



รายงานการวิจัย

การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อ
ความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชน

**Integration of Appreciate Technology Transferring on Adaptive Physiology Ability,
Heat Tolerance and Thai Native Cattle Performance Production
under Global Warming in Level Rural Scale Condition**

รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภผล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชุมพล ทรงวิชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ชราดล จิตจักร

สพ.ญ.อโณทัย แพทย์กิจ

น.สพ.เจษฎา ศรีพันดอน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
จากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

เดือน กันยายน พ.ศ. 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย มีขั้นตอนดังนี้ (1) ศึกษาสภาพปัญหาและศักยภาพการผลิตโคพื้นเมือง ไทย ของเกษตรกรจังหวัดสกลนคร (2) การพัฒนาองค์ความรู้การเลี้ยงโคพื้นเมือง ไทย ให้เกษตรกรจังหวัดสกลนครโดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย (3) การส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง ไทยโดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐาน และ (4) การสะท้อนผลการพัฒนาศักยภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. สภาพ ปัญหาและศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในจังหวัดสกลนคร

1.1 โคพื้นเมืองไทยมีลักษณะและรูปร่างตัวเล็ก เจริญเติบโตช้า มีสีหลากหลาย เช่น แดง ดำ ดำ เขียวออกดำ เหลือง ใบหูเล็กมีความแข็งแรง คล่องแคล่วปราดเปรียว ตื่นตกใจง่าย มีขนาดเล็ก ปรับตัวได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ทนต่อสภาพอากาศร้อน เลี้ยงง่ายหากินเก่ง ใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบได้ดีทนต่อโรคและแมลง โคพื้นเมืองเพศเมียมีความสมบูรณ์พันธุ์สูงปกติดจะเป็นสัตว์สม่ำเสมอ ผสมติดและคลอดลูกง่าย ให้ลูกทุกปี เลี้ยงลูกเก่ง อายุยืน เมื่อมีโรคหรือป่วยและราคาไม่แพง

1.2 เกษตรกร ต้องการ องค์ความรู้ เพื่อการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยใน ด้านการจัดการโรงเรือนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นมาสร้างสูตรอาหารขึ้นเพื่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย และการจัดการสุขภาพป้องกันโรคพยาธิอย่างมีคุณภาพ

1.3 เกษตรกรมีความต้องการ การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ เหมาะสม ที่จำเป็น ต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยได้อย่างมีคุณภาพ เช่น การจัดการโรงเรือนที่เหมาะสม และการสร้างสูตรอาหาร ที่ใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น

2. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยให้กับเกษตรกรจังหวัดสกลนคร มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม ($P < 0.01$) ผลการประเมิน โครงการฝึกอบรม และความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ในระดับมาก

3. การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชน โดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐานพบว่า

3.1 การศึกษาสภาพโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงโค พื้นเมืองไทยจังหวัดสกลนคร ที่เอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยโดยกลุ่มโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงภายใต้โรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรือนหลังคา 2 ชั้น พบว่า เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น ($P < 0.01$) จะมีผลกระทบทำให้ THI ภายในโรงเรือนสูงขึ้น ($P < 0.01$) ซึ่งในสภาพโรงเรือนหลังคา 2 ชั้น จะมีผลกระทบน้อยกว่า ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรือนทั้งสองแบบดังกล่าว และอิทธิพลของสภาพแวดล้อมส่งผลกระทบต่อโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงภายใต้สภาพโรงเรือนทั้ง 3 แบบ ในด้านการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ค่าโลหิต

วิทยา ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล พฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และจากการประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป พฤติกรรมด้านสวัสดิภาพสัตว์และสมรรถภาพการเจริญเติบโตพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

3.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ผลการทดลอง โดยการใช้ผสมกากเมล็ดขางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารในระดับเปอร์เซ็นต์ พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิทวารหนัก อัตราการเต้นของชีพจร อัตราการหายใจ สัมประสิทธิ์ การทนทานความร้อน อัตราการขับเหงื่อ และปริมาณการดื่มน้ำ ลักษณะพฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ ได้แก่ การเกี่ยวเอื้องการหอบหายใจ การลุกยืนและเดินไปดื่มน้ำ การนอนพักผ่อน ค่าโลหิตวิทยา ได้แก่ ฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน กลูโคส ไนโตรเจนในเลือด ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล และสมรรถภาพในการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

4. การสะท้อนผลจากการพัฒนาศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

4.1 สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมืองโคพื้นเมืองไทย มีขนาดเล็ก โตช้า เนื้อมีคุณภาพ มีไขมันแทรกน้อย และเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ มีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี การผสมติดดี มีลูกดก และพันธุกรรมของโคพื้นเมืองที่อยู่ในประเทศไทยค่อนข้างคงที่

4.2 ระบบการเลี้ยงโคพื้นเมืองเป็นการอาศัยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติในที่ดินสาธารณะประโยชน์และฟางที่ได้จากการปลูกข้าวเป็นอาหารหลักเอื้อต่อระบบนิเวศน์ ที่ก่อให้เกิดความเกื้อกูลซึ่งกันและกันกับการปลูกพืช

4.3 การพัฒนาระบบการผลิตโคพื้นเมือง

4.3.1 การสร้างองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรมีความจำเป็นและสำคัญเพื่อการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยให้มีคุณภาพ

4.3.2 การถ่ายทอด เทคโนโลยีการ พัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสมในสภาพภาวะโลกร้อน เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่สอดคล้องกับข้อได้เปรียบเชิงสรีรวิทยา และพฤติกรรมที่เหมาะสม ได้แก่ การพัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสม ในสภาพอากาศร้อน และการศึกษาเพื่อพัฒนา วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น เช่น กากเมล็ดขางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และเมล็ดฝ้าย เพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารเลี้ยงโคพื้นเมืองที่เหมาะสมตามคุณลักษณะที่ได้เปรียบเชิงสรีรวิทยาของสภาพแวดล้อมและ การทนทานต่อสภาพอากาศร้อน การจัดการสุขภาพสัตว์ที่สอดคล้องกับบริบทการเลี้ยงดูเสริมสร้างสุขภาพลักษณะการผลิตที่ดี ทำให้ได้เนื้อโคที่ปลอดจากโรคและพยาธิ

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงเชิงสรีรวิทยา , ความเครียดจากความร้อน , พฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ , การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการ, สมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย

Abstract

This study was conducted by using quantitative and qualitative research methodology to study and collect data from Thai native cattle farmer group (TNCFG) these following procedures (1) study the problems and feasibility of production of TNCFG in Sakon Nakhon province (2) knowledge development of farmers in Sakon Nakhon province by using workshop training course to improve Thai native cattle production in Thailand (3) promotion of appropriate technology instruction for farmers on their own farms and (4) declaration of the results of farmer feasibility development in Thai native cattle production. The results revealed as following:

1. The problems and feasibility of production of TNCFG in Sakon Nakhon province

1.1 Thai native cattle were small in body size with small ears and stunted in growth, and body colors were varied such as red, spotted, greenish black or fawn. They were very strong, active and nervous but they could adapt themselves to tolerate to tropical climate in Thailand. They could utilize forage very well, resist to diseases and parasites. Thai native cows had high fertility with normal estrous cycle and high conception rate; they calved annually and normally with high maternal ability and longevity. Thai native cattle beef was delicious and not expensive.

1.2 Farmers would like to gain the knowledge in animal house management which was appropriate to local climate, local feed stuff selection for concentrate formulation and cattle sanitation management.

1.3 Farmers needed the transferring of appropriate technology for farmers in Thai native cattle raising such as animal house management which was appropriate to local climate, local feed stuff selection for local feed formulation.

2. Knowledge development of farmers in Sakon Nakhon province by using workshop training course to improve Thai native cattle production in Thailand. The training course was effective with highly significant difference between post-training to pre-training ($P < 0.01$) and training course was evaluated with high satisfaction of farmer trainees.

3. Promotion of appropriate technology instruction for farmers on their own farms which focused on physiological adaptation of Thai native cattle to tolerate to hot climate and improve their productive capability in local community level. This aspect found the results as following as:

3.1 The study on the appropriate roof of Thai cattle house between single and double roof house when ambient temperature was high could effect on THI highly significant difference ($P < 0.01$). This comparative study found that the physiological changes in hematological value, cortisol hormone

level and general welfare behavior were not significantly different ($P>0.05$) and ambient environment factors could not effect on general physiological changes, general welfare behavior and growth performance were not different significantly ($P>0.05$).

3.2 Feed stuff technology instruction by using comparative study among para rubber seed meal, palm kernel seed meal and whole cotton seed as 15 percent level in concentrate feed formula for Thai native cattle found that the general physiological changes such as rectal temperature, pulse rate, respiration rate, heat tolerant co-efficient, sweat rate and drinking water volume were not significantly different ($P>0.05$), general welfare behavior such as rumination, gasping respiration, standing and walking for drinking water behavior and rest behavior were not significantly different ($P>0.05$), and hematological value such as hematocrit, hemoglobin, blood glucose and nitrogen, cortisol hormone and growth performance were not significantly different ($P>0.05$).

4. Declaration of the results of farmer feasibility development in Thai native cattle production. The results were revealed as following as:

4.1 The productive capability of Thai native cattle were poor due to small body size and stunting in growth, low carcass percentage and low marbling. But they tolerated to high temperature and poor environment condition, but they were good at high conception rate, prolificacy and static genetic inheritance.

4.2 The system of Thai native cattle raising would depend on the natural local forage in public land and rice straw from the local paddy fields as the main source of roughage for them which this system was matched together of plant production in local area.

4.3 Thai native cattle production development:

4.3.1 Knowledge technology instruction for farmers was very important and necessary for improving Thai native cattle production of farmers in Thailand.

4.3.2 Knowledge technology instruction for farmers concerning with Thai native cattle house for high temperature problem solution and local feed stuff utilization for Thai native cattle production such as para rubber seed meal, palm kernel seed meal and whole cotton seed that would be beneficial to Thai native cattle to tolerate to hot climate and showed good performance in physiological changes, as well as good animal sanitation management so Thai native cattle production would free of infectious disease and infested parasites.

Keyword: Physiological Changes, Heat Stress, Animal Welfare Behavior, Appropriate Technology Transfer, Thai native cattle capability

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก-ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
ประโยชน์การวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
สภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย	9
สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมือง	10
องค์ประกอบสำคัญในการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย	10
สรีรวิทยาสภาพแวดล้อมของสัตว์	11
สภาวะโลกร้อนต่อการผลิตสัตว์	27
ผลอิทธิพลของสภาพอากาศร้อนต่อสมรรถภาพการผลิต	34
วัตถุดิบอาหารสัตว์	35
แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยี	51
การจัดการเทคโนโลยีที่เหมาะสมในสภาพอากาศร้อน	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	67
แผนการดำเนินงาน	67
ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย	67
บทที่ 4 ผลการวิจัย	81
สภาพปัญหา ความต้องการ และศักยภาพการผลิตโคพื้นเมือง	81
การพัฒนาองค์ความรู้การเลี้ยงโคพื้นเมืองให้กับเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร	88
การส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง	90
การสะท้อนผลจากศักยภาพการเลี้ยงโคขุน	110
บทที่ 5 สรุป วิเคราะห์ผลและข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม	123
ภาคผนวก	142

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าโลหิตวิทยาของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย และพันธุ์ไฮสตรไดน์ในสภาวะต่าง ๆ	11
2.2 แสดงคุณค่าทางอาหารของเมล็ดฝ้ายดิบ กากเมล็ดฝ้ายชนิดไม่กะเทาะเปลือกและกากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือก	41
2.3 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของกากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือกที่ผ่านขบวนการสกัดน้ำมัน 3 วิธี เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง	42
2.4 ผลการใช้กากถั่วเหลือง กากเมล็ดฝ้าย และเมล็ดฝ้าย	45
3.1 แบบแผนการศึกษาค้นคว้าเชิงทดลองแบบ One Group Pre test-Post test Design	70
4.1 แสดงข้อมูลการเลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2554	81
4.2 ค่าเฉลี่ยลิสต์สแควร์ของปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในระหว่างปี พ.ศ. 2552-2554	82
4.3 ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ	82
4.4 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของเกษตรกรในลักษณะทั่วไป ลักษณะเชิงสรีรวิทยาและลักษณะการให้ผลผลิตโคพื้นเมือง	83
4.5 คำร้อยละของปัญหา และความต้องการเพื่อการพัฒนาโคพื้นเมือง	85
4.6 การเปรียบเทียบคะแนนการสอบก่อนและหลังฝึกอบรมของเกษตรกร	88
4.7 ผลการประเมินโครงการฝึกอบรม	89
4.8 ความพึงพอใจโดยภาพรวมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยโดยการฝึกอบรม	90
4.9 แสดงค่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมในระหว่างการทดลอง	91
4.10 ค่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิต่อสภาพภูมิอากาศในโรงเรือนเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในระหว่างการทดลอง	92
4.11 ค่าเฉลี่ยโลหิตวิทยาและฮอร์โมนคอร์ติซอลของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบต่าง ๆ	94
4.12 อิทธิพลของโรงเรือนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปของโคพื้นเมืองไทย	95
4.13 แสดงอิทธิพลของโรงเรือนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปของโคพื้นเมืองไทย	97
4.14 แสดงค่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมในระหว่างการทดลอง	99
4.15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า THI กับ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดและช่วงแตกต่างของอุณหภูมิสูงกับต่ำสุด	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 อิทธิของการแผ่รังสีจากแสงอาทิตย์	100
4.17 ค่าเฉลี่ยลักษณะทางสรีรวิทยาทั่วไปของโคพื้นเมืองไทย	101
4.18 ค่าเฉลี่ยการแสดงพฤติกรรมทางด้านสวัสดิภาพสัตว์ของโคพื้นเมืองไทย	101
4.19 ค่าเฉลี่ยสีมาโตคริต ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง	102
4.20 ค่าเฉลี่ยสีโมโกลบีน ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง	103
4.21 ค่าเฉลี่ยฮีโมกอร์ติซอล ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง	103
4.22 ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดของโคพื้นเมืองไทย	104
4.23 ค่าเฉลี่ยของยูเรียไนโตรเจนในเลือดของโคพื้นเมืองไทยก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง	105
4.24 แสดงส่วนประกอบของโภชนะของสูตรอาหารทดลอง	106
4.25 แสดงโภชนะของอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย	107
4.26 สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมืองไทย	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภูมิแสดงความสมดุลระหว่างความร้อนที่เพิ่มขึ้นและสูญเสียไป	11
2.2 แสดงสวนยางพารา	35
2.3 แสดงเมล็ดยางพารา	36
2.4 แสดงกากเมล็ดยางพารา	36
2.5 ลักษณะการปลูกฝ้ายแบบแถว	39
2.6 แสดงผลผลิตฝ้าย	39
2.7 แสดงเมล็ดฝ้ายที่ใช้สำหรับการทำกากเมล็ดฝ้ายในอาหารโคพื้นเมืองไทย	40
2.8 แสดงการปลูกปาล์มน้ำ	47
2.9 การออกทลายของปาล์มน้ำมัน	48
2.10 แสดงทลายปาล์มน้ำมัน	48
2.11 แสดงเมล็ดปาล์มน้ำมันที่แกะออกจากทลาย	49
2.12 แสดงกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	49
2.13 แสดงกรอบการพัฒนาโคพื้นเมืองไทย	66
4.1 โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารหยาบในระหว่างการทดลอง	108
4.2 การทดลองใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นผสมในสูตรอาหารข้นเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย	108

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2554) จุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาแบบองค์รวมที่ยึดคนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา ที่มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ สติปัญญา ความรู้ และมีคุณธรรม จริยธรรม อยู่ร่วมกับ ผู้อื่นในสังคมอย่างมีความสุข มีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ กลุ่มเป้าหมายหนึ่งของ การพัฒนา ซึ่ง ในปัจจุบันต้องโน้มน้าเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้สังคมมีความพร้อมเพื่อการเปลี่ยนแปลง และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ลดความรุนแรงปัญหาทางสังคม เช่น ปัญหายาเสพติด ปัญหาอาชญากรรม ปัญหามลภาวะ เป็นพิษ ปัญหาครอบครัว เพื่อการดำรงตนอยู่ในสังคมในทางที่ถูกต้องและมีความสุข

โคพื้นเมืองเป็นสัตว์ที่มีคุณสมบัติและความสามารถสูง อย่างมหัศจรรย์ โคพื้นเมืองเป็นเสมือนโรงงานอาหารผลิตอาหารเคลื่อนที่โดยการเดินไปแสวงหาวัตถุดิบด้วยตัวเองได้ โคใช้หญ้าที่ขึ้นอยู่มากมายตามธรรมชาติ และเปลี่ยนเป็นอาหารและผลิตเป็นอาหารและผลิตผลต่าง ๆ ชนิดที่ เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ ยิ่งกว่านั้นความสามารถ ในการเปลี่ยนอาหารของโค ยังสูงมาก โดยสามารถเปลี่ยนหญ้าแห้ง 1 กิโลกรัมให้เป็นนมได้ 1 กิโลกรัม การใช้ที่ดินในการสร้างนม ก็ประหยัดที่มากคือใช้พื้นที่ 1 ไร่ เลี้ยงโคพื้นเมืองได้ 2 ตัวตลอดปีและผลิตนมได้อย่างน้อยวันละ 10 ลิตร โดยไม่ต้องให้อาหารอย่างอื่นอีกเลยเมื่อ ทียบนมที่ได้จากพื้นที่ 1 ไร่ก็จะเท่ากับได้นมแห้งวันละ 400 กิโลกรัม ซึ่งได้ผลมากกว่าการปลูกพืชอาหารหลายชนิด โคพื้นเมืองสายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือโคอีสานโคในภาคนี้ได้รับการปะปนจากโคอินเดียอยู่บ้าง เป็นสัตว์เลี้ยงที่อยู่อยู่กับวิถีชีวิตของชาวนาชนบท ทมาช้านาน ดังจะเห็นได้จากภาพประวัติศาสตร์ทางวัฒนธรรมของชาวอีสาน ที่มักมีภาพ โคพื้นเมืองเทียมเกวียนเป็นพาหนะเดินทาง ภาพโคพื้นเมืองกับกิจกรรมต่าง ๆ รวมอยู่ด้วยเสมอผู้เฒ่า ผู้แก่ ซึ่งเปรียบเสมือนภูมิปัญญาท้องถิ่นได้เล่าสืบต่อกันมาว่าโคพื้นเมืองเปรียบเสมือนเส้นเลือดที่หล่อเลี้ยงชีวิตของชาวไร่ชาวนา ดังบทกวีของปราชญ์อีสานได้บรรยายไว้ตอนหนึ่งว่า “ปลดวัวออกจากแอก เคยแบกหนักให้ได้พักและเล็มหญ้ากลางฟ้าใส เกิดเป็นวัวอยู่คู่ตัวชาวนาไทยได้ลากไถเทียมเกวียนเพียรประจำ ” จากสถิติกรมปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2545 พบว่า จำนวนโคพื้นเมือง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประมาณ 2 ล้านตัว มีการเลี้ยงกระจายอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะในจังหวัดแถบชายแดน พบมากที่สุดที่จังหวัดอุบลราชธานี คือ มีจำนวนประมาณ 2 แสนตัว การเลี้ยงโคพื้นเมืองจากอดีตถึงปัจจุบันเกษตรกร จะได้รับเป็นมรดกตกทอดสืบต่อกันมา เลี้ยงเพื่อใช้เป็นแรงงานในการลากจูงเทียมเกวียน ปัจจุบันวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงเปลี่ยนไปเพื่อเป็นรายได้เสริม และเป็นอาหารโปรตีนที่สำคัญ โดยเฉพาะในงานพิธีและเทศกาลสำคัญ (กรมปศุสัตว์, 2544 ก, ข)

จากการศึกษาการกระจายรายได้และความยากจนของเกษตรกร พบว่า สัดส่วนของประชากรที่ยากจนต่อประชากรทั้งประเทศในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2535-2545) มีขนาดคงที่ คือ มีประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งประเทศ ในภาคเหนือมีคนจนน้อยลงกว่าเดิมปีละ 0.77 เปอร์เซ็นต์ แต่คนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยิ่งจนเพิ่มมากขึ้นปีละ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคนในภาคกลาง ภาคใต้ และเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอัตราเปลี่ยนแปลงต่อปีเท่ากับ 0.26, -0.27 และ -0.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายได้เฉลี่ยต่อคนของประชากรสาขาเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2546 เฉลี่ยเท่ากับ 5,273 บาทต่อคนต่อปี เทียบกับคนสาขานอกเกษตรที่มีรายได้เฉลี่ยมากถึง 52,273 บาทต่อคนต่อปี หรือมากกว่าเกือบ 10 เท่า ดังนั้น จะเห็นว่าโดยทั่วไปคนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจนลงทุกปี แต่สถิติแจ้งว่าในภาคนี้มีจำนวนโค กระบือมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ จึงพอมองแนวโน้มว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาจจะพัฒนาโคพื้นเมือง หรือโคเนื้อให้มีคุณภาพมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2546) การผลิตโคเนื้อของประเทศไทยซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญ มีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2547 เนื่องจากปริมาณ การผลิตโคเนื้อไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภคของประชากรภายในประเทศ และปัญหาใช้ หวัดคนทำให้ผู้บริโภคหันมาบริโภคเนื้อโค และสุกรทดแทน ส่งผลให้ราคาโคเนื้อมีชีวิตที่เกษตรกรขายได้ สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันมีการนำเข้า โคเนื้อและผลิตภัณฑ์ จากโคในมูลค่า สูงกว่าช่วงเวลาเดียวกันของปี ก่อน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นการนำเข้าโคเนื้อที่ใช้บริโภคและทำพันธุ์ รวมทั้งเนื้อโค และส่วนอื่น ที่ใช้บริโภคที่เป็นเนื้อคุณภาพดี ราคาแพง จำหน่ายให้ผู้บริโภคในตลาดบน เช่น ห้างสรรพสินค้าภัตตาคารและโรงแรมขนาดใหญ่ เป็นต้น (เมธา, 2549) ลักษณะผลผลิตเนื้อโคพื้นเมืองในประเทศส่วนใหญ่เป็นเนื้อคุณภาพต่ำ ราคาถูก จำหน่ายในตลาดล่าง และโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ เช่น โรงงานผลิตลูกชิ้น ผลิตเนื้อโหล เป็นต้น ภาครัฐจึงมีนโยบายส่งเสริมสนับสนุน ให้มีการเลี้ยงโคพื้นเมือง และปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยง รวมทั้งได้กำหนดยุทธศาสตร์โคพื้นเมืองขึ้นโดยมีระยะเวลาการดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547-2551 เพื่อสร้างเอกลักษณ์การผลิตโคพื้นเมืองคุณภาพดีให้ เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ และเป็นการทดแทนการนำเข้า ให้ตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2546)

ในปัจจุบันเกษตรกรตื่นตัวมีการเลี้ยงโคเนื้อกันมากทั้งเป็นอาชีพเสริมและอาชีพหลัก กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ (2544 ข) รายงานว่าในประเทศไทยมีจำนวนโคนมทั้งหมด 343,679 ตัว และ โคเนื้อทั้งหมดประมาณ 5,227,604 ตัว แต่ทั้งผู้ทรงภูมิความรู้และพื้นที่จัดสร้างทุ่งหญ้ามีจำกัด ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์มากขึ้นส่งผลให้สัตว์ซูบผอม ผลผลิตต่ำและโตช้า ในขณะที่บ้านเราจะมีผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมหลายชนิดและมีจำนวนมาก แม้ว่าเกษตรกรจะได้นำมาใช้เลี้ยงสัตว์บ้างก็ยังเกิดประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ อาจเนื่องจากการขาดความรู้ ความชำนาญและวิธีการนำมาใช้อาจยุ่งยาก ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัยการนำผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะเป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วง 4-6 เดือน ผลพลอยได้และ เศษเหลือจากการเกษตรที่มีศักยภาพสูง และมีแพร่หลายทั่วไป เช่น ฟางข้าว ขอดอ้อย ต้นข้าวโพด เปลือกและต้นถั่วเหลือง ผลพลอยได้และเศษเหลือจากสับปะรดเป็นต้น อาหารหยาบ

เหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีคุณค่าทางโภชนาต่ำ บางอย่างมีคุณค่าทางโภชนาอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี สามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้ และบางอย่างต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพก่อนการนำไปเลี้ยงสัตว์ผลพลอยได้และเศษเหลือสับประรดก็เป็นชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นอาหารแทนหญ้าหรือเสริมหญ้าได้ (สรเทพ , 2539)

การส่งเสริมและเผยแพร่ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ยกย่องฐานการ ผลิตเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในการผลิต การเกษตร เพื่อให้มีปริมาณสินค้ามากขึ้น และมีต้นทุนที่สามารถแข่งขันได้ เช่น เร่งถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการผลิตให้แก่เกษตรกรอย่างจริงจัง โดยเฉพาะขยายปริมาณการผลิตโคพื้นเมืองให้เพียงพอ กับความต้องการบริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปัจจุบันสามารถผลิตโคเนื้อได้เพียง 2,081,440 ตัว คิดเป็นร้อยละ 39.79 ของผลผลิตทั้งประเทศ การพัฒนาขยายผลหมู่บ้าน/ชุมชนเข้มแข็ง การสร้างโอกาสและศักยภาพให้คนจน เป็นการสร้างโอกาสให้คนจนได้มีอาชีพ เพื่อเป็นแหล่งรายได้ ในการดำรงชีวิตจากการส่งเสริม การใช้ฐานทรัพยากรที่ดิน เช่น การเลี้ยงโคพื้นเมืองในที่ดินทำกินของตนเองที่มีอยู่ โดยรัฐช่วยในด้านปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ตามศักยภาพ เช่น การส่งเสริมความรู้ วิชาการด้านเทคโนโลยี นวัตกรรมที่เหมาะสม เพื่อยกระดับมาตรฐานการผลิต โดยการทำงานร่วมกับชุมชนเพื่อการพัฒนาให้มีคุณธรรมนำความรู้ เกิดภูมิคุ้มกัน การสร้างความมั่นคงของเศรษฐกิจชุมชน สนองต่อการยกระดับคุณภาพชีวิตและการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการสร้างโอกาสการมีงานทำ และความมั่นคงในอาชีพ ดังนั้นการเลี้ยง โคพื้นเมืองจึงเป็นอาชีพหนึ่ง ที่สร้างรายได้ให้กับผู้เลี้ยงอย่างต่อเนื่อง และเป็นอาชีพที่ยั่งยืนได้

ในอดีตกาลที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน เกษตรกรในจังหวัดสกลนครได้มีการเลี้ยงโค -กระบือกันอย่างแพร่หลาย ทั้งเพื่อขาย และฆ่าชำแหละเป็นอาหารสำหรับชุมชน ซึ่งจากกระบวนการเลี้ยงที่ยังขาดความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำ และทำให้เกิดปัญหาโรคต่าง ๆ แก่ผู้บริโภคได้ เช่น โรคติดต่อจากสัตว์สู่คน โรคอาหารเป็นพิษ ตลอดจนโรคพยาธิต่าง ๆ ปัญหาเหล่านี้จะลดน้อยลงได้ถ้าหากว่าเกษตรกรได้พัฒนาระบบการเลี้ยงให้ถูกสุข ลักษณะถูกต้องตามหลักวิชาการ ก็จะนำไปสู่การได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำให้เกิดคว มมั่นใจแก่ผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ต่อไป จะทำให้เกษตรกรมีรายได้จากเลี้ยงสัตว์สูงขึ้น จากการวิเคราะห์ กรมปศุสัตว์, 2553) พบว่า การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยของจังหวัดสกลที่ผ่านมามีเกษตรกรยังขาดความรู้เพื่อนำมาพัฒนาวิธีการเลี้ยงดูให้ได้คุณภาพ มีความต้องการองค์ความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาศักยภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อ นำไปสู่การพัฒนาการเลี้ยงสัตว์อย่างยั่งยืนต่อไป (กรมปศุสัตว์, 2544 ก, ข)

การพัฒนาประเทศนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องทำควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านอื่น ๆ คือการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยการให้การศึกษาที่ถูกต้อง ปลูกฝังทัศนคติที่ดีทั้งทางด้านคุณธรรมและจริยธรรมให้รู้จักพึ่งตนเอง พิจารณาสິงต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมุ่งให้ประชาชนมีศักยภาพและคุณภาพชีวิตที่ดี ซึ่งต้องเริ่มปลูกฝังความรู้เพื่อสิ่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้นตั้งแต่เยาว์วัยในระดับประถมศึกษา การพัฒนาส่งเสริมความรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเหมาะสมมีความจำเป็ นต่อการผลิตได้อย่างมีคุณภาพและ

มีประสิทธิภาพได้ โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ที่มีพันธกิจ ให้การศึกษาและพัฒนาวิชาชีพขั้นสูง วิจัย ปรับปรุง ถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยี บริการทางวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ผลิตรายการและส่งเสริมวิทยฐานะครู มีความตระหนักถึงคุณค่าภูมิปัญญาด้านวิถีการดำรงชีวิตการเกษตร จำเป็นต้องมีการศึกษา และให้ความรู้ สร้างความมั่นใจ ตลอดจนปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อชีวิต ความเป็นอยู่ของชุมชน เพื่อการกินดีอยู่ดี

ยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครที่สอดคล้องกับแผนการบริหารราชการแผ่นดิน นำมาสู่สถาบันอุดมศึกษาของท้องถิ่นที่เป็นศูนย์กลางและเครื่องข่ายการเรียนรู้ เพื่อการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืนได้ จำเป็นต้องอาศัยกลไกหน่วยงานดำเนินงานที่เหมาะสม ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์และพันธกิจดังกล่าว ที่จะนำมาปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม พัฒนาความรู้เพื่อเพิ่มความเข้มแข็งให้กับชุมชนท้องถิ่น ชุมชนมีความเข้มแข็ง และมีศักยภาพในการแข่งขัน การเพิ่มมาตรฐานอุดมศึกษาและเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งเป็นสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่มีปรัชญาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น โดยมีพันธกิจที่สำคัญ คือ ให้การศึกษาและพัฒนาวิชาชีพขั้นสูง วิจัย ปรับปรุง ถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยี บริการทางวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และ ผลิตรายการและส่งเสริมวิทยฐานะครู มีความตระหนักถึงคุณค่าการพัฒนาท้องถิ่น จำเป็นต้องมีการศึกษา และให้ความรู้ สร้างความมั่นใจ ตลอดจนปลูกฝังทัศนคติที่ดี เป็นสื่อกลางในการให้ความรู้การถ่ายทอดเทคโนโลยี จึงมีความสนใจที่จะนำวิถีชีวิตของชุมชนที่ประกอบอาชีพการเลี้ยงโคเนื้อ มายกระดับการผลิต เสริมสร้างรายได้ โดยการพัฒนาระดับคุณภาพในด้านสุขลักษณะ อนามัยที่ดี ซึ่งได้แก่การผลิตเนื้ออนามัยที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และเป็น การสร้างมูลค่าเพิ่มต่ออาชีพการเลี้ยงโคเนื้อต่อไป ประกอบกับช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 นี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครได้รับ การจัดสรรงบประมาณจาก สำนักถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมปศุสัตว์ ให้อบรมการผสมเทียม ให้กับบุคคลกรในท้องถิ่น โดยใช้หลักสูตรที่ได้รับการอนุมัติจากสัตวแพทยสภา จำนวน 9 รุ่น ๆ ละ 30 คน รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 270 คน โดยทางโครงการนี้ได้สนองตอบต่อการเลี้ยงโคเนื้อ จำนวนล้านครอบครัว เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้ ผลตอบแทน และเนื้อโคสำหรับการบริโภคอย่างพอเพียงในครัวเรือน ซึ่งเป็นโครงการที่สอดคล้องเชื่อมกับการขยายปริมาณการโคเนื้อเพิ่มมากขึ้น สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มของผลผลิตเนื้อโคพื้นเมืองไทยที่มีคุณภาพที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งการยกระดับรายได้ของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยอย่างยั่งยืนต่อไป

การเพิ่มขีดความสามารถมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร คือ การบริการวิชาการ แก่ชุมชน ซึ่งการวิจัยในหัวข้อนี้จะมีผลกระทบต่อการพัฒนาการทางด้านการนำความรู้มาสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมในอาชีพการเลี้ยงโคพื้นเมืองของเกษตรกรที่อยู่ในชุมชน เพื่อปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มคุณภาพ และคุณค่าของสินค้าและบริการบนฐานความรู้และความเป็นไทย สร้างอัตลักษณ์ของเนื้อโคพื้นเมือง โดยเฉพาะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการประกอบอาชีพที่นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต และการสร้างมูลค่าเพิ่มสำหรับอาชีพการเลี้ยงโคพื้นเมืองในระดับเกษตรกรรายย่อยที่สนองตอบต่อยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและ

สังคมไทย ผู้สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ เพื่อสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและสังคมให้เป็นรากฐานที่มั่นคง

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายที่สำคัญคือเพื่อยกระดับคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองไทยซึ่งเป็นเนื้อโค พื้นเมือง ที่มีข้อได้เปรียบในเชิงสรีรวิทยา เนื้อโคพื้นเมืองมีพันธุกรรมการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ที่มีลักษณะอากาศร้อนชื้นมาเป็นเวลานาน จึงสามารถเจริญเติบโตได้ดี เลี้ยงดูง่าย ราคาคดีให้ผลตอบแทนสูง หากได้ส่งเสริมให้เลี้ยงภายใต้คำแนะนำและหลักการผลิตที่เป็นไปตามหลักวิชาการแล้วจะทำให้ได้เนื้อโคที่มีคุณลักษณะที่ดี ปลอดภัยต่อการบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรคพยาธิที่เป็นปัญหาของคนอีสานในสภาพปัจจุบันนี้ ประกอบกับความต้องการบริโภคเนื้อโค พื้นเมือง ไทยมีสูงมาก โดยเฉพาะในตลาดระดับกลางลงมาถึงระดับล่าง เนื่องจากเนื้อโคพื้นเมือง ไทยมีรสชาติดี ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซึ่งเป็นเกษตรกรในระดับรากแก้วของประเทศ ที่มีรายได้ค่อนข้างต่ำ สามารถที่จะเข้าถึงได้ อีกทั้งเป็นการเพิ่มโปรตีนให้กับชุมชนที่มีโอกาสในการปรับปรุงโภชนาที่สำคัญสำหรับเยาวชนรุ่นหลังที่จะได้ก้าวมาสู่การพัฒนาประเทศชาติต่อไป ดังนั้นผลงานวิจัยซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพการผลิตเนื้อโคพื้นเมืองนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมอาชีพ และเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนของเกษตรกร ผลิตจนสามารถ ที่จะป็นสินค้าOTOPของจังหวัดสกลนครต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยของชุมชน ในจังหวัดสกลนคร
2. เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาสมรรถภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สอดคล้อง และเชื่อมโยงกับสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อน และสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย
3. เพื่อส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ เหมาะสมสำหรับ รับการเลี้ยงโคพื้นเมือง ไทยมาใช้ประโยชน์ในเชิงบูรณาการต่อการพัฒนาสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมือง ไทยในระดับชุมชนในจังหวัดสกลนคร

ประโยชน์การวิจัย

1. เกิดการทำงานระหว่างคณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชุมชน และผู้ประสานงานในหน่วยงานต่าง ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อศึกษาหาแนวทางการพัฒนา การเลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนครอย่างมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืนในการประกอบอาชีพ
2. การส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตโคพื้นเมืองที่เหมาะสม เพื่อยกระดับสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
3. คณาจารย์ นักศึกษา และชุมชนได้นำผลการศึกษาจากสภาพจริงในชุมชน ถ่ายทอดสู่กระบวนการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิทยาศาสตร์ และสภาพท้องถิ่น

4. เพื่อเป็นการสร้างเครือข่ายเข้มแข็งแก่ชุมชน โดยเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างชุมชนกับประชาคมเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง นักวิชาการ คณาจารย์ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ผสมผสานวิธี (องอาจ, 2551) ประกอบไปด้วย การวิเคราะห์เอกสาร ระดมความรู้จากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง เพื่อรวบรวมเก็บข้อมูลจากท้องถิ่น นำผลการระดมความคิดเห็นมาวิเคราะห์ร่วมกับกรณีศึกษาและจากข้อมูลแหล่งนั้น เพื่อกำหนดแนวทางกลยุทธ์ และมาตรการพัฒนาสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองของเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร

2. เนื้อหาการวิจัยเป็น การศึกษากระบวนการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมือง วิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ในการนำเอาความรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ มาประยุกต์ใช้ โดยผสมผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อยกระดับการเลี้ยงโคพื้นเมืองในสภาวะโลกร้อน

2.1 การทดลองปรับใช้เทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสมในฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง เพื่อเก็บรวบรวม บันทึกข้อมูล วิเคราะห์และประมวลผล

2.2 การส่งเสริมและถ่ายทอด เทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสมกับการผลิตโคพื้นเมืองมาใช้ประโยชน์ในเชิงบูรณาการต่อการพัฒนาสมรรถภาพการผลิตในเกษตรกร และการผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการเลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนครในสภาวะโลกร้อน

3. การดำเนินโครงการในครั้งนี้ เพื่อพัฒนาสภาพทั่วไปของพื้นที่ เกษตรกร รูปแบบการเลี้ยงดูและทัศนคติต่อการเลี้ยงโค โดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏ องค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นที่เอื้อต่อการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อนำไปปฏิบัติการ ในกระบวนการพัฒนาส่งเสริมสมรรถภาพการเลี้ยงโคพื้นเมือง เพื่อการผลิตเนื้อที่มีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะ การขนส่งและช่องทางการจำหน่ายของเกษตรกรในจังหวัดสกลนครอย่างยั่งยืน

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม ประเภทโรงเรือน (type of housing) และสูตรอาหารโคพื้นเมือง (Feed formulas)

4.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย สรีรวิทยาทั่วไป (General physiology) ค่าโลหิตวิทยา (hematology) ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) สัมประสิทธิ์การทนทานความร้อน (heat terorance efficiency, Htc) พฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ (animal welfare behavior) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain, ADG)

5. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1 ประชากร หมายถึงเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองที่ขึ้นทะเบียนผู้เลี้ยงสัตว์ไว้กับสำนักงานปศุสัตว์ จังหวัดสกลนคร

5.2 กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มในแต่ละการทดลองซึ่งมีรายละเอียดไว้แล้วเฉพาะส่วนที่ปรากฏในการวิจัยนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้วางกรอบแนวคิดการวิจัยโดยพิจารณาจาก คุณลักษณะที่ดีของโคพื้นเมืองไทยที่สามารถปรับตัวและทนทานต่อสภาพแวดล้อม การรักษาสมดุลความร้อนในร่างกาย มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป (ชาญวิทย์, 2537; Yousef, 1985) เมื่อนำมาบูรณาการ ร่วมกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม (ดิเรก, 2535 และ 2538) เพื่อการจัดการเลี้ยงดูในสภาวะสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิของโลกสูงขึ้น จะทำให้สมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยมีประสิทธิภาพ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **โคพื้นเมืองไทย** หมายถึง โคพันธุ์พื้นบ้านที่ ที่เกษตรกรเลี้ยงในจังหวัดสกลนคร มีพันธุกรรมของโคอินเดียน (*Bos indicus*) ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีรูปร่างกระทัดรัด มีหลายสีแต่มีสีค่อนข้างเหลืองเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเลี้ยงง่ายและทนทานต่อสภาพอากาศร้อน ตลอดจนพยาธิสภาพนอกได้ดี

2. **สมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย** หมายถึง ความสามารถในการให้ผลผลิตของโคพื้นเมืองไทย (Performance production) ประกอบด้วย ปริมาณการกินอาหาร (feed intake) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain)

3. **เทคโนโลยีที่เหมาะสม** หมายถึง องค์ความรู้ รูปแบบ หรือวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทชุมชนที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการปฏิบัติ โดยไม่มีขั้นตอนหรือวิธีที่สลับซับซ้อน ซึ่งง่ายต่อการนำไปใช้ ซึ่งได้แก่ การใช้รูปแบบโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง การสร้างสูตรอาหารจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาง่ายในชุมชนและราคาถูกสำหรับเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

4. **การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงการบูรณา** หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการที่นำเอาเทคโนโลยีไปใช้ในทางปฏิบัติที่ผสมผสานกับบริบทและสภาพความเป็นอยู่ของชุมชนเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต

5. **สรีรวิทยาการปรับตัวการทนทานต่อความร้อน** หมายถึง สภาพการทำงานทางสรีรวิทยาทั่วไปที่สามารถคงที่ แม้จะอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่น ในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูง โคพื้นเมืองไทยจะรักษาสมดุลความร้อนของร่างกาย โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา เช่น อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ และพฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์

6. **สภาวะโลกร้อน** หมายถึง สภาพการณ์พื้นผิวของโลกมีอุณหภูมิทั่วไปสูงขึ้น เป็นปรากฏการณ์อันเนื่องจากการหมุนเวียนสลับเปลี่ยนปฏิกิริยา ของสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ผิว โลก มีผลกระทบทำให้ อุณหภูมิสูงขึ้น

7. **พฤติกรรมทางด้านสวัสดิภาพสัตว์** หมายถึงการแสดงผลพฤติกรรมของโคพื้นเมืองที่อยู่ในสภาพอากาศร้อนแล้วมีการแสดงออกซึ่งลักษณะ

7.1 การหอบหายใจ เพื่อเพิ่มความถี่ของการหายใจให้สูงขึ้น เป็นการเพิ่มกระบวนการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยมีศูนย์ควบคุมการหายใจที่ไฮโปทาลามัส ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหิตที่ไหลผ่าน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการหายใจ ซึ่งเป็นกลไกการระบายความร้อนออกจากร่างเพื่อทำให้ขบวนการสร้างความร้อนของร่างกายเกิดสภาวะสมดุล (Thermoregulation) เมื่อเกิดความเครียดจากร้อนจะมีการเพิ่มการหอบหายใจสูงขึ้น

7.2 การเคี้ยวเอื้อง ความร้อนที่เกิดจากขบวนการหมักบูดในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น ในส่วนนี้ร่างกายจะต้องระบายขับออก เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความร้อนในส่วนนี้จะลด การเคี้ยวเอื้อง (Rumination) รักษาสมดุลความร้อน

7.3 การลุกยืนและเดินไปดื่มน้ำที่พื้นเมืองไทยที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะดื่มน้ำมาก เพื่อให้อุณหภูมิของร่างกายคงที่ สามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้มาก นอกจากนั้นน้ำในบางส่วนจากถูกใช้ไปในกระบวนการขับเหงื่อซึ่งเป็นกลไกการระบายความร้อนหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ จึงแสดงผลพฤติกรรมการลุกยืนและเดินไปดื่มน้ำบ่อยครั้งในสภาวะอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง

7.3 การนอนพักผ่อน เป็นสภาพที่ โคพื้นเมืองไทย ที่อยู่ในแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป จะส่งผลต่อการเพิ่มการหอบหายใจ การทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลมที่สูงขึ้น ในกระบวนการนี้ต้องใช้พลังงานสูงขึ้น โคจึงต้องการลดการใช้พลังงานโดยการนอนพักผ่อน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันเกษตรกรตื่นตัวมีการเลี้ยงโคเนื้อกันมากทั้งเป็นอาชีพเสริมและอาชีพหลัก กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ (2544) รายงานว่าในประเทศไทยมีจำนวนโคนมทั้งหมด 343,679 ตัว และ โคเนื้อทั้งหมดประมาณ 5,227,604 ตัว แต่ทุ่งหญ้าธรรมชาติและพื้นที่จัดสร้างทุ่งหญ้ามียังจำกัด ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์มากขึ้นส่งผลให้สัตว์ซูบผอม ผลผลิตต่ำและโตช้า ในขณะที่บ้านเราจะมีผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมหลายชนิดแล ะมีจำนวนมาก แม้ว่าเกษตรกรจะได้นำมาใช้เลี้ยงสัตว์บ้างก็ยังไม่เกิดประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ อาจเนื่องจากการขาดความรู้ ความชำนาญและวิธีการนำมาใช้อาจยุ่งยาก ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัยการนำผลพลอยได้และเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะเป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงแล้ง ซึ่งเป็นเวลานาน 4-6 เดือน ผลพลอยได้และ เศษเหลือจากการเกษตรที่มีศักยภาพสูง และมีแพร่หลายทั่วไป เช่น ฟางข้าว ยอดอ้อย ต้นข้าวโพด เปลือกและต้นถั่วเหลือง ผลพลอยได้และเศษเหลือจากสับปะรดเป็นต้น อาหารหยาบเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีคุณค่าทางโภชนาต่ำ บางอย่างมีคุณค่าทางโภชนาอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี สามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้ และบางอย่างต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพก่อนการนำไป เลี้ยงสัตว์ผลพลอยได้และเศษเหลือสับปะรดก็เป็นชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นอาหารแทนหญ้าหรือเสริมหญ้าได้ (สรเทพ, 2539)

สภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

ประเทศไทยอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น (Tropical Zone) มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการผลิตสัตว์มาก โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อน สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูง ทำให้โคขุนที่เลี้ยงส่ว นใหญ่มีสายพันธุ์มาจากต่างประเทศ ซึ่งอยู่บริเวณเขตอบอุ่น (Temperate) ต้องพยายามระบายความร้อน ที่เกิดขึ้นจากขบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายออกมาสู่ภายนอกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ขบวนการนำ การพา และการแผ่รังสี เพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ (heat balance) หากกลไกการระบายอากาศนี้ ไม่สามารถดำเนินการได้ผล จะทำให้โคขุนต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (general physiology) เพื่อปรับสภาพร่างกายให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจึงมีผลกระทบต่อการผลิต โดยเฉพาะปริมาณและคุณภาพเนื้อโคขุน (Wanapat, 1999)

ดังนั้นหากได้มี การจัดการปรับปรุงสภาพโรงเรือน เพื่ อให้อุณหภูมิและความชื้นที่สุขสบาย ประกอบกับการปรับวัตถุดิบในสูตรอาหารให้เกิดความสมดุลทางด้านโภชนาของโค พื้นเมืองไทยแล้ว จะมีผลทำให้โคขุนสามารถแสดงผลผลิตเต็มศักยภาพทางพันธุกรรม นั่นคือ ปริมาณและคุณภาพของเนื้อโคมีค่าสูงขึ้น (ชาญวิทย์, 2539)

สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมืองไทย

โคพื้นเมืองไทย มีขนาดเล็ก โตช้า ตัวผู้หนักประมาณ 350 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 220 กิโลกรัม เนื้อมีคุณภาพไม่ดี เพราะมีไขมันแทรกน้อย และเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ (50 เปอร์เซ็นต์) แต่มีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลูกดก มีการผสมติดดี (สรเทพ, 2539) พันธุกรรมของโคพื้นเมืองที่อยู่ในประเทศไทยค่อนข้างคงที่ เนื่องจากได้ผ่านวิวัฒนาการมาเป็นเวลาหลายพันปี มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเป็นอย่างดี สามารถอยู่ได้ในสภาพอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยสังเกตจาก มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาน้อย การเจริญเติบโตช้า ขนาดรูปร่างค่อนข้างสันทัด แต่สามารถทนทานต่อโรคพยาธิได้ดี (ชาญวิทย์, 2539)

โคพื้นเมืองอีสานมีลักษณะ เขาสีดำ น้ำตาลดำ หรือน้ำตาลทราย ปลายแหลมตั้งตรงเบะออก ด้านข้างเท้า ข้อเท้าสั้นแข็งแรง กีบเท้าโค้งมน ได้รูปสีก้นน้ำตาล หรือน้ำตาลเข้มจนถึงดำ จมูกและปาก สีชมพู ขอบตานัยน์ตา ขนดก หู จมูก แขน ปลายจมูกชุ่มอยู่ตลอดเวลา บริเวณจมูกและปากโดยรอบจะมีสีดำ น้ำตาลดำหรือน้ำตาล หน้าผากแคบหน้ายาวบอบบาง สีน้ำตาลเข้มจนออกดำ สีน้ำตาลจนถึงดำเข้มใส เป็นประกาย ดวงตา ทั้งสองข้างวางห่างกันพองาม สีดำหรือน้ำตาล ใบหูเล็ก กาง ปลายแหลม ลำตัวส่วนหน้าบอบบาง มีกล้ามเนื้อน้อย ซอกขาอยู่สูงเป็นมุมเล็ก เมื่อมองจากด้านหน้าหรือด้านหลัง ลำตัวป่องตรงกลาง เมื่อมองจากด้านบนพื้นที่สันหลังแคบ เป็นมุมแหลมออกจากด้านท้ายสู่ส่วนด้านหน้า (กรมปศุสัตว์, 2536)

ลักษณะการผลิตของโคพื้นเมืองในภาคอีสาน พบว่า กล้ามเนื้อขาหลังน้อย กล้ามเนื้อส่วนขาอ่อนค่อนข้างโค้งเป็นรูปเคียวเมื่อมองจากด้านข้างลำคอบอบบางค่อนข้างยาว ส่วนต่อระหว่างคอกับไหล่ค่อนข้างเห็นได้ชัด ขนสั้นเกรียนสีดำ น้ำตาล น้ำตาลแดงหรือสีลายด่าง ขนใต้ท้องและซอกขามีสีจางกว่าส่วนอื่น ๆ ผิวหนังบางไม่หนามากสามารถกระตุกได้ดีมีสีดำ ตะโพนกมีขนาดเล็กจนถึงโตปานกลางตั้งอยู่ตรงกลางระหว่างไหล่ ในตัวผู้จะเห็นชัดเจนกว่า ส่วนตัวเมียจะมีขนาดเล็กมากหรือไม่มีเลย เหนียงคอมิเหนียงได้คอดเล็กน้อยเป็นแบบแคบเล็ก หนังสะดือหนังหุ้มลิ้นแคบติดพื้นท้อง หางโคนหางยกสูง หางเล็กแต่ยาว พู่หางจะมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงดำ (กรมปศุสัตว์, 2544 ข)

องค์ประกอบสำคัญในการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

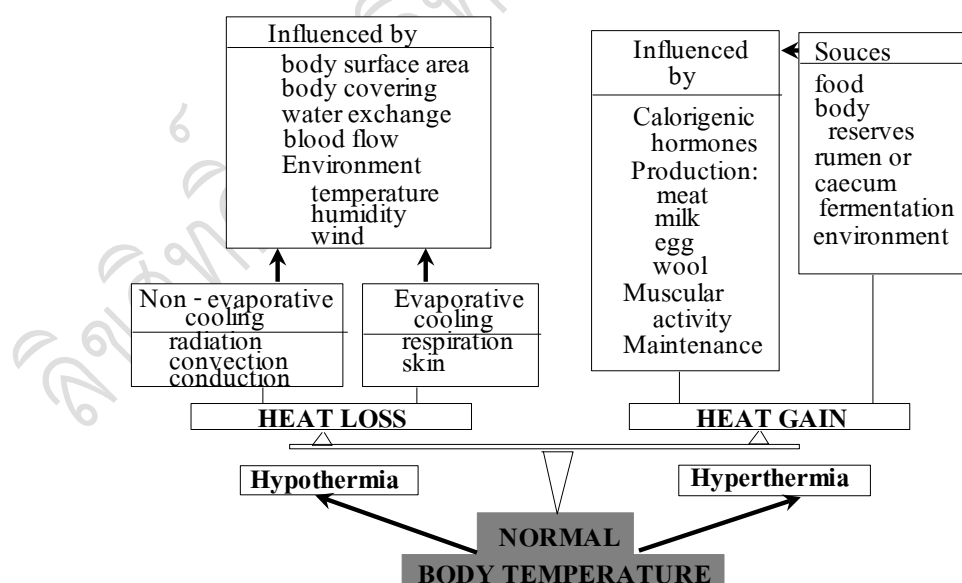
การผลิตโค พื้นเมืองไทย ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ พันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ (Breed and Breeding) อาหารและการให้อาหาร (Feed and Feeding) และการจัดการฟาร์ม (Farm Management) การจัดการสุขาภิบาลและการสุขาภิบาลป้องกันโรค (Sanitation) ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้หากบกพร่องจะมีผลต่อการให้ผลผลิตของโค (Battaglia, 2001; Church, 1977)

ลักษณะการให้ผลผลิตโคซึ่งเป็นลักษณะเชิงปริมาณ (Qualitative characteristics) จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ คือ อิทธิพลทางทางด้านพันธุกรรม (Genotype) สิ่งแวดล้อม (Environment) และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม (interaction between genetic and environment) ซึ่งผลผลิตโคขุนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องจัดให้ปัจจัยเหล่านี้อยู่ในลักษณะที่มีความเหมาะสม ที่เอื้ออำนวยต่อการผลิต

อย่างเต็มความสามารถทางพันธุกรรม (สรเทพ, 2539) ขบวนการเจริญเติบโตของโคถูกควบคุมโดย 2 ปัจจัยใหญ่ ๆ คือ ฮอร์โมน ซึ่งอยู่ ภายใต้การบังคับของพันธุกรรม (genetic) และสภาพแวดล้อม (environment) โดยเฉพาะด้านโภชนาศาสตร์ (nutrition) และปฏิกริยาร่วมกับพันธุกรรม (interaction) โดยวัฏจักรการเจริญเติบโตแบ่งเป็น ระยะก่อนคลอด (prenatal stage) และระยะหลังคลอด (postnatal stage) ซึ่งประกอบด้วย ระยะก่อนหย่านม (per weaning period) และระยะหลังหย่านม (post weaning period) (เมธา, 2549) สำหรับการจัดการฟาร์มที่มีความสำคัญต่อการผลิต ได้แก่ การจัดการผสมพันธุ์โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีการผสมเทียม และการจัดการปรับปรุงพันธุ์โดยเฉพาะการใช้สายที่ให้ปริมาณและคุณภาพเนื้อโคที่ดี การผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพ (Quality) จะต้องอาศัยหลักการ สุขาภิบาลที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะการนำระบบการจัดมาตรฐานฟาร์มเข้ามาใช้ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลการผลิตเนื้อโคขุน (Battaglia, 2001)

สรีรวิทยาสภาพแวดล้อมของสัตว์ (Environment Physiology of Animal)

สภาพภายในร่างกายสัตว์อยู่ในสภาพที่มีความร้อนสมดุล หรือค่อนข้างจะมีอุณหภูมิร่างกายที่คงที่ ถึงแม้ว่าจะมีความเครียดจากสิ่งแวดล้อมทั้งหลายประดังเข้ามา สภาพความร้อนคงที่นั้นมีผลมาจากปริมาณความร้อนภายในร่างกายสัตว์เปลี่ยนแปลงขึ้นหรือลงเพียงเล็กน้อยสามารถจะอธิบายโดยสมการ ความร้อนที่สร้างขึ้น = ความร้อนที่สูญเสีย + ความร้อนที่เก็บไว้ การวัดอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยย่อมแสดงให้เห็นถึงความสมดุลของความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวสัตว์ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความร้อนในตัวสัตว์ย่อมทำให้กระบวนการสรีรวิทยาเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงความสมดุลระหว่างความร้อนที่เพิ่มขึ้นและสูญเสียไป
ที่มา : Yousef (1985)

1. บทบาทของศูนย์ควบคุมการปรับความร้อน

ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบตัวสัตว์มักจะต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายสัตว์ เมื่อสัตว์ต้องการรักษาความร้อนให้อยู่ในลักษณะสมดุลตลอดเวลา สัตว์จึงต้องขับความร้อนออกไปจากร่างกาย และเพื่อรักษาระดับความสมดุลนี้ตลอดไปจึงต้องมีกลไกของร่างกายที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสมดุลของร่างกาย อาทิ เมื่อความร้อนในร่างกายเพิ่มขึ้น กลไกนี้จะขับความร้อนให้ออกไปเร็วขึ้น การทำงานของไฮโปทาลามัส หรือส่วนฐานของสมองด้านใน ซึ่งมีศูนย์ต่าง ๆ สำหรับสั่งงานเพื่อรักษาความสมดุลของความร้อนภายในร่างกาย โดยการฝังขั้วไฟฟ้าในไฮโปทาลามัสของโคและของแพะ แล้วเพิ่มความร้อนเข้าไป แสดงให้เห็นได้ว่าไฮโปทาลามัสสามารถสั่งงานโดยตรงต่อการทำงานบางส่วน และในเวลาเดียวกัน ไฮโปทาลามัสก็อาจเป็นตัวรับทอดการสั่งงานจากที่อื่น และบางคำสั่งไปอีกที่หนึ่ง จากการทดลองโดยการฝังขั้วไฟฟ้าที่ร้อนแสดงว่าศูนย์ต่าง ๆ ในไฮโปทาลามัสสามารถตอบรับคลื่นจากส่วนโค้งของสมอง และจากตัวรับความรู้สึกต่าง ๆ ที่อยู่ด้านนอกที่บริเวณผิวหนังและบริเวณอื่น ถึงแม้ว่าไฮโปทาลามัสจะมีบทบาทเป็นศูนย์บังคับการอยู่เสมอก็ตาม แต่ไฮโปทาลามัสก็ยังต้องขึ้นอยู่กับสัญญาณจากบริเวณรอบนอกและภายในส่วนลึกของร่างกาย ทั้งนี้รวมไปถึงปฏิกิริยาตอบสนองของประสาทต่างๆ และประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อหนังหลอดโลหิต การปรับความร้อนของร่างกายโดยการปรับอัตราการสูญเสียความร้อนโดยไฮโปทาลามัสนั้นรวมไปถึงขนาดของเส้นเลือดที่บริเวณใกล้และที่ภายในผิวหนัง การทำงานของต่อมเหงื่อ และการวางท่าทางของร่างกาย รวมถึงการปรับกระบวนการอื่นเพื่อชดเชยการเปลี่ยนแปลงในขั้นแรกของการเสียสมดุลความร้อนของร่างกาย (Battaglia, 2001)

