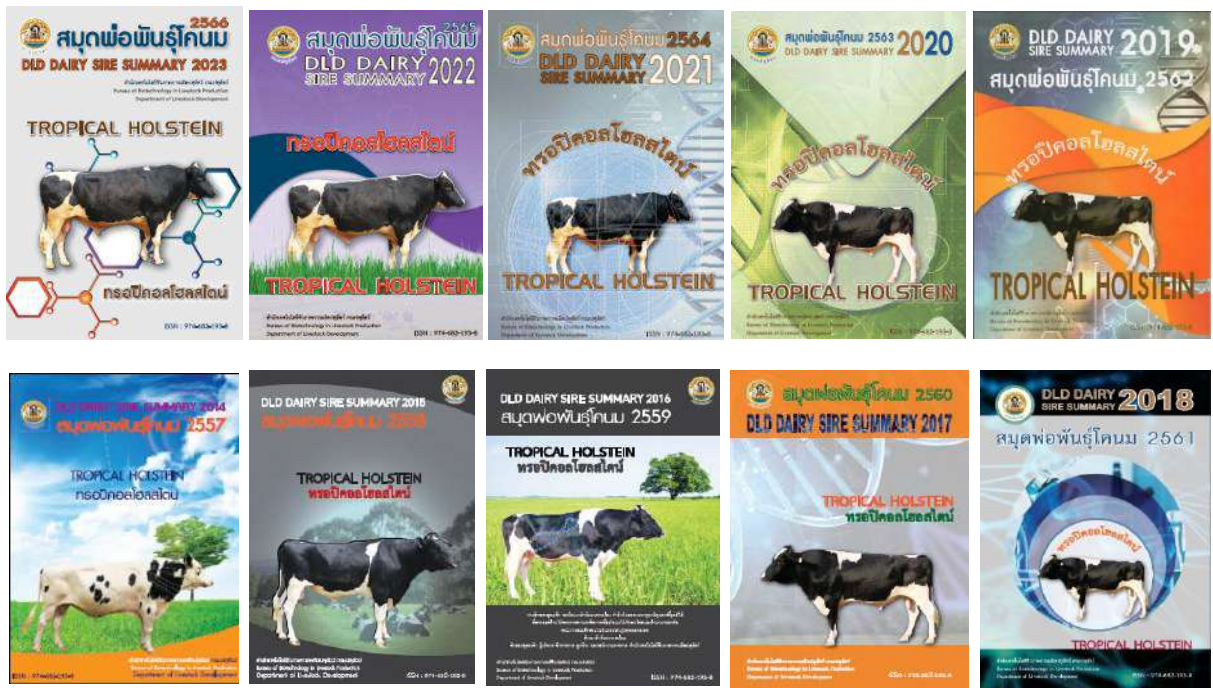
### 3.6.2 สมุดพ่อพันธุ์โคนมในประเทศไทย

การประเมินค่าทางพันธุกรรมพ่อโคนมในประเทศไทย มี 2 หน่วยงานหลัก ได้แก่ กรมปศุสัตว์ ซึ่งเป็นผู้พัฒนาโคนมสายพันธุ์ ทรอปิคอล โฮลสไตน์ และองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย มีการทดสอบพิสูจน์ และจัดทำสรุปผลการพิสูจน์พ่อพันธุ์ปีละครั้ง ในรูปแบบของสมุดพ่อพันธุ์ ซึ่งโดยหลักการจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่อาจมีลักษณะ และการแสดงค่าทางพันธุกรรม แตกต่างกัน

#### 1) สมุดพ่อพันธุ์โคนม กรมปศุสัตว์ (DLD DAIRY SIRE SUMMARY)

สมุดพ่อพันธุ์โคนม กรมปศุสัตว์ แสดงค่าทางพันธุกรรมเป็น Genomic breeding value (GEBV) โดยประมาณจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลลักษณะของตัวพ่อพันธุ์ที่วัดได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลของตัวสัตว์ ข้อมูลจากลูก ข้อมูลจากญาติพี่น้อง และข้อมูลจากบรรพบุรุษ และข้อมูลจีโนมไพบ์เปรียบเทียบความแตกต่างจากพันธุกรรมพื้นฐาน (Genetic base) ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยของลักษณะปริมาณน้ำนม ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ฯลฯ ของประชากรทั้งหมด ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง (Rolling base year) ดังนั้นคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมจึงเป็นค่าสัมพัทธ์หรือค่าเปรียบเทียบ (Relative value) อาจมีค่าเป็นบวกหรือลบ เมื่อค่าการผสมพันธุ์สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร และมีหน่วยนับตามลักษณะที่วัด เช่น ลักษณะปริมาณน้ำนม ปริมาณไขมัน และปริมาณโปรตีน มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ลักษณะเปอร์เซ็นต์ไขมัน และเปอร์เซ็นต์โปรตีน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ลักษณะอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกมีหน่วยเป็นเดือน เป็นต้น

โดยนำเสนอข้อมูลทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมที่มีความดีเด่นในแต่ละด้าน และจัดลำดับพ่อพันธุ์ตามลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของโคนมพันธุ์ ทรอปิคอล โฮลสไตน์ ซึ่งปัจจุบันใช้การประเมินความสามารถทางพันธุกรรม (Genomic estimated breeding value; GEBV) ด้วยเทคโนโลยีการคัดเลือกด้วยจีโนม (Genomic selection) ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยกำหนดเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์โคนมเป็นไป ทิศทางเดียวกับเป้าหมายในระดับนานาชาติ ซึ่งมีทั้งลักษณะการให้ผลผลิต ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ และลักษณะรูปร่าง โดยใช้ข้อมูล SNP ร่วมกับข้อมูลพันธุ์ประวัติของโคแต่ละตัว ข้อมูลเครือญาติ และข้อมูลลักษณะปรากฏ แทนการคัดเลือกแบบดั้งเดิม ซึ่งจะช่วยให้โคนมในประเทศไทยมีพันธุกรรมที่ดีขึ้น มีความถูกต้องและแม่นยำในการคัดเลือก และช่วยลดชั่วอายุ ในการสร้างพ่อแม่พันธุ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2567) ดังภาพที่ 3.1-3.2



ภาพที่ 3.1 สมุดพ่อพันธุ์โคนม กรมปศุสัตว์ (DLD DAIRY SIRE SUMMARY)

**ANIMAL ID TH417 (GEAT)**



**พันธุ์ประวัติ (Pedigree)**

นมแม่เลขพ่อ (Sire ID): 90TH3913-ET  
 นมแม่เลขแม่ (Dam ID): 30531037  
 2-09 2x 305d 6.00NM 2337 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 4-09 2x 305d 6.00NM 1987 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 5-09 2x 305d 6.00NM 1987 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 6-09 2x 305d 6.00NM 1987 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP

นมแม่เลขตัว (MGS ID): 87TH2059  
 นมแม่เลขตัว (MGS ID): 30531038  
 4-09 2x 305d 6.00NM 2137 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 6-09 2x 305d 6.00NM 2137 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 8-09 2x 305d 6.00NM 2137 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 9-09 2x 305d 6.00NM 2137 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP

**ลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนม (Milk Production Traits)**

| ลักษณะ (Traits)                                                               | GERV   | ค่าตัว (Acc) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน (ก.) (305-D Milk Yield; kg)                            | 503.82 | 0            |
| ไขมันรวมที่ 305 วัน (ก.) (305-D Fat Yield; kg)                                | 15.86  | 0            |
| โปรตีนรวมที่ 305 วัน (ก.) (305-D Protein Yield; kg)                           | 18.71  | 0            |
| เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%) (Fat Percentage; %)                                      | 0.00   | 0            |
| เปอร์เซ็นต์โปรตีน (%) (Protein Percentage; %)                                 | 0.08   | 0            |
| เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในนม (Total solid percentage; %)                     | 0.05   | 0            |
| จำนวนลูกสาว (Daughters)                                                       |        |              |
| จำนวนข้อมูลประวัติประจำวันต่อลูกสาว (Number of Test Day Records per Daughter) |        |              |

**ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ (Fertility Trait)**

| ลักษณะ (Traits)                                               | GERV  | ค่าตัว (Acc) |
|---------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| อายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (เดือน) (Age at First Calving Month) | -1.28 | 0            |

**ลักษณะสุขภาพ (Health Trait)**

| ลักษณะ (Traits)                                      | GERV  | ค่าตัว (Acc) |
|------------------------------------------------------|-------|--------------|
| คะแนนโรคติดเชื้อ (คะแนน) (Somatic cell score; Score) | -0.02 | 0            |

**ANIMAL ID TH403 (FABLAN)**



**พันธุ์ประวัติ (Pedigree)**

นมแม่เลขพ่อ (Sire ID): 93TH1308  
 นมแม่เลขแม่ (Dam ID): 16498155  
 1-09 2x 305d 6.00NM 2337 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 4-11 2x 305d 6.00NM 2237 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 6-04 2x 305d 6.00NM 2237 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP  
 7-05 2x 305d 6.00NM 2237 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP

นมแม่เลขตัว (MGS ID): 87TH2059  
 นมแม่เลขตัว (MGS ID): 16476805  
 7-10 2x 305d 6.00NM 1987 3.69NP 180P 11.0NP 12.0NP 12.0NP 12.0NP

**ลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนม (Milk Production Traits)**

| ลักษณะ (Traits)                                                               | GERV   | ค่าตัว (Acc) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| จำนวนน้ำนมที่ 305 วัน (ก.) (305-D Milk Yield; kg)                             | 813.39 |              |
| ไขมันรวมที่ 305 วัน (ก.) (305-D Fat Yield; kg)                                | 40.23  |              |
| โปรตีนรวมที่ 305 วัน (ก.) (305-D Protein Yield; kg)                           | 24.92  |              |
| เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%) (Fat Percentage; %)                                      | 0.31   |              |
| เปอร์เซ็นต์โปรตีน (%) (Protein Percentage; %)                                 | 0.02   |              |
| เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในนม (Total solid percentage; %)                     | 0.32   |              |
| จำนวนลูกสาว (Daughters)                                                       |        |              |
| จำนวนข้อมูลประวัติประจำวันต่อลูกสาว (Number of Test Day Records per Daughter) |        |              |

**ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ (Fertility Trait)**

| ลักษณะ (Traits)                                               | GERV  | ค่าตัว (Acc) |
|---------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| อายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (เดือน) (Age at First Calving Month) | -1.77 |              |

**ลักษณะสุขภาพ (Health Trait)**

| ลักษณะ (Traits)                                      | GERV | ค่าตัว (Acc) |
|------------------------------------------------------|------|--------------|
| คะแนนโรคติดเชื้อ (คะแนน) (Somatic cell score; Score) | 0.61 |              |

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลของพ่อพันธุ์และค่าการผสมพันธุ์

### 3.6.3 วิธีการอ่านสมุดพ่พันธุ์โคนม กรมปศุสัตว์

1) **ลำดับที่** หมายถึงลำดับซึ่งเกิดจากการเรียงลำดับของพ่พันธุ์ตามค่า GEBV (Genomic Estimated Breeding Value) ของปริมาณน้ำนมที่ 305 วันที่มีความเชื่อมั่นมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จากมากไปหาน้อย

2) **หมายเลขพ่พันธุ์** หมายถึงหมายเลขของพ่พันธุ์ ซึ่งแต่ละหน่วยงานที่เป็นเจ้าของทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เป็นผู้กำหนด และปรากฏบนหลอดน้ำเชื้อแช่แข็ง หมายเลขพ่พันธุ์จากต่างประเทศที่ใช้อาจเป็นหมายเลขประจำตัวพ่พันธุ์ หรือรหัสผู้ผลิต + หมายเลขพ่พันธุ์ ตาม NAAB ยกตัวอย่างเช่น 11HO1479 และแสดงข้อความที่ผ่านการตรวจคัดกรองโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม คือ Bovine Leukocyte Adhesion Deficiency (BLAD) และ Complex Vertebral Malformation (CVM)

**ชื่อ:** ชื่อพ่พันธุ์ หน่วยงานที่เป็นเจ้าของทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเป็นผู้กำหนด

**พ่อ:** หมายเลขพ่อของพ่พันธุ์

3) **วันเกิด** หมายถึง วัน/เดือน/พ.ศ. ที่พ่พันธุ์เกิด

4) **พันธุ์** หมายถึงระดับสายเลือดของพ่พันธุ์ที่เป็นทั้งพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม ที่ยึดตามพันธุ์ โฮลสไตน์ ฟรีเซียน (HO) เป็นพันธุ์หลัก

5) **แหล่งกำเนิด** หมายถึงชื่อประเทศที่เป็นแหล่งกำเนิดพ่พันธุ์ หรือชื่อเจ้าของฟาร์มที่พ่พันธุ์ได้กำเนิด (แสดงด้วยชื่อ – นามสกุลของเจ้าของฟาร์ม)

6) **จำนวนลูกสาว** หมายถึง จำนวนลูกสาวของพ่พันธุ์ที่มีบันทึกข้อมูลของลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนม หรือบันทึกข้อมูลของลักษณะรูปร่าง โดยจำนวนลูกสาวนี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมของพ่พันธุ์

7) **คุณค่าการผสมพันธุ์จีโนม และค่าความเชื่อมั่น:** หมายถึง ค่าคาดคะเนคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมของลักษณะหนึ่งที่มีอยู่ในตัวพ่พันธุ์พร้อมทั้งค่าความเชื่อมั่นที่บอกให้ทราบถึงระดับความผันแปรของพันธุกรรมที่แสดงออกเมื่อนำสัตว์ตัวนั้นไปเป็นพ่พันธุ์ หรือบอกให้ทราบว่าคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมของพ่พันธุ์แต่ละตัวที่ประเมินได้มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ในสมุดพ่พันธุ์โคนมของกรมปศุสัตว์เล่มนี้ได้นำเสนอคุณค่าการผสมพันธุ์

- ลักษณะการให้ผลผลิตของพ่พันธุ์ในรูปแบบของ GEBV ไว้ 5 ลักษณะคือ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน (กก.) ปริมาณไขมันที่ 305 วัน(กก.) ปริมาณโปรตีนที่ 305 วัน (กก.) เปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์โปรตีน

- ส่วนลักษณะรูปร่าง แสดงคุณค่าการผสมพันธุ์ในรูปแบบที่ถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน เพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ 3 ลักษณะ ประกอบไปด้วยลักษณะขาและกีบ ลักษณะเต้านม และลักษณะรูปร่างโดยรวม

- ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ 1 ลักษณะ คือ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก

- ลักษณะสุขภาพ 1 ลักษณะ คือ คะแนนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม

## 2) ความสามารถทางพันธุกรรมพ่อแม่พันธุ์โคนม อ.ส.ค.

### (D.P.O. SIRE & DAM SUMMARY)

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) เป็นอีกหน่วยงานที่มีการพัฒนาระบบการประเมินความสามารถทางพันธุกรรมจีโนมโคนม เพื่อการทำนายและการคัดเลือกที่แม่นยำ ช่วยลดระยะห่างระหว่างรุ่นในพ่อพันธุ์ โดยเผยแพร่ในหนังสือความสามารถทางพันธุกรรมพ่อแม่พันธุ์โคนม อ.ส.ค. ต่อเนื่องเป็นระยะเวลากว่า 27 ปี ในปีล่าสุดใช้ข้อมูลลักษณะปรากฏร่วมกับข้อมูลพันธุ์ประวัติ และการกำหนดรายละเอียดทางพันธุกรรมจีโนมด้วยชิป GeneSeek Genomic Profiler สำหรับการคำนวณ GEBV ของลักษณะสำคัญ 10 ลักษณะ (อ.ส.ค., 2560) (ภาพที่ 3.3-3.4)



ภาพที่ 3.3 แสดงสมุดพ่อพันธุ์โคนม (Sire for the future) ของ อ.ส.ค.



- ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม ได้แก่ ปริมาณน้ำนมรวม 305 วัน ไขมันนมเฉลี่ย 305 วัน โปรตีนนมเฉลี่ย 305 วัน ของแข็งรวมเฉลี่ย 305 วัน และจำนวนเซลล์โซมาติกเฉลี่ย 305 วัน
- รูปแบบการให้ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตน้ำนมเริ่มต้น ผลผลิตน้ำนมสูงสุด และระยะการให้นม
- ความสมบูรณ์พันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อผสมติดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก

### 3.6.3 สมุดพ่อพันธุ์โคนมในต่างประเทศ

ในบทนี้ จะยกตัวอย่างสมุดพ่อพันธุ์โคนมในบางประเทศ ที่นิยมนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย เช่น SIRE SUMMARIES สมาคมโฮลสไตน์ของสหรัฐอเมริกา (Holstein association USA. Inc) ข้อมูลของพ่อพันธุ์ใน SIRE SUMMARIES (Holstein association USA. Inc) ประกอบด้วยข้อมูลสำคัญของพ่อพันธุ์นั้นๆ ไม่ว่าจะเป็น ชื่อ หมายเลข พันธุ์ประวัติ แหล่งกำเนิด และค่าการผสมพันธุ์ที่ จำแนกประเภทหรือหมวดหมู่หลักๆ ได้แก่ คะแนนตามค่าดัชนีการคัดเลือก การให้ผลผลิตน้ำนม โครงสร้างร่างกาย ความจุของร่างกาย ขาและกีบ โครงสร้างเต้านม โดยมีองค์ประกอบ 10 ส่วน (ภาพที่ 3.5)



#### HOW TO READ

## Holstein Sire Information

| 7       |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 8    |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 9    |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TRAIT   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | STA  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2    |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Protein |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,58 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | High |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 1) ส่วนข้อมูลและประวัติพ่อพันธุ์ (Identification pedigree block) (ภาพที่ 3.4)

**บรรทัดที่ 1** แสดงชื่อพ่อพันธุ์ที่ได้ขึ้นทะเบียน และ ดัชนีประสิทธิภาพโดยรวม (Total performance index) แสดงค่าบวกลบ ส่วนอักษรย่อ G หรือ M แสดงที่ทำการทดสอบด้วยจีโนมหรือข้อมูล

**บรรทัดที่ 2** รหัสประเทศที่ขึ้นทะเบียน หมายเลขพ่อพันธุ์ที่ขึ้นทะเบียน ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ตามที่บรรพบุรุษได้ขึ้นทะเบียนไว้ตามด้วยแหล่งกำเนิดจากในประเทศจะแสดงเป็น NA (North America) หรือต่างประเทศจะแสดงเป็น I (International) จากนั้นตามด้วย รหัสที่เป็นผลการทดสอบโรคหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม และกำกับด้วยเลขยกกำลัง (<sup>1</sup>Recessive gene carrier และ <sup>2</sup>Dominant gene carrier) (ตารางที่ 3.1) วันเกิด และอักษรย่อการเป็นพ่อพันธุ์ดีเด่น (GM; Gold medal sire Recognition)

**บรรทัดที่ 3 และ 4** เป็นข้อมูลของพ่อของพ่อพันธุ์ ประกอบด้วย ชื่อ ค่าดัชนีประสิทธิภาพโดยรวม ส่วนอักษรย่อ G หรือ M แสดงที่ทำการทดสอบด้วยจีโนมหรือข้อมูล หมายเลขพ่อพันธุ์ที่ขึ้นทะเบียน ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ รหัสที่เป็นผลการทดสอบโรคหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม คะแนนของการจัดลำดับ และ Gold medal sire Recognition (GM)

**บรรทัดที่ 5 และ 6** เป็นข้อมูลของพ่อของพ่อพันธุ์ ประกอบด้วย ชื่อ ค่าดัชนีประสิทธิภาพโดยรวม ส่วนอักษรย่อ G หรือ M แสดงที่ทำการทดสอบด้วยจีโนมหรือข้อมูล หมายเลขพ่อพันธุ์ที่ขึ้นทะเบียน ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ รหัสที่เป็นผลการทดสอบโรคหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม คะแนนของการจัดลำดับ และ Gold Medal Dam, Dam of Merit (GMD DOM)

#### ตารางที่ 3.1 ความหมายของอักษรย่อหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

| ผลการทดสอบโรคหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม                | การแสดงออก                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BD: Bulldog                                                  | โรคที่ทำให้ลูกโคตายแรกคลอด มีอาการแคะแกร็น ลำตัวขาและกระดูกสันหลังสั้น ใบหน้าและขาผิดปกติ                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| BL: Bovine Leukocyte Adhesion Deficiency (BLAD) <sup>1</sup> | โรคบกพร่องทางภูมิคุ้มกัน และขาดความสมบูรณ์ ลูกโคมักจะตายตั้งแต่อายุน้อย 1-2 เดือน การเกิดเนื้อตาย (Necrotic tissue) ร่วมกับการติดเชื้อของบริเวณเยื่อต่างๆ และลำไส้ โดยลูกโคที่เป็นโรคมักมีไข้ ซึม เบื่ออาหาร ปอดอักเสบเรื้อรัง ท้องเสีย มีแผลหลุม (Ulcer) ใน ช่องปากและกระเพาะอาหาร เหงือกอักเสบ ช่องท้องอักเสบ ฟันหลุดร่วง และไม่ค่อยเจริญเติบโต รวมถึงแผล หายช้า ผิวหนังอักเสบ และเกิดการติดเชื้อซ้ำๆ |
| TL: Tested free of BLAD                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| BY: Brachyspina <sup>1</sup>                                 | เป็นลักษณะด้อยของยีนเดี่ยว ซึ่งอาจทำให้ตัวอ่อนตายในครรภ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| TY: Tested free of Brachyspina                               | หรือเกิดความผิดปกติทางร่างกายอื่นๆ ลักษณะเด่นคือกระดูกสันหลังสั้น ขายาว และอวัยวะผิดปกติ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| ผลการทดสอบโรคหรือลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม                                                                                                                                                                                 | การแสดงออก                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CD: Cholesterol Deficiency <sup>1</sup><br>TC: Tested free of Cholesterol Deficiency                                                                                                                                          | ภาวะไขมันในเลือดต่ำ ส่งผลต่อการเผาผลาญไขมัน และทำให้ลูกโคตายตั้งแต่อายุน้อย โดยปกติภายใน 3 สัปดาห์ถึง 6 เดือน เป็นผลจากอาการท้องเสียเรื้อรังและการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ |
| CV: Complex Vertebral Malformation (CVM) <sup>1</sup><br>TV: Tested Free of CVM                                                                                                                                               | โรคทางพันธุกรรมที่ร้ายแรง ส่งผลให้ลูกโคมีรูปร่างผิดปกติตัวเอง หรือตายในเวลาไม่นานหลังคลอด เกิดจากการกลายพันธุ์แบบมิสเซนส์ในยีน SLC35A3                                  |
| DP: Deficiency of Uridine Monophosphate Synthase (DUMPS) <sup>1</sup><br>TD: Tested free of DUMPS                                                                                                                             | โรคทางพันธุกรรมที่ร้ายแรง ส่งผลต่อการกลายพันธุ์ในยีนที่รับผิดชอบต่อการผลิตเอนไซม์ยูริดีนโมโนฟอสเฟตซินเทส (UMPS) ส่งผลให้เอ็มบริโอในระยะเริ่มต้นตาย                      |
| MF: Mule-Foot <sup>1</sup><br>TM: Tested free of Mule-Foot                                                                                                                                                                    | หรือที่เรียกอีกอย่างว่า Syndactyly เป็นความผิดปกติทางพัฒนาการในโคที่ส่งผลให้เท้าติดกัน เกิดจากการกลายพันธุ์แบบด้อยของยีน LRP4                                           |
| PO: Observed Polled <sup>2</sup><br>PC: Tested Heterozygous Polled <sup>2</sup><br>PP: Tested Homozygous Polled <sup>2</sup><br>TP: Tested free of the Polled Condition (horned)                                              | ลักษณะที่โคไม่มีเขา                                                                                                                                                     |
| RC: Recessive Red Carrier <sup>1</sup><br>B/R: Black/Red Coat <sup>Color1</sup><br>TR: Tested free of Recessive Red<br>DR1: Tested Heterozygous Dominant Red <sup>2</sup><br>DR2: Tested Homozygous Dominant Red <sup>2</sup> | ลักษณะสีขน ยีนแฝงขนสีแดง                                                                                                                                                |