2. การปฏิบัติการเพื่อควบคุมอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายนั้น สัตว์สามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ ควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายโดยใช้กระบวนการทางพฤติกรรม และกระบวนการทางระบบประสาทอัตโนมัติ (Willmer, et. al., 2005)

2.1 กระบวนการทางพฤติกรรม

กระบวนการทางพฤติกรรมทางปรับความร้อนของร่างกายในสัตว์ คือ กระบวนการทั้งหลายที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมดของสัตว์ในสภาพแวดล้อมที่ มันอยู่ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวสัตว์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยอาจใช้วิธีเข้าไปอยู่ในที่อุณหภูมิที่สัตว์ชอบ พฤติกรรมในการรักษาหรือปรับอุณหภูมิ อาจรวมไปถึงการกระทำต่างๆ เช่น การสร้างที่อยู่อาศัยที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวน และการเปลี่ยนแปลงท่าทางของร่างกายซึ่งยังผลทำให้พื้นที่ของร่างกายด้านนอกที่ความร้อนสามารถจะถ่ายเทกับสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปได้ ปฏิกิริยาตอบสนองทางพฤติกรรมทั้งหลายที่มีต่อความเครียดที่เกิดจากความร้อนหรือความหนาวเย็นจะเกี่ยว ข้องกับการเคลื่อนไหวอย่างซับซ้อนของกล้ามเนื้อที่เป็นโครงสร้างของร่างกาย กล่าวคือการประสานงานนั้นกระทำโดยสมองชั้นนอกหรือบางส่วนของสมองชั้นนอก อย่างน้อยที่สุดก็ในกรณีการเริ่มต้นของปฏิกิริยาตอบสนองทางพฤติกรรมเนื่องจากการปรับอุณหภูมิในสถานการณ์ที่มีความเครียดที่เกิดขึ้นจากความร้อนหรือความหนาวเย็นจะเกี่ยวกับความรู้สึกที่มี

ต่ออุณหภูมิที่อยู่แล้วสบายหรือไม่ (ชอบหรือไม่ชอบอุณหภูมิสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ปฏิกริยาตอบสนองทางพฤติกรรมดังกล่าวแล้วนั้นเป็นไปทางสรีรวิทยาทั้งสิ้น นั่นคือเป็นการทำงานตามปกติของร่างกาย) ดังนั้นความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนไหวทางพฤติกรรมและสรีรวิทยาในการปรับอุณหภูมิจึงแยกออกจากกันได้ยาก ในปัจจุบัน มักจะคำนึงถึงการเคลื่อนไหวทางพฤติกรรมโดยอัตโนมัติในการปรับอุณหภูมิมากกว่าทำไปเพื่อเปลี่ยนอัตราการสร้างความร้อนหรืออัตราการไหลของความร้อนจากร่างกายโดยวิธีต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมด (Boonprong, 2010)

การควบคุมอุณหภูมิร่างกายอย่างอัตโนมัติ (Autonomic thermoregulation) ประกอบด้วยปฏิกริยาตอบสนองเฉพาะอย่างที่มีต่อความเครียดร้อน ซึ่งเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติคล้ายกับกรีซงอับปล้นซึ่งเกิดขึ้นส่วนมากโดยคำสั่งจากไฮโปทาลามัส แต่อย่างไรก็ตาม การควบคุมอุณหภูมิร่างกายอย่างอัตโนมัติยังคงเกิดขึ้นภายหลังการผ่าตัดสมองชั้นนอกหรือส่วนของสมองในระดับที่อยู่เหนือกว่า หรือพดิกในไฮโปทาลามัส ออกไปแล้ว (Johnson, 1985)

2.2 กระบวนการอัตโนมัติ

Johnson (1985) สรุปว่ากระบวนการควบคุมอุณหภูมิร่างกายด้วยระบบประสาทอัตโนมัตินั้นประกอบด้วย การควบคุมการสร้างความร้อนภายในร่างกายและการสูญเสียความร้อนไปจากร่างกาย

2.1 การสร้างความร้อนแบบอัตโนมัตินั้นมีอยู่ 2 ชนิดกล่าวคือ

2.1.1 การสร้างความร้อนเมื่อกล้ามเนื้อสั่นตัว (shivering thermoregulatory thermogenesis) ซึ่งประกอบไปด้วยการสั่นตัวอย่างไม่เข้ากัน และการหดตัวของเส้นกล้ามเนื้อทั้งที่เหยียดแขนและขา (extensor) และกล้ามเนื้อที่งอข้อต่อ (flexor) ในเวลาเดียวกันซึ่งทำให้เกิดการสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นแต่ไม่ทำให้ง่ายร่างกายเคลื่อนตัวไปจากสภาพแวดล้อมนั้นๆ เป็นการสั่นตัวอยู่กับที่เท่านั้น

2.1.2 การสร้างความร้อนโดยกล้ามเนื้อไม่สั่นตัว (non shivering thermoregulatory thermogenesis) เกิดจากการเพิ่มอัตราการสร้างความร้อน ซึ่งสนอง ต่อความเครียดเย็นโดยกล้ามเนื้อไม่ได้สั่นตัวแต่ประการใด ถึงแม้ว่าไม่มีหลักฐานยืนยันว่าการสร้างโดยกล้ามเนื้อไม่สั่นตัวมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวทางเมแทบอลิซึมของเนื้อเยื่อไขมันที่มีสีน้ำตาลในพื้นที่บางแห่งซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า เนื้อเยื่อไขมันสีน้ำตาล (brown adipose tissues) ถ้ากล่าวโดยทั่วไปแล้ว การสร้างความร้อนโดยกล้ามเนื้อไม่สั่นตัวมักจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีเนื้อเยื่อไขมันสีน้ำตาล

2.2 การสูญเสียความร้อน

กระบวนการปรับความร้อนในร่างกายโดยอัตโนมัติเป็นการสูญเสียความร้อนจากร่างกายซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ อาจแบ่งออกได้เป็น การสูญเสียความร้อนแบบมีไข้ทางระเหยหรือการสูญเสียที่อาจวัดได้เพราะว่าความร้อนที่ไหลออกไปสู่สภาพแวดล้อมสามารถสัมผัสได้ในรูปของความร้อนและการสูญเสียความร้อนแบบที่มีการระเหยหรือไม่สามารถจะสัมผัสได้เพราะทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปและสามารถวัดได้โดยการวัดความชื้น มีไข้ความร้อน

2.2.1 การสูญเสียความร้อนแบบไม่มีการระเหย

กระบวนการสูญเสียความร้อนโดยไม่มีการระเหยนั้นเป็นไปได้ยากกว่าการสูญเสียความร้อนโดยมีการระเหย ส่วนมากความร้อนไหลจะออกจากตัวสัตว์ไปสู่สภาพแวดล้อมภายนอก เพราะในสภาพธรรมชาติอุณหภูมิร่างกายสัตว์จะสูงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ยกเว้นในกรณีที่สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงมาก เช่น เวลากลางวันในทะเลทรายความร้อนจะไหลจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่ร่างกายสัตว์ ปัจจัยหลักที่ทำให้จำนวนความร้อนของเนื้อเยื่อบริเวณส่วนริมของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปคือการทำงานของประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อของผนังหลอดเลือดโลหิตที่อยู่บริเวณริมของร่างกาย (peripheral vasomotor tone) ทำการเปลี่ยนแปลงระดับการทำงานของเส้นโลหิตต่าง ๆ ที่แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อบริเวณใต้ผิวหนัง และชั้นที่ถัดเข้ามา โดยปกติแล้วใต้ผิวหนังจะมีชั้นไขมันอยู่แต่ความหนาแน่นแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของสัตว์ ฤดูกาล และ สัตว์แต่ละตัวก็ไม่เหมือนกัน เมื่อหลอดเลือดได้รับเชื้อที่สมบูรณ์ของกลุ่มเส้นโลหิตใต้ผิวหนังขยายตัวเต็มที่ กระแสโลหิตแดงจะผ่านชั้นไขมันโดยไม่มีอะไรมาขัดขวางและจะสูญเสียความร้อนให้แก่ชั้นไขมันเพียงเล็กน้อย อุณหภูมิผิวหนังก็จะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิในส่วนลึกของร่างกาย และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวหนังกับสภาพแวดล้อมจะมีค่าสูงสุด แม้กระนั้นก็ตาม อัตราการไหลของความร้อนก็ยังขึ้นกับการเป็นฉนวนความร้อนของขน (hair) ขนสัตว์ (wool) เสื้อผ้า หรือวัสดุรองพื้นซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงสุดในฤดูหนาว และมีค่าต่ำสุดในฤดูร้อน

เมื่อหลอดเลือดได้รับเชื้อที่สมบูรณ์ที่บริเวณผิวหนังหดตัวอย่างเต็มที่เมื่อได้รับอิทธิพลของระบบประสาทซิมพาเทติก จะทำให้กระแสโลหิตที่ถูกส่งมายังเส้นโลหิตฝอยที่บริเวณผิวหนังหยุดไหล กระแสโลหิตจึงผ่านเส้นโลหิตแดงที่เล็กมาก (arterioles) ไปยังเส้นโลหิตดำที่เล็กมาก (venules) ได้ชั้นไขมันใต้ผิวหนังซึ่งกลายเป็นชั้นที่มีเนื้อเยื่อที่มีความเป็นฉนวน นั่นคือมีความต้านทานต่อความร้อนค่อนข้างสูง ในสถานการณ์เช่นนี้ อุณหภูมิของบริเวณรอบริมเนื้อเยื่อผิวหนังของร่างกายจะเย็นลงทำให้อุณหภูมิผิวหนังมีค่าใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมมากกว่าอุณหภูมิในส่วนลึกของร่างกาย ทำให้ความร้อนที่ไหลจากส่วนลึกมาบริเวณผิวหนังและจากบริเวณผิวหนังไปสู่สภาพแวดล้อมจะถูกลดเป็นอย่างมาก ในสภาพเช่นนี้ปกติจะเกิดขึ้นเป็นการตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดจากความหนาวเย็น นอกจากนี้อาจมีการทำงานของหรือขนลุก ซึ่งเกิดขึ้นโดยกล้ามเนื้อ ไพโลอีเรक्टर (pilo-erector) ที่อยู่ระหว่างผิวหนังและฐานของขนบนหดตัวทำให้ขนตั้งชัน ดังนั้นอากาศนิ่งที่อยู่ใกล้ขนจะทวีความหนาขึ้นซึ่งเป็นการเพิ่มชั้นฉนวนให้หนาขึ้น

2.2.2 การสูญเสียความร้อนโดยการระเหย

การสูญเสียความร้อนโดยการหอบ หรือ การขับเหงื่อจะสูญเสียความร้อนโดยการระเหยที่เป็นกระบวนการอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมที่มีขนาดเล็กจะดูเหมือนเป็นไปทางพฤติกรรมโดยมีการการเลียตามตัว ในสัตว์ที่มีขนน้อย เช่น สุนัข ซึ่งไม่มีต่อมเหงื่อที่ใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสูญเสียความร้อนของสุนัขโดยการระเหยก็ทำได้ทางพฤติกรรมการลงแช่ปลัก

การหอบ ประกอบด้วยการหายใจทางปากอย่างรวดเร็ว และถี่ ความชื้นที่ถูกขับออกมาที่บริเวณปากและลำคอจะถูกพาไปโดยการเคลื่อนไหวยของลมหายใจที่ ผ่านเข้าออกในบริเวณ

ลำคอและปาก ความร้อนแฝงของการระเหยนั้น ส่วนมากมาจากพื้นที่ผิวบริเวณลำคอและปาก ซึ่งบริเวณเหล่านี้มีเส้นโลหิตอยู่อย่างหนาแน่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ลิ้น ดังนั้นความร้อนจากกระแสโลหิตแดงที่เข้ามาถึงเส้นโลหิตฝอยจึงถูกขับออกไปในรูปความร้อนแฝงทำให้ อุณหภูมิลดลงในขณะที่กระแสโลหิตถูกดันไปตามทางของเส้นโลหิตฝอย กระแสโลหิตดำที่เย็นลงแล้วก็จะเดินทางกลับไปสู่หัวใจทำให้โลหิตเย็นลง

การหายใจและคืนในระหว่างการหอบทำให้ปริมาตรของอากาศที่ไหลเข้าออกที่บริเวณปากและลำคามีค่าสูงสุดโดยไม่ต้องมีการระบายอากาศจากปอด พื้เพิ่มขึ้นจะทำให้สูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปจนทำให้ความสมดุลระหว่างกรดและด่างในกระแสโลหิตสูญเสียไป และการสูญเสียของเหลวที่อยู่รอบๆ เซลล์ก็สูญเสียไปด้วย เป็นที่ทราบกันดีว่าการหอบบางชนิดหรือพฤติกรรมบางอย่างที่คล้ายคลึงกับการหอบซึ่งเกิดขึ้นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ปีก และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทั่วไปนั้น การหอบเป็นกระบวนการสูญเสียความร้อนโดยการระเหย และมีมาแล้วเป็นเวลานานตั้งแต่สมัยโบราณ

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมบางชนิดมีต่อมเหงื่อซึ่งขับน้ำเหงื่อออกมาปริมาณมากจนกระทั่งไหลกระจายทำให้ผิวหนังเปียกชื้น ซึ่งก็ทำให้สูญเสียความร้อนโดยการระเหยจากผิวหนังของร่างกายอย่างต่อเนื่อง ต่อมเหงื่อเองนั้นก็มามีตั้งแต่เด็กดำบรรพ์แล้ว และได้พัฒนามาจากต่อมใน ผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเช่นเดียวกับต่อมเหงื่อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ต่อมเหงื่อจะถูกเครือข่ายของไมโอเอพิทริเลียม (myoepithelium) ล้อมรอบอยู่ ต่อมเหล่านี้มีการทำงานหลายๆ อย่างคือ หนึ่งบริเวณฝ่าเท้า เช่น สุนัข เพื่อให้ไม่ลื่นเมื่อเดิน ขับลิ้นเหม็นๆ ออกมา ขับกลิ่นเพื่อขับไล่ศัตรู ขับน้ำนมในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม และขับกลิ่นเพื่อเรียกคู่ผสมพันธุ์ เป็นต้น ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมส่วนมากมีต่อมเหงื่อชนิดที่เรียกว่า อะโปครีน (apocrine sweat gland) ซึ่งจะอยู่รวมกับขนขึ้นแร ก (primary follicle) ต่อมเหงื่อชนิดนี้มีกระบวนการขับเหงื่อแบบ อะโปครีน ผนังของเซลล์สำหรับขับเหงื่อจะแตกออกและปล่อยน้ำเหงื่อภายในเซลล์ออกมา แต่ต่อมบางต่อมก็ไม่ได้มีการขับน้ำเหงื่อโดยกระบวนการอะโปครีนดังกล่าวแล้วจึงไม่สามารถทำให้เหงื่อไหลออกมาอย่างชุ่มชื้น ดังนั้นคำว่า เอพิทริคียล (epitrichial คือเมื่ออยู่กับขนแล้ว) น่าจะเป็นคำอธิบายได้ดีกว่า

ต่อมเหงื่ออาจมีบทบาทสำคัญต่อการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมแต่เพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น ส่วนมากแล้วสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมก็ยังคงใช้วิธีหอบซึ่งเป็นการสูญเสียความร้อนโดยการระเหย อย่างไรก็ตามหลักฐานทางด้านกายภาพของต่อมเหงื่อมิได้ยืนยันถึงการมีส่วนในการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยดังตัวอย่าง เช่น ในสุกรซึ่งมีต่อมเหงื่อแต่ไม่มีน้ำเหงื่อไหลออกมาเมื่ออยู่ในสภาพร้อนเครียด ในแกะมีต่อมเหงื่อเอพิทริคียล ซึ่งจะขับน้ำเหงื่อออกมาระยะสั้น เป็นครั้งคราวพร้อมกันทั่วผิวหนัง และไม่สามารถขับเหงื่อออกมาติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองต่อความร้อนเครียด ส่วนในโคนนั้นจะขับเหงื่อออกมาเป็นระยะๆ เป็นช่วงๆ พร้อมๆ กันทั่วร่างกายซึ่งแสดงให้เห็นถึงการหดตัวเป็นช่วงๆ เนื้อ ึ่งมาจากการหดตัวเป็นระลอกของกล้ามเนื้อไมโอเอพิทริเลียมที่ล้อมรอบต่อมเหงื่อ แต่เมื่อตอบสนองต่อความร้อนเครียดก็จะขับเหงื่อออกมาที่ผิวหนังอย่างต่อเนื่องซึ่งคาดว่าเป็นกระบวนการขับแบบเอ็คครีน ในมนุษย์ก็มีการขับเหงื่ออย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความร้อนเครียดหรือ

การออกกำลัง และการขับเหงื่อดังกล่าวในมนุษย์ยังแสดงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ เหล่านี้ไม่มีผลแต่อย่างใด

โดยสรุปแล้ว มีสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมไม่กี่ชนิดที่มีการพัฒนาต่อมเหงื่อจนกระทั่งสามารถขับเหงื่อได้อย่างต่อเนื่องและเป็นปริมาณมากพอเพียงแก่การสูญเสียความร้อนโดยการระเหยอย่างมีประสิทธิภาพ ในสัตว์บางชนิดเช่น โค จะเกิดการหอบ และขับเหงื่อ ทั้งสองอย่าง ในขณะที่สัตว์ไม่กี่ชนิดซึ่งรวมทั้ง ม้าและมนุษย์ การขับเหงื่อมีความสำคัญมากกว่าการหอบ การคัดพันธุ์เพื่อให้ได้สัตว์ที่มีความสามารถ ขับเหงื่อได้ดึ้นนี้ยังไม่มีผู้ใดสนใจ

2.3 รูปแบบระบบหมุนเวียนโลหิต

ในสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมจะมีระบบหมุนเวียนโลหิตเพื่อช่วยขนส่งสารต่างๆ โดยอาศัยโลหิตเป็นตัวกลาง ระบบหมุนเวียนโลหิตของของสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมนี้เป็นแบบปิด (closed circulatory system) ระบบนี้ โลหิตจะมีทิศทางการไหลออกจากหัวใจไปตามท่อต่างๆ และไหลกลับเข้าสู่หัวใจโดยมีเส้นโลหิตขนาดต่างๆ เชื่อมต่อกันอยู่เสมอ การไหลเวียนของโลหิตในร่างกายเกิดขึ้นเพื่อนำ ก๊าซออกซิเจน อาหาร และ สารต่างๆ ไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย และพาของเสียจากเซลล์เหล่านั้นไปยังอวัยวะที่ทำหน้าที่กำจัดออกจากร่างกาย การไหลเวียนโลหิตเกิดจากหัวใจบีบตัวซึ่งก่อให้เกิดแรงดันขับเคลื่อนโลหิตให้ไหลไปตามหลอดโลหิตต่างๆ ซึ่งไหลเวียนเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ซีสเต็มิก เซอร์कुเลชัน (systemic circulation) คือระบบหลอดโลหิตตามอวัยวะต่างๆ และ พัลโมนารี เซอร์कुเลชัน (pulmonary circulation) คือระบบหลอดโลหิตระหว่างปอดกับหัวใจ การหมุนเวียนโลหิตไปสู่อวัยวะต่าง ๆ โลหิตจะถูกส่งไปยังอวัยวะทุกส่วนภายในร่างกาย แต่มีบางอวัยวะจะได้รับโลหิตมากกว่าอวัยวะอื่น ถ้าพิจารณาถึงความสำคัญและปริมาณจะเห็นได้ว่าการกระจายโลหิตไปยัง 4 อวัยวะหลักที่ทำงานค่อนข้างหนักได้แก่ ไต ตับ หัวใจ และสมอง ซึ่งคิดเป็นเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ร่างกายเท่านั้น แต่อวัยวะเหล่านี้กลับได้รับโลหิตมากกว่าครึ่งหนึ่งของโลหิตที่มาจากหัวใจการควบคุมและรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่เกิดได้ 2 กระบวนการ

2.3.1 กระบวนการทางพฤติกรรมของสัตว์ เป็นการตอบสนองต่อความร้อนหรือความเย็นจากสภาพแวดล้อมโดยอาศัยพฤติกรรมการแสดงออก ซึ่งการแสดงพฤติกรรมนี้อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ และสัตว์จะต้องอยู่ในสภาวะรู้ตัว (conscious) ในสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมโดยทั่วไปการตอบสนองทางพฤติกรรมต่อความร้อนและความเย็น จะมีความซับซ้อนในการทำงานของกล้ามเนื้อที่เป็นโครงสร้างของร่างกายและส่วนนอกของสมอง สำหรับในมนุษย์การตอบสนองทางพฤติกรรมจะมีการพัฒนาไปมาก เช่น เรื่องที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และแม้แต่การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่ออำนวยความสะดวก

2.3.2 กระบวนการควบคุมทางสรีรวิทยา การตอบสนองต่อความร้อนหรือความเย็นจากสภาพแวดล้อม ซึ่งกระบวนการทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติที่สัตว์ไม่สามารถควบคุมได้และอยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ ซึ่งจะมีไฮโปทาลามัสเป็นศูนย์กลางควบคุมและรักษาอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ การควบคุมอุณหภูมิร่างกายโดยกระบวนการทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ ที่ไฮโปทาลามัสจะมีศูนย์กลางควบคุมอุณหภูมิร่างกาย โดยควบคุมอุณหภูมิร่างกายในรูปแบบของกลไกการตอบกลับ (Feedback

mechanism) ของระบบประสาทโดยอาศัยเซลล์ประสาทรับความรู้สึกด้านความร้อนและความเย็น ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณใต้ผิวหนังและที่ผิวหนังของร่างกายรวมทั้งส่วนหลังของไฮโปทาลามัส หน่วยรับความรู้สึกเกี่ยวกับอุณหภูมิในไฮโปทาลามัสนี้จะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลหิตจึงทำหน้าที่ควบคุมและรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับคงที่ ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับ เทอร์โมสแตท (thermostat) ที่พบในเครื่องปรับอากาศ

ส่วนหน้าของไฮโปทาลามัสโดยเฉพาะบริเวณที่เรียกว่า บริเวณพรีออปติก (preoptic area) เป็นส่วนหนึ่งที่ไวต่อความร้อน เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงจะทำให้อุณหภูมิของโลหิตแดงสูงตามไปด้วย โลหิตแดงที่มีอุณหภูมิสูงไหลเวียนไปยังไฮโปทาลามัสแล้วไปกระตุ้นบริเวณพรีออปติก ทำให้เซลล์ประสาทพาราซิมพาเทติก (parasympathetic) ถูกกระตุ้นให้ตื่นตัว ส่วนระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) จะถูกยับยั้ง กระแสประสาทจากบริเวณพรีออปติกจะเพิ่มขึ้นและไปกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติ ช่วยให้เกิดการทำงานของกระบวนการระบายความร้อนออกจากร่างกาย การที่ระบบประสาทซิมพาเทติกถูกยับยั้งจะทำให้เส้นโลหิตขยายตัว ทั้งนี้เพราะการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกทำให้เส้นโลหิตหดตัว ดังนั้นโลหิตจะไหลเวียนเพิ่มขึ้น ความร้อนจึงสูญเสียออกจากร่างกายทั้งโดยวิธี การนำ การพา และการแผ่รังสี ออกจากเส้นโลหิตที่ผิวหนัง นอกจากนี้การกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติจะทำให้สูญเสียความร้อนโดยวิธีการระเหยจากร่างกายจะขับเหงื่อออกสำหรับเซลล์ประสาทรับความรู้สึกด้านความเย็นมีตำแหน่งอยู่ในส่วนหลังของไฮโปทาลามัสซึ่งในส่วนนี้จะไวต่อความเย็น เมื่อตัวรับความรู้สึกทางด้านความเย็นที่บริเวณผิวหนัง (peripheral cold receptor) ส่งกระแสประสาทผ่านไขสันหลังไปยังส่วนหลังไฮโปทาลามัส มีผลให้เกิดการกระตุ้นประสาทซิมพาเทติกทำให้เส้นโลหิตหดตัว โดยเฉพาะบริเวณผิวหนังรอบนอกของร่างกาย ดังนั้นความร้อนที่สูญเสียโดยการนำ การพา และการแผ่รังสี จากเส้นโลหิตแดง จะไม่เกิดขึ้น การกระตุ้นประสาทซิมพาเทติกจะทำให้ เกิดการหลั่งสารพวก แคเทโคลเอมีน ได้แก่ อีพิเนฟริน (epinephrine) นอร์อีพิเนฟริน ทำให้เร่งอัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้นและความร้อนจะถูกสร้างเพิ่มขึ้นด้วย เซลล์ประสาทรับความรู้สึกบริเวณผิวหนังรอบนอกร่างกายที่มีตำแหน่ง อยู่ที่ผิวหนัง และ เนื้อเยื่อใต้ผิวหนังมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิที่ผิวหนัง ที่บริเวณดังกล่าวมีทั้งเซลล์ประสาทรับความรู้สึกด้านความร้อนและเซลล์ประสาทรับความรู้สึกด้านความเย็น ที่จะรับความเย็นและความร้อนจากภายนอก พบว่าเซลล์ประสาทรับความรู้สึกด้านความเย็นมีมากกว่า เซลล์ประสาทรับความรู้สึกด้านความร้อนประมาณ 4 ถึง 10 เท่า จากนั้นจะส่งกระแสประสาทผ่านไขสันหลังไปยังส่วนหลังของไฮโปทาลามัส แต่ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมสูงหรือร้อนจะมีผลให้ตัวรับความรู้สึกด้านความร้อนทำงานและส่งสัญญาณไปยังส่วนหน้าของไฮโปทาลามัส โดยมีการตอบสนองดังที่ได้กล่าวมาแล้ว (Alvare, et. al. 1967)

กลไกการปรับปริมาณโลหิตเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อสัตว์ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อน จะมีปริมาณโลหิตจำนวนมากไหลไปที่บริเวณผิวหนังของร่างกาย ซึ่งกรณีเช่นนี้จะต้องมีการปรับตัวเพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เกิดการลดความดันโลหิตแดงซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ต้องอยู่ใน

สภาพร้อนเครียดเป็นเวลานาน จนทำให้สูญเสียความสมดุลในระบบกระแสโลหิต (Cardiovascular homeostasis) ที่ไหลอยู่ การปรับตัวเนื่องจากการเพิ่มปริมาณโลหิตไปที่บริเวณผิวหนังดังกล่าวเกิดขึ้นได้ใน 2 กรณี (Brown and Barbara, 1993) คือ

1) เพิ่มปริมาณโลหิตที่ส่งออกไปจากหัวใจให้มากขึ้น ปรับการจ่ายปริมาณโลหิตระหว่างส่วนต่างๆ ของร่างกายตามความต้องการในการปรับความร้อนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทั้งหลายซึ่งรวมทั้งมนุษย์ด้วย ต่างใช้กลไกทั้งสองทาง ความร้อนเครียดในระดับต่างๆ ทำให้การจ่ายโลหิตจากหัวใจเปลี่ยนแปลง โดยให้ความสำคัญสูงสุดแก่อวัยวะที่จำเป็นในการระบายความร้อนให้ออกไปจากร่างกาย (A; Hale, 1973a) ตัวอย่างเช่น ในระดับร้อนเครียดปานกลาง อุณหภูมิร่างกายในส่วนลึกของแกะจะเพิ่มขึ้นไม่ถึง 0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณโลหิตที่ไหลไปที่ ผิวหนัง โปร่งจมูก และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณโลหิตที่ไหลไปที่กล้ามเนื้อที่ไม่ได้ใช้ในการหายใจและอวัยวะในช่องท้องส่วนมากจะลดลง อย่างไรก็ตาม ในสภาวะร้อนเครียดที่ระดับสูงจะทำให้อุณหภูมิร่างกายในส่วนลึกของแกะเพิ่มขึ้นถึง 2.4 องศาเซลเซียส ปริมาณโลหิตที่ส่งไปยังลำไส้ใหญ่ก็จะถูกลดลงในคราวนี้ นอกจากนี้ ปริมาณโลหิตที่ไหลไปที่ลิ้นและต่อมหมวกไตยังเพิ่มขึ้น ซึ่งในประการหลังแสดงให้เห็นว่าอาจเกิดการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของเมแทบอลิซึมของต่อมหมวกไตเพื่อเพิ่มการผลิต แค เทโคลเอมีน (catecholamines) และ/หรือ คอร์ติโคสเตอรอยด์ (corticosteroids) ในสภาวะดังกล่าว

การปรับปริมาณโลหิตที่ไหลผ่านในส่วนต่างๆ ของร่างกายในแกะจำเป็นมาก คือ การเพิ่มปริมาณการไหลของโลหิตผ่าน อาร์เทรีโอเวนัส อะนาซโตโมซิส (arteriovenous anastomoses {AVAs}) เมื่ออยู่ในสภาวะร้อนเครียด ซึ่งประกอบไปด้วย 2 เปอร์เซนต์ ของปริมาณโลหิตที่ไหลออกจากหัวใจเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิที่เป็นกลาง (thermoneutral) ไปจนถึง 9 เปอร์เซนต์เมื่ออยู่ในสภาพร้อนเครียดระดับปานกลาง และ 11 เปอร์เซนต์เมื่อต้องตกอยู่ในสภาพร้อนเครียดระดับสูง (Hales, 1973a) และปริมาณที่ไหลผ่าน ฟิโมรัล (femoral) ซึ่งอาจผ่านโดยทาง อาร์เทรีโอเวนัส อะนาซโตโมซิส (AVAs) นั้นอาจเพิ่มขึ้นถึง 75 เปอร์เซนต์ เมื่อแกะอยู่ในสภาวะร้อนเครียด (Hales *et al.*, 1978; Rübsamen and Hales, 1983)

อย่างไรก็ตามข้อมูลจากการศึกษาดังกล่าวเป็น ข้อมูลจากการทดลองที่ให้เวลาสัตว์อยู่ในสภาวะร้อนเครียดระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นร่างกายอาจตอบสนองแตกต่างออกไปจากเมื่อสัตว์ต้องอยู่ในสภาวะร้อนเครียดระยะเวลานานๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพธรรมชาติ

2) กลไกการควบคุม

การเปลี่ยนแปลงของเส้นโลหิตตามส่วนต่างๆ ของร่างกายซึ่งตอบสนองต่อการกระตุ้นจากระบบประสาทส่วนกลางนั้นมีความสัมพันธ์กับระดับการทำงานของ ซิมพาเทติก วาโซคอนสตริกเตอร์ (sympathetic vasoconstrictor tone) (Iriki, *et al.*, 1971; Walther, *et al.*, 1973; Ninomiya and Fujita, 1976) ความแตกต่างของการส่งสัญญาณในระบบซิมพาเทติกออกจากส่วนต่างๆ ของร่างกายจึงถูกเหนี่ยวนำโดยความไม่สมดุลในความร้อน ซึ่งโดยปกติแล้ว จะถูกผสมผสานเข้าไปใน ไฮโปทาลามัส แต่สามารถจะถูกควบคุมได้ที่ระดับสันไขสันหลัง และโดยขึ้นพื้นฐานแล้วจะแตกต่างจากการจำแนกของวาโซ

มอเตอร์ (vasomotor {vasomotor differentiation}) ซึ่งเกิดขึ้นได้ในกรณี อาร์ทีเรียล ไฮพอกเซีย (arterial hypoxia) (Iriki, *et al.*, 1972) นอกจากนี้ในการศึกษาการทำงานของระบบประสาทที่ไตและผิวหนัง นิโนมียา และ ฟุจิตะ (Ninomiya and Fujita, 1976) พบว่าถ้าเปิด บาโรรีเซพเตอร์ ลูป (baroreceptor loop) ซึ่งอุณหภูมิที่ผิวหนังเพิ่มขึ้น จะทำให้ระบบประสาทที่ไตทำงานเพิ่มขึ้นในขณะที่ระบบประสาทที่ผิวหนังทำงานลดลง ความสัมพันธ์ในทางกลับกันในการทำงานระหว่างระบบประสาทที่ไตและผิวหนังนี้ มีไฮโปทาลามัสควบคุมโดยใช้อุณหภูมิที่ไฮโปทาลามัสเป็นแนวทาง ซึ่งแสดงให้เห็นบทบาทด้านความไวต่ออุณหภูมิของไฮโปทาลามัสในการควบคุมการส่งสัญญาณออกของระบบซิมพาเทติก การไหลของโลหิตเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามนี้และการทำงานของระบบซิมพาเทติกจะพบได้ใน ผิวหนัง กล้ามเนื้อ และ ลำไส้เล็ก ทั้งนี้ไม่ต้องทำให้ไฮโปทาลามัส หรือเส้นประสาทหลัง ร้อนขึ้น หรือใช้การกระตุ้นจากภายนอก ร่างกาย (Walther, *et. al.*, 1970; Kullmann, *et al.*, 1970)

นอกจากนี้ยังพบว่าทางเดินของซิมพาเทติกคอนสตริกเตอร์ (sympathetic constrictor pathway) ก็เข้ามาสัมพันธ์กับการปรับความร้อนโดยการบังคับกระแสโลหิตให้ไปยังบริเวณ จมูก และลิ้น (Thompson and Pleschka, 1980) และการขยายตัวของเส้นโลหิตที่ลึกลงนั้นสัมพันธ์กับกลไกนี้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ในกรณีที่มีความร้อนเพิ่มเข้ามาเพียงเล็กน้อย และอัตราการหายใจก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นในสภาวะร้อนเครียดระดับสูง ซึ่งทำให้มีอาการหอบ จึงจะเริ่มมองเห็นการทำงานในขั้นที่สอง ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือจากที่อื่นมิใช่จากทั้งทาง อะดรีเนอร์จิก มัสคารินิก รีเซพเตอร์ (adrenergic muscarinic receptors) หรือทาง โคลิเนอร์จิก มัสคารินิก รีเซพเตอร์ (cholinergic muscarinic receptors) ปรากฏการณ์ของ แอ็คทีฟ วาโซไดเลชัน (active vasodilation) เพิ่มการทำงานของประสาทมากกว่าจะลด ทำให้เกิดการขยายตัวของเส้นโลหิตซึ่งยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน อยู่ ดังตัวอย่างเช่น การลดหรือการไม่มีการขยายตัวของหลอดเลือด ภายหลังที่ห้ามกระแสประสาทของผิวหนังในต้นแขนของมนุษย์ ผิวหนังที่ขาหลังของลิงบาบูน (Hales, Rowell and Strandness, 1977) และที่หางของตัวมัสแร็ท (muskrat) เป็นต้น นอกจากนี้ Schönung, *et. al.*, (1970) ยังอธิบายถึงปฏิกิริยาตอบสนองของการขยายตัวของหลอดเลือด เพื่อจะเพิ่มอุณหภูมิที่ไฮโปทาลามัส เขาเสนอแนะว่า การขยายตัวของหลอดเลือดเนื่องจากการกระตุ้นทางประสาทที่ผิวหนังของสุนัขอาจถูกเหนี่ยวนำโดยเส้นประสาทต่างๆ ซึ่งมาพร้อมๆ กับ อะดรีเนอร์จิก ซิมพาเทติก เอฟเฟรนต์ (adrenergic sympathetic efferents) จากการบันทึกการทำงานของ ซิมพาเทติก (Riedel and Peter, 1977) ได้หลักฐานที่ชัดเจนที่ยืนยันได้ว่ามีเส้นประสาท อยู่ 2 กลุ่มที่ทำให้ค่าของสัญญาณที่ส่งออกจากวาโซมอเตอร์ (vasomotor outflow) ไม่คงที่ (ununiformity) ในเครือข่ายของหลอดเลือดในส่วนต่างๆ ของร่างกาย อย่างไรก็ตาม ข้อเท็จจริงอีกประการหนึ่งคือ ในสัตว์ที่ถูกตัดเส้นประสาทซิมพาเทติก การไหลของโลหิตก็ยังคงเปลี่ยนแปลง (Hales, 1974)

2.4 ผลของการไหลเวียนโลหิตเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เมื่ออุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นระบบการไหลเวียนโลหิตซึ่งรวมทั้งส่วนต่าง ๆ ของร่างกายย่อมเปลี่ยนไป

2.4.1 ผลต่อการเต้นของหัวใจ ถ้าอุณหภูมิของหัวใจ หรือ โลหิตในร่ ่างกายสูงขึ้น จะทำให้ความชันของ พรีโพเทนเชียล (prepotential) ของเฮสเอโนด (s-a node) สูงขึ้น หัวใจจึงเต้นเร็วขึ้น และระยะเวลาของแอ็กชัน โพเทนเชียล (action potential) ของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจทั้งใน อะตริอัม (atrium) และเวนทริเคิล (ventricle) ลดลง ในทางตรงกันข้าม ถ้าอุณหภูมิต่ำลง จะทำให้หัวใจเต้นช้าเพราะความชันของ พรีโพเทนเชียล ลดลง และถ้าอากาศเย็นมาก ก็อาจทำให้หัวใจหยุดเต้นได้

2.4.2 ผลต่อปริมาณโลหิตที่ส่งออกจากหัวใจ สภาพร่างกายที่อยู่ในสภาวะต่าง ๆ จะส่งผลถึงปริมาณโลหิตที่ส่งออกจากหัวใจ เช่น ขณะออกกำลังกาย ดังครerk และอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้นเป็นต้น กรณีของอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้น จะส่งผลให้ร่างกายมีเมแทบอลิซึมสูงขึ้น จึงทำให้ปริมาณโลหิตที่ส่งออกจากหัวใจสูงขึ้น ส่วนในอุณหภูมิแวดล้อมเย็นลงจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม ในสัตว์ปีกเมื่ออยู่ในที่อุณหภูมิสูง ปริมาณโลหิตที่ส่งออกจากหัวใจจะเพิ่มขึ้น 20 ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ (Hillman, *et. al.*, 1985)

2.4.3 ผลต่อการไหลเวียนโลหิตไปสู่บริเวณผิวหนัง ในสภาพอากาศหนาวเย็น จะทำให้ผิวหนังหดตัว และทำให้โลหิตไหลเวียนไปยัง บริเวณผิวหนังน้อยลงเพื่อรักษาความร้อนมิให้สูญเสียไป ในสภาพอากาศร้อนจะสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นจึงทำให้โลหิตไหลเวียนมาสู่บริเวณผิวหนังมากขึ้น (Folkow และ Neil, 1971)

2.4.4 ผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร ปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของชีพจรก็คือ อุณหภูมิแวดล้อม และความร้อนที่ผลิตขึ้นจากกระบวนการต่างๆ ในร่างกายด้วย ได้มีการทดลองสรุปไว้ว่า การเลี้ยงโคในที่อยู่อุณหภูมิสูงมาก ๆ ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ พบว่าอัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้น แต่เมื่อนำโคไปเลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น ให้ระยะเวลานานขึ้น อัตราการเต้นชีพจรของโคกลับลดลง ทั้งนี้เพราะอัตราการเต้นชีพจรของโคเกี่ยวข้องกับการลดปริมาณอาหารและความร้อนที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในร่างกาย (Umpapol, 2002)

2.4.5 ผลต่อความเหนียวตัวของโลหิต นอกจากอุณหภูมิที่ทำให้โลหิตมีความเหนียวแล้วยังขึ้นอยู่กับค่าฮีมาโตคริต (heamatocrit) และอัตราความเร็วของการไหล ในกรณีของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำ จะทำให้ของเหลวมีความเหนียวเพิ่มขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทั้งโลหิตและน้ำจะมีความเหนียวตัวเพิ่มเป็น 2.5 เท่า ของค่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

2.4.6 ผลต่อค่าทางโลหิตวิทยา การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของโลหิตจะสะท้อนให้เห็นสภาพการทำงานของร่างกายและบางครั้งยังเป็นกรณีการพิจารณาความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ นอกจากนี้ พันธุ์โค และ ฤดูกาลจะทำให้องค์ประกอบของโลหิตต่างกัน ค่าโลหิตวิทยาที่ใช้เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงการทนความร้อนของโคคือ ค่า ฮีโมโกลบิน (heamoglobin) และ ฮีมาโตคริต มีรายละเอียดดังนี้

1) ฮีโมโกลบิน ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าฮีโมโกลบินของโค เช่น ความแตกต่างระหว่างพันธุ์โค ฤดูกาล ระยะการอุ้มท้อง ระยะการให้นม ความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิสภาพแวดล้อม เป็นต้น อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าฮีโมโกลบินของโคพันธุ์ต่างๆ จากการศึกษาค่าฮีโมโกลบินของโคพันธุ์ โฮลสไตน์ , เกอร์นซี, เจอร์ซี่, แอร์เชียร์ และพันธุ์ บราวน์สวิส ที่เลี้ยงไว้ในที่อุณหภูมิแวดล้อมประมาณ 26.7 องศาเซลเซียส พบว่าค่าฮีโมโกลบิน โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ และการศึกษาในโคสาวพบว่าค่าฮีโมโกลบิน มีความสัมพันธ์ทางลบกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าฮีโมโกลบินของแม่โคนาน 2 ปี รายงานว่า ค่าฮีโมโกลบินของโคต่างฝูงกันก็มีค่าต่างกัน นอกจากนั้นภายในโคตัวเดียวกัน ฮีโมโกลบินยังแตกต่างกันในแต่ละเดือน ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของฮีโมโกลบินของโคที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 11.19 ± 0.27 ถึง 13.39 ± 0.22 กรัมต่อโลหิต 100 มิลลิลิตร

2) ฮีมาโตคริต ค่าฮีมาโตคริตของโคจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมว่า สูงหรือต่ำเพียงใด จากการทดลองหลายการทดลองยืนยันว่า เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เลี้ยงโคเพิ่มขึ้น ค่าฮีมาโตคริตของโคจะลดลง แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่นำโคไปเลี้ยงในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้นด้วย เพราะโคที่นำไปเลี้ยงไว้ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้นในระยะเวลาไม่นานนัก ค่าฮีมาโตคริตอาจไม่เปลี่ยนแปลง (Abilay, Mitra and Johnson, 1975) ทดลองเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของค่าฮีมาโตคริตของพ่อโคพันธุ์โฮลสไตน์ โดยนำพ่อโคไปเลี้ยงไว้ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงถึง 42 องศาเซลเซียสนาน 4 ชั่วโมง พบว่าค่าฮีมาโตคริตเปลี่ยนแปลง อย่างไม่มีนัยสำคัญ (28.0 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 28.1 เปอร์เซ็นต์) (Roussel *et al.*, 1969) ได้ทำการทดลองในแม่โคพันธุ์โฮลสไตน์ เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของค่าฮีมาโตคริต โดยนำแม่โคไปเลี้ยง ในที่มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้ 15.5, 18.5, 21.2, 26.8 และ 29.5 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ รายงานว่าผลของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมดังกล่าวนี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า ฮีมาโตคริต

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลโดยตรงต่อระบบหมุนเวียนโลหิตและรวมถึงคุณสมบัติของโลหิตด้วย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะเร่งอัตราการเดินหัวใจทำให้ปริมาณโลหิตที่ส่งออกจากหัวใจเพิ่มขึ้น มีผลให้เพิ่มอัตราการไหลเวียนของโลหิตไปยังที่ผิวหนังเพิ่มขึ้นเพื่อจะระบายความร้อน แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำลง จะทำให้กล้ามเนื้อบริเวณผิวหนังหดตัวทำให้ลดอัตราการไหลเวียนของโลหิตผ่านผิวหนังมีผลทำให้ลดการสูญเสียความร้อนภายในร่างกายส่วนค่าของ ฮีโมโกลบินและ ฮีมาโตคริตสัมพันธ์ กับอุณหภูมิ ซึ่ง 2 ค่านี้อาจใช้เป็นดัชนีบอกความทนต่อความร้อนของสัตว์ได้

2.5 กลไกการสร้างความร้อน

อัตราการสร้างความร้อนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำมนั้นถูกควบคุมด้วยระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ ระบบทั้งสองระบบดังกล่าวแล้วนี้ปรับระดับการสร้างความร้อนโดยตรง โดยปรับความอยากกินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ และ /หรือ โดยทางอ้อมโดยเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวระบบเอนไซม์ของการหายใจและการสร้างโปรตีน

2.5.1 การควบคุมทางระบบประสาท ระบบการควบคุมการสร้างความร้อน บทบาทของระบบประสาทที่มีต่อการควบคุมอัตราเมแทบอลิซึม ทสเกอร์เนียก (Tscherniak) ได้สังเกตว่า การทำให้สมองบางส่วนของกระต่ายเป็นแผล ได้ทำให้อุณหภูมิร่างกายของกระต่ายตัวนั้นเพิ่มขึ้น ระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนนอก ต่างก็เป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบปรับความร้อน นั่นคือความร้อนที่สร้างขึ้นมาและความร้อนที่สูญเสียออกจากร่างกาย รายละเอียด เรื่องการประสานงานระหว่างระบบประสาทส่วนนอกและระบบประสาทส่วนกลาง ได้กล่าวไว้ใน การปรับอุณหภูมิร่างกาย บทบาทของไฮโปทาลามัสในการปรับอุณหภูมิร่างกายนั้นในสัตว์ (Carlisle and Ingram, 1973) โดยทั่ว ๆ ไป การศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการสร้างความร้อนนั้นถูกกำหนดด้วยอิทธิพลของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมซึ่งไปกระตุ้นตัวรับรู้ที่อยูบริเวณรอบนอกของร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในร่างกาย สัญญาณที่มาจากระบบประสาทส่วนกลาง ที่ไปเปลี่ยนการสร้างความร้อนนั้น ได้ใช้ไปในการสร้างความร้อน เช่น การสร้างความร้อน โดยก ฤณกล้ามเนื้อสันตัวและกรณกล้ามเนื้อไม่สันตัว การทำให้ไฮโปทาลามัส หรือเส้นไขสันหลังเย็นลงเพียงอย่างเดียวทำให้สัตว์สร้างความร้อนเพิ่มขึ้น เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็นหรืออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำลังสบาย (Jessen, 1977) อย่างไรก็ตาม การสร้างความร้อนจะไม่เพิ่มขึ้นในสภาพแวดล้อมที่ร้อนพอประมาณ ส่วนการสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นจะมีมากที่สุด ในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น การทำให้ไฮโปทาลามัส หรือเส้นไขสันหลังร้อนแต่เพียงอย่างเดียวจะทำให้การสร้างความร้อนลดลง ตัวอย่างเช่น การทดลองที่ทำในแพะ ได้แสดงให้เห็นว่า การสร้างความร้อนนั้น อาจกล่าวได้ว่า ผลลัพธ์ของการทำงานร่วมกันระหว่างอุณหภูมิของไฮโปทาลามัสและอุณหภูมิของไขสันหลัง หรืออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมมีสัดส่วนใกล้เคียงกันโดยประมาณ จากการทดลองได้พบว่า ถ้าทำให้ไฮโปทาลามัสเย็นลงแต่เพียงอย่างเดียวจะทำให้แพะรู้สึกหนาวจนตัวสั่น กล้ามเนื้อสันตัวเพื่อสร้างความร้อนอย่างรวดเร็ว และในทางกลับกันทำให้ไฮโปทาลามัสร้อนแต่เพียงอย่างเดียว จะทำให้แพะมีอาการหนาวสั่นลดน้อยลง ถึงแม้ว่าแพะตัวนั้นจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น

บทบาทของ แคเทโคลเอมีน (catecholamine) และ โพรสตาแกลนดิน (prostaglandins) ในระบบประสาทส่วนกลางในส่วนการปรับระดับความร้อนเป็นที่ทราบกันดีแล้ว จึงไม่สงสัยเลยว่า สารที่อยู่ในสมอง เช่น นอร์เอพิเนฟริน (norepinephrine), 5-ไฮดร็อกซีทริฟเอมีน (5-hydroxytryptamines {5-HT}), อะซิทิลโคลีน (acetylcholine {ACTH}) และ โพรสตาแกลนดิน จะมีบทบาทตามจุดเชื่อมโยงของเส้นประสาทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาตอบสนองในการปรับความร้อน คือมีการผลิตสารเหล่านี้เข้าไปใน อินทราเวนตริเคิล (intra ventricle) ในสัตว์ ซึ่งแสดงผลให้เห็นว่าปฏิกิริยาตอบสนองในการปรับความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบตัวสัตว์ ส่วนการฉีดนอร์เอพิเนฟรินนั้นไม่มีผลต่อการสร้างความร้อนในสภาพแวดล้อมที่ร้อน แต่จะไปหยุด การสร้างความร้อนและหยุดการสั่นตัวของกล้ามเนื้อในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น นอกจากนี้ ถึงแม้ว่า 5-ไฮดร็อกซีทริฟเอมีน ทำให้การสร้างความร้อนและอุณหภูมิร่างกายของ แพะ แกะ และ โค ลดลง (Bligh, et. al., 1971) แต่ในลูกโคปัจจัยเหล่านี้ทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลงโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงการสร้างความร้อน (Yousef, Hedlund

and Johnson, 1979) ส่วนโพรสตาแกลนดิน -อี (prostaglandin-E) ทำให้ การสร้างความร้อนและอุณหภูมิร่างกายของลูกโคเพิ่มขึ้น แต่ โพรสตาแกลนดิน -เอ (prostaglandin-A) และ โพรสตาแกลนดิน -เอฟ (prostaglandin-F) ไม่มีผลใดๆ ต่อการปรับความร้อนของร่างกาย

2.5.2 กลไกการควบคุมทางฮอร์โมน

ความสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการสร้างพลังงานความร้อน (calorigenic hormones) อันได้แก่ ไทรอกซิน (thyroxine {T4}) ไตรไอโอโดไทโรนีน (triiodothyronine {T3}) โกรทฮอร์โมน (growth hormone {GH}) และกลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoids) และอัตราเมแทบอลิซึมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำมนั้น ได้ถูกศึกษาอย่างกว้างขวางทั้งภายในตัวสัตว์ (in vivo) และภายนอกตัวสัตว์ (in vitro)

1) กลุ่มฮอร์โมนไทรอยด์ (Thyroid hormones)

การ ตัดต่อมไทรอยด์ออก กล้วย จะทำให้การสร้างความร้อนลดลงและ ถ้าให้ ไอโอดีนเคสซีน (Iodinated casein) ก็จะทำให้มีสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นในโค และ แกะ ถ้าฉีดไทรอกซิน เข้าไปในโคพันธุ์โฮลสไตน์ จะทำให้การสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นในโคที่มีการปรับตัวให้อยู่ในอุณหภูมิที่อยู่ อย่างสบายๆ คือ 18 องศาเซลเซียส และในโคที่ปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อน คือ 32 องศาเซลเซียส (Yousef and Johnson, 1966 a) หลังจากฉีด เคสซีน ที่มีธาตุไอโอดีนอยู่ด้วย พบว่าการสร้างความร้อนจะ เกิดขึ้นหลังจากนั้น 2-3 วัน โคที่อยู่ในอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส จะสร้างความร้อนขึ้นก่อนโคที่อยู่ใน 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน (ภาพที่ 68) ถ้าฉีดไทรอกซินเพียงเข็มเดียว จะมีผลในการสร้างความร้อน เพิ่มขึ้นเป็นเวลายาวนาน (Biological Effective Time) 3-4 วัน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และ 5-6 วัน ที่ อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ปฏิกริยาตอบสนองของเมแทบอลิซึมจะมีสูงสุดในวันที่ 4 และ วันที่ 5 ภายหลัง การฉีดยาให้โคที่อยู่ในอุณหภูมิ 18 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2) กลุ่มฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต (Adrenal hormones)

มีการ ศึกษาต่อมหมวกไตชั้นนอก (Adrenal cortex) ในการรักษาอัตรา เมแทบอลิซึมให้อยู่ในระดับปกติในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำมนขนาดเล็กที่ใช้ในห้องทดลอง ส่วนการทดลอง ในสัตว์ใหญ่ยังมีไม่มากพอ การฉีดไฮโดรคอร์ติโซน (hydrocortisone) ให้แก่โคจะทำให้สร้างความร้อน เพิ่มขึ้น เมื่อมันปรับตัวให้อยู่ในอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ 18 และ 35 องศาเซลเซียส (Yousef and Johnson, 1967) การสร้างความร้อนเพิ่มจะเกิดขึ้นหลังจาก ฉีดไฮโดรคอร์ติโซนนาน 3-4 ชั่วโมง และ 2 - 3 ชั่วโมง ในโคที่อยู่ในสภาพแวดล้อม ที่อุณหภูมิ 18 และ 35 องศาเซลเซียสตามลำดับ ช่วงเวลาการแสดงผลทาง ชีววิทยา (Biological Effective Time) ในการฉีดไฮโดรคอร์ติโซนเพียงเข็มเดียวนั้น มีช่วงยาว 3 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมง ในโคที่อยู่ในสภาพแวดล้อม ที่อุณหภูมิ 18 และ 35 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนการฉีด นอร์เอพิเนฟรินเข้าเส้นเลือดให้แก่โคไม่มีผลต่อการสร้างความร้อน แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าเป็นเอพิเนฟริน แล้วจะทำให้สร้างความร้อนเพิ่มขึ้น (Alvare, et. al., 1967)

3) โกรทฮอร์โมน (Growth hormone)

บทบาทของโกรทฮอร์โมนในการสร้าง ความร้อนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่ใช้ในห้องทดลองนั้นเป็นที่ทราบกันดี แต่งานค้นคว้าในสัตว์ใหญ่ยังมีน้อยมาก ดังนั้นจึง มีการศึกษาในโค (Yousef and Johnson, 1966 b) ที่ปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อม ที่อุณหภูมิ 18 และ 38 องศาเซลเซียส โดยฉีดโกรทฮอร์โมน และวัดการ สร้างความร้อน จึงพบว่าการสร้างความร้อนเพิ่มขึ้น 30-40 เปอร์เซ็นต์ในโค ที่อยู่ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และ 50-60 เปอร์เซ็นต์ในโคที่อยู่ ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และโคที่อยู่ ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส จะมีช่วงเวลาก่อนการ แสดงผล (latent period) คือ 10-24 ชั่วโมง ซึ่งยาวกว่าโคที่อยู่ใน อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส (4-10 ชั่วโมง) และช่วงเวลาการแสดงผลทางชีววิทยานั้นนาน 40 และ 50 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 18 และ 38 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นั่นคือในโคที่ปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ได้ปรับตัวให้ อยู่ในสภาพแวดล้อมที่สบาย ฮอร์โมน ที่เกี่ยวกับการสร้างความร้อนมีช่วงเวลาก่อนการแสดงผลนั้นสั้นกว่าช่วงเวลาแสดงผลทางชีววิทยา

2.6 การปรับระดับการสร้างความร้อน

การวัดค่าอัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน (basal metabolic rate) ในสัตว์ใหญ่นั้นทำได้ยากและไม่เหมาะสมในเชิงปฏิบัติ เนื่องจากว่าหาในระยะเวลาที่ไม่มีการดูดซึมอาหาร และพักตัวของสัตว์อย่างแท้จริงนั้นได้ยากมาก อัตราการใช้ออกซิเจนในสภาพแวดล้อม ที่อยู่อย่างสบายนั้นคืออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เป็นกลาง (TNZ) เรียกว่า “พักผ่อน” หรือ “ยืนนิ่ง” นั้นเป็นพื้นฐานสำหรับการวัดพลังงานต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นมาอาทิ ความร้อนที่เกิดขึ้นมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อ การกินอาหาร การสืบพันธุ์ การผลิต และการปรับ ความร้อน อัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐานนี้จะอยู่ที่ระดับใดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัยซึ่งจะกล่าวถึงในที่นี้เพียงบางส่วนได้แก่