## 2) ส่วนข้อมูลค่าการผสมพันธุ์การให้ผลผลิต (Production summary block)

**บรรทัดที่ 1** แสดงค่า PTA ของปริมาณน้ำนม มีค่าความเชื่อมั่น (%R), PTA ของฟ่อ, PTA ของแม่, ค่าเฉลี่ยของลูกสาว และค่าเฉลี่ยของฝูง

**บรรทัดที่ 2** แสดงค่า PTA ของเปอร์เซ็นต์ไขมัน มีค่าความเชื่อมั่น (%R), PTA ของฟ่อ, PTA ของแม่, ค่าเฉลี่ยของลูกสาว และค่าเฉลี่ยของฝูง

**บรรทัดที่ 3** แสดงค่า PTA ของเปอร์เซ็นต์โปรตีน มีค่าความเชื่อมั่น (%R), PTA ของฟ่อ, PTA ของแม่, ค่าเฉลี่ยของลูกสาว และค่าเฉลี่ยของฝูง

**บรรทัดที่ 4** เป็นข้อมูล วันที่ประเมิน จำนวนลูกสาวและฝูงสัตว์ เปอร์เซ็นต์ของบันทึกที่อยู่ระหว่างดำเนินการ และเปอร์เซ็นต์ของลูกสาวในสหรัฐอเมริกา

## 3) ส่วนของข้อมูลพันธุกรรมเพิ่มเติม (Additional genetic information)

**บรรทัดที่ 1** แสดงค่า PTA ของอายุการให้ผลผลิต (Productive Life, PL) ค่าความเชื่อมั่น (%R) PTA ของฟ่อ, PTA ของแม่ของพ่อพันธุ์ การคลอดลูกง่าย และค่าความเชื่อมั่น (%R)

**บรรทัดที่ 2** แสดงค่า PTA ของคะแนนเซลล์โซมาติกในน้ำนม, ค่าความเชื่อมั่น (%R), PTA ของพ่อพันธุ์, PTA ของแม่พันธุ์, การคลอดลูกง่าย และค่าความเชื่อมั่น (%R)

**บรรทัดที่ 3** แสดงค่า PTA ของประสิทธิภาพการใช้อาหาร, คุณค่ากำไรสุทธิ, คุณค่าการแปรรูปเป็นชีส, ดัชนีลักษณะสุขภาพโดยรวม, ดัชนีความสมบูรณ์พันธุ์, และค่าความเชื่อมั่น (%R)

## 4) ส่วนของลักษณะรูปร่างและโครงสร้าง (Type summary)

**บรรทัดที่ 1** แสดงค่า PTA ของลักษณะรูปร่างโดยรวม, ค่าความเชื่อมั่น (%R), PTA ของฟ่อ, PTA ของแม่, ลูก คะแนนเฉลี่ยสุดท้าย (SC) และ คะแนนเฉลี่ยที่ปรับตามอายุ (AASC)

**บรรทัดที่ 2** Udder Composition (UDC): ดัชนีการคัดเลือกเชิงเส้นสำหรับเต้านม (UDC), UDC ของฟ่อ, UDC ของแม่

**บรรทัดที่ 3** Feet & Leg Composition (FLC): ดัชนีการคัดเลือกเชิงเส้นสำหรับขาและกีบ (FLC), FLC ของฟ่อ, FLC ของแม่, ขนาสร้างกาย, ความจุเต้านม

**บรรทัดที่ 4** วันที่ประเมิน, จำนวนลูกและฝูง, ลูกที่มีประสิทธิผลต่อฝูง (EFT D/H) ลูกที่มีประสิทธิผลต่อฝูงเป็นตัวบ่งชี้การกระจายของลูกในแต่ละฝูง หากลูกที่มีประสิทธิผลแต่ละตัวอยู่ในฝูงแยกกัน ลูกที่มีประสิทธิผลต่อฝูงจะเท่ากับ 1.0 ยิ่งค่าของลูกสาวที่มีประสิทธิผลต่อฝูงต่ำเท่าใด จำนวนลูกหลานที่กำหนดก็จะยิ่งน่าเชื่อถือมากขึ้นเท่านั้น

## 5) ข้อมูลเจ้าของพ่อพันธุ์ (Ownership)

**บรรทัดที่ 1** ชื่อและรัฐของผู้เพาะพันธุ์โค

**บรรทัดที่ 2** ชื่อและรัฐของเจ้าของหรือผู้ครอบครองโค ตามที่บันทึกไว้กับ Holstein Association USA

บรรทัดที่ 3 ชื่อผู้เจ้าของโค ตามที่บันทึกไว้กับ NAAB (National Association of Animal Breeders)

6) ข้อมูลสถานะของพ่อพันธุ์ (NAAB Data)

บรรทัดที่ 1 สถานะน้ำเชื้อ

บรรทัดที่ 2 หมายเลข NAAB

บรรทัดที่ 3 ชื่อย่อ

7) ลักษณะรูปร่าง (Trait name)

8) คุณค่าการผสมพันธุ์ในมาตราส่วนมาตรฐาน (Standard transmitting ability, STA)

แสดงค่า STA ของลักษณะรูปร่างและโครงสร้างทั้ง 22 ประการ นิยมใช้เป็นค่าบวกหรือลบ 3 ช่วงหน่วยมาตรฐานจาก 0 เป็นการปรับให้เป็นมาตราส่วนมาตรฐานเดียวกันเพื่อง่ายต่อการเปรียบเทียบความดีเด่นในแต่ละลักษณะที่มีหน่วยนับต่างกัน

9) คำอธิบายเชิงชีววิทยา (Biological extreme) ประกอบด้วยคำอธิบายของค่าสูงสุดที่บ่งบอก ความดีเด่นทางชีววิทยาในลักษณะรูปร่างและโครงสร้างทั้ง 22 ลักษณะ เมื่อค่า STA ที่มีค่ามากกว่า 0.85 ขึ้นไป

10) รูปแบบกราฟของลักษณะ (Trait profile) ค่า STA พร้อมช่วงความเชื่อมั่น (CR) สำหรับแต่ละลักษณะ ของการประเมินความสามารถในการถ่ายทอด แลกที่แรงจาสะท้อน CR ของแต่ละลักษณะ เมื่อลูกสาวมีส่วนสนับสนุนการพิสูจน์มากขึ้น ความน่าเชื่อถือจะเพิ่มขึ้นและช่วงความเชื่อมั่นจะลดลง ในกรณีนี้ แลกที่แรงจะลดลง

### 3.7 การคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์

การคัดเลือกถือเป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์กรรมโคนมเนื่องจากจะช่วยให้ลักษณะที่ต้องการได้รับการปรับปรุงในชั่วรุ่นต่อไปให้ดีขึ้น เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ในประเทศไทยพิจารณาจากลักษณะปรากฏเป็นหลัก เช่น คัดเลือกโคนมที่ให้ปริมาณน้ำนมสูงเก็บไว้ โคนมที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ดี ซึ่งการคัดเลือกด้วยวิธีดังกล่าวมักพบข้อด้อยคือผลผลิตในรุ่นต่อมา มักไม่ค่อยสม่ำเสมอเหมือนกับการคัดเลือกโดยพิจารณาจากพันธุกรรมโดยตรงซึ่งมีความแม่นยำและส่งผลกระทบต่อความก้าวหน้าของการคัดเลือกได้รวดเร็ว โดยทั่วไปการคัดเลือกสามารถทำได้ทั้งการคัดเก็บลักษณะที่ต้องการ (Selecting) และคัดทิ้งในลักษณะที่ไม่ต้องการออกจากฝูง (Culling) ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์กรรม ดังนี้

#### 3.7.1 การคัดเลือกทีละลักษณะ (Tandem method)

เป็นวิธีที่คัดเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่งไปจนกว่าจะถึงเป้าหมายที่ตามที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงเริ่มคัดเลือกลักษณะอื่น จนกว่าจะได้ลักษณะตามที่ต้องการ ปัจจุบันเป็นวิธีที่นิยมใช้ในประเทศไทย แต่วิธีนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาของการปรับปรุงนานกว่าจะบรรลุครบทุกเป้าหมายที่ตั้งไว้ และอาจ

ส่งผลกระทบต่อลักษณะอื่นอาจด้อยลง เช่น ปริมาณน้ำนมมี ความสัมพันธ์ตรงข้ามกับเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม เป็นต้น

### 3.7.2 การคัดออก (Independent culling level method)

เป็นวิธีการที่ปรับปรุงจากวิธีการคัดเลือกที่ละลักษณะโดยมีหลักการคือสัตว์ที่มีสมรรถนะการให้ผลผลิตต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้จะถูกคัดทิ้ง แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดในส่วนที่สัตว์ตัวใดมีสมรรถนะการผลิตในลักษณะหนึ่งดีเด่นมาก แต่กลับให้ผลผลิตในอีกลักษณะหนึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานก็จะถูกคัดทิ้ง ซึ่งแทนที่สัตว์ตัวนั้นจะช่วยปรับปรุงค่าเฉลี่ยของลูกในลักษณะที่ดีเด่นในชั่วรุ่นต่อไปให้สูงขึ้น ทำให้สูญเสียโคนมที่มีพันธุกรรมที่ดีออกไปก่อนเวลาที่จะถ่ายทอดลักษณะเด่นไว้ในฝูง

### 3.7.3 การคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก (Selection index)

ดัชนีการคัดเลือกนอกจากจะนำมาประยุกต์ใช้ในการประมาณคุณค่าการผสมพันธุ์ในการคัดเลือกหลายลักษณะร่วมกันโดยคิดในรูปแบบของคะแนนรวม (Score) จากลักษณะต่างๆ ที่ต้องการคัดเลือก โดยมีหลักการคือจะทำการรวมคุณค่าการผสมพันธุ์จากหลายลักษณะของสัตว์แต่ละตัวซึ่งถ่วงน้ำหนักด้วยคุณค่าทางเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของแต่ละลักษณะที่เน้นในการคัดเลือกเพื่อให้ได้ค่าออกมาเป็นค่าเดียวแล้วนำมาใช้เปรียบเทียบระหว่างสัตว์หรือประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริง (จันทรจิรส, 2534) การพิจารณาเลือกลักษณะใดมาใช้ในการสร้างดัชนีการคัดเลือกขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของนักปรับปรุงพันธุ์ว่าจะเน้นลักษณะใดและลักษณะอื่นๆ มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเท่าใด แต่จะต้องคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด ดังนั้นดัชนีการคัดเลือกจึงมีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับว่ามีความแม่นยำมากที่สุด ในปัจจุบัน แต่ข้อจำกัดประการหนึ่งของการสร้างดัชนีการคัดเลือกในอดีตคือไม่สามารถนำดัชนีการคัดเลือกจากต่างประชากร ต่างฝูงเข้ามาเปรียบเทียบกันได้เนื่องจากไม่มีการปรับอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป

การวัดผลความสำเร็จของการคัดเลือกนั้นจะพิจารณาจากค่าความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ซึ่งต้องใช้หลักการประเมินพันธุกรรมเข้ามาช่วย โดยในลักษณะปริมาณนั้นจะวัดออกมาในรูปของอิทธิพลของยีนบวกสะสม (Additive gene effect) หรือที่เรียกว่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (Breeding value) ซึ่งอยู่ในรูปของตัวเลขแล้วจึงนำค่าตัวเลขดังกล่าวมาเรียงลำดับสัตว์เพื่อคัดเลือกเก็บไว้ในฟาร์มต่อไป นอกจากนี้ยังพิจารณาได้จากความก้าวหน้าของการคัดเลือกหรือผลตอบแทนของการคัดเลือกได้อีกทางหนึ่ง (Selection progress or selection response)

## 3.8 การผลิตและการคัดเลือกโคทดแทน

การได้มาซึ่งโคทดแทนภายในฝูงที่มีคุณภาพสูงกว่ารุ่นพ่อแม่ ถือเป็นการลงทุนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับเกษตรกร เนื่องจากลูกสาวทดแทนจะกลายมาเป็นแม่โคที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ ให้ผลผลิตดี และมีลูกเกิดในรุ่นถัดไป อย่างต่อเนื่อง การคัดเลือกโคแต่ละตัวในฝูงอย่างเหมาะสม มีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุกรรม และผลกำไรในอนาคต

การเลี้ยงลูกโคจนถึงเป็นสาวพร้อมผสม เกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศไทย ยังไม่มีการทดสอบสมรรถภาพหรือให้ความสำคัญมากนัก เนื่องจากเป็นกลุ่มโคที่ยังไม่มีผลผลิต และไม่มีผลตอบแทน จึงเป็นเพียงการเลี้ยงทั่วไป ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูลใดๆ ส่วนใหญ่จะสังเกตเพียงรูปร่าง ที่ไม่อ้วน หรือผอมเกินไป และไม่มีปัญหาการเจ็บป่วยรุนแรง ถึงขั้นรักษาไม่หาย ดังนั้น การวางแผนการทดสอบการจับคู่ผสมพันธุ์ที่เหมาะสม หรือการคัดเลือกลูกโคทดแทน มีความเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลต่างๆ (น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านนม น้ำหนักของแม่โค รูปร่าง และโครงสร้าง ฯลฯ) เพื่อวัดและประเมินประสิทธิภาพของโคอย่างเป็นรูปธรรม คำแนะนำสำหรับการคัดเลือกโคสาวทดแทน ส่วนใหญ่พิจารณาจากน้ำหนักหย่านนม ขนาดโครงร่าง รูปร่าง และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพ่อ แม่ หรือบรรพบุรุษ จากความสามารถในการให้ผลผลิตที่เป็นไปได้มากที่สุด ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ สุขภาพ และลักษณะนิสัย เป็นต้น

การเลี้ยงโคทดแทน จำเป็นต้องมีระบบหรือหลักเกณฑ์การคัดเลือก โดยอาจเริ่มต้นจากข้อมูล การเจริญเติบโต อาทิเช่น ข้อมูลน้ำหนักตัว ส่วนสูง ความจุของร่างกาย ความสมบูรณ์แข็งแรงของโครงสร้าง สุขภาพ (ความประหยัด) และลักษณะการผลิตที่สำคัญอื่นๆ ด้วยการจัดลำดับตามลักษณะต่างๆ เช่น น้ำหนักหย่านนม และคะแนนโครงสร้าง หากโคสาวตัวใดมีโครงสร้างร่างกายที่ไม่แข็งแรง ให้ตัดโคสาวตัวนั้นออกจากการพิจารณา และไม่ควรเลี้ยงโคสาวเป็นแฝดผู้เมีย ที่เรียกว่า ฟรีเมาร์ติน เนื่องจากมีโอกาสโคตัวดังกล่าวจะเป็นหมัน ไม่สามารถมีลูกได้

ข้อควรพิจารณาเบื้องต้นในการคัดเลือกลูกโคสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ในการสร้างพัฒนา และขยายฝูงโคของตนเอง ดังนี้

- 1) หากต้องการซื้อโคนมเข้าฟาร์ม ควรพิจารณาจากลักษณะสำคัญของสายพันธุ์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของฟาร์ม และความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมที่มีคุณสมบัติตามที่ตลาดต้องการ
- 2) พิจารณพันธุ์ประวัติ หรือระดับสายเลือด จากฟาร์มที่มีการขึ้นทะเบียน และการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระบบ มีข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์
- 3) พิจารณาผลผลิตสูงสุดของโคนมจะสังเกตได้ในช่วง 1-3 เดือนแรกในรอบการให้นมที่ 1-5 ดังนั้นโดยทั่วไป หรือข้อมูลค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำนมตลอดรอบการให้นม ผลผลิตสูงสุดจะสังเกตเห็นได้จนถึง 90 วันหลังคลอดลูก
- 4) ลักษณะโคนมที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตสูง ได้แก่ ความแข็งแรงของขาและกีบ รูปร่างบางทรงสามเหลี่ยมสมส่วน มีดวงตาที่สดใส และคอที่เรียวเล็ก เต้านมควรยึดติดกับช่องท้องได้ดี ผิวหนังของเต้านมควรมีเครือข่ายหลอดเลือดที่ดี เต้านมทั้งสี่ส่วนควรมีขอบเขตชัดเจนพร้อมหัวนมที่จัดวางอย่างเหมาะสม

- 5) มีศักยภาพในการเจริญเติบโตดี ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง รูปร่าง โครงสร้างสมส่วน และมีน้ำหนักก่อนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่เหมาะสม
- 6) โคลสาวที่น้ำหนักการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ โดยปกติจะคำนึงถึงการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วที่สุด เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการผสมติดง่าย ตั้งท้องและให้ลูกตัวแรกเร็ว ซึ่งบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคได้เป็นอย่างดี และการให้ผลผลิตน้ำนม
- 7) ระยะการเจริญเติบโตหลังหย่านมในระยะแรกจะเริ่มขึ้นในช่วงท้ายของระยะหย่านมไปถึงเป็นโคลสาว เป็นช่วงที่สามารถเร่งการจัดการให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีได้
- 8) โคลสาวต้องมีน้ำหนักตัวและอายุที่เหมาะสมสำหรับการผสมพันธุ์ ส่วนใหญ่มักพบโคลสาวที่มีอายุถึงวัยเจริญพันธุ์ แต่น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ อาจต้องพิจารณาควบคู่กับระบบการเลี้ยงและอาหารว่าเหมาะสมหรือไม่ เพื่อให้โคลสาวสามารถให้ผลผลิตที่ดีในระยะยาว และลดปัญหาการคลอดยาก
- 9) ควรให้โคลสาวทดแทนอยู่ในโปรแกรมสุขภาพที่ดี โคลสาวควรได้รับการฉีดวัคซีน และกำจัดพยาธิตามโปรแกรม ก่อนการผสมพันธุ์ครั้งแรก
- 10) ปัญหาการคลอดยากสำหรับโคลสาวที่ให้ลูกครั้งแรก เนื่องจากมาจากขนาดร่างกายที่ใหญ่เกินไปหรือมีขนาดเล็กเกินไป โคลสาวที่มีขนาดใหญ่และ/หรือโคลสาวที่มีช่องคลอดเล็ก ซึ่งหลักเกณฑ์ทั่วไปคือโคลสาว ควรมีขนาดลูกประมาณ 8% ของน้ำหนักตัว
- 11) วางแผนการจับคู่ผสมพันธุ์ในโคลสาว โดยการเลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ล่งหน้า ตามลักษณะที่ต้องการ ควบคู่กับ ข้อมูลลักษณะการคลอดยากในพ่อพันธุ์

## การจัดการฟาร์มและการปรับปรุงพันธุ์กรรม

การจัดการฟาร์มเป็นปัจจัยสำคัญในการดัดแปลงพันธุกรรมของโคนมออกมาให้ได้มากที่สุด แม้ว่าพันธุกรรมของโคนมจะดีแค่ไหนก็ตาม แต่ถ้าการจัดการฟาร์มไม่ดี จากโคที่ควรให้ผลผลิตน้ำนมสูงๆ ก็อาจทำให้ผลผลิตน้ำนมต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อีกทั้งยังทำให้ลูกโคที่เกิดมาเจริญเติบโตช้า เป็นสาวช้า ทำให้การผสม ตั้งท้องและรีดนมช้าออกไปด้วย ดังนั้นการจัดการฟาร์มที่ดีจะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนและระยะเวลาในการเลี้ยงดูลูกโค ได้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นจากโคที่ผสมได้ไวขึ้น ผสมติดได้ง่ายขึ้น และโคนมมีสุขภาพดีสมบูรณ์แข็งแรง

ในประเทศไทย การเลี้ยงโคนมต้องเผชิญกับความท้าทายจากปัจจัยหลายประการ เช่น อากาศร้อนถึงร้อนมาก ความชื้นสัมพัทธ์สูง ต้นทุนอาหารสัตว์ราคาแพง และโรคต่างๆ เช่น โรคเต้านมอักเสบ และโรคปากและเท้าเปื่อย การจัดการฟาร์มที่ดีจะช่วยลดผลกระทบจากปัญหาเหล่านี้ และทำให้โคนมสามารถแสดงออกตามพันธุกรรมของสายพันธุ์ได้อย่างเต็มที่

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการจัดการฟาร์มโคนม เพื่อให้สามารถแสดงออกถึงความสามารถทางพันธุกรรมได้อย่างเต็มศักยภาพ ประกอบด้วย การให้อาหารและโภชนาการสำหรับโคนม การจัดการโรงเรือนและการปรับสภาพแวดล้อม และการป้องกันโรคและการจัดการสุขภาพระดับฝูง

### 4.1 การให้อาหารและโภชนาการสำหรับโคนม

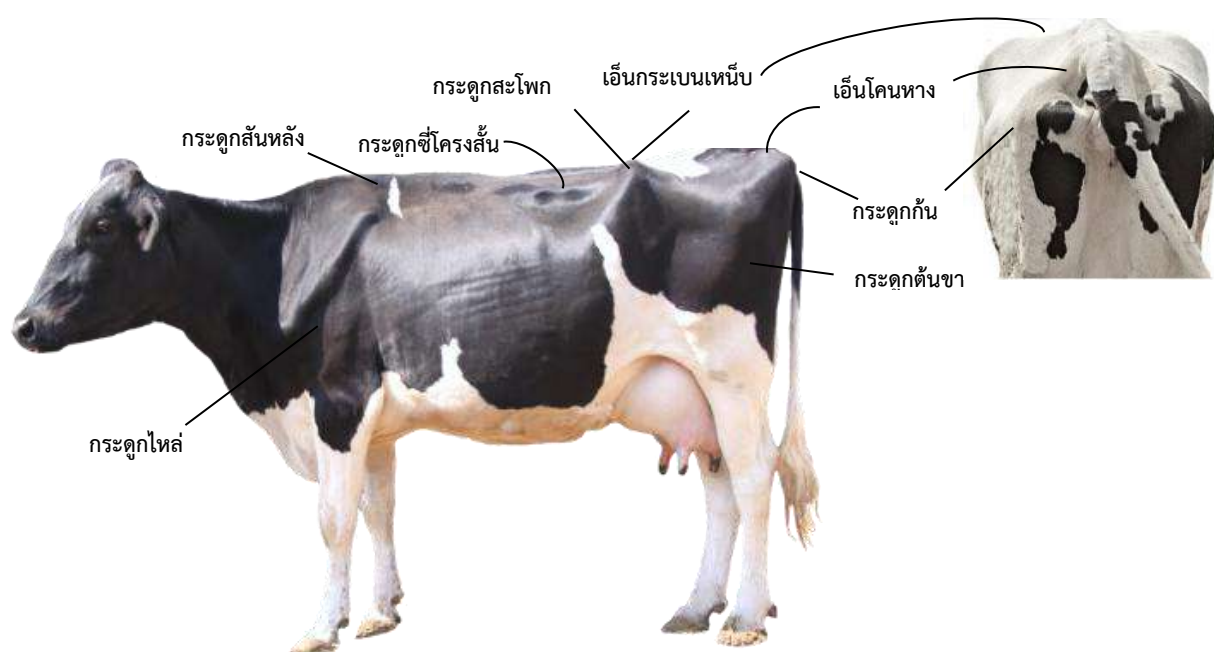
#### 4.1.1 ความสำคัญของการจัดการด้านโภชนาการ

โภชนาการถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ ผลผลิต และความเป็นอยู่ที่ดีโดยรวมของโคนม การจัดการด้านอาหารที่เหมาะสมจะส่งเสริมให้โคผลิตน้ำนมได้ในปริมาณมาก ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ดี และสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ส่วนใหญ่นักโภชนาการสัตว์ทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทยมักอ้างอิงความต้องการโภชนาการตาม National Research Council หรือที่เรียกกันว่า NRC ในการคำนวณและออกสูตรอาหารโคนมให้เหมาะสม เพื่อให้ตรงกับความต้องการของสัตว์ที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตน้ำนม การตั้งท้อง และช่วงพักรีดหรือแห้งนม

ฟาร์มโคนมที่ต้องการเลี้ยงโคนมที่มีปริมาณน้ำนมสูง นอกจากมีพันธุกรรมที่ดีแล้ว ต้องมีการจัดการที่ดี และต้องให้อาหารหยาดคุณภาพดีและเสริมด้วยอาหารข้นให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมทั้งปริมาณ และคุณภาพควบคู่ไปกับการจัดการให้อาหารที่ถูกต้อง เนื่องจากโคเหล่านี้มีความต้องการทางโภชนาการที่สูง สำหรับให้ร่างกายเผาผลาญอาหารที่กินแล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตน้ำนม การจัดการโภชนาการที่ดีจะช่วยให้โคนมได้รับสารอาหารที่จำเป็นอย่างเพียงพอ ทั้งพลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ (Grant and Albright, 2001) จะช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของน้ำนม และส่งเสริมอายุการใช้งานที่ยาวนานของโคในฝูง ตัวอย่างเช่น ในช่วง 3 สัปดาห์ก่อนคลอดจนถึง 3 สัปดาห์หลังคลอด

(Transition period) จะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระและเมแทบอลิซึม (Metabolism) ของร่างกายที่ส่งผลต่อการให้น้ำนม (Wallace et al., 1996) ประสิทธิภาพการผลิต และระบบสืบพันธุ์ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางโภชนาการ ซึ่งระยะใกล้คลอดแม่โคมีการกินได้น้อยลง สาเหตุจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของลูกโคเปื้อดบังกระเพาะรูเมนในช่องท้อง ทำให้ปริมาตรของกระเพาะรูเมนลดลง ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน การได้รับพลังงานที่เพียงพอในช่วงที่ให้น้ำนมสูงสุดมีความสำคัญมากในการป้องกันการสูญเสียน้ำหนักตัว ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคเมแทบอลิซึม เช่น โรคคีโตซิส (Ketosis) โรคไขมันพอกตับ (Fatty liver) และกระเพาะอักเสบ (Drackley, 1999) นอกจากนี้ในโคนมที่มีภาวะขาดสารอาหารหรือได้รับอาหารที่ไม่สมดุล ยังส่งผลให้ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ของแม่โคลดลง ความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ มีวันท้องว่าง และช่วงห่างระหว่างการคลอดที่ยาวนานขึ้น และมีความเสี่ยงต่อโรคเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ เช่น รกค้าง และการอักเสบของมดลูก (Butler, 2000)

ดังนั้น การประเมินผลเบื้องต้นที่สามารถบ่งชี้ถึงการจัดการโภชนาการที่ถูกต้อง ที่สามารถทำได้เองอย่างง่ายภายในฟาร์ม คือ การให้คะแนนร่างกาย (Body condition scoring, BCS) ในโคนมเป็นการประเมินร่างกายด้วยสายตาและการสัมผัส โดยใช้มาตราส่วน 5 ระดับ ด้วยการเพิ่มทีละ 0.25 คะแนน คะแนนสภาพร่างกาย (BCS) เป็นการประมาณสมมูลพลังงานทางอ้อม คะแนน 1 หมายถึงโคผอมมาก คะแนน 5 หมายถึงโคอ้วนเกินไป และคะแนน 3 หมายถึงสภาพร่างกายปานกลาง การประเมินจะเน้นที่สะโพกและเอว จุดสังเกตที่ใช้ในการกำหนด BCS ส่วนใหญ่ ดูช่วงบริเวณแนวกระดูกสันหลัง กระดูกเชิงกราน บริเวณสะโพก และโคนหาง (ดังภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งที่ใช้ในการประเมินคะแนนร่างกายในโคนม

สามารถให้คะแนนง่ายๆ ดังนี้

คะแนน 1: กระจกสันหลังที่โดดเด่น มองเห็นซี่โครงได้ชัดเจน กระจกสะโพกยื่นออก บริเวณส่วนท้ายบริเวณเอ็นโคนหางเว้าลึกเข้าไป

คะแนน 2: มองเห็นกระจกสันหลังได้ มองเห็นกระจกสะโพกและกระจกไหล่ มองเห็นซี่โครงจางๆ บริเวณเอ็นโคนหางเว้าเข้าไปเล็กน้อย โครงร่างของร่างกายมีกระดูก

คะแนน 3: กระจกสะโพกมองเห็นได้เลือนลาง โดยทั่วไปจะมองไม่เห็นซี่โครง บริเวณเอ็นโคนหางไม่เว้าหรือแนบกับโคนหาง โครงร่างของร่างกายเกือบจะเรียบเนียน

คะแนน 4: ไม่เห็นกระจกสะโพก ซี่โครงปกปิดอย่างดี บริเวณเอ็นโคนหางมีเนื้อเป็นก้อนเล็กน้อย โครงร่างของร่างกายโค้งมน

คะแนน 5: กระจกสะโพกแสดงการสะสมของไขมัน ซี่โครงปกปิดดีมาก บริเวณเอ็นโคนหางมีเนื้อเป็นก้อนมาก รูปร่างอ้วนขึ้นเพราะไขมัน

การให้อาหารที่ไม่เหมาะสม ในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะโภชนาการหลักจากอาหารจำพวกโปรตีน ไขมัน และพลังงานเท่านั้น แต่รวมถึงการให้อาหารแร่ธาตุและวิตามินแต่ละชนิดในปริมาณที่เหมาะสม ถือเป็นสิ่งสำคัญต่อสุขภาพ การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการผลิตน้ำนมที่ดีที่สุดของโคนม การได้รับอาหารแร่ธาตุและวิตามินน้อยกว่าปริมาณที่เหมาะสม อาจส่งผลให้เกิดโรคและปัญหาในระบบสืบพันธุ์ ผลผลิตน้ำนมลดลง และอัตราการเจริญเติบโตของโคสาวลดลง ซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้ผลกำไรจากการเลี้ยงโคนมลดลงตามไปด้วย เพื่อป้องกันปัญหาเหล่านี้ที่มีค่าใช้จ่ายสูงเกินไป โคนมทุกตัวจึงต้องได้รับแร่ธาตุและวิตามินที่จำเป็นในปริมาณที่เหมาะสม และต้องได้รับโภชนาการหลักในปริมาณที่พอเหมาะ ก็จะสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ รวมถึงการมีภูมิคุ้มกันบกพร่อง ทำให้เสี่ยงต่อการติดเชื้อและฟื้นตัวภายหลังการเจ็บป่วยเป็นไปได้น้อย อันเนื่องมาจากสาเหตุที่โคขาดสารอาหาร (Goff, 2006) ดังนั้นการให้แร่ธาตุและวิตามินต่างๆ เช่น วิตามินอี และซีลีเนียม ในปริมาณที่เพียงพอจึงมีความสำคัญต่อการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและสุขภาพโดยรวมของโคนม (Weiss, 2005) ซึ่งไม่ใช่แค่โคที่กำลังรีดนมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงโคเล็กที่ยังไม่รีดนมและโคสาวอีกด้วย

นอกจากนี้ โปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ที่มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตน้ำนม จำเป็นต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการจัดการโภชนาการที่เหมาะสม ศักยภาพทางพันธุกรรมที่สูงในการให้ผลิตน้ำนมจะสามารถแสดงออกมาได้อย่างเต็มที่ ก็ต่อเมื่อมีการจัดการสูตรอาหารให้ตรงกับความต้องการทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้น (Bauman and Currie, 1980) หากไม่มีการปรับอาหารให้สอดคล้องกับศักยภาพทางพันธุกรรม ประสิทธิภาพการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการลงทุนด้านพันธุกรรมซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของระบบการทำฟาร์มโคนมอย่างยั่งยืนก็อาจถูกจำกัดจากการจัดการที่ไม่เหมาะสม

#### 4.1.2 ความต้องการทางโภชนาการ

ความต้องการทางโภชนาการของโคนมมีความแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละระยะของวงจรชีวิต สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ผลผลิต และการสืบพันธุ์

ดังนั้นการจัดการด้านโภชนาการให้เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัยจึงมีความสำคัญต่อการประเมินความสามารถทางพันธุกรรมเบื้องต้นทั้งด้านสุขภาพ การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการผลิต โดยแบ่งการจัดการตามช่วงอายุของโคอย่างง่าย ดังนี้

### 1) ลูกโค (Calves)

ลูกโคแรกเกิดต้องได้รับนมแม่เหลือง (Colostrum) ทันทีหลังคลอด เนื่องจากลูกโคแรกเกิดไม่มีระบบภูมิคุ้มกันที่แข็งแรงเพียงพอในการต่อสู้กับเชื้อโรค นมแม่เหลืองมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างภูมิคุ้มกัน การอยู่รอด และการเติบโตในช่วงแรกของชีวิต นมแม่เหลืองมีสารอาหารที่จำเป็น เช่น โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ ที่ช่วยในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของลูกโค และสร้างภูมิคุ้มกันที่จำเป็น โดยเฉพาะอิมมูโนโกลบูลินจี (Immunoglobulin G, IgG) ซึ่งเป็นแอนติบอดี (Antibody) ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันแบบรับถ่ายทอดจากแม่สู่ลูก (Passive immunity) เพื่อป้องกันโรคติดเชื้อที่อาจเกิดขึ้นในช่วงแรกของชีวิต (Khan et al., 2011)

ลูกโคควรได้รับนมแม่เหลืองประมาณ 10% ของน้ำหนักตัว ภายใน 6 ชั่วโมงแรกหลังคลอด ตัวอย่างเช่น ลูกโคที่มีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม ควรได้รับนมแม่เหลืองประมาณ 4 ลิตร โดยลูกโคควรได้รับนมแม่เหลืองภายใน 6 ชั่วโมงแรกหลังคลอด เนื่องจากในช่วงเวลานี้ลำไส้ของลูกโคสามารถดูดซึม IgG ได้ดีที่สุด หลังจาก 24 ชั่วโมง ความสามารถในการดูดซึม IgG จะลดลงอย่างรวดเร็ว (Godden, 2008) ซึ่งหากลูกโคไม่ได้รับนมแม่เหลือง สิ่งที่จะตามมาคือ มีผลทำให้ภูมิคุ้มกันต่ำ มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อและโรคต่างๆ มีอัตราการตายสูงในช่วงสัปดาห์แรก อีกทั้งลูกโคอาจมีน้ำหนักตัวน้อยและพัฒนาการช้า

หลังจากได้รับนมแม่เหลืองแล้ว หรือเมื่อลูกโคอายุมีประมาณ 5-7 วัน แนะนำให้ฝึกลูกโคเริ่มกินอาหารหยาบและอาหารข้นที่ละน้อย เพื่อกระตุ้นการพัฒนาของกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะบริเวณผนังรูเมน (Papillae) และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารต่อไป (Khan et al., 2011; Heinrichs and Lesmeister, 2005) อาหารหยาบควรเริ่มต้นเป็นหญ้าแห้งคุณภาพดีก่อน เช่น แพงโกล่าแห้งซึ่งมีขนาดเล็กและความอ่อนนุ่ม ส่วนอาหารข้น อาจเริ่มด้วยอาหารผสมสำเร็จรูปชนิดเม็ดที่มีโปรตีนและพลังงานสูง

### 2) โคสาว (Heifers)

การเลี้ยงโครุ่นหรือโคสาวซึ่งเป็นโคที่ยังไม่ได้ให้ผลผลิต ฟาร์มส่วนใหญ่อาจไม่ได้ให้ความสำคัญหรือใส่ใจเรื่องอาหารมากนัก จึงมักเกิดปัญหาการเจริญเติบโตและเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า ซึ่งในความเป็นจริงโคสาวเป็นกลุ่มที่มีความต้องการอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานสมดุล เพื่อสนับสนุนการเติบโตอย่างเหมาะสมของโครงสร้างร่างกาย และหลีกเลี่ยงการแคระแกรน ผอมหรืออ้วนเกินไป หรือมีการสะสมไขมันที่มากเกินไป ซึ่งจะส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมในอนาคต ดังนั้นอาหารที่เหมาะสมสำหรับโคสาวควรมีระดับพลังงานปานกลาง และโปรตีนในปริมาณที่เพียงพอ เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของร่างกายอย่างต่อเนื่องและสมดุล การจัดการโภชนาการที่ดีในช่วงวัยนี้จะส่งผลต่อการสืบพันธุ์ความสามารถในการให้ ผลผลิตที่ดีในระยะยาว และลดปัญหาการเจ็บป่วยได้ดีในอนาคต (Heinrichs et al., 2017)

นอกจากนี้ โควสาวที่เจริญเติบโตตามเกณฑ์ ถือเป็นตัวชี้วัดที่ดีอย่างหนึ่งในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ การวางแผนการจับคู่ผสมพันธุ์ เพื่อให้โคนมภายในฟาร์มมีผลผลิตน้ำนมตามที่ตั้งเป้าไว้ ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญในการสังเกตและติดตามการเจริญเติบโตโครุ่นและโคสาวเป็นระยะ หากการเจริญเติบโตและรูปร่างไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ควรมีการเร่งปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตในอนาคต ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย และเป็นการเพิ่มเป็นต้นทุนแฝงอยู่ภายในฟาร์ม

### 3) โคระยะให้น้ำนม (Lactating cows)

การเลี้ยงดูโคระยะให้น้ำนม มักจำแนกออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ช่วงแรก ตั้งแต่คลอดลูกถึง 3 เดือน แม้อย่างผลิตนมน้ำเหลือง และต้องการฟื้นฟูร่างกาย ระบบสืบพันธุ์ และสร้างน้ำนม จึงเป็นช่วงที่โคระยะให้น้ำนมมีความต้องการทางโภชนาการสูงสุด โดยเฉพาะในช่วงต้นของการให้น้ำนมที่มักมีภาวะขาดสมดุลพลังงาน (Negative energy balance) เนื่องจากความต้องการพลังงานเพื่อการผลิตน้ำนมสูงกว่าการได้รับจากอาหาร จึงต้องให้อาหารที่มีพลังงานสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย โปรตีนที่สมดุล (ทั้งโปรตีนที่ย่อยในกระเพาะรูเมน และที่กระเพาะจริง) และอาหารที่มีไขมันสูง (Hristov et al., 2004; NRC, 2001) เพื่อให้มีรูปร่างที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.1 คะแนนร่างกาย (BCS) ที่เหมาะสมในแม่โครีดนม

| รอบการให้นม           | จำนวนวันหลังคลอด | เป้าหมาย BCS | ต่ำสุด | สูงสุด |
|-----------------------|------------------|--------------|--------|--------|
| แม่โคคลอดลูก          | 0                | 3.50         | 3.25   | 3.75   |
| การให้น้ำนมระยะต้น    | 1-30             | 3.00         | 2.75   | 3.25   |
| ช่วงที่ให้น้ำนมสูงสุด | 31-100           | 2.75         | 2.50   | 3.00   |
| การให้น้ำนมระยะกลาง   | 101-200          | 3.00         | 2.75   | 3.25   |
| การให้น้ำนมระยะปลาย   | 201-300          | 3.25         | 3.00   | 3.75   |
| แม่โคแห้งนม           | >300             | 3.50         | 3.25   | 3.75   |

การจัดการอาหารสำหรับโคระยะให้น้ำนมต้องคำนึงถึงสัดส่วนของอาหารหยาดต่ออาหารข้นที่เหมาะสม เพื่อรักษาสุขภาพของกระเพาะรูเมน และป้องกันโรคทางเมแทบอลิซึม เช่น ภาวะกรดเกินในกระเพาะรูเมน (Subacute ruminal acidosis) ดังนั้นการจัดโภชนาการที่ดีจึงช่วยลดภาวะการขาดพลังงาน และส่งผลดีต่อสุขภาพ การผลิตน้ำนม และอายุการใช้งานของแม่โค (Hristov et al., 2004; NRC, 2001) ส่วนใหญ่ใช้การให้คะแนนร่างกาย หรือ Body condition score (BCS) เป็นภาพสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกาย และมีความสัมพันธ์ต่อการให้ผลผลิตน้ำนม โดยทั่วไปแล้ว โคที่มีคะแนนร่างกายไม่เหมาะสม โดยเฉพาะในช่วง 60 วันแรกหลังคลอดส่วนใหญ่มักมีค่า BCS ลดลง จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อถึงช่วงกลางของการให้นม โคที่มีประสิทธิภาพและการให้ผลผลิตสูงบางตัวอาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า BCS มากนัก และโคที่มีประสิทธิภาพและให้ผลผลิตต่ำบางตัวอาจมีค่า BCS เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการให้นม อย่างไรก็ตาม หากโคสะสมพลังงานในร่างกายมากเกินไปหรือไม่มากพอ หรือมีการเปลี่ยนแปลง

อย่างรวดเร็วเกินไป อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายได้ ดังนั้น การเป้าหมายเลี้ยงดูโคระยะให้น้ำนมโดยทั่วไปคือการจัดการคะแนนร่างกายที่เหมาะสม (ตารางที่ 4.1)

#### 4) โคระยะแห้งนม (Dry cows)

ในช่วงแห้งนมหรือหยุดรีดนม (ประมาณ 6–8 สัปดาห์ก่อนคลอด) โคต้องได้รับอาหารที่มีการควบคุมระดับพลังงานและแร่ธาตุเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันโรคเมแทบอลิซึมต่างๆ หลังคลอด เช่น โรคคีโตซิส (Ketosis) โรคไขมันพอกตับ (Fatty liver) และโรคใช้น้ำนม (Hypocalcemia หรือ Milk fever) (Goff, 2014) เป้าหมายหลักของการจัดอาหารในช่วงนี้คือ การเตรียมร่างกายของแม่โคให้พร้อมสำหรับการให้น้ำนมในรอบถัดไป โดยอาหารควรมีพลังงานในระดับปานกลางถึงต่ำ แต่มีการควบคุมแร่ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสอย่างเหมาะสม เพื่อช่วยลดความเครียดทางเมแทบอลิซึมในช่วงคลอด และช่วยส่งเสริมการเข้าสู่ช่วงให้น้ำนมได้อย่างราบรื่นและมีสุขภาพที่ดี (Goff, 2014; Drackley and Cardoso, 2014)

### 4.2 การจัดการโรงเรือนและสภาพแวดล้อม

#### 4.2.1 การปรับสภาพแวดล้อมภายในฟาร์ม

โคนมในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นโคลูกผสมที่มีสายเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียนเป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำนม อย่างไรก็ตาม โคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซียนมีถิ่นกำเนิดในประเทศเขตอบอุ่น แม้ว่าจะมีการคัดเลือกปรับปรุงสายพันธุ์และปรับปรุงสภาพการเลี้ยงให้เหมาะสมกับประเทศไทย เพื่อให้มีความสามารถในการทนร้อนที่ดีขึ้นแล้ว แต่การที่โคนมต้องอยู่ในสภาพอากาศร้อนและชื้นตลอดเวลา อีกทั้งยังมีแนวโน้มที่สภาพอากาศมีอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน ซึ่งเป็นปัญหาที่ยังคงส่งผลกระทบต่อโคนมในระดับสูง รวมไปถึงกระทบต่อปัจจัยการผลิตหลักอื่นๆ เช่น คุณภาพของหญ้าอันเป็นแหล่งอาหารหยาบ และพืชที่เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เป็นปัจจัยahunที่ทาให้โคนมในเขตร้อนมักได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากภาวะเครียดจากความร้อน (Heat stress) ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ การเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตน้ำนม ความสมบูรณ์พันธุ์ และอายุการใช้งานของโคนม รวมถึงกระทบต่อสวัสดิภาพโคนม

วิธีการที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมใช้แก้ปัญหาความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อน มักเป็นวิธีหรือเทคนิคต่างๆ ในการจัดการเพิ่มเติม เช่น การดัดแปลงโรงเรือนให้สามารถระบายความร้อนได้ดี โดยใช้พัดลมระบายอากาศรวมกับการพ่นละอองน้ำ การเพิ่มจุดให้น้ำและให้ร่มเงาภายในฟาร์ม รวมถึงการเสริมสารเสริมในสูตรอาหาร ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมชัดเจนและรวดเร็ว แต่ต้องดำเนินการเป็นประจำ ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระต้นทุนในกลุ่มผู้ผลิตขนาดกลางและรายย่อย อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์โคนมให้มีความสามารถในการให้ผลผลิตที่ดี ภายใต้อุณหภูมิและความเครียดเนื่องจากความร้อน จึงเป็นทางเลือกที่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถาวรและไม่ต้องเพิ่มต้นทุนด้านการจัดการ (สุภาวรรณ และคณะ, 2562)

ดังนั้น หากฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม สามารถดำเนินการทั้งการพัฒนาโคนมให้มีลักษณะทนร้อน ร่วมกับการจัดการระบายความร้อนได้ด้วย น่าจะเป็นการส่งเสริมผลผลิตน้ำนมมากกว่า ซึ่งเป็น

การแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืน และทำให้เกษตรกรสามารถทำกำไรได้ ในบทนี้จึงขอแนะนำ เทคนิคการลดความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อนที่แนะนำให้เกษตรกรพิจารณาใช้ตามความเหมาะสม

1) การให้ร่มเงาและการระบายอากาศ ในเบื้องต้น การจัดเตรียมพื้นที่ร่มเงาที่เพียงพอเป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันโคได้รับผลกระทบจากแสงแดดโดยตรง และลดการรับรังสีความร้อน หรือการติดตั้งพัดลมในตำแหน่งที่เหมาะสมช่วยในการถ่ายเทอากาศ เพื่อเพิ่มการระบายความร้อน หรืออาจเพิ่มหัวพัดลมละอองน้ำ ซึ่งจะช่วยระบายความร้อนด้วยวิธีการระเหยน้ำ ทำให้โคสามารถระบายความร้อนจากร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (West, 2003; Smith et al., 2006)



ที่มา: <https://dairydevelopmentprogram.weebly.com/blog-36153634361936603617362636403586/15>

#### ภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างร่มเงา และพัดลมระบายอากาศในโรงเรือนเลี้ยงโคนม

2) ระบบทำความเย็น การนำระบบทำความเย็นในปัจจุบันที่ทันสมัย เช่น การระบายอากาศแบบอุโมงค์ (Tunnel ventilation) และระบบทำความเย็นด้วยการระเหยน้ำมาใช้ สามารถลดความร้อนสะสมในโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบระบายอากาศแบบอุโมงค์เป็นการให้กระแสลมแรงช่วยระบายความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ภายในออกไป ในขณะที่ระบบทำความเย็นด้วยการระเหยคือการพ่นน้ำเป็นละอองขนาดเล็กช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือนได้โดยตรง การผสมผสานระบบทำความเย็นเหล่านี้ช่วยให้สัตว์อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ส่งผลให้สุขภาพและผลผลิตดีขึ้น (Collier et al., 2006; St-Pierre et al., 2003)