2.6.1 ขนาดของร่างกาย ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำมนั้น ค่าอัตราเมแทบอลิซึมใช้วัดเป็นพลังงานความร้อน ต่อ น้ำหนักตัวเมตะโบลิก (metabolic weight, W^k) นั้นมีค่าค่อนข้างคงตัวในสัตว์หลายชนิด นั่นคือ ค่าความร้อนที่สร้างขึ้นต่อน้ำหนัก (กิโลกรัม) เมื่อ k มีค่าตั้งแต่ 0.73-0.75 ซึ่งเป็นที่มาของหลักการที่มีประโยชน์ของ “น้ำหนักทางสรีระ (physiological weight)” หรือ “ขนาดหรือน้ำหนักเมแทบอลิซึม (metabolic body size)” คือ น้ำหนักตัว 0.75 หมายความว่าเมื่อเพิ่มน้ำหนักตัว 100 เปอร์เซ็นต์ อัตราเมแทบอลิซึมจะเพิ่มขึ้นเพียง 75 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ถึงแม้ว่าค่านี้จะเป็น ที่ยอมรับสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่โตเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ สำหรับสัตว์อายุน้อยหรืออยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโต ตัวอย่างเช่น การศึกษาในแกะ ที่อยู่ในระยะเจริญเติบโต พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการอดอาหารและการสร้าง ความร้อนในขณะที่สัตว์พักผ่อนและอดอาหารกับน้ำหนักตัวแต่เพียงอย่างเดียว นั้น มีค่าเพียง 0.6 มากกว่าที่จะเป็น 0.75 ซึ่งเป็นค่ายกกำลังที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขนาดเมแทบอลิซึม

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ รวมเข้าไปอีก เช่น อายุ อัตราการเจริญเติบโต ที่ผ่านมา และ โภชนาหารที่เคยได้รับมาก่อนจะนำมาใช้หาค่า สหสัมพันธ์กับการสร้างความร้อน และ น้ำหนักตัวของน้ำหนักเมแทบอลิซึม จะไม่แตกต่างไปจาก 0.75 พลังงานความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นมาต่อหน่วยของน้ำหนักตัว ของโค ม้า และ แพะ จะลดลงแบบ เอ็กโพเนนเชียล (exponential) กับอายุที่เพิ่มขึ้นมา

อย่างไรก็ตาม อายุจะไม่มีการผลต่อการสร้างความร้อนของสุกร ส่วนการเปลี่ยน ระดับการสร้างพลังงานความร้อนในช่วงเจริญเติบโตนั้นอาจเกี่ยวเนื่องมาจากปัจจัยอื่น หลายปัจจัย เช่น ความสมบูรณ์พันธุ์ การหย่านม การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต และการปรับระบบประสาท -ต่อมไร้ท่อ-ระดับความร้อนที่คงตัวให้อยู่ในระดับที่แน่นอน (Mount, 1968)

2.6.2 ชนิดและสายพันธุ์สัตว์ ในระหว่างสัตว์หลายๆ ชนิด ปริมาณความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นมาในขณะที่สัตว์ พักผ่อนนั้นแตกต่างกันพอสมควร (Yousef, 1979) ดังตัวอย่างเช่น อูฐที่อยู่ในทะเลทราย และ ตัวลามะ (Llama) ที่อาศัยอยู่บนภูเขาสูง มีความร้อนที่สร้างขึ้นต่อหน่วยน้ำหนัก เมแทบอลิซึม (E/W^{0.75}) แตกต่างไปจากค่าที่คำนวณเอาไว้จากสมการที่พัฒนาขึ้น ในทำนองเดียวกับแพะที่อยู่ในทะเลทรายก็มีการสร้างความร้อนต่ำกว่าค่าที่คาดหมายเอาไว้สำหรับสัตว์อื่นๆ ที่มีน้ำหนัก ตัวเท่ากัน (Salem, et. al., 1982; Shkolnik, et. al., 1972) ในทางตรงกันข้าม แพะที่อาศัยอยู่ในลุ่มแม่น้ำไนล์ (Nile) ประเทศอียิปต์ หรือแพะที่อาศัยอยู่ตามภูเขาต่างก็มีการสร้างความร้อนมากกว่าค่าที่คำนวณเอาไว้สำหรับน้ำหนักเมแทบอลิซึมของมันเพียงเล็กน้อย กลไกที่ทำให้เกิดความแตกต่างเหล่านี้ยังไม่มีผู้ค้นพบและยังไม่มีใครทราบได้ว่า อัตรา เมแทบอลิซึมในขณะที่สัตว์พักผ่อนอยู่นั้นเป็นค่าที่มีการปรับตัวของสัตว์เข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ พลังงานความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นมาในขณะที่ สัตว์พักผ่อนต่อหน่วยน้ำหนักเมแทบอลิซึมในโคมีค่าสูงกว่าในแกะ (Graham, 1972) ส่วนในกลุ่มโคนั้น โคสายพันธุ์ซิมู (Zebu) มีค่าพลังงานความร้อนที่สร้างในขณะที่พักผ่อนต่ำกว่าโคพันธุ์อัฟริกันเดอร์ (Africander) หรือโคสายพันธุ์ยุโรป (Vercoe, 1970)

2.6.3 ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการสร้างความร้อนในขณะที่สัตว์กำลังพักผ่อนเพื่อตอบสนองต่อ ปัจจัยต่างๆ ทางด้านสภาพอากาศนั้น ได้กล่าวถึงอย่างกว้างขวางในสัตว์หลายชนิด (Yousef, 1979; Salem, et. al., 1982; Yousef, 1976) ถ้านำสัตว์ไปอยู่ในสภาพอากาศร้อนอย่างทันทีทันใด จะทำให้มีการสร้างความร้อนเพิ่มขึ้น แต่ถ้าสัตว์ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อนเรื้อรอนาน จะทำให้การสร้างความร้อนลดลง

อย่างไรก็ตาม กรณีที่ ไม่มีการลดปริมาณอาหาร การเพิ่มความร้อนที่กระเพาะรูเมน (rumen) โดยใช้ความร้อน จากภายนอกร่างกายที่ระดับ 523 และ 1255 จูลต่อชั่วโมง ทำให้ร่างกายสร้างความร้อน ลดลง (Yousef et al., 1968) นั่นก็คือการสร้าง ความร้อนของสัตว์ในขณะที่พักผ่อนนั้น จะถูกลดลง ซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากความร้อนมากกว่าการลดปริมาณอาหาร (Webster, et. al., 1969; Young, 1975; Christopherson, et. al., 1979)

2.6.4 อาหารและน้ำ สำหรับสัตว์ในขณะที่พักผ่อนในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเป็นกลาง อัตราการ สร้างความร้อนส่วนมากขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่กิน การอดอาหารทำให้การสร้างความร้อนลดลง แต่ระดับโภชนาการก่อนการอดอาหารมีอิทธิพลต่อการสร้าง ความร้อนในขณะที่อดอาหาร (Graham, 1967) ตัวอย่างเช่น อัตราการสร้างความร้อนของ แกะที่อยู่ในอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เป็นกลางนั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อระดับ โภชนาการที่กินเข้าไป อย่างไรก็ตาม ระดับโภชนาการที่กินเข้าไปไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเพิ่มของการสร้างความร้อนในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น ไม่เพียงแต่การกิน

อาหารตามความต้องการของร่างกาย เท่านั้น การกินอาหารนอกเหนือความต้องการของร่างกายก็เพิ่มการสร้างความร้อน ในสุกร (Stombaugh, and Grifo, 1977) ส่วนการเพิ่มระดับโภชนาหารในสัตว์ก็ทำให้อุณหภูมิวิกฤติสูงและอุณหภูมิวิกฤติต่ำลดลงในขณะที่อยู่ในสภานที่มีอุณหภูมิสูงและต่ำ ตามลำดับ (Blaxter, 1967; Ingram, 1979; Mount, 1979; Whittow, 1971) ในสัตว์มีกิบหลาย ๆ ชนิดที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อนและเย็น (EI-Nouty, *et. al.*, 1978; Yousef, 1976) การให้กินน้ำในปริมาณที่จำกัด หรือการขาดน้ำ ทำให้สัตว์ที่กำลังพักผ่อนสร้างความร้อนลดลง

เมื่อต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ร้อน สัตว์จะมีปฏิกิริยาตอบสนองในขั้นต้นด้วยการเริ่มเร่งการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเพิ่มอัตราการสูญเสียความร้อน ถ้าหลังจากนี้แล้วยังไม่สามารถทำให้ความร้อนของร่างกายมีความสมดุลกลับคืนมาได้ สัตว์ก็จะมีแนวโน้มที่จะลดระดับการสร้างความร้อนในร่างกายโดยวิธีต่าง ๆ เช่น ลดปริมาณอาหาร ลดการเคลื่อนไหวร่างกาย เนื่องจากปริมาณความร้อนที่สร้างขึ้นมากในร่างกายนั้นมีความสัมพันธ์กับระดับสมรรถนะ ฉะนั้นการปรับระดับการสร้างความร้อนในร่างกายส่วนมากจึงขัดแย้งกับจุดประสงค์ในการผลิต สัตว์ อีกทั้งเพื่อชี้แจงให้เห็นความสำคัญของการสร้างความร้อนในสภาพแวดล้อมที่ร้อน และเข้าใจขั้นตอนการแก้ไข ดังนั้นจึงควรแยกอัตราเมแทบอลิซึม และการสร้างความร้อนตามกระบวนการต่าง ๆ ของร่างกายออก โดยไม่คำนึงถึงเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่ทำให้ความร้อนแต่คำนึงถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการสร้างความร้อน (McDowell, 1972 a,b) สถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งองค์ประกอบของการสร้างความร้อนในร่างกาย

สภาพแวดล้อมส่วนมากในโลกนี้ ความร้อนจะต้องสูญเสียจากร่างกาย และเมื่อถึงเวลาอันเหมาะสมอัตราการสูญเสียความร้อนจะถูกปรับโดยตัวกระทำการแลกเปลี่ยนความร้อนหรือหน่วยงานต่าง ๆ ภายในร่างกายเริ่มทำงาน นั่นคือเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผิวหนังนอกเพื่อใช้แลกเปลี่ยนความร้อน เปลี่ยนระดับการทำงานของประสาทที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ที่อยู่บริเวณใกล้ผิวหนัง และทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนโดย การระเหย การหอบ และ หรือขับเหงื่อ ในที่สุดโลหิตดำที่ไหลกลับมาจากเนื้อเยื่อที่อยู่ด้านริมของร่างกายซึ่งความร้อนได้กระจายออกไปสู่สภาพแวดล้อมแล้วนั้นก็จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าโลหิตแดงที่เดินทางออกมาจากส่วนลึกของร่างกายซึ่งเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่เนื้อเยื่อเหล่านั้น ในทางกลับกันเมื่อความร้อนที่สัตว์สร้างในตัวเองเมื่อสัตว์อยู่ในระยะพักผ่อน (basal metabolic heat production) นั้นได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจากกล้ามเนื้อหดตัวเช่นเดียวกันกับในกรณีที่มีการทำงานหรือออกกำลังกาย หรือกล้ามเนื้อสั่นตัว โลหิตดำที่ไหลออกมาจากกล้ามเนื้อที่สร้างความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงกว่าโลหิตแดงที่ไหลไปหล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อเหล่านั้น ดังนั้นอุณหภูมิของโลหิตดำที่ไหลกลับเข้าสู่หัวใจจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันไปแล้วแต่เนื้อเยื่อที่โลหิตดำได้ไหลผ่านกลับเข้าสู่หัวใจ อุณหภูมิของโลหิตที่มาจากหลายๆ ส่วนของร่างกายจะผสมผสานกันอย่างดีในระหว่างที่วนเวียนอยู่ภายในหัวใจและปอด ดังนั้นอุณหภูมิของโลหิตแดงที่ออกจากห้องหัวใจด้านซ้ายจึงมีค่าเท่ากับค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลหิตดำที่ไหลกลับสู่หัวใจ อุณหภูมิของโลหิตที่เข้าสู่หัวใจจะถูกเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเมื่อใดก็ตามเมื่อมีการเปลี่ยนอัตราการสร้างความร้อน หรือมีการเปลี่ยนอัตราการสูญเสียความร้อน ไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงนี้จะสืบเนื่องมาจากการรบกวนจากภายนอกหรือ

ภายในตัวสัตว์ หรือเนื่องมาจากการปรับอุณหภูมิให้เข้ากับอัตราการส รางความร้อนหรือการสูญเสียความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากโลหิตแดงที่เดินทางไปถึงเนื้อเยื่อต่างๆ นั้น จะมีข้อมูลเกี่ยวกับผลการส รางความร้อนและการสูญเสียความร้อนของตัวหน่วยปฏิบัติงาน ข้อมูลดังกล่าวถูกส่งกลับไปยังตัวรับรู้ส าสึกทางด้านอุณหภูมิ ดังนั้นจึงสามารถที่จะ ารู้ได้ว่า องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับระบบการควบคุมในครั้งนี้มีอะไรบ้าง ดังนั้นการอธิบายถึงโครงสร้างของระบบดังกล่าวจึงอธิบายถึงความจำเป็นขั้นพื้นฐานของระบบการควบคุมหรือปรับอุณหภูมิของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วข้อมูลก็ใกล้เคียงกับระบบการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กันอยู่ตามห้องทดลองทางสภาพแวดล้อม สิ่งเดียวที่แตกต่างก็คือระบบการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กันอยู่ตามห้องทดลองทางสภาพแวดล้อมนั้นวิศวกรเป็นผู้ออกแบบและสร้างมันขึ้นมา ซึ่งหลักการการทำงานของ ตัวควบคุมการทำงานซึ่งแปลสัญญาณที่เกิดจากการรบกวนให้ไปเป็นสัญญาณตอบสนองที่เหมาะสม ในทางกลับกันสัญญาณที่ถูกนำเข้าไปสู่ตัวรับรู้ส าสึกทางด้านความร้อนก็จะถูกแปลให้เป็นสัญญาณที่ถูกส่งออกมาได้เรียกว่า สัญญาณส่งออก

การทำงานในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำมนั้นยังไม่เข้าใจกันอย่างลึกซึ้งนัก แน่่อนที่สุดว่าการแปลสัญญาณที่ระบบประสาทส่วนกลางจากสัญญาณการรบกวน เช่น คำสั่งเพื่อกระทำการใดๆ ซึ่งเป็นจุดเด่นของโครงสร้าง และ การทำงานของระบบประสาทส่วนกลางโดยทั่วไปก็ไม่เป็นที่เข้าใจกันดีนัก ในจุดต่างๆ ของร่างกาย การไหลของโลหิตแดงดังกล่าวนั้นประกอบด้วยการส่งข่าวตอบกลับหรือรายงานกลับของการส รางความร้อนและการสูญเสียความร้อนที่ตัวหน่วยปฏิบัติงานมีต่อตัวรับรู้ส าสึกทางด้านอุณหภูมิ

ดังนั้นจุดสำคัญของบทนี้ก็คือพิจารณาว่าสัญญาณต่างๆ จากตัวรับรู้ส าสึกทางด้านความร้อนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวที่ทำให้เกิดการปรับอุณหภูมิ (Thermoregulatory effectors) และความสำคัญในการพิจารณาครั้งนี้อาจมุ่งประเด็นไปที่ตัวขับเคลื่อนของระบบประสาทส่วนกลางในการปรับหรือรักษาสภาพสมดุลทางความร้อนภายในร่างกายโดยทั่วไป มากกว่าที่จะมุ่งเน้นการทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับอุณหภูมิของร่างกายในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

สภาวะโลกร้อนต่อการผลิตสัตว์

สภาวะโลกร้อน(Global Warming) เป็นปรากฏการณ์อันเนื่องจากการที่โลกไม่สามารถระบายความร้อนออกไปได้ จึงทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ปัจจุบันโลกของเรากำลัง ถูกปกคลุมด้วยก๊าซเรือนกระจก(Greenhouse Gases) ที่มากเกินไปจนสมดุลของธรรมชาติซึ่งก๊าซเรือนกระจกจะทำการเก็บกักความร้อนไม่ให้สะท้อนออกนอกผิวโลก ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น องค์การสหประชาชาติ ได้ประมาณการว่าอุณหภูมิของโลก จะสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2-4 °C ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น 20-50 ซม. ในเวลาอีก 10-50 ปี นับจากปัจจุบัน โดยสาเหตุหลักที่ทำให้ภูมิอากาศโลกสูงขึ้น ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC₃) และ โอโซน (O₃) ซึ่งมาจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์

เพื่อให้เหมาะกับการมีชีวิตอยู่ ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง และภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น (<http://203.155.220.217/dopc/hotworld/hotworld.htm>)

สภาพภูมิอากาศร้อนมีอิทธิพลจากสภาวะโลกร้อน มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในร่างกายซึ่ง Smith (1984) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของความร้อนกับผลผลิตของโค โดยได้แบ่งแหล่งความร้อนจากสภาพแวดล้อมทางสรีรวิทยาเป็น 2 ทาง คือ ผลทางตรงและผลทางอ้อม ผลทางตรง ได้แก่ อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (ambient air temperature) รังสีจากแสงอาทิตย์ (radiation) ความชื้นสัมพัทธ์ (humidity) และความเร็วลม (wind velocity) ซึ่งมีผลต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง ส่วนผลทางอ้อม ได้แก่ ผลตอบสนองการกินอาหาร (feed intake) อัตราเมตาบอลิซึม (metabolism rate) และการเปลี่ยนแปลงของต่อมไร้ท่อต่าง ๆ (endocrine functions) ซึ่งปัจจัยดังที่กล่าวมานี้ ล้วนเป็นผลสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของโคนมใน สภาพร้อน เครียด (Umpapol, 2002)

ผลของอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของโค โดยทั่วไปสัตว์เลือดอุ่นมีช่วงอุณหภูมิแวดล้อม ที่ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสบาย (thermo neutral zone) มีอัตราเมตาบอลิซึมต่ำสุดโดยปราศจากการใช้กลไก การควบคุมอุณหภูมิโดยวิธีเพิ่มการระบายความร้อนเพื่อควบคุมร่างกายให้มีอุณหภูมิคงที่ ซึ่งช่วงอุณหภูมิกลางนี้ มีความแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ แต่ละตัว เช่น ในโคพันธุ์ยุโรป ที่มีอุณหภูมิกลางอยู่ในช่วง $2-21^{\circ}\text{C}$ และโคพันธุ์อินเดียที่มีอุณหภูมิช่วง $10-27^{\circ}\text{C}$ หากอุณหภูมิแวดล้อมสัตว์ต่ำหรือสูงเกินกว่าช่วงนี้โคจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยาและพฤติกรรม เพื่อควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ (Bond และ McDowell, 1972) Bligh (1985) ได้แบ่งกลไกในการควบคุมความร้อนออกเป็น 2 แบบ คือ การปรับตัวที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวเพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้น เช่น ควบคุมโดยขบวนการอัตโนมัติเป็นปฏิกิริยาการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่มีต่อความร้อนเกิดขึ้น โดยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกับฮอร์โมนและลดการเดินเข้าพักในร่มเงา การแช่ปลัก ลดการกินอาหาร ลดการเคี้ยวเอื้องและการเปลี่ยนแปลงเวลาแทะเล็มหญ้า เป็นต้น

สัตว์มีการระบายความร้อน (heat loss) อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากร่างกายมีขบวนการผลิตความร้อน (heat production) ตลอดเวลาเช่นเดียวกัน ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมเหมาะสม (neutral temperature) สัดส่วนของการระบายความร้อนกับการผลิตความร้อนจะสมดุลกัน ทำให้อุณหภูมิของร่างกายสัตว์คงที่ ในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมไม่เหมาะสม จะทำให้สัดส่วนของกลไกทั้งสองเปลี่ยนแปลงไปด้วย (Gebremedhin, 1985; Ferguson, 1971) ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมโคสูงขึ้นใกล้เคียงกับอุณหภูมิของร่างกายโคจะเริ่มระบายความร้อน โดยการระเหยน้ำผ่านทางหายใจมีการหายใจถี่ขึ้น เพื่อระบายความร้อนและความชื้นทางปอด เกิดการหอบมีผลทำให้จำนวนกรดในเลือดลดลง เป็นสาเหตุของสภาวะการเป็นด่างของเลือด (alkalosis) เพราะมีการคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นโดยตรงนอกจากนี้การกินอาหารของโคจะลดต่ำลงโดยอัตโนมัติ เพื่อลดการผลิตความร้อนจากการกินอาหารและโคจะมีอุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นถ้าโคไม่สามารถระบายความร้อนออกได้ทัน (McDowell, 1972)

Legates และคณะ (1991) พบว่าอุณหภูมิแวดล้อมตัวสัตว์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุณหภูมิของร่างกายและอัตราการหายใจของโค กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้นอุณหภูมิ ร่างกายและอัตราการหายใจก็สูงขึ้นตาม สำหรับการแผ่รังสี ความดันไอน้ำในบรรยากาศ และการเคลื่อน ที่ของอากาศมีความสัมพันธ์รองลงมาตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายดังกล่าวของสัตว์มีความสำคัญอย่างมากต่อการให้ผลผลิตทั้งการสร้างเนื้อและนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตน้ำนมจากโคนมที่พันธุ์กรรมมีสมรรถนะในการให้น้ำนมสูง เนื่องจากพันธุ์โคที่มีผลผลิตน้ำนมสูงมักเป็นพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์มาจากเขตอบอุ่น หรือเขตนาน ไม่เคยชินกับสภาพอากาศที่ร้อนมีอุณหภูมิสูง เมื่อมีการนำโคพันธุ์ดังกล่าวมาเลี้ยงในสภาพอากาศที่ร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ร้อนขึ้นอย่างประเทศไทย ความชื้นทำให้การระบายความร้อนเป็นไปได้ยากขึ้น โคจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดส่งผลให้โคกินอาหารน้อยลง แม้โคได้รับโภชนาต่าง ๆ ไม่พอเพียงต่อการผลิตน้ำนม ทั้งยังต้องสูญเสียพลังงานที่ได้จากอาหารไปในการปรับตัวเป็นจำนวนมาก เป็นผลทำให้ผลผลิตที่ได้ลดต่ำกว่าระดับผลผลิตที่ควรจะได้ เมื่อเลี้ยงในเขตอากาศที่หนาวเย็นกว่า (สมชาติ, 2531)

อุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคที่อยู่สุขสบายที่สุด คือ $5-15^{\circ}\text{C}$ แต่โคอาจทนความร้อนได้ไม่เกิน 27°C ในโคพันธุ์ยุโรป และ ไม่เกิน 35°C ในโคพันธุ์อินเดีย (Younas และคณะ, 1979; Moody และคณะ, 1967) นอกจากนี้อากาศร้อนขึ้นยังเหมาะกับการเจริญเติบโตของพยาธิและแมลงดูดเลือดต่าง ๆ ในสัตว์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่มีภูมิคุ้มกันจะถูกรบกวนมาก ทำให้สัตว์ลดการให้ผลผลิตลงได้อีกทางหนึ่ง (อัมพวัน และคณะ, 2534) และยังทำให้โคมีประสิทธิภาพด้านการสืบพันธุ์ของโคลดต่ำลงด้วย (Stott และ Williams, 1962; Ingraham และคณะ, 1974) ด้วยเหตุนี้การเลี้ยงโคในสภาพอากาศร้อนขึ้นจึงมีผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตและสมรรถภาพการให้ผลผลิต

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่ออุณหภูมิร่างกายของโค เมื่ออากาศที่แวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น และโคไม่สามารถระบายความร้อนออกได้ทันทำให้โคเกิดความเครียดจากความร้อน (heat stress) ยังผลให้อุณหภูมิทวารหนักของโคเพิ่มสูงขึ้น (Wise และคณะ, 1988) ดังนั้นจึงนิยมใช้อุณหภูมิทวารหนักเป็นตัวแทนของอุณหภูมิของร่างกายของโค (Rosenberger, 1979) Yousef (1985) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไปจากเกณฑ์ปกติ สามารถเป็นดัชนีบ่งว่าสัตว์มีความรู้สึกละสบายหรือไม่ ถ้าอุณหภูมิทวารหนักของโคนมสูงขึ้นเพียง 0.50°C แสดงว่าโคเริ่มมีปัญหาในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยปกติสัตว์เลือดอุ่นสามารถรักษาอุณหภูมิร่างกาย ให้คงที่ภายในช่วงอุณหภูมิแคบ ๆ โดยในสัตว์เลี้ยงไม่ควรแปรปรวนมากกว่า 2.5°C

McDowell (1972a) พบว่าถ้าอุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่า 21°C โคพันธุ์ยุโรปจะมีอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น Rhynes และ Ewing (1973) พบว่าโคพันธุ์ฮิฟฟอร์ด (Hereford) ที่เลี้ยงในอุณหภูมิแวดล้อมระดับ 21°C และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ มีอุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม คือ เพิ่มขึ้น จากกลุ่มควบคุม 1.6°C Younas และคณะ (1979) ได้ทำการทดลองกับลูกควาย พบว่าเมื่ออุณหภูมิ แวดล้อมสูงขึ้น ลูกโคจะมีอุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้น Hafez (1968)

สรุปจากการทดลองกับลูกโคว่า หลังจากการเลี้ยงลูกโคให้เกิดความเครียดจากความร้อนเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ในห้องที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ ทำให้อุณหภูมิทวารหนักของ ลูกโคสูงขึ้น เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Rhynes และ Ewing (1973) โดยให้พ่อโคพันธุ์ฮิฟฟอร์ดอยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิแวดล้อมระดับ 35.5°C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิแวดล้อมระดับ 21°C พบว่า โคที่อุณหภูมิแวดล้อมระดับ 35.5°C มีอุณหภูมิทวารหนักสูงกว่าโคที่อุณหภูมิแวดล้อมระดับ 21°C และการทดลองของ Bond และ McDowell (1972) ศึกษาใน โคพันธุ์แอ่งกัส พันธุ์ฮอร์ตสอร์น และพันธุ์ฮิฟฟอร์ด โดยกระตุ้นให้เกิดความเครียดในห้องที่สามารถควบคุม อุณหภูมิได้ พบว่าโคทุกพันธุ์และในทุกการทดลองมีอุณหภูมิ ทวารหนักที่สูงขึ้นเมื่ออยู่ในห้องที่มีอุณหภูมิ สูง (อุณหภูมิ 32°C และความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับการอยู่ภายใต้อุณหภูมิสบาย (อุณหภูมิ 18°C และความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) Elvinger และคณะ (1992) ได้รายงานจากการเกิดความเครียด ของโคที่ก่่าถึงให้พบว่า อุณหภูมิของทวารหนักสูงขึ้น ($P>0.01$) เมื่อเทียบกับโคที่ได้เกิดความเครียด Legates และคณะ (1991) พบว่า การให้โคอยู่ภายใต้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ 40°C โคจะมีอุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้น เพื่อปรับสมดุลความร้อนของร่างกาย

สำหรับความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย ดังรายงานของ Quazi และ Shrode (1954) พบว่า ภายใต้สภาพแวดล้อมของฟาร์ม ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีผลต่ออุณหภูมิร่างกายโคเพียงเล็กน้อย แต่ใน สภาพของห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ ความชื้นของอากาศมีผลต่อการ เพิ่มขึ้นของ อุณหภูมิร่างกายโคมากกว่าสภาพในฟาร์ม Allen และ Donegan (1974) พบว่าสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง สามารถทำให้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้น ได้มากกว่าสภาพอากาศที่มีความชื้นต่ำกว่า ณ ที่มี อุณหภูมิเดียวกัน โดยสอดคล้องกับ Robinson และ Klem (1953); McLean และ Calvert (1972) รายงานว่า ที่ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม 35°C การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทำให้การผลิตความร้อน และปริมาณ ความร้อนที่ระบายออกจากร่างกายไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ความชื้นสูงจะมีผลขัดขวางต่อระบบการระบาย ความร้อน ทำให้อุณหภูมิร่างกายและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่ออัตราการหายใจของโค สิ่งแรกที่โคมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงก็คืออัตราการหายใจ Younas และคณะ (1979) รายงานว่า อัตราการ หายใจมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ใช้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการทน ต่อความร้อนของโคได้ และพบว่าเป็นกลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายอันดับแรกที่เกิดขึ้น เมื่อเกิด ความเครียดจากความร้อน (Kabuga, 1992) เช่น ในโคนมที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูง 26°C มักพบว่าการหอบ เกิดขึ้นก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทวารหนัก (Thompson, 1985)

Rhynes และ Ewing (1973) พบว่าโคฮิฟฟอร์ดเลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ระดับ 21°C ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ จากนั้นนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม 35.5°C ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า มีอัตราการหายใจสูงกว่ากลุ่ม ควบคุม โดยเพิ่มขึ้นจาก 33.0 ± 1.0 ครั้งต่อนาที เป็น 69.0 ± 2.0 ครั้งต่อนาที

โดยปกติโคมีอัตราการหายใจอยู่ที่ประมาณ 10 – 30 ครั้งต่อนาที (Hafez, 1968) และจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในเมื่ออุณหภูมิ สภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น (McDowell, 1958; Bond และ McDowell, 1972; Singh และ Bhattacharyya, 1991) โดยกำหนดว่า ค่าวิกฤติของอัตราการหายใจ คือ 80 ครั้งต่อนาที (Kabuga, 1992) เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมยิ่งสูงขึ้น อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ และโคจะแสดงอาการหายใจแบบ “ หอบ ” (“ panting ”) นั่นคือ อ้าปากหายใจและมีน้ำลายไหลยืด อัตราการหายใจในระดับนี้จะอยู่ที่ประมาณ 200– 00 ครั้งต่อนาที (Kabuga, 1992) เช่นเดียวกับ รายงานของ Bond และ McDowell (1972) ซึ่งพบว่า โคสายพันธุ์อินเดียที่เลี้ยงในอุณหภูมิสภาพแวดล้อม 32 °C มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว Singh และ Bhattacharyya (1991) ได้ทดลองให้โคอยู่ในอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง โดยทำการศึกษาเป็นระยะเวลานาน 18 วัน โคจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นการระบายความร้อนผ่านทางกระหอย และ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของขบวนการเมตาบอลิซึม ในอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงขึ้น การตอบสนองของโคสาวและแม่โคจะเหมือนกัน (Allen และ Donegan, 1974) โดยมีอัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงแรกที่โคสัมผัสกับอากาศร้อนและจะรักษาระดับนี้ไปเรื่อยๆ ในช่วงต่อมาเรื่อยๆ มาซึ่งแตกต่างจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทวารหนักที่มีการเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างช้าๆ

เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น โคจะระบายความร้อนแบบมีการระเหยของน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการปรับอัตราการหายใจให้สูงขึ้น จนกระทั่งเป็นลักษณะการหอบ ซึ่งการหอบมี 2 ระยะ ระยะแรกโคจะหายใจยาว และลึกตามด้วยการหายใจถี่ ระยะที่สองการหายใจจะถี่สั้นและมีความถี่มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบอาการลิ้นห้อย และน้ำลายไหลยืด เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องลมหายใจมักจะไม่ถึงปอด อาจสามารถกล่าวได้ว่า การแสดงการหอบระยะแรกของโคนมเป็นการแสดงให้รู้ว่าโคนม มีความเครียดเกิดขึ้นแล้ว ซึ่งอาการหอบหายใจเป็นกลไกภายในร่างกายที่ถูกสั่งการ โดยระบบงานในสมอง สิ่งที่มาจากการหอบ ก็คือการไม่กินอาหาร การไม่เลียตัวเอง ซึ่งเป็นกลไกการลดปริมาณความร้อนที่จะถูกสร้างขึ้นในร่างกาย การเปลี่ยนแปลงระยะที่หนึ่งเป็นระยะที่สอง ในโคที่โตเต็มวัยจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิทวารหนักประมาณ 40.5 °C และในระยะที่สองอัตราการบีบตัวของหัวใจเพิ่มขึ้นตามมาด้วย (Yeates และคณะ, 1975) นอกจากนี้ Bianca (1965) ได้ชี้ให้เห็นว่าอัตราการหายใจที่สูงมีประสิทธิภาพในการกำจัดความร้อนออกจากร่างกายภายในระยะเวลาสั้น ๆ หากสัตว์นั้นยังคงมีอัตราการหายใจที่สูงติดต่อกันหลายชั่วโมง จะรบกวนการกินอาหาร การเลียตัวเองเพิ่มการผลิตความร้อนจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการหายใจ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการสร้างผลผลิตน้ำนม

ความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลต่ออัตราการหายใจน้อยกว่าอุณหภูมิ Kabuga (1992) พบว่าถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น 1 °C มีผลต่ออัตราการหายใจของสัตว์มากกว่าความชื้นที่เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ถึง 41-43 เท่า Hafez (1968) พบว่าที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสัตว์จะอยู่อย่างสุขสบาย ถึงแม้จะมีความแปรปรวนของความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ระหว่าง 20-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจ แต่ในขณะที่อุณหภูมิสูงกว่าช่วงอุณหภูมิสุขสบาย และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จะพบว่าอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่ออัตราการเดินของชีพ

จรของโค อัตราการเดินของชีพจรมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เป็นอันดับสาม รองจากอุณหภูมิทวารหนัก และอัตราการหายใจ และ ในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ แต่ละตัว จะมีอัตราการเดินชีพจรแตกต่างกันไป (Dukes, 1955; Kabuga, 1992) ค่าปกติของอัตราการเดินของชีพจรของโค คือ 60-80 ครั้งต่อนาที (Hafez, 1968) นอกจากนี้ยังความแตกต่างเมื่ออยู่ในฤดูกาลที่ ต่างกัน Bhattacharyya และคณะ (1965) พบว่าอัตราการเดินของชีพจรในฤดูหนาวมีค่าต่ำสุดและในฤดูร้อนมีค่าสูงสุด (Brody และคณะ, 1949; Mullick และ Kehar, 1959) เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น จะทำให้อัตราการเดินของชีพจรสูงขึ้นด้วย อัตราการเดินของชีพจรสูงขึ้นในระยะแรก และหลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดต่ำลง สอดคล้องกับการทดลองของ Harold และคณะ (1957) พบว่า โคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมระดับ 10°C มีอัตราการเดินของชีพจรต่ำกว่าโคที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม 26.7°C อย่างไรก็ตาม Kabuga (1992) รายงานว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเดินของชีพจร เมื่อโคเกิดความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ร้อน

อิทธิพลของสภาพอากาศแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยาของโคเมื่อโคเกิดความเครียด จากความร้อนเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริต และจำนวนเม็ดเลือดลดลง เนื่องจากกลไกการควบคุมความร้อนในร่างกาย โดยผ่านทาง การขับเหงื่อ และความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดโลหิตจาง มีปริมาณพลาสมาสูง เม็ดเลือดแดงแตกเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าฮีมาโตคริตลดลง (Hafez, 1968) Raghavan และ Mullick (1962) พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ให้ค่าสหพันธ์ทางลบกับค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบิน นอกจากนี้อาจมีผลต่อจำนวนเม็ดเลือดขาว และจำนวนเม็ดเลือดแดง อย่างไรก็ตาม Rusoff และคณะ (1954) พบว่าในฤดูร้อนถึงแม้ว่ามีอุณหภูมิอากาศแวดล้อมสัตว์สูงในระดับ 27°C ก็ไม่มีผลต่อค่าฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน จำนวนเม็ดเลือดขาว และเม็ดเลือดแดง Manresa (1934) รายงานว่า ในประเทศฟิลิปปินส์ เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด โคจะมีค่าฮีโมโกลบินที่ต่ำสุด และสูงสุดในเดือนที่มีอากาศเย็น นอกจากนี้ภายในวันเดียวกันก็ยังมีความแตกต่างของค่าฮีมาโตคริต คือในช่วงบ่ายหรือช่วงที่มีอากาศร้อน ค่าฮีโมโกลบินลดลงต่ำกว่าค่าฮีมาโตคริตในช่วงเช้า เย็น และกลางคืนซึ่งมีอากาศที่เย็นกว่า อย่างไรก็ตาม Patterson และคณะ (1960) ไม่พบความแตกต่างของค่าฮีโมโกลบินในแต่ละวัน ดังนั้น Johnson (1985) เสนอให้ใช้ค่าฮีโมโกลบินเป็นดัชนีในการประเมินความสามารถในการทนต่ออากาศร้อนของโค โดยโคที่มีค่าฮีโมโกลบินสูงจะสามารถทนต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าโคที่มีค่าฮีโมโกลบินที่ต่ำกว่า ได้มีรายงานค่าโลหิตวิทยาของโคพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ไฮลันด์ในสภาวะต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าโลหิตวิทยาของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย และพันธุ์โฮลสไตน์ในสถานะต่างๆ

พันธุ์โค	ค่า ฮีมาโตคริต (%)	ค่า ฮีโมโกลบิน (g %)	จำนวน เม็ดเลือดขาว (*10 ³ cell/mm ³)	จำนวน เม็ดเลือดแดง (*10 ⁶ cell/mm ³)	ที่มา
พื้นเมืองไทย	35.83±6.69	7.20±0.84	7.80	7.68	ชัยฤกษ์ (2522)
พื้นเมืองไทย	31.19±0.61	11.69±0.17	7.12±0.18	14.63±0.81	
โคขุน (ไม่ระบุพันธุ์)	24 - 46	8 - 15	4 - 12	5 - 10	Bennett และคณะ (1989)

อิทธิพลสภาพแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติโซล ความเครียดเนื่องจากความร้อนที่รุนแรง อาจมีผลให้การไหลเวียนเลือดไปยังลำไส้ใหญ่ลดต่ำลง เพื่อลดการผลิตความร้อนจากการเผาผลาญอาหาร แต่เพิ่มการไหลเวียนเลือดไปที่ลิ้นและต่อมหมวกไต ส่งผลให้เมตาบอลิซึมของต่อมหมวกไตเพิ่มขึ้น จึงเพิ่มการขับออกของ Catecholamine และ Corticosteroids (Hafez, 1968) Abilay และคณะ (1975) รายงานว่าในวันที่โคเกิดความเครียดจากความร้อน ระดับฮอร์โมนคอร์ติโซลมีค่าสูงขึ้น ซึ่งให้เห็นถึงการตอบสนองของ adrenalcortical อย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นตัวรับรู้ความรู้สึกที่บริเวณผิวหนังเกิดกระแสประสาทไปยังไฮโปธาลามัสและต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำให้เกิดการทำงานของกลไก การหลั่งฮอร์โมนคอร์ติโซลจากต่อมหมวกไต แต่เมื่อพบกับความเครียดจากความร้อนอย่างคงที่ เป็นระยะเวลานาน ฮอร์โมนคอร์ติโซลมีปริมาณลดลง อาจเป็นเพราะกลไกการปรับตัวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตความร้อนจากขบวนการเผาผลาญสารอาหาร เนื่องจากการทำงานของฮอร์โมนคอร์ติโซลที่มากเกินไป (Bergman และ Johnson, 1963) หรืออาจเป็นเพราะการปรับตัวของเมตาบอลิซึมของฮอร์โมนคอร์ติโซล โดยการทำให้อินไซม์ 17-hydroxylase ซึ่งเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ฮอร์โมนคอร์ติโซลจากฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ในส่วนเปลือกของต่อมหมวกไต ไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจเป็นเพราะการยกระดับ threshold หรือ set point sensitivity ของเปลือกต่อมหมวกไตในหนูทดลองที่สูงขึ้น (Yates และคณะ, 1961)

โดยสรุปในสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน จะมีผลกระทบต่อลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการ มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต สุขภาพ และการปรับตัวให้เข้าสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะร่างกายจะต้องปรับปรุงเพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป เพื่อให้สามารถรักษาสอดคล้องความร้อนในร่างกายให้คงที่ จึงกระทบต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของสัตว์ แต่ในโคพื้นเมืองที่มีพันธุกรรมที่อาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical zone) ซึ่งมีวิวัฒนาการทางพันธุกรรมมากเป็นเวลานาน จึงเป็นไปได้ที่มีขบวนการทางสรีรวิทยาที่สามารถปรับตัวให้กับสภาพแวดล้อมนี้ หากมีสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เช่นในสภาพโลกร้อน ก็จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพ จึงมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

ผลอิทธิพลของสภาพอากาศร้อนต่อสมรรถภาพการผลิต

ผลของอุณหภูมิแวดล้อมที่มีต่อปริมาณอาหารที่โคกินสภาพอากาศร้อนมีผลต่อความผันแปรของปริมาณอาหารที่แม่โคกิน ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Maust และคณะ, 1972) เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมเพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่โคกินจะลดลง และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และปริมาณอาหารที่โคกินจะเป็นสัดส่วนกันโดยตรง โดยทั่วไปแล้ว อาหารที่โคกินจะเพิ่มขึ้นตามอายุ แต่เมื่อคิดเทียบปริมาณอาหารที่โคกินต่อน้ำหนักตัวของโคแล้วกลับลดลงเมื่อโคมีอายุมากขึ้น อุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้นก็มีผลต่อปริมาณอาหารที่โคกิน เช่น ที่อุณหภูมิแวดล้อม 26.7°C ปริมาณอาหารที่โคกินจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำกว่า (Smith, 1984) และความชื้นในอากาศมีผลต่อปริมาณอาหารที่โคกิน ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่า 23.9°C และหากอุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่า 23.9°C แล้ว ความชื้นในอากาศแทบไม่มีผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่โคกินเลย (Winchester, 1964)

Stermer และคณะ (1986) พบว่าการกินได้ของโคจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในสภาพการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 29.3°C เมื่อเทียบกับ 20.3°C และโคจะสามารถกินได้มากที่อุณหภูมิ 20.3°C ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับงานทดลองของ Maust และคณะ (1972) สำหรับการแสดงพฤติกรรมการกินได้ของโคที่เลี้ยงในสภาพแตกต่างกันนี้ Shultz (1984) พบว่าภายใต้สภาพอากาศที่มีร่มเงา เมื่อเทียบกับสภาพอากาศร้อนไม่มีร่มเงาการกินได้ของโคจะลดลง 13 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพอากาศซึ่งไม่มีร่มเงา ในทำนองเดียวกัน Smith (1986) กล่าวว่าผลลดการกินอาหารของโคเป็นผลตอบสนองทางกายภาพต่อสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อลดการผลิตความร้อนจากขบวนการเมตาบอลิซึม และเพิ่มอัตราการหายใจ การกินน้ำ และลดการเคลื่อนไหว การแสดงออกนี้เกี่ยวข้องกับ thermo-regulatory system โดยมี hypothalamus เป็นตัวควบคุม โดยสอดคล้องกับ NRC (1988) พบว่าโคที่เลี้ยงในที่ที่มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงนาน ๆ ได้รับอาหารหยาบ 60-65 เปอร์เซ็นต์ และอาหารข้น 35-40 เปอร์เซ็นต์ โคจะกินอาหารน้อยลง แต่แสดงผลไม่เด่นชัด ที่อุณหภูมิแวดล้อม $25-27^{\circ}\text{C}$ แต่จะลดการกินอาหารลงมากเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมากกว่า 30°C ทั้งนี้อาจเนื่องจากการลดการผลิตความร้อนของขบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ภายในร่างกาย

โดยสรุปในสภาวะโลกร้อน จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนทางสรีรวิทยาของสัตว์ เช่น โค มีผลกระทบต่อขบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งกระทบต่อศักยภาพการให้ผลผลิต แต่จากหลักฐานที่นำเสนอมาตั้งแต่ต้น จะเห็นได้ว่า การปรับตัวทางด้านพันธุกรรมของโคพื้นเมืองที่ผ่านวิวัฒนาการของการเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในเขตร้อนขึ้นอย่างประเทศไทย ทำให้โคพื้นเมืองมีผลกระทบน้อยต่อการเปลี่ยนของสภาวะโลกร้อน

วัตถุดิบอาหารสัตว์

1. เมล็ดยางพารา (rubber seed)

1.1 ลักษณะทั่วไป

กากเมล็ดยางพารา เป็นผลพลอยได้จากการทำสวนยาง เมล็ดยางพารามีปริมาณ น้ำมันสูงพอสมควร และน้ำมันนี้สามารถนำมาสกัดออกมาใช้ทางอุตสาหกรรมได้ กากเมล็ดยางพารา ที่เหลือจะมีโปรตีนประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเยื่อใยสูงประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ กากเมล็ดยางพาราสามารถใช้เป็นแหล่งของโปรตีนสำหรับสุกรรุ่นและขุนได้เต็มที่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ในอุตสาหกรรมเกษตร ได้จากการนำเอาเมล็ดยางพารามาบีบหรือสกัดน้ำมันออก มีทั้งชนิดกะเทาะและไม่กะเทาะเปลือกชนิดกะเทาะเปลือกมีโปรตีนระหว่าง 28-30 % เยื่อใย 28-29 % ชนิดไม่กะเทาะเปลือกจะมีโปรตีนต่ำกว่า คือประมาณ 16 % และมีกากสูงประมาณ 40-42 % อย่างไรก็ตามในกากเมล็ดยางพารามีกรดอะมิโนไลซีนและฮิสทีดีนสูง จึงใช้ผสมอาหารที่มีกรดอะมิโนทั้งสองนี้ต่ำได้ดี นอกจากนี้กากเมล็ดยางพารายังมีกรดไฮโดรไซยานิก แต่ปริมาณของกรดนี้จะต่ำลงถ้าผ่านความร้อนหรือเก็บไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นเมล็ดยางพาราเป็นผลพลอยได้ของกิจการสวนยางพาราที่ยังมีค่านิยมการนำมาใช้ประโยชน์เท่าที่ควร Nwokolo (1990) ประเมินว่าต่อเนื้อที่สวนยางพารา 1 ไร่ ใน 1 ปีสามารถเก็บเมล็ดยางพาราได้ประมาณ 150-160 กิโลกรัม คิดเป็นเมล็ดกะเทาะเปลือก (60 %) ได้ประมาณ 100 กิโลกรัม หรือ 55 กิโลกรัม ของเมล็ดกะเทาะเปลือกแห้ง ในจำนวนนี้จะได้โปรตีนประมาณ 12 กิโลกรัม (22.5 %) และไขมัน 25-26 กิโลกรัม (49 %)



ภาพที่ 2.2 แสดงสวนยางพารา



ภาพที่ 2.3 แสดงเมล็ดขางพารา



ภาพที่ 2.4 แสดงกากเมล็ดขางพารา

1.2 องค์ประกอบทางเคมี

1.2.1 ส่วนประกอบทางโภชนาการกากเมล็ดคางพาราอัด น้ำมัน โดยเฉลี่ยกากเมล็ดคางพารา กะเทาะเปลือกมีโปรตีน 26 % ไขมัน 10 % เยื่อใย 9 % และพลังงาน 2.1 Mcal ME/kg สำหรับสัตว์ปีก และ 2.4 Mcal ME/kg สำหรับสุกรหากไม่กะเทาะ เปลือกเยื่อใยเพิ่มขึ้นเป็นกว่า 40 % และโปรตีนลดลงเหลือ 16 % โปรตีนในกากเมล็ดคางพารามีไลซีน เมทไธโอนีน และ ซีสทีนต่ำมาก และ มีทรีโอนีน ไทโรซีน เบนนิลอลานีน และไอโซลูซีนค่อนข้างต่ำ กรดอมิโนของกากเมล็ดคางพาราที่มีระดับการใช้ประโยชน์ได้เฉลี่ย 80.3 % สำหรับไก่เล็ก โดยสถิติมีระดับการใช้ประโยชน์ได้ต่ำสุด แต่ไลซีน ทรีโอนีนและซิสทีน ใช้ประโยชน์ได้ดีปานกลาง (Nwokolo, 1990) ไขมันมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (79 %) โดยมีกรดไขมันอิ่มตัว (C 18 : 2) ประมาณ 35 % และมีลิโนลิค (C 18 : 3) สูง (17.3 %) เป็นประมาณ 3 เท่าของน้ำมันถั่วเหลือง ระดับของแคลเซียมและฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง แต่จะผันแปรไปกับปริมาณแฉ่ำ และเป็นแหล่งที่ดีของเหล็ก สังกะสี และทองแดง

1.2.2 กากเมล็ดคางพาราสดมีสารพิษกรดไฮโดรไซยานิก (100 มก. HCN/100 กรัม) อยู่ในรูปของกลัยโคไซด์ลินามาริน ระดับของ HCN สามารถลดลงได้โดยวิธีการแปรรูป เช่น ในการเก็บกากเมล็ดคางพาราแห้งไว้ 1 เดือน สามารถลด HCN ลงได้ถึง 90 % และสามารถใช้ในการอาหารสัตว์ไม่เลี้ยงเอื้องได้อย่างปลอดภัย หากใช้ในระดับที่สูงมากนัก และเสริมกรดอมิโน เมทไธโอนีน เพื่อช่วยกำจัดสารพิษเพิ่มเติม นอกจากนี้กากเมล็ดคางพารายังมีกอสซิปอล ทั้งในรูปที่ยึดเกาะกับโภชนะอื่น (bound gossypol 260-290 มก./กก.) กากเมล็ดคางพาราชนิดไม่สกัดน้ำมันมีกอสซิปอลชนิดอิสระน้ำมัน (Abdullah and Hutagalung, 1981 อ้างตาม Hwokolo, 1990)

1.2.3 การใช้ประโยชน์

1) แหล่งพลังงาน

กากน้ำมันเมล็ดคางพาราที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่จะไม่กะเทาะเปลือกหรือกะเทาะเพียงบางส่วน จึงมีเยื่อใยสูง และเหมาะที่จะใช้ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องมากกว่า แต่งานวิจัยที่พบเห็นจะเป็นงานวิจัยในสัตว์ไม่เลี้ยงเอื้องเป็นส่วนมาก ดังเช่น สุรัตน์ (2528) สรุปผลการวิจัยว่า การใช้กากเมล็ดคางพาราไม่กะเทาะเปลือกสามารถทดแทนอาหารพลังงานในอาหารนกกระทาได้ไม่เกิน 40 % สำหรับอาหารไก่เนื้อ (0-4 สัปดาห์) ไม่เกิน 35 % (สุรัตน์, 2528) สอดคล้องกับ ศิริชัย และคณะ (2526) พบไก่เนื้อสามารถใช้กากเมล็ดคางพาราได้ไม่เกิน 40 % (4-8 สัปดาห์) ในสุกรมีกลุ่มนักวิจัย (เทิดชัย และคณะ, 2520; ยุทธนา และคณะ, 2525 ก และ ข; นาม, 2527) สรุปได้สามารถใช้ในสุกรระยะรุ่น-ขุน ได้ไม่เกิน 20-30 % สำหรับสุกรอ้วนท้องและเลี้ยงลูก ใช้ได้ไม่เกิน 30 % (นาม, 2527)

2) แหล่งโปรตีนเสริม

กากเมล็ดคางพารากะเทาะเปลือกทดแทนอาหารโปรตีน ในวิจัยเกี่ยวกับเนื้อ (Ragajaguru and Wettimuny, 1973) พบว่า ไก่เนื้ออายุ 2-3 สัปดาห์ สามารถใช้กากเมล็ดคางพาราทดแทนปลาป่นได้ไม่เกิน 20 % และเมื่ออายุ 5-10 สัปดาห์ ทดแทนได้ไม่เกิน 25 % (Ong and Yeong, 1977) ในไก่ไข่

ระยะไกรุ่น-สาว ทดแทนได้ไม่เกิน 25 % (Buvanendran and Siriwardene, 1970) และในระยะไก่อีสามารถทดแทนได้ไม่เกิน 20 % (Rajaguru, 1973) ส่วนในสุกรมงานวิจัย (เทิดชัย และคณะ, 2520 และ Ong and Yeong, 1977) พบว่า สุกรในระยะรุ่น-ขุน กากเมล็ดยาพาราสามารถทดแทนปลาป่นได้ไม่เกิน 15-20 %)

อย่างไรก็ตาม การเสริมกากเมล็ดยาพาราในสูตรอาหารต้องพิจารณาระดับการเสริมกรดอะมิโนที่จำเป็นให้ครบถ้วนเพียงพอกับความต้องการทั้งสัดส่วนและปริมาณ โดยเฉพาะในสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง แต่ในการพิจารณาที่นำมาเป็นวัตถุดิบในอาหารโคพื้นเมืองไทย ซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น มีข้อจำกัดในเรื่องการใช้น้อยกว่า โดยเฉพาะคุณภาพโปรตีนจะลดความสำคัญลง เนื่องจากโปรตีนจะถูกหมัก (fermentation) ในกระเพาะรูเมน (rumen) เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการของจุลินทรีย์ในการสังเคราะห์โปรตีน (microbial protein) ข้อสำคัญอีกประการหนึ่งคือ กากเมล็ดยาพารามีไขมันระดับสูง ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับโคพื้นเมืองที่จะนำมาใช้ในกระบวนการรักษาสมดุลความร้อนของร่างกาย ในสภาพอากาศร้อน ช่วงฤดูร้อน ซึ่งจะมีผลต่อการทนทานต่อความเครียดจากความร้อน (heat stress) และสามารถปรับตัวทางสรีรวิทยาได้

2. เมล็ดฝ้าย (Cotton seed)

2.1 ลักษณะทั่วไป

ฝ้ายเป็นพืชล้มลุกปีละปีประเภทเส้นใย จัดอยู่ในตระกูล Malvaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gossypium* sp. ชอบขึ้นในเขตร้อน ในประเทศไทยมีการปลูกฝ้ายกันมากทางภาคเหนือ บางจังหวัดในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น สุโขทัย เพชรบูรณ์ กาญจนบุรี เลย ปราจีนบุรี เป็นต้น ตามรายงานผลผลิตของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2540/2541 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวฝ้าย 350,000 ไร่ และได้ผลผลิตฝ้าย 78,000 ตัน เฉลี่ย 223 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดฝ้ายจะประกอบด้วยปุย (Linter) 4-6 เปอร์เซ็นต์ เปลือก (Seed-coat) 25-30 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อ (Kernel) 64-71 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ด หลังจากแยกปุยฝ้ายออกแล้วจะมีเส้นใยของฝ้ายเหลืออยู่บ้างเรียกว่าเมล็ดฝ้ายดิบ ซึ่งเป็นผลพลอยได้มีปริมาณประมาณ 44,667 ตัน/ปี หรือเฉลี่ยประมาณ 144 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดฝ้ายดิบที่เข้าโรงงาน เพื่อหีบน้ำมัน อาจจะเพาะเปลือก หรือไม่เพาะเปลือกก่อนการหีบน้ำมันก็ได้ ส่วนที่เหลือหลังการหีบน้ำมันออกแล้วเรียกว่ากากเมล็ดฝ้าย (ชนิดกะเพาะเปลือก) หรือกากเมล็ดฝ้าย (ชนิดไม่กะเพาะเปลือก) เมล็ดฝ้ายและกากเมล็ดฝ้ายทั้งสองชนิดนี้สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องจากจะมีคุณค่าทางอาหารเช่น โปรตีน เยื่อใย และพลังงานสูง



ภาพที่ 2.5 ลักษณะการปลูกฝ้ายแบบแถว



ภาพที่ 2.6 แสดงผลผลิตฝ้าย



ภาพที่ 2.7 แสดงเมล็ดฝ้ายที่ใช้สำหรับการทำกากเมล็ดฝ้ายในอาหารโคพื้นเมืองไทย

อย่างไรก็ตามการใช้เมล็ดฝ้ายและกากเมล็ดฝ้ายเป็นอาหารสัตว์ จะมีขีดจำกัดในการใช้เนื่องจากปริมาณของสารกอสซิพอล (Gossypol) ในเมล็ดฝ้ายซึ่งจะเป็นพิษต่อสัตว์ ถ้าสัตว์ได้รับสารนี้ในปริมาณมากเกินไปที่ร่างกายจะรับได้สัตว์จะถึงตาย สัตว์กระเพาะเคี้ยว เช่น โค สุกร จะสามารถต้านทานต่อสารพิษได้น้อยมากจึงไม่เหมาะที่จะใช้กากเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารในปริมาณมาก สำหรับโคกระบือสามารถใช้เมล็ดฝ้ายและกากเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารได้ในอัตราที่สูงกว่าสัตว์กระเพาะเคี้ยว

2.2 ส่วนประกอบทางเคมี

เมล็ดฝ้ายดิบทั่วไปจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันประมาณ 15-24 เปอร์เซ็นต์ ถ้ากะเทาะเปลือก (Seed coat) แล้ว จะมีปริมาณน้ำมันประมาณ 30-38 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดฝ้ายดิบเมื่อนำไปสกัดน้ำมันส่วนที่เป็นกากเมล็ดฝ้ายจะมีโปรตีนและเยื่อใยแตกต่างกัน แล้วแต่จะกะ เทาะเปลือกหรือไม่ และรวมถึงขบวนการสกัดน้ำมัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางโภชนาที่มีในเมล็ดฝ้ายดิบและกากเมล็ดฝ้ายสกัดน้ำมันทั้ง 2 ชนิด แสดงในตารางที่ 1 จะเห็นว่ามีความคุณค่าทางโภชนาเป็นอาหารสัตว์ได้

เมล็ดฝ้ายดิบจะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำมีเยื่อใยและมีไขมันสูงกว่ากากเมล็ดฝ้ายทั้งสองชนิด กากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือกจะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่ากากเมล็ดฝ้ายชนิดไม่กะเทาะเปลือกมาก การกะเทาะเปลือกเมล็ดฝ้ายก่อนผ่านขบวนการสกัดน้ำมันทำให้กากเมล็ดฝ้ายมีปริมาณเยื่อ ใยต่ำกว่ากากเมล็ดฝ้ายชนิดไม่กะเทาะเปลือกและเมล็ดฝ้ายดิบมาก ทั่วไปกากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือกจะมีโปรตีนอยู่ระหว่าง 32-50 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยประมาณ 10 – 21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะผันแปรไปตามคุณภาพของวัตถุดิบ และวิธีการแยกเอาน้ำมันออก ในสถานะที่กากเมล็ดฝ้ายมีรา คาแพง เมล็ดฝ้ายดิบสามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้

โดยตรง มีราคาถูกกว่ากากเมล็ดฝ้าย สามารถเก็บรักษาไว้ได้ง่าย เป็นเวลานาน และสะดวกกว่ากากเมล็ดฝ้าย จึงเหมาะจะนำไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้องเพื่อทดแทนโปรตีนจากแหล่งอื่นได้

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณค่าทางอาหารของเมล็ดฝ้ายดิบ กากเมล็ดฝ้ายชนิดไม่กะเทาะเปลือกและกากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือก

ส่วนประกอบ (%)	เมล็ดฝ้ายดิบ ^{2/}	ชนิดของกากเมล็ดฝ้าย ^{1/}	
		ไม่กะเทาะเปลือก	กะเทาะเปลือก
วัตถุแห้ง	92.68	92.4	92.6
โปรตีนหยาบ	20.07	28.0	42.1
ไขมัน	23.06	5.2	6.1
เยื่อใย	26.74	21.4	10.5
แป้งและน้ำตาล	18.80	33.2	28.3
เถ้า	4.44	4.6	5.6
แคลเซียม	0.12	0.17	0.19
ฟอสฟอรัส	0.16	0.64	1.97
พลังงานรวม กิโลแคลอรี (Gross Energy)	5,178.0	-	-

แหล่งที่มา : ^{1/} ชวนิศนดากร (2530)

^{2/} นัตรมงคล (2528)

ตารางที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของกากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือกที่ผ่านขบวนการสกัดน้ำมัน 3 วิธี เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ (%)	กากถั่วเหลือง อัดน้ำมัน ^{2/}	ขบวนการผลิต สกัดน้ำมัน (Prepress solvent) ^{1/}	อัดน้ำมัน ^{1/} (Screw press)	สกัดด้วย สารเคมี (Direct solvent) ^{1/}
วัตถุแห้ง	90.0	89.9	91.4	90.4
เถ้า	5.6	6.4	6.2	6.4
เยื่อใย	6.7	13.6	13.9	12.4
ไขมัน	4.7	0.58	3.72	1.51
โปรตีน	42.0	41.4	41.0	41.4
กอสซิพอลอิสระ (Free gossypol)	-	0.05	0.04	0.30
กอสซิพอลรวม (Total gossypol)	-	1.13	1.02	1.40
ไลซีน	2.7	1.71	1.59	1.76
ฮิสติดีน	1.10	1.10	1.07	1.10
อาร์ลานีน	2.6	4.59	4.33	4.66
ทรีโอนีน	1.7	1.32	1.30	1.34
เวอลีน	2.20	1.88	1.84	1.82
เมทไธโอนีน	0.60	0.52	0.55	0.52
ไอโซลูซีน	2.80	1.33	1.31	1.33
ลูซีน	3.60	2.43	2.23	2.41
ฟีนิลอะลานีน	3.50	2.22	2.22	2.23
ทริปโตเฟน	0.60	0.47	0.50	0.52

ที่มา : ^{1/} Jones (1981)

^{2/} อุทัย (2529)

จะเห็นว่ากากเมล็ดฝ้ายที่ผ่านขบวนการผลิตทั้ง 3 วิธี มีส่วนประกอบของโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนและกรดอะมิโนต่าง ๆ ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง กากเมล็ดฝ้ายที่ผ่านขบวนการผลิตด้วยวิธีอัดน้ำมัน (Screw press) จะมีปริมาณไขมันเหลืออยู่มาก มีคุณภาพของโปรตีนโดยเฉพาะกรดอะมิโนไลซีนและกอสซิพอลอิสระรวมต่ำ อาจเนื่องจากความร้อนและความดันที่สูงในกรรมวิธีผลิต ทำให้การใช้ประโยชน์ของไลซีนลดลง กากเมล็ดฝ้ายที่ได้จากขบวนการสกัดน้ำมัน (Prepress solvent) จะมีไขมันและกอสซิพอลอิสระ ระดับต่ำ มีคุณภาพของโปรตีนอยู่ระดับปานกลางถึงระดับสูง ส่วนกากเมล็ดฝ้ายที่ได้จากขบวนการสกัดด้วยสารเคมี (Direct solvent) จะมีไขมันเหลืออยู่ปานกลาง มีกอสซิพอลอยู่ระดับสูง แต่จะมีโปรตีนและคุณภาพโปรตีนสูง นอกจากนี้กากเมล็ดฝ้าย สามารถย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะรูเมน ได้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง ซึ่งมีการย่อยสลายได้ 80 เปอร์เซ็นต์ และกากเมล็ดฝ้ายมีราคาต่ำกว่ากาก

ถั่วเหลือง จึงมีการนำกากเมล็ดฝ้ายไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะโปรตีนของกากเมล็ดฝ้าย สามารถหลบหนี กับการย่อยสลายในกระเพาะหมักได้สูง นอกจากนี้กากเมล็ดฝ้ายยังมีกรดอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ก่อนข้างสูง

2.3 สารพิษในเมล็ดฝ้าย

ในเมล็ดฝ้ายจะพบสารที่เรียกว่า กอสซิพอล (Gossypol) เป็นสารประกอบประเภท Polyphenol และกรดไขมันกลุ่ม cyclopropenoid กอสซิพอลมี 2 รูป คือ รูปที่ยึดเกาะอยู่กับโปรตีน กอสซิพอลชนิดนี้จะไม่ทำให้เกิดพิษต่อสัตว์ แต่ถ้าเป็นกอสซิพอลที่อยู่ในรูปอิสระจะทำอันตรายต่อสัตว์อย่างมาก โดยเฉพาะสัตว์กระเพาะเดี่ยว แต่ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ แพะ และแกะ เป็นต้น จะสามารถกำจัดพิษได้ โดยสารกอสซิพอลในรูปอิสระเมื่อเข้าไปในกระเพาะหมัก จะเข้ายึดกับโปรตีนที่ละลายได้

ในกระเพาะและโปรตีนที่ถูกกอสซิพอลเกาะยึดนี้ จะไม่ถูกย่อย หรือไม่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์อีกต่อไป ดังนั้นปริมาณของโปรตีนในกระเพาะหมัก จึงเป็นสิ่งสำคัญในการยึดเกาะของสารชนิดนี้ ในเมล็ดฝ้ายดิบจะมีสารกอสซิพอลอิสระ จำนวนมากประมาณ 0.4–1.4 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเนื้อเมล็ด กากเมล็ดฝ้ายที่อัดน้ำมันโดยวิธี hydraulic press และ screw press จะพบกอสซิพอลในรูปอิสระประมาณ 0.05–2.0 เปอร์เซ็นต์ และ 0.02–0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในกากเมล็ดฝ้ายที่ อัดน้ำมันโดยวิธีสกัดน้ำมัน (prepress solvent) จะมีกอสซิพอลอิสระ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ใช้วิธีสกัดด้วยสารเคมี (Direct solvent) จะมีปริมาณของสารกอสซิพอลอิสระ 0.1–0.4 เปอร์เซ็นต์

อาการเกิดพิษที่พบในสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่ป่วยเนื่องจากสารกอสซิพอลในไก่กระโทงที่ได้ รับอาหารมีระดับของกอสซิพอลเกินกว่า 150 ppm จะทำให้ไก่ป่วยพบอาการแบบเรื้อรังมีอาการน้ำหนักลด กินอาหารน้อยลง เมื่อสัตว์ตายแล้วจะตรวจพบระบบหมุนเวียนของเลือดล้มเหลว เกิดการบวมน้ำที่ปอด เยื่อหุ้มหัวใจพอง ส่วนในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะทนทานต่อสารกอสซิพอลสูงสุด ถ้าสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับสารนี้มากเกินไปและเป็นเวลานาน จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจตายและล้มเหลว หัวใจโต มีอาการหายใจหอบร่วมด้วย มีน้ำขังที่ปอด ในพ่อกันธุ์อาจมีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ถ้าสัตว์ได้รับสารกอสซิพอลในรูปอิสระระดับสูงกว่า 22 กรัม/ตัว/วัน โดยกอสซิพอลจะมีผลต่อเนื้อเยื่อที่สร้างตัวอสุจิ คุณภาพน้ำเชื้อลดลงอัตราการเจริญเติบโตต่ำ เป็นต้น ดังนั้นการใช้เมล็ดฝ้ายดิบและกากเมล็ดฝ้ายจึงมีข้อจำกัดในการใช้เป็นอาหารสัตว์

2.4 การใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

เมล็ดฝ้ายดิบเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีโปรตีน เยื่อใยและพลา งานสูงนิยมใช้เป็นอาหารของโคนมมากในประเทศสหรัฐอเมริกาทางตอนใต้และตะวันตก เมล็ดฝ้ายมีคุณสมบัติทางกายภาพที่สามารถป้องกันการหมักบูด หรือถูกย่อยสลายที่เร็วเกินไปได้ และสามารถกระตุ้นการขยายขนาดและพัฒนาของกระเพาะรูเมนได้ด้วย ในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้เมล็ดฝ้ายเป็นอาหาร โคนมกันมาก โคนมที่กินอาหารซึ่งเสริมเมล็ดฝ้ายโดยให้กินอาหารหยาบจำนวนจำกัด จะให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ การเสริมเมล็ดฝ้าย 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารข้นให้แก่โคนมไม่ทำให้ปริมาณการกินหญ้า

แห้ง หนูหมัก อาหารชั้นหรือปริมาณการกินของวัตถุแห้งเปลี่ยนแปลงจากเดิม แต่ปริมาณน้ำนมจะเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมจะต่ำลง มีการทดลองใช้เมล็ดฝ้าย 0.91 กิโลกรัมแทนที่อาหารผสมในปริมาณที่เท่ากัน เลี้ยงแม่โคกำลังรีดนมปรากฏว่าปริมาณน้ำนมคงที่แต่น้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเพิ่มขึ้น สำหรับในประเทศไทยมีการใช้เมล็ดฝ้ายทดแทนอาหารชั้น 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนอาหารชั้นที่แม่โคได้รับในแต่ละวัน จะได้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น คุณภาพน้ำนมและปริมาณอาหารที่กิน ไม่แตกต่างจากเดิม แต่จะทำให้ต้นทุนการผลิตน้ำนม 1 กก.ต่ำกว่าการใช้อาหารชั้นล้วน ๆ อย่างไรก็ตาม การใช้เมล็ด ฝ้ายทดแทนอาหารชั้น อาจต้องจำกัดอยู่เฉพาะแม่โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมไม่สูงนัก (12 กก./ตัว/วัน) ถ้าแม่โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูง ๆ การใช้เมล็ดฝ้ายในปริมาณสูง สัตว์จะได้รับสารกอสซิพอลเพิ่มขึ้นและประกอบกับความเครียดในสัตว์ จึงแนะนำให้ค่อย ๆ ไป ไม่ควรเสริมเมล็ดฝ้ายเกิน 3.17 กก./ตัว/วัน แม้ว่าเมล็ดฝ้ายจะให้พลังงานสูง แต่ถ้าแม่โคได้รับมากเกินไปอาจทำให้ท้องร่วงได้ การใช้เมล็ดฝ้ายเป็นอาหารเลี้ยงโคนมจะมีผลทำให้อัตราส่วนของกรดอะซิติกและกรดโปรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น

กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal) มีโปรตีนตั้งแต่ 36 ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ ผันแปรกับกรรมวิธีการสกัดน้ำมัน และปริมาณ เปลือกเมล็ดที่ปะปน มีเยื่อใย 10–15 เปอร์เซ็นต์ และ ไขมัน 0.5–5.0 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 1.86–2.40 Mcal ME/Kg สำหรับไก่ และ 2.56–2.70 Mcal ME/Kg สำหรับสุกร (NRC., 1998) กากเมล็ดฝ้ายมีสารพิษอยู่ 2 ชนิด คือ กอสซิพอล (gossypol) เป็นสารประกอบ polyphenols สีเหลือง ละลายได้ในไขมัน อยู่ในต่อมของเมล็ดฝ้าย ชนิดที่สอง คือ กรดไขมันกลุ่ม cyclopropenoid เช่น sterculic มีบทบาทเข้าขัดขวางการสร้างพันธะคู่ของกรดไขมัน (desaturation) ทำให้คุณสมบัติในการปล่อยการซึมผ่าน (permeability) ของผนังเซลล์เปลี่ยนไป การพัฒนาพันธุ์ฝ้ายที่ไม่ให้มิต่อมน้ำมันบนเมล็ด (glandless cotton) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะลดพิษ และเปิดโอกาสให้สามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายในอาหารสัตว์ได้สูงขึ้น (สารโรซ, 2547)

มีรายงาน (จินดา และคณะ, 2537) ยืนยันว่าสามารถใช้เมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคเนื้อแทนกากเมล็ดฝ้ายหรือส่วนผสมของกากเมล็ดฝ้ายกับกากถั่วเหลืองได้ดี มีผู้ใช้เมล็ดฝ้ายเป็นอาหารเสริมโปรตีนโดยไม่ใช้โปรตีนจากแหล่งอื่นเลย เทียบกับการใช้กากเมล็ดฝ้ายเลี้ยงโคเนื้อ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากไม่ต่างกัน สำหรับในประเทศไทย มีผู้ได้ทดลองใช้เมล็ดฝ้ายผสมมันเส้นในอัตรา 1 ต่อ 1 เป็นอาหารเลี้ยงโคที่กำลังเจริญเติบโต ปรากฏว่าอาหารผสมนี้สามารถใช้เลี้ยงโคได้ดีและยังแนะนำอีกว่าควรมีอาหารเสริมโปรตีน เช่น ยูเรียร่วมด้วย จะทำให้สัตว์ได้รับโปรตีนที่น้อยไป ค้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังมีรายงานผลการเปรียบเทียบการใช้กากถั่วเหลือง กากเมล็ดฝ้าย และเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนประกอบในสูตรอาหารเลี้ยงโคนมพันธุ์ผสมเพศผู้ขาว-ดำ หลังหย่านม ปรากฏว่า โคทุกตัวจะมีน้ำหนักเพิ่มตลอดการทดลองไม่แตกต่างกัน คือจะมี อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 532, 572 และ 505 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ การใช้กากเมล็ดฝ้ายมีแนวโน้มการเพิ่มน้ำหนักและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลือง ซึ่งการใช้เมล็ดฝ้ายจะให้ผลตอบแทนสูงที่สุดผลการใช้กากเมล็ดฝ้ายและเมล็ด

ฝ้าย ในสูตรอาหารเสริมขุนโคเทียบกับกากถั่วเหลืองโดยใช้หญ้าเต็มทีและใช้อาหารข้นเสริม 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ผลการใช้กากถั่วเหลือง กากเมล็ดฝ้าย และเมล็ดฝ้าย

สิ่งที่ศึกษา	กากถั่วเหลือง	กากเมล็ดฝ้าย	เมล็ดฝ้าย
น้ำหนักเริ่ม (กก.)	140.6	143.2	140.8
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	334.8	351.4	324.8
น้ำหนักเพิ่มทั้งหมด (กก.)	194.2	208.2	184
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.532	0.572	0.505
ปริมาณอาหารที่กินวัตถุแห้ง (กก./วัน)	6.59	6.45	6.55
คิดเป็น % นน. ตัว	2.93	2.99	2.88
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	12.39	11.28	12.98

แหล่งที่มา : จินดา และคณะ (2537)

สำหรับโคพื้นเมืองและกระบือที่เลี้ยงปล่อยเพาะเล็มในช่วงฤดูฝน ถ้าใช้กากเมล็ดฝ้าย (30 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน) เสริมในอัตรา 0.2 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว กระบือจะโตดีกว่าโคพื้นเมืองและการเสริมด้วยกากเมล็ดฝ้าย สัตว์จะมีต้นทุนค่าอาหารใน การเพิ่มน้ำหนักต่อหน่วยต่ำและสะดวกดีกว่าการเสริมด้วยอาหารข้นโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ จึงเหมาะจะเลือกใช้เสริมกากเมล็ดฝ้ายเฉพาะระยะที่พืชอาหารสัตว์มีคุณภาพต่ำ อย่างไรก็ตาม การใช้เมล็ดฝ้ายดิบและกากเมล็ดฝ้ายก็มีข้อจำกัดเกี่ยวกับสารกอสซิพอล ดังนั้นการใช้เป็นอาหารเสริมไม่ควรเกิน 1-2 กก./ตัว/วัน หรือไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งของอาหารที่สัตว์กิน/ตัว/วัน สำหรับโคกระบือพ่อพันธุ์ควรใช้ระดับต่ำมาก ๆ เช่น 0.5 กก./ตัว/วัน หรือไม่ใช้เลย

เมล็ดฝ้ายเป็นผลพลอยได้จากการปลูกฝ้าย มีปลูกกันมากในบางจังหวัดทางภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปีหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ดฝ้ายดิบประมาณ 44,667 ตัน เมล็ดฝ้ายดิบเมื่อนำไปแยกเปลือกออกก่อนผ่านขบวนการอัดน้ำมันกากที่ได้เรียกว่ากากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือก ซึ่งจะมีโปรตีนสูง มีไขมันและเยื่อใยต่ำกว่ากากเมล็ดฝ้ายชนิดไม่กะเทาะ เปลือก ผลพลอยได้จากฝ้ายทั้ง 3 ชนิด คือ เมล็ดฝ้ายดิบ กากเมล็ดฝ้ายชนิดกะเทาะเปลือกและกากเมล็ดฝ้ายชนิดไม่กะเทาะเปลือก สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหาร โคเนื้อ โคนม กระบือ หรือใช้เสริมโปรตีนสำหรับอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ แทนการเสริมด้วยอาหารข้นได้ดี ส่วนผลตอบแทนจะขึ้นกับราคาของแหล่งโปรตีนที่ทดแทน และราคาของอาหารข้น

อาหารผสมด้วยกากเมล็ดฝ้ายจะมีความน่ากินกว่าเมล็ดฝ้าย โดยระยะแรกแม่โคจะชอบกินอาหารมีเมล็ดฝ้ายน้อยกว่ากากเมล็ดฝ้าย แต่เมื่อแม่โคคุ้นเคยแล้ว จะชอบกินอาหารข้นเหมือนกัน สำหรับด้านสุขภาพสัตว์ไม่พบแม่โค แสดงอาการผิดปกติ ถึงแม้จะไม่ได้ตรวจสอบสารพิษในอาหารผสม เนื่องจาก

สารพิษกอสซิโพลจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ รูปอิสระ จะเป็นพิษต่อสัตว์กระเพาะเดียว แต่ในสัตว์เคี้ยวเอื้องเชื่อว่าไม่เกิดพิษ เพราะกอสซิโพลเมื่อเข้าไปในกระเพาะหมัก จะยึดติดกับโปรตีนในกระเพาะหมักและถูกทำลายพิษ และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง โปรตีนที่ยึดเกาะสารกอสซิโพลแล้ว จะไม่สามารถถูกย่อยได้ และมีอีกรูปแบบหนึ่งคือ กอสซิโพลที่ยึดเกาะกับโปรตีนในรูปนี้จะไม่เป็นอันตรายแก่สัตว์ (ปรารภนา, 2533)

กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal) มีโปรตีนตั้งแต่ 36 ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ ผันแปรกับกรรมวิธีการสกัดน้ำมัน และปริมาณ เปลือกเมล็ดที่ปะปน มีเยื่อใย 10–15 เปอร์เซ็นต์ และ ไขมัน 0.5–5.0 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 1.86–2.40 Mcal ME/Kg สำหรับไก่ และ 2.56–2.70 Mcal ME/Kg สำหรับสุกร (NRC., 1998) กากเมล็ดฝ้ายมีสารพิษอยู่ 2 ชนิด คือ กอสซิพอล (gossypol) เป็นสารประกอบ polyphenols สีเหลือง ละลายได้ในไขมัน อยู่ในต่อมของเมล็ดฝ้าย ชนิดที่สอง คือ กรดไขมันกลุ่ม cyclopropenoid เช่น sterculic มีบทบาทเข้าขัดขวางการสร้างพันธะคู่ของกรดไขมัน (desaturation) ทำให้คุณสมบัติในการปล่อย การซึมผ่าน (permeability) ของผนังเซลล์เปลี่ยนไป การพัฒนาพันธุ์ฝ้ายที่ไม่ให้มิต่อม้ำมันบนเมล็ด (glandless cotton) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะลดพิษ และเปิดโอกาสให้สามารถใช้อากเมล็ดฝ้ายในอาหารสัตว์ได้สูงขึ้น (สาโรช, 2547)

ผลการใช้เมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนมที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพน้ำนมซึ่ง จินดา สนิทวงศ์ และคณะ (2542) ศึกษาการใช้กากเมล็ดฝ้าย และเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีน ในอาหารชั้นเลี้ยงโคกำลังรีดนม โดยใช้แม่โคนมพันธุ์ผสมโฮลส์ไตน์ ฟรีเซียน ระดับสายเลือด 75 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 21 ตัว สุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่มใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block แม่โคทุกตัวจะเลี้ยงปล่อยให้ทะเลี่ยมในแปลงหญ้า และให้อาหารชั้นต่างกัน 3 สูตร (1) อาหารชั้นซื้อจากบริษัท (ใช้เปรียบเทียบ) (2) อาหารชั้นมีกากเมล็ดฝ้ายผสมระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร (3) อาหารชั้นมีเมล็ดฝ้ายผสมระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ให้อาหารชั้น 1 กิโลกรัม ค่อน้ำมันที่รีดได้ 2 กิโลกรัม ระยะเวลาทดลอง 108 วัน ผลการทดลองปรากฏว่า แม่โคกินอาหารสูตรมีกากเมล็ดฝ้ายผสม จะให้ผลผลิตน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าแม่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าอาหารผสมเมล็ดฝ้าย ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณอาหารชั้นที่โคกินเพื่อใช้ผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกัน อาหารสูตรผสมกากเมล็ดฝ้ายมีราคาแพงกว่าอาหารมีเมล็ดฝ้าย การใช้เมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงโคนมจะให้ผลตอบแทนสูงกว่ากากเมล็ดฝ้าย

ดังนั้นกากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal) เป็นแหล่งโปรตีนที่มีความสำคัญ ในการเลี้ยงสัตว์ในแถบที่ปลูกถั่วเหลืองน้อย กากเมล็ดฝ้ายเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันพืช เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพ ผันแปรมากตั้งแต่ลงไปจนถึงดีมาก ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีของการผลิต กากเมล็ดฝ้ายมีส่วนประกอบของโปรตีนประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 8-15 เปอร์เซ็นต์ พลังงานย่อยได้ 2,500-3,000 kcal/กิโลกรัม คุณภาพโปรตีนค่อนข้างต่ำเพราะขาดไลซีน เมทไธโอนีนและซิสทีนที่มีสารพิษที่สำคัญ คือ gossypol และ sterculic acid จึงมีความเหมาะสมสำหรับเสริม ในสูตรอาหารโคพื้นไทย ซึ่งจะสามารถนำโภชนาที่มีอยู่มาใช้ในการดำรงชีพและการสร้างผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในภาวะโลกร้อนการเสริมกากเมล็ดฝ้าย

ในสูตรอาหารโคพื้นเมือง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในกระบวนการรักษาสมดุลความร้อนในร่างกาย ควบคุม อุณหภูมิ โดยทำให้ร่างกายสามารถทนทานต่อความเครียดจากความร้อนได้เป็นอย่างดี

3. กากปาล์ม (palm oil meal, palm kernel meal/cake, PKM หรือ PKC))

3.1 ลักษณะทั่วไป

ปาล์มน้ำมัน (*Elieis guineensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่กำลังเพิ่มความสำคัญต่อเศรษฐกิจของ ไทยในระยะ 10 กว่าปีที่ผ่านมา ปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกกว่า 1 ล้านไร่ ได้ผลผลิตปาล์มกว่า 1.7 ล้านตันต่อปี พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญคือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร ตรัง และสตูล และยังพบว่าภาค ตะวันออกเฉียงเหนือก็มีพื้นที่ในการปลาน้ำมันเป็นจำนวนมาก เช่น ในจังหวัดสกลนคร นครพนม มุกดาหารและหนองคาย เป็นต้น กาก ปาล์มน้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนํ้ามันจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากปาล์มที่ใช้ควรจะเป็นชนิดกะเทาะเปลือก ซึ่งมีโปรตีนประมาณ 14-16 % และยังมีไขมันเหลืออยู่ ประมาณ 10-15 % และมีกากหรือเยื่อใย 14-15 % (Babjee, 1988) ผลพลอยได้นำไปเป็นอาหารสัตว์มีกาก ปาล์ม (palm press fiber) สิ่งปะปนในการทำน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์ (palm oil sludge) และกากเมล็ดปาล์ม ส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ปริมาณไขมันที่เปลือกเมล็ดที่ปะปนอยู่ กากเมล็ดปาล์มที่แยก กะลาออกหมดเป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนที่ดีของสัตว์ สามารถใช้ ในอาหารสุกรและไก่ได้ถึง 30% ของ สูตรอาหาร แต่ที่เหมาะสมในการใช้คือระดับ 5% เพราะไขมันจะทำให้เนื้ออาหารมีลักษณะฟาม สัตว์จะ กินอาหารได้น้อยลง ส่วนวัวนมสามารถใช้ได้ถึง 8% โดยทำให้เพิ่มทั้งปริมาณนํ้านมและไขมันในนํ้านม การกเมล็ดปาล์มที่ผลิตได้ในประเทศปีละประมาณ 40,000-50,000 ตัน และเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากปาล์ม ปลูกใหม่ทยอยออกผลเพิ่มขึ้น ดังนั้นคาดว่ากากเมล็ดปาล์มจึงเป็นทางเลือกที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหาร สัตว์ในท้องถิ่นโอกาสต่อไป



ภาพที่ 2.8 แสดงการปลูกปาล์มน้ำมัน



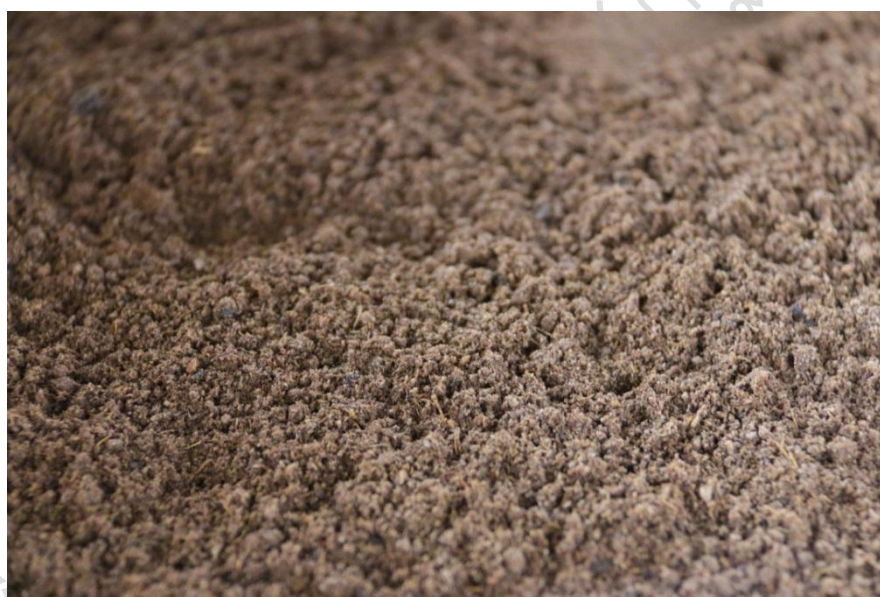
ภาพที่ 2.9 การออกทลายของปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 2.10 แสดงทลายปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 2.11 แสดงเมล็ดปาล์มน้ำมันที่แกะออกจากทลาย



ภาพที่ 2.12 แสดงกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

3.2 ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางโภชนาการโดยเฉลี่ยของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม พบว่า มีโปรตีนเฉลี่ย เท่ากับ 20 % ไขมัน 8 % เยื่อใย 15 % และมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 1.90 Mcal ME/kg สำหรับสัตว์ปี และ 2.89 Mcal ME/kg สำหรับสุกร โปรตีนของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีความสมดุลของกรดอะมิโนระดับปานกลาง คือ มีอาร์จินีน เมทไธโอนีน และซิสทีน สูง แต่จะขาดไลซีนและทรีโอนีน ระดับของกรดอะมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง (Nwokolo, *et al.*, 1976) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 83.3 % (Onwudike, 1986a) ทั้งนี้ที่กากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีเมทไธโอนีนอยู่ระดับสูงกว่ากากถั่วเหลือง แต่ไถ่เนื้อตอบสนองต่อการเสริม

เมทไธโอนีนในอาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นแหล่งโปรตีน มีระดับการใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่า (Babatunde *et al.*, 1975) ไขมันของปาล์มน้ำมันอุดมสมบูรณ์ไปด้วยกรดปาล์มมิต (43.5 %) และโอเลอิก (36.6 %) และมีโนลิอิกเพียง 9.1 % (NRC., 1988) กว่าครึ่งของเยื่อใยในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็น NDF และมี galactomannans เช่น β -(1,4)-D-mannan อยู่สูง ซึ่งเยื่อใยเหล่านี้อาจถูกย่อยได้ ทำให้คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มดีขึ้น หากเติมเอนไซม์ที่เหมาะสมลงไป (Daund and Jarvis, 1992) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีแคลเซียมเฉลี่ย 0.3 % ฟอสฟอรัส 0.5-0.7 % และมีทองแดง 42 มก./กก. เหล็ก 356 มก./กก. แมงกานีส 135 มก./กก. ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และเป็นแหล่งที่มีวิตามินต่ำ ยกเว้น ในอาซิน จะอยู่ในระดับ 44 มก./กก.

ดังนั้น กากเนื้อในเมล็ดปาล์มจัดว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ใกล้เคียงกับกากมะพร้าว แต่มีข้อสังเกตที่สำคัญคือ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มส่วนใหญ่จะผลิตโดยโรงงานขนาดเล็ก ซึ่งซื้อเมล็ดปาล์มจากโรงงานน้ำมันปาล์มมาสกัดเอาน้ำมันในเมล็ด (2 % ของปาล์มสด) และจะได้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นผลพลอยได้ (2.0-2.1 % ของปาล์มสด) ดังนั้นคุณค่าทางโภชนาการจึงมีความผันแปรมากขึ้นอยู่กับสัดส่วนของกะลาที่ปะปนมาก และกรรมวิธีการแยกน้ำมันของแต่ละโรงงาน

3.3 การใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์

ในสัตว์ปีก พบว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มใช้ทดแทนกากมะพร้าว หรือกากถั่วลิสงได้ในระดับ 30 % ของสูตรอาหารไก่ แต่จะต้องเสริมกรดอะมิโน เช่น ไลซีนและเมทไธโอนีนเพื่อปรับสมดุลของอาหาร (Hutagalung, 1981 และ Onwukide, 1986 a, b) จากการรายงานของ วินัย และคณะ (2526) ทดสอบการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม ซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีน 10.8 % ไขมัน 10.3 % และเยื่อใย 27.25 % พบว่า ในไก่เนื้อ (0-8 สัปดาห์) และไก่เล็ก (0-4 สัปดาห์) สามารถใช้อาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มได้ในระดับ 20 % และในไก่ใหญ่ (4-8 สัปดาห์) ใช้ได้สูงถึง 40 % ซึ่งก็มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเนื้อที่สูงเกินไป อย่างไรก็ตามมีงานวิจัย (สุธา และคณะ, 2535; สุธา และวินัย, 2539) ที่แสดงให้เห็นกากเนื้อในเมล็ดปาล์มคุณภาพดี สามารถใช้ในสูตรอาหารไก่เนื้อระยะแรก (0-3 สัปดาห์) ได้ไม่เกิน 20 % และในไก่เนื้อระยะหลัง (3 สัปดาห์ขึ้นไป) ใช้ได้ไม่เกิน 30 % ของอาหาร ทั้งนี้ต้องพิจารณาการเติมกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น เมทไธโอนีนให้ สูงกว่าปกติ (110-120 %) ร่วมกับการเสริมไขมันเพื่อยกระดับพลังงานในอาหารจาก 3.0 เป็น 3.4 Mcal ME/kg. จะกระตุ้นการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหาร สอดคล้องกับ Panigrahi และ Powell (1991) ที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม ระดับ 30, 40 และ 50 % ในสูตรอาหารไก่เนื้อ ซึ่งเสริมกรดอะมิโนและปลาป่น (11 %) กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนหลัก และการเสริมไขมันข้าวโพด เพื่อปรับค่าพลังงานและเพิ่มความน่ากินของอาหาร มีผลทำให้ไก่เนื้อสามารถใช้กากเมล็ดปาล์มในปาล์มได้สูงถึง 50 % และมีงานวิจัย (เสาวนิต และคณะ, 2540; Onwedilke, 1988) ที่ทดลองการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มอย่างได้ผลดีในไก่พันธุ์สามารถให้ผลผลิตได้ดีเช่นเดียวกัน

ในสุกร พบว่า อาหารสุกรเล็ก (13.9) การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนเสริม 50 % ของโปรตีนของอาหารทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำกว่าสุ

ใช้กากถั่วเหลือง เลือดป่น ปลาป่น หรือหางนมผง (Babatunde *et al.*, 1975) สมรรถภาพการผลิตดีขึ้นหากมีการเสริมเมทไธนีน ในทำนองเดียวกัน ยุทธาน และสมเกียรติ (2532) ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่มีโปรตีน 15 % ไขมัน 13.1 % และเยื่อใย 13.5 % ในอาหารสุกรขนาดน้ำหนัก 22-60 กิโลกรัม ซึ่งต้องเติม กรดอะมิโน ไลซีน 0.55 % การเสริมทรีโอนีนและ /เมทไธโอนีนร่วมกับไลซีนไม่ได้ทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรดีขึ้น จึงสรุปได้ว่าการใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มสามารถทดแทนรำละเอียดได้ในระดับ 20 % ของอาหารสุกรเล็ก โปรตีนหลักในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มควรเป็นโปรตีนคุณภาพดี เช่น ปลาป่น และ /หรือถั่วเหลือง และ Fetuga *et al.*, (1977 a, b) สรุปผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มในอาหารสุกรรุ่น- ขุนว่าสามารถทดแทนเลือดป่น หรือกากถั่วลิสงได้ในระดับ 33 % ของอาหาร สุกรมีแนวโน้มที่จะกินอาหารที่กากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ระดับสูงในปริมาณสูงขึ้นและสมรรถภาพการเจริญเติบโตกลับลดลง แต่สามารถแก้ไขได้โดยการเติมน้ำตาลลงไปในระดับ 10 % ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ ยุทธาน (2530) ทดลองในสุกรรุ่น- ขุนขนาดน้ำหนัก 37-95 กิโลกรัม พบว่า การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่มีโปรตีน 12.45 % ไขมัน 14.55 % และเยื่อใย 14.97 % ได้ในระดับ 30 % ในสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.6 % และมีปลาป่นและกากถั่วเหลืองประกอบอยู่ 7.5 และ 8 %

ดังนั้นกากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีข้อจำกัดหากนำมาเลี้ยงในสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง ซึ่งต้องพิจารณาในเรื่องการย่อยได้ และการเติมกรดอะมิโนที่จำเป็น แต่หากนำไปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยในโคพื้นเมืองไทยที่มีคุณลักษณะเลี้ยงง่าย กินเก่งและสามารถย่อยอาหารหญ้าได้ดี แล้วจึงน่าจะมีความเหมาะสม เพราะกากเนื้อในเมล็ดปาล์มอุดมไปด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเป็นโภชนาที่ดี เช่น มีเยื่อใยและไขมันระดับสูง ซึ่งโคพื้นเมืองไทยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ดี โดยเฉพาะใช้ในช่วงที่มีอากาศร้อน หรือในสภาพร้อนเครียด สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานเพื่อปรับสมดุลความร้อนในร่างกาย ซึ่งจะมีผลต่อระบบสรีรวิทยาทั่วไป ค่าโลหิตวิทยา พฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ และการเจริญเติบโตที่เหมาะสม

แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

1. ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของเทคโนโลยีกันอย่างกว้างขวาง เช่น สวัสดิ์ (2517) ให้นิยามคำว่าเทคโนโลยี หมายถึง การนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ในสาขาต่าง ๆ ทำให้ให้มีการเปลี่ยนแปลงในระบบงานในทางที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลงทุนน้อย แต่ได้รับผลตอบแทนคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพสูง สอดคล้องกับ วิจิตร (2520) สรุปความหมายของเทคโนโลยี คือการนำเอาเทคนิค วิธีการ ความคิด อุปกรณ์ และเครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้เพื่อแก้ปัญหา ทั้งในด้านการขยายปริมาณ และด้านคุณภาพ เช่นเดียวกันกับ อาณัติ (2523) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีคือการนำเอาวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนา ดิเรก (2535) ได้ให้ความหมายคำว่า เทคโนโลยี หมายถึง สิ่งที่ถูกปรับมาจากวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งครอบคลุม

ถึงทุกสิ่งที่จะอำนวยความสะดวกให้เกิดการพัฒนา รวมทั้งความรู้ ประสบการณ์ เทคนิค วิธีการที่ประสบผล เครื่องจักร เครื่องทุนแรง

ดังนั้นจึงสรุปความหมายของเทคโนโลยีว่า คือ ขบวนการนำเอาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้เกิดการพัฒนา ทั้งด้านความรู้ ประสบการณ์ เทคนิค วิธีการ เครื่องมือ รวมทั้งการเพิ่มปริมาณ และปรับปรุงคุณภาพ

2. การยอมรับเทคโนโลยี

การยอมรับนั้นเป็นกระบวนการทางจิตใจของบุคคล จะยอมรับหรือไม่เป็นการตัดสินใจด้วยตัวเอง ปัญหาอยู่ที่ว่า ทำอย่างไรที่จะจูงใจให้ยอมรับและนำไปปฏิบัติตาม มิได้ขึ้นอยู่กับเทคนิคและศิลปะในการจูงใจของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับแนวคิดหรือวิธีการใหม่ ตลอดจนปัจจัยอื่นๆ ด้วย (บุญธรรม จิตอนันต์, 2536 : 257)

ดิเรก (2538) ได้อธิบายการยอมรับนวัตกรรมของแต่ละบุคคลหรือกลุ่มบุคคล จะมีมากน้อยหรือเร็วแค่ไหนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ ดังนี้

2.1 ผู้นำการเปลี่ยนแปลง ควรมีความสามารถและมีกลยุทธ์ที่เหมาะสม

2.1.1 มีความสามารถทำแผนปฏิบัติการ มีข้อมูลความต้องการซื้อ (Demand) กับสัดส่วนความต้องการขาย (supply) ของผลผลิต มีความรู้ใน เทคโนโลยีนั้นอย่างแท้จริง มีความสามารถในการเลือกซื้อ และช่องทางเพื่อถ่ายทอดสาร มีการสนับสนุนด้านสินเชื่อและการฝึกอบรม

2.1.2 มีความสามารถในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง

2.2 บุคคลหรือกลุ่มบุคคลเป้าหมาย มีองค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้เกิดการยอมรับนวัตกรรมมากกว่า รวดเร็วกว่า ได้แก่

2.2.1 ปัจจัยพื้นฐานของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลเป้าหมาย ได้แก่ ปัจจัยพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ เช่น การศึกษา อายุ ขนาดที่ดินทำกิน รายได้ แหล่งน้ำที่ใช้ ความต้องการและความสนใจของบุคคล

2.2.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนในกลุ่ม ถ้าคนในสังคมมีการติดต่อกับภายนอกชุมชน ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อมโดยผ่านทางสื่อ จะทำให้รับรู้ความก้าวหน้า และการเปลี่ยนแปลงของชุมชน เกิดการแพร่กระจายของนวัตกรรมเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น

2.3 นวัตกรรมหรือเทคโนโลยี ประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้

2.3.1 องค์ประกอบภายในของเทคโนโลยี คือใช้แล้วลดต้นทุน สอดคล้องและเหมาะสมกับสิ่งที่อยู่ในชุมชน เข้าใจและปฏิบัติได้ง่าย ปัจจัยการผลิตหาง่ายในท้องถิ่น ประหยัดเวลาบำรุงรักษาง่าย

2.3.2 องค์ประกอบภายนอกที่สนับสนุนเทคโนโลยี ได้แก่ การยอมรับของตลาด การสร้างให้กลุ่มเป้าหมายเกิดพันธะสัญญา การผสมผสานนวัตกรรมนั้นกับงานเดิมในองค์กร หรืองานที่บุคคลทำอยู่แล้ว การลดความเสี่ยงในเรื่อง ทุน แรงงาน เวลา และผลตอบแทน

2.4 สภาพโครงสร้างขั้นพื้นฐานของสังคมและแรงผลักดันภายนอก ประกอบด้วย

2.4.1 ระบบและโครงสร้างพื้นฐานทางสังคม อาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา เช่น สังคมที่แบ่งชั้นวรรณะของอินเดีย สังคมที่มีขนบธรรมเนียมประเพณี ความเชื่อ ค่านิยมไม่สอดคล้องกับระบบใหม่ของเทคโนโลยี

2.4.2 ระบบและโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ ที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงของเกษตรกร ได้แก่ นโยบายที่เหมาะสมของรัฐ เช่น การปฏิรูปที่ดิน การกำหนดระบบภาษีเพื่อปกป้องสินค้าในประเทศ ระบบข้อมูลด้านตลาดที่ทันสมัย ระบบสาธารณูปโภค

2.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัวการทนทานต่อความร้อนและ สมรรถภาพ การผลิตโคพื้นเมืองไทยภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชนการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยความหมายแล้ว เป็น การบูรณาการระหว่างการนำเอาแนวคิด ทฤษฎีงานทางด้านวิทยาศาสตร์ การวิจัย นวัตกรรม เพื่อให้เกิดประโยชน์ซึ่งครอบคลุมถึงทุกสิ่งที่จะอำนวยความสะดวกให้เกิดการพัฒนา รวมทั้งความรู้ ประสบการณ์ เทคนิค วิธีการที่ประสบผล เครื่องจักร เครื่องทุนแรง มาใช้เพื่อการ เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งอธิบายในลักษณะ การนำเอาพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ อาหารและการให้อาหาร และการจัดการรวมถึงการสุขภาพและการป้องกันโรค มาใช้เป็นปัจจัยในการผลิต ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด

การจัดการเทคโนโลยีที่เหมาะสมในสภาพอากาศร้อน

1. อาหารและการให้อาหาร

การเพิ่มประสิทธิภาพการให้อาหารเป็นวิธีการที่จะทำให้โคให้ผลผลิตได้สูงสุดตามความสามารถทางพันธุกรรม ซึ่งโคจะต้องได้รับอาหารและ โภชนะต่าง ๆ เพียงพอกับความต้องการในการดำรงชีพ และให้ผลผลิต โดยเฉพาะในสภาพที่โคเกิดความเครียด (Stress) ดังเช่น ฤดูร้อน หรือ ฤดูฝน เป็นต้น การให้อาหารที่เหมาะสมและมีความน่ากินจะทำให้โคกินอาหารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในกรณีของโคที่ให้ผลผลิตสูง และอยู่ในระยะต้นของการให้นม (peak of lactation) ซึ่งนับว่าเป็นระยะวิกฤตที่สุด เพราะโคต้องดึง โภชนะที่สะสมไว้ในร่างกายมาใช้เป็นจำนวนมาก ถ้าการจัดการด้านอาหารไม่ดีอาจทำให้เกิดผลเสียต่อผลผลิต สุขภาพและการสืบพันธุ์ของโคได้ ดังนั้นกลยุทธ์ในการทำให้โคกินอาหารได้สูงสุดจึงจัดเป็นหัวใจของการเพิ่มผลผลิตของโค (Wanapat, 1999)

อาหารที่ โคกินเข้าไปจะถูกหมักย่อยในกระเพาะส่วนหน้าโดยจุลินทรีย์ได้ผลิตผลส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันระเหยได้และโปรตีนของจุลินทรีย์ กรดไขมันระเหยได้จะถูกดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ในตัวโค ส่วนโปรตีนของจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์ได้จะถูกย่อยและดูดซึมที่ลำไส้เล็กอาหารบางส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลาย ในกระเพาะส่วนหน้าก็จะเคลื่อนตัวต่อไปและอาจถูกย่อยในกระเพาะแท้และลำไส้เล็กดูดซึมไปใช้ประโยชน์ในตัวโคเช่นกัน ดังนั้นโปรตีนที่ตัวโคได้รับจึงมาจาก 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ตัวจุลินทรีย์ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นใน

กระเพาะส่วนหน้า และอาหารที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะส่วนหน้า แต่ไหลผ่านมายังกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก แล้วถูกย่อยที่นั่น (Moran, 2002)

โคนมมีจุลินทรีย์ช่วยในการย่อยอาหาร ซึ่งทำให้สามารถเปลี่ยนเชื้อใยหรืออาหารหยาบคุณภาพเลวให้เป็นพลังงานที่โคสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ดังได้กล่าวมาแล้ว และสามารถเปลี่ยนสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน หรืออาหารโปรตีนคุณภาพต่ำให้กลายเป็นโปรตีนของตัวจุลินทรีย์ซึ่งมีคุณภาพค่อนข้างดี นอกจากนี้ยังสามารถสังเคราะห์วิตามินบีและวิตามินเคได้ จึงนับว่าจุลินทรีย์มีความสำคัญยิ่ง ดังนั้นจึงต้องพยายามจัดการให้สภาพในกระเพาะรูเมนเหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ให้มากที่สุด กล่าวคือต้องรักษาระดับ pH ให้เหมาะสมประมาณ 6.5–6.8 เพราะถ้าเป็นกรดมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ และจะต้องให้ จุลินทรีย์ได้รับโภชนะต่าง ๆ เช่น พลังงาน สารประกอบในโตรเจน และ แร่ธาตุอย่างครบถ้วนเพียงพอ เพื่อให้สามารถเจริญเติบโตและทำการย่อยอาหารได้ดี ยิ่งจุลินทรีย์มีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นเพียงใดก็จะมีประโยชน์ต่อตัวโคมากขึ้นเท่านั้น (Church, 1979)

การเลี้ยงโคในเมืองไทยได้ก้าวเข้ามาสู่ยุคของการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิตแล้ว และจะต้องมีการนำวิทยาการต่าง ๆ ทางด้านโภชนศาสตร์โคนมเข้ามาเกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพของเกษตรกรไทยจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นและเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ต้องมีการพัฒนาและวิจัยอย่างจริงจัง ในขั้นแรกอาจต้องมีการนำแบบอย่างของต่างประเทศที่ใช้กันอย่างได้ผลมาปรับใช้ก่อนและค่อย ๆ ปรับปรุงเพื่อให้ตรงกับสภาพของเมืองไทยในภายหลัง การให้อาหารโคอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบความต้องการของโภชนะที่สำคัญของโคระยะต่าง ๆ ทราบส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่จะใช้เลี้ยงและพยายามจัดสัดส่วนอาหารเพื่อให้ได้รับโภชนะเพียงพอและสามารถอำนวยการในกระเพาะหมักที่เหมาะสมที่สุด ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือให้อาหารหยาบคุณภาพดีอันจะทำให้สามารถใช้อาหารข้นลดลง หรือมีการใช้สารเพิ่มคุณค่าทางโภชนะหรือสารเสริมประสิทธิภาพการให้อาหารร่วมในการประกอบอาหารโค นอกจากนี้ การจัดการฝูงโค โดยมีการแบ่งกลุ่มตามระดับการให้ผลผลิตจะทำให้ง่ายต่อการให้อาหารเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ และจะต้องมีการพิจารณาถึงวิธีการให้อาหารที่เหมาะสมและสะดวกในทางปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้โคสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมขึ้นกว่าการจัดการแบบปรกติ (Wanapat, 1996)

การให้อาหารโคให้เพียงพอกับความต้องการและประหยัด จำเป็นต้องทราบความต้องการโภชนะที่สำคัญเป็นเบื้องต้น เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการโภชนะของโคนมที่เลี้ยงในสภาพร้อนชื้นและภายใต้การให้อาหารหยาบที่มีอยู่ จึงจำเป็นต้องนำมาตรฐานของต่างประเทศ มาปรับใช้ไปก่อน เช่น มาตรฐานของ NRC สหรัฐอเมริกา จากการศึกษา ของ Promma *et al.* (1993) โดยใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเป็นอาหารหยาบบางส่วนในการเลี้ยงโคนม พบว่า มาตรฐานดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ (NRC, 2001)

นอกเหนือจากความต้องการโภชนะต่าง ๆ ของโคนมแล้ว นิลอง (2546) ได้แนะนำปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (Dry matter intake, DMI) ร่วมด้วย ซึ่งปกติจะมีค่าตั้งแต่ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว (Body weight) ในโคที่ให้นมระดับต่ำกว่า 9–10 กิโลกรัม/วัน) หรือโคนมแห้ง ส่วนโคที่ให้นมระดับปานกลาง ผลผลิตนมระหว่าง 12–15 กิโลกรัม/วัน จะมีค่าประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว และโคที่ให้นมสูงจะมีค่า 3.0–3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว

การให้อาหารโคที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบของโภชนะมาพิจารณาร่วมด้วย วิธีการที่ถูกต้องและแม่นยำ คือ ควรวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารเสียก่อนแล้วจึงประกอบสูตรอาหาร ดังเช่นที่ปฏิบัติกันในสัตว์กระเพาะเดียวทั้งหลาย แต่เนื่องจากโคกินอาหารหยาบเป็นหลัก ก็จึงมีความแปรปรวนในแง่ของคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างมาก เพราะขึ้นอยู่กับระยะการตัด สภาพการใส่ปุ๋ย และอื่น ๆ อย่างไรก็ดี เนื่องจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของโภชนะโดยตรงมักไม่สะดวกในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงมักประมาณเอาจากข้อมูลที่มีอยู่ในเอกสารหรือรายงานผลการวิจัย จะเห็นได้ว่าข้อมูลคุณค่าโภชนะเป็นสิ่งจำเป็นและมีความต้องการสูงมาก ถ้ามีการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และมีฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพียงพอ จะสามารถทำให้การประมาณค่าแม่นยำขึ้น ข้อมูลดังกล่าวส่วนใหญ่อาศัยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Proximate analysis) เป็นเบื้องต้น ดังนั้นถ้าสามารถปรับวิธีการวิเคราะห์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ และมีการตรวจสอบความแม่นยำอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ได้ข้อมูลที่มีพื้นฐานเดียวกัน ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์มาก (เมธา และ นิลอง, 2544)

คุณค่าทางโภชนะที่สำคัญสำหรับการเลี้ยงโคในเมืองไทย ได้แก่ พลังงานและโปรตีนในอาหารชนิดต่าง ๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีข้อมูลด้านพลังงานในอาหารโคพื้นเมืองน้อยมาก ทั้ง ๆ ที่พลังงานเป็นปัจจัยทางโภชนะที่สำคัญในการให้ผลผลิตน้ำนมและอื่น ๆ การวิเคราะห์ค่าของพลังงาน ในเบื้องต้นไม่จำเป็นต้องลงในรายละเอียดถึงขั้นพลังงานสุทธิ (Net energy, NE) แต่อาจใช้ค่าง่าย ๆ เช่น ยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient, TDN) พลังงานย่อยได้ (Digestible energy, DE) หรือพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) ในสภาพปัจจุบันกำลังพัฒนาวิธีการประเมินค่าพลังงานในอาหารโคโดยใช้การศึกษาย่อยได้ในโคนม (*In vivo* digestibility) และจะสร้างสมการทำนายค่าพลังงานจากค่าการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ซึ่งจะช่วยให้การประมาณค่าพลังงานแม่นยำขึ้นมาในระดับหนึ่ง ซึ่งอาจพัฒนาต่อไปจนได้ค่าเมตะโบไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิ (NE_L) ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาการผลิตอาหารโคต่อไป (Wanapat, 1999)

2. การปรับปรุงด้านโภชนาการเพื่อลด Specific Dynamic Action (SDA)

1) การใช้บายพาสไขมัน

การเสริมบายพาสไขมันในอาหารโคนม พบว่าทำให้แม่โคนมได้รับพลังงานเพียงพอ ต่อการให้ผลผลิต Wrenn *et al.* (1978) รายงานว่าการเสริมบายพาสไขมันจากสัตว์ในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร ในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ระยะหลังคลอด 1–3 เดือน ที่ให้ผลผลิตน้ำนมมากกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้พลังงานย่อยได้เพิ่มขึ้นจากวันละ 220.08 เป็น 249.37 เมกะจูล ต่อตัว สอดคล้องกับ Andrew *et al.*

(1991) รายงานการเสริมบาสไขมันในรูปเกลือ Ca-LCFA มีชื่อทางการค้าว่า Megalac[®] ในสูตรอาหารระดับ 2.95 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารผสมสำเร็จรูป (TMR) ซึ่ง TMR ประกอบด้วย อาหารหยาบ ได้แก่ ข้าวโพดหมัก และอัลฟัลฟาหมักในสัดส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ และอาหารข้นในสัดส่วนเท่ากัน เป็นอาหารให้แก่แม่โคนมพันธุ์โฮลสไตน์หลังคลอด พบว่า โคจะได้รับพลังงานรวมในอาหารน้อยกว่าแต่ ค่าพลังงานย่อยได้ พลังงานใช้ประโยชน์และพลังงานสุทธิสูงกว่า เช่นเดียวกัน Harrison *et al.* (1995) สรุปผลการเสริมบาสไขมันในรูปเกลือ Ca-LCFA ในสูตรอาหารระดับ 2.7 และ 4 เปอร์เซ็นต์ของ TMR พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) คือ 683 และ 682 กิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่าเป็น 552 กับ 549 กิโลกรัม ในกลุ่มที่ได้รับการเสริม และไม่ได้รับการเสริมบาสไขมันตามลำดับ ($P>0.05$) นอกจากนี้ยัง พบว่า สภาพแม่โคนมมีคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย มีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$)

2) การใช้เมล็ดฝ้ายเสริมในสูตรอาหาร

กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal) มีโปรตีนตั้งแต่ 36 ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ ผันแปรกับกรรมวิธีการสกัดน้ำมัน และปริมาณเปลือกเมล็ดที่ปะปน มีเยื่อใย 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ และ ไขมัน 0.5 – 5.0 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 1.86–2.40 Mcal ME/Kg สำหรับไก่ และ 2.56–2.70 Mcal ME/Kg สำหรับสุกร (NRC., 1998) กากเมล็ดฝ้ายมีสารพิษอยู่ 2 ชนิด คือ กอซซิพอล (gossypol) เป็นสารประกอบ polyphenols ที่เหลือ ละลายได้ในไขมัน อยู่ในต่อมของเสมอฝ้าย ชนิดที่สอง คือ กรดไขมันกลุ่ม cyclopropenoid เช่น sterculic มีบทบาทเข้าขัดขวางการสร้างพันธะคู่ของกรดไขมัน (desaturation) ทำให้คุณสมบัติในการปล่อยการซึมผ่าน (permeability) ของผนังเซลล์เปลี่ยนไป การพัฒนาพันธุ์ฝ้ายที่ไม่ให้ต่อมน้ำมันบนเสมอ (glandless cotton) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะลดพิษ และเปิดโอกาสให้สามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายในอาหารสัตว์ได้สูงขึ้น (สาริธ, 2547)

การใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับโค พื้นที่เมืองไทยจำเป็นต้องคำนึงถึงประมาณโปรตีนที่ไหลผ่านกระเพาะหมัก ทั้งนี้เพราะ โปรตีนไหลผ่านกระเพาะหมักจะช่วยกระตุ้นปริมาณการกินได้ ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตนม และการให้โคนมได้รับอาหารมีไขมันและ โปรตีนสูง อาจจะช่วยลดการเคลื่อนย้ายไขมันสะสมจากร่างกายได้ (Preston & Leng, 1987) วัตถุดิบพวกสกัดน้ำมันและ มีไขมันสูงย่อมมีข้อจำกัดในการใช้และการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ๆ เช่น กากถั่วเหลือง นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากคุณภาพของโปรตีนจะดีกว่าวัตถุดิบ โปรตีนจากพืชชนิดอื่น แต่มักจะมีราคาแพงและอาจขาดแคลนในบางฤดู จากการทดลองย่อยสลายกากถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับกากเมล็ดฝ้าย พบว่า กากถั่วเหลืองจะมีการย่อยสลายของโปรตีน ในกระเพาะหมักสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากากเมล็ดฝ้าย (Wanapat *et al.*, 1985) นอกจากนี้ กากเมล็ดฝ้ายยังมีความผันแปรของโปรตีนและเยื่อใยในขบวนการแยกเอาไขมันออก มีสารกอซซิพอล และมีกลุ่มไขมัน cyclopropenoid ซึ่งไม่เหมาะสมจะใช้เป็นอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว (Devendra, 1988) เมล็ดฝ้ายมีโปรตีนร้อยละ 20.6 เยื่อใย 21.5 เปอร์เซ็นต์ (Gohl, 1981) ซึ่งใกล้เคียงกับกากเมล็ดฝ้ายเนื่องจากมีโปรตีน 28 เปอร์เซ็นต์ สารเยื่อใยร้อยละ 21 แต่เมล็ดฝ้ายจะมีราคาถูก