ที่มา: <https://dairydevelopmentprogram.weebly.com/blog>

**ภาพที่ 4.3** ระบบทำความเย็นด้วยการพ่นละอองน้ำเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงรีดนม

**3) ระบบการปล่อยโคนมแทะเล็ม** การปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการปล่อยโคออกไปแทะเล็มหญ้าให้เป็นช่วงเวลาที่อากาศเย็นสบาย เช่น ตอนเช้าตรู่และช่วงบ่ายแก่ๆ จะช่วยลดการเผชิญกับอุณหภูมิที่ร้อนจัดในช่วงเวลากลางวัน และช่วยลดผลกระทบทางสรีรวิทยาที่ก่อให้เกิดความเครียดจากความร้อน สนับสนุนการกินอาหารที่สม่ำเสมอ และช่วยรักษาระดับผลผลิตของโคนมได้ดีขึ้น (Armstrong, 1994; Mader et al., 2006)



ที่มา: <https://www.istockphoto.com/th>



ที่มา: <https://www.kasetkaoklai.com/home/2020/10/>

**ภาพที่ 4.4** การปล่อยโคแทะเล็มหญ้าในช่วงเวลาที่อากาศไม่ร้อน

#### 4.2.2 การออกแบบโรงเรือนเพื่อเพิ่มผลผลิตและสวัสดิภาพของโคนม

ประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นซึ่งสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงทุกวัน จะมีอุณหภูมิและความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวันที่อากาศมีอุณหภูมิสูงยาวนานตลอดวัน และอุณหภูมิอากาศจะลดลงในช่วงเวลากลางคืนจนถึงช่วงเช้าและเพิ่มสูงขึ้นอีกในช่วงเวลากลางวัน การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศดังกล่าว มีความสัมพันธ์กับการปรับตัวของอุณหภูมิร่างกายของแม่โคในแต่ละวัน ส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ และหากแม่โคนมมีอุณหภูมิร่างกายสูง (มากกว่า 38.5 °C) สะสมเป็นเวลานานมากกว่า 4-8 ชั่วโมงต่อวัน เกิดภาวะเครียดจากความร้อน (Heat stress) จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการผลิตของสัตว์อย่างมาก

โรงเรือนเลี้ยงโคนม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของโค รวมถึงประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์และผลผลิตน้ำนม ดังนั้นการออกแบบโรงเรือนที่ใช้เลี้ยงโคนมจึงต้องคำนึงถึงระบบการเลี้ยงโคนม และการออกแบบให้เหมาะสมกับระบบการเลี้ยงในแต่ละระยะของโค และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากโรงเรือน รวมทั้งที่ตั่งมีการระบายน้ำที่ดี ไม่มีการสะสมของเสียเกิดขึ้น ภายในบริเวณโรงเรือนมีพื้นที่เหมาะสมกับจำนวนโคที่เลี้ยง มีรางน้ำ รางอาหารที่ให้โคสามารถยืนกินอาหารได้ดี ไม่ลื่น มีความสะอาด จัดการป้องกัน ควบคุมโรค และแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรตั้งอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก หลังคาสูงโปร่ง สามารถถ่ายเทอากาศได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น เช่นโรงเรือนที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพสูงในภูมิภาคเขตร้อนมี 2 รูปแบบหลัก ดังนี้

1) โรงเรือนแบบยืนโรง (Free stall Barns) เป็นการออกแบบที่จัดพื้นที่พักผ่อนแยกเป็นสัดส่วน เพื่อให้โคสามารถนอนพักได้สะดวกและไม่ถูกรบกวนจากตัวอื่นๆ การออกแบบลักษณะนี้ช่วยส่งเสริมความสะอาดสบายให้แก่โค ลดพฤติกรรมที่ทำให้เกิดความเครียด และง่ายต่อการรักษาสุขภาพ ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพและเพิ่มผลผลิตของโคนม (Cook and Nordlund, 2009)



ที่มา: <https://agri-pro.co.nz/farm-buildings/free-stall-cow-barns/>



ที่มา: <https://www.daviesway.com.au/dairy-solutions/free-stall-barns>

ภาพที่ 4.5 โรงเรือนแบบยืนโรง (Free stall Barns)

2) โรงเรือนแบบปล่อยอิสระ (Loose housing systems) มีลักษณะเปิดโล่งที่ช่วยให้โคสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ มีพื้นที่พักผ่อนขนาดใหญ่โดยไม่มีสิ่งกีดขวางทางกายภาพ ทำให้สัตว์มีอิสระในการเลือกพื้นที่พักผ่อนมากขึ้น ระบบนี้ยังช่วยลดความเครียด เพิ่มความสบาย และปรับปรุงคุณภาพชีวิตของสัตว์ได้ดี ซึ่งช่วยส่งเสริมสุขภาพและผลผลิตโดยรวม (Chantaraprateep and Moran, 2020)



ที่มา: <https://www.centralbuild.com.au/central-articles/six-things-to-consider-when-building-a-dairy-barn>

#### ภาพที่ 4.6 ระบบโรงเรือนแบบปล่อยอิสระ (Loose housing systems)

โรงเรือนทั้งสองระบบ สามารถสะท้อนหลักการพื้นฐานด้านสวัสดิภาพสัตว์ ได้แก่ การให้ความสะดวกสบาย การลดความเครียด การควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสม และการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ โดยการนำหลักการเหล่านี้มาใช้ในการออกแบบโรงเรือนฟาร์มโคนมในเขตร้อน จะสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนม พัฒนาสมรรถภาพด้านการสืบพันธุ์ และส่งเสริมสวัสดิภาพสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 4.3 การป้องกันโรคและการจัดการสุขภาพ

การป้องกันโรคและการจัดการสุขภาพของฝูงโคนมเป็นสิ่งสำคัญอันดับต้นๆ ที่ไทยให้ความสำคัญในการเลี้ยงโคนม ถึงแม้ว่าโดยทั่วไปสายพันธุ์โคนมจะมีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้มีความทนโรคและแมลง แต่ไม่ได้หมายความว่าโคที่ทนต่อโรคและแมลงนั้นจะไม่เจ็บไข้ได้ป่วยเลย เพียงแต่ถ้าโคนมได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้มีความต้านทานโรค นั้นหมายถึง โอกาสเจ็บป่วยลดลง หรือหากเจ็บป่วยก็จะมีอาการน้อย ไม่รุนแรงถึงขั้นทำให้สูญเสียความสามารถในการให้ผลผลิต ซึ่งประเทศไทยยังคงมีโรคติดต่อ หรือโรคที่เกิดจากการจัดการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีผลโดยตรงต่อสุขภาพสัตว์ ผลผลิตน้ำนม คุณภาพน้ำนม และรายได้ของเกษตรกร การจัดการที่เหมาะสม เน้นที่การป้องกันโรคมกกว่าการรักษาโรคเพียงอย่างเดียว โดยใช้มาตรการที่ครอบคลุม ทั้งการฉีดวัคซีน การรักษาความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosecurity) การจัดการสุขาภิบาล การเฝ้าระวังสุขภาพสัตว์อย่างต่อเนื่อง และการจัดการโภชนาการที่เหมาะสม (Punyapornwithaya et al., 2010) รวมถึงมาตรการต่างๆ ใน

การเฝ้าระวัง ป้องกันโรคจึงมีความสำคัญ ในบทนี้จะกล่าวถึง หลักการโดยทั่วไป ที่เกษตรกรผู้เลี้ยง ไก่จำเป็นต้องให้ความสำคัญ

#### 4.3.1. มาตรการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ

มาตรการความปลอดภัยทางชีวภาพ หมายถึง การกำหนดกฎเกณฑ์ และแนวทางปฏิบัติ สำหรับฟาร์ม เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคไม่ว่าจะมาจากภายนอกฟาร์มเข้าสู่ภายในฟาร์ม หรือ ป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคระหว่างหน่วยงานการผลิตกันเองภายในฟาร์ม ซึ่งจะเห็นได้ว่าเวลาเกิด โรคใหม่ขึ้นในฟาร์ม มักจะเริ่มจากที่มีการระบาดของเชื้อโรคภายนอกฟาร์มก่อนเป็นอันดับแรก ฟาร์มที่มี ระบบป้องกันทางชีวภาพที่ดีพอ สุดท้ายโรคระบาดที่อยู่ภายนอกฟาร์มก็จะเข้าสู่ภายในฟาร์ม และพบว่า ส่วนใหญ่เมื่อฟาร์มมีเชื้อโรคเข้ามามักจะเริ่มเกิดที่องค์ประกอบหนึ่งใดองค์ประกอบหนึ่งของฟาร์มแล้ว กระจายต่อเป็นวงกว้างหรือทั่วทั้งฟาร์ม ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างเฉพาะจุดเสี่ยงที่สำคัญที่ต้องระวังเป็นพิเศษ

แนวทางในการป้องกันการนำเข้าและการแพร่ระบาดของโรคติดต่อในฟาร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฟาร์มโคนม ซึ่งโรคที่พบบ่อยในประเทศไทย ได้แก่ วัณโรคโค (Bovine tuberculosis) โรคบรูเซลโลซิส (Brucellosis) รวมทั้งโรคปากและเท้าเปื่อย (Foot-and-Mouth Disease: FMD) (Yano et al., 2018) โดยหลักการควรเป็นการป้องกัน ควบคุมปัจจัยเสี่ยงของโรค หรือพาหะที่จะนำโรคเข้าสู่ฟาร์ม ซึ่งมีหลายภาค ส่วน ไม่ว่าจะเป็นกรมปศุสัตว์ สถาบันการศึกษา และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง สนับสนุนและส่งเสริม ให้ คำแนะนำ ตามคู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับฟาร์มโคนม ที่สามารถศึกษาเพิ่มเติมอย่างละเอียดได้ จากช่องทางออนไลน์ (Mee et al., 2012) อาทิเช่น

- การควบคุมการเข้า-ออกฟาร์ม ทั้งบุคคลและสัตว์ จำกัดบริเวณที่อนุญาตให้ บุคคลภายนอกเข้าออก และมีระบบการพ่นหรือบ่มฆ่าเชื้อ รวมถึงการควบคุมสัตว์พาหะนำโรค
- การแยกกักสัตว์ก่อนนำเข้าฟาร์มใหม่อย่างน้อย 30 วัน และการตรวจคัดกรองโรคก่อน นำเข้าฝูง
- การรักษาความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ คอกสัตว์ และบุคคลที่เข้าออกอย่าง เข้มงวด
- การกำจัดสิ่งปฏิกูล มูลสัตว์ สัตว์ตาย แผลงเพาะพันธุ์และแพร่กระจายของแมลง ปศุสัตว์ อันเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรค
- การจัดการน้ำ สำหรับเลี้ยงสัตว์ น้ำใช้ภายในฟาร์ม และระบบบำบัดน้ำเสีย
- การวางแผน และระบบการบันทึกข้อมูลฟาร์ม เพื่อประโยชน์ในการประเมิน ความเสี่ยง ระบบการจัดการฟาร์มที่เหมาะสม และสามารถลำดับความสำคัญของมาตรการกำจัดปัจจัยเสี่ยง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4.3.2. การให้วัคซีนและการตรวจสุขภาพสัตว์

วัคซีนเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ มีความคุ้มค่าสูงที่สุดในการป้องกัน ควบคุมและกำจัด โรคระบาดโรคติดเชื้อสำคัญในโคนม อันจะส่งผลในการลดการสูญเสียจากการเกิดโรค ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาฟื้นฟูของโคนม เกิดความปลอดภัยต่อฟาร์มและพื้นที่ข้างเคียง และทั้งประเทศ โดยโรคที่สำคัญในโคนม ได้แก่ เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม (Hemorrhagic septicemia) และโรคปอดอักเสบ ติดเชื้อในโค (Bovine respiratory disease) และโรคลัมปี สกิน (Lumpy Skin Disease) ที่พบได้บ่อยในประเทศไทย การฉีดวัคซีนอย่างเหมาะสม จะช่วยลดการระบาดของโรคในฝูง (Punyapornwithaya et al., 2010) นอกจากนี้ การตรวจสุขภาพสัตว์อย่างสม่ำเสมอ ร่วมกับการตรวจเลือดและคัดกรองโรค ช่วยให้สามารถพบโรคตั้งแต่ระยะเริ่มต้น และสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างทันท่วงที (Mee et al., 2012) เกษตรกรสามารถติดตามและดำเนินการ ตามที่กำหนดไว้ในประกาศของกรมปศุสัตว์ ซึ่งกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไข การถ่ายพยาธิ การทำวัคซีน การทดสอบโรค การจดบันทึกข้อมูล การให้วัคซีน การตรวจ การรักษาโรค และระเบียบกรมปศุสัตว์ ว่าด้วยการฉีดวัคซีนสำคัญใหม่ๆ ในโคนม เพื่อจะสามารถควบคุม ป้องกันโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4.3.3. การจัดการสุขภาพเต้านม

โรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) ถือเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญอันดับต้นๆ ในฟาร์มโคนมไทย โดยส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำนม คุณภาพน้ำนม และสุขภาพแม่โคอย่างมาก มีสาเหตุจากการติดเชื้อ แบคทีเรียเป็นส่วนมาก แต่อาจเกิดจากเชื้อราหรือยีส ซึ่งเชื้อจะไปทำลายเนื้อเยื่อของเต้านมโดยการเกาะยึดเนื้อเพื่อทำลายเนื้อเยื่อ โดยปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดภาวะเต้านมอักเสบคือแม่โคที่เป็นโรคเต้านม อักเสบและจากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวโคเอง เช่น อุจจาระ ฟืนคอก มือผู้รีด เป็นต้น เชื้อแบคทีเรียที่พบในสิ่งแวดล้อมรอบๆ

ในส่วนการป้องกันและจัดการโรคเต้านมอักเสบ ทำได้โดยการจัดการฝูงเลี้ยงโคนมไม่ให้อยู่แออัดจนเกินไป รักษาความสะอาดของเต้านมก่อนและหลังรีดนม รักษาความสะอาดของเครื่องรีดนม และใช้เทคนิคการรีดนมที่ถูกต้อง ก่อนรีดน้ำนมทุกครั้งต้องตรวจด้วยถ้วยตรวจนม (Strip cup) ตรวจโคในฝูงด้วยน้ำยา CMT ทุกครั้ง และการใช้ยาปฏิชีวนะในช่วงพักรีดหรือแห้งนม (Dry period therapy) รวมทั้งการเฝ้าระวังค่าองค์ประกอบน้ำนมในส่วนของ Somatic cell count เพื่อลดการติดเชื้อในเต้านม (Suriyasathaporn et al., 2012)

## การบันทึกข้อมูล การใช้ประโยชน์ และการประเมินผล

ข้อมูลมีความสำคัญในกิจการฟาร์มปศุสัตว์ โดยเฉพาะฟาร์มโคนม ซึ่งมีส่วนสำคัญในการวางแผนจัดการฟาร์มให้ได้ประสิทธิภาพ รวมทั้งการปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันการเก็บข้อมูลสามารถทำได้สะดวก มีเครื่องมือหลากหลายรูปแบบที่สามารถเลือกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งออฟไลน์และออนไลน์เพื่อใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้านภายในฟาร์ม อาทิเช่น การวางแผนการให้อาหารที่มีความสอดคล้องกับปริมาณผลผลิตน้ำนม ส่งผลให้การเลี้ยงโคนมในระยะต่างๆ ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การบริหารจัดการฝูง (Herd management decisions) สามารถช่วยในการตัดสินใจเชิงเศรษฐกิจได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น การคาดการณ์ผลผลิตรายเดือนหรือรายปี รวมทั้งสามารถช่วยในการวิเคราะห์ปัจจัยในการลดต้นทุนฟาร์มเพื่อให้ได้ผลกำไรสูงสุด นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการตัดสินใจ การวางแผนจับคู่ผสมพันธุ์ การคัดเลือกโคนมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงเหมาะสำหรับการขยายพันธุ์ต่อไป การคัดทิ้งโคนมที่ให้ผลผลิตต่ำออกจากฝูงได้อย่างแม่นยำ เป็นต้น

การเก็บบันทึกข้อมูล สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ รูปแบบที่สะดวกและข้อมูลจำเป็นพื้นฐานที่ครบถ้วน รวมถึงข้อมูลสำคัญทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ข้อมูลโคภายในฟาร์ม ได้แก่ หมายเลขประจำตัวสัตว์ วันเกิด ประวัติสายเลือด การเจริญเติบโตซึ่งเกี่ยวข้องในด้านประสิทธิภาพของฟาร์ม ข้อมูลผลผลิตน้ำนม ลักษณะรูปร่างซึ่งเกี่ยวข้องับประสิทธิภาพการผลิตของโคนมรายตัว นอกจากนี้ยังช่วยในการวางแผนคัดเลือกพันธุ์ ข้อมูลความสมบูรณ์พันธุ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคัดเลือก การผสมพันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ในระดับฝูง ทั้งหมดล้วนส่งผลต่อต้นทุนกำไรของฟาร์ม (สายัณห์, 2564)

### 5.1 การบันทึกข้อมูลฟาร์มโคนมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์กรรมในระดับฝูง

การปรับปรุงพันธุ์กรรมของฝูงโคนมเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั่วโลก แต่แนวทางการปฏิบัติและความท้าทายอาจแตกต่างกันไป ประเทศที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่น อย่างเช่น ยุโรปและอเมริกาเหนือ การเลี้ยงโคนมมีการพัฒนาอย่างดีและต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ทั้งโครงสร้างพื้นฐาน และเทคโนโลยีที่ทันสมัยรองรับโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์กรรมที่มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ในทางตรงกันข้าม ภูมิภาคเขตร้อนขึ้นอย่างประเทศไทย อาจต้องเผชิญกับปัจจัยที่มีความท้าทายเฉพาะ เช่น ความสามารถในการแสดงออกตามพันธุ์กรรมของสายพันธุ์โคนม ความเครียดจากความร้อน การระบาดของโรค การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง การยอมรับและเข้าถึงเทคโนโลยีที่จำกัด อย่างไรก็ตาม การบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบยังคงเป็นหัวใจสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์กรรมในทุกภูมิภาคทั่วโลก ในบทนี้จะอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นของฟาร์มโคนมตามมาตรฐานฟาร์ม และการใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนา ปรับปรุงพันธุ์โคนมภายในฟาร์มให้สามารถตอบโจทย์ตามความต้องการของตลาดผลิตภัณฑ์นมภายในประเทศ

### 5.1.1 ข้อมูลโค

ประวัติโครายตัวมีความสำคัญเนื่องจากลักษณะการให้ผลผลิต และประสิทธิภาพต่างๆ จำเป็นต้องได้รับการบันทึกเป็นรายตัว ประวัติโครายตัวเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องได้รับการบันทึกอย่างถูกต้อง ประกอบด้วย หมายเลขประจำตัว เบอร์หู ชื่อโค วันเกิด ประวัติพ่อและแม่ และสายพันธุ์ เป็นต้น เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นในการปรับปรุงพันธุ์โค และกิจกรรมอื่นๆ อาทิเช่น การจัดการผสมพันธุ์ สุขภาพ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือก และตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพรายตัวของโค รวมถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นได้แม่นยำและการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 5.1.2 ข้อมูลผลผลิต

ข้อมูลผลผลิตที่จำเป็นในฟาร์มโคนม คือ ปริมาณน้ำนมรายตัว และองค์ประกอบน้ำนม เช่น ปริมาณไขมันในน้ำนม (Fat) ปริมาณเนื้อนมไม่รวมไขมัน (Solids Not Fat: SNF) และจำนวนเม็ดเลือดขาว (Somatic Cell Count) เป็นต้น เพื่อใช้ในการกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์และการจัดการฟาร์ม เพื่อให้ฟาร์มมีผลผลิตและรายได้จากกิจการฟาร์ม ตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกาฟาร์มส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการปรับปรุงพันธุ์โคนมให้มีทั้งปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมในส่วนของปริมาณไขมันและโปรตีน เนื่องจากน้ำนมที่ได้จะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชีสและเนยเป็นหลัก (Van Raden et al., 2009) ในขณะที่ประเทศไทย การคัดเลือกจะให้ความสำคัญในลักษณะปริมาณน้ำนม รองลงมาเป็นองค์ประกอบน้ำนมที่มีผลต่อราคา เช่น เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเนื้อนมรวมทั้งหมด (Total solids) เป็นต้น เนื่องจากการรับซื้อและการบริโภคผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นนมพร้อมดื่ม นอกจากนี้ก็จะเป็นความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม และประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ (Chantalakhana and Falvey, 1999)

### 5.1.3 ข้อมูลการเจริญเติบโต

ข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด (Birth weight) น้ำหนักเมื่อหย่านม (Weaning weight) น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (Yearling weight) น้ำหนักเมื่อคลอดลูกครั้งแรก สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการเจริญเติบโตของโคภายในฟาร์มในช่วงก่อนให้ผลผลิตน้ำนม เพื่อประกอบการคัดเลือกโคทดแทนคุณภาพดี หรือการทำนายช่วงเวลาที่เหมาะสมให้ผลผลิต และอายุการให้ผลผลิตของโคแต่ละตัว รวมทั้งการจัดการเพื่อย่นระยะเวลาและลดต้นทุนการเลี้ยงโคกลุ่มที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้

### 5.1.4 ข้อมูลการผสมพันธุ์

ข้อมูลการผสมพันธุ์ ได้แก่ อายุเมื่อผสมครั้งแรก (Age at first service; AFS) จำนวนครั้งที่ผสมต่อการผสมติด (Number of service per conception; NSC) อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก (Age at first calving; AFC) ระยะเวลาในการตั้งท้อง (Gestation length; GL) การคลอด การแท้ง การเป็นสัด หลังคลอด การผสมพันธุ์ น้ำเชื้อที่ใช้ในการผสม ระยะเวลาหลังคลอดถึงผสมครั้งแรก (Interval from calving to first service) อัตราการตั้งท้อง (Pregnancy rate) ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างสายพันธุ์และปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ การผสมเทียมโดยใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมที่ดี เลี้ยงง่าย โตไว

แข็งแรง ให้ผลผลิตน้ำนมได้ตามศักยภาพของการจัดการ ปัจจุบันในประเทศไทยมีโปรแกรมสำเร็จรูปให้บริการแก่เกษตรกร เพื่อความสะดวกรวดเร็ว ทั้งในส่วนของเอกชน และกรมปศุสัตว์ส่งเสริมโปรแกรมการผสมเทียมเพื่อปรับปรุงคุณภาพพันธุกรรมของโคนม (กรมปศุสัตว์, 2563)

#### 5.1.5 ข้อมูลสุขภาพ

ข้อมูลสุขภาพ มีความสำคัญต่อการรักษา ความสามารถในการผลิต และความยั่งยืนของฝูง โดยเฉพาะในประเทศไทยที่มีภูมิอากาศร้อนชื้น ซึ่งเอื้อต่อการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของเชื้อโรคต่างๆ รวมทั้งแมลงและสัตว์อื่นที่เป็นพาหะ ได้แก่ โรคที่เกิดจากเห็บ เช่น โรคอะนาพลาสโมซิส (Anaplasmosis) และโรคบาบีซิโอซิส (Babesiosis) นอกจากนี้ยังมีโรคระบาดตามฤดูกาล เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย โรคลัมปีสกิน หรือแม้กระทั่งภาวะการเกิดโรคเต้านมอักเสบ เป็นต้น (Jittapalapong et al., 2008) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการบันทึกสถิติโคที่มีอาการผิดปกติ การเจ็บป่วยและการรักษา ควบคู่กับการบันทึกคะแนนสภาพร่างกาย (BCS) ซึ่งมีความสำคัญไม่แพ้กัน เนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขภาพของโคนมภายในฟาร์มที่ประเมินได้ง่ายและสะดวก (กรมปศุสัตว์, 2563)

#### 5.1.6 ข้อมูลลักษณะรูปร่างและโครงสร้าง

ข้อมูลลักษณะรูปร่างและโครงสร้างร่างกายเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิต เช่น การเก็บบันทึกในโคหลังคลอดลูกตัวแรกไม่เกิน 4 เดือน เพียงครั้งเดียวในชั่วชีวิตโคนม แต่มีความสำคัญมากต่อการคัดเลือกและประเมินค่าพันธุกรรมในโคนม ได้แก่ ความสูง ความกว้างอก ความลึกลำตัว มุมสะโพก ความกว้างสะโพก การวางตัวของขาหลังด้านข้าง มุมกีบ ลักษณะรูปร่างของเต้านม ความยาวหัวนม ความสูงของเต้านมด้านหลัง การยึดติดของเต้านมที่ดี เป็นต้น

#### 5.1.7 ข้อมูลสำคัญอื่นๆ

1) ข้อมูลที่มีผลต่ออายุการให้ผลผลิต ได้แก่ ความทนทานต่อความร้อน ความต้านทานโรค ประวัติการรักษา การเจ็บป่วยจากโรคติดเชื้อ เช่น โรคไข้เห็บ (Tick fever disease) โรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) หรือโรคทางโภชนาการอื่นๆ (กรมปศุสัตว์, 2563)

2) การคัดทิ้ง วันที่คัดโคออก และเหตุผลที่คัดโคออกจากฝูง เนื่องจากส่วนใหญ่โคมักถูกคัดออก โดยมีสาเหตุจากการให้ผลผลิตต่ำหรือปัญหาสุขภาพ อันส่งผลต่อรายได้หรือต้นทุนในการดำเนินกิจการฟาร์ม เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการระบุแนวโน้มและการตัดสินใจเลือกน้ำเชื้อสำหรับใช้ในการผสมพันธุ์ เพื่อแก้ไขหรือลดปัญหาในลูกโครุ่นถัดไป

3) ปัจจัยเพิ่มเติมอื่น เช่น ภัยแล้ง ต้นทุนอาหารที่สูง ปัญหาราคาพลังงาน การขาดแคลนแรงงาน หรือการระบาดของโรคอุบัติใหม่ ซึ่งผู้ที่ได้รับผลกระทบรุนแรงมักเกิดกับเกษตรกรรายย่อย และการแก้ปัญหาดังกล่าววนิยมทำการปรับปรุงวิธีการเลี้ยง การจัดการที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของฝูงได้อย่างมีนัยสำคัญ

## 5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

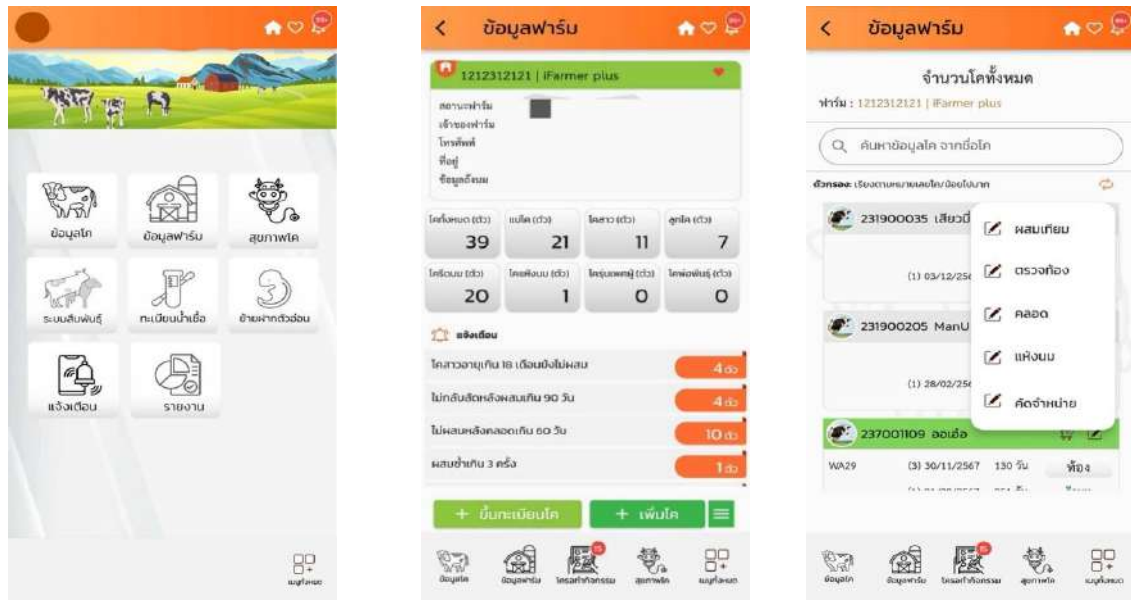
ในปัจจุบัน นอกจากการบันทึกข้อมูลฟาร์มด้วยสมุดบันทึกของฟาร์ม ซอฟต์แวร์จัดการฟาร์มได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีตัวเลือกที่หลากหลายมากขึ้นสำหรับเกษตรกรในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงในภูมิภาคเขตร้อนอย่างประเทศไทย ซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้ในภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่น เช่น DairyComp, HerdMASTER, และ FarmWizard ยังคงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลฟาร์มโคนม เกษตรกรสามารถบันทึกข้อมูลการผลิต สุขภาพ และการผสมพันธุ์ได้อย่างสะดวก ปัจจุบันเกษตรกรในประเทศไทยเริ่มนำเอาซอฟต์แวร์การจัดการฟาร์มมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลมากขึ้น โดยมีทั้งรูปแบบการบันทึกข้อมูลอัตโนมัติผ่านอุปกรณ์ระบบรีดนม รวมถึงแอปพลิเคชันผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือมือถือสมาร์ทโฟน ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างระบบฐานข้อมูลของกรมปศุสัตว์ ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อสนับสนุนให้เกษตรกร สามารถเข้าใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 5.1 ระบบฐานข้อมูลโคนม กรมปศุสัตว์ (GDairy) สำหรับบันทึกข้อมูลฟาร์มโคนมของเกษตรกร (iFarmer+) และเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (iService+)

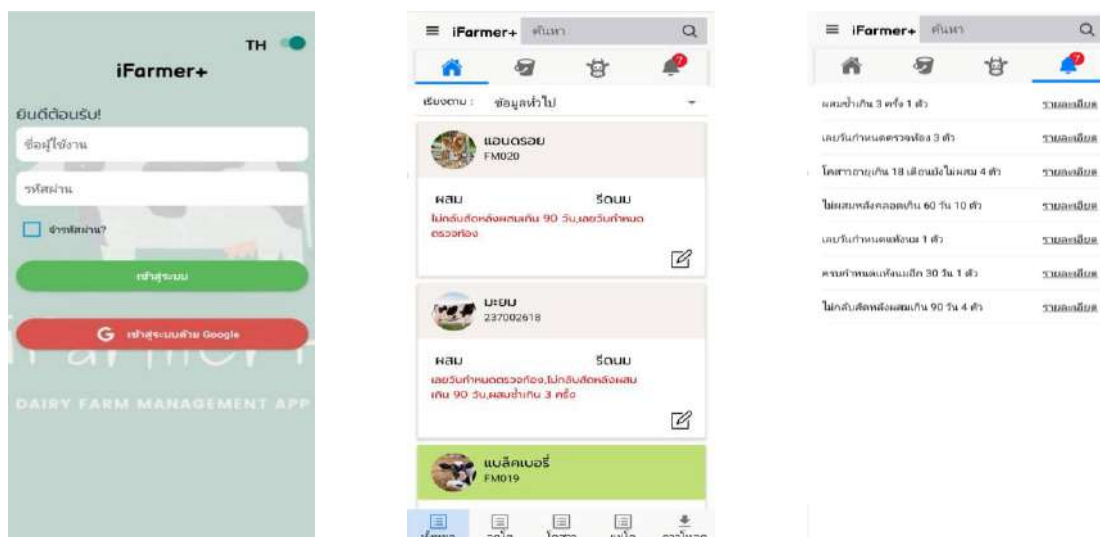
กรมปศุสัตว์ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลโคนม GDairy (ภาพที่ 5.1) สำหรับช่วยอำนวยความสะดวกในการบันทึกข้อมูลฟาร์มโคนม ทั้งทะเบียนโค พันธุ์ประวัติ ข้อมูลการผสมเทียม การตั้งท้อง การคลอด ข้อมูลสุขภาพ การเจริญเติบโต ข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำนม และเครื่องมือช่วยในการวางแผนจับคู่ผสมพันธุ์ ทำให้การบริหารจัดการฟาร์มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ระบบสืบพันธุ์ และสุขภาพ รวมทั้งพัฒนาสายพันธุ์โคนมได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ทำงานร่วมกับฐานข้อมูลโคนม GDairy ได้แก่ แอปพลิเคชัน **iService+** สำหรับเจ้าหน้าที่ผสมเทียมและเจ้าหน้าที่ส่งเสริม และแอปพลิเคชัน **iFarmer+** สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม โดยทำงานบนมือถือสมาร์ทโฟน

แอปพลิเคชัน iService+ (ภาพที่ 5.2) เจ้าหน้าที่สามารถเข้าดูข้อมูลฟาร์มที่เข้าทำงาน มีระบบระบุตัวโคที่ต้องทำกิจกรรม เช่น โคสาวอายุเกิน 18 เดือนยังไม่รับการผสม ครบกำหนดตรวจท้อง ครบกำหนดแท้งนม ครบกำหนดคลอด ครบกำหนดตรวจระบบสืบพันธุ์หลังคลอด เป็นต้น ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกและแม่นยำให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม สามารถลงบันทึกกิจกรรมโคในฟาร์มเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 5.2 แอปพลิเคชัน iService+ สำหรับเจ้าหน้าที่ผสมเทียมและเจ้าหน้าที่ส่งเสริม

แอปพลิเคชัน iFarmer+ (ภาพที่ 5.3) เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมได้เข้าถึงระบบฐานข้อมูลในฟาร์มของตนเองได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เกษตรกรสามารถนำเข้าสู่ข้อมูลต่างๆ ภายในฟาร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลด้านระบบสืบพันธุ์ได้ด้วยตนเอง เช่น การผสมเทียม การคลอด การแท้งนม และการนำเสนอข้อมูลดัชนีระบบสืบพันธุ์ของฟาร์มและผลผลิต มีระบบการแจ้งเตือนเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นในฟาร์ม เช่น วันกลับสัด วันครบกำหนดตรวจท้อง วันแท้งนม วันคลอดและกำหนดการตรวจระบบสืบพันธุ์หลังคลอด ช่วยให้เกษตรกรไม่ลืมเหตุการณ์สำคัญๆ ที่เป็นตัวกำหนดรายได้และผลกำไรของฟาร์ม



ภาพที่ 5.3 แอปพลิเคชัน iFarmer+ สำหรับเกษตรกร

## 5.3 ประโยชน์ของการบันทึกข้อมูล

### 5.3.1 การประเมินและคัดเลือกโคด้วยค่าพันธุกรรม

การประเมินและคัดเลือกด้วยข้อมูลและค่าการผสมพันธุ์ ต้องอาศัยการบันทึกข้อมูลที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ ซึ่งถือเป็นวิธีสากลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพสำหรับช่วยให้เกษตรกรสามารถระบุสัตว์ที่ดีที่สุดหรือแย่ที่สุดในฝูง และใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจผสมพันธุ์และคัดออกอย่างมีเป้าหมาย ในขณะที่ประเทศไทยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมยังขาดความเข้าใจในการประเมินพันธุกรรมและการคัดเลือกโคด้วยค่าพันธุกรรม ส่วนใหญ่นิยมใช้ข้อมูลการให้ผลผลิตและประวัติการเจ็บป่วยเป็นตัวชี้วัดในการคัดออก ส่วนโคทดแทนจะใช้ลูกเกิดภายในฟาร์มที่ได้จากการผสมพันธุ์แบบสุ่มโดยไม่มี การคัดเลือก หรือหากมีก็จะเลือกจากประวัติการให้ผลผลิตน้ำนมของแม่โค ซึ่งมีความแม่นยำที่ค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ต่างประเทศใช้การวางแผนการปรับปรุงและคัดเลือกโคนมด้วยค่าพันธุกรรมจีโนม ซึ่งมีความแม่นยำสูง (Van Raden, 2008)

ปัจจุบันการประเมินพันธุกรรมในประเทศไทยมีสองหน่วยงานหลักได้แก่ กรมปศุสัตว์ ซึ่งออกแบบและใช้ประโยชน์จากข้อมูล ในการประเมินค่าพันธุกรรมทั้งลักษณะผลผลิต ลักษณะรูปร่าง ความสมบูรณ์พันธุ์และสุขภาพให้แก่เกษตรกรฟาร์มเครือข่ายโครงสร้างผลิตฟาร์มโคนมพันธุ์ทรอปิคอล โฮลสไตน์ และอีกหน่วยงานคือองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์และประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์จีโนมโคนมให้เกษตรกรสามารถใช้เพื่อนำไปวางแผนการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งโคนมที่มีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตดี สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เลี้ยงง่าย ต้นทุนการจัดการไม่สูง และให้ผลผลิตอยู่ในระดับที่มีกำไร ด้วยการเลือกใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบความสามารถทางพันธุกรรมที่เหมาะสม สำหรับจับคู่ผสมพันธุ์ให้กับแม่โคนม

ภายในฟาร์ม ประกอบกับวางแผนการจัดการฝูง จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกษตรกรสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน

### 5.3.2 ความรู้การเกิดภาวะเลือดชิด

การผสมเลือดชิด (Inbreeding, การผสมพันธุ์ระหว่างเครือญาติ) มักส่งผลเสียทำให้ลูกที่เกิดจากการผสมพันธุ์มีภาวะเลือดชิด (Inbred) มีประสิทธิภาพการผลิตและระบบสืบพันธุ์โดยรวมลดลง รวมถึงการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากยีนด้อยแฝง (Inbreeding depression) (Falconer and Mackay, 1996) ซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนและกำไรของฟาร์ม การที่โคภายในฟาร์มมีข้อมูลพันธุ์ประวัติถูกต้อง ครบถ้วน และมีการบันทึกอย่างต่อเนื่องมาหลายชั่วรุ่น จะช่วยในการตัดสินใจจับคู่ผสมพันธุ์เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะเลือดชิดได้อย่างดีที่สุด

ค่าเลือดชิด (หรือสัมประสิทธิ์เลือดชิด Inbreeding coefficient) สามารถคำนวณได้จากข้อมูลพันธุ์ประวัติของสัตว์ที่สืบย้อนไปถึงบรรพบุรุษร่วมในอดีต (เพื่อให้ข้อมูลที่แม่นยำ ควรสืบย้อนกลับอย่างน้อย 4-5 ชั่วอายุ) โดยค่าเลือดชิดมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100% ผลเสียที่เกิดจากภาวะเลือดชิดในโคนมที่มีการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนที่สุดคือ ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมลดลง การเจริญเติบโตช้า ความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ สุขภาพไม่แข็งแรง อายุการให้ผลผลิตสั้นลง เป็นต้น (ตารางที่ 5.1) หากโคนมเกิดจากการผสมเลือดชิดที่ระดับสูง (มากกว่าร้อยละ 10) จะส่งผลให้ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ลดลง 362.5 กิโลกรัม ช่วงห่างการคลอดลูกยาวนานขึ้น 4.8 วัน อัตราการผสมติดต่ำลง 8.2% จำนวนครั้งการผสมติดในโคสาวและแม่โคสูงขึ้น 7.8 และ 8.3 ครั้ง ตามลำดับ และเพิ่มโอกาสเกิดโรกระบบสืบพันธุ์สูงขึ้น 0.6–1.2%

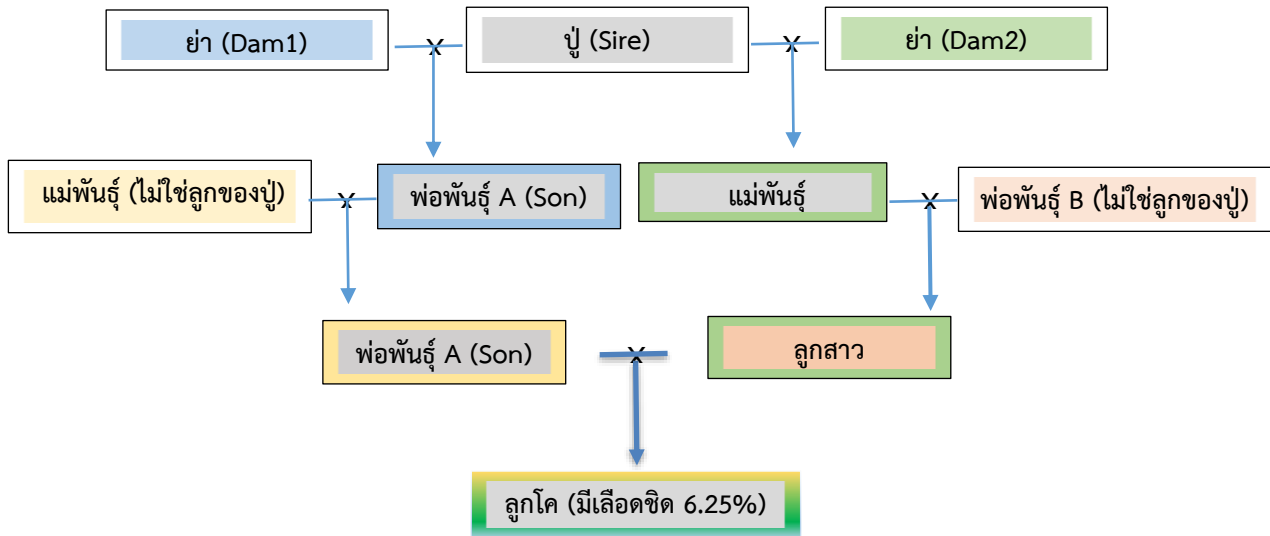
**ตารางที่ 5.1** ตัวอย่างผลกระทบจากภาวะเลือดชิดในโคนมต่อลักษณะทางเศรษฐกิจที่สำคัญในโคนม เมื่อระดับเลือดชิดสูงเกินร้อยละ 10

| ลักษณะ                             | ผลกระทบ <sup>1</sup> | ที่มา                     |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน (กิโลกรัม)  | -363                 | Doekes et al. (2019)      |
| ระยะห่างการคลอดลูก (วัน)           | 4.8                  | Doekes et al. (2019)      |
| ระยะห่างการคลอดลูกถึงผสมติด (วัน)  | 0.8                  | Doekes et al. (2019)      |
| อัตราการผสมติด (%)                 | -8.2                 | Bjelland et al. (2013)    |
| จำนวนครั้งการผสมติดในโคสาว (ครั้ง) | 7.8                  | Makanjuola et al. (2020)  |
| จำนวนครั้งการผสมติดในแม่โค (ครั้ง) | 8.3                  | Makanjuola et al. (2020)  |
| โอกาสเกิดโรกระบบสืบพันธุ์ (%)      | 0.6 – 1.2            | Lozada-Soto et al. (2024) |

<sup>1</sup> วิเคราะห์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์เลือดชิดจีโนม (genomic inbreeding)

คำแนะนำโดยทั่วไปคือ ควรหลีกเลี่ยงการผสมพันธุ์ที่ทำให้เกิดเลือดชิดในระดับสูง โดยการควบคุมการผสมพันธุ์ให้ลูกสัตว์ที่เกิดมีภาวะเลือดชิดต่ำที่สุด และไม่ควรเกิน 6.25% (>0 – 6.25%) (Mc Parland et al., 2007) เกษตรกรสามารถเลือกจับคู่ผสมพันธุ์เพื่อลดโอกาสการเกิดภาวะเลือดชิด

ภายในฝูง โดยการเลือกผสมระหว่างพ่อแม่พันธุ์ที่มีค่าความสัมพันธ์ทางสายเลือดต่ำ นั่นคือ ไม่มีสายเลือดใกล้เคียงกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะเลือดชิดในลูกสัตว์ที่จะเกิดในอนาคต



ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างการผสมพันธุ์ในโคนม ทำให้เกิดเลือดชิดในลูกโค 6.25%

ตัวอย่างการผสมพันธุ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในโคนมและระดับเลือดชิดที่เกิดขึ้น โดยสิ่งที่ทำได้ง่ายคือ หลีกเลี่ยงการผสมพันธุ์พ่อพันธุ์ (น้ำเชื้อพ่อพันธุ์สำหรับผสมเทียม) กับลูกสาวตัวเอง (เลือดชิด 25%) อย่างไรก็ตาม การผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์กับลูกสาวของพี่น้องต่างแม่ ซึ่งส่งผลให้เกิดเลือดชิด 6.25% เป็นสถานการณ์ที่ตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือดได้ยากกว่า (ภาพที่ 5.4) เช่นเดียวกับกรณีพ่อพันธุ์ผสมกับโคที่มีปู่ย่าร่วมกัน (เลือดชิด 6.25%) คำแนะนำที่เกษตรกรสามารถทำได้ง่ายๆ คือ ไม่ควรผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์ (น้ำเชื้อพ่อพันธุ์สำหรับผสมเทียม) และโคเพศเมียที่สามารถสืบย้อนกลับไปยังบรรพบุรุษร่วมกันภายใน 3 ชั่วรุ่น คือต้องจับคู่ผสมพันธุ์ระหว่างโคพ่อพันธุ์กับแม่โคต้องไม่มี พ่อ แม่ ปู่ ย่า ตา ยาย ซ้ำกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภาวะเลือดชิดในลูกสัตว์ หรือเกิดในระดับที่ต่ำและไม่ส่งผลให้เกิดความเสียหาย (ตารางที่ 5.2)

ตารางที่ 5.2 คู่ผสมพันธุ์ที่อาจเกิดขึ้นในโคนมและการเกิดเลือดชิดในรุ่นลูก

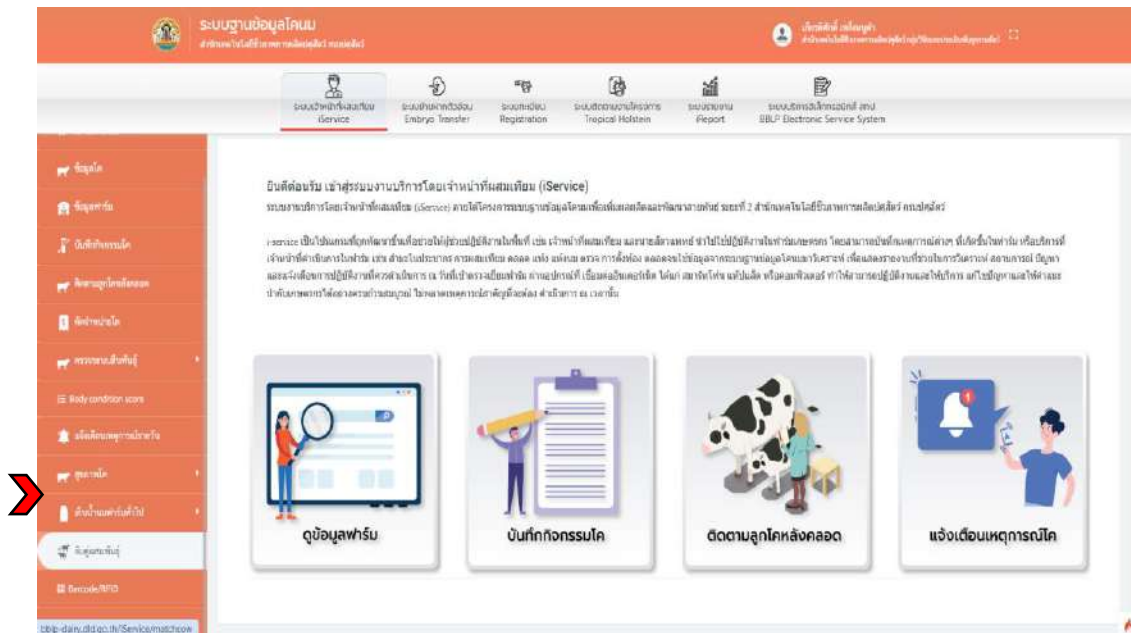
| คู่การผสมพันธุ์                                             | ค่าเลือดชิดในลูก<br>จากการผสมพันธุ์ (%) | คำแนะนำ    | การตรวจสอบ                              |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------|-----------------------------------------|
| พ่อพันธุ์ ผสมกับ ลูกสาว                                     | 25%                                     | หลีกเลี่ยง | สืบพันธุ์ประวัติ                        |
| พ่อพันธุ์ ผสมกับ พี่น้องต่างพ่อ<br>หรือแม่ (Half sister)    | 12.5%                                   | หลีกเลี่ยง | สืบพันธุ์ประวัติ,<br>โปรแกรมคอมพิวเตอร์ |
| พ่อพันธุ์ ผสมกับ ลูกสาวของพี่<br>น้องต่างแม่ (Half brother) | 6.25%                                   | หลีกเลี่ยง | โปรแกรมคอมพิวเตอร์                      |
| พ่อพันธุ์ ผสมกับ โคที่มีปู่ย่า<br>ร่วมกัน                   | 6.25%                                   | หลีกเลี่ยง | โปรแกรมคอมพิวเตอร์                      |