สามารถเก็บรักษาไว้ได้ง่าย นาน และสะดวกกว่ากากเมล็ดฝ้ายมาก จึงเหมาะจะนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ เพื่อทดแทนโปรตีนจากแหล่งอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การใช้กากเมล็ดปาล์มเสริมในอาหาร

กากเนื้อในปาล์ม (palm kernel meal : PKM) เป็นส่วนที่เหลือหลังจากสกัดน้ำมันเนื้อปาล์ม มีลักษณะแห้งแข็ง นิยมใช้เป็นอาหารชั้นของโค (Yeong, 1982) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันยังมีอีกชนิดหนึ่งซึ่งได้จากการสกัดน้ำมัน โดยสารละลายทางเคมีจากเนื้อในเมล็ดปาล์ม เรียกกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันชนิดนี้ว่า solvent extract palm kernel meal (SEM) จะมีโปรตีนสูงกว่ากากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ได้จากการหีบโดยวิธีทางกลหรือกายภาพ แต่มีไขมันต่ำกว่า ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องและสัตว์กระเพาะเดียวได้ (อุทัย, 2526) ซึ่งมีส่วนประกอบทางโภชนาที่สำคัญ เช่น ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ไนโตรเจนฟร็อกซ์แทรกเกอร์ เท่ากับ 12.50, 16.70, 4.90, 16.50, 55.10, 8.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พลังงานทั้งหมด 4,548 kcal/kg และการย่อยได้ของวัตถุดิบ 74.70 เปอร์เซ็นต์ (Kaun และคณะ, 1982)

Dalzell (1977) ทดลองเลี้ยงโค- กระบือในส่วนปาล์มเพื่อให้ช่วยควบคุมวัชพืช โดยให้กากปาล์มน้ำมัน 3 ชนิด เป็นอาหารเสริมคือ กากเปลือกปาล์มน้ำมัน (PPF) กากเนื้อปาล์มน้ำมัน (PKM) และตะกอนจากโรงงานปาล์มน้ำมัน (OPS) จากการทดลองพบว่า OPS ใช้เป็นอาหารได้ดีเมื่อลดความชื้นลงเหลือ 75 เปอร์เซ็นต์ PPF ใช้เป็นอาหารโค- กระบือได้ในระดับ 35 เปอร์เซ็นต์ ของอาหาร โดยโค- กระบือออกไปแทะเล็มหญ้าในสวนปาล์ม

Webb และคณะ (1977) ทดลองใช้ส่วนผสมของมันเส้น กากเนื้อปาล์ม (PKM) และตะกอนจากโรงงานปาล์มน้ำมัน ซึ่งเรียกรวมกันว่า censor เลี้ยงโค ปรากฏว่าได้ผลดีให้ผลตอบแทนต่อเงินทุนถึง 50 เปอร์เซ็นต์

4) การใช้กากเมล็ดยางพาราเสริมในอาหาร

กากเมล็ดยางพารา (Para rubber seed meal) เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดยางพาราของโรงงานผลิตน้ำมันพืช คุณสมบัติ กากเมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกมีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ กากเมล็ดยางพาราชนิดกะเทาะเปลือกมีโปรตีน 26-29 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในกากเมล็ดยางพารามีคุณภาพใกล้เคียงกับกากถั่วลิสง เนื่องจากมีกรดอะมิโน เมทไธโอนีนต่ำ แต่มีไลซีนสูงข้อจำกัดในการใช้ กากเมล็ดยางพารามีสารพิษกรดไฮโดรไซยานิก เช่นเดียวกับในมันสำปะหลังสดถ้าใช้มากในสูตรอาหารจะทำให้สัตว์โตช้า กากเมล็ดยางพาราที่มีเปลือกมีเยื่อใยสูงข้อแนะนำในการใช้ควรใช้กากเมล็ดยางพาราที่ผ่านขั้นตอนการลดสารพิษดังกล่าวโดยวิธีการ เช่น ใช้กากเมล็ดยางพาราที่ได้จากการเก็บเมล็ดสดไว้เป็นเวลานานก่อนนำมาบิบน้ำมันหรือ การให้ความร้อนแก่เมล็ดยางพาราก่อนบิบน้ำมันควรใช้กากเมล็ดยางพาราระดับต่ำในสูตรอาหาร คือ 10 เปอร์เซ็นต์ ในสัตว์เล็ก และ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ในสัตว์ระยะรุ่น-ขุน และต้องเสริมไขมันหรือปรับระดับพลังงานให้พอเพียงด้วย

กากเมล็ดยางพาราได้จากการนำเอาเมล็ดยางพารามาบิบน้ำมันหรือสกัดน้ำมันออก มีทั้งชนิดกะเทาะและไม่กะเทาะเปลือก ชนิดกะเทาะเปลือกมีโปรตีนระหว่าง 28 – 30 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 28-29

เปอร์เซ็นต์ ชนิดไม่กะเทาะเปลือกจะมีโปรตีนต่ำกว่า คือ ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ และมีกากสูงประมาณ 40–42 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ในกากเมล็ดขางพารามีกรดอะมิโนไลซีนและฮิสทีดีนสูง จึงใช้ผสมอาหารที่มีกรดอะมิโนทั้งสองนี้ต่ำได้ดี นอกจากนี้กากเมล็ดขางพารามีกรดไฮโดรไลซายิก แต่ปริมาณของกรดนี้จะต่ำลงถ้าผ่านความร้อนหรือเก็บไว้เป็นเวลานาน (ชาตรี, 2549)

จากการวิเคราะห์โภชนะของกากเมล็ดขางพารา จะเห็นได้ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาประสูติอาหารชั้นสำหรับเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย เนื่องจากมีโภชนะที่ให้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตอย่างพอเพียง และในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงพื้นที่เป็นจำนวนมากที่ทำการปลูกขางพารา ซึ่งเกษตรกรจะนำมาประกอบสูตรอาหารได้ง่าย และราคาถูก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาสภาพและปัญหาการเลี้ยงโค

จากการศึกษางานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ ประเด็นสำคัญที่เป็นแนวทางด้านการศึกษาสภาพและปัญหาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย โคเนื้อ หรือโคขุน มีดังนี้

ญาณิน และคณะ (2547) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพซากของโคลูกผสมเพศผู้ตอนจำนวน 506 ตัว ที่เลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อยที่เป็นสมาชิกโดยสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ ทรูป .กลาง โพนยางคำ จำกัด จังหวัดสกลนคร โดยศึกษาปัจจัยทางด้านพันธุ์ นำหนักมีชีวิตสุดท้าย อายุเมื่อส่งฆ่าและระยะเวลาขุน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลคุณภาพซากได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ซากเลี้ยวหน้า เปอร์เซ็นต์ซากเลี้ยวหลัง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก ปริมาณไขมันแทรกและความหนาไขมันสันหลังและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1985) ซากผลการศึกษาพบว่าโคลูกผสมเลือดชาร์โรเลต์มีเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ซากเลี้ยวหลังและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมากกว่า อีกทั้งมีเปอร์เซ็นต์ซากเลี้ยวหน้าน้อยกว่ากลุ่มโคลูกผสมเลือดซิมเมนทอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้โคลูกผสมเลือดชาร์โรเลต์ยังมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมากกว่าโคลูกผสมเลือดบราห์มันและโคลูกผสมเลือดซิมเมนทอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย ส่วนโคลูกผสมเลือดบราห์มันมีระดับคะแนนไขมันแทรกน้อยกว่าโคลูกผสมเลือดชาร์โรเลต์และโคลูกผสมเลือดซิมเมนทอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.016$) นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลของน้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายภายใต้อิทธิพลของพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ซากและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก รวมทั้งอิทธิพลของระยะเวลาขุนภายใต้อิทธิพลของพันธุ์และอายุเมื่อส่งฆ่าต่อปริมาณไขมันแทรก

สุทธิพงษ์ และคณะ (2547) ศึกษาโคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมืองไทย เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 150 – 160 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่เสริมวิตามินอีในระดับ 0, 100, 200 และ 400 ppm ก่อนหรือหลังปล่อยลงแปลงหญ้าเป็นระยะเวลา 120 วัน ผลการทดสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ของเนื้อสันนอก (loin, longissimus dorsi) ของโคแต่ละตัวพบว่า ค่าแรงตัดเฉือน (shear force) ของเนื้อในกลุ่มที่เสริมในระดับ 400 ppm ลดต่ำลงกว่ากลุ่มอื่น ๆ การเสริมทุกระดับไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อที่เก็บทันที

ภายหลังสัต์ตายและเนื้อแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมที่ระดับ 100 ppm มีความแตกต่างจากกลุ่มอื่น ความสว่างเป็นมันวาว (lightness) มีค่าสูงที่สุดในกลุ่มที่มีการเสริมที่ระดับ 200 ppm ความแดง (redness) ของเนื้อที่ได้รับการเสริมในระดับ 400 ppm มีค่าต่ำกว่าทุกกลุ่ม ค่าความเหลือง (yellowness) ของเนื้อในกลุ่มที่เสริม 400 ppm ต่ำกว่ากลุ่มที่เสริม 200 ppm แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่เสริม และเสริมเพียง 100 ppm การเสริมทุกระดับไม่มีผลต่อความหืนซึ่งวัดจากปริมาณของ triobarbituric acid (TBA) ของเนื้อและคุณภาพในการบริโภคซึ่งดูจากความนุ่ม (tenderness) ความฉ่ำ (juiciness) รสชาติ (flavor) และการยอมรับโดยรวม (overall acceptability)

กิตติ และคณะ (2547) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในโคพื้นเมืองไทย โดยใช้ข้อมูลโคพื้นเมืองไทยของกรมปศุสัตว์ ตั้งแต่ปี 2535–544 จำนวน 2,108 บันทึกประมาณค่าความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ โดยวิธี Restriction Maximum Likelihood (REML) ผลจากการศึกษา พบว่า โคพื้นเมืองไทยมีค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรง (h^2) ของลักษณะการเจริญเติบโต ในช่วง 0.19–0.38 มีค่าอัตราส่วนอิทธิพลของยีนที่ผ่านทางแม่ (M_2) อยู่ในช่วง 0.14–0.21 มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลของยีนโดยตรงกับอิทธิพลของยีนที่ผ่านทางแม่ (r_{am}) อยู่ในช่วง -0.50 ถึง 0.94 มีอัตราส่วนของสภาพแวดล้อมถาวรที่ผ่านทางแม่ (C^2) อยู่ในช่วง 0.01–0.14 และมีค่าอัตราซ้ำ (t) อยู่ในช่วง 0.20–0.50 สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏส่วนใหญ่ลักษณะสองลักษณะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกมีค่าอยู่ในช่วง 0.29–0.92 และ 0.22–0.87 ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า โคพื้นเมืองไทยมีค่าอัตราพันธุกรรมที่เป็นผลมาจากยีนโดยตรงของลักษณะการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงต่ำถึงปานกลาง ดัง นั้นการที่ปรับปรุงพัฒนาพันธุกรรมลักษณะดังกล่าวให้มีค่าสูงขึ้นนั้น ควรจะปรับปรุงพันธุกรรมไปพร้อมกับการจัดการเลี้ยงดูโคในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุกรรมมีความก้าวหน้าเร็วขึ้นต่อไป

เกษ และคณะ (2541) วิเคราะห์สมรรถภาพของโคจากข้อมูลการผลิตโคขุน ของฟาร์มลุงเขาวังจังหวัดสุพรรณบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึง มกราคม 2541 จำนวน 1,204 บันทึกด้วยโมเดลทางสถิติ พบว่า เดือนที่เริ่มขุนมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษาทุกระยะการขุน ($P<0.01$) พันธุ์มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตระยะสร้างโครงและตลอดการขุน ($P<0.05$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตระยะขุนจริง อายุเมื่อเริ่มขุนมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตระยะสร้างโครง ($P<0.01$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตระยะขุนจริง ส่วนแหล่งที่มาของโคมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและสร้างโครงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และต่อระยะที่ขุนจริงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตตลอดการขุน ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้วัดสมรรถภาพการผลิตของโคขุนในระยะสร้างโครง ระยะขุนจริง และตลอดระยะขุนมีค่าเฉลี่ยลิสดแก้วของจำนวนวันขุน เท่ากับ 97.74 ± 8.08 , 94.47 ± 9.06 และ 193.35 ± 8.15 วัน มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย เท่ากับ 100.58 ± 10.11 , 99.68 ± 11.89 และ 207.66 ± 13.42 กิโลกรัม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 1077.09 ± 108.44 , 1187.73 ± 113.54 และ 1123.83 ± 75.96 กรัม ตามลำดับ

พิเชษฐ และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาปัญหาพื้นฐานการเลี้ยงโคเนื้อในหมู่บ้านนาดอกไม้ ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอสว่าง พงษ์ จังหวัดเลย เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งหมด 49 ครอบครัว จำนวนโคเนื้อ 399 ตัว ทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาโรคแท้งติดต่อ และเก็บอุจจาระเพื่อตรวจพยาธิ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ พบว่า อายุเฉลี่ยของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อประมาณ 45 ปี จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 5 คน จำนวนแรงงานที่ใช้เลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 1 คนต่อครอบครัว จำนวนสัตว์เฉลี่ย 8 ตัวต่อครัวเรือน อายุสัตว์เฉลี่ย 2 ปีต่อตัว พันธุ์ที่เลี้ยงร้อยละ 90.1 เป็นลูกผสมพื้นเมืองกับพันธุ์อเมริกันบราห์มัน การผสมพันธุ์ใช้พ่อพันธุ์คุมฝูง ร้อยละ 90.2 การเลี้ยงโดยวิธีปล่อยให้หากินเองตามทุ่งหญ้าธรรมชาติ ร้อยละ 74.5 เกษตรกรประมาณร้อยละ 23 ปลูกรำยเสริมให้กินหลังจากแกะเล็มในทุ่งหญ้าธรรมชาติ เกษตรกรประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ เสริมแร่ธาตุชนิดก้อนโดยแขวนให้กินภายในคอก โรงเรือน 78.6 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงไว้ได้ขุนบ้าน จากการตรวจเลือด เพื่อหาโรคแท้งติดต่อในโคโดยวิธีแยกกลูทีเนชันของเลือด (Rapid whole blood test) ให้ผลลบทุกตัว ส่วนการตรวจหาพยาธิโดยวิธี Simple Floatation ร้อยละ 72 พบไข่ของพยาธิ *Haemonchus contortus* ส่วนการตรวจโดยวิธี Sediment Floatation ไม่พบไข่ของพยาธิ เกษตรกรร้อยละ 95 มีความรู้ในด้านการเลี้ยง การจัดการ และการควบคุมโรคดี เนื่องจากประสบการณ์และได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ แต่จากการสอบถามเกษตรกรมีแนวโน้มจะเลิกเลี้ยงหรือลดจำนวนโคลงร้อยละ 65 เนื่องจากทำเลเลี้ยงสัตว์ลดน้อยลง เกิดการอพยพเคลื่อนย้ายแรงงานหางานทำในเมืองและราคาโคเนื้อตกต่ำ

พงษ์ชาญ และคณะ (2528) ได้ศึกษาระบบการเลี้ยงโค-กระบือของบ้านบอน จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ปัญหาของการเลี้ยงโค-กระบือในหมู่บ้านนี้คือ พื้นที่เลี้ยงสัตว์ และฟางข้าวขาดแคลน อัตราการให้ลูกต่ำ และมีการแย่งแรงงานกันระหว่างกิจกรรมการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์ ปัญหาเหล่านี้เป็นต้นเหตุทำให้จำนวนโคกระบือในหมู่บ้านลดลงผลที่ตามมา คือชาวบ้านมีปัญหาคอก ไม่พอเพียงต่อการใช้ในการปลูกพืช ซึ่งชาวบ้านต้องใช้วิธีการเดิมเกลบลองไปเพื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยคอกให้มากพอแก่การใช้ นอกจากนี้ชาวบ้านบางรายยังต้องซื้อปุ๋ยคอกจากนอกหมู่บ้านมาใช้เพิ่มเติมอีกด้วย

ชัชวลัส (2530) ได้ศึกษาปัญหาบางประการของเกษตรกรในโครงการพัฒนา การเกษตรอาศัยน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบปัญหาสำคัญดังนี้ เกษตรกรขาดเงินทุน ฝนแล้ง ขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ ขาดแหล่งน้ำทำการเกษตร ราคาผลผลิตตกต่ำ และดินขาดความอุดมสมบูรณ์

พรณทิพา และคณะ (2533) ได้ศึกษาอาหารโค-กระบือในระบบทำฟาร์มของเกษตรกร ตำบลบ้านค้อ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่า การเลี้ยงโค-กระบือเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเกษตรของเกษตรกร และการเลี้ยงโคกระบือมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการใช้แรงงานสัตว์ในระดับการปลูกพืช การขนย้ายผลผลิต และอื่นๆ ทางเกษตร นอกจากนั้น มูลสัตว์ยังกลับมาเป็นผลประโยชน์ต่อพืชด้วย ส่วนหนึ่งของอาหารโปรตีนในระดับหมู่บ้านก็มาจาก โค-กระบือ แต่การเลี้ยงก็ไม่ได้ขยายตัวหรือก้าวหน้าไปไกล ส่วนใหญ่ยังมีระบบการเลี้ยงแบบเดิม ๆ ทั้งๆ ที่ได้มีการเผยแพร่การขยายและปรับปรุงการเลี้ยง ประกอบการส่งเสริมซึ่งอาจเป็นเครื่องบ่งชี้ให้ทราบว่า ปัจจัยหลายอย่างในระบบของเกษตรกรถูกมองข้าม

หรือไม่ได้รับการพิจารณา ในการวางแผน ในการส่งเสริมการเลี้ยงปศุสัตว์ ทั้ง ๆ ที่มีปัจจัยอีกหลายอย่าง เอื้ออำนวย เช่น สภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำเหมาะสำหรับเป็นแปลงหญ้ามากกว่าการเพาะปลูก

ชาติ (2535) ได้ศึกษาการประเมินโครงการกลุ่มพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโคกระบือ อ ของกรมปศุสัตว์ : ศึกษาเฉพาะกรณีจังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า ปัญหาความล่าช้าในการจัดหาอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงาน จากส่วนราชการหน่วยเหนือ และความจำกัดของจำนวนเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในระดับพื้นที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การดำเนินกิจกรรมของโครงการส่วนใหญ่ล่าช้า กวากำหนด การดำเนินการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคมีจำนวนสมาชิกน้อยกว่าเกณฑ์ที่โครงการกำหนด การสนับสนุนแก่กลุ่มที่จัดตั้งขึ้นสามารถดำเนินการได้อย่างทั่วถึงและเป็นไปตามเป้าหมาย คือการสนับสนุนด้านการพัฒนาพืชอาหารสัตว์ และด้านสุขภาพสัตว์ ส่วนการสนับสนุน ด้านการปรับปรุงพันธุ์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผลกระทบที่สำคัญของการดำเนินโครงการ กลุ่มพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโค -กระบือ คือ ทำให้เกษตรกรเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความรู้ และทัศนคติด้านอาหารสัตว์ และการป้องกันโรค มากกว่าเกษตรกรนอกโครงการอย่างเห็นได้ชัด

วรารุ (2536) ศึกษากระบวนการเลี้ยงโคลูกผสมอินดูบราซิลของผู้เลี้ยงรายย่อยในจังหวัดขอนแก่น ภาพลักษ์ และมหาสารคาม ผลเสียในด้านเศรษฐกิจและสังคมของการเลี้ยงโคลูกผสมอินดูบราซิล พบว่า การซื้อขายเป็นการซื้อขายในเรื่องของการนำไปเป็นพ่อแม่พันธุ์เมื่อพิจารณาจะเห็นว่าปราคาที่สูงเกินไป เกษตรกรที่อยู่ในระบบนี้จึงเป็นเกษตรกรที่ค่อนข้างจะมีฐานะปานกลางถึงดี นอกจากนี้มีผลกระทบในระดับประเทศคือต้องเสียค่าในการส่งโคเข้า และ การเลี้ยงโคในระบบนี้มิได้ทำให้ราคาเนื้อโคลดลง เนื่องจากไม่มีการนำมาฆ่าเพื่อบริโภคและเมื่อมีการเลี้ยงกัน มากขึ้นส่งผลให้เกิดการหวงพื้นที่ไร่นาของตนเอง โดยกันไม่ให้โคของผู้อื่นมากินหญ้าในบริเวณไร่นาของตนเอง ทำให้การพึ่งพาอาศัยกันลดลง

ปรีดา (2538) ได้ศึกษาความคิดเห็นของปศุสัตว์อำเภอ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่องานเสริมปศุสัตว์ พบว่า ปศุสัตว์อำเภอประสบปัญหาอุปสรรค ในการปฏิบัติงานส่งเสริมปศุสัตว์ในระดับมาก ได้แก่ การพัฒนาสุขภาพสัตว์ การถ่ายทอดเทคโนโลยี พบปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงานส่งเสริมปศุสัตว์ในระดับปานกลาง ได้แก่ การสำรวจข้อมูล การเลี้ยงสัตว์ การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การปรับปรุงอาหารและพืชอาหารสัตว์ การจัดตั้งกลุ่มและการประชุมประสานงานกับหน่วยงานอื่น ๆ

2. งานวิจัยด้านอาหารและการให้อาหาร

มีงานวิจัยจำนวนมาก หลายงานดัง ต่อไปนี้ สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญต่อการผลิตโคที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

ไพโรจน์ และ ศรีจิตต์ (2541) ศึกษาการจัดการให้อาหารโคขุน 3 แบบ โดยใช้โคพันธุ์ลูกผสมชาร์โรเลส์-บราห์มัน 50 เปอร์เซนต์ เพศผู้ ไม่ตอน เริ่มขุนที่น้ำหนักประมาณ 250 กิโลกรัม อายุประมาณ 1 ปี 2 เดือน ถึง 1 ปี 5 เดือน ให้อาหารข้นโปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซนต์ การขุนแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกช่วงน้ำหนัก 250-350 กิโลกรัม และระยะสองช่วงน้ำหนัก 350-450 กิโลกรัม โคถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัวตามพลังงานของอาหารที่ให้ ได้แก่กลุ่มที่ 1 ให้อาหารข้น : หญ้าแห้ง ที่อัตราส่วน 50 : 50 ในช่วง

แรก กลุ่มที่ 2 ให้ให้อัตราส่วน 60 : 40 ในช่วงแรก กลุ่มที่ 3 ให้ให้อัตราส่วน 80 : 20 ในช่วงแรก สำหรับในช่วงที่สองโคทั้ง 3 กลุ่ม ให้ให้อัตราส่วน 80 : 20 และให้กินอาหารเต็มที่ตามอัตราส่วนตลอดการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ 3, 2 และ 1 มีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 1016, 1052 และ 1049 กรัม/ตัว/วัน แตกกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (น้ำหนักแห้ง) ของกลุ่มที่ 3 ดีกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 ($P<0.05$) ซึ่งเท่ากับ 7.43, 8.13 และ 8.63 ตามลำดับ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของกลุ่มที่ 2, 3 และ 1 มีกำไรเท่ากับ 2277.73, 2185.38 และ 2108.49 บาทตามลำดับ จากนั้นโคจำนวน 3 ตัวในแต่ละกลุ่มถูกคัดเลือกโดยผู้เลี้ยงเพื่อนำไปศึกษาคุณภาพซากที่น้ำหนัก 450 กิโลกรัม ซึ่งมีอายุประมาณ 2 ปี ค่าที่ได้จากศึกษาซากแต่ละตัววิเคราะห์เป็นเป็นเฉลี่ย พบว่า การตัดแต่งซากได้ซากอ่อนเท่ากับ 63.40 เปอร์เซ็นต์ และซากเย็นเท่ากับ 61.50 เปอร์เซ็นต์ จากการตัดแต่งซากแบบไทยได้เนื้อแดงรวมสันนอก สันใน เท่ากับ 56.10 เปอร์เซ็นต์ และจากการตัดแต่งซากแบบสากล พบว่า เกรดคุณภาพซากอยู่ในช่วงดีมากถึงดีเยี่ยม มีไขมันหุ้มสันนอก 0.20-0.40 นิ้ว เกรดผลผลิตอยู่ในช่วง 1 – 2 มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 14.8 ตารางนิ้ว การตัดแบบชิ้นส่วนใหญ่ คือ ไหล่ สันส่วนหน้า ขาหน้า พื้นที่ท้องส่วนหน้า สะโพก สันส่วนกลาง สันส่วนหลัง พื้นที่ท้องส่วนล่าง เท่ากับ 27.40, 7.00, 10.80, 9.60, 23.00, 7.10, 9.90 และ 5.10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักซากเย็น ตามลำดับ

เมธา และคณะ (2535) ศึกษากระบวนการให้อาหารโคเนื้อสำหรับ เกษตรรายย่อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีเกษตรกร จำนวน 15 ราย จากบ้านนาคำน้อย และบ้านรักษาดิ อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น เลี้ยงโคลูกผสมพื้นเมือง x บราห์มัน น้ำหนักเฉลี่ย 175 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว โดยขังคอกเดี่ยวมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา การให้อาหารแบ่งเป็นฤดูฝน (สิงหาคม-พฤศจิกายน) โดยให้หญ้าหั่นให้กินเต็มที่ และเสริมอาหารข้น (12 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ) ในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว และฤดูแล้ง (ธันวาคม-พฤษภาคม) โดยให้ฟางหมักยูเรีย (5 เปอร์เซ็นต์) ให้กินแบบเต็มที่และเสริมอาหารข้นในอัตรา 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว จากผลการทดลอง พบว่า โคลูกผสมพื้นเมือง x บราห์มัน มีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝน โดยเฉลี่ย 496 กรัม/วัน และ ในช่วงฤดูแล้งโคลูกผสมพื้นเมือง x บราห์มันมีอัตราการเจริญเติบโต 605, 618 และ 633 กรัม/วัน ในกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารข้น 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การเสริมอาหารระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว จะให้ผลตอบแทนดีกว่าในกลุ่มที่เสริมอาหารข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว

สัญชัย (2535) ศึกษาคุณภาพซากและมูลค่าตอบแทนการขุนโคขาวลำพูน โดยใช้โคขาว ลำพูนเพศผู้ตอน จำนวน 12 ตัว อายุประมาณ 1-2 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 163.33 กิโลกรัม มาขุนโดยให้อาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว และให้อาหารหยาบต่างกัน 3 ชนิด คือ ฟางข้าว ฟางข้าวหมักยูเรีย และฟางข้าวราดกากน้ำตาล จัดกลุ่มการทดลองสุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ปรากฏผลว่า ปริมาณการกินวัตถุดิบเท่ากับ 1870.60, 1525.73 และ 1141.81 กิโลกรัม ตามลำดับ ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 5.84, 5.70 และ 4.56 กิโลกรัม ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.292, 0.368 และ 0.340 กิโลกรัม ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้อาหารในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 20.0, 15.48 และ 13.38 กิโลกรัม ตามลำดับ ระยะเวลาขุนจนได้น้ำหนักเฉลี่ย 250

กิโกรัม เท่ากับ 321.25, 277.75 และ 251.50 วัน ตามลำดับ ทั้งอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้ อาหาร และระยะเวลาที่ขุนของโคขาวลำพูนที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวหมักยูเรีย และฟางข้าวราดกากน้ำตาล- ยูเรีย ใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันกับโคขุนขาวลำพูนที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โคที่ เลี้ยงด้วยฟางข้าว ฟางข้าวหมักยูเรีย และฟางข้าวราดกาก น้ำตาล-ยูเรีย มีเปอร์เซ็นต์ซาก และพื้นที่หน้าตัด เนื้อสันใกล้เคียงกัน คือ 53.25, 52.18 และ 50.76 เปอร์เซ็นต์ และ 51.60, 51.91 และ 51.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอวัยวะภายนอก และอวัยวะภายในที่ค่าใกล้เคียงกัน เช่น เดียวกันกับส่วนตัดตาม

มาตรฐานสากล การตรวจซึม (ความนุ่ม รสชาติ ความนุ่ม และความพอใจโดยสรุป) โคขุนขาวลำพูนที่เลี้ยง ด้วยฟางข้าวหมักยูเรีย และฟางข้าวราดกากน้ำตาล- ยูเรีย มีแนวโน้มดีกว่าโคขุนลำพูนที่เลี้ยงด้วยฟางข้าว ว ดันทุนการขุนเฉลี่ยมีค่าเป็น 6859.04, 6699.25 และ 6372.42 บาทต่อตัว ตามลำดับ รายได้สุทธิจากา ร จำหน่ายเฉลี่ยเท่ากับ 335.31, 1051.10 และ 1187.83 บาทต่อตัว ตามลำดับ ทั้งต้นทุนการขุน รายได้สุทธิจาก การจำหน่าย และกำไรเฉลี่ยจากการขุน โคขาวลำพูนที่เลี้ยงด้วยฟางหมักยูเรีย และฟางข้าวราดกากน้ำตาล- ยู รีย มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ให้ผลตอบแทนสูงกว่าโคขุนลำพูนที่เลี้ยงด้วยฟางข้าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. งานวิจัยด้านศักยภาพของพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์

ในประเทศไทยมีงานการพัฒนาโคพื้นเมืองยังน้อย เนื่องจากการวิจัยพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์จะ เน้นหนักในด้านการใช้พันธุ์กรรมของโคที่มาจากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการเทียบเคียง จึงจะขอตรวจเอกสาร ที่เป็นหลักเพื่อประกอบการพัฒนาโคพื้นเมืองเชิงบูรณาการดังนี้

ไพโรจน์ และ ยอดชาย (2541) ศึกษาการขุนโคลูกผสมชาร์เลอัสบาร์ห่มนเทศผู้ไม่ตอน ที่มีระดับ สายเลือดโคพันธุ์ชาร์โรเลส์ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 30.50 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ละ 5 ตัว ขุนที่น้ำหนัก 450 กิโลกรัม โดยได้รับเปอร์เซ็นต์โปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ทั้งหมดประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 1.50 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ร่วมกับการให้ฟางข้าวเต็มที พบว่า สมรรถภาพในการ ขุนของโคทั้ง 2 พันธุ์มี ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) โดยโคที่มีสายเลือดชาร์โรเลส์ 50 และ 37.5 เปอร์เซ็นต์ มี อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 1267.77 และ 1155.56 กรัม/วัน อัตราแลกเนื้อเท่ากับ 6.40 และ 7.46 ระยะเวลาการขุนเท่ากับ 121 และ 126 วัน ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการทำน้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม เท่า 34.35 และ 38.41 บาท และมีผลกำไรเท่ากับ 31.77 และ 25.93 บาท/ตัว ตามลำดับ

ศรีจิตต์ และ ไพโรจน์ (2541) ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของโคเพศเมีย ลูกผสม ชาร์โรเลส์-บราห์มันชั่วที่ 1 (ชาร์โรเลส์ 50 % บราห์มัน 50 %) ชั่วที่ 2 (ชาร์โรเลส์ 25 % บราห์มัน 75 %) ของ โครงการสร้างเนื้อพันธุ์ด กในสภาพการเลี้ยงดูที่มีการจัดการแบบไม่เข้มข้นภายใต้สภาพอากาศร้อนและ แห้งแล้ง พบว่า อัตราการเจริญโตทั้งในระยะก่อนหย่านมและหลังหย่านมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของโคชั่วที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 677.70, 638.04 และ 662.60 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตในระยะหลังหย่านมถึงที่น้ำหนัก 280

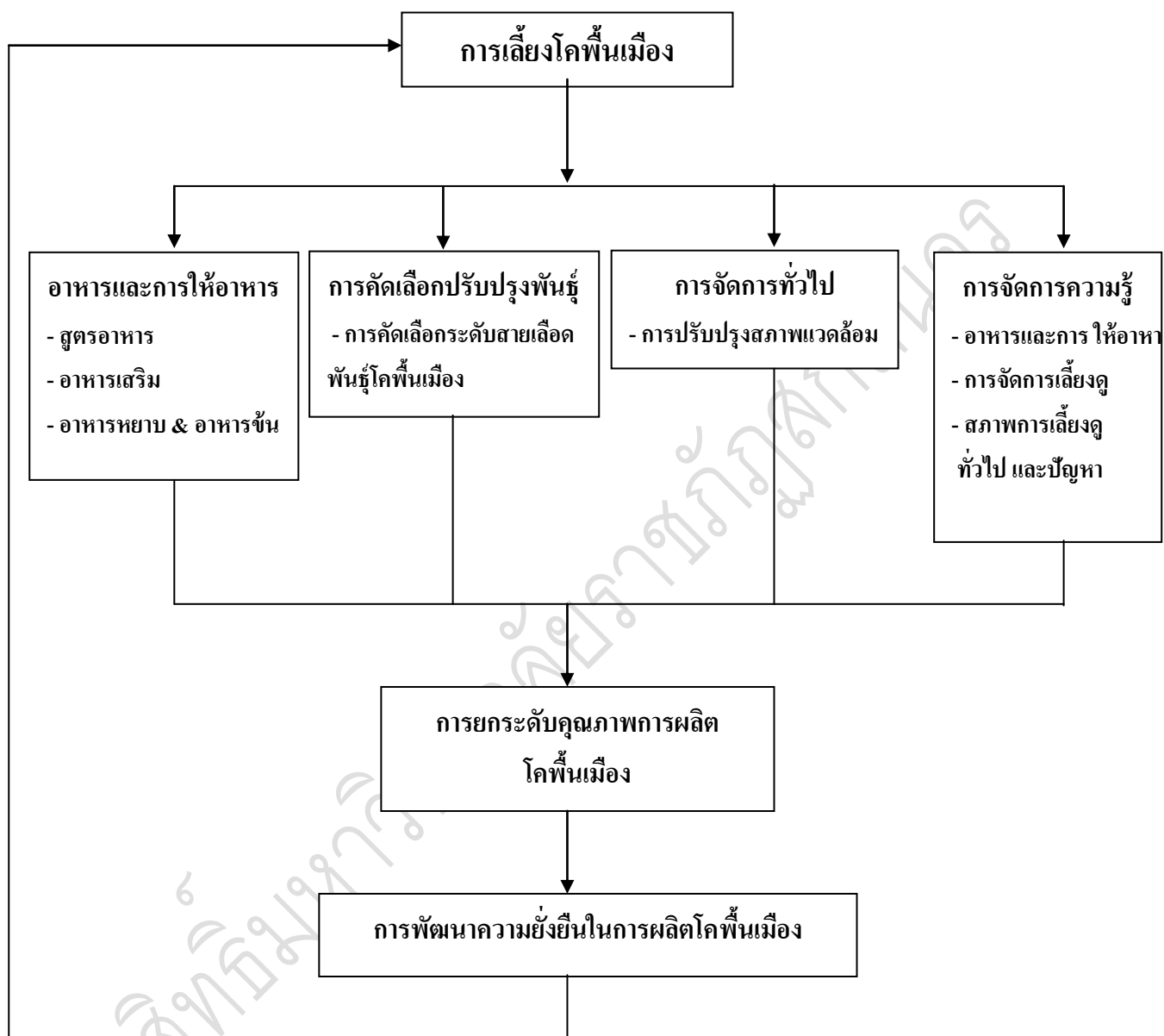
กิโลกรัม ของโคชัวที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 479.80, 470.40 และ 508.60 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ โคทั้ง 3 ชั่วอายุทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีโดยโคไม่แสดงอาการหอบ และสามารถกินหญ้าในแปลงหญ้าได้ตามปกติแม้ในฤดูแล้ง

สมพร และคณะ (2541) ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะเศรษฐกิจต่าง ๆ ของแม่โคและลูกโคฝูงยอเยี่ยมของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ท่าพระ จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2540 จากข้อมูลจากแม่โค 174 ตัว จากลูกโค 101 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นแม่โคที่เกิดภายในประเทศ และลูกโคที่เกิดจากแม่ในประเทศ กลุ่มที่ 2 เป็นแม่โคนำเข้าจากสหรัฐอเมริกา และลูกโคที่เกิดจากแม่โคที่นำเข้าจากสหรัฐอเมริกา วิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ โดยวิธี Least square analysis ผลการศึกษา พบว่า แม่โคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก 1283.41 วัน และ 1119.17 วัน มีช่วงห่างการคลอดลูก 564.05 วัน และ 508.98 วัน ตามลำดับ โดยลักษณะดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) สำหรับลักษณะทางเศรษฐกิจเมื่อแรกเกิดของลูกโคที่เกิดจากแม่โคกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่า น้ำหนักแรกเกิด 29.95 กิโลกรัม และ 28.56 กิโลกรัม ความสูง 75.87 และ 74.55 เซนติเมตร ความยาวลำตัว 56.52 และ 54.57 เซนติเมตร ความยาวรอบอก 69.91 และ 69.35 เซนติเมตร ลักษณะเมื่อหย่านม พบว่า น้ำหนักหย่านม 163.48 และ 155.72 กิโลกรัม ความสูง 110.57 และ 108.54 เซนติเมตร ความยาวลำตัว 99.77 และ 97.63 เซนติเมตร ความยาวรอบอก 130.37 และ 127.86 เซนติเมตร อัตราการเจริญเติบโตระยะกินนม 669.52 และ 636.60 กรัม/ตัว/วัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

จินตนา และคณะ (2535 : 219-231) ศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักเริ่มต้นขุนโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ ที่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพในการขุน ลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม ตามน้ำหนักเริ่มต้นคือ 210-240, 241-270 และ 271-300 กิโลกรัม ตามลำดับ ทำการขุนโคคอกข้างเดียวด้วยอาหารชั้นที่โปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ 40 เปอร์เซ็นต์ ให้กินเต็มที่ เสริมด้วยหญ้าแห้งประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว จนกระทั่งโคขุนมีน้ำหนักสุดท้าย 500 กิโลกรัม ผลการทดลอง พบว่า อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) คือ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 1.389, 1.397 และ 1.765 กิโลกรัม/วัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 7.52, 7.42 และ 6.22 ตามลำดับ แต่ระยะเวลาขุนของพวกที่ 1 2 จะยาวกว่าพวกที่ 3 ($P < 0.05$) คือ 190, 172 และ 115 วัน ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์ซากพวกที่ 1 และ 2 จะสูงกว่าพวกที่ 3 ($P < 0.01$) คือ 63.9, 62.8 และ 59.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ส่วนประกอบซากต่าง ๆ ตามการตัดแต่งแบบไทยจะไม่แตกต่างกัน และการตัดแต่งซากแบบสากล จะให้คุณภาพซากตั้งแต่ low choice ถึง prime โดยมี marbling ในระดับ small ถึง slightly abundant และมี yield grade 2. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของพวกที่ 3 จะสูงกว่า พวกที่ 2 และ 1 ตามลำดับ คือ กำไรสุทธิ 4152, 2726 และ 2562 บาท/ตัว ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ สรุปว่า การขุนโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์-บราห์มันที่น้ำหนักเริ่มต้น 271 - 300 กิโลกรัม จะให้สมรรถภาพในการขุนสูงที่สุด และลักษณะซากเป็นที่ต้องการของตลาด รวมทั้งให้ผลตอบแทนที่สูงด้วย

รักบุญ (2539) ศึกษาผลตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาบางประการและสมรรถภาพการผลิตในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชียนระดับสายเลือดต่าง ๆ พบว่า อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย อัตราการ เดินของจิ๋ว ค่าฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริต และค่าสัมประสิทธิ์ การทนทานต่อความร้อน รวมทั้งการตอบสนองทางด้านผลผลิตกรให้นมในรูปปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่อวัน แม่โคนมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ฟรีเชียน 50 เปอร์เซนต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ฟรีเชียน 75 – 87.5 กับ 90 – 100 เปอร์เซนต์ ในส่วนโคนมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ฟรีเชียน 75 – 87.5 เปอร์เซนต์ กับ 90 – 100 เปอร์เซนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

สรุปโดยภาพรวม การยกระดับการผลิตโคพื้นเมืองให้มีประสิทธิภาพ จะต้องอาศัย ปัจจัยที่สำคัญ คือ การคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ อาหารและการให้อาหาร การจัดการฟาร์มทั่วไป และการจัดการความรู้ให้กับผู้เลี้ยง อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 แสดงกรอบแนวคิดการพัฒนาโคพื้นเมืองไทย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินงาน

แบบการวิจัย (Research Design) งานวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณา การต่อ สรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลก ร้อนในระดับชุมชน มีวิธีดำเนินการวิจัย 2 วิธี คือ การวิจัยเชิงคุณภาพ (Quality research) และการวิจัยเชิง ปริมาณ (Quantity research) โดยการผสมผสานวิธีวิจัยมาใช้ในการศึกษาดังต่อไปนี้

(1) การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาวงจรการเรียนรู้ โดยการรวม กลุ่มคน ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมสรุป บทเรียน และร่วมรับผลจากการกระทำ

(2) การวิจัยเชิงปริมาณผสมผสานกับการวางการทดลอง (Experimental Design) เพื่อศึกษาการ ยกระดับผลผลิตโคพื้นเมืองของเกษตรกรมีรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

(3) การวางแผนการทดลองใช้เทคโนโลยีบ ังประกอบที่เหมาะสม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ เหมาะสมโดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐานในการวิจัย (base on farm test)

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย

งานวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณา การต่อสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อ ความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อน ในระดับชุมชน มีวิธีดำเนินการ วิจัย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา ความต้องการ และศักยภาพการผลิตโคพื้นเมืองของเกษตรกรใน จังหวัดสกลนคร โดยดำเนินการวิจัยแบบมีส่วนร่วม มีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การค้นคว้าเอกสาร (Document Research) เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของพื้นที่ เกษตรกร รูปแบบการเลี้ยง ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง และทัศนคติต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองจังหวัด สกลนคร เพื่อค้นหาดัชนีชี้ วัดคุณภาพของการเลี้ยง โคพื้นเมืองที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อันเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลในวิธีการศึกษาส่วนต่างๆ ในขั้นต่อไป

2. การศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative Study) เป็นการเก็บข้อมูลแบบ มีส่วนร่วมอย่าง ใกล้ชิด จะใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมด้ ังแต่การเตรียมคน จัดเวทีสร้างความเข้าใจ การรวมกลุ่มคนที่เป็นสมาชิกกลุ่มผู้เลี้ยงโค พื้นเมือง ศึกษาปัญหาและความต้องการ เพื่อประเมินศักยภาพ ของการผลิตโคพื้นเมือง กระบวนการจัดทำแผนแม่บท โดยการวิเคราะห์ SWOT จัดทำวิสัยทัศน์ พันธกิจ ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ จัดลำดับปัญหา วิพากษ์แผนแม่บท ประสานการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้แก่กลุ่มสมาชิก

ประเมินผลการดำเนินงานและประเมินศักยภาพความสำเร็จของ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตโคพื้นเมือง สำหรับเทคนิคที่ใช้ประกอบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ

2.1 การสนทนากลุ่ม (Focus Group Interviews) กับกลุ่มประชากรเป้าหมาย ซึ่งเป็น กระบวนการกลุ่มผู้นำชุมชน นักพัฒนาภาครัฐ ภาคเอกชน และสมาชิกองค์กรชุมชนเพื่อเตรียมคน จัดเวทีสร้างความเข้าใจ รวมคนเพื่อสร้างความร่วมมือ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิก กระบวนการจัดทำ แผนแม่บท เวิร์กไคระห์ลำดับปัญหา สรุปบทเรียนที่ได้จากการดำเนินงานเวิร์กไคระห์และประเมินผลการ ดำเนินงานเมื่อสิ้นสุดกระบวนการ

2.2 การใช้เทคนิคประเมินสถานะชนบทแบบมีส่วนร่วม (Participatory Rural Appraisal) เพื่อประเมินศักยภาพของการผลิตโค พื้นเมือง ในชุมชน การสร้างตัวชี้วัดศักยภาพการผลิตโค พื้นเมืองในชุมชน และการวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จ

2.3 การวิเคราะห์ SWOT (SWOT Analysis) เพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ในการผลิตโคพื้นเมือง การสร้างวิสัยทัศน์ พันธกิจ ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และการจัดทำแผน แม่บท เพื่อพัฒนาศักยภาพของการเลี้ยงโคพื้นเมือง

2.4 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้นำกลุ่ม ผู้เลี้ยงโค พื้นเมือง และพหุภาคีอื่นๆ ซึ่งได้แก่ เกษตรกร ปศุสัตว์ พัฒนาชุมชน นักศึกษา คณาจารย์จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏ สหกรณ์การเกษตร และอื่น ๆ เป็นต้น

3. การศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Study) เพื่อสร้างตัวชี้วัดศักยภาพ การเลี้ยงโค พื้นเมืองในลักษณะของแบบสอบถามในการสัมภาษณ์ ข้อมูลที่รวบรวมได้ จากกระบวนการนี้จะถูกนำมาใช้ เป็นส่วนประกอบของฐานข้อมูลในการทดลองใช้เทคโนโลยีในฟาร์มโคพื้นเมืองของเกษตรกร เพื่อการ พัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

ขั้นที่ 2 การพัฒนาองค์ความรู้ การเลี้ยง โคพื้นเมืองให้กับเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร โดยการ ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่เป็นสมาชิกของสำนักงานปศุสัตว์ จังหวัดสกลนคร

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่ได้จาก การสุ่ม(Stratified random sampling) จากกลุ่มผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง ไทยที่เป็นสมาชิกของสำนักงานปศุสัตว์ จังหวัดสกลนครของแต่ละชุมชน จำนวน 40 ราย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษารุ่นนี้ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ วิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม

2.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ การฝึกอบรม ของ บุญชม (2545) เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความรู้

2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมจากโครงการฝึกอบรมจำนวน 80 ข้อ โดยมีเนื้อหาจากหนังสือ บทความ สารคดี ที่มีเนื้อหาเหมาะสมตามวัยและความสนใจของเข้าร่วม ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและครอบคลุมเนื้อหาและผลการฝึกอบรมที่คาดหวัง

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การฝึกอบรม นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งประกอบด้วย

(1) ผศ.ดร.ภาสกร นันทพานิช อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

(2) ผศ.ดร.สำราญ กำจัดภัย อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราช ภัฏสกลนคร

(3) ดร.ธีรยุทธ จันทะนาม อาจารย์ประจำ คณะทรัพยากรธรรมชาติและ อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติสกลนคร

(4) นายปราโมทย์ ศิลธร ปศุสัตว์จังหวัดสกลนคร

(5) นายอภิศักดิ์ วิทย์พานิชกร ปศุสัตว์อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร

2.1.5 เมื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมแล้ว นำเสนอ ผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงโดยใช้แบบประเมิน ความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence, IOC) (ส้วน และอังคณา, 2540) กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบข้อที่มีความสอดคล้อง

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบข้อที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบข้อที่ไม่มีความสอดคล้อง

วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม กับผลการเรียนที่คาดหวังจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 คน โดยคัดเลือกไว้ 40 ข้อ ผลปรากฏว่า ค่า IOC เท่ากับ 1.00

2.1.6 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบ กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง จังหวัด มุกดาหาร จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.38-0.88 และความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.47-0.63 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์แอลฟา ได้ค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 (กัลยา , 2543)

2.1.7 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองที่มีต่อการฝึกอบรม ผู้วิจัยมีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาหลักการ แนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 กำหนดเนื้อหาของแบบสอบถามให้ครอบคลุมเนื้อหาตาม คือ ด้านความรู้นักศึกษาด้านเจตคติที่ดีและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ กำหนดขอบเขตของค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

2.2.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมดังหัวข้อ 2.1.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามประเด็นเนื้อหาและรูปแบบทางภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

2.2.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ไปทดลองใช้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และตรวจสอบความเชื่อมั่นโดยวิธีใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach มีค่าเท่ากับ 0.81 (ประสิทธิ์, 2542)

2.2.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างหลังจากการฝึกอบรมเสร็จแล้วต่อไป

2.3 รูปแบบการศึกษาค้นคว้า

รูปแบบแผนการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้โดยการทดลองแบบ One Group Pre test-Post test Design (พวงรัตน์, 2540) โดยทดลองฝึกอบรมกับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยจำนวน 40 รายดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการศึกษาค้นคว้าเชิงทดลองแบบ One Group Pre test-Post test Design

กลุ่ม	Pre -test	treatment	Post -test
N	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

N	หมายถึง	กลุ่มที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง
T ₁	หมายถึง	ทดสอบก่อนการฝึกอบรม
X	หมายถึง	การฝึกอบรม
T ₂	หมายถึง	ทดสอบหลังการฝึกอบรม

2.4 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าขั้นตอนดังนี้

2.4.1 ขั้นเตรียมการศึกษาค้นคว้า

2.4.2 ดำเนินโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

2.4.3 การรวบรวมข้อมูล

1) ทดสอบก่อนการฝึกอบรม (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ของแต่ละโครงการ และวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมด้วยแบบทดสอบ (Post-test) ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อน การฝึกอบรมแล้ว นำผลสอบที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่อไป

2) วัดความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง โดยใช้แบบวัดสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ทางสถิติตาม กัลยา (2548) ดังนี้

2.5.1 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังการฝึกอบรม โดยทดสอบค่า t (t-test)

2.5.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง ไทยที่เข้ารับการฝึกอบรมตามโครงการฝึกอบรม

2.5.3 การประเมินโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า อยู่ระหว่าง เดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2553

ขั้นที่ 3 การส่งเสริมการถ่ายทอด เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง ไทย การทดลองใช้เทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐานในการวิจัย (Base on farm test)

1. การวิจัยเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อม (Environment modified) ที่เอื้ออำนวยสมรรถภาพการผลิตโคขุน ดังรายละเอียดของการวิจัยต่อไปนี้

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากร คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้จากการสุ่มจากประชากรที่เลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนครแบบแบ่งชั้น (Intraclass random sampling) จำนวน 100 ราย แล้วสุ่มแบ่งกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองตามลักษณะโรงเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 ราย ที่เลี้ยงดังนี้

2.1 กลุ่มที่ 1 คือ เกษตรกรที่เลี้ยงโคพื้นเมืองในสภาพ โรงเรียนที่ปล่อยตามลักษณะการเลี้ยงโดยทั่วไป ไม่มีหลังคาปล่อยตามธรรมชาติ

2.2 กลุ่มที่ 2 คือ เกษตรกรที่เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในสภาพ โรงเรียน มีลักษณะหลังคาชั้นเดียว ไม่มีฝ้าเพดาน หลังคามุงด้วยสังกะสี รอบ ๆ โรงเรียนเปิดโล่งปล่อยให้มียูนิทสภาพแวดล้อม และการระบายอากาศตามปกติ ภายในโรงเรียนแบ่งคอกย่อย แต่ละคอกมีรางน้ำและรางอาหารเฉพาะตัว

2.3 กลุ่มที่ 3 เกษตรกรที่เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในสภาพ โรงเรียนที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดความเครียดจากความร้อน เช่น การใช้หลังคาแบบหน้าจั่ว 2 ชั้น หรือมีต้นไม้ที่ให้ร่มเงาบังแดดส่องเข้าโรงเรียน เพื่อตัดแสงแดด (Radiation) ทำให้ยูนิทภายในโรงเรียน (micro climate) เย็นกว่ายูนิทสภาพแวดล้อม (macro climate)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 แบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโต

3.2 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของเกษตรกรที่มีต่อสภาพอากาศร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป การทนทานต่อความร้อน และสมรรถภาพการเจริญเติบโต

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ซึ่งประกอบด้วยค่าฮีมาโตคริต (Hematocrit, Hct) และค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, Hb) กลูโคส (Blood glucose) และ ยูเรียไนโตรเจน (Blood urea nitrogen) ก่อนและหลังการทดลอง โดยสุ่มจากโคพื้นเมืองของเกษตรกรในแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 4 ตัว รวมเป็น 12 ตัว

4.2 ข้อมูลด้านอุณหภูมิ โดยจะทำการวัดในช่วงเวลา 14.00 น. ของทุก ๆ วัน ตลอดการทดลองโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

4.2.2 อุณหภูมิของ black globe thermometer

4.2.3 อุณหภูมิคัมแห่ง-คัมเปียก

4.3 ข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยา มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 อัตราการหายใจ โดยนับจังหวะการหายใจ สังเกตจากการเคลื่อนไหวของสวาม จับเวลา 60-120 วินาที นับ 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราการหายใจต่อนาที (Rosenberger, 1979)

4.3.2 อุณหภูมิทวารหนักโดยใช้การใส่ปรอทวัดอุณหภูมิร่างกายเข้าไปในทวารหนักลึกประมาณ 2 นิ้ว และให้ปลายของปรอทอยู่ชิดกับผนังของทวารหนักมากที่สุด ทั้งไว้นานประมาณ 2 นาที อ่านค่าและบันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ (Rosenberger, 1979)

4.3.3 อัตราการเดินของชีพจร โดยการจับเส้นเลือดที่บริเวณโคนหาง นับจังหวะการเดินชีพจร จับเวลา 60-120 วินาที นับ 3 ครั้ง บันทึกค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับอัตราการเดินของชีพจรต่อนาที (Rosenberger, 1979)

4.3.4 สัมประสิทธิ์การทนทานความร้อน ตามวิธีของ Srivastana และ Sidhu (1977) และ ชาญวิทย์ (2539) ดังสมการต่อไปนี้

$$HTC = 100 - 18 (RT - NT)$$

เมื่อ BT = ค่าอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย ($^{\circ}C$) เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ

NT = ค่าปกติของอุณหภูมิร่างกายโค ($^{\circ}C$)

4.3.5 อัตราการขับเหงื่อ การวัดอัตราการขับเหงื่อของโค โดยโกนขน บริเวณซี่โครงที่ 3 ห่างจากกระดูกสันหลังลงมาประมาณ 20 เซนติเมตร ให้ขนาดประมาณ 10×10 ตารางเซนติเมตร จากนั้นนำกระดาษลิตมัสที่ผ่านการอบความชื้นมาแล้ว มีขนาดประมาณ 1×1 ตารางเซนติเมตร จัดเรียงกันเป็นแถวจำนวน 3 แผ่น ทาบลงบนบริเวณผิวหนังที่โกนขนออก จับเวลาการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส แล้วนำไปคำนวณหาอัตราการขับเหงื่อ (Turner, 1972) ดังสมการ

$$\text{อัตราการขับเหงื่อ} = (3.84 \times 10^4)/t$$

เมื่อ t คือ ระยะเวลาที่จัดจากการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส มีหน่วยเป็นวินาที แล้วนำไปเทียบหาอัตราการขับเหงื่อต่อพื้นที่ผิวหนังในเวลาหนึ่งชั่วโมง ($ml/m^2/h$)

4.3.6 ค่าโลหิตวิทยา ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ค่าฮีมาโตคริต โดยวิธี Micro-heamatocrit และค่าฮีโมโกลบิน โดยวิธี Acid hematin (Benjamin, 1961) และปริมาณความเข้มข้นฮอร์โมนคอร์ติโซล (Cor) โดยใช้วิธีเรดิโออิมมูโนโนเอสเสย์ (RIA) ด้วย Amerlex Cortisol RIA Kit Code IM. 2021 Kodak Clinical Diagnostics LTD. Amersham UK. (ปนัดดา, 2530) จำนวน 3 ครั้ง คือ ระยะเริ่มต้น ระยะกลาง และระยะสิ้นสุดการทดลอง

5. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินของ บุญชม (2545) เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโต

5.2 สร้าง แบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปและสมรรถภาพการเจริญเติบโต โดยมีเนื้อหาจากหนังสือ บทความ สารคดี

ที่มีเนื้อหาเหมาะสมตามวัยและความสนใจของเข้าร่วมฝึกอบรม เชิงปฏิบัติการ และครอบคลุมเนื้อหาและผลการฝึกอบรมที่คาดหวัง

5.3 นำแบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโต นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งประกอบด้วย

- (1) ผศ.ดร.ภาสกร นันทพานิช อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
- (2) ผศ.ดร.สำราญ กำจัดภัย อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- (3) ดร.ธีรยุทธ จันทะนาม อาจารย์ประจำ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติสกลนคร
- (4) นายปราโมทย์ ศิลธร ปศุสัตว์จังหวัดสกลนคร
- (5) นายอภิศักดิ์ วิทพานิชกร ปศุสัตว์อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร

5.4 เมื่อปรับปรุงแก้ไข แบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโต นำเสนอผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงโดยใช้แบบประเมิน IOC และกำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| คะแนน +1 สำหรับข้อสอบ | ข้อที่มีความสอดคล้อง |
| คะแนน 0 สำหรับข้อสอบ | ข้อที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง |
| คะแนน -1 สำหรับข้อสอบ | ข้อที่ไม่มีความสอดคล้อง |

5.5 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามของ แบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโตจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน (กัลยา, 2543)

5.6 จัดพิมพ์แบบ แบบประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโต เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

6.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านอนุกรมวิทยา กับลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของโคขุน โดยใช้ Polynomial regression analysis (Steel และ Torrie, 1980)

6.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต (Steel และ Torrie, 1980) ตามแบบหุนทางคณิตศาสตร์ ดังสมการ

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตต่าง ๆ ที่ได้จากโคทดลองตัวที่ j

ได้รับโรงเรียนที่ i

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

A_i = อิทธิพลของโรงเรียนที่ i ($i = 1, 2, 3$)

B_j = อิทธิพลของบล็อกที่ j ($j = 1, 2, 3, 4$)

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่ม $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

6.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะต่าง ๆ ของกลุ่มอิทธิพลที่การศึกษา โดยใช้ค่าเฉลี่ยของลีสแควร์ (Least square means) ซึ่งการประมวลผลข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1985)

7. การวิเคราะห์ทางเคมี

7.1 วิเคราะห์คุณภาพของอาหารหยาบและอาหารข้น ได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส (AOAC, 1990)

7.2 วิเคราะห์หาปริมาณ Acid Detergent Fiber (ADF) และ Neutral Detergent Fiber (NDF) ในอาหารหยาบ (Goering & Van Soest, 1970)

8. สถานที่ทำการทดลอง

8.1 ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร

8.2 วิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ปริมาณความเข้มข้นฮอร์โมน คอร์ติโซล ยูเรีย ในโตรเจน และกลูโคสในพลาสมา ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

8.3 วิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

9. ระยะเวลาในการทดลอง เริ่มต้นการทดลอง เดือน ตุลาคม 2555 สิ้นสุดการทดลอง เดือน เมษายน 2556

2. การทดลองสร้างสูตรอาหาร (Feed formulas) ต่อสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมือง ไทย โดยใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ในท้องถิ่น และมีราคาถูก ดังรายละเอียด

อุปกรณ์การทดลอง

1. สัตว์ทดลอง

ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้ตอน ที่มีความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัว คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย (Body condition score) และความสมดุลทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน จำนวน 16 ตัว ที่เลี้ยงดูตามสภาพฟาร์มทั่วไปของเกษตรกร

2. อาหารการทดลองมี 3 ชนิด ดังนี้

2.1 อาหารข้น เป็นอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของเมล็ดฝ้าย 4 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 สูตรอาหารเปรียบเทียบ มีส่วนประกอบของโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ พลังงานย่อยได้ทั้งหมด (Total Digestible Nutrient, TDN) เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนประกอบของแร่ธาตุ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สูตรที่ 2 สูตรอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของ เมล็ดยางพารา 15 เปอร์เซ็นต์ มีระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ให้เท่ากัน พลังงานย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ไม่ต่ำกว่า 72 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 3 สูตรอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของ กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม 15 เปอร์เซ็นต์ โดยปรับสูตรให้มีระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ให้เท่ากัน พลังงานย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ไม่ต่ำกว่า 72 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 4 สูตรอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของ เมล็ดฝ้าย 15 เปอร์เซ็นต์ โดยปรับสูตรให้มีระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ให้เท่ากัน พลังงานย่อยได้ทั้งหมด (TDN) ไม่ต่ำกว่า 72 เปอร์เซ็นต์

2.2.1 อาหารหยาบ ได้แก่ ฟางข้าวแห้ง

2.2.3 แร่ธาตุ เป็นแร่ธาตุก่อนสำเร็จรูป ผลิตโดยกรมปศุสัตว์ สำหรับให้สัตว์เลียกิน โดยอิสระ

3. โรงเรือนสำหรับการทดลอง ใช้โรงเรือนเลี้ยงโคพื้นเมืองตามสภาพฟาร์ม เกษตรกร ที่มีลักษณะหลังคาชั้นเดียว ไม่มีฝ้าเพดาน หลังคามุงด้วยสังกะสี รอบ ๆ โรงเรือนเปิดโล่งปล่อยให้ มีอุณหภูมิสภาพแวดล้อม และการระบายอากาศตามปกติ ภายในโรงเรือนแบ่งคอกย่อย แต่ละคอกมีรางน้ำ และรางอาหารเฉพาะตัว

4. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิแบบต่าง ๆ ดังนี้

4.1 วัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด

4.2 วัดอุณหภูมิคุ้มแห้ง-คุ้มเปียก

4.3 วัดอุณหภูมิร่างกาย

4.4 แบลค โกลบ (Black globe thermometer)

5. อุปกรณ์สำหรับเจาะและเก็บตัวอย่างเลือด

6. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการตรวจวัดค่าโลหิตวิทยา

7. นาฬิกาจับเวลา

8. เครื่องชั่งน้ำหนักอาหารสัตว์

9. เครื่องชั่งน้ำหนักโค

10. เครื่องประมวลผล 1 ระบบ

11. วัดอุณหภูมิอาหารสัตว์

12. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีวิเคราะห์อาหารสัตว์

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยใช้โคพื้นเมืองที่มีความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัว และความสมดุลทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน จำนวน 16 ตัว

2. วิธีการทดลอง

2.1 สุ่มโคพื้นเมือง จำนวน 16 ตัว ตามแผนการทดลอง แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ โดยให้ได้รับปัจจัยที่ต้องการศึกษาแก่โคนมแต่ละตัว เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อให้โคพื้นเมืองได้รับการปรับตัวเข้าสภาพ การทดลอง (Preliminary experiment)

2.2 ก่อนการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ซึ่งประกอบด้วย ค่าฮีมาโตคริต (Hematocrit, Hct) และค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, Hb) กลูโคส (Blood glucose) และ ยูเรียไนโตรเจน (Blood urea nitrogen)

2.3 โคทดลองเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวภายในโรงเรือน 1 หักกินอาหารหยาบ คือ ฟางข้าวแห้ง โดยให้กินได้เต็มที่ตามความต้องการตลอด เวลา โคได้รับอาหารข้นวันละ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว และให้น้ำกินตลอดเวลา

2.4 การบันทึกข้อมูล

2.4.1 ข้อมูลด้านอุณหภูมิ โดยมีการละเอียดดังนี้

- 1) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- 2) อุณหภูมิของ black globe thermometer
- 3) อุณหภูมิคัมแห่ง-คัมเปียก

โดยจะทำการวัดในช่วงเวลา 14.00 น. ของทุก ๆ วัน ตลอดการ

ทดลอง

2.4.2 ข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยา มีรายละเอียดดังนี้

1) อัตราการหายใจ โดยนับจังหวะการหายใจ สังเกตจากการเคลื่อนไหวของสวับ จับเวลา 60-120 วินาที นับ 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ ค่าอัตราการหายใจต่อนาที (Rosenberger, 1979)

2) อุณหภูมิทวารหนักโดยใช้การใส่ปรอทวัดอุณหภูมิร่างกายเข้าไปในทวารหนักลึกประมาณ 2 นิ้ว และให้ปลายของปรอทอยู่ชิดกับผนังของทวารหนักมากที่สุด ทิ้งไว้นานประมาณ 2 นาที อ่านค่าและบันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ (Rosenberger, 1979)

3) อัตราการเดินของชีพจร โดยการจับเส้นเลือดที่บริเวณโคนหาง นับจังหวะการเต้นชีพจร จับเวลา 60-120 วินาที นับ 3 ครั้ง บันทึกค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับอัตราการเดินของชีพจรต่อนาที (Rosenberger, 1979)

4) สัมประสิทธิ์การทนทานความร้อน ตามวิธีของ Srivastana และ Sidhu (1977) และ ชาญวิทย์ (2539) ดังสมการต่อไปนี้

$$HTC = 100 - 18 (RT - NT)$$

เมื่อ BT = ค่าอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย ($^{\circ}C$) เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ

NT = ค่าปกติของอุณหภูมิร่างกายโค ($^{\circ}C$)

5) อัตราการขับเหงื่อ การวัดอัตราการขับเหงื่อของโค โดยโกนขน บริเวณซี่โครงที่ 3 ห่างจากกระดูกสันหลังลงมาประมาณ 20 เซนติเมตร ให้ขนาดประมาณ 10×10 ตารางเซนติเมตร จากนั้นนำกระดาษลิตมัสที่ผ่านการอบความชื้นมาแล้ว มีขนาดประมาณ 1×1 ตารางเซนติเมตร จัดเรียงกันเป็นแถว จำนวน 3 แผ่น ทาบลงบนบริเวณผิวหนังที่โกนขนออก จับเวลาการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส แล้วนำไปคำนวณหาอัตราการขับเหงื่อ (Turner, 1972) ดังสมการ

$$\text{อัตราการขับเหงื่อ} = (3.84 \times 10^4)/t$$

เมื่อ t คือ ระยะเวลาที่จัดจากการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส มีหน่วยเป็นวินาที แล้วนำไปเทียบหาอัตราการขับเหงื่อต่อพื้นที่ผิวหนังในเวลาหนึ่งชั่วโมง ($ml/m^2/h$)

6) ค่าโลหิตวิทยา ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ค่าฮีมาโตคริต โดยวิธี Micro-heamatocrit และค่าฮีโมโกลบิน โดยวิธี Acid hematin (Benjamin, 1961) และปริมาณความเข้มข้นคอร์ติซอล (Cor) โดยใช้วิธีเรดิโออิมมูโนโนแอสเสย์ (RIA) ด้วย Amerlex Cortisol RIA Kit Code IM. 2021 Kodak Clinical Diagnostics LTD. Amersham UK. (ปนัดดา, 2530) จำนวน 3 ครั้ง คือ ระยะเริ่มต้น ระยะกลาง และระยะสิ้นสุดการทดลอง

2.4.3 ข้อมูลการให้สมรรถภาพการผลผลิต มีรายละเอียดดังนี้

1) ปริมาณอาหารชั้น อาหารหยาบที่กินของโค พื้นเมืองแต่ละตัวทุก ๆ วันตลอดการทดลอง

2) น้ำหนักตัวของโค พื้นเมืองแต่ละตัว เมื่อเริ่มการทดลอง ระหว่างการทดลอง และสิ้นสุดการทดลอง

2.4.4 ข้อมูลคุณภาพซาก (Carcass quality)

2.4.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านอนุกรมวิธาน กับ ลักษณะทาง สรีรวิทยาบางประการของโค พื้นเมือง โดยใช้ Polynomial regression analysis (Steel และ Torrie, 1980)

2) วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต (Steel และ Torrie, 1980) ตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังสมการ

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตต่าง ๆ ที่ได้จากโคทดลองตัวที่ j
ได้รับสูตรอาหารที่ i

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

A_i = อิทธิพลของสูตรอาหารที่ i ($i = 1, 2, 3, 4$)

B_j = อิทธิพลของบล็อกที่ j ($j = 1, 2, 3, 4$)

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่ม $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะต่าง ๆ ของกลุ่มอิทธิพลที่การศึกษา โดยใช้ค่าเฉลี่ยของลีสแควร์ (Least square means) ซึ่งการประมวลผลข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS SAS, 1985)

2.4.6 การวิเคราะห์ทางเคมี

- 1) วิเคราะห์คุณภาพของอาหารหยาบและอาหารข้น ได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส (AOAC, 1990)
- 2) วิเคราะห์หาปริมาณ Acid Detergent Fiber (ADF) และ Neutral Detergent Fiber (NDF) ในอาหารหยาบ (Goering และ Van Soest, 1970)

2.4.7 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) โรงเรือนทดลอง สัตว์ทดลอง ที่ฟาร์มเกษตรกร
- 2) วิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ปริมาณความเข้มข้นฮอว์โมน คอร์ติโซล ยูเรีย ไนโตรเจน และกลูโคสในพลาสมา ที่ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- 3) วิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ภาควิชา สัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.4.8 ระยะเวลาในการทดลอง เริ่มต้นการทดลอง เดือน ตุลาคม 2551 สิ้นสุดการทดลอง เดือน กันยายน 2552

2.4.9 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- 1) ฟาร์มเกษตรกษุ์เลี้ยงโคพื้นเมือง
- 2) โปรแกรมวิชาสัตวบาล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- 3) ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- 4) สถานีทดสอบพันธุ์สัตว์ และสำนักงานปศุสัตว์ จังหวัดสกลนคร

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผลการพัฒนาศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

หลังจากที่มีการ การติดตามและประเมินผลการดำเนินการ การถ่าย ทอด เทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณา การต่อสรรัวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพ การผลิตโคพื้นเมืองไทยภายใต้สภาวะโลกร้อน ในระดับชุมชนจนปรากฏผลแล้ว ได้ดำเนินการประชุมเพื่อ หาข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับผลการวิจัยโดยมีผู้เกี่ยวข้องดังนี้

1. กลุ่มผู้วิจัย จำนวน 5 คน
2. ปศุสัตว์อำเภอ จังหวัดสกลนคร จำนวน 5 ราย
3. นักวิชาการสัตวบาล/สัตวศาสตร์ จำนวน 5 ราย
4. กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองของจังหวัดสกลนคร จำนวน 5 ราย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การถ่าย ทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณา การ ต่อสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยภายใต้สภาวะโลกร้อน ในระดับชุมชน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีวิจัยจนครบขั้นตอนแล้ว ในบทนี้เป็นการนำผลการวิจัย ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

สภาพปัญหา ความต้องการ และศักยภาพการผลิตโคพื้นเมือง

1. สถิติการเลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร

ผลการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อวิเคราะห์สภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองของสกลนครในระหว่าง ปี พ.ศ. 2551-54 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลการเลี้ยงโคพื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร ระหว่างปี .พ. 2551-2554

ประเภทโคพื้นเมือง	ปี พ.ศ.			
	2551	2552	2553	2554
โคพื้นเมืองเทศผู้(ตัว)	63,462	59,046	39,209	34,826
โคพื้นเมืองเทศเมีย(ตัว)				
- แรกเกิดถึงโคสาว(ตัว)	84,025	68,995	80,199	73,775
- ตั้งท้องแรกขึ้นไป(ตัว)	64,552	57,613	44,173	50,165
รวม	212,039	185,654	163,581	158,766
เกษตรกร (ครัวเรือน)	39,004	31,423	31,423	31,148
สัดส่วนสัตว์: เกษตรกร	5.37	5.91	5.21	5.10
สัดส่วนการเพิ่มขึ้น/ลดลงจากปีก่อน	-	-12.44	-11.89	-1.94

จากตารางที่ 4.1 เป็นจำนวนโคพื้นเมืองที่เลี้ยงในจังหวัดสกลนครในระหว่างปี พ.ศ. 2551-2554 ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณการเลี้ยงโคพื้นเมืองมีจำนวนลดลงมาโดยตลอด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2555 ซึ่งมีค่าสัดส่วนการลดลงจากปีก่อน เท่ากับ 12.44, -11.89 และ -1.94 ตามลำดับ

2. ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศของจังหวัดสกลนคร

จากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากสถานีตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ย้อนหลัง 3 ปี ในระหว่างปี พ.ศ. 2552–2554 โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยสี่สัปดาห์ ดังปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยสี่สัปดาห์ของปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในระหว่างปี พ.ศ. 2552–2554

ปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์	ฤดูกาล			เฉลี่ย
	ฝน	หนาว	ร้อน	
อุณหภูมิสูงสุด (°ซ)	31.46 ± 0.62 ^b	29.42 ± 0.36 ^c	34.90 ± 0.78 ^a	31.91 ± 0.72
อุณหภูมิต่ำสุด (°ซ)	22.36 ± 0.58 ^b	19.20 ± 0.64 ^c	24.38 ± 0.25 ^a	21.98 ± 0.58
อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ)	26.91 ± 0.36 ^b	24.31 ± 0.60 ^c	29.64 ± 0.45 ^a	27.40 ± 0.46
อุณหภูมิช่วงแตกต่าง (°ซ)	9.10 ± 0.28 ^c	10.22 ± 0.46 ^a	10.52 ± 0.28 ^b	9.95 ± 0.26
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	87.18 ± 5.63 ^a	73.64 ± 7.48 ^c	78.72 ± 5.68 ^b	79.85 ± 6.24
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ (THI)	78.05 ± 6.72 ^b	75.18 ± 5.62 ^c	82.34 ± 6.72 ^a	78.40 ± 4.79

จากตารางที่ 4.2 พบว่า จังหวัดสกลนครมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical zone) ประกอบด้วย 3 ฤดูกาล ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน จากก ารวิเคราะห์ค่าดัชนีอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างปี พ .ศ. 2552 – 54 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.40 ± 4.79 ซึ่งในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ 78.05 ± 6.72, 75.18 ± 5.62 และ 82.34 ± 6.72 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01)

3. ลักษณะทางสรีรวิทยาทั่วไปของโคพื้นเมือง

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัย โดยการสัมภาษณ์เกษตรกร ผลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ

พฤติกรรม	เปลี่ยนแปลง		ไม่เปลี่ยนแปลง	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การเคี้ยวเอื้อง	4	13.33	26	86.67
การหอบหายใจ	7	23.33	23	76.67
การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ	6	20.00	24	80.00
การนอนพักผ่อน	8	26.67	22	73.33

จากตารางที่ 4.3 พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นว่า โคพื้นเมืองมีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ เช่น ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน พบว่า ไม่มีผลกระทบต่อ

เปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาทั่วไป เช่น การเคี้ยวเอื้อง การหอบหายใจ การลุกและเดินไปดื่มน้ำ และการนอนพักผ่อน ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 86.67, 76.67, 80.00 และ 73.33 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของเกษตรกรในลักษณะทั่วไป ลักษณะเชิงสรีรวิทยา และลักษณะการให้ผลผลิตโคพื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ลักษณะทั่วไป			
1. โคพื้นเมืองไทยมีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกร	4.86	0.24	มากที่สุด
2. การเลี้ยง โคพื้นเมือง ไทยมีลักษณะเป็นแบบพื้นบ้านโดยการปล่อย ให้หากินหญ้าเองตามธรรมชาติ บริเวณหัวไร่ปลายนา ทุ่งหญ้า สาธารณะริมถนนและในทุ่งนาหลังเก็บเกี่ยวข้าว	4.72	0.26	มากที่สุด
3. การเลี้ยงโคพื้นเมือง ไทยเพื่อใช้เป็นแรงงานในการประกอบอาชีพ เกษตรกรรม	4.80	0.28	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.79	0.26	มากที่สุด
ลักษณะเชิงสรีรวิทยา			
4. โคพื้นเมืองไทยมีขนาดร่างกายสัดทัด มีความคล่องแคล่ว แข็งแรง	4.68	0.22	มากที่สุด
5. โคพื้นเมืองไทย สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมทนต่อสภาพ อากาศร้อน ทนทานต่อโรคและพยาธิ	4.64	0.24	มากที่สุด
6. โคพื้นเมืองไทยสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ	4.58	0.30	มากที่สุด
7. โคพื้นเมืองไทยทนทานต่อโรคและพยาธิ	4.50	0.26	มาก
เฉลี่ย	4.60	0.25	มากที่สุด
ลักษณะการให้ผลผลิต			
8. โคพื้นเมืองไทยมีการเจริญพันธุ์ได้เร็ว	4.46	0.20	มาก
9. ในโคพื้นเมืองไทยเพศเมียที่ปกติจะเป็นสัตว์แม่เสมอ ความสมบูรณ์ พันธุ์สูง สามารถผสมติดและคลอดลูกง่าย เลี้ยงลูกเก่ง	4.42	0.29	มาก
10. โคพื้นเมืองไทยสามารถให้ลูกได้ทุกปี และอายุยืน	4.54	0.31	มากที่สุด
11. เนื้อโคพื้นเมืองไทยมีลักษณะเด่นคือให้โปรตีนสูงและไขมันต่ำ	4.60	0.28	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.50	0.27	มาก
ภาพรวม	4.63	0.26	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ความคิดเห็นของเกษตรกร ลักษณะทั่วไป ลักษณะเชิงสรีรวิทยา และลักษณะการให้ผลผลิตโคพื้นเมืองในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ± 0.26 (ระดับมากที่สุด) ในลักษณะทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ± 0.26 (ระดับมากที่สุด) ลักษณะเชิงสรีรวิทยามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ± 0.25 (ระดับมากที่สุด) และลักษณะการให้ผลผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 ± 0.27 (ระดับมาก)

4. สภาพปัญหาและความต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย จังหวัดสกลนคร ซึ่งประกอบด้วยประเด็นปัญหาการเลี้ยงพื้นเมือง อยู่ระหว่าง 22-28 เปอร์เซ็นต์ และประเด็นความต้องการเพื่อการพัฒนา อยู่ระหว่าง 24-30 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คำร้อยละของปัญหา และความต้องการเพื่อการพัฒนาโคพื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา	จำนวน (%)
ประเด็นปัญหาการเลี้ยงโคพื้นเมือง	
1. กรมปศุสัตว์เห็นความสำคัญของการเลี้ยงโคพื้นเมือง เพื่ออนุรักษ์พันธุกรรม (Genetic Resource) และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Sustainability)	22 (73.33)
2. โคพื้นเมืองมีความสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศ	28 (93.33)
3. โคพื้นเมืองมีปริมาณลดลงเนื่องจากการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติและพื้นที่เลี้ยงสัตว์ตามธรรมชาติ	26 (86.67)
4. การส่งเสริมการผลิตเพื่อบริโภคและทดแทนการนำเข้าเนื้อโคจากต่างประเทศทำให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงโคพันธุ์ต่างประเทศทั้งพันธุ์แท้และลูกผสม	24 (80.00)
5. การนำโคสายเลือดยุโรปมาผสมพันธุ์ และมีการขยายพื้นที่เลี้ยงอย่างกว้างขวาง ทำให้ได้โคลูกผสมที่ให้ผลผลิตที่สูงขึ้น	27 (90.00)
6. เกษตรกรขาดแคลนวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นที่สามารถใช้เลี้ยงโคพื้นเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ	22 (73.33)
ประเด็นความต้องการเพื่อการพัฒนา	
7. การพัฒนาระบบการผลิตโคพื้นเมืองเป็นตัวอย่างหนึ่งของแนวทางเลี้ยงที่เป็นธรรมชาติทั้งสภาพพื้นที่และวิธีการเลี้ยงแบบปล่อย	25 (83.33)
8. การจัดการการให้อาหารด้วยการขุนด้วยอาหารข้นและอาหารหยาบที่มีคุณภาพเป็นระยะเวลาดสั้น ๆ ก่อนส่งโรงฆ่าประมาณ 3-4 เดือน จะทำให้ได้ลักษณะเด่นของเนื้อโคพื้นเมืองโปรตีนสูงและไขมันต่ำ	24 (80.00)
9. การศึกษาเพื่อพัฒนาวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นสำหรับใช้เป็นอาหารโคพื้นเมืองที่เหมาะสม ตามคุณลักษณะที่ได้เปรียบเชิงสรีรวิทยาของสภาพแวดล้อม และการทนทานต่อสภาพอากาศร้อน	27 (90.00)
10. การจัดการสุขภาพที่สอดคล้องกับบริบทการเลี้ยงดู เสริมสร้างสุขภาพลักษณะการผลิตที่ดี ทำให้ได้เนื้อโคที่ปลอดจากโรคและพยาธิ	30 (100.00)
11. การพัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสม เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองที่สอดคล้องกับข้อได้เปรียบเชิงสรีรวิทยา และพฤติกรรมที่เหมาะสม	26 (86.67)
12. การพัฒนาสายพันธุ์โคพื้นเมืองที่เหมาะสม โดยการผสมข้ามพันธุ์ เพื่อยกระดับสมรรถภาพการให้ผลผลิตที่เหมาะสม ที่สอดคล้องกับสภาพการเลี้ยงดูตามแบบพื้นบ้าน	24 (80.00)

5. ผลการสนทนากลุ่ม (Focus group)

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้จัดประชุมสนทนากลุ่ม โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วยพหุภาคี คือ กลุ่มนักวิจัย ได้แก่ คณาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กลุ่มเจ้าหน้าที่ ได้แก่ นักวิชาการสัตวบาล และสัตวแพทย์ และ กลุ่มชุมชน ได้แก่ เกษตรกร และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งผลการประชุมสรุปได้ดังนี้

5.1 สภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

5.1.1 ระบบการเลี้ยงโคพื้นเมืองเป็นการอาศัยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติในที่ดินสาธารณะประโยชน์และฟางที่ได้จากการปลูกข้าวเป็นอาหารหลักที่สำคัญ ซึ่งระบบการเลี้ยงโคเช่นนี้ยังเอื้อต่อระบบนิเวศน์ก่อให้เกิดความเกื้อกูลกันกับการปลูกพืช เนื่องจากการเลี้ยงโคจะให้ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยหลักในการเพาะปลูกทางการเกษตร การเลี้ยงโคพื้นเมืองยังเกี่ยวเนื่องทั้งสังคม ชุมชนและวิถีชีวิตของเกษตรกรในพื้นที่

5.1.2 วิธีการเลี้ยงแบบปล่อยให้ไปหาอาหารกินเองในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะปล่อยไว้บนเขาใกล้บ้าน โคเหล่านั้นก็จะหาอาหารอย่างหญ้าหรือสมุนไพรบนเขากินเองตามธรรมชาติ และบางครั้งเมื่อโคเป็นโรคก็สามารถหายเองได้เนื่องจากอาหารที่กินเข้าไปส่วนใหญ่จะมีประโยชน์ใช้เป็นสรรพคุณทางยารักษาโรค และจะขึ้นเขาไปดูแลโคที่ปล่อยเลี้ยงไว้ราวเดือนละครั้งเท่านั้น แต่ก็ไม่กลัวว่าจะมีโรคขโมยโคเหล่านั้นไป เนื่องจากจะมีความผูกพันกัน เมื่อฝูงวัวเจอนคนแปลกหน้าก็จะหนี แต่ถ้าเจอเจ้าของเรียกก็จะทำได้ ทำให้มั่นใจว่าไม่เกิดการสูญหาย ส่วนหน้าแล้งก็จะนำมาเลี้ยงไว้บริเวณบ้าน ส่วนการจำหน่ายนั้นก็มีพ่อค้ามารับซื้อถึงที่ เนื่องจากมั่นใจว่าเป็นเนื้อโคธรรมชาติที่มีคุณภาพ

5.1.3 โคพื้นเมืองมีลักษณะและ รูปพรรณสัณฐานเล็ก เจริญเติบโตช้า มีสีหลากหลาย เช่น แดง ดำ เขียว เหลือง ใบหูเล็ก ปราดเปรี้ยว ตื่นตกใจง่าย ข้อดีคือ เลี้ยงง่าย ทนโรคทนแมลง ผสมติดง่ายให้ลูกทุกปี เนื้อมีรสชาติอร่อย และราคาไม่แพง

โคพื้นเมืองยังเป็นสัตว์ที่เลี้ยงได้ง่าย มีความแข็งแรง คล่องแคล่ว ทนต่อสภาพอากาศร้อน สามารถปล่อยให้หากินตามทุ่งหญ้าสาธารณะ ทนต่อโรค แมลงและสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี อีกทั้งยังมีความสมบูรณ์พันธุ์สูงคือถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วโดยโคพื้นเมืองเพศเมียที่ปกติจะเป็นสัตว์สม่ำเสมอ ผสมติดและคลอดลูกง่าย เลี้ยงลูกเก่ง ให้ลูกดกและอายุยืน

5.1.4 การเลี้ยงโคพื้นเมืองยังอาศัยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติในที่ดินสาธารณะประโยชน์หรือฟางที่เป็นผลพลอยได้จากการปลูกข้าวเป็นอาหารหลักที่สำคัญ วิธีการเลี้ยงแบบนี้ยังเอื้อต่อระบบนิเวศน์ ก่อให้เกิดการเกื้อกูลกันกับการปลูกพืช เนื่องจากมูลโคสามารถใช้เป็นปุ๋ยคอกสำหรับการเพาะปลูกทางการเกษตรทดแทนปุ๋ยเคมี

5.1.5 กรมปศุสัตว์ได้ดำเนินการโครงการวิจัยทดสอบ พันธุ์และกระจายพันธุ์โคพื้นเมืองในเกษตรกรรายย่อย โดยร่วมมือกับเกษตรกรในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์โคพื้นเมืองใน ทั่วทุกภาคของประเทศ ทั้งในแง่ผลิตเป็นเนื้อและโคที่ใช้เป็นกีฬาประจำท้องถิ่นนั้นๆส่งเสริม ให้มีการรวมกลุ่มกันผลิตและ

จำหน่าย จัดวางแผนระบบการจัดเก็บข้อมูลและฐานข้อมูลที่จะเอื้อประโยชน์ต่อ การอนุรักษ์ ปรับปรุงการให้ผลผลิตให้สูงขึ้นกว่าเดิม กระจายพันธุ์กรรมโคพื้นเมืองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้วอย่างมีระบบและพัฒนาเป็นสินค้าส่งออกในอนาคตโคพื้นเมือง เป็นโคที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยมาเป็นเวลานาน มีขนาดเล็ก หนว้น ทนต่อโรคและแมลง หากินเก่ง ให้ลูกดก สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบได้ดี ซึ่งเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันที่กำลังประสบปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติ และพื้นที่เลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลง การเลี้ยงโคพื้นเมืองจึงถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรรายย่อยนำมาเป็นอาชีพเสริมให้กับครอบครัวได้

5.2 ปัญหาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

5.2.1 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยขาดองค์ความรู้ในการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยให้มีคุณภาพ โดยเฉพาะในด้านการจัดการเลี้ยงดู พื้นเมืองในช่วงฤดูร้อน การเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นมาผสมในสูตรอาหารขึ้นเพื่อเสริมคุณภาพการผลิต การจัดการโรงเรือนที่เหมาะสมกับสภาพการผลิต และการจัดการสุขาภิบาลป้องกันโรคพยาธิที่สำคัญ

5.2.2 เกษตรกรขาดความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเลี้ยงดูโคพื้นเมืองในสภาพอากาศร้อนในช่วงฤดูร้อนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากสัตว์จะเกิดความเครียดจากความร้อน

5.2.3 การนำโคสายเลือดยุโรปมาผสมพันธุ์ และมีการขยายพื้นที่เลี้ยงอย่างกว้างขวาง ทำให้ได้โคลูกผสมที่ให้ผลผลิตที่สูงขึ้น ได้คุณภาพเนื้อและราคาที่ดีกว่า โคพื้นเมืองจึงมีปริมาณลดลง

5.2.4 กรมปศุสัตว์เห็นความสำคัญ ของการเลี้ยงโคพื้นเมือง เพื่ออนุรักษ์พันธุกรรม (Genetic Resource) และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Sustainability) เนื่องจากโคพื้นเมืองมีความสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศในด้านใช้เป็นประโยชน์

5.3 ความต้องการของเกษตรกร

5.3.1 เกษตรกรมีความต้องการพัฒนาองค์ความรู้ประสบการณ์เพื่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองได้อย่างมีคุณภาพ

5.3.1 เกษตรกรมีความต้องการในการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่จำเป็นต่อการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองในด้านการจัดการโรงเรือนที่เหมาะสม และการสร้างสูตรอาหารโคพื้นเมืองโดยเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกและหาง่ายในท้องถิ่น

5.2.2 เกษตรกรมีความต้องการให้เร่งรัดส่งเสริมการสร้างตลาดใหม่สำหรับเนื้อโคพื้นเมือง ก็จะช่วยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเพิ่มขึ้นและยังเหมาะสมเป็นอาชีพเสริมสำหรับเกษตรกรรายย่อย อีกทั้งแนวทางการผลิตเช่นนี้ยังสอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงอีกด้วย

การพัฒนาองค์ความรู้การเลี้ยงโคพื้นเมืองให้กับเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร

ผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย ให้กับ เกษตรกร ผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย จังหวัดสกลนคร มีดังต่อไปนี้

1. ผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรม

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยก่อนการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.64 ± 2.46 และหลังการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.28 ± 2.16 คะแนน จากการเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) รายละเอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบคะแนนการสอบก่อนและหลังฝึกอบรมของเกษตรกร

รายการ	เฉลี่ย	S.D.	t
ก่อนการฝึกอบรม	22.64	2.46	26.847**
หลังการฝึกอบรม	32.28	2.16	

หมายเหตุ

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การประเมินโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

จากการประเมินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย จังหวัดสกลนคร พบว่า หลักสูตรการฝึกอบรม ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 ± 0.74 และในรายละเอียด ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาของหลักสูตรในการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.34 ± 0.86 (ระดับ มาก) ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องก่อนฝึกอบรม เท่ากับ 2.26 ± 0.76 (ระดับน้อย) ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลังการฝึกอบรม เท่ากับ 4.62 ± 0.64 (ระดับ มาก) และประโยชน์ที่คิดว่าจะนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้งาน เท่ากับ 4.48 ± 0.70 (ระดับ มาก) วิทยากรในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ± 0.73 (ระดับ มาก) และในรายละเอียด ซึ่งประกอบด้วย การถ่ายทอดและความรู้ของวิทยากร มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.62 ± 0.76 (ระดับ มากที่สุด) และการตอบคำถามของวิทยากร เท่ากับ 4.56 ± 0.70 (ระดับ มาก) และด้านการจัดการในภาพรวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 ± 0.62 (ระดับ มาก) และในรายละเอียด ซึ่งประกอบด้วย ระยะเวลาในการอบรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.24 ± 0.70 (ระดับ มาก) เอกสารประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม เท่ากับ 4.20 ± 0.70 (ระดับ มาก) และสถานที่ และบริการอื่น ๆ เท่ากับ 4.76 ± 0.48 (ระดับ มากที่สุด) ตามลำดับ และจากผลการประเมินสรุปภาพรวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.30 ± 0.72 (ระดับ มาก) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินโครงการฝึกอบรม

หัวข้อ	เฉลี่ย	S.D.	แปลผล
หลักสูตรการฝึกอบรม			
เนื้อหาของหลักสูตรในการฝึกอบรม	4.34	0.86	มาก
ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ ก่อนการฝึกอบรม	2.26	0.76	น้อย
ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลังการฝึกอบรม	4.62	0.64	มากที่สุด
ประโยชน์ที่คิดว่าจะนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้งาน	4.48	0.70	มาก
เฉลี่ย	3.92	0.74	มาก
วิทยากร			
การถ่ายทอดและความรู้ของวิทยากร	4.62	0.76	มากที่สุด
การตอบคำถามของวิทยากร	4.56	0.70	มาก
เฉลี่ย	4.59	0.73	มาก
การจัดการ			
ระยะเวลาในการอบรม	4.24	0.68	มาก
เอกสารประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม	4.20	0.70	มาก
สถานที่และบริการอื่น ๆ	4.76	0.48	มาก
เฉลี่ย	4.40	0.62	มาก
โดยสรุปภาพรวม	4.30	0.72	มาก

3. การศึกษาความพึงพอใจ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทโดยการฝึกอบรม มีความพึงพอใจ ระดับมาก (4.47 ± 0.58) ในเรื่องเกษตรกรกระตือรือร้นและสนุกกับการฝึกอบรม และในรายละเอียดอื่น ๆ นั้น เกษตรกรมีความพึงพอใจระดับมากในทุกข้อ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ความพึงพอใจโดยภาพรวมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยโดยการฝึกอบรม

ข้อคำถาม	เฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
เนื้อหาการฝึกอบรมเข้าใจง่าย	4.40	0.72	มาก
เนื้อหาการฝึกอบรมสอดคล้องกับความต้องการ	4.34	0.60	มาก
ได้รับคำแนะนำการช่วยเหลือวิทยากรและเพื่อน ๆ ในการฝึกอบรม	4.50	0.72	มาก
วิทยากรมีทักษะการฝึกอบรมน่าสนใจ	4.46	0.42	มาก
วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ ความสามารถ และทักษะ	4.48	0.52	มาก
เกษตรกรมีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	4.18	0.68	มาก
การจัดกิจกรรมจากการฝึกอบรมที่ทำให้ได้รับความรู้ และพัฒนาทักษะ	4.56	0.62	มาก
เกษตรกรสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.52	0.68	มาก
เกษตรกรกระตือรือร้นและสนุกกับการฝึกอบรม	4.60	0.46	มากที่สุด
การฝึกอบรมช่วยให้เกษตรกรมีความก้าวหน้ากับการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย	4.68	0.42	มาก
ระดับความพึงพอใจ	4.47	0.58	มาก

การส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง

การทดลองใช้เทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสมเพื่อ ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐานในการวิจัย (Base on farm test)

1. การวิจัยเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อม (Environment modified) ที่เอื้ออำนวยสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมือง ผลการทดลองปรากฏดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 อิทธิพลของสภาพแวดล้อม

ผลการศึกษาปัจจัยของสภาพแวดล้อมในระหว่างทำการทดลอง พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และช่วงแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด เท่ากับ 34.86 ± 0.62 , 29.80 ± 0.40 , 24.74 ± 0.18 และ 10.12 ± 0.07 °C ตามลำดับ และมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 77.75 ± 4.84 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะดำ อุณหภูมิจากแท่งปรอทแห้ง และการแผ่รังสี เท่ากับ 49.64 ± 5.16 , 37.42 ± 0.20 และ 12.22 ± 0.10 °C และ ค่า THI เท่ากับ 86.64 ± 4.86 ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมในระหว่างการทดลอง

ปัจจัยสภาพแวดล้อม	เฉลี่ย
อุณหภูมิสูงสุด ($^{\circ}\text{C}$)	34.86 ± 0.62
อุณหภูมิต่ำสุด ($^{\circ}\text{C}$)	29.80 ± 0.40
อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)	24.74 ± 0.18
ช่วงแตกต่าง ($^{\circ}\text{C}$)	10.12 ± 0.07
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	77.75 ± 4.84
อุณหภูมิจากกระเปาะดำ ($^{\circ}\text{C}$)*	49.64 ± 5.16
อุณหภูมิจากแท่งปรอทแห้ง ($^{\circ}\text{C}$)	37.42 ± 0.20
การแผ่รังสี ($^{\circ}\text{C}$)	12.22 ± 0.10
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ (THI)	86.64 ± 4.86

หมายเหตุ * อุณหภูมิที่วัดได้จากใจกลางของกระเปาะทองเหลืองพันด้วยสีดำด้านคืออุณหภูมิและความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีรวมกัน

1.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของลักษณะของโรงเรือนที่มีต่อสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรือนหลังคา 2 ชั้น พบว่า ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบด้วย มีอุณหภูมิจาก กระเปาะดำ เท่ากับ 36.30 ± 0.46 , 34.32 ± 0.62 และ 32.40 ± 0.84 $^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิจากแท่งปรอทแห้ง เท่ากับ 33.84 ± 0.34 , 32.86 ± 0.24 และ 30.62 ± 0.24 $^{\circ}\text{C}$ การแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ เท่ากับ 2.54 ± 0.07 , 1.46 ± 0.08 และ 1.62 ± 0.06 $^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิเฉลี่ยในโรงเรือน เท่ากับ 29.86 ± 0.40 , 28.24 ± 0.36 และ 27.76 ± 0.28 $^{\circ}\text{C}$ ช่วงแตกต่างอุณหภูมิสูงกับต่ำสุด เท่ากับ 11.62 ± 0.16 , 10.48 ± 0.14 และ 8.12 ± 0.08 $^{\circ}\text{C}$ และดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 80.28 ± 5.04 , 78.76 ± 4.82 และ 76.14 ± 2.54 ซึ่งความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 4.10 ค่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศในโรงเรียนเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย
ในระหว่างการทดลอง

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	โรงเรียนปกติ	โรงเรียนหลังคา ชั้นเดียว	โรงเรียนหลังคา 2 ชั้น
อุณหภูมิจากกระเปาะดำ ($^{\circ}\text{C}$)	36.30 ± 0.46^a	34.32 ± 0.62^a	32.40 ± 0.34^b
อุณหภูมิจากแท่งปรอทแห้ง ($^{\circ}\text{C}$)	33.76 ± 0.48^a	32.86 ± 0.32^a	30.78 ± 0.32^b
การแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ ($^{\circ}\text{C}$)	2.54 ± 0.07^a	1.46 ± 0.08^a	1.62 ± 0.06^b
อุณหภูมิเฉลี่ยในโรงเรียน ($^{\circ}\text{C}$)	29.86 ± 0.40^a	28.24 ± 0.36^a	27.76 ± 0.28^b
ช่วงแตกต่างอุณหภูมิสูงกับต่ำสุด ($^{\circ}\text{C}$)	11.62 ± 0.16^a	10.48 ± 0.14^a	8.12 ± 0.08^b
ดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ (THI)	80.28 ± 5.04^a	78.76 ± 4.82^a	76.14 ± 2.54^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในระหว่างการทดลองเลี้ยงโค พื้นเมืองไทย ซึ่งจะมีค่า THI สูง ทำให้มีผลกระทบทำให้สภาพอากาศในโรงเรียนปกติมี อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิ ในโรงเรียนมีหลังคา ชั้นเดียวและโรงเรียนหลังคา 2 ชั้น

1.3 การเปลี่ยนของโลหิตวิทยา และระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล

1) ฮีมาโตคริต

ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนปกติ โรงเรียนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรียนหลังคา 2 ชั้น มีค่าฮีมาโตคริต ก่อนการทดลอง เท่ากับ 29.46 ± 0.32 , 29.68 ± 0.42 และ 29.38 ± 0.32 และระหว่างการทดลอง เท่ากับ 29.74 ± 0.30 , 32.47 ± 0.36 กับ 32.98 ± 0.39 หลังการทดลอง เท่ากับ 29.86 ± 0.28 , 33.94 ± 0.34 และ 36.46 ± 0.46 และเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 29.68 ± 0.30 , 32.03 ± 0.37 และ 32.94 ± 0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.11

2) ฮีโมโกลบิน

ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนปกติ โรงเรียนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรียนหลังคา 2 ชั้น มีค่าฮีโมโกลบิน ก่อนการทดลอง เท่ากับ 32.45 ± 0.48 , 32.69 ± 0.67 และ 32.74 ± 0.54 ระหว่างการทดลอง เท่ากับ 34.26 ± 0.42 , 35.49 ± 0.62 และ 36.34 ± 0.57 หลังการทดลอง เท่ากับ 12.04 ± 0.04 กับ 13.67 ± 0.06 และตลอดการทดลอง เท่ากับ 34.28 ± 0.47 , 35.60 และ 35.77 ± 0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.11

3) กลูโคสในเลือด

ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนปกติ โรงเรียนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรียนหลังคา 2 ชั้น มีค่ากลูโคสในเลือด ก่อนการทดลอง เท่ากับ 40.87 ± 0.64 , 40.58 ± 0.37 และ $40.38 \pm$

0.69 ระหว่างการทดลอง เท่ากับ 42.17 ± 0.41 , 44.04 ± 0.63 และ 44.67 ± 0.67 หลังการทดลอง เท่ากับ 44.58 ± 0.51 , 46.49 ± 0.46 และ 47.86 ± 0.58 และเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 42.54 ± 0.52 , 43.70 ± 0.47 และ 44.30 ± 0.63 มิลลิกรัม / 100 มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.11

4) ยูเรียในเลือด

ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และ โรงเรือนหลังคา 2 ชั้น มีค่ายูเรียในเลือด ก่อนการทดลอง เท่ากับ 12.54 ± 0.35 , 12.64 ± 0.37 และ 12.58 ± 0.35 และระหว่างการทดลอง เท่ากับ 13.78 ± 0.48 , 15.62 ± 0.40 และ 16.87 ± 0.40 หลังการทดลอง เท่ากับ 16.42 ± 0.36 , 17.39 ± 0.46 และ 18.60 ± 0.42 และเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 14.25 ± 0.40 , 15.22 ± 0.41 และ 16.02 ± 0.39 มิลลิกรัม / 100 มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.11

5) คอรัติซอล

ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และ โรงเรือนหลังคา 2 ชั้น มีค่าคอรัติซอล ก่อนการทดลอง เท่ากับ 14.46 ± 0.02 , 13.84 ± 0.03 และ 12.94 ± 0.02 ระหว่างการทดลอง เท่ากับ 10.08 ± 0.03 , 9.50 ± 0.03 และ 9.64 ± 0.03 หลังการทดลอง เท่ากับ 10.07 ± 0.04 , 9.44 ± 0.02 และ 9.78 ± 0.04 และเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 11.54 ± 0.03 , 10.92 ± 0.03 และ 10.78 ± 0.03 มิลลิกรัม/ 100 มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.11

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4.11 พบว่า สภาพ ของ โรงเรือน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองไทย โดยจะมีผลกระทบต่อโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงอยู่ในสภาพ โรงเรือนปกติมากกว่าโรงเรือนหลังคาชั้นเดียวและโรงเรือน หลังคา 2 ชั้น แต่เมื่อตรวจสอบความแตกต่างแล้วปรากฏว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยโลหิตวิทยาและฮอโมนคอร์ติซอลของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบต่าง ๆ

สัตว์วิทยาทั่วไป	โรงเรือนปกติ	โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว	โรงเรือนหลังคา 2 ชั้น
ฮีมาโตคริต (%)			
ก่อนการทดลอง	29.46 ± 0.32	29.68 ± 0.42	29.38 ± 0.32
ระหว่างการทดลอง	29.74 ± 0.30	32.47 ± 0.36	32.98 ± 0.39
หลังการทดลอง	29.86 ± 0.28	33.94 ± 0.34	36.46 ± 0.46
ตลอดการทดลอง	29.68 ± 0.30	32.03 ± 0.37	32.94 ± 0.39
ฮีโมโกลบิน (%)			
ก่อนการทดลอง	32.45 ± 0.48	32.68 ± 0.67	32.74 ± 0.54
ระหว่างการทดลอง	34.26 ± 0.42	35.49 ± 0.62	36.34 ± 0.57
หลังการทดลอง	36.12 ± 0.52	38.63 ± 0.66	38.24 ± 0.48
ตลอดการทดลอง	34.28 ± 0.47	35.60 ± 0.65	35.77 ± 0.53
กลูโคสในเลือด (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)			
ก่อนการทดลอง	40.87 ± 0.64	40.58 ± 0.37	40.38 ± 0.69
ระหว่างการทดลอง	42.17 ± 0.41	44.04 ± 0.63	44.67 ± 0.61
หลังการทดลอง	44.58 ± 0.51	46.49 ± 0.46	47.86 ± 0.58
ตลอดการทดลอง	42.54 ± 0.52	43.70 ± 0.47	44.30 ± 0.63
ยูเรียในเลือด (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)			
ก่อนการทดลอง	12.54 ± 0.35	12.64 ± 0.37	12.58 ± 0.35
ระหว่างการทดลอง	13.78 ± 0.48	15.62 ± 0.40	16.87 ± 0.40
หลังการทดลอง	16.42 ± 0.36	17.39 ± 0.46	18.60 ± 0.42
ตลอดการทดลอง	14.25 ± 0.40	15.22 ± 0.41	16.02 ± 0.39
ฮอโมนคอร์ติซอล (นาโนกรัม/ มิลลิลิตร)			
ก่อนการทดลอง	14.46 ± 0.02	13.84 ± 0.03	12.94 ± 0.02
ระหว่างการทดลอง	10.08 ± 0.03	9.50 ± 0.03	9.64 ± 0.03
หลังการทดลอง	10.07 ± 0.04	9.44 ± 0.02	9.78 ± 0.04
ตลอดการทดลอง	11.54 ± 0.03	10.92 ± 0.03	10.78 ± 0.03

1.4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยา

1) สรีรวิทยาทั่วไป

ผลการ ศึกษาอิทธิพลของลักษณะโรงเรือน เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาทั่วไป พบว่า โรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว กับโรงเรือนหลังคา 2 ชั้น พบว่า มีอุณหภูมิ ทวารหนัก เท่ากับ 39.42 ± 0.24 , 39.28 ± 0.36 กับ 39.18 ± 0.32 °ซ อัตราการเดินของชีพจร เท่ากับ 72.64 ± 5.26 , 68.12 ± 4.34 กับ 62.74 ± 3.06 ครั้ง/นาที อัตราการหายใจ เท่ากับ 51.78 ± 2.54 , 48.16 ± 2.04 กับ 46.36 ± 1.84 ครั้ง/นาที สัมประสิทธิ์การทนทานความร้อน เท่ากับ 82.78 ± 4.64 , 84.78 ± 3.92 กับ 86.40 ± 2.84 เปอร์เซนต์ อัตราการขับเหงื่อ เท่ากับ 912.12 ± 14.46 , 849.48 ± 12.72 กับ 886.76 ± 10.86 มิลลิลิตร/ตาราง เมตร/ชั่วโมง และปริมาณน้ำดื่ม เท่ากับ 42.48 ± 4.82 , 40.94 ± 4.48 กับ 36.86 ± 3.75 ลิตร/วัน ตามลำดับ ซึ่งตามแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 อิทธิพลของโรงเรือนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปของไก่พื้นเมืองไทย

สรีรวิทยาทั่วไป	โรงเรือนปกติ	โรงเรือนหลังคา ชั้นเดียว	โรงเรือนหลังคา 2 ชั้น
อุณหภูมิทวารหนัก (°ซ)	39.42 ± 0.24^a	39.28 ± 0.36^a	39.18 ± 0.32^b
อัตราการเดินของชีพจร (ครั้ง/นาที)	72.64 ± 5.26^a	68.12 ± 4.34^a	62.74 ± 3.06^b
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	51.78 ± 2.54^a	48.16 ± 2.04^a	46.36 ± 1.84^b
สัมประสิทธิ์การทนทานความร้อน (%)	82.78 ± 4.64^a	84.78 ± 3.92^a	86.40 ± 2.84^b
อัตราการขับเหงื่อ (มล./ม ² /ชม.)	912.12 ± 14.46^a	894.48 ± 12.72^a	886.76 ± 10.86^b
ปริมาณน้ำดื่ม (ลิตร/วัน)	42.48 ± 4.82^a	40.94 ± 4.48^a	36.86 ± 3.75^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ดังนั้นผลการทดลองเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยโดยเปรียบเทียบโรงเรือนซึ่งมีผลกระทบทำให้เกิดการแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และอัตราการขับเหงื่อของโค พื้นเมืองไทยที่เลี้ยงดูในสภาพโรงเรือนปกติ มีค่าสูงกว่าโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงในสภาพในโรงเรือนที่ปรับปรุงให้มีหลังคา 2 ชั้น ($P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่าโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงในสภาพโรงเรือนปกติจะเกิดความเครียดจากความร้อนสูงกว่าโรงเรือนที่ปรับปรุงให้มีหลังคา 2 ชั้น ซึ่งจะส่งผลทำให้สัมประสิทธิ์การทนทานต่อความร้อนมีค่าต่ำลง

2) อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปสัปดาห์สัตว์

ผลการ ประเมิน โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย พบว่า โรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรือนที่ปรับปรุงให้มีหลังคา 2 ชั้น พบว่า การทนทานต่อความร้อน มีค่าเท่ากับ 3.78

± 0.62 (ระดับมาก), 3.89 ± 0.54 (ระดับมาก) และ 4.27 ± 0.70 (ระดับมาก) การเคี้ยวเอื้อง มีค่าเท่ากับ 3.52 ± 0.78 (ระดับมาก) 3.60 ± 0.72 กับ 3.84 ± 0.63 (ระดับ มาก) การหอบใจ มีค่าเท่ากับ 4.24 ± 0.47 (ระดับ มาก) กับ 3.94 ± 0.74 (ระดับ มาก) การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ มีค่าเท่ากับ 3.82 ± 0.36 (ระดับมาก) 3.44 ± 0.28 กับ 3.50 ± 0.40 (ระดับปานกลาง) และ การนอนพักผ่อน มีค่าเท่ากับ 4.72 ± 0.658 (ระดับ มากที่สุด กับ 3.94 (ระดับ ปานกลาง) ตามลำดับ ซึ่งในทุกพฤติกรรมทางด้านสวัสดิภาพสัตว์ ในด้านการลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ กับ การนอนพักผ่อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังตารางที่ 4.13

3) ผลของอิทธิพลสภาพแวดล้อมต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต

ผลการ ประเมินโดยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย พบว่า โรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และ โรงเรือนที่ปรับปรุงให้มีหลังคา 2 ชั้น พบว่า ปริมาณการกินอาหารอาหาร หยิบและอาหารขึ้น มีค่าเท่ากับ 3.64 ± 0.57 (ระดับมาก), 3.92 ± 0.62 (ระดับมาก) และ 4.38 ± 0.68 (ระดับมาก) การเจริญเติบโต การเพิ่ม น้ำหนัก ระดับความอ้วน /พอม ที่เหมาะสมกับอายุ มีค่าเท่ากับ 3.70 ± 0.72 (ระดับมาก) 3.94 ± 0.67 (ระดับมาก) 4.52 ± 0.68 (ระดับมากที่สุด) โครงสร้างหรือรูปร่างของลำตัวสัตว์ ประกอบกับค่าคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย มีค่าเท่ากับ 3.63 ± 0.60 (ระดับมาก), 3.88 ± 0.61 (ระดับมาก) และ 4.54 ± 0.64 (ระดับมากที่สุด) ส่วนหัวและอก รุงมูก ดวงตาและคอมีค่าเท่ากับ 3.66 ± 0.62 (ระดับมาก), 3.96 ± 0.63 (ระดับมาก) และ 4.34 ± 0.68 (ระดับมาก) ส่วนหน้าของร่างกาย ไหล่ อก หน้าขา และพื้นที่อกมีค่าเท่ากับ 3.56 ± 0.67 (ระดับมาก) 3.78 ± 0.67 (ระดับมาก) และ 4.47 ± 0.64 (ระดับมาก) ส่วนลำตัว สันหลังและบริเวณสันหลัง สวาปหน้า สวาปหลัง และซี่โครงมีค่าเท่ากับ 3.60 ± 0.62 (ระดับมาก), 3.71 ± 0.64 (ระดับมาก) และ 4.48 ± 0.60 (ระดับมาก) และส่วนหลังของร่างกาย สะโพก ขาหลัง โคนหาง ดันขาด้านนอก หรือขาด้านข้างและดันขาด้านในมีค่าเท่ากับ 3.62 ± 0.64 (ระดับมาก), 3.64 ± 0.66 (ระดับมาก) และ 4.45 ± 0.67 (ระดับมาก) ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ลักษณะในด้านสมรรถการเจริญเติบโตซึ่งได้แก่ การเจริญเติบโต การเพิ่ม น้ำหนัก ระดับความอ้วน /พอม ที่เหมาะสมกับอายุ กับ โครงสร้างหรือรูปร่างของลำตัวสัตว์ ประกอบกับค่าคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย ความแตกต่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนในลักษณะอื่นๆ พบว่า ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.13 แสดงอิทธิพลของโรงเรียนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไปของโศกณเมืองไทย

พฤติกรรม	โรงเรียนปกติ		โรงเรียนหลังคาชั้นเดียว		โรงเรียนหลังคา 2 ชั้น	
	$\bar{X} \pm S.D.$	แปลผล	$\bar{X} \pm S.D.$	แปลผล	$\bar{X} \pm S.D.$	แปลผล
1. สรีรวิทยาทั่วไปและพฤติกรรมสรีรภาพสัตว์						
1.1 การทนทานต่อความร้อน	3.78 ± 0.62	มาก	3.89 ± 0.54	มาก	4.27 ± 0.70	มาก
1.2 การเคี้ยวเอื้อง	3.52 ± 0.78	มาก	3.60 ± 0.72	มาก	3.84 ± 0.63	มาก
1.3 การหอบหายใจ	4.14 ± 0.47	มาก	4.04 ± 0.34	มาก	3.52 ± 0.40	มาก
1.4 การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ	3.82 ± 0.36^a	มาก	3.44 ± 0.28^a	ปานกลาง	3.32 ± 0.44^b	ปานกลาง
1.5 การนอนพักผ่อน	3.48 ± 0.68^a	มาก	3.40 ± 0.79^a	ปานกลาง	3.32 ± 0.26^b	ปานกลาง
2. สมรรถภาพการเจริญเติบโต						
2.1 ปริมาณการกินอาหารอาหารหยาบและอาหารข้น	3.64 ± 0.57	มาก	3.92 ± 0.62	มาก	4.38 ± 0.68	มาก
2.2 การเจริญเติบโต การเพิ่มน้ำหนัก ระดับความอ้วน/ผอม ที่เหมาะสมกับอายุ	3.70 ± 0.72	มาก	3.94 ± 0.67	มาก	4.52 ± 0.68	มากที่สุด
2.3 โครงสร้างหรือรูปร่างของลำตัวสัตว์ ประกอบกับค่าคะแนนความสมบูรณ์	3.63 ± 0.60	มาก	3.88 ± 0.61	มาก	4.54 ± 0.64	มากที่สุด
ของร่างกาย						
2.4 ส่วนหัวและอก รุงมูก ดวงตาและคอ	3.66 ± 0.62	มาก	3.96 ± 0.63	มาก	4.34 ± 0.68	มาก
2.5 ส่วนหน้าของร่างกาย ไหล่อก หน้าขา และพื้นท้อง	3.56 ± 0.67	มาก	3.78 ± 0.67	มาก	4.47 ± 0.64	มาก
2.6 ส่วนลำตัว สันหลังและบริเวณสันหลัง สวาปหน้า สวาปหลังและซี่โครง	3.60 ± 0.62	มาก	3.71 ± 0.64	มาก	4.48 ± 0.60	มาก
2.7 ส่วนหลังของร่างกาย สะโพก ขาหลัง โคนหาง ต้นขา ด้านนอก หรือขา	3.62 ± 0.64	มาก	3.64 ± 0.66	มาก	4.45 ± 0.67	มาก
ด้านข้างและด้านใน						