ทั้งนี้ เกษตรกรควรบันทึกข้อมูลประวัติโครายตัวอย่างสมบูรณ์ เพื่อให้ทราบพ่อและแม่ของโคแต่ละตัว โดยเกษตรกรสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือดผ่านข้อมูลพันธุ์ประวัติได้เอง เพื่อป้องกันการจับคู่ผสมพันธุ์ที่มีความใกล้ชิดกันทางสายเลือดในระดับสูง (เช่น สืบย้อนความสัมพันธ์ได้ ภายใน 1–2 ชั่วโมง) แต่หากมีโคภายในฝูงจำนวนมากอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นควรมีเครื่องมือช่วยในการคำนวณค่าเลือดชิดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งกรมปศุสัตว์ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าเลือดชิดเพื่อการจับคู่ผสมพันธุ์ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การคำนวณค่าเลือดชิดที่แม่นยำ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพันธุ์ประวัติที่สมบูรณ์และควรสามารถสืบย้อนกลับได้ อย่างน้อย 4-5 ชั่วโมง เพื่อให้สามารถคำนวณค่าเลือดชิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างคู่ผสมพันธุ์ที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือดห่างกัน

### 5.3.3 การจับคู่ผสมพันธุ์

การจับคู่ผสมพันธุ์ ในทางการปรับปรุงพันธุ์หมายถึงการจับคู่ผสมพันธุ์โดยพิจารณาจากคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV หรือ GEBV หรือ EPD) ปัจจุบันในประเทศแถบยุโรป อเมริกา และออสเตรเลีย เกษตรกรจะเข้าร่วมกับสมาคมหรือหน่วยงานเพื่อประเมินพันธุ์กรรมและจับคู่โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลพันธุ์กรรมของแม่โคนมที่ได้รับการประเมินปีละครั้ง โดยการจับคู่ผสมพันธุ์ด้วยการประมาณค่าพันธุ์กรรมในโครุ่นถัดไป เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์กรรมโคนมภายในฟาร์ม ที่ได้จากการคำนวณคาดการณ์ปริมาณผลผลิต และลักษณะรูปร่างในรุ่นลูกได้อย่างแม่นยำ

กรมปศุสัตว์ได้พัฒนาและออกแบบโปรแกรมการจับคู่ จากหลักการเดียวกับสากล เพื่อให้เจ้าหน้าที่ในสังกัดหรือผู้ที่ใช้งานระบบฐานข้อมูลโคนม GDairy สามารถออกแบบการจับคู่ผสมพันธุ์จากการประมาณค่าผลผลิตน้ำนมและลักษณะรูปร่างในลูกโค ทั้งนี้ต้องเป็นโคนมที่มีข้อมูลประวัติถูกต้องครบถ้วน และมีการประเมินค่าทางพันธุ์กรรมโดยกรมปศุสัตว์เท่านั้น ซึ่งเป็นอีกตัวช่วยที่จะสามารถให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการพัฒนาศักยภาพการผลิตโคนมได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (ภาพที่ 5.5)



ภาพที่ 5.5 เมนูการจับคู่ผสมพันธุ์ ในระบบฐานข้อมูลโคนมฯ GDairy

### 5.3.4 การจัดการฟาร์ม

เกษตรกรสามารถปรับปรุงการจัดการด้านต่างๆ ภายในฟาร์มได้อย่างแม่นยำ ตรงประเด็น และมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น

- 1) จำนวนประชากรโคนม เช่น ลูกโค โคสาว และแม่โค ใช้วางแผนในการจัดเตรียมอาหาร สัตว์ อุปกรณ์และเวชภัณฑ์ บริหารจัดการควบคุมโรค ทั้งการวางแผนการจดหาวัคซีน การฉีดวัคซีน การฉีดพยาธิฆ่าเชื้อ การจัดทำมาตรฐานฟาร์ม
- 2) ข้อมูลดัชนีประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ ข้อมูลโคสาวและแม่โคที่มีปัญหาในระบบสืบพันธุ์ ทำให้ทราบข้อมูลปัญหาในระบบสืบพันธุ์ของโคนมรายฟาร์ม สามารถขอรับบริการและให้ข้อมูลแก่เจ้าหน้าที่ในการเข้าไปบริการแก้ไขปัญหาได้อย่างทันเหตุการณ์ และแก้ไขได้อย่างตรงประเด็นและเกิดผลสัมฤทธิ์
- 3) ข้อมูลสุขภาพ ช่วยในการตรวจวินิจฉัยระบบสืบพันธุ์ที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว เช่น การตรวจท้อง การทำงานของรังไข่ และมดลูก ด้วยเครื่องอัลตราซาวด์
- 4) ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการให้อาหารตามผลผลิตน้ำนม และใช้ในการให้คะแนนสภาพร่างกายของแม่โคได้อย่างแม่นยำ

## 5.4 การประเมินผลและการติดตามประสิทธิภาพฝูง

การติดตามประเมินผลการดำเนินการของฝูงทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อนำมาปรับเปลี่ยน แก้ไข และปรับปรุง ให้เกิดความก้าวหน้า ทั้งด้านพันธุกรรม ผลผลิตน้ำนม และประสิทธิภาพ รวมถึงต้นทุน กำไร เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฝูงกับมาตรฐาน

หรือฟาร์มอื่นในเขตพื้นที่เดียวกัน หรือภายในและต่างประเทศ โดยเฉพาะในยุคเปิดการค้าเสรีที่มีการแข่งขันสูง

#### 5.4.1 ประสิทธิภาพการผลิต

ปริมาณน้ำนมเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพการผลิตของฝูงโคนม โดยวัดจากปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ต่อวันหรือต่อรอบการให้น้ำนม ในประเทศแถบที่มีอากาศอบอุ่น ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยของโคนมอาจสูงถึง 30-40 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่ในภูมิภาคเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยอาจต่ำกว่า เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น ความเครียดจากความร้อนและคุณภาพอาหารที่จำกัด อย่างไรก็ตาม การติดตามผลผลิตน้ำนมอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้เกษตรกรสามารถประเมินประสิทธิภาพการผลิตของฝูงและคัดเลือกโคที่มีผลผลิตสูง เพื่อใช้สร้างโคทดแทนตามโปรแกรมปรับปรุงพันธุ์ของฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมปศุสัตว์, 2563; VanRaden et al., 2009)

##### ข้อเสนอแนะ

- 1) วางแผนและคัดเลือกโคที่มีผลผลิตสูง: จำเป็นต้องใช้ข้อมูลปริมาณน้ำนมของแม่โค ด้วยการวางแผน จับคู่ผสมพันธุ์ กับน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะปริมาณน้ำนมดี สม่ำเสมอ จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของฝูงได้
- 2) วางแผนการให้อาหาร: หากปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่ำกว่าที่คาดการณ์ ควรพิจารณาคุณภาพและปริมาณอาหาร โดยเฉพาะในช่วงที่มีความเครียดจากความร้อน หรือสภาพอากาศแปรปรวน
- 3) ติดตามบันทึกปริมาณและคุณภาพน้ำนมเป็นประจำ: ไม่ว่าจะเป็นปริมาณน้ำนมรายวันหรือรายสัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการผลิต และวางแผนปรับปรุงการจัดการฟาร์ม

#### 5.4.2 ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์

ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดผลผลิตน้ำนม และลูกโคทดแทนภายในฟาร์ม โดยนิยมใช้ตัวชี้วัดต่าง ๆ เช่น ช่วงห่างการคลอด วันท้องว่าง และอัตราการผสมติด โดยโคนมที่มีประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ที่ดี ควรมีช่วงห่างการคลอดที่สั้น หากฟาร์มที่มีช่วงห่างการคลอดที่ยาว อาจบ่งชี้ถึงปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ หรือสุขภาพหรือสมดุลพลังงานที่ได้รับจากการกินอาหาร ในประเทศไทย ซึ่งมีฟาร์มขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่ การติดตามประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการคงประสิทธิภาพการผลิตของฝูง เนื่องจากฟาร์มที่มีประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์สูงก็จะมีผลผลิตฟาร์มสูง และสามารถปรับปรุงพันธุ์กรรมได้เร็วขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2563; Hayes et al., 2009)

##### ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีระบบการจับสัด: โดยมันส์สังเกต หรือมีอุปกรณ์ในการตรวจการเป็นสัดที่แม่นยำ เช่น การใช้เครื่องมือตรวจสอบกิจกรรม หรือการทาสีหาง เพื่อเพิ่มโอกาสในการผสมพันธุ์ในช่วงเวลาที่เหมาะสมอันจะส่งผลให้อัตราการผสมติดที่ดีขึ้น
- 2) การคำนวณโภชนาการ: ให้อาหารที่สมดุล โดยเฉพาะในช่วงเปลี่ยนผ่านการให้นม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์

3) คัดทิ้งโคที่ไม่สมบูรณ์พันธุ์: เช่น โคที่มีวันท้องว่างนานหรือผสมติดยาก เพื่อรักษาประสิทธิภาพของฝูง

#### 5.4.3 สัตว์ส่วนประชากรโคภายในฟาร์ม

การเข้าใจโครงสร้างประชากรโคภายในฟาร์ม เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการฝูงโคนมอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์สัดส่วนของโคในระยะการให้นมต่างๆ โคสาวแรกคลอด และโคแห้งนม ตัวอย่างเช่น ฝูงที่มีสัดส่วนโคแรกคลอดสูงอาจต้องวางแผนการจัดการที่แตกต่างหรือเฉพาะเจาะจงมากกว่า ฝูงที่มีสัดส่วนโคที่ให้นมหลายครั้งสูง ในประเทศไทยการคงสัดส่วนประชากรโคให้สมดุลจะช่วยให้การผลิตน้ำนมมีความสม่ำเสมอและลดความเสี่ยงจากการมีโคมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือหรือแอปพลิเคชันบนมือถือหลากหลายรูปแบบที่สามารถเลือกใช้ในการจัดการฟาร์มทำให้เกษตรกรสามารถติดตามและปรับปรุงโครงสร้างประชากรโคภายในฟาร์มได้ (กรมปศุสัตว์, 2563; AgriWebb, 2023)

##### ข้อเสนอแนะ

- 1) คงสัดส่วนฝูงโคที่สมดุล: รักษาสัดส่วนของโคแรกคลอด โคที่ให้นมหลายครั้ง โคสาว และลูกโคให้เหมาะสม เพื่อให้การผลิตน้ำนมมีความสม่ำเสมอและความหลากหลายทางพันธุกรรม
- 2) วางแผนและคัดเลือกโคทดแทน: ใช้ข้อมูลประชากรเพื่อวางแผนการทดแทนโคที่อายุมาก เพื่อให้มีโคที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำนมที่ดีอย่างต่อเนื่อง
- 3) ติดตามการเจริญเติบโตของโคสาว: ติดตามการเจริญเติบโต และพัฒนาการของโคสาว เพื่อให้พร้อมสำหรับการผสมพันธุ์เมื่ออายุเหมาะสม (เช่น 13–15 เดือน)

#### 5.4.4 คุณภาพและองค์ประกอบน้ำนม

คุณภาพและองค์ประกอบน้ำนมเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดมูลค่าของผลิตภัณฑ์นม ตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์น้ำตาลแลคโตส และปริมาณโซมาติกเซลล์ (SCC) ในภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่น นมที่มีไขมันและโปรตีนสูงมักเป็นที่ต้องการสำหรับการผลิตชีสและเนย ในภูมิภาคเขตร้อน เช่น ประเทศไทย องค์ประกอบน้ำนมอาจแตกต่างกันเนื่องจากคุณภาพอาหารและความเครียดจากสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่น ความเครียดจากความร้อนอาจลดปริมาณไขมันและโปรตีนในน้ำนม ในขณะที่คุณภาพอาหารที่ไม่ดีอาจทำให้ปริมาณน้ำตาลแลคโตสลดลง การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนมเป็นประจำจะช่วยให้เกษตรกรทราบสถานการณ์ของโคภายในฟาร์มและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอาหาร สุขภาพ และการจัดการได้อย่างตรงจุด นอกจากนี้ การติดตาม SCC ยังช่วยตรวจหาโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยในการเลี้ยงโคนมในเขตร้อน (กรมปศุสัตว์, 2563; Bradley, 2002)

##### ข้อเสนอแนะ

- 1) องค์ประกอบน้ำนมสามารถใช้ในการจัดการอาหาร: ปรับสูตรอาหารให้มีคุณภาพเหมาะสมกับการให้ผลผลิตน้ำนม โดยเพิ่มอาหารหยาบและอาหารข้นที่มีคุณภาพดี เพื่อเพิ่มปริมาณไขมันและโปรตีนในน้ำนม

2) พิจารณาค่า SCC อย่างสม่ำเสมอ: เพื่อตรวจหาและรักษาโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการตั้งแต่เนิ่น ๆ ลดการสูญเสียน้ำนมและปรับปรุงคุณภาพน้ำนม

3) จัดการความเครียดจากความร้อน: ติดตั้งระบบลดความร้อน เช่น พัดลมและสปริงเกอร์ เพื่อลดผลกระทบการเกิดความเครียดจากความร้อนที่มีผลต่อองค์ประกอบน้ำนม

โดยสรุป การบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุกรรมในฝูงโคนม ไม่ว่าจะอยู่ในภูมิภาคใด รวมถึงการจัดการฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ

## กรณีศึกษาและตัวอย่างฟาร์มในการปรับปรุงพันธุ์

การเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบการรวมกลุ่มจากเกษตรกรรายย่อยที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ และส่งขายน้ำนมดิบให้แก่สหกรณ์หรือศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ โดยซื้อขายตามคุณภาพน้ำนมตามราคาและมาตรฐานจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยปัจจัยการผลิตส่วนใหญ่เกษตรกรเลี้ยงโคนมเป็นฟาร์มขนาดกลางที่มีจำนวนโคนมมากกว่า 20 ตัว ยังประสบปัญหาต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะค่าอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น ขาดแคลนแรงงาน ผลผลิตและคุณภาพน้ำนมต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด โรคเต้านมอักเสบและโรคปากและเท้าเปื่อยยังเกิดปัญหาเป็นระยะ (ตามแผนปฏิบัติการด้านโคนมและผลิตภัณฑ์นม ระยะที่ 1 ปี พ.ศ. 2564 - 2570)

การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์กรรมโคนม เป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่จะช่วยในการเพิ่มศักยภาพการผลิตโคนมในฟาร์มตนเอง โดยคำนึงถึง ความปลอดภัยทางชีวภาพ เนื่องจากการซื้อขายโคนมมีชีวิตในประเทศ ส่วนใหญ่ไม่มีพันธุ์ประวัติ ไม่มีประวัติด้านสุขภาพ การรักษา การทำวัคซีน และที่สำคัญประวัติการผสมพันธุ์และการให้ลูก ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมา การเลือกใช้น้ำเชื้อแช่แข็งจากแหล่งที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์ ให้ความสำคัญกับการปรับปรุงพันธุ์โคนมให้ความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมที่เหมาะสมกับการจัดการภายในฟาร์ม และลักษณะรูปร่างที่ดี มีความแข็งแรง เลี้ยงง่าย ปราศจากปัญหาสุขภาพ และมีความสมบูรณ์พันธุ์สูง จะช่วยให้เกษตรกรไม่ต้องสูญเสียแม่โคให้หมดก่อนวัยอันควร เป็นการลดต้นทุนค่าการจัดการ การผสมพันธุ์ และค่ารักษาพยาบาล ดังนั้นแผนการจับคู่เพื่อผลิตลูกโคนมทดแทน เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญต่ออนาคตของฟาร์มโคนม

ในบทนี้ จะขอยกตัวอย่างฟาร์มเครือข่าย โครงการผลิตฟอโคนมพันธุ์ทรอปิคอล โฮลสไตน์ เป็นกรณีศึกษา ในการประยุกต์ใช้ระบบการจัดเก็บข้อมูล การวางแผนการจับคู่ผสมพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อปรับปรุง พัฒนาลักษณะรูปร่าง และการให้ผลผลิตน้ำนม ในการสร้างโคทดแทนที่มีประสิทธิภาพและลักษณะดีเด่น กว่ารุ่นพ่อ แม่



## 6.1 ชื่อฟาร์ม: อติต โนนดอน



ที่ตั้ง: 160 ม. 9 ต.ลำพญากลาง

อ. มวกเหล็ก จ. สระบุรี

จำนวนโคทั้งหมด: 72 ตัว

แม่โค 36 ตัว (โครีดนม 31 ตัว)

โคสาว 19 ตัว

ลูกโค 17 ตัว

### ประวัติการเลี้ยงโคนม

**เริ่มต้น** ในปี พ.ศ. 2553 มีที่ดินประมาณ 16 ไร่ เริ่มต้นจากซื้อลูกโคมาเลี้ยง 6 ตัว พอโตมาก็ทำการผสม ตั้งท้อง และรีดนม โดยโคมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย ประมาณ 5-6 กิโลกรัม/ตัว/วัน เรียนรู้วิธีการเลี้ยงจากการเข้าอบรมในหลักสูตรที่หน่วยงานภาครัฐจัด อ่านจากหนังสือ ระยะเวลาแรกประสบปัญหาโคไม่เป็นสัด ผสมไม่ติด ปริมาณน้ำมน้อย รอบการให้นมสั้น พยายามหาความรู้ ทำการผสมและคัดเลือกมาเรื่อย ๆ

**ปัจจุบัน** ปี พ.ศ. 2567 มีโคภายในฟาร์มประมาณ 72 ตัว มีแม่โค 36 ตัว โครีดนมประมาณ 25-30 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัม/ตัว/วัน เข้าร่วมเป็นฟาร์มเครือข่ายผลิตฟอโคนมทรอปิคอลโฮลสไตน์ ใช้การบันทึกข้อมูล 2 ระบบ คือ สมุดบันทึกฟาร์ม และแอปพลิเคชัน iFarmer +

### การจัดการฟาร์ม

โรงเรือนเปิดโล่ง โคสามารถเดินได้อย่างอิสระ ให้อาหารแบบแยกส่วน อาหารชั้นสำเร็จรูป ส่วนอาหารหยาบให้ฟางเป็นหลัก



ภาพที่ 6.1 ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มอติต โนนดอน

## เป้าหมายฟาร์ม

การไม่ซื้อโคนมมีชีวิตจากแหล่งอื่นเข้าฟาร์ม แต่อาศัยการพัฒนา ปรับปรุงพันธุ์โคภายในฟาร์มตนเอง จำนวนโคนมที่เป็นแม่รีดนม 25-30 ตัว มีผลิตน้ำนมรวม 500 กิโลกรัมต่อวัน (น้ำนมเฉลี่ย 16-20 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ลักษณะโคนมที่ต้องการ มีรูปร่างกระทัดรัด ไม่ใหญ่ เลี้ยงง่าย ทนร้อน ทนโรค ผสมติดง่าย คลอดง่าย ปริมาณน้ำนมพอเหมาะ มีกำไร

## ปัญหาที่พบบ่อยภายในฟาร์ม

ปัญหาระบบสืบพันธุ์ ผสมติดยาก ปัญหาโครงสร้างเต้านมไม่แข็งแรง หัวนมสั้น

## แนวทางการแก้ไข

ขอคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาจากข้อมูลฟาร์มในระบบ และปรับปรุงแบบการจัดการอาหาร และการวางแผนจับคู่ผสมพันธุ์ และคัดออกโคอายุมาก โคที่มีปัญหาสุขภาพ และให้ผลผลิตน้ำนมต่ำไม่คุ้มทุน

## แนวทางการปรับปรุงพันธุ์

เลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์สำหรับใช้ผสมเทียม จากคุณค่าการผสมพันธุ์ในสมุดพ่อพันธุ์โคนมกรมปศุสัตว์ โดยมีเจ้าหน้าที่ผสมเทียมให้คำแนะนำ



แม่โคที่มีโครงสร้างเต้านมดี แต่หัวนมค่อนข้างสั้น ส่งผลการยึดเกาะของหัวรีด



โครุ่นที่เกิดจากการจับคู่ผสมพันธุ์กับน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นเรื่องโครงสร้างเต้านมและหัวนม

ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างแม่โคที่มีการปรับปรุงลักษณะหัวนม

### ข้อเสนอแนะ

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ควรให้ความสำคัญกับการบันทึกข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ประวัติ ผลผลิต รายตัว การผสม การเจ็บป่วย ซึ่งจะสามารถใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ปัญหา และสื่อสาร ขอคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ได้สะดวก ถูกต้อง รวมทั้งข้อมูลต้นทุนการผลิต

## 6.2 ชื่อฟาร์ม: กิตติพงษ์ เลี้ยงสนั่น



ที่ตั้ง: 25 ม. 2 ต. หนองย่างเสือ

อ. มวกเหล็ก จ. สระบุรี

จำนวนโคทั้งหมด: 138 ตัว

แม่โค 80 ตัว (โครีดนม 78 ตัว)

โคสาว 25 ตัว

ลูกโค 33 ตัว

### ประวัติการเลี้ยงโคนม

**เริ่มต้น** ในปี พ.ศ. 2558 จากการซื้อโคสาวมาเลี้ยง จำนวน 50 ตัว ทำการผสม ตั้งท้อง และรีดนม โดยโคมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย ประมาณ 8 กิโลกรัม/ตัว/วัน อาศัยความรู้ด้านการเลี้ยงสัตว์ จากที่เรียนจบในสาขาสัตวบาล ระยะแรกประสบปัญหา โคมะเป็นสัด ผสมไม่ติด ปริมาณน้ำมน้อย รอบการให้นมสั้น

**ปัจจุบัน** เข้าร่วมเป็นฟาร์มเครือข่ายผลิตฟอโคนมทรอปิคอล โฮลสไตน์ เมื่อปี พ.ศ. 2562 ถึงปัจจุบัน พ.ศ. 2567 ได้รับคำแนะนำในการจัดการฟาร์ม การจัดการอาหารจากข้อมูลองค์ประกอบน้ำนม และผสมเทียมเองภายในฟาร์ม จนทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 18-20 กิโลกรัม/ตัว/วัน มีโคภายในฟาร์มประมาณ 138 ตัว ขยายพื้นที่ฟาร์มเป็น 50 ไร่ แบ่งทำแปลงหญ้าและข้าวโพดตัดสดสำหรับเลี้ยงโคประมาณ 40 ไร่ ต้นทุนการผลิตรวมเฉลี่ย ประมาณ 14 บาท/กิโลกรัมน้ำนม

### การจัดการฟาร์ม

โรงเรือนเปิดโล่ง โคสามารถเดินได้อย่างอิสระ ให้อาหารแบบแยกส่วน อาหารชั้นสำเร็จรูป ส่วนอาหารหยาบเป็นหญ้าสดและฟาง



ภาพที่ 6.3 ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มกิตติพงษ์ เลี้ยงสนั่น

## เป้าหมายฟาร์ม

การไม่ซื้อโคนมมีชีวิตจากแหล่งอื่นเข้าฟาร์ม ทำการพัฒนา ปรับปรุงพันธุ์โคภายในฟาร์ม ตนเอง มีเป้าผลิตน้ำนมรวม 1,650 กิโลกรัมต่อวัน (น้ำนมเฉลี่ย 20-25 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ลักษณะโคนมที่ต้องการ มีรูปร่างโครงสร้างปานกลาง ไม่เล็ก ไม่ใหญ่ เลี้ยงง่าย ทนร้อน ทนโรค ผสมติดง่าย คลอดง่าย

## ปัญหาที่พบบ่อยภายในฟาร์ม

ปัญหาระบบสืบพันธุ์ ผสมติดยาก ปัญหาโครงสร้างเต้านมไม่แข็งแรง หัวนมสั้น

## แนวทางการแก้ไข

ขอคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ร่วมกัน วิเคราะห์ ปัญหาจากข้อมูลฟาร์มในระบบ และปรับรูปแบบการจัดการอาหาร และการจับคู่ผสมพันธุ์ และ ใช้การคัดออกโคอายุมาก โคที่มีปัญหาสุขภาพ และให้ผลผลิตน้ำนมต่ำไม่คุ้มทุน

## แนวทางการปรับปรุงพันธุ์

เลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์สำหรับใช้ผสมเทียม จากคุณค่าการผสมพันธุ์ในสมุดพ่อพันธุ์โคนมของ กรมปศุสัตว์ โดยมีเจ้าหน้าที่ผสมเทียมให้คำแนะนำ มุ่งเน้นการให้ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมดี เป็น สาวไว ผสมติดง่าย



ภาพที่ 6.4 ตัวอย่างการปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนม

### ข้อเสนอแนะ

ต้องมีใจรัก อดทน เนื่องจากการเลี้ยงโคนมใช้ระยะเวลาดี้นทุนนาน จากประสบการณ์ตนเองกว่า จะคืนทุนคือประมาณ 4 ปี นอกจากนี้ต้อง ใฝ่หาความรู้ใหม่ๆ ตลอดเวลา และที่สำคัญ คือ ระบบการบันทึก ข้อมูลฟาร์ม ซึ่งมีประโยชน์ ในการวิเคราะห์ปัญหา นำไปสู่การแก้ไขที่ตรงจุด

### 6.3 ชื่อฟาร์ม: ช่อประกายแก้ว กลมกลาง



ที่ตั้ง: 58 ม. 1 ต. ท่าหลวง

อ. ท่าหลวง จ. ลพบุรี

จำนวนโคทั้งหมด: 125 ตัว

แม่โค 70 ตัว (โครีดนม 63 ตัว)

โคสาว 37 ตัว

ลูกโค 18 ตัว

#### ประวัติการเลี้ยงโคนม

**เริ่มต้น** ในปี พ.ศ. 2549 สืบทอดจากพ่อแบ่งแม่โคให้ 3 ตัว ทำโรงเรือนชั่วคราวมุงด้วยหญ้าแฝก มีเนื้อที่ 9 ไร่ อาศัยเพิ่มจำนวนฝูงจากลูกที่เกิดภายในฟาร์ม เริ่มต้นโคมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ยน้อย ประมาณ 5-6 กิโลกรัม/ตัว/วัน ให้อาหารไม่พอ โคมีสุขภาพไม่แข็งแรง ล้มป่วย ผสมไม่ติด แก้ไขปัญหาด้วยการยืดอายุการรีดนม เพื่อให้มีน้ำนมส่งขาย สำหรับเป็นค่าใช้จ่ายในฟาร์ม ไม่คัดหรือขายโคออกจนกว่าจะไม่ให้ผลผลิต หรือเจ็บป่วยรักษาไม่หาย

**ปัจจุบัน** เข้าร่วมเป็นฟาร์มเครือข่ายผลิตพ่อโคนมทรอปิคอล โฮลสไตน์ เมื่อปี พ.ศ. 2555 ถึงปัจจุบัน พ.ศ. 2567 มีโคภายในฟาร์มประมาณ 125 ตัว มีแม่โค 70 ตัว โครีดนมประมาณ 50-60 ตัว ปริมาณน้ำนมวันละ 800 กิโลกรัม (14 กิโลกรัม/ตัว/วัน) บันทึกข้อมูลผ่าน แอปพลิเคชัน iFarmer+ ซึ่งเป็นตัวช่วยที่ดี ใช้ง่าย มีระบบแจ้งเตือน

#### การจัดการฟาร์ม

โรงเรือนเปิดโล่ง โคสามารถเดินได้อย่างอิสระ ให้อาหารแบบแยกส่วน อาหารชั้นสำเร็จรูป ส่วนอาหารหยาบให้ฟางเป็นหลัก



ภาพที่ 6.5 ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มช่อประกายแก้ว กลมกลาง

## เป้าหมายฟาร์ม

เลี้ยงโคทดแทน ที่เกิดภายในฝูง ไม่ต้องซื้อโคนมมีชีวิตจากแหล่งอื่น มีแม่โครีดนมประมาณ 60 ตัว ปริมาณน้ำนมไม่ต่ำกว่าวันละ 800-900 กิโลกรัม (น้ำนมเฉลี่ย 14-15 กิโลกรัม/ตัว/วัน) แต่ต้องการลักษณะโคที่รูปร่างใหญ่ มีฐานนมกว้าง มีขาและกีบที่แข็งแรง ทนต่อโรคเต้านมอักเสบ เลี้ยงง่าย ทนร้อน ผสมติดง่าย

## ปัญหาที่พบบ่อยภายในฟาร์ม

ปัญหาระบบสืบพันธุ์ ผสมติดยาก รูปร่างโครงสร้าง เต้านมและหัวนมไม่สวย ขาและกีบไม่แข็งแรง โรคเต้านมอักเสบ

## แนวทางการแก้ไข

ขอคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาจากข้อมูลฟาร์มในระบบ และปรับปรุงแบบการจัดการอาหาร ใช้ระบบการเหนี่ยวนำการเป็นสัด ทำให้โคคลอดเป็นชุดง่ายต่อการจัดการ สามารถวางแผนการจับคู่ผสมพันธุ์ร่วมกับเจ้าหน้าที่

## แนวทางการปรับปรุงพันธุ์

เลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์สำหรับใช้ผสมเทียมทั้งของเอกชนและของกรมปศุสัตว์ โดยมีเจ้าหน้าที่ผสมเทียมจากศูนย์วิจัยฯ สระบุรี ให้คำแนะนำ



โคภายในฟาร์มที่โครงสร้างขา และการยึดเกาะเต้านมที่ไม่สมดุล

โคสาวที่เกิดจากการจับคู่ผสมเทียม ที่ปรับปรุงพันธุ์กรรมให้มีเต้านมที่ดีขึ้น

ภาพที่ 6.6 ตัวอย่างโคที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ในส่วนรูปร่างโครงสร้างโดยรวม

### ข้อเสนอแนะ

อยากให้เกษตรกร หันมาบันทึกข้อมูลฟาร์มด้วยตนเองให้ถูกต้องครบถ้วน และมีระบบการแจ้งเตือนเป็นตัวช่วยในการจัดการฟาร์มที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นระบบของเอกชน หรือของรัฐบาล แต่ที่ฟาร์มใช้ iFarmer+ ใช้ฟรี ไม่มีค่าใช้จ่าย

#### 6.4 ชื่อฟาร์ม: สุมาลี ใจน้อย



ที่ตั้ง: 73 ม. 3 ต. ชับจำปา

อ. ท่าหลวง จ. ลพบุรี

จำนวนโคทั้งหมด: 139 ตัว

แม่โค 86 ตัว (โครีดนม 68 ตัว)

โคสาว 28 ตัว

ลูกโค 25 ตัว

#### ประวัติการเลี้ยงโคนม

เริ่มต้น ในปี พ.ศ. 2552 ซื้อโคสาวท้องจำนวน 4-5 ตัว ฝากเลี้ยงในฟาร์มของพ่อ โดยช่วยรีดนม พอมีโครีดนมได้ 6 ตัว จึงแยกออกมาเลี้ยงเอง มีพื้นที่ฟาร์มประมาณ 4 ไร่ อาศัยสอบถามจากผู้มีประสบการณ์เลี้ยงโคนมมาก่อน โคนีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย ประมาณ 14 กิโลกรัม/ตัว/วัน มีกำไรพออยู่ได้ แต่มาประสบปัญหาหนักๆ ช่วงวิกฤตพลังงาน โรคอุบัติใหม่อย่าง ลัมปีสกิน

ปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2567 มีโคภายในฟาร์มประมาณ 139 ตัว มีแม่โค 86 ตัว โครีดนมประมาณ 68-70 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 20 กิโลกรัม/ตัว/วัน จากการพัฒนา คัดเลือกลูกโคภายในฟาร์ม จากประวัติการให้น้ำนมของแม่ และเลือกใช้น้ำเชื้อจากกรมปศุสัตว์ทั้งหมด เข้าร่วมเป็นฟาร์มเครือข่ายผลิตพ่อโคนมทรอปิคอล โฮลสไตน์ มีข้อมูลองค์ประกอบน้ำนมรายตัว สำหรับการวางแผนการจัดการอาหาร และการผสมพันธุ์ โดยเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยฯ สระบุรี โคที่ให้น้ำนมสูงสุดถึง 40 กิโลกรัม/ตัว/วัน

#### การจัดการฟาร์ม

โรงเรือนเปิดโล่ง โคสามารถเดินได้อย่างอิสระ ให้อาหารแบบแยกส่วน อาหารชั้นสำเร็จรูป ส่วนอาหารหยาบให้ฟางเป็นหลัก จัดการโคด้วยการแบ่งฝูงตามสถานการณ์คลอด และปริมาณการให้นม



ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างการเลี้ยงโคนมในโรงเรือนเปิดของฟาร์มสุมาลี ใจน้อย

## เป้าหมายฟาร์ม

ต้องการพัฒนา ปรับปรุงพันธุ์กรรมโคภายในฟาร์มให้มีปริมาณน้ำนมดี และองค์ประกอบน้ำนมที่ได้มาตรฐาน ผสมติดง่าย ให้น้ำนมยืนนาน ทนร้อน

## ปัญหาที่พบบ่อยภายในฟาร์ม

ปัญหาระบบสืบพันธุ์ ผสมติดยาก โคบางตัวให้น้ำนมไม่ยืน เมื่อโครีดนมตั้งท้องปริมาณน้ำนมที่รีดได้จะลดลง เกือบครึ่ง

## แนวทางการแก้ไข

ขอคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาจากข้อมูลฟาร์มในระบบ และปรับรูปแบบการจัดการอาหาร และแผนการจับคู่ผสมพันธุ์ และคัดเลือกโคทดแทนภายในฝูง ตามประวัติการให้ผลผลิตของแม่เป็นหลัก

## แนวทางการปรับปรุงพันธุ์

เลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์สำหรับใช้ผสมเทียม จากคุณค่าการผสมพันธุ์ในสมุดพ่อพันธุ์โคนมของกรมปศุสัตว์ โดยมีเจ้าหน้าที่ผสมเทียมให้คำแนะนำ



โคให้น้ำนมไม่ยืน ช่วงอากาศร้อน มีอาการหอบ

โคมีรูปร่าง สมบูรณ์แข็งแรง ปริมาณน้ำนมดี ให้น้ำนมยืน

ภาพที่ 6.8 ตัวอย่างโคนมที่มุ่งปรับปรุงปริมาณและลักษณะรูปร่างโครงสร้างในสภาพอากาศร้อนชื้น

### ข้อเสนอแนะ

การเลี้ยงโคนมให้ประสบความสำเร็จ ต้องประกอบไปด้วย สายพันธุ์โคนมที่ดี การจัดการอาหารที่เหมาะสม แบ่งการให้อาหารตามผลผลิตน้ำนม จะส่งผลถึงประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ที่ดีตามไปด้วย และให้ความสำคัญกับโคสาวควรผสมครั้งแรกไม่เกิน 18 เดือน

#### 6.4 ชื่อฟาร์ม: ณัฐกาญจน์ จินะกาศ



ที่ตั้ง: 210 ม.2 ต.ท่าปลาตุ๊ก

อ.แม่ทา จ.ลำพูน

จำนวนโคทั้งหมด: 109 ตัว

แม่โค 60 ตัว

โครีดนม 56 ตัว

โคสาว 26 ตัว

ลูกโค 23 ตัว

#### ประวัติการเลี้ยงโคนม

**เริ่มต้น** คุณสนั่น วงศ์คม (ซึ่งเป็นคุณตา) เริ่มเลี้ยงโคนมในปี พ.ศ. 2536 บนที่ดิน 12 ไร่ จากแม่โครีดนม 6 ตัว โคมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย ประมาณ 8-10 กิโลกรัม/ตัว/วัน

**ปัจจุบัน** คุณณัฐกาญจน์ จินะกาศ (ผู้เป็นหลาน) ได้เข้ามาสืบทอดกิจการ ในปี พ.ศ. 2560 ปัจจุบันมีโคภายในฟาร์ม 109 ตัว มีแม่โค 60 ตัว โครีดนม 56 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 16-18 กิโลกรัม/ตัว/วัน เข้าร่วมเป็นฟาร์มเครือข่ายผลิตพ้อโคนมทรอปิคอล โฮลสโตว์ เมื่อปี 2564 เพื่อแสวงหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านสายเลือดโคนมระดับสูง ทำให้เลี้ยงยาก ไม่ทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้น ไม่ทนต่อโรคแมลง และไม่ทนต่อโรคระบาดในพื้นที่

#### การจัดการฟาร์ม

แม่โคมีการเลี้ยงแบบปล่อยอิสระในคอก ให้อาหารแบบสัดส่วนผสมเสร็จ (TMR : Total Mixed Ration) โดยมีส่วนประกอบหลักคือ อาหารข้นสำเร็จรูป และกากมัน ส่วนอาหารหยาบให้ ต้นข้าวโพดสด ฟางแห้ง และเปลือกฝักข้าวโพดหมัก ระบบรีดนม เป็นระบบท่อลำเลียงนม กึ่งอัตโนมัติ (Semi-automation Pipeline) จำนวน 6 หัวรีดนม มีแปลงหญ้า ปลูกข้าวโพดอาหารสัตว์ จำนวน 20 ไร่

#### เป้าหมายฟาร์ม

ฟาร์มสามารถอยู่รอด มีกำไร ในภาวะต้นทุนการผลิตมีราคาสูง

#### ปัญหาที่พบบ่อยภายในฟาร์ม และแนวทางแก้ไข

1) ปัญหาระบบสืบพันธุ์ ผสมติดยาก แก้ปัญหาโดยเพิ่มเวลาการจับสัด และวางแผนใช้ เซนเซอร์ตรวจจับการเป็นสัดอัตโนมัติ ที่พัฒนาขึ้นในประเทศ

2) ปัญหาแม่โคจากน้ำเชื้อต่างประเทศไม่ทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้น ไม่ทนต่อโรคแมลง และไม่ทนต่อโรคระบาดในพื้นที่ แก้ปัญหาโดยเลือกใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นในประเทศ (Tropical Holstein)

### แนวทางการแก้ไข

รับคำแนะนำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพเชียงใหม่ ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา จากข้อมูลฟาร์มโครงการพัฒนาและผลิตพ่อพันธุ์โคนมเขตร้อน (Tropical Holstein) ปรับรูปแบบการจัดการด้านโภชนาการโคนม วางแผนการจับคู่ผสมพันธุ์ คัดออกโคอายุมาก โคที่มีปัญหาสุขภาพ และให้ผลผลิตน้ำนมต่ำไม่คุ้มทุน

### แนวทางการปรับปรุงพันธุ์



แม่โคที่มีระดับสายเลือดที่สูงเกินไป หรือแม่โคที่เกิดจากพ่อพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นในเขตอบอุ่น จะมีความทนทานต่อสภาพอากาศในเขตร้อนชื้นต่ำ



ลูกโคที่เกิดจากน้ำเชื้อที่พัฒนาขึ้นในประเทศ จะมีความทนต่อโรค

ภาพที่ 6.9 การปรับปรุงให้มีความทนทานต่อสภาพอากาศในเขตร้อนและทนโรค

### ข้อเสนอแนะ

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ควรให้ความสำคัญกับการเลือกใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์ จากแหล่งผลิตที่ได้มาตรฐาน

## 6.5 ชื่อฟาร์ม: จักรารัฐ นางเมาะ



ที่ตั้ง: 19 ม.10 บ้านแพะ ต.ออนใต้ อ.สัน

กำแพง จ.เชียงใหม่

จำนวนโคทั้งหมด: 78 ตัว

แม่โค 51 ตัว

โครีดนม 47 ตัว

โคสาว 17 ตัว

ลูกโค 10 ตัว

### ประวัติการเลี้ยงโคนม

เริ่มต้น ในปี พ.ศ. 2550 มีที่ดินประมาณ 2 งาน เริ่มต้นจากซื้อแม่โครีด 3 ตัว โดยโคมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย ประมาณ 8-10 กิโลกรัม/ตัว/วัน เรียนรู้วิธีการเลี้ยงจากการแนะนำและเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด จากนายสัตวแพทย์ ประจำสหกรณ์ ปัญหาที่พบคือ ขาดความต่อเนื่องของพันธุ์กรรมโคนม เนื่องจากการคัดทิ้งโดยไม่ตั้งใจ มีอัตราสูง

ปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2568 มีโคภายในฟาร์ม 78 ตัว มีแม่โค 51 ตัว โครีดนมประมาณ 47 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 16 กิโลกรัม/ตัว/วัน เข้าร่วมเป็นฟาร์มเครือข่ายผลิตพ้อโคนมทรอปิคอล โฮลสไตน์ เมื่อปี 2560 ใช้ระบบฐานข้อมูลโคนมระดับฟาร์ม (iFarmer+)

### การจัดการฟาร์ม

แม่โคมีการเลี้ยงแบบผูกยืนโรง ให้อาหารแบบแยกส่วน อาหารชั้นสำเร็จรูป และกากมัน ส่วนอาหารหยาบให้หญ้าแพงโกล่าแห้ง เปลือกฝักข้าวโพดหมัก และเปลือกข้าวโพดแห้ง ฟาร์มมีแผนที่จะทำอาหารแบบสัดส่วนผสมเสร็จ (TMR) ในระยะเวลาอันใกล้ ระบบรีดนม เป็นระบบถังรีด (Bucket Type) มีแปลงหญ้า ปลูกรำข้าวโพดอาหารสัตว์ จำนวน 5 ไร่

### เป้าหมายฟาร์ม

ฟาร์มสามารถอยู่รอด มีกำไร ในภาวะต้นทุนการผลิตมีราคาสูง

### ปัญหาที่พบบ่อภายในฟาร์ม และแนวทางแก้ไข

อัตราการคัดทิ้งแม่โคที่มีปัญหาสูง ปัญหาระบบสืบพันธุ์ ผสมติดยาก ปัญหาลักษณะรูปร่างโคนมไม่เป็นไปตามมาตรฐานสายพันธุ์ เช่น ความแข็งแรงของขาและกีบ และลักษณะเต้านม

## แนวทางการแก้ไข

ร่วมกับศูนย์วิจัยฯ เชียงใหม่ วางแผนการ ปรับรูปแบบการเลี้ยงเป็นแบบปล่อยอิสระในคอก เพื่อลดความเครียด เพิ่มเวลาการจับสัด และวางแผนใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเป็นสัดอัตโนมัติ และเลือกใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์ เพื่อปรับปรุงรูปร่างโคภายในฟาร์ม

## แนวทางการปรับปรุงพันธุ์



ในโคสาวทดแทนที่เกิดจากการปรับปรุงการยึดเกาะเนื้อเยื่อเต้านมหลัง (ซ้าย) และแม่โคที่เกิดจากน้ำเชื้อที่ไม่ได้มาตรฐาน(ขวา)

การปรับปรุงลักษณะขาและกีบในลูกสาว (ขวา) ด้วยน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ของกรมปศุสัตว์ที่ได้มาตรฐาน จากแม่ที่มีขาและกีบไม่แข็งแรง (ซ้าย)



เปรียบเทียบเนื้อเยื่อเต้านม และสมดุลเต้านม ระหว่างแม่โคที่เกิดจากน้ำเชื้อที่ได้มาตรฐานของกรมปศุสัตว์ (ขวา) และแม่โคที่เกิดจากน้ำเชื้อที่ไม่ได้มาตรฐาน(ซ้าย)

ภาพที่ 6.10 ตัวอย่างการปรับปรุงพันธุ์โคนมในลักษณะโครงสร้างเต้านม

### ข้อเสนอแนะ

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ควรให้ความสำคัญกับการเลือกใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์ จากแหล่งผลิตที่ได้มาตรฐาน และกรมปศุสัตว์ควรเข้มงวด ในการผลิตน้ำเชื้อที่ไม่ได้มาตรฐาน ทั้งด้านโรคติดต่อทางระบบสืบพันธุ์ และพันธุกรรมที่ถ่ายทอด

## บรรณานุกรม REFERENCE

กรมกฤษฎาธิ์ ธิ์บเร่งธิ์มธิ์, มนธิ์คธิ์ย ดวงจินดา, สายัณธิ์ บั้วบาน, จุริธิ์ธัณธิ์ แสนโกชนั์ และวุฒิไกร บัญคัุม.

2558. อธิธิ์พลของควาธิ์มคธิ์รียดเนื่งจากควาธิ์มรื่งนตอพันธูกรรมของลัทธิณะโปรตีนนมและ  
ไขมนัมนมในโคนมลูกผสมไทย-โฮลสไตน์ วารสารแกนเกษตร 43 (1): 151-160.

กรมปศุสัทธิ์. 2550. คุณภาพน้ำนมเรื่งนารู้. พญาไท กรุงเทพมหานคร. 40 หน้า

กรมปศุสัทธิ์. 2563. แนวทางการจัดการโคนมในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร.

กรมปศุสัทธิ์. 2564. แผนปฏิบัติการด้านโคนมและผลิตภัณธิ์นม ระยะที่ 1 (พ.ศ.2564 – 2570)

กรมปศุสัทธิ์. 2566. สมุดพอพันธูโคนม 2666 (DLD Sire summary 2024) สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการ  
ผลิตปศุสัทธิ์ กรมปศุสัทธิ์ ปทุมธานี  
<https://biotech.dld.go.th/webnew/index.php/th/sire-summary>

กรมปศุสัทธิ์. 2567. คู่มือการฉีควัคชินป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยสำหรับเกษตรกร. กรมปศุสัทธิ์  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คณะเกษตรศาสตรั์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. มปป. พันธุศาสตรั์ปริมาณกับการปรับปรุงพันธุกรรมโคนม.  
[https://ag2.kku.ac.th/eLearning/117451/Download%5CChapter3\\_Quanti.pdf](https://ag2.kku.ac.th/eLearning/117451/Download%5CChapter3_Quanti.pdf)

จุริธิ์ธัณธิ์ แสนโกชนั์ และ สายัณธิ์ บั้วบาน. 2546. การประเมินค่าทางพันธุกรรมของลัทธิณะผลผลิตน้ำนม  
สำหรับโคนมในประเทศไทย. เวชสารสัตวแพทยั์, 33 (2) ,79-90.

จุริธิ์ธัณธิ์ แสนโกชนั์. 2552. คู่มือการประเมินและคัดเลือกกรูปร่างโคนม. กรมปศุสัทธิ์ สำนัก  
เทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัทธิ์ ปทุมธานี. 84 หน้า

ขวนิศนดากร วรวรรณ. 2534. การเลี้ยงโคนม. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรั์ กรุงเทพมหานคร.  
[https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr\\_es/index.php?/BKN\\_AGR/ search\\_detail/result/190643](https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN_AGR/ search_detail/result/190643)

ประวิธิ์ วิชชูลดา และ เนาวธิ์ธัณธิ์ กำภูศิริ. 2556. มาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบของประเทศไทยกับประเทศคู้ค้า.  
Dairy Development Program Food Focus Magazine ฉบับประจำเดือนมิถุนายน 2566

มัทธิ์นียา สารกุล, ศกร คุณวุฒิฤทธิธิ์ธัณธิ์, ธนาธิ์พิธิ์ สุวรรณโสภั์, Mauricio A. Elzo, ธิ์ธรรมนูญ ทองประไพ  
และ อธิ์ญญา ธิ์ธิ์ธิ์วธิ์งธิ์. 2553. ปัจจยั์ที่มีอธิธิ์พลตอการพัฒนาศัทธิ์ภาพทางพันธุกรรมสำหรับ

การให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมระดับฟาร์มในเขตภาคกลางของประเทศไทย การประชุมทาง  
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20103337189>

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2541. โคนม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาสัตวศาสตร์  
ขอนแก่น. 450 หน้า

สมชัย จันทะสวาท. 2549. พันธุศาสตร์สถิติในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ เปรมปรีดิ์, ศกร คุณวุฒิฤทธิธ, Mauricio A. Elzo, จุริรัตน์ แสนโกชน และบุญอ้อม โฉมที่.  
2553. สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างการผลิตน้ำนมของโคนมใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48  
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20103337187>

สายัณห์ บัวบาน, มนต์ชัย ดวงจินดา, วุฒิไกร บุญคุ้ม, สมศักดิ์ เปรมปรีดิ์, เกียรติศักดิ์ เหลืองหนูดำ  
และณัฐนันท์ ศิริรัตนธัญญะกุล. 2563. การประเมินพันธุกรรมจีโนมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์โคนม  
ทรอปิคอลโฮลสไตน์ในประเทศไทย. พิมพ์ที่ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยม นนทบุรี

สายัณห์ บัวบาน. 2564. คู่มือแนวทางการสร้างพ่อโคนมพันธุ์ทรอปิคอลโฮลสไตน์. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการ  
ผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์  
[https://biotech.dld.go.th/webnew/images/Manual/A\\_W.pdf](https://biotech.dld.go.th/webnew/images/Manual/A_W.pdf)

สุพิชฌาย์ บุญช่วย, ปิยะณัฐ ปะราชิโก, มนต์ชัย ดวงจินดา และวุฒิไกร บุญคุ้ม. 2555. การศึกษารูปแบบ  
จีโนไทป์ของอีพีซีโอโปรตีนในโคนม. แก่นเกษตร. 40 ฉบับพิเศษ. 2: 575-579.

สุภาวรรณ เวียงนาค, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, วิบัณฑิตา จันทร์กิตติสกุล, มนต์ชัย ดวงจินดา และวุฒิไกร  
บุญคุ้ม. 2562. อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม  
และน้ำหนักตัวของไก่ไทยสายพันธุ์สังเคราะห์. แก่นเกษตร. 47(5): 939-950.

ศิริวัฒน์ ทรวงทรง, จันทรเพ็ญ สุวิมลธีระบุตร และ สมศักดิ์ ศรีทองเชษฐ์. 2556. การใช้เทคโนโลยีการ  
เลี้ยงโคนมในโรงเรือนระบบปรับอากาศด้วยการระเหยของน้ำสำหรับลดความเครียดจากความ  
ร้อน ขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตน้ำนม และ สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่โค  
นมในฟาร์มขนาดใหญ่ภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงาน  
กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

[https://digital.library.tu.ac.th/tu\\_dc/digital/api/DownloadDigitalFile/download/66895](https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/digital/api/DownloadDigitalFile/download/66895)

- องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. ค่าการผสมพันธุ์โคนม 2560 (D.P.O. SIRE & DAM SUMMARY 2017) ปีที่ 21 <https://www.dpogenetics.com/images/siredam-summary/catalogue/CatalogueDPO2024.pdf>
- Agri Webb. 2023. Farm management software. Retrieved from <https://www.agriwebb.com>
- Aguilar, I., I. Misztal and S. Tsuruta. 2009. Genetic components of heat stress for dairy cattle with multiple lactations. *Journal of Dairy Science* 92(11): 5702–5711. doi: 10.3168/jds.2008-1928.
- American dairy association north east. 2024. Dairy cow breeds. <https://www.americandairy.com/dairy-farms/dairy-cows/>
- Armstrong, D. V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science* 77(7): 2044–2050. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6)
- Ayrshires® Cattle Society of Great Britain and Ireland. The Ayrshire Breed. <https://www.ayrshirescs.org/ayrshires-cattle-society/society/the-breed/>
- Bauman, D. E. and W. B. Currie. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science* 63(9): 1514-1529. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83111-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0)
- Beagley, J. C., K. J. Whitman, K. E. Baptiste and J. Scherzer. 2010. Physiology and treatment of retained fetal membranes in cattle. *Journal of veterinary internal medicine*: 261-268 doi:10.1111/j.1939-1676.2010.0473.
- Beckman, H. and J. A. M. Arendonk. 1993. Derivation of economic values for veal, beef and milk production traits using profit equation. *Livestock Production Science* 34: 35-56.
- Bewley, J. M., M. M. Schutz. and M. D. Boehlje. 2008. Precision dairy farming: A review. *Journal of Dairy Science* 91(3): 1013-1026. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0817>
- Bjelland, D. W., K. A. Weigel, N. Vukasinovic and J. D. Nkrumah. 2013. Evaluation of inbreeding depression in Holstein cattle using whole-genome SNP markers and

- alternative measures of genomic inbreeding. *Journal of Dairy Science* 96(7), 4697–4706. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6439>
- Bradley, A. J. 2002. Bovine mastitis: An evolving disease. *The Veterinary Journal* 164 (2): 116–128. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2001.0934>
- Buaban, S., S. Prempre, P. Sumreddee, M. Duangjinda and Y. Masuda. 2021. Genomic prediction of milkproduction traits and somatic cell score using single-step genomic best linear unbiased predictor with random regression test-day model in Thai dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 104(12): 12713-12723.
- Bullvine. 2024. Top Strategies for Successful Dairy Cattle Breeding: Expert Tips and Insights. <https://www.thebullvine.com/news/top-strategies-for-successful-dairy-cattle-breeding-expert-tips-and-insights/>
- Butler, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60–61: 449–457. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00112-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00112-4)
- Cattaneo, L., J. Laporta and G. E. Dahl. 2022. Programming effects of late gestation heat stress in dairy cattle. *Reproduction, Fertility and Development* 35(2): 106–117. doi: 10.1071/RD22209.
- Cattle international series. Milking Shorthorn. <https://cattleinternationalseries.weebly.com/milking-shorthorn.html>
- Chantalakhana, C. and L. Falvey. 1999. Smallholder dairying in the tropics. International Livestock Research Institute (ILRI).
- Chaisri, W., W. Suriyasathaporn and V. Punyapornwithaya. 2020. Dairy herd health management practices in smallholder farms in Thailand: A review. *Veterinary Integrative Sciences* 18(1): 1–16. <https://doi.org/10.12982/VIS.2020.001>
- Cole, B. J., B. O. Makanjuola, C. M. Rochus, N. Van Staaveren and C. Baes. 2023. The effects of breeding and selection on lactation in dairy cattle. *Animal Frontiers* 13(3): 55-63 doi: 10.1093/af/vfad044

- Cole, J. B. and P. M. Van Raden. 2018. Symposium review: possibilities in an age of genomics: the future of selection indices. *Journal of Dairy Science* 101(4): 3686–3701. doi: 10.3168/jds.2017-13335.
- Collier, R. J., R. M. Eley, A. K. Sharma, R. M. Pereira and D. E. Buffington. 1981. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 64: 844-849
- Collier, R. J., G. E. Dahl and M. J. Van Baale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89(4): 1244–1253. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
- Contreras, G. A., C. Strieder-Barboza and J. De Koster. 2018. Symposium review: Modulating adipose tissue lipolysis and remodeling to improve immune function during the transition period and early lactation of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101: 2737-2752. doi: 10.3168/jds.2017-13340
- Cook, N. B. and K. V. Nordlund. 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health, and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal* 179(3): 360–369. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.02.012>
- Darmon, W. S. 2009. Introduction to animal science: global, biological, social and industry perspectives. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Dairy Knowledge portal. 2024. Red Sindhi. <https://www.dairyknowledge.in/dkp/article/red-sindhi>
- Dechow, C. D., G. W. Rogers, L. Klei, and T. J. Lawlor. 2003. Heritabilities and correlations among body condition score, dairy form and selected linear type traits. *Journal of Dairy Science* 86: 2236-2242.
- Dekkers, J. C. M., J. H. Ten Hag and A. Weersink. 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livestock Production Science* 53(3): 237–252. doi:10.1016/s0301-6226(97)00124-3.
- De Rensis, F. and R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow (a review). *Theriogenology* 60(6): 1139-1151.

- Drackley, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier. *Journal of Dairy Science* 82(11): 2259-2273.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)
- Drackley, J. K. and F. C. Cardoso. 2014. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows. *Animal* 8(1): 5–14.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731114000731>
- Doekes, H. P., R. F. Veerkamp, P. Bijma, G. de Jong, S. J. Hiemstra and J. J. Windig. 2019. Inbreeding depression due to recent and ancient inbreeding in Dutch Holstein–Friesian dairy cattle. *Genetics Selection Evolution* 51(1): 1–16.  
<https://doi.org/10.1186/s12711-019-0457-7>
- Esposito, K., M. I. Maiorino, M. Petrizzo, G. Bellastella and D. Giugliano. 2014. The effects of a Mediterranean diet on the need for diabetes drugs and remission of newly diagnosed type 2 diabetes: follow-up of a randomized trial. *Diabetes Care* 37(7): 1824-30. doi: 10.2337/dc13-2899. Epub 2014 Apr 10.
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.
- Fernando, E. M., K. Agymang, R. C. Cardellino and G. L. Jain. 2022. Genetic improvement in medium to low-input systems of animal production. Experiences to date. Experiences to date. In: *Proceedings of the Seventh World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, vol. 33.
- Friggens, N. C. and J. R. Newbold. 2007. Towards a biological basis for predicting nutrient partitioning: the dairy cow as an example. *Animal* 1(1): 87–97.  
doi:10.1017/S1751731107657772
- Gade, S., E. Stamer, J. Bennewitz, W. Junge and E. Kalm. 2007. Genetic parameters for serial, automatically recorded milk ability and its relationship to udder health in dairy cattle. *Animal* 1(6): 787-796.
- Gengler, N. 1996. Persistency of lactation yields: a review. *International Bull Evaluation Service* 12:87–96. <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/447/447>

- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24(1): 19-39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Goff, J. P. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science* 89(4): 1292–1301. [doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72195-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72195-6)
- Goff, J. P. 2014. Calcium and magnesium disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30(2): 359–381. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.04.003>
- González-Recio, O., D. Gianola, G. J. M. Rosa, K. A. Weigel, and A. Kranis. 2009. Genome-assisted prediction of a quantitative trait measured in parents and progeny: application to food conversion rate in chickens. *Genetics Selection*. 1: 1-10.
- Grant, R. J. and J. L. Albright. 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 84(E-Suppl), E156–E163. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70210-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70210-X)
- Groen, A. F., I. Hellinga and J. K., Oldenbroek. 1994. Genetic correlations of clinical mastitis and feet and legs problems with milk yield and type traits in Dutch Black and White Dairy Cattle. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 42: 371-378.
- Groen, A. F., T. Steine, J. J. Colleau, J. Pribly, J. Pribly and N. Reinsch. 1997. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-Working Group. *Livestock Production Science* 49: 1-21.
- Hayes, B. J., P. J. Bowman, A. J., Chamberlain and M. E. Goddard. 2009. Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. *Journal of Dairy Science* 92(2): 433–443. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1646>
- Heinrichs, A. J. and K. E. Lesmeister. 2005. Rumen development in the dairy calf. *Advances in Dairy Technology* 17: 179–187.
- Heinrichs, A. J., G. I. Zanton, G. J. Lascano and C. M. Jones. 2017. A 100-year review: A century of dairy heifer research. *Journal of Dairy Science* 100(12): 10173–10188. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12960>

- Hristov, A. N., W. J. Price and B. Shafii. 2004. A meta-analysis examining dietary factors, dry matter intake, milk and milk protein yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87(7): 2184–2196. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73342-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73342-9)
- Jittapalapong, S., P. Ratanakorn and N. Pinyopanuwat. 2008. Tick-borne diseases in Thailand: Current status and future challenges. *Thai Journal of Veterinary Medicine* 38(1): 1–12.
- John B. C., O. M. Bayode, M. R. Christina, S. Nienke van and B. Christine. 2023. The effects of breeding and selection on lactation in dairy cattle. *Animal Front* 13(3): 62-70. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10266753/>
- Kadzere, C. T., M. R. Murphy, N. Silanikove and E. maltz. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock production Science* 77(1): 59-91. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X
- Khan, M. A., D.M. Weary and M. A. G. von Keyserlingk. 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 94(3): 1071–1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- Knutsen, T. M., H. G. Olsen, I. A. Ketto, K. K. Sundsaasen, A. Kohler, V. Tafintseva, M. Svendsen, M. P. Kent and S. Lien. 2022. Genetic variants associated with two major bovine milk fatty acids offer opportunities to breed for altered milk fat composition. *Genetics Selection Evolution* 54:1–13. doi: 10.1186/s12711-022-00731-9.
- Larroque, H. and V. Ducrocq. 2001. Relationships between type and longevity in the Holstein breed. *Genetics Selection Evolution* 33: 39-59.
- Lozada-Soto, E. A., K. L. P. Gaddis, F. Tiezzi, J. Jiang, L. Ma, S. Toghiani, and C. Maltecca. 2024. Inbreeding depression for producer-recorded udder, metabolic, and reproductive diseases in US dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 107(5): 3032–3046. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24012>
- Lucy, M. C., S. T. Butler and H. A. Garverick. 2014. Endocrine and metabolic mechanisms linking postpartum glucose with early embryonic and fetal development in dairy cows. *Animal* 8 (1): 82-90. doi: 10.1017/S175173111400048

- Mader, T. L., M. S. Davis and T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 84(3): 712–719.  
<https://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- Makanjuola, B. O., C. Maltecca, F. Miglior, F. S. Schenkel and C. F. Baes. 2020. Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins. *BMC Genomics* 21(1): 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-07137-1>
- Mc Allister, T. A., K. A. Beauchemin, A. Y. Alazzez, J. Baah, R. M. Teather and K. Stafford. 2011. The use of direct-fed microbials to mitigate pathogens and enhance production in cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 91(2): 193-211.  
<https://doi.org/10.4141/CJAS10047>
- Mallard, B. A. M. Emam, M. Paibomesai, K. Thompson-Crispi and L. Wagter-Lesperance. 2015. Genetic selection of cattle for improved immunity and health. *Japanese Journal of Veterinary Research* 63(1): S37-S44.
- Mc Parland, S., J. F. Kearney, M. Rath and D. P. Berry. 2007. Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. *Journal of Dairy Science* 90(9): 4411–4419.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0227>
- Meatbucket. 2024. Red Sindhi Cow, the Perfect Livestock Animal.  
<https://meatbucketctg.com/red-sindhi-cow/>
- Mee, J. F., T. Geraghty, R. O'Neill and S. J. More. 2012. Biosecurity on dairy farms: A review. *The Veterinary Journal* 192(3): 259-268.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.12.019>
- Miglior, F., A. Fleming, F. Malchiodi, L. F. Brito, P. Martin, and C. F. Baes. 2017. A 100-Year Review: identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100(12):10251–10271. doi: 10.3168/jds.2017-12968.
- Muir, B. L., J. Fatehi and L. R. Schaeffer. 2004. Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science* 87(9): 3029–3037. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73435-9.

- Muller, C. J. C., and J. A. Botha. 1993. Effect of summer climatic conditions on different heat tolerance indicators in primiparous Friesian and Jersey cows. *South African journal of animal science* 23(3): 98-103.
- National Research Council. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle* (7th ed.). National Academies Press.
- Neuenschwander, T. F. O., F. Miglior, J. Jamrozik, O. Berke, D. F. Kelton and L. R. Schaeffer. 2012. Genetic parameters for producer-recorded health data in Canadian Holstein cattle. *Animal* 6: 571-578 doi: 10.1017/S1751731111002059
- Oba, M. and M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield. *Journal of Dairy Science* 82(3): 589–596. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75271-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75271-9)
- Perez-Cabal, M. A., and R. Alenda. 2002. Genetic relationships between lifetime profit and type traits in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 85:3480-3491.
- Pryce, J. E., K. L. Parker Gaddis, A. Koeck, C. Bastin, M. Abdelsayed, N. Gengler, F. Miglior, B. Heringstad, C. Egger-Danner, K.F. Stock, A.J. Bradley and J.B. Cole. 2016. Invited review: Opportunities for genetic improvement of metabolic diseases. *Journal of Dairy Science* 99: 6855-6873. doi: [10.3168/jds.2016-10854](https://doi.org/10.3168/jds.2016-10854)
- Punyapornwithaya, V., L. K. Fox, D. D. Hancock, J. K. Gay and J. R. Alldredge. 2010. Association between mastitis and bulk tank milk quality on dairy farms in Thailand. *Journal of Dairy Science* 93(8), 3629-3634. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2936>
- Rauw, W. M. and L. Gomez-Raya. 2015. Genotype by environment interaction and breeding for robustness in livestock. *Frontiers in Genetics* 20:6:310. doi: 10.3389/fgene.2015.00310.
- Rutten E. A., H. Bovenhuis, J. M. L. Heck and J. A. M. van Arendonk. 2011. Predicting bovine milk protein composition based on Fourier transform infrared spectra. *Journal of Dairy Science* 94: 5683-5690

- Sadeghi-Sefidmazgi, A., M. Moradi-Shahrbabak, A. Nejati-Javaremi, S. R. Miraei-Ashtiani and P. R. Amer. 2011. *Animal* 5(1): 33-42
- Schneider, M. P., J. W., Du, R. I., Cue and H. G., Monardes. 2003. Impact of Type Traits on Functional Herd Life of Quebec Holsteins Assessed by Survival Analysis *Journal of Dairy Science* 86: 4083-4089
- Select sires. 2024. Your success our passion. <https://www.selectsires.com/home>
- Sheldon, M. I., J. G. Cronin, M. Pospiech and M. L. Turner. Symposium review: Mechanisms linking metabolic stress with innate immunity in the endometrium. *Journal of Dairy Science* 101: 3655-3664. doi: [10.3168/jds.2017-13135](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13135)
- Smith, J. F., B. J. Bradford, J. P. Harner, J. C. Potts, J. D. Allen, M. W. Overton and D. H. Ortman. 2006. Effect of cross ventilation with or without evaporative pads on core body temperature and resting time of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 89(10): 4146–4151. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72460-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72460-1)
- Soyeurt, H., A. Gillon, S. Vanderick, P. Mayeres, C. Bertozzi and N. Gengler. 2009. Estimation of heritability and genetic correlations for the major fatty acids in bovine milk. *Journal of Dairy Science* 90(9): 4435–4442. doi: [10.3168/jds.2007-0054](https://doi.org/10.3168/jds.2007-0054).
- St-Pierre, N. R., B. Cobanov and G. Schnitkey. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science* 86(E-Suppl): E52–E77. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
- Strucken, E. M., Y. C. S. M. Laurenson and G. A. Brockmann. 2015. Go with the flow—biology and genetics of the lactation cycle. *Front. Genet.* 6:118. doi: [10.3389/fgene.2015.00118](https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00118).
- Suriyasathaporn, W., V. Chupia, T. Sing-Lah, K. Wongsawan, R. Mektrirat and W. Chaisri. 2012. Prevalence and economic impact of mastitis in smallholder dairy herds in Thailand. *Tropical Animal Health and Production* 44(5): 887–892. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9984-0>
- The Cattle Site. 2024. Dairy cow breeds. <https://www.thecattlesite.com/breeds/dairy>.

- Thornton, P.K. 2010. Review Livestock Production: Recent Trends, Future Prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 365: 2853-2867. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>
- Tozer, P. R. and J. R. Stokess. 2002. Producer breeding objectives and optimal sire selection. Journal of Dairy Science 85: 3518–3525
- Ule, A., K. Erjavec and M. Klopčič. 2022. Farmers' preferences for breeding goal traits and selection indexes for Slovenian dairy cattle. Journal of Dairy Science 107: 412–422
- U.S. Registered Holsteins for maximum profit, Holstein association USA. Inc. How to read Holstein sire information. [https://www.holsteinusa.com/pdf/print\\_material/sire\\_%20information\\_how\\_to\\_read.pdf](https://www.holsteinusa.com/pdf/print_material/sire_%20information_how_to_read.pdf)
- VandeHaar, M. J., L. E. Armentano, K. Weigel, D. M. Spurlock, R. J. Tempelman and R. F. Veerkamp. 2016. Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. Journal of Dairy Science 99(6): 4941–4954. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10352>
- Van Knegsel, A. T. M., E. E. A. Burgers, J. Ma, R. M. A. Goselink, and A. Kok. 2022. Extending lactation length: consequences for cow, calf, and farmer. Journal of Animal Science 100(10): 220. doi: 10.1093/jas/skac220.
- Villarreal, A. 2007. Practical Biosecurity on Dairy Farms. Conference: Oregon Veterinary Conference. doi: [10.13140/2.1.3657.7928](https://doi.org/10.13140/2.1.3657.7928)
- Villumsen, T. M., L. Janss, and M. S. Lund. The importance of haplotype length and heritability using genomic selection in dairy cattle. Journal of Animal Breeding and Genetics. 126: 3-13.
- Wahinya, P. K., M. G. Jeyaruban, A. A. Swan and J. H. J. van der Werf. 2022. Breeding objectives for dairy cattle under low, medium and high production systems in the tropics. Animal. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100513> 1751-7311/\_2022

- Weiss, W. P. 2005. Antioxidant nutrients and milk quality. In Proceedings of the Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop pp. 67–78.
- West, J. W. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 86(6): 2131–2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)
- Yano, T., S. Boonyayatra, N. Thongtip and W. Suriyasathaporn. 2018. Epidemiological aspects of bovine tuberculosis in Thai dairy farms. Veterinary Sciences 5(2): 47 <https://doi.org/10.3390/vetsci5020047>



ปกหน้า



ปกหลัง

## คู่มือแนวทางการปรับปรุงพันธุ์โคนมในฟาร์มเกษตรกร

โดย จตุพร พงษ์เพ็ง

ISBN : 978-974-682-451-4

ปีที่พิมพ์ : สิงหาคม 2568

พิมพ์ครั้งที่ : 1 จำนวน 50 เล่ม หนา 96 หน้า

พิมพ์ที่ : หจก.โรงพิมพ์สระบุรี

เลขที่ 528/14 ถ.พหลโยธิน ต.ปากเพรียว

อ.เมือง จ.สระบุรี 18000

โทร : 081-4333286, 081-8528425

จัดทำโดย : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