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสร้างสูตรอาหาร (Feed formulas) ต่อสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย

การทดลองครั้งนี้เป็นการเลือก ใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ในท้องถิ่น และมีราคาถูก ดังรายละเอียด การทดลองครั้งนี้เป็นการใช้ เมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และ เมล็ดฝ้ายเสริมในสูตรอาหารเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยซึ่งประกอบด้วย

สูตรที่ 1 สูตรอาหารเปรียบเทียบ

สูตรที่ 2 สูตรอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของเมล็ดยางพารา 15 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 3 สูตรอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม 15 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 4 สูตรอาหารผสมที่มีส่วนประกอบของเมล็ดฝ้าย 15 เปอร์เซ็นต์

โดยปรับอาหารสูตร 2-4 ให้มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ พลังงานย่อยได้ทั้งหมด (Total Digestible Nutrient, TDN) เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์และส่วนประกอบของแร่ธาตุ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของการทดลอง

1) ข้อมูลสภาพแวดล้อม

ผลการศึกษาปัจจัยของสภาพแวดล้อมในระหว่างทำการทดลอง พบว่า อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และช่วงแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 35.02 ± 0.41 , 29.68 ± 0.28 , 24.34 ± 0.16 และ 10.68 ± 0.26 °ซ ตามลำดับ และมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 80.78 ± 1.20 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะดำ อุณหภูมิจากแท่งปรอทแห้งและการแผ่รังสี มีค่าเท่ากับ 48.78 ± 0.94 , 37.26 ± 0.49 และ 11.52 ± 0.62 °ซ และค่า THI มีค่าเท่ากับ 88.74 ± 3.46 ดังตารางที่ 4.14

2) ข้อมูลการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์

การแผ่รังสีของแสงอาทิตย์มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของโรงเรือนทดลองสำหรับการทดลองเลี้ยงโค พื้นเมืองไทย ดังปรากฏผลจากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะดำ อุณหภูมิที่วัดจากเทอร์โมมิเตอร์ปรอทแห้ง มีค่าเท่ากับ 37.42 ± 0.62 และ 34.63 ± 0.58 °ซ ซึ่งมีการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ เท่ากับ 2.79 ± 0.03 °ซ อุณหภูมิปกติภายในโรงเรือนวัดจากปรอท อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และช่วงแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 32.86 ± 0.24 , 33.28 ± 0.41 , 28.31 ± 0.19 , 23.34 ± 0.16 และ 9.94 ± 0.24 °ซ ตามลำดับ และมีผลกระทบทำให้ค่า THI เฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 80.03 ± 2.48 ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมในระหว่างการทดลอง

ปัจจัยสภาพแวดล้อม	เฉลี่ย
อุณหภูมิสูงสุด (°ซ)	35.02 ± 0.41
อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ)	29.68 ± 0.28
อุณหภูมิต่ำสุด (°ซ)	24.34 ± 0.16
ช่วงแตกต่าง (°ซ)	10.68 ± 0.26
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	80.78 ± 1.20
อุณหภูมิจากกระเปาะดำ (°ซ)*	48.78 ± 0.94
อุณหภูมิจากแท่งปรอทแห้ง (°ซ)	37.26 ± 0.49
การแผ่รังสี (°ซ)	11.52 ± 0.62
ค่า THI	88.74 ± 3.46

หมายเหตุ * อุณหภูมิที่วัดได้จากใจกลางของกระเปาะทองเหลืองพันด้วยสีดำด้านคืออุณหภูมิและความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีรวมกัน

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า THI กับ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และช่วงแตกต่างของอุณหภูมิสูงกับต่ำสุด

ปัจจัยสภาพแวดล้อม	ปัจจัยสภาพแวดล้อม				
	THI	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย	อุณหภูมิต่ำสุด	ช่วงแตกต่าง
THI	1.00**	0.72**	0.54**	0.72**	0.62**
อุณหภูมิสูงสุด	0.74**	1.00**	0.62**	0.96**	0.90**
อุณหภูมิเฉลี่ย	0.51**	0.64**	1.00**	0.78**	0.30**
อุณหภูมิต่ำสุด	0.72**	0.92**	0.78**	1.00**	0.80**
ช่วงแตกต่าง	0.58**	0.90**	0.30**	0.76**	1.00**

หมายเหตุ ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และช่วงแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) และเมื่อนำมาคิดในลักษณะดัชนีอุณหภูมิ- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (THI) แล้ว ปรากฏว่า เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าสูงขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับค่า THI ที่สูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.16 อิทธิพลของการแผ่รังสีจากแสงอาทิตย์

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม	ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์
อุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะดำ ($^{\circ}\text{C}$)	37.42 ± 0.62
อุณหภูมิที่วัดจากเทอร์โมมิเตอร์ปรอทแห้ง ($^{\circ}\text{C}$)	34.63 ± 0.58
การแผ่รังสีของแสงอาทิตย์	2.79 ± 0.34
อุณหภูมิปกติภายในโรงเรือนวัดจากปรอท ($^{\circ}\text{C}$)	32.86 ± 0.24
อุณหภูมิที่วัดภายในโรงเรือน	
- อุณหภูมิสูงสุด ($^{\circ}\text{C}$)	33.28 ± 0.41
- อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)	28.31 ± 0.19
- อุณหภูมิต่ำสุด ($^{\circ}\text{C}$)	23.34 ± 0.16
- ช่วงอุณหภูมิแตกต่าง ($^{\circ}\text{C}$)	9.94 ± 0.24
- THI	80.03 ± 2.48

3.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

1) สรีรวิทยาโดยทั่วไป

ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยทั่วไป ในโคขุน โพนยางคำที่ได้รับอาหาร 4 สูตร คือ สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า อิทธิพลของสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง THI มีค่าสูงขึ้นจะมีผลกระทบทำให้อัตราการหายใจ มีค่าเท่ากับ 70.34 ± 5.68 , 72.00 ± 6.73 , 72.00 ± 6.73 และ 70.34 ± 3.5 ครั้ง/นาที อัตราการเดินของชีพจร มีค่าเท่ากับ 70.24 ± 4.76 , 68.86 ± 3.62 , 68.20 ± 3.89 และ 67.98 ± 3.84 ครั้ง/นาที และอุณหภูมิทวารหนัก มีค่าเท่ากับ 39.34 ± 0.03 , 39.30 ± 0.03 , 39.32 ± 0.03 และ 39.24 ± 0.03 $^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 19

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การทนทานต่อความร้อน มีค่าเท่ากับ 80.95 ± 4.60 , 82.65 ± 5.14 , 82.74 ± 4.20 และ 83.96 ± 2.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และอัตรา การขับเหงื่อ มีค่าเท่ากับ 924.12 ± 26.83 , 938.42 ± 20.48 , 942.86 ± 21.74 และ 940.49 ± 18.68 มิลลิเมตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ และ ปริมาณการดื่มน้ำ มีค่าเท่ากับ 42.23 ± 2.54 , 41.74 ± 2.38 , 43.48 ± 2.62 และ 44.30 ± 2.71 ลิตร/วัน ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยลักษณะทางสรีรวิทยาทั่วไปของโคพื้นเมืองไทย

สรีรวิทยาทั่วไป	สูตรอาหารที่			
	1	2	3	4
อุณหภูมิทวารหนัก ($^{\circ}\text{C}$)	39.34 ± 0.03	39.30 ± 0.03	39.32 ± 0.03	39.24 ± 0.03
อัตราการเดินของชีพจร ($^{\circ}\text{C}$)	70.24 ± 4.76	68.86 ± 3.62	68.20 ± 3.89	67.98 ± 3.84
อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที)	70.34 ± 5.68	72.00 ± 6.73	72.00 ± 6.73	70.34 ± 3.51
ส.ป.ส. การทนทานความร้อน (%)	80.95 ± 4.60	82.65 ± 5.14	82.74 ± 4.20	83.96 ± 2.47
อัตราการขับเหงื่อ (มล/ม ² /ชม)	924.12 ± 26.83	938.42 ± 20.48	942.86 ± 21.74	940.49 ± 18.68
ปริมาณการดื่มน้ำ (l/d)	42.23 ± 2.54	41.74 ± 2.38	43.48 ± 2.62	44.30 ± 2.71

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2) สวัสดิภาพสัตว์

ผลจากศึกษาพฤติกรรมทางด้านสวัสดิภาพสัตว์ ในโคพื้นเมืองไทย ได้รับสูตรอาหาร 4 สูตร คือ สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า การเคี้ยวเอื้อง มีค่าเท่ากับ 4.16 ± 0.12 (ระดับมาก), 4.20 ± 0.16 (ระดับมาก), 4.24 ± 0.14 , (ระดับมาก) และ 4.16 ± 0.15 (ระดับ มาก) ตามลำดับ ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) การหอบหายใจ มีค่าเท่ากับ 2.46 ± 0.20 (ระดับปานกลาง), 2.36 ± 0.24 (ระดับปานกลาง), 2.42 ± 0.28 (ระดับปานกลาง) และ 2.34 ± 0.26 (ระดับปานกลาง) ตามลำดับ การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ มีค่าเท่ากับ 2.36 ± 0.32 (ระดับปานกลาง), 2.38 ± 0.28 (ระดับปานกลาง), 2.38 ± 0.26 (ระดับปานกลาง) และ 2.30 ± 0.24 (ระดับปานกลาง) ตามลำดับ และการนอนพักผ่อน มีค่าเท่ากับ 2.42 ± 0.20 (ระดับ มากที่สุด), 2.38 ± 0.24 (ระดับ มาก), 2.32 ± 0.25 (ระดับปานกลาง) และ 2.48 ± 0.24 (ระดับปานกลาง) ตามลำดับ จากวิเคราะห์ทางสถิติในทุกๆ ลักษณะพฤติกรรมสวัสดิภาพ ปรากฏว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยการแสดงผลพฤติกรรมทางด้านสวัสดิภาพสัตว์ของโคพื้นเมืองไทย

พฤติกรรม	สูตรอาหารที่							
	1		2		3		4	
	X $\pm$ S.D.	แปลผล	X $\pm$ S.D.	แปลผล	X $\pm$ S.D.	แปลผล	X $\pm$ S.D.	แปลผล
การเคี้ยวเอื้อง	4.16 ± 0.12	มาก	4.20 ± 0.16	มาก	4.24 ± 0.14	มาก	4.16 ± 0.15	มาก
การหอบหายใจ	2.46 ± 0.20	ปานกลาง	2.36 ± 0.24	ปานกลาง	2.42 ± 0.28	ปานกลาง	2.34 ± 0.26	ปานกลาง
การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ	2.36 ± 0.32	ปานกลาง	2.38 ± 0.28	ปานกลาง	2.38 ± 0.26	ปานกลาง	2.30 ± 0.24	ปานกลาง
การนอนพักผ่อน	2.42 ± 0.20	ปานกลาง	2.38 ± 0.24	ปานกลาง	2.32 ± 0.25	ปานกลาง	2.48 ± 0.24	ปานกลาง

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3) การเปลี่ยนแปลงทางด้านโลหิตวิทยา

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านโลหิตวิทยาในโค พื้นเมืองไทย ที่ได้รับ สูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ผลการศึกษาค่าฮีมาโตคริต

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยทางโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าฮีมาโตคริต ก่อนการทดลองเท่ากับ 29.34 ± 0.32 , 29.72 ± 0.30 , 29.38 ± 0.34 และ 30.40 ± 0.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระหว่างการทดลองมีค่าเท่ากับ 32.46 ± 0.41 , 34.04 ± 0.34 , 35.72 ± 0.46 และ 33.24 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 34.26 ± 0.39 , 36.86 ± 0.42 , 37.02 ± 0.37 และ 36.14 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 32.02 ± 0.37 , 33.54 ± 0.35 , 34.04 ± 0.39 และ 33.26 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากวิเคราะห์ทางสถิติ ปรากฏว่า ส่วนระยะเวลาในการเจาะเลือดเพื่อทำการศึกษาค่าฮีมาโตคริต พบว่า ก่อนการทดลองระหว่างการทดลอง หลังการทดลอง และตลอดการทดลอง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยฮีมาโตคริต ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

สูตรอาหารที่	ฮีมาโตคริต (%)			
	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง	ตลอดการทดลอง
1	29.34 ± 0.32	32.46 ± 0.41	34.26 ± 0.39	32.02 ± 0.37
2	29.72 ± 0.30	34.04 ± 0.34	36.86 ± 0.42	33.54 ± 0.35
3	29.38 ± 0.34	35.72 ± 0.46	37.02 ± 0.37	34.04 ± 0.39
4	30.40 ± 0.43	33.24 ± 0.32	36.14 ± 0.40	33.26 ± 0.38

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์กันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

(2) ผลการศึกษาค่าฮีโมโกลบิน

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยทางโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าฮีโมโกลบิน ก่อนการทดลองเท่ากับ 30.14 ± 0.42 , 32.50 ± 0.39 , 31.25 ± 0.36 และ 32.34 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระหว่างการทดลองมีค่าเท่ากับ 34.64 ± 0.44 , 34.18 ± 0.48 , 34.78 ± 0.64 และ 35.86 ± 0.53 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 36.00 ± 0.60 , 38.48 ± 0.72 , 36.25 ± 0.60 และ 38.30 ± 0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 33.59 ± 0.49 , 35.05 ± 0.53 , 34.09 ± 0.53 และ 35.50 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากวิเคราะห์ทางสถิติของฮีโมโกลบินในทุกสูตรอาหาร ปรากฏว่าความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ระยะเวลาในการเจาะเลือดเพื่อทำการศึกษาค่าฮีโมโกลบิน พบว่าความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยฮีโมโกลบิน ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

สูตรอาหารที่	ฮีโมโกลบิน (%)			
	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง	ตลอดการทดลอง
1	30.14 ± 0.42	34.64 ± 0.44	36.00 ± 0.60	33.59 ± 0.49
2	32.50 ± 0.39	34.18 ± 0.48	38.48 ± 0.72	35.05 ± 0.53
3	31.25 ± 0.36	34.78 ± 0.64	36.25 ± 0.60	34.09 ± 0.53
4	32.34 ± 0.32	35.86 ± 0.53	38.30 ± 0.64	35.50 ± 0.50

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

(3) ผลการศึกษาระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล

ผลการศึกษาระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 ก่อนการทดลอง เท่ากับ 13.02 ± 0.04 , 14.72 ± 0.03 , 13.28 ± 0.04 และ 12.54 ± 0.05 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างการทดลอง มีค่าเท่ากับ 12.62 ± 0.04 , 13.48 ± 0.02 , 12.02 ± 0.04 และ 12.02 ± 0.04 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 10.24 ± 0.04 , 10.76 ± 0.04 , 9.82 ± 0.03 และ 10.04 ± 0.02 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 11.96 ± 0.03 , 12.99 ± 0.03 , 11.75 ± 0.04 และ 11.53 ± 0.05 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างกันอย่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และในส่วน ระยะเวลาในการเจาะเลือดเพื่อทำการศึกษาค่าฮีโมโกลบิน พบว่า ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยฮอร์โมนคอร์ติซอล ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

สูตรอาหารที่	ฮอร์โมนคอร์ติซอล (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร)			
	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง	ตลอดการทดลอง
1	13.02 ± 0.04	12.62 ± 0.04	10.24 ± 0.04	11.96 ± 0.03
2	14.72 ± 0.03	13.48 ± 0.02	10.76 ± 0.04	12.99 ± 0.03
3	13.28 ± 0.04	12.14 ± 0.04	9.82 ± 0.03	11.75 ± 0.04
4	12.54 ± 0.05	12.02 ± 0.04	10.04 ± 0.02	11.53 ± 0.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

(4) ผลการศึกษาระดับกลูโคส

ผลการศึกษาระดับกลูโคสในเลือดของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 ก่อนการทดลอง เท่ากับ 42.20 ± 0.48 , 42.14 ± 0.74 , 44.50 ± 0.64 และ 43.26 ± 0.68 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างการทดลองมีค่าเท่ากับ 42.40 ± 0.68 , 42.65 ± 0.69 , 45.29 ± 0.72 และ 43.40 ± 0.48 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) หลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 44.36 ± 0.70 , 42.45 ± 0.64 , 45.47 ± 0.62 และ 44.36 ± 0.72 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 42.99 ± 0.62 , 42.41 ± 0.69 , 45.09 ± 0.66 และ 43.67 ± 0.63 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างกันอย่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และจากวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาในการเจาะเลือดเพื่อการศึกษา ค่าระดับกลูโคส พบว่า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยของความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลความแตกต่างของระดับกลูโคสในเลือด ในระยะก่อนกับหลังการทดลองและระหว่างการทดลองค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดของโคพื้นเมืองไทย

สูตรอาหารที่	กลูโคสในเลือด (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)			
	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง	ตลอดการทดลอง
1	42.20 ± 0.48	42.40 ± 0.68	44.36 ± 0.70	42.99 ± 0.62
2	42.14 ± 0.74	42.65 ± 0.69	42.45 ± 0.64	42.41 ± 0.69
3	44.50 ± 0.64	45.29 ± 0.72	45.47 ± 0.62	45.09 ± 0.66
4	43.26 ± 0.68	43.40 ± 0.48	44.36 ± 0.72	43.67 ± 0.63

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

(5) ผลการศึกษาระดับยูเรียไนโตรเจน

ผลการศึกษาระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดของ โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 ก่อนการทดลอง เท่ากับ 14.04 ± 0.25 , 14.06 ± 0.27 , 14.06 ± 0.09 และ 14.10 ± 0.06 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างการทดลองมีค่าเท่ากับ 15.17 ± 0.41 , 15.09 ± 0.51 , 14.97 ± 0.36 และ 15.24 ± 0.20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 15.66 ± 0.32 , 16.12 ± 0.14 , 16.11 ± 0.37 และ 16.08 ± 0.24 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 15.66 ± 0.32 , 16.12 ± 0.14 , 16.11 ± 0.37 และ 16.14 ± 0.20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนระยะเวลาในการเจาะเลือดเพื่อทำการศึกษา ค่าระดับยูเรียในโตรเจน พบว่า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยของความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลความแตกต่างของ ค่าระดับยูเรียในโตรเจนในระยะก่อนกับหลังการทดลองและระหว่างการทดลองค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยของยูเรียในโตรเจนในเลือดของ โคพื้นเมืองไทยก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

สูตรอาหารที่	ยูเรียในโตรเจน (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)			
	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง	หลังการทดลอง	ตลอดการทดลอง
1	14.04 ± 0.25	15.17 ± 0.41	15.66 ± 0.32	15.66 ± 0.32
2	14.06 ± 0.27	15.09 ± 0.51	16.12 ± 0.14	16.12 ± 0.14
3	14.06 ± 0.09	14.97 ± 0.36	16.11 ± 0.37	16.11 ± 0.37
4	14.10 ± 0.06	15.24 ± 0.20	16.08 ± 0.24	16.14 ± 0.20

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

4) ผลการเปรียบเทียบโภชนะในสูตรอาหาร

(1) การวิเคราะห์โภชนะในสูตรอาหาร

ผลการวิเคราะห์สูตรอาหารทดลอง สูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ พบว่า ความชื้น มีค่าเท่ากับ 8.36 ± 0.20 , 8.84 ± 0.32 , 8.68 ± 0.34 และ 8.74 ± 0.36 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง มีค่าเท่ากับ 91.48 ± 2.76 , 90.96 ± 3.04 , 91.36 ± 3.10 และ 91.08 ± 3.24 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน มีค่าเท่ากับ 12.32 ± 0.18 , 12.48 ± 0.14 , 12.24 ± 0.16 และ 12.34 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ ไขมันมีค่าเท่ากับ 5.72 ± 0.04 , 6.20 ± 0.04 , 6.28 ± 0.03 และ 6.34 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟต มีค่าเท่ากับ 26.48 ± 0.84 , 27.64 ± 0.74 , 29.76 ± 0.76 และ 28.04 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ ดิโนเซลลูโลส มีค่าเท่ากับ 22.68 ± 0.64 , 24.84 ± 0.72 , 24.06 ± 0.64 และ 24.72 ± 0.70 เปอร์เซ็นต์ เถ้าทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 9.14 ± 0.14 , 9.38 ± 0.16 , 9.76 ± 0.12 และ 9.94 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมมีค่าเท่ากับ 1.48 ± 0.02 , 1.64 ± 0.03 , 1.62 ± 0.02 และ 1.76 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.58 ± 0.04 , 0.62 ± 0.02 , 0.70 ± 0.02 และ 0.74 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ พลังงานทั้งหมดในอาหารมีค่าเท่ากับ 4.28 ± 0.03 , 4.38 ± 0.06 , 4.40 ± 0.04 และ 4.69 ± 0.02 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมตามลำดับ ผลการตรวจสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 แสดงส่วนประกอบของโภชนะของสูตรอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ ของโภชนะ	สูตรอาหารที่			
	1	2	3	4
ความชื้น (%)	8.36 ± 0.20	8.84 ± 0.32	8.68 ± 0.34	8.74 ± 0.36
วัตถุแห้ง (%)	91.48 ± 2.76	90.96 ± 3.04	91.36 ± 3.10	91.08 ± 3.24
โปรตีน (%)	12.32 ± 0.18	12.48 ± 0.14	12.24 ± 0.16	12.34 ± 0.12
ไขมัน (%)	5.72 ± 0.04	6.20 ± 0.04	6.28 ± 0.03	6.34 ± 0.04
ผนังเซลล์ (%)	26.48 ± 0.84	27.64 ± 0.74	29.76 ± 0.76	28.04 ± 0.58
ลิกโนเซลลูโลส (%)	22.68 ± 0.64	24.84 ± 0.72	24.06 ± 0.64	24.72 ± 0.70
เถ้า (%)	9.14 ± 0.14	9.38 ± 0.16	9.76 ± 0.12	9.94 ± 0.16
แคลเซียม (%)	1.48 ± 0.02	1.64 ± 0.03	1.62 ± 0.02	1.76 ± 0.03
ฟอสฟอรัส (%)	0.58 ± 0.04	0.62 ± 0.02	0.70 ± 0.02	0.74 ± 0.03
พลังงาน (กิโลแคลอรี/กก.)	4.28 ± 0.03	4.38 ± 0.06	4.40 ± 0.04	4.69 ± 0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

(2) การวิเคราะห์โภชนะในอาหารหยาบ

จากการวิเคราะห์อาหารหยาบ ที่ใช้เลี้ยงโค พื้นเมืองไทย ในตลอดการทดลอง คือ หนูขาว พบว่า มีส่วนประกอบ ของความชื้น วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 74.86 ± 1.48 , 25.14 ± 0.32 , 7.24 ± 0.26 , 2.24 ± 0.02 , 70.96 ± 2.86 , 40.84 ± 1.86 , 7.84 ± 0.30 , 0.48 ± 0.04 และ 0.26 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 3.42 ± 0.03 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 แสดงโภชนะของอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

รายการ	ส่วนประกอบของโภชนะ
ความชื้น (%)	74.86 ± 1.48
วัตถุแห้ง (%)	25.14 ± 0.32
โปรตีน (%)	7.24 ± 0.26
ไขมัน (%)	2.24 ± 0.02
ผนังเซลล์ (%)	70.96 ± 2.86
ลิกโนเซลลูโลส (%)	40.84 ± 1.86
เถ้า (%)	7.84 ± 0.30
แคลเซียม (%)	0.48 ± 0.04
ฟอสฟอรัส (%)	0.26 ± 0.02
พลังงาน (kcal/kg)	3.42 ± 0.03

(3) ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิต

ผลการทดลองเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารที่ได้รับสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ พบว่า ปริมาณอาหารหยาบ ที่กินได้ต่อวันมีค่าเท่ากับ 4.64 ± 0.28 , 4.48 ± 0.34 , 4.72 ± 0.38 และ 4.48 ± 0.32 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักเริ่มต้น เท่ากับ 220.64 ± 3.86 , 218.36 ± 3.28 , 226.40 ± 3.82 และ 220.62 ± 3.24 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ตามลำดับ น้ำหนักสุดท้าย เท่ากับ 270.20 ± 3.62 , 268.40 ± 3.44 , 277.80 ± 3.56 และ 271.60 ± 3.42 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.42 ± 0.01 , 0.42 ± 0.02 , 0.43 ± 0.01 และ 0.43 ± 0.02 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.26



ภาพที่ 4.1 โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับอาหารหยابในระหว่างการทดลอง



ภาพที่ 4.2 การทดลองใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นผสมในสูตรอาหารข้นเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

ตารางที่ 4.26 สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมืองไทย

ลักษณะที่ศึกษา	สูตรอาหารที่			
	1	2	3	4
ปริมาณอาหารที่กินได้				
อาหารข้น (กก.)	4.80	4.80	4.80	4.80
อาหารหยาบ (กก.)	4.64 ± 0.28	4.48 ± 0.34	4.72 ± 0.38	4.48 ± 0.32
สมรรถภาพการเจริญเติบโต				
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	220.64 ± 3.86	218.36 ± 3.28	226.40 ± 3.82	220.62 ± 3.24
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	270.20 ± 3.62	268.40 ± 3.44	277.80 ± 3.56	271.60 ± 3.42
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กก.)	0.42 ± 0.01	0.42 ± 0.02	0.43 ± 0.01	0.43 ± 0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันมีอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

การสะท้อนผลจากศักยภาพการเลี้ยงโคขุน

การติดตามและประเมินผลการดำเนินการ การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณา การต่อสรีรวิทยาการปรับตัวการทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชน จนปรากฏผลแล้ว ได้ดำเนินการประชุมเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับผลการวิจัย โดยมีผู้เกี่ยวข้องดังนี้

1. สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมือง

1.1 โคพื้นเมืองไทย มีขนาดเล็ก โตช้า เนื้อมีคุณภาพไม่ดี เพราะมีไขมันแทรกน้อย และเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ มีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลูกดก มีการผสมติดดี พันธุกรรมของโคพื้นเมืองที่อยู่ในประเทศไทยค่อนข้างคงที่ เนื่องจากได้ ผ่านวิวัฒนาการมาเป็นเวลาหลายพันปี มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเป็นอย่างดี สามารถอยู่ได้ในสภาพอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยสังเกตจาก มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาน้อย การเจริญเติบโตช้า ขนาดรูปร่างค่อนข้างสันทัด สามารถทนทานต่อโรคพยาธิได้ดี

1.2 ระบบการเลี้ยงโคพื้นเมืองเป็นการอาศัยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติในที่ดิน สาธารณประโยชน์และฟางที่ได้จากการปลูกข้าวเป็นอาหารหลักที่สำคัญ ซึ่งระบบการเลี้ยงโคเช่นนี้ยังเอื้อต่อระบบนิเวศน์ก่อให้เกิดความเกื้อกูลกันกับการปลูกพืช เนื่องจากการเลี้ยงโคจะให้ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยหลักในการเพาะปลูกทางการเกษตร การเลี้ยงโคพื้นเมืองยังเกี่ยวเนื่องทั้งสังคม ชุมชนและวิถีชีวิตของเกษตรกรในพื้นที่

1.3 วิธีการเลี้ยงแบบปล่อยให้ไปหาอาหารกินเองในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะปล่อยให้วนเขาใกล้บ้าน โคเหล่านั้นก็จะหาอาหารอย่างหญ้าหรือสมุนไพรบนเขา กินเองตามธรรมชาติ และบางครั้งเมื่อโคเป็นโรคก็สามารถหายเองได้เนื่องจากอาหารที่กินเข้าไปส่วนใหญ่จะมีประโยชน์ใช้เป็นสรรพคุณทางยารักษาโรค และจะขึ้นเขาไปดูแลโคที่ปล่อยเลี้ยงไว้ราวเดือนละครั้งเท่านั้น แต่ก็ไม่กลัวว่าจะมีโรคภัยโคเหล่านั้นไป เนื่องจากจะมีความผูกพันกัน เมื่อฝูงวัวเจอนคนแปลกหน้าก็จะหนี แต่ถ้าเจอเจ้าของเรียกก็จะจำได้ ทำให้มั่นใจว่าไม่เกิดการสูญหาย ส่วนหน้าแล้งก็จะนำมาเลี้ยงไว้บริเวณบ้าน ส่วนการจำหน่ายนั้นก็มีพ่อค้ามารับซื้อถึงที่ เนื่องจากมั่นใจว่าเป็นเนื้อโคธรรมชาติที่มีคุณภาพ

2. การพัฒนาระบบการผลิตโคพื้นเมืองเป็นตัวอย่างหนึ่งของแนวทางเลี้ยงที่เป็นธรรมชาติทั้งสภาพพื้นที่และวิธีการเลี้ยงแบบปล่อยซึ่งสามารถทำให้เกิดคุณภาพทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพดังนี้

2.1 การสร้างองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมือง โดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

2.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงโคพื้นเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลซึ่งประกอบด้วย

2.2.1 พัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสม ในสภาพภาวะโลกร้อน เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่สอดคล้องกับข้อได้เปรียบเชิงสรีรวิทยา และพฤติกรรมที่เหมาะสม

2.2.2 การศึกษาเพื่อพัฒนาวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น เช่น กากเมล็ดคางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และเมล็ดฝ้าย เพื่อ ใช้สำหรับเป็นอาหาร เลี้ยงโคพื้นเมืองที่เหมาะสมตามคุณลักษณะที่ได้เปรียบเชิงสรีรวิทยาของสภาพแวดล้อม และการทนทานต่อสภาพอากาศร้อน การจัดการสุขาภิบาลที่สอดคล้องกับบริบทการเลี้ยงดู เสริมสร้างสุขลักษณะการผลิตที่ดี ทำให้ได้เนื้อโคที่ปลอดจากโรคและพยาธิ

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา ให้การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยให้ยั่งยืนได้แก่ การจัดการการให้อาหารด้วยการขุนด้วยอาหารข้นและอาหารหยาบที่มีคุณภาพเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ก่อนส่งโรงฆ่าประมาณ 3-4 เดือน จะทำให้ได้ลักษณะเด่นของเนื้อโคพื้นเมืองโปรตีนสูงและไขมันต่ำ ตลอดจนการพัฒนาสายพันธุ์โคพื้นเมืองที่เหมาะสม โดยการผสมข้ามพันธุ์เพื่อยกระดับสมรรถภาพการให้ผลผลิตที่เหมาะสมที่สอดคล้องกับสภาพการเลี้ยงดูตามแบบพื้นบ้าน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อน และสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชน มีวิธีดำเนินการวิจัย 2 วิธี คือ การวิจัยเชิงคุณภาพ (Quality research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantity research) โดยเทคนิคที่จะนำมาใช้ในการศึกษา เพื่อการดำเนินงาน คือ (1) การวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาวงจรการเรียนรู้ โดยการรวมคน ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมสรุปบทเรียน และร่วมรับผลจากการกระทำ (2) การวิจัยเชิงปริมาณ ผสมผสานกับการวางแผนการทดลอง (Experimental Design) เพื่อศึกษาการยกระดับผลผลิตโคพื้นเมืองของเกษตรกร (3) การวางแผนการทดลองใช้เทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐานในการวิจัย (base on farm test) จึงกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย (1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหา ความต้องการ และศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองของชุมชน ในจังหวัดสกลนคร (2) เพื่อสร้างองค์ความรู้ ในการพัฒนาสมรรถภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สอดคล้อง และเชื่อมโยงกับสรีรวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อความร้อน และสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมือง และ (3) เพื่อส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงโคพื้นเมืองมาใช้ประโยชน์ในเชิงบูรณาการต่อการพัฒนาสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองในระดับชุมชนในจังหวัดสกลนคร

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย เรื่องงานวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัวการทนทานต่อความร้อน และสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชน วิธีดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพ ปัญหา และศักยภาพการผลิตโคพื้นเมืองของเกษตรกรในจังหวัดสกลนครโดยดำเนินการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ขั้นที่ 2 การพัฒนาองค์ความรู้การเลี้ยงโคพื้นเมืองให้กับเกษตรกรในจังหวัดสกลนครโดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย ขั้นที่ 3 การส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคพื้นเมือง ไทย การทดลองใช้เทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีที่โดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐานในการวิจัย (Base on farm test) และขั้นที่ 4 การสะท้อนผล การพัฒนาศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย หลังจากที่มีการติดตามและประเมินผลการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณาการต่อสรีรวิทยาการปรับตัวการทนทานต่อความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทยภายใต้สภาวะโลกร้อนในระดับชุมชนจนปรากฏผลแล้ว ได้ดำเนินการประชุมเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับผลการวิจัยโดยมีผู้เกี่ยวข้อง

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพ ปัญหาและศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในจังหวัดสกลนคร

1.1 โคพื้นเมืองมีลักษณะและรูปร่างพรรณตัวเล็ก เจริญเติบโตช้า ลักษณะภายนอกมีสีหลากหลาย เช่น แดง ดำ เขียว เหลือง ไข่มุกเล็ก มีความแข็งแรง คล่องแคล่วปราดเปรียว ดิ้นตลกใจง่าย และมีขนาดเล็กสามารถปรับตัวมาได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ทนต่อสภาพอากาศร้อน เลี้ยงง่ายหากินเก่ง สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบได้ดี ทนต่อโรคและแมลง โคพื้นเมืองเทศเมียมีความสมบูรณ์พันธุ์สูง ปกติจะเป็นสัตว์สม่ำเสมอ ผสมติดและคลอดลูกง่ายให้ลูกทุกปี เลี้ยงลูกเก่ง และอายุยืน เนื้อมีรสชาติอร่อยและราคาไม่แพง

1.2 เกษตรกรขาดองค์ความรู้ในการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยให้มีคุณภาพ โดยเฉพาะในด้านการจัดการเลี้ยงดู การเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นมาผสมในสูตรอาหารขึ้นเพื่อเสริมคุณภาพการผลิต การจัดการโรงเรือนที่เหมาะสมกับสภาพการผลิต และการจัดการสุขาภิบาลป้องกันโรคพยาธิที่สำคัญ

1.3 เกษตรกรมีความต้องการพัฒนาองค์ความรู้ ประสบการณ์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่จำเป็นเพื่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองได้อย่างมีคุณภาพในด้านการจัดการโรงเรือนที่เหมาะสม และการสร้างสูตรอาหารโคพื้นเมืองโดยเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกและหาง่ายในท้องถิ่น

2. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทย จังหวัดสกลนคร มีผลต่อผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย หลังสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม ผลการประเมิน การโครง การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยอยู่ในระดับมาก และเกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

3. การถ่าย ทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเชิงบูรณา การ ต่อสรุบริวิทยาการปรับตัว การทนทานต่อ ความร้อนและสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ภายใต้สภาวะโลกร้อน ในระดับชุมชน การเป็น การถ่ายทอดเทคโนโลยีบางประการที่เหมาะสมเพื่อ ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่โดยใช้ฟาร์มเกษตรกรเป็นฐาน ในการวิจัย (Base on farm test) พบว่า

3.1 การศึกษาสภาพโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย ในจังหวัดสกลนคร ที่เอื้ออำนวยสมรรถภาพการผลิตโค พื้นเมือง ผลการศึกษาในกลุ่มผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่ดำเนินการเลี้ยง ภายใต้โรงเรือนปกติ โรงเรือนหลังคาชั้นเดียว และโรงเรือนหลังคา 2 ชั้น มีผลต่อสภาพแวดล้อมในโรงเรือน ซึ่งเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้นมีผลทำให้ THI ภายในโรงเรือนสูงขึ้น ซึ่งโรงเรือนหลังคา 2 ชั้น มีผลกระทบน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรือนทั้งสองแบบดังกล่าว และอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ส่งผลกระทบท่อโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงภายใต้สภาพโรงเรือน ทั้ง 3 แบบ ในด้านการเปลี่ยนแปลง ทางสรีรวิทยา ค่าโลหิตวิทยา ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล พฤติกรรมด้ านสวัสดิภาพสัตว์ ไม่แตกต่างกัน และ จากการประเมิน อิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป

และสมรรถภาพการเจริญเติบโต จากเกษตรกรพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของโคพื้นเมืองที่เลี้ยงใน สภาพโรงเรือนทั้ง 3 แบบ

3.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีอาหาร (Feed formulas) ต่อสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย ผลการทดลองพบว่า การใช้ผสมกากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหาร ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้โคพื้นเมืองไทยได้ไม่แตกต่างจากสูตรอาหารเปรียบเทียบ ในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิทวารหนัก อัตราการเต้นของชีพจร อัตราการหายใจ สัมประสิทธิ์ การทนทานความร้อน อัตราการขับเหงื่อ และปริมาณการดื่มน้ำ พฤติกรรม ด้านสวัสดิภาพ ได้แก่ การเคี้ยวเอื้อง การหอบหายใจ การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำและการนอนพักผ่อน ค่าโลหิตวิทยา ได้แก่ ฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน กลูโคสในเลือด และไนโตรเจนในเลือด ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล และสมรรถภาพในการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

4. การสะท้อนผลจากศักยภาพการเลี้ยงโคขุน

1. สมรรถภาพการผลิตของโคพื้นเมืองโคพื้นเมืองไทย มีขนาดเล็ก โตช้า เนื้อมีคุณภาพไม่ดี เพราะมีไขมันแทรกน้อย และเปอร์เซ็นต์ซากต่ำ มีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และมีลูกดก มีการผสมติดดี พันธุกรรมของโคพื้นเมืองที่อยู่ในประเทศไทยค่อนข้างคงที่

2. ระบบการเลี้ยงโคพื้นเมืองเป็นการอาศัยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติในที่ดิน สาธารณประโยชน์และฟางที่ได้จากการปลูกข้าวเป็นอาหารหลักที่สำคัญ ซึ่งระบบการเลี้ยงโคเช่นนี้ยังเอื้อต่อระบบนิเวศน์ก่อให้เกิดความเกื้อกูลกันกับการปลูกพืช เนื่องจากการเลี้ยง

3. การพัฒนาระบบการผลิตโคพื้นเมือง

3.1 การสร้างองค์ความรู้ ให้กับเกษตรกร มีความจำเป็นและสำคัญ เพื่อการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย

3.2 การถ่ายทอด พัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสมในสภาพภาวะโลกร้อน เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยที่สอดคล้องกับข้อได้เปรียบเชิงสรีรวิทยา และพฤติกรรมที่เหมาะสม ได้แก่ การพัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสม และการศึกษาเพื่อพัฒนาวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น เช่น กากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และเมล็ดฝ้าย เพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารเลี้ยงโคพื้นเมืองที่เหมาะสมตามคุณลักษณะที่ได้เปรียบเชิงสรีรวิทยาของสภาพแวดล้อม และการทนทานต่อสภาพอากาศร้อน การจัดการสุขาภิบาลที่สอดคล้องกับบริบทการเลี้ยงดู เสริมสร้างสุขลักษณะการผลิตที่ดี ทำให้ได้เนื้อโคที่ปลอดจากโรคและพยาธิ

การอภิปรายผล

1. สภาพ ปัญหาและศักยภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยในจังหวัดสกลนคร

สภาพการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยของเกษตรกร ในจังหวัดสกลนคร มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกร ใช้เป็นแรงงานในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ลักษณะเป็นแบบพื้นบ้าน ปลอ่ยให้หากินหญ้าเองตามธรรมชาติ บริเวณหัวไร่ปลายนาทุ่งหญ้าสาธารณะริมถนนและในทุ่งนาหลังเก็บเกี่ยวข้าว

ประกอบกับ โคลีนเมือง ไทยมีขนาดร่างกายสัปดาห์ มีความคล่องแคล่ว แข็งแรง สามารถปรับตัวเข้ากับ สภาพแวดล้อมทนต่อสภาพอากาศร้อน ทนทานต่อโรคและพยาธิ สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบที่มี คุณภาพต่ำ จึงมีเกษตรกรเลี้ยงเป็นจำนวนมากขึ้น เพื่อสนองตอบความต้องการของผู้บริโภค (กรมปศุสัตว์, 2554)

ในสภาพปัจจุบันนี้ยังพบว่าโคลีนเมืองขาดแคลนพืชอาหารสัตว์เนื่องจากพื้นที่ ทำเลเลี้ยงสัตว์ มีจำนวนลดลงเป็นอย่างมาก และในช่วงฤดูร้อนต้องใช้ฟางข้าว ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารต่ำ (เมธา, 2547) มาเป็นอาหารหยาบ ทำให้โคลีนเมืองเจริญเติบโตช้า ต้องเสริมอาหารชั้นที่มีคุณภาพทางโภชนาสูงเพื่อให้โคลีนเมืองได้รับโภชนาเพียงพอกับความต้องการ แต่อาหารชั้นก็มีราคาสูงขึ้น ในขณะที่เกษตรกรซึ่งส่วนใหญ่แล้ว ภูมิฐานะทางเศรษฐกิจมีรายได้ต่ำ จึงไม่ค่อยสนใจจะจัดหาอาหารชั้นที่มีคุณภาพดีมาเสริมให้ในช่วงฤดูร้อน (อ้างอิง) นอกจากนี้ในช่วงฤดูร้อนของจังหวัดสกลนคร จะมีอากาศร้อน โดยจะเห็นได้จากค่าดัชนี อุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูง มาก ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าโลหิต วิทยาและระดับฮอร์โมน ซึ่งเป็นผลทำให้โคลีนเมืองไทยเกิดความเครียดต่อความร้อน มีผลกระทบต่อการ เจริญเติบโตที่ลดต่ำลง แต่อย่างไรก็ตาม โคลีนเมืองไทยมีข้อได้เปรียบกับโคลีนเมืองต่างประเทศที่มีสายเลือด โคยุโรปที่นำเข้ามาเลี้ยงในเมืองไทย คือโคลีนเมืองไทยสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศร้อนได้เป็น อย่างดี ซึ่งสังเกตจากเกิดผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนน้อยมาก หรือแทบจะไม่ผลเลย (Hefez, 1968)

ข้อมูลจากการวิจัยชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรต้องการความรู้ ความเข้าใจ และป ระสบการณ์เพื่อการ พัฒนาการเลี้ยงโคลีนเมืองไทยให้มีคุณภาพ ซึ่งจากการ ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยง โคลีนเมืองไทย ทำให้เกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ในการเลี้ยง โคลีนเมืองไทยเป็นอย่างดี ซึ่งผลการประเมินการอบรมแสดงให้เห็นความก้าวหน้าของการ พัฒนาองค์ความรู้และความพึงพอใจของ เกษตรกร ซึ่งจากการวิเคราะห์และสรุปสภาพและปัญหาของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคลีนเมืองไทยโดย ผลการ ประชุมของทุกภาคส่วนต้องการให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาการเลี้ยงโคลีนเมืองไทย ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และเทคโนโลยีที่เหมาะสมและจำเป็นคือ การพัฒนาโรงเรือนที่ เหมาะและการสร้างสูตรอาหารโดยใช้วัตถุดิบอาหารที่มีอยู่ในท้องถิ่น (บุญธรรม, 2536)

ดังนั้นเมื่อเกษตรกรมีองค์ความรู้ และเข้าใจในเทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะ พัฒนาคุณภาพของโคลีนเมืองไทยให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยเฉพาะเกษตรกรในจังหวัดสกลที่มี ปริมาณการเลี้ยงโคลีนเมืองไทยเป็นจำนวนมาก (ดิเรก, 2538)

2. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคลีนเมืองไทยให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคลีนเมืองไทย จังหวัดสกลนคร

จากการประเมินผลการ ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเลี้ยงโคลีนเมืองไทยให้กับ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคลีนเมืองไทย จังหวัดสกลนคร สามารถสร้างองค์ความรู้ที่สำคัญ บนพื้นฐานความ จำเป็น

ต่อการพัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทยได้เป็นอย่างดี การออกแบบเนื้อหาและกิจกรรม การฝึกอบรม สนองตอบต่อความต้องการของเกษตรกรที่นำมาใช้เพื่อการ พัฒนาการเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย และวิทยากรมีความรู้ ความสามารถและ ทักษะการถ่ายทอดความรู้เพื่อความเข้าใจ โดยเริ่มจากองค์ความรู้พื้นฐานของ เกษตรกรก่อนเพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการสาธิตทักษะที่จำเป็นต่อการ เลี้ยงดู โคพื้นเมืองไทยที่เหมาะสม เปิดโอกาสให้เกษตรกรมีการซักถาม แสดงความคิดเห็นและอธิบาย ตลอดจน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างวิทยากรและผู้เข้าฝึกอบรมด้วยกัน ดังนั้นจึง มีผลต่อการประเมินโครงการ ในระดับดี และเกษตรกรมีความพึงพอใจในการเข้าฝึกอบรม (หาญชัย และคณะ, 2550)

3. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม

3.1 การพัฒนาโรงเรือนที่เหมาะสม เอื้ออำนวยต่อการเลี้ยง โคพื้นเมืองในสภาพที่มีการ ได้เปรียบเชิงการเปลี่ยนแปลงในด้านสรีรวิทยาทั่วไป ค่าโลหิตวิทยาและระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลต่อการ ทนทานต่อความเครียดจากความร้อนที่ส่งผลดังต่อไปนี้

3.1.1 สรีรวิทยาทั่วไป

จากศึกษา พบว่า โคพื้นเมืองไทยที่อยู่ในสภาพโรงเรือนปกติมีการเปลี่ยนแปลงทางด้าน สรีรวิทยาทั่วไป อันได้แก่ อุณหภูมิทวารหนัก อัตราการเต้นของชีพจร อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและอัตราการ ขับเหงื่อ ซึ่งเป็นกลไกการรักษาสมดุลความร้อนในร่างกาย เพื่อระบายความร้อนด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ใน ขบวนการนี้ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าโคพื้นเมืองไทยเกิดความเครียดจากความร้อน จึงกระทบ ต่อการจัดพลังงานเพื่อการดำรงชีพของร่างกาย (Johnson, 1985) จะมีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริต และ ฮีโมโกลบินต่ำลง (Singh *et al.*, 2002) เนื่องจากกลไกการควบคุมความร้อนในร่างกาย โดยผ่านทาง การขับ เหงื่อ และทำให้มีความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้น (Sjaastad *et al.*, 2003) ทำให้เกิดสภาพโลหิตจาง ทำให้ปริมาณ พลาสมาสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เม็ดเลือดแดงแตกเพิ่มขึ้น จึงส่งผลกระทบทำให้ค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบิน ต่ำลง ในทำนองเดียวกับการเลี้ยงโคขุนใน โรงเรือนหลังคาชั้น เดียวที่มีค่าทั้งสองต่ำกว่า โรงเรือนหลังคา 2 ชั้น (Ei-Masry & Marai, 1991; Brown & Barbara, 1993; Knowles *et al.*, 2000; Umpapol *et al.*, 2008-2010)

ในขบวนการสร้างความร้อนในร่างกายจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อโค พื้นเมืองไทยอยู่ ในสภาพอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการกินอาหารลดลง จึงได้รับพลังงานสุทธิต่ำซึ่ง อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงจะมีผลโดยตรงต่อกระบวนการทำงานของต่อมไฮโปทาลามัสและต่อมใต้สมอง ส่วนหน้า (Willmer, *et al.*, 2005) ทำให้เกิดการ ทำงานของกลไกการหลั่งคอร์ติซอลจากต่อมหมวก ใต้ใน ระดับที่สูงขึ้นแต่เมื่ออยู่ในสภาพความเครียดจากความร้อนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานคอร์ติซอลมีความ เข้มข้นในระดับที่ลดลง (Ecdert *et al.*, 1988) อาจเป็นเพราะกลไกการปรับตัวเพื่อ ป้องกันไม่ให้เกิดการผลิต ความร้อนจากขบวนการเผาผลาญอาหาร เนื่องจากขบวนการทำงานของคอร์ติซอลที่มากเกินไป หรืออาจ เป็นเพราะการปรับตัวของเมตาบอลิซึมของคอร์ติซอลโดยการทำให้ 17-Hydroxylase ในส่วนของต่อม หมวกใต้ไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจเป็นเพราะการยกระดับTheshold หรือ Set Point Sensitivity ของต่อม หมวกใต้(Yates *et al.*, 1961; Umpapol *et al.*, 2008-2010)

ในขั้นนี้จึงพอสรุปได้ว่า สภาพร้อนเครียด ซึ่งสังเกตได้จาก THI ตลอดจนการทดลองจะมีระดับสูง จึงมีผลกระทบต่อโคพื้นเมืองไทยทำให้เกิดความเครียดจากความร้อน (Umpapol, 2010) ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป เช่น อุณหภูมิทวารหนัก อัตราการเต้นของชีพจร อัตราการหายใจ และอัตราการขับเหงื่อมีค่าสูงขึ้น (Younas, 1979; Kabuga, 1992; Finch *et al.*, 1982; Singh & Bhattacharyya, 1990 and 1991) จะมีผลกระทบต่อค่าโลหิตวิทยา (Jain, 1996; Knowles *et al.*, 2000) โดยเฉพาะ ทำให้ค่าฮีมาโตคริต และฮีโมโกลบินสูงขึ้นด้วย (Ei-Masry & Marai, 1991; Brown & Barbara, 1993) ในส่วนนี้เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสัมประสิทธิ์การทนทานความร้อนจะมีค่าลดลง (Boonpyong, 2010; Srivastana & Sidhu, 1977; Vajrabukka *et al.*, 1984) จึงส่งผลกระทบต่อการทำงานของ ระบบต่อมไร้ท่อ โดยเฉพาะระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลจะมีค่าสูงขึ้น (Abilay *et al.*, 1975) เพื่อลดจากการสร้างความร้อนในร่างกาย ซึ่งเป็นผลจากการลดปริมาณอาหารที่กิน (Smith, 1984; NRC, 1988, 1996 and 2002) และต่อมาจะเกิดการปรับสมดุลความร้อนในร่างกาย สฮอร์โมนคอร์ติซอลจึงลดระดับลง (Bergman & Johnson, 1963) และโคพื้นเมืองไทยสามารถปรับสภาพร่างกายให้เข้าสู่สภาวะที่ปกติ เนื่องจากความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี (Umpapol, 2009-2010; Boonprong, 2010)

โคพื้นเมืองไทยเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ขบวนการสร้างความร้อนในร่างกาย จะลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการกินอาหารลดลง จึงได้รับพลังงานสุทธิต่ำ (Koger, 1980) สอดคล้องกับการรายงานของ Johnson (1987); Moody *et al.* (1967); Curran (1982); Smith (1984) ที่สรุปว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงจะมีผลโดยตรงต่อกระบวนการทำงานของต่อมไฮโปทาลามัสและต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำให้เกิดการทำงานของกลไก การหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลจากต่อมหมวกไต ในระดับที่สูงขึ้น (Singh *et al.*, 2002) แต่เมื่อพบกับความเครียดจากความร้อน อยู่ ำงต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน สฮอร์โมนคอร์ติซอลจะมีความเข้มข้นในระดับที่ลดลง อาจเป็นเพราะกลไกการปรับตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตความร้อนจากขบวนการเผาผลาญอาหาร เนื่องจากขบวนการทำงานของ สฮอร์โมนคอร์ติซอลที่มากเกินไป (Bergman & Johnson, 1963; Boonprong, 2010) หรืออาจ เป็นเพราะการปรับตัวของเมตาบอลิซึมของ สฮอร์โมนคอร์ติซอลโดยการทำให้ 17-Hydroxylase ในส่วนของต่อมหมวกไตไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจเป็นเพราะการยกระดับ Theshold หรือ set point sensitivity ของต่อมหมวกไต (Yates *et al.*, 1961; Umpapol *et al.*, 2008-2010)

จากการศึกษาอิทธิพลของโรงเรือน พบว่าโคพื้นเมืองไทยที่เกิดความเครียดจากความร้อน โดยจะมีกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ค่าโลหิตวิทยา และการทำงานของต่อมไร้ท่อทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อสมดุลความร้อนของร่างกาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโคพื้นเมืองไทยลดปริมาณการกินอาหารหายาบ (Yousef, 1985) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่สำคัญของการอัตราการเจริญเติบโต ลดลง (Curran & Okantah, 1982; Cross *et al.*, 1984) เนื่องจากขาดสมดุลความร้อน (Umpapol *et al.*, 2009-2010)

3.1.2 พฤติกรรมทางด้านสวัสดิภาพสัตว์

1) การหอบหายใจ

อิทธิพลจากอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูง มีผลทำให้โค พื้นเมืองไทย แสดงความเครียดจากความร้อน ร่างกายจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป เช่น ร่างกายมีอุณหภูมิทวารหนักสูงขึ้น ซึ่งมีส่วนเกี่ยวพันเชื่อมโยงกับพฤติกรรมที่แสดงออก เช่น การหอบหายใจของโค พื้นเมืองไทย เพื่อเพิ่มความถี่ของการหายใจให้สูงขึ้น (Houpt, 2011) เป็นการเพิ่มกระบวนการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยมีศูนย์ควบคุมการหายใจที่ไฮโปทาลามัส (ชาญวิทย์, 2539) ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลหิตที่ไหลผ่าน (Boonprong, 2010) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการหายใจ ซึ่งเป็นกลไกการระบายความร้อนออกจากร่างกายเพื่อทำให้ขบวนการสร้างความร้อน ของร่างกายเกิดสภาวะสมดุล (Thermoregulation) ดังเมื่อโคขุนเกิดความเครียดจากร้อนจะมีการเพิ่ม การหอบหายใจสูงขึ้น (Umpapol *et al.*, 2010)

2) การเคี้ยวเอื้อง

โคพื้นเมืองไทย ที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงหรือร้อนเครียด นอกจากจะได้รับอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมแล้วก็ตาม ยังมีความร้อนที่เกิดจากขบวนการหมักบูดของอาหารเยื่อใย (fiber) ในกระเพาะรูเมน (Goering & Van Soest, 1970; Church, 1979) ความร้อนที่เพิ่มขึ้นในส่วนนี้ร่างกายจะต้องระบายขับออก เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ (Hefez, 1968) ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความร้อนในส่วนนี้โค พื้นเมืองไทยจะลดกิจกรรมการเคี้ยวเอื้อง (Rumination) ลง เพื่อรักษาสมดุลความร้อนในร่างกายให้เหมาะสม (Church, 1977; Houpt, 2011)

3) การลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำ

โคพื้นเมืองไทยที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะดื่มน้ำมาก เพื่อให้อุณหภูมิของร่างกายคงที่ และคุณสมบัติของน้ำที่สำคัญคือ มีค่าความร้อนจำเพาะสูง สามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้มาก โดยไม่ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (ธีระนิ และคณะ, 2551) นอกจากนั้นน้ำในบางส่วนจากถูกใช้ไปในกระบวนการขับเหงื่อซึ่งเป็นกลไกการระบายความร้อนหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ (Hillman *et al.*, 2005) หลังจากที่ร่างกายใช้วิธีการหอบหายใจแล้ว (Johnson, 1987) แต่ยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างเหมาะสม โคพื้นเมืองไทยจึงต้องการน้ำเพื่อขบวนการควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่และเหมาะสม (Hillman *et al.*, 1985) ดังนั้นโคขุน จึงแสดงพฤติกรรมการลุกขึ้นและเดินไปดื่มน้ำบ่อยครั้งในสภาวะอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง ซึ่งจะสอดคล้อง กับปริมาณน้ำดื่มที่เพิ่มขึ้น (Hillman *et al.*, 1985)

4) การนอนพักผ่อน

โคพื้นเมืองไทยที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป จะส่งผลต่อการเพิ่มการหอบหายใจ การทำงานของกล้ามเนื้อ กระบังลมที่สูงขึ้น ซึ่งในกระบวนการนี้ ต้องใช้พลังงานสูงขึ้น พลังงานส่วนนี้ (Metabolizable energy) ได้จากอาหารที่กินเข้าไป (N.R.C., 1988; 1996; 2002) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของไขมัน (Berg, *et al.*, 2007) หากพลังงานส่วนนี้เหลือน้อยจะมีผลกระทบต่อการนำไปสร้างผลผลิต เช่น การเจริญเติบโต หรือคุณภาพซากที่ดีต่อไป (Preston & Willis, 1974; Johnson, 1985) ดังนั้นในสภาพที่อุณหภูมิสูงโคขุนจึงมีการปรับตัว โดยการ

ลดกิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกาย คือการอยู่นิ่ง โดยการนอนพักผ่อน (Ecdert, *et al.*, 1988; Houpt, 2011) เพื่อลดการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (energy for maintenance) (Church, 1979; N.R.C. 1988)

ดังจึงพอสรุปได้ว่าโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงในสภาพโรงเรือนทั้ง 3 แบบ สามารถทนทานต่อได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมที่มี THI สูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน โดยแสดงให้เห็นจากค่าสรีรวิทยาทั่วไป ค่าโลหิตวิทยา และระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลมีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป และสมรรถภาพการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากโคพื้นเมืองไทยมีการปรับตัวได้ดีและการเจริญเติบโตที่เหมาะสมภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง

3.2 การทดลองสร้างสูตรอาหาร (Feed formulas) ต่อสมรรถภาพการผลิตโคพื้นเมืองไทย โดยใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ในท้องถิ่น และมีราคาถูก

สภาพร้อนเครียด ซึ่งสังเกตได้จาก THI ตลอดจนการทดลองจะมีระดับสูง จึงมีผลกระทบ ต่อโคพื้นเมืองไทยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่วไป เช่น อุณหภูมิทวารหนัก อัตราการเต้นของชีพจร อัตราการหายใจ และอัตราการขับเหงื่อมีค่าสูงขึ้น จะมีผลกระทบต่อค่าโลหิตวิทยา โดยเฉพาะ ทำให้ ค่าฮีมาโตคริต และฮีโมโกลบินสูงขึ้นตามไปด้วย ในส่วนนี้เป็นตัวบ่งชี้ที่เชื่อมโยงกับสัมประสิทธิ์การทนทานความร้อน จะมีค่าลดลงเป็นผลกระทบมาจากการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อโดยเฉพาะระดับความเข้มข้นของคอร์ติซอลจะมีค่าสูงขึ้น (Umpapol *et al.*, 2010) เพื่อรักษาสมดุลความร้อนในร่างกาย จึง ลดจากการสร้างความร้อนในร่างกาย โดยการลดปริมาณอาหารที่กิน (NRC, 2002; Wanapat, 1996; 1999) เพื่อการปรับสมดุลความร้อนจากนั้นก็ลดระดับของฮอร์โมนคอร์ติซอลลง เพื่อให้ร่างกายกลับคืนมาอยู่ในสภาวะปกติ จึงทำให้การดำรงชีพของร่างกายต้องการพลังงานเพื่อการบำรุงรักษา (Maintenance requirement) แตกต่างกันไปตามการเปลี่ยนแปลงนี้ จะมีผลกระทบต่อ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันลดลง (Johnson, 1985; Boonprong, 2010) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (Feed conversion efficiency = kg. body weight gained/kg. feed used) (Johnson, 1967) ในสภาพอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง (Baccari, *et. al*, 1983) ดังนั้นถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูง จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนกับการรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ การลดปริมาณอาหารที่กินเข้าไปจึงเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ที่อยู่ในสภาพร้อนเครียด การลดระดับการสร้างความร้อนภายในร่างกายด้วยการลดการกินอาหาร แต่ขณะเดียวกันก็ต้องการพลังงานเพิ่มเพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิร่างกาย ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพของฮอร์โมนนั้น จึงทำให้สัตว์ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มขีดความสามารถตามศักยภาพของการเจริญเติบโตสำหรับสัตว์ในสายพันธุ์นั้น ๆ ซึ่งจากการทดลองใช้กากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์มและกากเมล็ดฝ้ายเสริมในสูตรอาหารจึงเป็นแหล่งของพลังงานที่ดี จึงส่งผลต่อระบบสรีรวิทยาทั่วไป ค่าโลหิตวิทยา และการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมน ตลอดจนพฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ของโคพื้นเมืองไม่แสดงผลแตกต่างกันกับโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารเปรียบเทียบ และนอกจากนั้น สูตรอาหารต่าง ๆ ยังประกอบไปด้วย โภชนะที่ จำเป็นต่อการเจริญเติบโต อย่างครบถ้วน ซึ่งได้แก่ โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ในระดับพอเพียงกับความต้องการของโคพื้นเมือง ดังนั้น

โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับกากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกาก เมล็ดฝ้ายเป็นอาหาร จะทำให้การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน จึงสามารถรักษาสมดุลของความร้อนของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังเพิ่มพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต (Hafez, 1968) การจัดการกลไกการควบคุมสมดุลความร้อนของร่างกายเพื่อเพิ่มการระบายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีผลทำให้โค พื้นเมืองไทยกินอาหารหยาบในปริมาณที่สูงขึ้นและได้รับพลังงานในอาหารระดับสูงกว่า จึงทำให้การบรรเทาความเครียดจากความร้อนได้ดีกว่า (Johnson *et al.*, 1960) หรือโคที่ได้รับการจัดัดชน (Vajrabukka, 1978) การเสริมกากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกากเมล็ดฝ้ายจะมีผลทำให้ ขบวนการสร้างความร้อนในกระเพาะรูเมนลดต่ำลง (Yousef, 1985) และขณะเดียวกันสัตว์จะได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะพลังงานเพื่อการดำรงชีพที่จะนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการระบายความร้อนออกจากร่างกาย (Church, 1979) เพื่อให้ดำรงรักษาอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ และเป็น การเพิ่มพลังงานสุทธิที่จะนำไปสร้างผลผลิตให้สูงขึ้นอีกด้วย (Harrison *et al.*, 1995) ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่เสริม กากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกาก เมล็ดฝ้าย จะพบว่าเป็นแหล่งโภชนะที่มีคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยพลังงานและโปรตีนที่มีคุณภาพ และนอกจากนั้นในกากเมล็ดฝ้ายยังประกอบด้วยอาหารเยื่อใยที่เป็นประโยชน์ต่อโคขุนเป็นอย่างมาก ดังนั้นการเสริม กากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกาก เมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารตั้งแต่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นผลดีต่อกลไกการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายและการเพิ่มระดับโภชนะที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเพื่อการดำรงชีพและการสร้างผลผลิต(Ecdert *et al.*, 1988) นั่นก็คือ โคพื้นเมืองไทยจะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว มีคุณภาพซากที่ดี ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล จะพบว่า โคขุนที่ได้รับสูตรอาหารที่มีการเสริม กากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกาก เมล็ดฝ้าย ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ จะมีให้ผลตอบสนองต่อการเจริญเติบโต (Anderson *et al.*, 1979)

โคพื้นเมืองไทย ได้รับการวิวัฒนาการมาในเขตร้อนจะเห็นได้ว่ามีหนังที่ค่อนข้างหนียว่น ใหญ่โต ดังเช่นโคสายพันธุ์อินเดีย (*Bos indicus*) อย่างไรก็ตามมีการทดลองผ่าตัดหลัง เอาโหนกของโคสายพันธุ์อินเดียออก ปรากฏว่าลักษณะของโหนกหลังไม่มีคุณสมบัติใน การช่วยให้โคสายพันธุ์อินเดียตัวที่ถูกผ่าตัดคงทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่าตัวที่ยังไม่ถูกผ่าตัด อย่างไรก็ตามการมีผิวหนังที่หนีย่นนั้นย่อมหมายถึงว่าสัตว์นั้นมีเนื้อที่ผิวหนัง เพื่อระบายความร้อนได้มากกว่าสัตว์ที่ตัวเท่ากันแต่ผิวหนังเต่งตึง ในทางทฤษฎีนั้นพื้นที่กว้างกว่าย่อมช่วยระบายความร้อนได้มากกว่าพื้นที่เล็กกว่าในช่วงเวลาเดียวกัน โดยความร้อนนั้นเป็นทั้งที่สัมผัสได้และความร้อนแฝง กฎของนิวตันและสติฟาน-โบลทซ์มานน์ (The laws of Newton and Stefan-Boltzmann) กล่าวไว้ว่าอัตราการเคลื่อนไหวของความร้อนในสิ่งใด ๆ นั้นเป็นสัดส่วนกับพื้นที่ อีกทั้งกับปัจจัยบางอย่าง นอกจากนี้ยังมีหลักความจริงทางเรขาคณิตที่ว่า พื้นที่ผิวเปลี่ยนไปกับ กำลัง $\frac{2}{3}$ ของ น้ำหนักตัวที่มีรูปร่าง คล้ายกัน และมีความถ่วงจำเพาะเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ในสัตว์ถึงแม้ว่าจะเป็นพันธุ์เดียวกันก็อาจมีรูปร่าง ไม่คล้ายกัน หรือมีความถ่วงจำเพาะที่มีค่าเท่ากัน (Esmay, 1978)

ในด้านพฤติกรรมสัตว์ทั่วไป ๆ ที่ เป็นที่ทราบกัน พบว่า โคสายพันธุ์ยุโรป (*Bos taurus*) จะหลีกเลี่ยงการออกกินหญ้าในเวลากลางวัน เหตุผลส่วนหนึ่งมาจากการหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานเพื่อเดินมากขึ้น (Lampkin and Quartermann, 1962) และโดยปกติโคที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ร้อน เช่น โคสายพันธุ์อินเดีย (*Bos indicus*) จะลดปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่าโคที่ไม่เห มาะกับสภาพแวดล้อมที่ร้อน เช่น โคสายพันธุ์ยุโรป นั่นคือในสภาพแวดล้อมที่ร้อน โคสายพันธุ์อินเดียยังคงกินอาหารได้ในปริมาณที่มากกว่าโคสายพันธุ์ยุโรป ทั้งนี้เนื่องจากโคสายพันธุ์อินเดียมีอุณหภูมิวิกฤตสูง (Upper critical temperature) สูงกว่าของโคสายพันธุ์ยุโรป นอกจากนี้ อุณหภูมิวิกฤตสูงที่สูงกว่ายังมีอิทธิพลต่อการควบคุมอุณหภูมิร่างกายและการสร้างความร้อนให้ต่ำกว่าโคสายพันธุ์ยุโรป (Seif, *et. al.*, 1979) ในธรรมชาติ เนื่องจากการให้น้ำนมประสิทธิภาพของการเจริญเติบโตอาจใช้คำจำกัดความว่าสัดส่วน (Ratio) ของค่าของความร้อนของเนื้อเยื่อหรือผลิตภัณฑ์ใด ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมา ต่อพลังงานที่ถูกใช้ไป (Metabolizable energy) เพื่อใช้ในการสร้างนั้น ๆ ความแตกต่างระหว่าง 2 ค่า ปรากฏเป็นพลังงานความร้อน (Robertshaw and Finch, 1976) และปัจจัยสมดุลทางความร้อนนี้เอง ทำให้การควบคุมความร้อน (Thermoregulation) และอัตราการเจริญเติบโตเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด ดังนั้น โคพื้นเมืองไทย ที่เกิดความเครียดจากความร้อน จะมีกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ค่าโลหิตวิทยา และการทำงานของต่อมไร้ท่อ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อารกินอาหารหยาบที่ลดลง (Hillman *et al.*, 1985) ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อสมดุลความร้อนของร่างกาย (Yousef, 1985) จึงเป็นสาเหตุที่สำคัญซึ่งจะทำให้เกิดความเครียดจากความร้อน จะมีผลกระทบต่อสมดุลความร้อนในร่างกาย เพราะในร่างกายจะต้องนำพลังงานไปใช้ในขบวนการระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาทั่วไป กลไกทางโลหิตวิทยา และการเคลื่อนไหวของระบบต่อมไร้ท่อประกอบกัน เพื่อสนองต่อการปรับให้ร่างกายมีอุณหภูมิ มคงที่ ด้วยเหตุนี้จึงอาจจะมีผลต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของไขมัน (Pringle *et al.*, 1997)

ดังนั้นโคพื้นเมืองไทยจึงมีความสามารถในการทนร้อนได้ดี ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงในสภาพโรงเรือนปกติทั่วไปและได้รับสูตรอาหารที่มีการเสริมกากเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกากเมล็ดฝ้าย มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทั่ว ค่าโลหิตวิทยา ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล และพฤติกรรมสวัสดิภาพสัตว์ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับโคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรเปรียบเทียบ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะงานวิจัยนำไปใช้ประโยชน์

1.1 โคพื้นเมืองไทยเลี้ยงง่าย ทนทานต่อสภาพอากาศร้อน แลโรคพยาธิ จึงเหมาะสมที่จะเลี้ยงเพื่อการบริโภคและจำหน่ายได้เป็นอย่างดี หากมีการปรับปรุงในด้านการจัดการดูแลเกี่ยวกับสุขภาพ โรงเรือน และการให้อาหารที่ดี เป็นโอกาสที่จะได้เปรียบในด้านการปรับตัวกับสภาพอากาศร้อนที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบันนี้ จะสามารถดำเนินการเลี้ยงโคพื้นเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.2 การจัดการเลี้ยงดูโคพื้นเมืองไทยในด้านอาหาร สามารถพัฒนาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น มาเป็นองค์ประกอบเพื่อให้โภชนาได้อ่างครบถ้วน โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคพื้นเมืองไทยจะต้องมีการศึกษา สร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการพัฒนาด้านโภชนาศาสตร์สัตว์ การประยุกต์ใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในแต่ละช่วงฤดูกาลที่เหมาะสม เพื่อให้โคพื้นเมืองไทยได้รับโภชนาอย่างพอเพียงกับความต้องการในการเจริญเติบโต

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความต้องการโภชนาของโคพื้นเมืองไทย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบสูตรอาหารที่ตรงกับความต้องการ (requirement) และพัฒนาในด้านเทคโนโลยีอาหารสัตว์ โดยนำวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่น ที่มีคุณค่าในการให้โภชนาที่สอดคล้องกับความต้องการของโคพื้นเมืองมาประกอบสูตรอาหารที่มีคุณภาพและราคาไม่แพง

2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ของโคพื้นเมืองไทย ที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

2.4 ควรมีการพัฒนาศักยภาพของการเกษตรกรในด้าน การสร้างองค์ความรู้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันต่อภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกวิวัฒน์ ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์. (2536). เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา โครงการพัฒนาปศุสัตว์ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- _____. (2539). คู่มือปฏิบัติงานแผนปรับโครงสร้างและระบบการผลิตเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- _____. (2544 ก). คู่มือโครงการตามแผนพัฒนาชนบทยากจน ปี 2545 – 2549. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- _____. (2544 ข). เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา โครงการพัฒนาปศุสัตว์ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- _____. (2545). เอกสารคำแนะนำ การเลี้ยงโคพื้นเมือง. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 65 น.
- _____. (2546). ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2546. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. (2553). ข้อมูลสัตว์จังหวัดสกลนคร. กลุ่มงานยุทธศาสตร์และสารสนเทศการพัฒนาปศุสัตว์. สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดสกลนคร.
- กัญจนะ มากวิจิตร. (2539). การปรับปรุงความสมบูรณ์พันธุ์ปศุสัตว์ในเขตร้อน. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 7. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกชา อุหา สรเทพ ธีรวัสสร เรวดี วัชรไท และ กัญจนะ มากวิจิตร. (2541). สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคขุนภายใต้สภาพการผลิตของฟาร์มลุงเซว. น. 198-204. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. สาขาสัตวศาสตร์/สัตวบาล 27 – 28 มกราคม 2547, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กิตติ อรรถชาติ มนต์ชัย ดวงจินดา เทวินทร์ วงษ์พระลับ พรชัย ล้อวิสัย และสมมาตร สุวรรณมาโจ. (2547). ค่าประมาณพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตในโคพื้นเมืองไทย. ในการประชุมสัมมนา วิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 สาขาสัตวศาสตร์/สัตวบาล 27 – 28 มกราคม 2547, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จินดา สนิทวงศ์ อุดมศรี อินทรโชติ และกัลยา บุญญาวัตร. (2537). การใช้เมล็ดฝ้ายเป็นอาหารสัตว์: ผลการใช้เมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนมที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพน้ำนม. โครงการวิจัยลำดับที่ 33 – 1319 – 04 (2) กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จินตนา สุนทรธรรม. (2527). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับธุรกิจ. คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ชวนิศดากร วรวรรณ. (2530). การเลี้ยงโคนม. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ. 468 น.
- ชาญวิทย์ วัชรพุกก์. 2529. สรีรวิทยาสภาพแวดล้อมของสัตว์เลี้ยงในเขตร้อน. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 347 น.
- ชาติ อัครสุขบุตร. (2535). การประเมินโครงการกลุ่มพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโค-กระบือ ของกรมปศุสัตว์ : **ศึกษากรณีจังหวัดบุรีรัมย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์ และคณะ. (2540). เทคโนโลยีชีวภาพในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อและประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์ของโคเนื้อในเขตร้อนชื้น. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์ อาคม พินิจดี ภาวดี ภักดี นิโรจน์ ศรสูงเนิน สุนทร วิทยาคุณ และ พิกพ จาริก ภากร. (2540). การศึกษาค่าโลหิตวิทยา, ส่วนประกอบทางชีวเคมีของโลหิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมในโคนมพันธุ์แท้และโคนมลูกผสมโฮลสไตน์-ฟรีเซียน. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 7(2) : 35-40.
- ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กันยา ดันติวิสุทธกุล และมาลัย จงเจริญ. (2547). **ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงของเกษตรกรรายย่อย**. ในการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 สาขาสัตวศาสตร์/สัตวบาล 27 – 28 มกราคม 2547, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณรงค์ เล็งประชา. (2543). **กลุ่มธุรกิจพื้นฐานกับการพัฒนา**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ดิเรก ฤกษ์ห่วย. (2535). **การพัฒนาชนบท. เน้นกลยุทธ์และเครื่องชี้วัด**. โครงการตำราพัฒนาชนบท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (2538). **การยอมรับและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อการส่งเสริมการเกษตร**. เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการส่งเสริมการเกษตร. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- เทิดชัย เวียร์ศิลป์, สุชีพ รัตสาร, สัมฤทธิ์ แสนบัว และภรณ์ โอพาริกชาติ. 2520. **ผลของการใช้กากเมล็ดยาพาราเลียงสูตร**. สุกรสาส์น 4(3): 39.
- ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. (2548). **สถานการณ์การผลิตโคเนื้อของประเทศไทย**. (ออนไลน์). จาก [http : // www.baacbank.com](http://www.baacbank.com)
- ชาติ จีราพันธุ์. (2549). **อาหารและการให้อาหารสัตว์**. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

- นาม ศิริเสถียร. (2527). การใช้กากเมล็ดยางพาราเลี้ยงสุกร. ในหนังสือที่ระลึกงานเกษียณอายุราชการ ศาสตราจารย์ ดร.สุชีพ รัตสาร. โรงพิมพ์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7 สุวีริยาสาส์น, กรุงเทพฯ.
- บุญธรรม จิตต่อนันต์. (2536). ส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักพิมพ์ส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปนัดดา บางพระไทย. (2530). การเลือกใช้น้ำยาสำเร็จรูปในทาง Radioimmunoassay และข้อควรระวังในทางปฏิบัติ. คู่มือการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่องหลักการและการประยุกต์เทคนิคทาง RIA และ ELISA. ภาควิชาจุลชีววิทยาและรังสีวิทยา, คณะแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 125 น.
- ประยูร อุดมเสียง. (2536). เอกสารประกอบการบรรยายหัวข้อเทคนิคการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพทางการเกษตร. ภาควิชาส่งเสริมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์. (2542). ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2. โปรแกรมวิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์
- ปรารธนา พฤษศรี. (2519). เกร็ดความรู้เรื่องการเลี้ยงโคเนื้อ. กรุงเทพฯ : ชองนนทรี.
- ปรารธนา พฤษศรี. 2533. กากเมล็ดฝ้าย. วารสารโคกระบือ. ปีที่ 13 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน-ธันวาคม.
- ปรีดา ชิตทรงสวัสดิ์. (2538). ความคิดของปศุสัตว์อำเภอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่องานส่งเสริมปศุสัตว์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปัญญา มูลคำ. (2543). ปัญหาการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรผู้ร่วมโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อตามแผนปรับปรุงโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรในจังหวัดขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พงษ์ชาญ ณ ลำปาง สุธีธร นามวงศ์ ประพาส นวลลาลี สมพงษ์ ศรีตะเถระ และสมพิตร จักรพันธ์. (2528). ระบบการเลี้ยงโคกระบือของบ้านบอน จังหวัดศรีสะเกษ กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์. (2539). หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์. กทม.
- พชนี บุญศิริ เปรมใจ อารีจิตรานุสรณ์ อุบล ชาญอน และปิติ ฐวจิตต์. 2551. ตำราชีวนเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 5 ภาควิชาชีวนเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิเชษฐ เหลืองทองคำ และคณะ. (2540). การศึกษาปัญหาพื้นฐานการเลี้ยงโคในหมู่บ้าน. สถานีฟาร์มฝึกนักศึกษา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ไพโรจน์ ศิริสม และ ยอดชาย ทองไทนันท. (2541). โครงสร้างโคเนื้อพันธุ์ตาก การขุนโคลูกผสมชาร์โรเลต์ 37.5 เปอร์เซนต์ และ 50 เปอร์เซนต์. น. 13-19. ใน รายงานผลงานวิจัยงานคั่นคว่ำและวิจัยการผลิตสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2541. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ไพโรจน์ ศิริสม และ ศรีจิตต์ สิมารักษ์. (2541). โครงสร้างโคเนื้อพันธุ์ตาก การขุนโคลูกผสมชาร์โรเลต์-บราห์มัน 50 เปอร์เซนต์ (โคพันธุ์ตาก 1) เพื่อสนองตลาดเนื้อโคระดับกลาง. น. 20-36. ใน รายงานผลงานวิจัย งานคั่นคว่ำและวิจัยการผลิตสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2541. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพมหานคร.
- เมธา วรรณพัฒน์. (2547). การผลิตโคเนื้อและกระบือในเขตร้อน. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุทธนา ศิริวัธนกุล, สุชีพ รัตสาร, นาม ศิริเสถียร, มาลินี ล้อมโกศา และอนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2525 ก. สงขลานครินทร์ 4: 209.
- _____. 2525 ข. สงขลานครินทร์ 4: 323.
- รักบุญญ์ วิไลรัตน์. (2539). การทนทานความร้อนของโคนมที่มีระดับสายเลือดฮอลส์ไตน์ ฟรีเซียนต่าง กัน ภายใต้สภาพอากาศร้อนชื้น. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.
- วรารุช ชัยเนตร. (2536). ระบบการเลี้ยงโคลูกผสมอินดูบราซิสของผู้เลี้ยงรายย่อยในจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิจิตร ศรีสะอาด. (2520). เทคโนโลยีการศึกษา. อักษรบัณฑิตการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- เวชสิทธิ์ โทบุราณ และคณะ. (2538). การเสริมอาหารอัดเม็ดคุณภาพสูง (HOFP) ในโคลูกผสมพื้นเมือง-บราห์มัน : ผลของระดับโปรตีนในอาหารอัดเม็ดคุณภาพสูงต่ออัตราการเพิ่มน้ำหนัก. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เวชสิทธิ์ โทบุราณ. (2540). การใช้เปลือกถั่วปัดเป็นอาหารโคเนื้อ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศรเทพ ชัมวาสร. (2539). การเลี้ยงโคเนื้อ. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (2544). การเลี้ยงโคเนื้อ: แนวทางการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรไทย. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟันี่พับลิชชิง กรุงเทพฯ 360 น.
- ศิริชัย ศรีพงศ์พันธ์, วินัย ประถมพุกาญจน์ และ อุตสาห จันทรอำไพ. (2526). วารสารสงขลานครินทร์ 5: 331.

- สมคิด ทักษิณวิสุทธิ. (2543). **ธุรกิจเกษตรเบื้องต้น**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชาติ อุ๋อั้น. (2531). **การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทำฟาร์มโคนม บริเวณหนองโพ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี**. รายงานผลการวิจัยเพื่อเสนอภาควิชาภูมิศาสตร์. วารสารคณะอักษรศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ. 30 น.
- สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. (2526). **การใช้กากปาล์มน้ำมันในอาหารโครูน**. วารสารสงขลานครินทร์ 5(3): 227-229.
- สมพร โชคเจริญ สุนทรยา กัณหาบัว และ มานพ โชคดี. (2541). **ลักษณะทางเศรษฐกิจของฝูงโค บราห์มัน ยอดเยี่ยม ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ท่าพระ**. น. 44-57. ใน รายงานผลงานวิจัย งานค้นคว้าและวิจัยการผลิตสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2541. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมศักดิ์ วรรณศิริ. (2542). **ยางพารา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ.
- สวัสดิ์ บุญยาคม. (2517). **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ. ศูนย์การพิมพ์.
- สาโรช คำเจริญ. (2547). **อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เลี้ยงเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุกัญญา จิตุพรพงษ์. (2539). **การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- สุทธิพงษ์ อริยะพงศ์สรรค์ พรพรรณ แสนภูมิ เวชสิทธิ์ โทบุราณ ถนอม ทาทอง และประสาน ดังควัฒนา. (2547). **ผลของการเสริมวิตามินอีต่อคุณภาพของเนื้อสันนอกของโคลูกผสมบราห์มัน x พันเมืองไทย**. ในการประชุมสัมมนา วิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 สาขาสัตวศาสตร์/สัตว์บาล 27-28 มกราคม 2547, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรัช ชาศิริรัตน์. (2541). **การผลิตโคเนื้อ – กระบือ**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรัตน์ ชวนรำลึก. (2528). **การศึกษาคุณค่าทางโภชนาของกากเมล็ดยางพาราในไก่กระตังและนำกระทา ญี่ปุ่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดขอนแก่น. (2535). **คู่มือแผนแม่บทการพัฒนาปศุสัตว์ในจังหวัดขอนแก่น 2535 – 2539**. กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์.
- หาญชัย อัมภผล ชาญวิทย์ วัชรพุกก์ ชุมพล ทรงวิชา ทรายดล จิตจักร สุรชาติ เทียนกล้า และ วัชรระ ศิริกุล. 2550. **รายงานการวิจัย เรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตโคนมแบบ ยั่งยืนในจังหวัดสกลนคร**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร.
- องอาจ นัยพัฒน์. 2551. **การออกแบบการวิจัย: วิธีการเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และผสมผสานวิธี**. พิมพ์ที่โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 401 น.

- อานัติ อาภาภิรม. (2523). การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรเข้าสู่ชนบท. เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษในการสัมมนา เรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร, วันที่ 19-21 พฤศจิกายน 2523. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทัย คนโธ. (2526). อาหารและการคำนวณสูตรอาหาร ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ นครปฐม. 110 น.
- _____. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 297 น.
- Abilay, T.A., R. Mitra and H.D. Johnson. (1975). **Plasma cortisol and total progesterone level in Holstein stress during acute, exposure to high environmental temperature (42°C) condition.** J. Anim. Sci. 41: 113.
- Allen, T.E., J.W. Bennett, S.M. Donegan and J.C.D. Hutchinson. (1974). **Moisture, its accumulation and site of evaporation in the coats of sweating cattle.** J. agric. Sci, Camb. 74: 247-258.
- Alvare, M., Robertson, W.D., Hahn, L., Yousef, M.K., and Johnson, H.D. (1967). **Physiological responses of bovine to catecholamines.** J. Anim.Sci., 26:940.
- Anderson, M.J., Adams, R.C. Lamb, and J.L. Walters. (1979). **Feeding Whole Cottonseed to lactating Dairy Cows.** J. Dairy Sci. 62: 1098.
- A.O.A.C. (1990). **Official methods of analysis.** 14th ed., AOAC, Washington DC. 1141 p.
- Babatunde, G.M., B.L. Fetuga, G. Odumosu and V.A. Oyenuga. (1975). J. Sci. Food Agric. 26: 1279.
- Baccari, F. Jr., Johnson, H.D. and Hahn, G.L. (1983). **Environmental heat effects on growth, plasma T₃, and post-heat compensatory effects on Holstein calves.** Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 173: 312.
- Battaglia, R.A. (2001). **Handbook of Livestock Management.** Prentice hall Upper Saddle River, New Jersey. 620 p.
- Benjamin, M.M. (1978). **Outline of Veterinary Clinical Pathology.** 3rd ed., Iowa: Iowa State University Press, Iowa. 255 p.
- Berg, G.M., J.L. Tymoczko and L. Stryer. 2007. **Biochemistry.** 6th ed. New York. WH. Freeman and Company.
- Bergman, R.K. and H.D. Johnson. (1963). **Temperature effects on plasma cortisol of cattle.** J. Anim. Sci. 22: 854. (Abtr.)

- Bhattacharya, S., A.K. Acharya, N.C. Deb and T.M. Chowdhury. (1965). **Seasonal variation in body temperature, pulse rate, respiration rate and hemoglobin concentration of blood in different breed of India heifer and growing bulls.** India J. Vet. Sci. 35:47-51
- Bianca, W. (1965). **Reviews of the progress of dairy science.** J. Dairy Res. 32: 291-345.
- Blaxter, K.L. (1967). **The Energy Metabolism of Ruminants.** Hutchinson & Son, London.
- Blauwickel, R, S.Xu, J.H. Herison, K.A. Loney., R.E. Riley and M.C. Calhoun. (1997). **Effect of whole cotton seed, gossypol and ruminally protected lysine supplementation on milk and composition.** J. Dairy Sci. 80: 1358-1365.
- Bligh, J. (1985). **Temperature regulation.** Pp. 75-96. In M.K. Yousef (ed.). Stress Physiology in Livestock (I). CRC Press, United States.
- Bligh, J., Cottle, W.H. and Maskrey, M. (1971). **Influence of ambient temperature on the thermoregulatory responses to 5-hydroxytryptamine, noradrenaline, and acetylcholine injected into the lateral cerebral ventricles of sheep, goats and rabbits.** J. Physiol. (London)., 212:377.
- Bond, J. and R.E. McDowell. (1972). Reproductive performance and physiological responses of beef females as affected by a prolonged high environmental temperature. J. Anim. Sci. 35 (4): 820-829.
- Boonprong, S. 2010. **HEAT TOLERANCE INDICATORS FOR BEEF CATTLE IN THE TROPICS WITH SPECIAL REFERENCE TO BLOOD BIOCHEMICAL PROPERTIES.** [PH.D. THESIS IN ANIMAL SCIENCE]. BANKOK: GRADUATE SCHOOL, KASETSART UNIVERSITY.
- Boonprong, S., C. Sribhen, A. Choothesa, N. Parvizi, and C. Vajrabukka, (2007). **Blood Biochemical Profiles of Thai indigenous and Simmental x Brahman Crossbred Cattle in the Central Thailand.** J. Vet. Med. A 54, 62-65.
- _____. (2007). **Relationship between haemoglobin types and productivity of Thai indigenous and Simmental×Brahman crossbred cattle.** Livestock Science 111: 213–217
- _____. (2008). **Productivity of Thai Brahman and Simmental-Brahman crossbred (Kabinburi) cattle in central Thailand.** Int J Biometeorol. 52:409–415.

- Braton, C., J.E. Johnson and G.D. Miller. (1953). **Physiological and hereditary response of lactating Holstein-Friesians and Jersey cows to natural environmental temperature and humidity.** J. Dairy Sci. 36: 585-600.
- Brown, H. and P. Barbara. 1993. **Hematology: Principles and Procedures.** 6th edition, Lea & Febiger, Philadelphia.
- Bucklin, R.A., D.R. Bray and D.K. Beede. (1988). **Methods to relieve heat stress for Florida dairies.** Coop. Ext. Serv., U. of Florida, October. 54 p.
- Carlisle, H.J. and Ingram, D.L. (1973). **The influence of body core temperature and peripheral temperatures on oxygen consumption in pig.** J. Physiol. (London), 231:341.
- Christison, G.I. and H.D. Johnson. (1972). **Contisol turnover in heat-stress cows.** J. Anim Sci. 35: 1005–1010.
- Christopherson, R. J., Hudson, R. J., and Christophersen, M. K. (1979). **Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of bison and cattle.** Can. J. Anim. Sci., 59:611.
- Church, D.C. (1977). **Livestock Feeds and Feeding.** O & B Books, Inc. Oregon, U.S.A. 349 p.
- _____. (1979). **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Volume 2: Nutrition.** O&B Books, Inc., Oregon. 452 p.
- Cross, H.R., J.D. Crouse and M.D. MacNell. 1984. **Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles.** J. Anim. Sci. 58: 1358.
- Curran, M.K. and S.A. Okantah. 1982. **A Review on the Effects of the Environment in the Central Performance Testing of Beef Cattle.** Review of Animal Pro Vol. 18.
- Davis, A.V. and C.P. Merilan. (1960). **Effect of constant environmental temperatures and relative humidity on feed digestion by lactation Holstein cows.** J. Dairy Sci. 43: 871. (Abstr.).
- Dalzell, R. (1977). **The case study on the utilization of effluent and by-products of oil palm by cattle and buffaloes on an oil palm estate.** Feeding stuffs for Livestock in South East Asia 4(1): 123-141.
- Duckles, H.H. (1955). **Heart rate.** In Physiology of domestic animals, 142-145 pp. 7th Unitate States.: George Banta Company.
- Ecdert, R., D. Randall and G. Augustine. 1988. **Animal Physiology: Mechanisms and Adaptations.** 3rd Printed in the United States of America, W.H. Freeman and Company. 683 p.

- Ei-Masry, K.A. and I.F.M. Marai. (1991). **Coparison between Friesians and Water Buffaloes in growth rate, milk production and some blood constituents during winter and summer conditions of Egypt.** Anim. Prod. 53: 39–43.
- EI-Nouty, F. D., Yousef, M.K., Magdub, A.B., and Johnson, H.D. (1978). **Thyroid hormones and metabolic rate in Burros, Equus asinus, and Liama, Lama glama: effects of environmental temperature.** Comp. Biochem. Physiol. 60(A):235.
- Elvinger, F. R.P. Natzke and P.J. Hansen. (1992). **Interaction of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows.** J. Dairy Sci. 75(2): 449-462.
- Esmay, M.L. (1978). **Principles of Animal Environment.** AVI Pub. Co. Inc. Westport, Connecticut. 358 p.
- Finch., A. Virginia., I.L. Bennett, and C.R. Holmes. 1982. **Sweating response on cattle and its relation to rectal temperature tolerance of sun and metabolic rate.** J. Agric. Sci. Camb. Vol. 99: 479-487.
- Folkow, B. and Neil, E. (1971). **Circulation.** Oxford University Press, London. 596 p.
- Graham , N. McC. (1967). **The metabolic rate of fasting sheep in relation to total and lean body weight and the estimation of maintenance requirements.** Aust. J. agric. Res., 18:127.
- _____. (1972). **Units of metabolic body sie for comparisons among adult sheep and cattle.** Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 9:352.
- Gohl, Bo. (1981). **Tropical Feeds.** FAO Animal Production and Heaeth Series. 529 p.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. **Forage fiber Analysis.** USDA, ARS Agr. Handbook. No. 379. U.S. Dept., Agr., Washing DD. 188 p.
- Hales, J.R.S. (1974). **Physiological reponses to heat.** In: MTP International Reviews of Sciencs, Physiology V. 7, Butterworths:London, 107p.
- Hales, J.R.S., Fawcett, A.A., Bennett, J.W. and A.D. Needham. (1978). **Thermal control of blood flow through capillaries and arteriovenouses anastomatoses in skin of sheep.** PfÜger Arch., 378:55.
- Hales, J.R.S., Rowell, L.B. and Strandness, D.E. (1977). **Active cutaneous vasodilatation in the hyperthermic baboon.** Proc. Aust. Physiol. Phamacol. Soc., 8:70.

- Hefez, E.S.E. (1968 a). **Adaptation of Domestic Animals**. Philadelphia: Lea and Febiger. 430 p.
- _____. (1968 b). **Behavioral adaptation**, pp. 202–214. *In* E.S.E. Hafez, ed. *Adaptation of Domestic Animals*. Lea and Febiger, Philadelphia, PA.
- Harrison, J.H., R.L. Kincaid, J.P. McNamara, S. Waltner, K.A. Loney, R.E. Riley and J.D. Cronrath. (1995). **Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows**. *J. Dairy Sci.* 78: 181-193.
- Harold, D.J., A.C. Ragsdale and C.H. Cheng. (1957). **Comparison of the effects of environmental temperatures on rabbits and Cattle. Part 1. Influence of constant environmental temperatures (50 and 80 °F) on the growth responses and physiology reaction of rabbits and cattle**. *Mo. Arg. Res. Bull.* 646 p.
- Herd, R.M. (1989). **Serum cortisol and “Stress” in cattle**. *Aust. Vet. J.* 66 (10): 341-349.
- Hillman, P.E., Scott, N.R. and Van Tienhoven, A. (1985). **Physiological Responses and Adaptations to Hot and Cold Environments**. pp. 1-58 . *In* Mohamed K. Yousef (ed). *Stress Physiology in Livestock*, Volume 3, Cre Press, Inc, Florida.
- Houpt, K.A. (2011). **Domestic Animal Behaviour for Veterinarians & Animal Scientists**. 5th ed. Wiley-Backwell. State Avenue, Ames, Iowa. Printed in Singapore.
- Ingram, D.L. (1979). **Recent observations on the influence of climatic conditions on metabolism and thermoregulation in pigs**. *In*: Biometeorological Survey. Vol. I, Tromp, S. W. and Bouma, J.J., Eds., Heyden & Son: London.
- Ingraham, H.R., D.D. Gillette and W.D. Wagner. (1974). **Relationship of temperature and humidity to conception rate of holstein cows in subtropical climate**. *J. Dairy Sci.* 57 (4): 476-150.
- Iriki, M., Riedel, W. and E. Simon. (1971). **Regional differentiation of sympathetic activity during hypothalamic heating and cooling anaesthetized rabbits**. *Pf. Üger Arch.*, 328:320.
- _____. 1972. **Patterns of differentiation in various sympathetic efferents induced by changes of blood gas composition and by central thermal stimulation in anaesthetized rabbits**. *Jpn. J. Physiol.*, 22:585.
- Jain, N. C., 1996. **Schalm’s Veterinary Hematology**. 5th revised edition. Lea & Febiger, Philadelphia, PA.
- Jessen, C. (1977). **Interaction of air temperature and core temperature in thermoregulation of the goat**. *J. Physiol. (London)*. 264:585.

Johnson, H.D. (1985). **Physiological responses and productivity of cattle**. Ed. by Mohamed K.

Yousef. Stress physiology in livestock (vol. 2) C.R.C. Press Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A.

_____. (1987). **Bioclimatology and the Adaptation of Livestock**. Elsevier Sci. Publishers B.V., Amsterdam. 570 p.

Johnson, H.D., H.H. Kibler, A.C. Ragsdale and M.D. Shanklin. (1960). **Effects of various combinations of temperature and humidities on milk production**. J. Dairy Sci. 43: 871. (Abste.).

Kabuga, J.D. (1992). **The influence of thermal conditions on rectal temperature, respiration rate and pulse rate of lactating Holstein-Friesian cow in the humid tropic**. Int. J. Biometeor. 36: 146–150.

Kaun, K.K., T.K. Mak, R. Alimon and D.J. Farrell. (1982). **Chemical composition and digestible energy of some feed stuffs determined with pigs in Malaysia**. Trop. Anim. Prod. 7(4) : 315-321.

Kibler, H.H. and S. Brogy. (1992). **Environmental physiology with special reference to domestic animal. X. Influence of temperature 5⁰ F to 95⁰ F on evaporative cooling from the respiratory and exterior body surfaces in Jersey and Holstein cows**. Res. Bull. Mo Agric. Exp. Sta. No. 461. 36 p.

Knowles, T.G., G.E. Edwards, K.J. Bazeley, S.N. Brown, A. Butterworth and P.D. Warriss. 2000. **Changes in blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age**. Vet. Rec. 147, 593-598.

Kullmann, R., Schöning, W. and Simon, E. (1970). **Antagonistic changes of blood flow and sympathetic activity in different vascular beds following central thermal stimulation. I. Blood flow in skin, muscle and intestine during spinal cord heating and cooling in anesthetized dogs**. Pflüger Arch., 319:146.

Lampkin, G.M. and J. Quarterman. (1962). **Observations on the grazing habits of Grade and Zebu cattle. II. Their behaviour under favourable conditions in the tropics**. J. agric. Sci., (Camb.), 58:119.

Legates, J.E., B.R. Farthing, R.B. Casady and M.S. Barrada. (1991). **Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions**. J. Dairy Sci. 74 (8): 2491–2500.

- Marai, I.F.M., A.H. Daader, A.A. Habeeb and H.M. Yousef. (1991). **Effect of winter and summer environmental conditions and amelioration and cooling treatment on Friesian calves in Egypt**, pp. 64-72 In C. Phillips and D. Piggins (eds.). *Farm Animals and the Environment*, C.A.B. International, Wallingford, UK.
- Manresa, M. (1934). **Hematological studies of cattle in Philippines**. *Philippines Agriculturist*. 23: 886. (Abstr.).
- Maust, L.E., R.E. McDowell and N.W. Hooven. (1972). **Effect of summer weather on performance of Holstein cow in three stages of lactation**. *J. Dairy Sci.* 55: 1133.
- McDowell, R.E. (1958). **Physiological approaches to animal climatology**. *J. Dairy Sci.* 55: 1133-1142.
- _____. (1972a). **Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows**. *J. Dairy Sci.* 52: 188-191.
- _____. (1972b). **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: Freeman Press. 642 p.
- McLean, J.E. and D.T. Calvert. (1972). **Influence of air humidity on the partition of heat exchanges of cattle**. *J. agric. Sci., Camb.* 78: 303-310
- Moody, E.G., F.J. Van Soest, R.E. McDowell and G.L.Ford. (1967). **Effect of height temperature and dietary fat on performance of lactating cow**. *J. Dairy Sci.* 50: 1909-1913.
- Moran, J. 2002. **Feeding Management for small holder dairy farmers in Thailand**. Kyabram Dairy Centre. Department of Natural Resources and Environment Victoria, Australia.
- Martini, F.H. 1995. **Fundamentals of Anatomy and Physiology**. 3rd Edition. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc. 648 p.
- Minish, G.L. and D.G. Fox. 1982. **Beef Production and Management**. 2nd edition, Reston-Publishing Company, Inc. A Prentice Hall Company, Reston, Virginia. U.S.A. 424 p.
- Morgan, J.B., J.W., Savell, D.S. Hale, R.K. Miller, D.B. Graffin, H.R. Cross, and S.D. Shackelford. 1991. **National beef tenderness survey**. *J. Anim. Sci.* 69: 3274-3283.
- Mount, L.E. (1968). **The Climatic Physiology of the Pig**. Edward Arnold: London.
- _____. (1979). **Recent observations on the influence of weather and climate on energy metabolism and growth in pig, sheep and cattle**. In: *Biometeorological Survey*. Vol. I, Tromp, S. W. and Bouma, J.J., Eds., Heyden & Son: London.

- Mullick, D.N. and N.D. Kehar. (1959). **Seasonal variation in the pulse rate, respiration rate, body temperature and hemoglobin level of dairy cow.** Indian J. Dairy Sci. 12: 56-62.
- National Research Council. (N.R.C.). (1988). **Nutrient Requirement of Dairy Cattle.** 6th ed., National Academy of Science, Washington, DC. 158 p.
- _____. (1996). **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** 7th rev. ed., Nat. Acad. Press, Washington, DC.
- _____. (2001). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 340 p.
- _____. (2002). **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Ninomiya, I. and S. Fujita. (1976). **Reflex effects of thermal stimulation on sympathetic nerve activity to skin and kidney.** Am. J. Physiol., 230:271.
- Nwokolo, E.N. (1990). **Rubber seeds, oil meal.** In Thacker, P.P. and R.N. Kierkwood. Eds. Nontraditional Feed Sources for Use in Swine Production. Butterworth Publ. MA., U.S.A., pp. 355-362
- Ong, H.K. and S.W. Yeong. (1977). **Prospects for the use of rubber seed meal for feeding pigs and poultry.** In Feeding Stuffs for Livestock in Southeast Asia. Malay. Soc. Anim. Prod. Pp. 337-344.
- Otto, F., A. Ibanez, B. Caballero, and E. Bogin, (1992). **Blood profile of Paraguayan cattle in relation to nutrition, metabolic state, management and race.** Isr. J. Vet. Med. 47, 91-99.
- Otto, F., F. Vilela, M. Harun, G. Talaor, P. Bagnasse. and E. Bogin. (2000). **Biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique.** Isr. J. Vet. Med. 55, 150-159.
- Onwudike, O.C. (1986 a). Anim. Feed Sci. Technol. 16: 187.
- Onwudike, O.C. (1986 b). Anim. Feed Sci. Technol. 16: 195.
- Patterson, T.J.B., R.R. Shrode, G.O. Knkel., R.E. Leighton and I.W. Rupel. (1960). **Variation in certain blood components of Holstein and Jersey cows and their relationship to dairy range in rectal temperature and to milk and butter fat production.** J. Dairy Sci. 43: 1263-1274.
- Preston, T.R. and M.R. Willis. 1974. **Intensive Beef Production.** 2nd edition, Pergamon Press, Billing and Sons Ltd, London.

- Pringle, T.D., S.E. Williams, B.S. Lamb, D.D. Johnson, and R.L. West. (1997). **Carcass characteristics, the captain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers.** J. Anim. Sci. 75: 2955-2961.
- Quavzi, F.R.J. and R.R. Shrode. (1954). **Variation in rectal temperature, pulse rate and respiration rate of cattle as related to variation in four environmental variables.** J. Anim. Sci. 13: 1028-1035.
- Raghavan, G.V. and D.N. Mullick. (1962). **Effects of air temperature and humidity on the blood composition in buffaloes bulls.** Indian J. Dairy Sci. 15: 61-68.
- Ragjaguru, A.S.B. and S.G.S. Wettimuny. (1973). Rubber seed meal as a protein supplement in poultry feeding. R.R.I.S.L. Bull. (Sri Lanka) 8: 46.
- Rhynes, A.C. and L.L. Ewing. (1973). **Plasma corticosteroids in Hereford bulls exposed to high ambient temperature.** J. Anim. Sci. 36: 369-373.
- Riedel, W. and Peter, W. (1977). **Non-uniformity of regional vasomotor activity indicating the existence of the two different systems in the sympathetic cardiovascular outflow.** Experientia. 33:337.
- Robertshaw, D. and V. Finch. (1976). **The effects of climate on the productivity of beef cattle.** *In: Beef Cattle Production in Developing Countries.* A.J. Smith (Editor), Centre for Tropical Veterinary Medicine, Univ. Edinburge, Lewis Reprints, Ltd. Tunbridge Wells.
- Robinson, K.W. and G.H. Klem. (1953). **A study of heat tolerance of grade Australian Illiawara Shorthorn cows during early lactation.** Aust. J. agri. Res. 4: 224-234.
- Rosenberger, G. (1979). **Circulation, Respiratory System.** *In Clinic Examination in cattle.* pp. 101 – 182. G. Rosenberger (ed.). Berlin : Verlag Paul Parey.
- Roussel, J.D., Lee, J.A., Beatty, J.F. and J.H. Gholson. (1969). **Effect of thermal stress on somatic cell counts, milk constituents and blood cells.** J. Dairy Sci., 52:562. (Abstr.).
- Rusoff, L.L., J.E. Johnston and C. Branton. (1954). **Blood studies on breeding dairy bulls. I. haematocrit, hemoglobin, plasma calcium, plasma inorganic phosphorus, alkaline phosphates values, erythrocyte count and leukocyte count.** J. Dairy. Sci. 37: 30-35.
- RÜbsamen, K. and J.R.S. Hales. (1983). **Role of AVAs and capillaries in determining transfer across extremity skin of sheep.** *In: Thermal Physiology,* Hale, J.R.S., Ed., Raven Press:New York, 259p.

- Salem, M.K., Yousef, M. K., El-Sherbiny, A.A., and Khalil, M.H. (1982). **physiology of sheep and goats in the tropics**. In: Animal Production in the Tropics. Yousef, M.K., Ed., Praeger, New York, 148p.
- SAS. (1985). **User's Guide: Statistics**. Vers. 5 ed. Cary, N.C. 506 p.
- Schönung, W., Wagner, H. and Simon, E. (1970). **Neurogenic vasodilatory component in the thermoregulatory skin blood flow response of the dog**. Naunyn-Schmiedebergs Arch. Pharmacol. 273:230.
- Seif, S.M., Johnson, H.D. and A.C. Lippineott. (1979). **The Effects of heat exposure on Zebu and Scottish Highland cattles**. Int. J. Biometeor., 23: 9.
- Shkolnik, A., Borut, A., and Choshniak, J. (1972). **Water economy of the Beduin goat**. Symp. Zool. Soc. (London), 31:229.
- Shultz, T.A. (1984). **Weather and shade effects on cow cosral a activity**. J. Dairy Scil 67: 868-878
- Singh, K. and N.K. Bhattacharya. (1990). **Themosensitivity of *Bos indicus* cattle and their F1 crosses with three breeds of *Bos Taurus***. Anim. Prod. 52: 57-65.
- Singh, A.S., D.T. Pal, B.C. Mandal, P. Singh and N.N. Pathak. 2002. **Studies on changes in some of blood constituents of adult cross-bred cattle fed different levels of extracted rice bran**. Paksitan J. Nutr. 1, 95-98
- Smith, A.J. (1984). **Effects of warm climates on milk yield and composition**, pp. 167-181. In A.J. Smith (ed.). Milk Production in Developing Countries. Center of Tropical Scotland, Scotland.
- Srivastana, S.M. and N.S. Sindhu. (1977). **Heat tolerance studies on various crossbred genetic groups of cattle in U.P. (Izatnagar)**. Indian J. Here. 2; 77-83.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. (1980). **Principles and Procedure of Statistic**. 3rd ed., New York: Macmillan Publishing Co., Inc. 521 p.
- Stermer, R.A., C.F. Brasington, C.E. Coppock, J.K. Lanhan and K.Z. Milan. (1986). **Effect of drinking water temperature on heat stress dairy cows**. J. Dairy Sci. 69: 546.
- Stoot, G.H. and R.J. Williams. (1962). **Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures**. J. Dairy Sci. 45: 1369-1380.
- Stott, G.H. and F. Wiersma. (1973). **Climatic thermal stress, acause of hormonal deprerssion and low fertiliy in bovine**. Int. J. Biometeor. 17(2): 115-123.

- Singh, A. S., D. T. Pal, B. C. Mandal, P. Singh, and N. N. Pathak. (2002). **Studies on changes in some of blood constituents of adult cross-bred cattle fed different levels of extracted rice bran.** Paksitan J. Nutr. **1**, 95-98
- Sjaastad, O. V., K. Hove and O. Sand. (2003). **Physiology of domestic animals.** Scandinavian Veterinary Press, Oslo. 735 p.
- Srivastana, S.M. and N.S. Sindhu. (1977). **Heat Tolerance Studies on Various Crossbred Genetic Groups of Cattle in U.P. (Izatnagar).** Indain J. Herte. **2**: 77-83.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. (1980). **Principles and Procedure of Statistic.** 3rd ed., New York: Macmillan Publishing Co., Inc. 521 p.
- Stombaugh, D.P. and Grifo, A.P. (1977) **Heat production and respiratory quotient changes with food intake in swine.** Trans. ASAE, 20:954.
- Thomson, G.E. (1985). **Respiratory system.** In **Stress physiology in livestock (I)**, pp. 155-162 M.K. Yousef (ed.). United States.: CRC Press.
- Thompson, E.M. and Pleschka, K. (1980). **Vasodilatory mechanisms in the tongue and nose of the dog under heat load.** PflÜger Arch., 387:161.
- Tuner, H.G. (1972). **Selection of Beef cattle for Tropical Australia.** Aust. Vet. J. **48**: 162-166.
- Umpapol, H. (2002). **Enhancing milk production performance of Australian Friesian – Sahiwal crossbred dairy cow under heat stress conditions in Thailand.** [Ph.D. Thesis in animal science]. Bangkok: Graduate school, Kasetsart University.
- Umpapol H., T. Jitrajak, C. Songvicha, P. Tantisirin, R. Hanmontree, J. Sripandon and S. Umpapol. (2008). **Participatory research for sustainable grading up quality Pon-Yang-Kham Fattening Cattle, Sakon Nakhon Province (1) A study of Pon-Yang-Kham Fattening Cattle Performance Production.** Thailand Research Expro 2008.
- _____. (2009). **Participatory research for sustainable grading up quality Pon-Yang-Kham Fattening Cattle, Sakon Nakhon Province (2) A Study of Suitable Housing for Pon-Yang-Kham Fattening Beef Cattle.** Thailand Research Expro 2009.
- _____. (2010). **Participatory research for sustainable grading up quality Pon-Yang-Kham Fattening Cattle, Sakon Nakhon Province (3) Some of General Physiology Changing, Animal Welfare Behaviour and Productivity on Difference Level of**

- Chaloates Crossbred for Phon-Yangkam Fattening Production Performance. Thailand Research Expro 2010.
- Vajrabukka, C. (1978). **Seasonal changes in the hair and coat characteristics of Hereford cattle, with observations on the association between coat character and heat tolerance at various temperatures and humidities.** M.Sc.Ag. Thesis, University of New England, Armidale, Australia.
- Vajrabukka, C. and C.J. Thwaites. (1984). **The relative influence of exercise and coat type on the thermoregulatory response of cattle.** Int. J. Biometeor. 28: 9-15.
- Vercoe, J.E. (1970). **The Fasting metabolism of Brahman, Africander and Hereford X Shorthorn cattle.** Br. J. Nutr., 24:559.
- Walther, O.E., Iriki, M. and E. Simon. 1970. **Antagonistic changes of blood flow and sympathetic activity in different vascular beds following central thermal stimulation. II. Cutaneous and visceral sympathetic activity during spinal cord heating and cooling in anesthetized rabbits and cats.** Pfüger Arch., 319: 162.
- Wanapat, M. (1996). Research priorities for improving animal agriculture by agro-ecological zone in Thailand. In Feeding of Ruminants in the Tropics based on Local Feed Resources. pp 213-227. Khon Kaen Publishing Company Ltd. Khon Kaen. Thailand.
- _____. (1999). **Feeding of Ruminants in the Tropics based on Local Feed Resources.** Khon Kaen Publishing Company Ltd. Khon Kaen. Thailand. 236 p.
- Webb, B.H., Hutagalung and S.T. Cheam. (1977). **Palm oil Mill Waste as Animal Feed-processing and Utilization.** Proceeding of Symposium on International Development in Palm Oil, Kuala Lumpur. 230 p.
- Webster, A.J.F., Hicks, A. M., and Hays, F. L. (1969). **Cold climate and cold temperature induced changes in the heat production and thermal insulation of sheep.** Can. J. Physiol. Pharmacol., 47:553.
- Whittow, G.C. (1971). **Cardioacceleration in the ox (Bos taurus) during hyperthermia.** Res. Vet. Sci., 12:495.
- Willmer, P., G. Stone and I. Johnston. 2005. **Environmental Physiology of Animals.** 2nd edition. Blackwell Science, London. 768 p.
- Wincherter, C.F. (1964). **Symposium on growth: Environment and growth.** J. Anim. Sci. 23:254.

- Wise, M.E., D.V. Armstrong, J.T. Huber, R. Hunter and F. Wiersma. (1988). **Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress.** J. Dairy Sci. 71(9): 2480-2485.
- Wrenn, T.R., J. Bitman, R.A. Waterman, J.R. Weyant, D.C. Wood, L.L. Strozinski and N.W. Jr. Hooven. (1978). **Feeding protected and unprotected tallow to lactating cows.** J. Dairy Sci. 61: 49-58.
- Yates, F.E., S. Leeman, D.W. Glenister and M.F. Dallman. (1961). **Interaction between plasma corticosterone concentration and adrenocorticotropin releasing stimuli in the rat: Evidence for the rest of endocrine feedback control.** Endocrinology. 69: 67-82.
- Yates, N.T.M., Edey, T.N. and M.K. Hill. (1975). **Animal Science.** Pergamon Press: Sydney.
- Young, B.A. (1975). **Effects of winter acclimation on resting metabolism of beef cows.** Can. J. Anim. Sci., 55:619.
- Yousef, M.K. (1976). **Thermoregulation in wild ungulates.** In: Progress in Animal Biometeorology, Johnson, H.D., Ed., Swets & Zeitlinger, B.V., Amsterdam, 108p.
- _____. (1979). **Adaptive responses of ungulates to environment.** In: Biometeorological Survey. Vol. 1, Tromp, S. W., and Bouma, J.J., Eds., Heyden & Son: London, 90p.
- _____. (1985). **Stress physiology in livestock (Vol. 2).** CRC. Pres Inc., Boca Raton, Florida. U.S.A.
- Yousef, M.K., Hedlund, L. and Johnson, H.D. (1979). **Thermoregulatory responses of intraventricular injection of prostaglandins and biogenic amines in bovine.** Biometeorology, 7(1):65.
- Yousef, M.K. and Johnson, H.D. (1966 a). **Calorigenesis of dairy cattle as influenced by thyroxine and environmental temperature.** J. Anim. Sci., 25:150.
- Yousef, M.K. and Johnson, H.D. (1966 b). **Calorigenesis of cattle as influenced by growth hormone and environmental temperatures.** J. Anim. Sci., 25:1089.
- Yousef, M.K. and Johnson, H.D. (1967). **Calorigenesis of cattle as influenced hydrocortisone and environmental temperature.** J. Anim. Sci., 26:1087.
- Yousef, M.K., Hahn, L. and Johnson, H.D. (1968). **Adaptation of cattle.** In: Adaptation of Domestic Animals. Hafez, E.S.E., Ed., Lea & Febiger: Philadelphia.

Younas, M., N. Ahmad CH. and B.B. Khan. (1979). **Effect of heat stress on respiration rate, pulse rate, body temperature and body weight of buffalo calves.** Pakistan J. Sci. Res. 34 (3-4): 181-186.

<http://203.155.220.217/dopc/hotworld/hotworld.htm>

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี