ค่าโลหิตวิทยาของกระบือปลักที่เป็นโรควัณโรคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง
Hematology of Tuberculosis in the Northeastern Region

ปัญญา เจริญพจน์[1/] พิชิต ชุ่มเจริญ[2/] นิกร สางห้วยไพร[3/] และ สุวิช บุญโปร่ง[3/]*
Panya Chroenpojana[1/], Pichit Chumcharoen[2/], Nikorn Sanghuayphrai[3/] and Suvit Boonprong[3/]*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าโลหิตวิทยาของกระบือปลัก เพศเมีย ไม่อุ้มท้อง อายุระหว่าง 3 - 6 ปี ที่ผ่านการทดสอบโรควัณโรค (*Mycobacterium bovis*) โดยวิธีทูเบอร์คูลิน (Tuberculin Skin Test) ในสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ทำการสุ่มกระบือเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 13 ตัว ได้แก่ กลุ่มปกติ (negative, N) และกลุ่มให้ผลบวก (positive, P) โดยเก็บตัวอย่างเลือดของกระบือในเดือนสิงหาคม 2556 วิเคราะห์หาค่าโลหิตวิทยาในเลือด ผลการศึกษาพบว่า ค่าฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริต จำนวนเม็ดเลือดแดง และเกล็ดเลือดของกระบือกลุ่ม N มีค่าสูงกว่ากลุ่ม P ($P<0.05$) ส่วนจำนวนเม็ดเลือดขาว และชนิดเม็ดเลือดขาวของกระบือทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Abstract

The objectives of this study were to examine and compare hematology of cyclic female swamp buffaloes (3 to 6–year–old) with different Tuberculosis test results. These animals were Tuberculosis checked using Tuberculin Skin Test. The random animals were experimented to comprise of 13 positives (P) and 13 negatives (N). Blood samples were taken and body score conditions were recorded at the same time in September 2013. The buffaloes were kept at Buriram Livestock Research and Testing Station, Buriram province. The hematology showed that buffaloes in N group had significantly ($P<0.05$) higher hemoglobin, hematocrit, red blood cell and platelet than the animals in P group. However, white blood cell and types of white blood cell were not different between two groups.

คำสำคัญ : กระบือปลัก โรควัณโรค ค่าชีวเคมีในเลือด ค่าโลหิตวิทยา
Keywords: swamp buffalo, Tuberculosis, blood biochemical profiles, hematology

[1/] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[2/] สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31220
[3/] สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ 10400
[1/]Faculty of Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University, Buriram Province, Thailand
[2/]Buriram Livestock Research and Testing Station, Buriram Province 31220, Thailand
[3/]Bureau of Animal Husbandry and Genetic Improvement, DLD, Bangkok 10400, Thailand
*Corresponding author, E-mail: suvit_dld@hotmail.com

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรควัณโรคในโคและกระบือเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium bovis* (มนยา, 2555) สามารถตรวจวินิจฉัยโดยการตรวจดูรอยโรคที่ต่อมน้ำเหลือง ปอด ลำไส้ ตับ และช่องอก หรือ การทดสอบทางผิวหนังโดยการฉีดสารทูเบอร์คูลินเข้าชั้นผิวหนังที่บริเวณใต้โคนหางหรือแผงคอ อ่านผลโดยการวัดความหนาของชั้นผิวหนังหลังฉีด 72 ชั่วโมง และรวมถึงการตรวจในห้องปฏิบัติการ เช่น การแยกหาเชื้อแบคทีเรีย การตรวจทางจุลพยาธิวิทยา การย้อมสี ตรวจทางซีรั่มวิทยา ตรวจดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ เนื่องจากไม่มียารักษามีเพียงวิธีเดียวคือ เมื่อพบสัตว์ป่วยให้แยกออกจากฝูงแล้วทำลาย นอกจากนี้วัณโรคยังเป็นโรคติดต่อเรื้อรังที่สามารถติดต่อระหว่างคนกับสัตว์ได้ เชื้อโรคนี้มีความทนทานสามารถอยู่ในซากสัตว์ได้หลายสัปดาห์ สามารถอยู่ในน้ำนมได้ประมาณ 10 วัน อย่างไรก็ตาม การตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium bovis* ในสิ่งส่งตรวจอาจมีปัญหาอันเนื่องมาจากความไม่จำเพาะของชุดตรวจ ราคาแพง หรือมีการรบกวนจากระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์เอง

สำหรับผลกระทบต่อค่าโลหิตวิทยา และคุณสมบัติทางเคมีของเลือดในกระบือที่เป็นโรค Tuberculosis นั้น ยังไม่มีรายงานการศึกษาในประเทศไทย แต่จากสังเกตจากลักษณะภายนอกของกระบือที่ให้ผลสงสัยและให้ผลบวกต่อการตรวจโรค Tuberculosis จะพบว่า กระบือจะมีลักษณะผอม ซึ่งคาดว่าน่าส่งผลต่อค่าโลหิตวิทยา และคุณสมบัติทางเคมีของเลือดของกระบือตัวนั้น ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคร่วมกับวิธีทางสัตวแพทย์ได้ดี และสามารถคัดเลือกหรือการคัดแยกกระบือที่ให้ผลเป็นบวก หรือเป็นโรค Brucellosis ออกจากฝูงสัตว์ ซึ่งจะทำให้ปลอดภัยกับทั้งฝูงสัตว์ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และผู้บริโภคได้ในหลายทศวรรษที่ผ่านมา การผลิตปศุสัตว์จะมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุดทั้งในรูป เนื้อ นม ไข่ เป็นต้น ในปัจจุบันผู้บริโภคจะคำนึงถึงสุขภาพและความปลอดภัย จึงมุ่งเน้นที่จะเลือกซื้ออาหารที่ปลอดภัยและมาจากสัตว์ที่มีสุขภาพดี มีขั้นตอนการเลี้ยงดูและการผลิตที่สะอาดและมีคุณภาพสูง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ผลผลิตที่มีคุณภาพและสัตว์มีสุขภาพดี ได้แก่ การจัดการเลี้ยงดู การป้องกันและรักษาโรคที่เหมาะสม สัตว์มีสุขภาพดีและไม่เกิดความเครียด สำหรับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสัตว์ที่มีสุขภาพดี และ การป้องกันและรักษาโรคนั้น ค่าโลหิตวิทยา ได้แก่ ค่าฮีมาโตคริต ค่าฮีโมโกลบิน จำนวนเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และชนิดของเม็ดเลือดขาว จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยวินิจฉัยสุขภาพของสัตว์เพื่อใช้ในการรักษาโรคร่วมกับการวินิจฉัยทางสัตวแพทย์ ซึ่งจะทำให้ช่วยทำนายสภาพของสัตว์ได้ และอาจเป็นตัวแทนในการบอกความแข็งแรงและความสมบูรณ์ของร่างกายได้ดีกว่า การสังเกตจากลักษณะภายนอกของสัตว์เพียงอย่างเดียว (Kaneko *et al*., 2008) นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลร่วมในการคัดเลือกพ่อ แม่พันธุ์กระบือที่ดี และอาจนำไปใช้ ในสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่นๆ ได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าโลหิตวิทยาในเลือดกระบือปลัก ระหว่างกระบือในสภาวะที่มีสุขภาพดี กับให้ผลบวกต่อโรควัณโรค (*Mycobacterium bovis*)

3. ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาค่าโลหิตวิทยาในเลือดกระบือปลัก ได้แก่ ค่าฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริต จำนวนเม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ระหว่างกระบือที่ให้ผลลบกับให้ผลบวกต่อโรควัณโรค (*Mycobacterium bovis*) ในกระบือ 2 กลุ่มๆ ละ 13 ตัว รวม 26 ตัว ที่เลี้ยงดูในสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์บุรีรัมย์ อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคร่วมกับวิธีการทางสัตวแพทย์ในกระบือปลักไทย และช่วยคัดเลือกหรือการคัดแยกกระบือที่ให้ผลเป็นบวกหรือเป็นโรควัณโรค ออกจากฝูงสัตว์ได้แม่นยำมากขึ้น ทำให้สร้างความปลอดภัยต่อทั้งฝูงสัตว์ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และผู้บริโภค

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 โรควัณโรค หมายถึง โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่เรียกว่า *ไมโคแบคทีเรียม โบวิส* (*Mycobacterium bovis*) เป็นโรคติดต่อเรื้อรัง สามารถติดต่อระหว่างคนกับสัตว์ได้ เชื้อโรคนี้มีความทนทานสามารถอยู่ในซากสัตว์ได้หลายสัปดาห์ และอยู่ในน้ำนมได้ประมาณ 10 วัน

4.2 กระบือที่มีสุขภาพดี หมายถึง กระบือที่มีความสมบูรณ์ของร่างกายดี เมื่อทดสอบโรควัณโรคโดยวิธีทูเบอร์คูลิน (tuberculin skin test) โดยการฉีดแอนติเจน โบไวน์ ทูเบอคูลิน (bovine tuberculin) เข้าหนังและอ่านผลการทดสอบหลังฉีด 3 วัน (72 ชั่วโมง โดยมีความหนาของผิวหนังที่เพิ่มขึ้น น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) แสดงว่าให้ผลลบ (negative)

4.3 กระบือให้ผลบวก หมายถึง กระบือที่มีความสมบูรณ์ของร่างกายดี เมื่อทดสอบโรควัณโรค โดยวิธีทูเบอร์คูลิน (tuberculin skin test) โดยการฉีดแอนติเจน โบไวน์ ทูเบอคูลิน (bovine tuberculin) เข้าหนังและอ่านผลการทดสอบหลังฉีด 3 วัน (72 ชั่วโมง) โดยมีความหนาของผิวหนังที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร ขึ้นไป แสดงว่าให้ผลบวก (positive)

4.4 ค่าโลหิตวิทยาในเลือดกระบือปลัก หมายถึง เซลล์ที่หมุนเวียนอยู่ในระบบหมุนเวียนในโลหิตของร่างกายสัตว์ จำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ เม็ดเลือดแดง (RBC) เม็ดเลือดขาว (WBC) และเกล็ดเลือด (platelet) ได้แก่ hemoglobin (Hb), hematocrit (Hct), white blood cell (WBC), red blood cell (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) และ red cell distribution width (RDW)

4.5 พลาสมา (plasma) หมายถึง ส่วนประกอบของเลือดที่เป็นของเหลว โดยปกติจะมีลักษณะเป็นสีเหลืองใส มีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 55 ในเลือด พลาสมาได้จากการนำเลือด (blood) ไปปั่นเหวี่ยงและเติมสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดลงไป ทำให้พลาสมาสามารถแยกชั้นจากเซลล์เม็ดเลือดขาว เกล็ดเลือด และ เซลล์เม็ดเลือดแดง พลาสมาจะอยู่ชั้นบนสุด

4.6 ซีรั่ม (serum) หมายถึง ส่วนประกอบที่เป็นของเหลวของเลือด โดยไม่มีเซลล์เม็ดเลือดต่างๆ (ไม่มีเม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดแดง และเกล็ดเลือด) ซีรั่ม มีลักษณะเป็นของเหลวสีออกเหลืองที่ประกอบด้วย น้ำ เกลือแร่ สารอาหารต่างๆ (เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำตาล) ฮอร์โมนต่างๆ สารภูมิต้านทาน (Antibody) สารก่อภูมิต้านทาน (Antigen) สารช่วยการแข็งตัวของเลือด (Fibrinogen)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทราบค่าโลหิตวิทยา ของกระบือปลักในสภาพที่มีสุขภาพสมบูรณ์ และสภาวะที่เป็นโรคบรูเซลโลซิส สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ในการคัดเลือกกระบือปลักเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคร่วมกับวิธีทางสัตวแพทย์ได้ และช่วยคัดเลือกหรือการคัดแยกกระบือที่ให้ผลเป็นบวก หรือเป็นโรค Tuberculosis ออกจากฝูงสัตว์ ได้แม่นยำมากขึ้น ทำให้สร้างความปลอดภัยต่อทั้งฝูงสัตว์ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และผู้บริโภค

5.2 สามารถใช้ทำนายสภาพความสมบูรณ์ของกระบือ ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการเลี้ยงดูและคัดเลือกพันธุ์กระบือปลักไทย ผู้เลี้ยงกระบือเพื่อจำหน่ายมีสุขภาพดี มีคุณภาพชีวิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการประกอบอาชีพเลี้ยงกระบือเพิ่มขึ้น เกษตรกรที่เลี้ยงกระบือมีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้อาชีพการเลี้ยงและการอนุรักษ์กระบือปลักไทยมีความยั่งยืน

5.3 ผู้บริโภคมีสุขภาพและความปลอดภัยจากการซื้ออาหารที่ปลอดภัยและบริโภคผลิตภัณฑ์จากกระบือที่มีสุขภาพดีปลอดจากโรควัณโรค ที่มีขั้นตอนการเลี้ยงดู การป้องกันและรักษาโรค ทำให้สัตว์มีสุขภาพดี และไม่เกิดความเครียด ส่งผลต่อขั้นตอนกระบวนการแปรรูปการผลิตภัณฑ์จากเนื้อกระบือที่สะอาดและมีคุณภาพสูง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบือที่เลี้ยงในประเทศไทย

กระบือในโลก จำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ กระบือแม่น้ำ (River buffalo) และกระบือปลัก (Swamp buffalo) กระบือที่เลี้ยงในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นกระบือปลัก ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีมาควบคู่กับคนไทย และมีความผูกพันกับวิถีชีวิตวัฒนธรรมของไทยมาช้านาน คนไทยได้ใช้กระบือประกอบอาชีพการเกษตร เช่น ทำนา-ไร่ ทำสวน และขนสัมภาระต่าง ๆ จึงนับว่ากระบือปลักเป็นสัตว์ที่มีประโยชน์อย่างมากกับเกษตรกรไทย กรมปศุสัตว์โดยความร่วมมือจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้จัดตั้งโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากระบือแห่งชาติขึ้นเพื่อทำการศึกษาวิจัยปรับปรุงพันธุ์กระบือปลัก ให้มีพันธุกรรมที่ดี เช่น มีการเจริญเติบโต และความสมบูรณ์พันธุ์สูง แต่การคัดเลือกกระบือนั้นได้ใช้วิธีการคัดเลือกจากการทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโตในสถานีทดสอบกลาง โดยการนำสัตว์ที่เลี้ยงดูอยู่ในสภาพการเลี้ยงการจัดการและต่างฝูงกันมาเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะที่ปรากฏ (Phenotype) เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน แล้วทำการคัดเลือกกระบือตัวที่ดีที่สุดในกลุ่มทดสอบไว้ทำพันธุ์ ซึ่งวิธีนี้จะเป็นการคัดเลือกจากลักษณะปรากฏที่เกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (สมชัย, 2530)

การเลี้ยงกระบือของประเทศไทย ส่วนใหญ่เลี้ยงดูโดยเกษตรกรรายย่อย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเกษตรไทย เพราะเลี้ยงดูง่าย สามารถแทะเล็มวัชพืชตามไร่นา ใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำได้ดี และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม นอกจากนี้เกษตรกรยังสามารถใช้แรงงานกระบือทำการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขังและดินโคลนที่เครื่องจักรกลไม่สามารถทำงานได้ และยังใช้มูลกระบือซึ่งเป็นผลพลอยได้ในไร่นา ในการปรับปรุงพันธุ์และการผสมพันธุ์แม่กระบือของเกษตรกรส่วนใหญ่ จะผสมพันธุ์โดยพ่อพันธุ์กระบือที่เกิดในฝูงกระบือของเกษตรกรเองหรือกระบือในหมู่บ้านโดยธรรมชาติ และเป็นกลุ่มประชากรขนาดเล็ก ไม่มีการวางแผนผสมพันธุ์ และการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์อย่างเป็นระบบ ทำให้มีโอกาสเกิดอัตราเลือดชิดในฝูงกระบือของเกษตรกรสูง ส่งผลทำให้กระบือมีขนาดเล็กลง ลูกกระบือมีสุขภาพอ่อนแอ การเจริญเติบโตต่ำ และอัตราการตายของลูกกระบือสูง กระบือของไทยมีแนวโน้มปริมาณลดลงมาโดยตลอด ในปี 2539 มีกระบือทั่วประเทศ จำนวน 2,719,674 ตัว แต่ในปี 2548 มีจำนวนกระบือลดลงเหลือเพียง 1,624,919 ตัว (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2550) จำนวนกระบือลดลงไปถึง 1,094,755 ตัว เฉลี่ยลดลงปีละ 121,639 ตัว คิดเป็น 5.28% ต่อปี การเลี้ยงกระบือส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาตะวันออกเฉียงเหนือ จากสถิติกรมปศุสัตว์ในปี 2548 กระบือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวน 1,241,766 ตัว คิดเป็น 76.42% ของกระบือทั่วประเทศ รองลงมา คือ ภาคเหนือ จำนวน 220,610 ตัว คิดเป็น 13.58% ภาคกลาง 130,609 ตัว คิดเป็น 8.04% และภาคใต้ 31,934 ตัว คิดเป็น 1.96% ตามลำดับ

ส่วนใน ปี 2557 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือทั้งหมด จำนวน 185,702 ครัวเรือน ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่เขต 3 จำนวน 93,097 ครัวเรือน (ร้อยละ 50.13) รองลงมา คือ เขต 4 จำนวน 66,342 ครัวเรือน (ร้อยละ 35.72) และ เขต 5 จำนวน 11,700 ครัวเรือน (ร้อยละ 6.30) ตามลำดับ โดยมีการเลี้ยงกระบือทั้งหมด จำนวน 840,064 ตัว ซึ่งในพื้นที่เขต 3 เลี้ยงกระบือมากที่สุด จำนวน 350,694 ตัว (ร้อย ละ 41.75) รองลงมา คือ เขต 4 จำนวน 261,081 ตัว (ร้อยละ 31.08) และ เขต 5 จำนวน 90,665 ตัว (ร้อยละ 10.79) ตามลำดับ จังหวัดอุบลราชธานี มีเกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือมากที่สุด

จำนวน 22,888 ครัวเรือน (ร้อยละ 12.33) รองลงมา คือ จังหวัดสุรินทร์ (ร้อยละ 12.21) ศรีสะเกษ (ร้อยละ 10.88) บุรีรัมย์ (ร้อยละ 7.24) และ ร้อยเอ็ด (ร้อยละ 6.73) ตามลำดับ จังหวัดอุบลราชธานีมีการเลี้ยงกระบือมากที่สุด จำนวน 82,088 ตัว (ร้อยละ 9.77) รองลงมา คือ จังหวัดสุรินทร์ (ร้อยละ 9.56) ศรีสะเกษ (ร้อยละ 8.66) สกลนคร (ร้อยละ 6.57) และ บุรีรัมย์ (ร้อยละ 6.50) ตามลำดับ (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2558)

สาเหตุที่ทำให้กระบือของประเทศไทยลดลง มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ
2. ปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อสูง
3. นโยบายและบริการจัดการในหน่วยงานภาครัฐ
4. ปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ กฎระเบียบและพระราชบัญญัติในการคุ้มครองพันธุ์สัตว์ และควบคุมการฆ่าสัตว์ ราคากระบือมีชีวิตขายได้ราคาต่ำ และกระบือให้ผลผลิตต่ำ

วิกฤติจำนวนกระบือของประเทศไทยที่ลดลงอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน เกิดจากหลายปัจจัย เช่น สภาพทางสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้วิถีการเกษตรของเกษตรกรเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ การส่งเสริมอุตสาหกรรมของรัฐอย่างไร้ทิศทาง ทำให้การส่งเสริมการเลี้ยงกระบือในเชิงอุตสาหกรรมยังไม่มีแนวทางที่ชัดเจนต่อเกษตรกร ซึ่งต่างจากสัตว์อื่นๆ เช่น โค สุกร ไก่ เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมานั้นถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อวิถีชีวิตของเกษตรกรไทย เศรษฐกิจของประเทศและการลดลงของกระบือไทยอย่างต่อเนื่อง (Chantalakhana, 1999; Indramangala, 2002; Na–Chiangmai, 2002) กระบือพื้นเมืองของประเทศไทยหรือกระบือปลัก (swamp buffalo) เป็นสัตว์พื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีความทนทานและอยู่ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี กระบือสามารถแทะเล็มหาอาหารในแหล่งอาหารธรรมชาติ เช่น ทุ่งหญ้าสาธารณะ นาข้าว แปลงพืชไร่ สวนผลไม้ หรือที่รกร้างต่างๆ มีรายงานการวิจัยจำนวนมาก ยืนยันสอดคล้องกันว่ากระบือมีความสามารถในการใช้อาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ดีกว่าโค (เมธา, 2547; Suwanlee and Wannapat, 1994; Wannapat, 1999; Wannapat and Pimpa, 1999; Punia *et al*., 2001) ถึงแม้ว่ากระบืออาจจะเจริญเติบโตช้า หรือผลิตเนื้อที่มีคุณภาพต่ำกว่าโค แต่ข้อได้เปรียบคือ ลงทุนต่ำ ค่าใช้จ่ายน้อย ทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อที่ถูกกว่า

ปัจจุบันการผลิตเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีนับเป็นสิ่งสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากลักษณะการบริโภคและความเป็นอยู่ในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต การซื้ออาหารนิยมซื้อเพื่อเก็บไว้ประกอบอาหารภายหลัง จึงทำให้ต้องการเนื้อที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้เก็บรักษาไว้ได้นาน การนำเนื้อไปแปรรูปก็ต้องการเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพสูงเพื่อง่ายและสะดวกในการผลิตและควบคุมคุณภาพ คุณภาพของเนื้อสัตว์มีความหมายแตกต่างกันตามความต้องการของผู้บริโภคหรือผู้ใช้ประโยชน์จากเนื้อสัตว์ ซึ่งมีจุดประสงค์ในการนำเนื้อไปใช้ต่างกัน เช่น แม่บ้านที่ปรุงอาหารจะให้ความสำคัญของเนื้อที่มีความน่ารับประทาน เช่น สี กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ ส่วนนักโภชนาการจะให้ความสำคัญเรื่องคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อ ปริมาณไขมันที่มีในเนื้อและการปนเปื้อนของสารตกค้างในเนื้อสัตว์ เป็นต้น การบริโภคเนื้อคุณภาพสูงในประเทศไทยมักจะเป็นการบริโภคเนื้อที่ผลิตจากเนื้อโค ทำให้เนื้อโคมีราคาสูง ในขณะที่เนื้อกระบือเพื่อการบริโภคก็ยังคงมีอยู่แต่ไม่ได้รับการยอมรับว่าเป็นเนื้อที่มีคุณภาพดีเนื่องจากการผลิตยังเป็นรูปแบบเดิม โดยยังไม่มีการพัฒนาระบบการผลิตเนื้อกระบือคุณภาพสูงเป็นธุรกิจอย่างจริงจัง ธำรงค์ และ ปัญญา (2551) รายงานว่า แหล่งจำหน่ายกระบือมีชีวิตที่สำคัญคือ ตลาดนัดโค-กระบือ ซึ่งกระจายอยู่ในแหล่ง เลี้ยงสัตว์ที่สำคัญทั่วประเทศ กระบือจำนวนมากมีอายุเกิน 3 ปี ร่างกายโตเต็มวัยแล้ว ส่วนมากอยู่ในสภาพผอม ราคาถูก พ่อค้านิยมซื้อไปชำแหละเพื่อนำเนื้อ

บางส่วนไปแปรรูปเป็นลูกชิ้น หรือจำหน่ายเนื้อในราคาถูก เนื่องจากเนื้อมีคุณภาพต่ำปัจจุบันการซื้อขายเนื้อโค-กระบือ เพื่อบริโภคทั่วไปยังกำหนดราคาโดยผู้จำหน่าย ไม่มีการกำหนดราคาจัดแบ่งตามมาตรฐานที่แท้จริง จึงเกิดเป็นผลเสียทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (สวก., 2551) การส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือปรับเปลี่ยนวิถีการเลี้ยงแบบดั้งเดิม เป็นการเลี้ยงหรือการผลิตเนื้อกระบือคุณภาพ สำหรับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่ต้องการบริโภคเนื้อกระบือคุณภาพที่มีโปรตีนสูงไขมันต่ำ เพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารคุณภาพเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือมีรายได้เพิ่มขึ้นโดยตรงจากการขายกระบือ และสามารถยกระดับราคาเนื้อกระบือให้สูงขึ้น เพิ่มแรงจูงใจให้เกษตรกรเกิดความเชื่อมั่นในอาชีพ น่าจะเป็นแนวทางช่วยแก้วิกฤติจำนวนกระบือของประเทศได้อีกทางหนึ่ง

จากการศึกษาของ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ (2550) รายงานว่า การกระจายพันธุ์สัตว์พันธุ์ดี โดยให้เกษตรกรเป็นผู้ร่วมในการผลิตสัตว์และสาธิตการเลี้ยงให้แก่เกษตรกรด้วยกัน เป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถกระจายพันธุกรรมที่ดีไปในพื้นที่ที่สัตว์ดำรงชีวิตได้และใช้เวลาในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์สั้นลงสามารถนำมาวางแผนร่วมกับแผนการผสมพันธุ์แบบเปิดฝูง (open nucleus breeding scheme) เป็นวิธีที่ควรพิจารณาใช้ในฟาร์มเกษตรกรร่วมกรมปศุสัตว์ในปัจจุบัน เพื่อเป็นการเพิ่ม genetic variation ในฝูงกระบือปลักของประเทศ และในขณะเดียวกันจะเป็นการกระจายพันธุกรรมที่ดีออกไปสู่ฝูงพื้นฐาน ซึ่งได้แก่สัตว์ของเกษตรกรเป็นการเพิ่มโอกาสในการคัดเลือกมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้การปรับปรุงกระบือพันธุ์ดีได้ขยายผลไปถึงมือเกษตรกรอย่างแท้จริง จึงควรมีการพัฒนาระบบการผลิตปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบือในระดับเกษตรกรรายย่อย โดยการกระจายสัตว์พันธุ์ดีที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์แล้ว เพื่อให้มีการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

2.2. โรควัณโรคในกระบือ

โรควัณโรคในโคและกระบือ (Bovine Tuberculosis; *Mycobacterium bovis*) เป็นโรคหนึ่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียต่อการผลิตกระบือ ของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้ เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ส่วนใหญ่พบอาการของโรคแบบเรื้อรัง แต่อาจพบลักษณะเฉียบพลันมีอาการรุนแรงได้บ้าง (มนยา, 2555)

วัณโรคในโคและกระบือ (*Mycobacterium bovis*) ลักษณะรอยโรคที่พบบ่อยคือ มีลักษณะเฉพาะเป็นเม็ดตุ่มเล็กๆ เรียก ทูเบอร์เคิล (tubercle) ส่วนใหญ่พบเป็นโรคแบบเรื้อรัง แต่อาจพบลักษณะเฉียบพลันมีอาการรุนแรงได้บ้าง สามารถพบรอยโรคได้ในอวัยวะทั่วไป แต่พบมากที่ต่อมน้ำเหลือง (บริเวณส่วนหัวและคอ) ปอด ลำไส้ ตับ และช่องอก โดยทั่วไปการทดสอบโรคในสัตว์มีชีวิตนิยมใช้วิธีการทดสอบโรคทางผิวหนัง เพราะโรคนี้ทำให้สัตว์เกิดปฏิกิริยาภูมิแพ้ได้ โดยการฉีดแอนติเจน เช่น โบไวน์ทูเบอคูลิน (bovine tuberculin) เข้าหนังและอ่านผลการทดสอบหลังฉีด 3 วัน (72 ชั่วโมง) วิธีนี้เป็นวิธีมาตรฐานสากลที่นิยมใช้ในการรับรองการตรวจโรควัณโรคเมื่อมีการซื้อหรือขายสัตว์ การทดสอบดังกล่าวเป็นหนึ่งในหลายๆ วิธีที่อาศัยหลักการตอบสนองของร่างกายสัตว์ที่เรียกว่า ดีเลย์ ไฮเปอร์เซนซิติวิตี (delayed hypersensitivity) เป็นภูมิไวเกินที่เกิดขึ้นแบบเนิ่นช้า คือเกิดขึ้นภายใน 24 ถึง 48 ชั่วโมงหลังแอนติเจนเข้าสู่ร่างกาย หรือหากแบ่งตามแบบของ Coombs and Gell (1975) จะจัดอยู่ในปฏิกิริยาภูมิไวเกินชนิดที่สี่ (type IV reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากลิมโฟไซต์ กลุ่มทีเซลล์ (T cells) ที่ถูกกระตุ้นโดยเฉพาะ (specifically sensitized T cell lymphocyte) กับแอนติเจน และมีการหลั่งสารที่เรียกรวมกันว่า ลิมโฟไคน์ (lymphokines) และพบว่าในบริเวณที่ฉีดแอนติเจนเข้าไป จะมีการอักเสบและการเข้ามารวมตัวกัน (infiltration) ของเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีนิวเคลียสเดี่ยว (mononuclear leucocyte) กลไกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยน

แปลงทางผิวหนังหลังฉีดแอนติเจน เช่น สารพีพีดี (tuberculin purified protein derivative, PPD) เข้าหนังในสัตว์ที่มีภูมิไวเกินชนิดที่สี่นั้น พบว่าในระยะแรกๆ แอนติเจนจะกระจายออกไปอย่างรวดเร็ว และใน 5 ชั่วโมง ต่อมาจะเหลือเพียง 10–20% ของแอนติเจนที่ฉีด เนื่องจากถูกเก็บกักโดยแมคโครฟาจ (macrophage) ระยะนี้จะมีการอักเสบเล็กน้อยเกิดขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสัตว์ปกติกับสัตว์ที่มีภูมิไวเกิน ในระยะต่อมาจะมีการบวมแดงและมีลักษณะแข็ง (erythema and induration) เกิดขึ้น ซึ่งเกิดมากที่สุดในระยะเวลา 24–48 ชั่วโมงภายหลังฉีด และเซลล์ที่แทรกซึมนั้นส่วนใหญ่เป็นลิมโฟไซต์และแมคโครฟาจ ที่เป็นเช่นนี้เพราะในระยะที่มีการอักเสบน้อยๆ นั้น ทีเซลล์ที่ถูกกระตุ้น (sensitized T cell) ซึ่งมาทางกระแสเลือดได้มาพบกับแอนติเจนและทำปฏิกิริยากัน เกิดมีการหลั่งสารพวกลิมโฟไคน์ออกมา การหลั่งสารซึ่งยับยั้งการเคลื่อนที่ของแมคโครฟาจ (macrophage migration inhibitory factor, MIF) ทำให้แมคโครฟาจไม่เคลื่อนห่างออกไปจากบริเวณที่ฉีดแอนติเจน แต่ MIF ไม่มีผลต่อเม็ดเลือดขาวชนิดหลายนิวเคลียส (polymorphonuclear leukocyte, PMN) ทำให้ PMN ที่เข้ามาในบริเวณนั้นสามารถเคลื่อนออกไปได้ นอกจากนั้น สารกระตุ้นผิวหนัง (skin reactive factor, SRF) ที่หลั่งออกมา ทำให้มีการอักเสบเฉพาะที่และซึมผ่าน (permeability) หลอดเลือดได้สูงขึ้น (มกอช., 2547; OIE, 2008)

จากมาตรการของกรมปศุสัตว์ที่ให้ทดสอบโรควัณโรคด้วยวิธี SID เพื่อคัดกระบือที่ให้ผลบวกออกจากฝูง พบว่ากระบือให้ผลบวกลดลง แต่ยังมีกระบือที่เป็นโรคหรือมีเชื้อวัณโรคอยู่ในฝูง แม้ว่าการทดสอบด้วยวิธี SID ถือเป็นวิธีมาตรฐาน แต่หลายครั้งที่พบกระบือที่ให้ผลทดสอบเป็นลบ แต่เมื่อผ่าชันสูตรกระบือที่ป่วยและตาย กลับพบรอยโรควัณโรค (tubercle) อย่างเด่นชัดและตรวจพบเชื้อ *M. bovis* ด้วย (อุดม และคณะ, 2010) จึงเป็นข้อจำกัดของวิธีทดสอบด้วยวิธี SID ที่ไม่สามารถตรวจพบโรคในกรณีที่สัตว์ติดเชื้อเรื้อรังแล้ว (chronic stage) และกรณีที่ติดเชื้อระยะเริ่มต้น (early infection) ได้ (Doherty and Cassidy, 2002) ส่วนวิธีการอื่นๆ ที่ใช้เพื่อตรวจในสัตว์มีชีวิตควบคู่ไปกับการทดสอบวิธี SID โดยทดสอบจากตัวอย่างเลือด เช่น การตรวจหาสาร gamma-interferon (γ-IFN) ซึ่งวิธี γ-IFN นั้น ได้เริ่มนำมาใช้ควบคุมโรควัณโรคในหลายประเทศ เช่น ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ไอร์แลนด์ บราซิล โรมาเนีย สเปน อิตาลี และสหรัฐอเมริกา (Wood and Jones, 2001) ซึ่งในประเทศไทยนำมาใช้ควบคุมโรควัณโรคในกระบือปลักเฉพาะในบางพื้นที่ เนื่องจากต้นทุนที่ใช้ทดสอบสูงถึงตัวละ 400 บาท จึงยังไม่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย

2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบโดยวิธี SID นั้น จากการศึกษาวิจัยของ Francis *et al*. (1978) ในโคประเทศออสเตรเลีย พบว่า มีค่าความไว เท่ากับ 72.00% ซึ่งใกล้เคียงกับ O'Reilly (1986) ศึกษาในโคประเทศสาธารณรัฐไอร์แลนด์พบว่า มีค่าความไว เท่ากับ 75.00% ส่วนผลทดสอบวิธี SID ซึ่งมีค่าความไวค่อนข้างต่ำ ได้แก่ การศึกษาของ Wood *et al*. (1991); (1992) ในโคประเทศออสเตรเลีย พบว่า มีค่าความไว เท่ากับ 63.20 และ 68.20% ตามลำดับ ผลทดสอบที่ค่าความไวค่อนข้างสูง ได้แก่ การศึกษาของ Whipple *et al.* (1995) และ Norby *et al*. (2004) ในโคประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าความไว เท่ากับ 80.40-84.40 และ 83.30% ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Quirin *et al*. (2001) ศึกษาในโคของประเทศมาดากัสการ์ พบว่า มีค่าความไว เท่ากับ 80.00% ส่วนการทดสอบวิธี γ-IFN (Bovigram®) จากการศึกษาของ Wood *et al*. (1991); (1992) ในโคประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ พบว่า มีค่าความไว เท่ากับ 81.60 และ 81.80% ตามลำดับ Neil *et al.* (1994) ศึกษาในโคไอร์แลนด์เหนือ มีค่าความไว เท่ากับ 84.30% สำหรับ Whipple *et al.* (1995) ศึกษาในโค

ประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าความไว เท่ากับ 73.00% ส่วน Monaghan *et al*. (1997) ศึกษาในโคประเทศสาธารณรัฐไอร์แลนด์ มีค่าความไว เท่ากับ 87.70% สำหรับค่าความไว (sensitivity) หมายถึง สัดส่วนในการตรวจพบสัตว์ที่เป็นโรค (infected animal) ซึ่งแสดงผลในการวินิจฉัยเป็นบวก (positive) คิดเป็นร้อยละ ส่วนค่าความจำเพาะ (specificity) หมายถึง สัดส่วนในการตรวจพบสัตว์ที่ไม่เป็นโรค (uninfected animal) ซึ่งแสดงผลในการวินิจฉัยเป็นลบ (negative) คิดเป็นร้อยละ (Martin *et al*, 1987; de la Rua-Domenech *et al*., 2006) ในด้านอุดมทัศนีย์การตรวจคัดแยกโรค (ideal screening test) นั้น ค่าความไวและค่าความจำเพาะจำต้องมีค่า เท่ากับ 100% ซึ่งในทางการปฏิบัติยังไม่มีวิธีการทดสอบใดที่มีความสมบูรณ์ครบถ้วน (de la Rua-Domenech *et al*., 2006)

อย่างไรก็ตามการใช้วิธี SID หรือวิธี γ-IFN และใช้ทั้งสองวิธีดังกล่าวร่วมกันก็ยังมีค่าความไว (sensitivity) และค่าความจำเพาะ (specificity) ไม่ถึง 95% ซึ่งแสดงถึงการใช้ทั้งสองวิธีดังกล่าวไม่สามารถจะคัดกรองสัตว์ที่เป็นโรควัณโรคได้อย่างแม่นยำถึง 95% จากรายงานการตรวจวินิจฉัยโรควัณโรคในกระบือปลักของ อุดม และคณะ (2010) เมื่อเปรียบเทียบการใช้วิธี SID กับวิธี γ-IFN พบว่า ทั้งสองวิธีมีค่าความไว เท่ากับ 63.09 และ 72.60% ตามลำดับ และทั้งสองวิธีมีค่าความจำเพาะ เท่ากับ 66.70% ส่วนการให้ทดสอบแล้วพบว่าตัวอย่างให้ผลบวกและผลลบตรงกันของทั้งสองวิธี คิดเป็นร้อยละ 55.80 ส่วนที่ให้ผลทดสอบทั้งสองวิธีไม่ตรงกันสูงถึงร้อยละ 44.2 ส่วนผลการศึกษาวัณโรคในโค (เรขา และคณะ, 2544) โดยวิธีวิธี SID ร่วมกับวิธี γ-IFN ประเมินผลโดยใช้ผลการทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ (culture isolation method) เป็นวิธีมาตรฐาน พบว่าค่าความไวของทั้งสองวิธีเท่ากันคือ 93.8% ส่วนค่าความจำเพาะโดยวิธี SID และ γ-IFN มีค่าเท่ากับ 66.70 และ 33.34% ตามลำดับ สำหรับการศึกษาในต่างประเทศ Llamzares *et al*. (1999) ศึกษาการใช้วิธี SID หรือวิธี γ-IFN และใช้ทั้งสองวิธีดังกล่าวร่วมกันทดสอบวัณโรคในโคที่ประเทศสเปน พบว่า วิธี γ-IFN มีค่าความไวสูงกว่าวิธี SID โดยมีค่าเท่ากับ 84.90 และ 80.20% ตามลำดับ แต่เมื่อใช้ทั้งสองวิธีดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 92.90% ส่วนการประเมินผลเปรียบเทียบโดยใช้ผลการทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อเป็นวิธีมาตรฐาน พบว่า โคที่ให้ผลบวกจากการทดสอบวิธี SID จำนวน 141 ตัว ให้ผล false positive (negative โดยวิธีเพาะแยกเชื้อ) จากทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ 40 ตัว คิดเป็นร้อยละ 28.44 และให้ผลลบจากวิธี SID 77 ตัว ให้ผล false negative (positive โดยวิธีเพาะแยกเชื้อ) วิธีเพาะแยกเชื้อ 25 ตัว คิดเป็นร้อยละ 32.47 ส่วนตัวอย่างที่ให้ผลบวกเมื่อทดสอบวิธี γ-IFN 171 ตัว ให้ผล false positive จากทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ 64 ตัว คิดเป็นร้อยละ 37.43 และโคที่ให้ผลลบวิธี γ-IFN 47 ตัว ให้ผล false negative จากทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ 19 ตัว คิดเป็นร้อยละ 40.42 นอกจากนั้นเมื่อใช้การทดสอบทั้งสองวิธีร่วมกัน พบโคที่ให้ผลบวก 189 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ พบว่า ให้ผล false positive 72 ตัว (38.09%) และโคที่ให้ผลลบเมื่อทดสอบทั้งสองวิธีร่วมกัน 29 ตัว ให้ผล false negative จากทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ 9 ตัว คิดเป็นร้อยละ 31.03

ผลการทดสอบทั้งสองวิธีที่ให้ค่าไม่ตรงกันและมีความผิดพลาดในการตรวจวินิจฉัยโรควัณโรคอยู่ระหว่าง 28 – 40% จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการตรวจยืนยันให้แม่นยำขึ้น เช่น การแยกเพาะเชื้อแบคทีเรีย การตรวจหาค่าทางโลหิตวิทยา หรือ การใช้เทคนิคทางอณูชีววิทยาในขณะที่สัตว์ยังมีชีวิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการชันสูตรโรคและการควบคุมโรคกระบือของประเทศให้สูงขึ้น (อุดม และคณะ, 2010, Llamzares *et al*., 1999; Fend *et al*., 2005; de la Rua-Domenech *et al*., 2006)

จากการสังเกตลักษณะภายนอกของกระบือที่ให้ผลสงสัยและผลบวกต่อการทดสอบโรควัณโรค พบว่า กระบือมีลักษณะผอม ไม่มีแรง ซึ่งคาดว่าน่าจะส่งผลต่อองค์ประกอบและระบบการทำงานภายในร่างกายสัตว์ และเนื่องจากยังไม่การศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าทางเคมีในเลือด ได้แก่ เอ็นไซม์

ระดับเมตาโบไลต์ (metabolites) และโปรตีนในเลือด ในกระบือที่เป็นโรควัณโรคในประเทศไทย ดังนั้น ผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยวินิจฉัยสุขภาพของสัตว์ การติดเชื้อโรคของสัตว์ (Fend *et al*., 2005) เพื่อใช้ในการรักษาโรคร่วมกับการวินิจฉัยทางด้านสัตวแพทย์ ซึ่งจะทำให้ช่วยยืนยันสภาพของสัตว์ได้ และอาจเป็นบ่งชี้ความสมบูรณ์ของร่างกายได้ (Bogin, 1994; Kaneko *et al*., 1997; Stockham and Scott, 2002) นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งจำเป็นที่จะใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพความสมบูรณ์ของสัตว์ เพื่อช่วยในการคัดเลือกกระบือพ่อ-แม่พันธุ์ปลอดโรค และอาจประยุกต์นำไปใช้ในสัตว์อื่นได้ จากการศึกษาในโค (Smith, 2001) และกระบือนม (Kurundkar *et al*., 1981) ที่ติดเชื้อโรควัณโรคชนิดเรื้อรัง พบว่า ค่าฮีมาโตคริตลดลง เกิดโลหิตจาง (anemia) และเม็ดเลือดขาวลดลง (leukopenia) โดยเฉพาะกลุ่ม monocyte และ eosinophil มีค่าลดลงต่ำกว่าโคปกติ สำหรับค่าเอ็นไซม์ในตับ ได้แก่ aspartate amino transferase (AST), alanine amino transferase (ALT) alkaline phosphatase (ALP) และ gamma – glutamyl transferase (GGT) นั้น มีการศึกษาในกระบืออื่นๆ โดย Stogdale (1981); Miller *et al*. (1989) ศึกษาในกระบือไบซัน (*Syncerus caffer*) พบว่า ค่าทั้งสามดังกล่าวในกระบือเป็นโรควัณโรคมีค่าสูงกว่ากระบือปกติ เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Rodwell *et al.* (2001); Caron *et al.* (2003); Cross and Getz (2006); Jolles *et al.* (2008) ในกระบือไบซัน และ Gokce *et al.* (2003) ศึกษาในโค (*Bos taurus*) พบว่าสัตว์ที่ติดเชื้อวัณโรค (*Mycobacterium bovis*) จะมีค่า hematology, electrolyte และระดับเอ็นไซม์ในตับต่ำกว่า การศึกษาของผู้วิจัยดังกล่าวข้างต้น ได้ให้เหตุผลสอดคล้องกันว่า ปัจจัยโน้มนำให้สัตว์เกิดโรควัณโรคนั้นขึ้นอยู่กับ การให้อาหารที่พอเพียงแก่สัตว์ สภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย การป้องกันโรคอย่างสม่ำเสมอ พยาธิภายในและภายนอกร่างกาย ซึ่งขึ้นอยู่กับ เพศ อายุของสัตว์ และสภาพแวดล้อม ได้แก่ ฤดูกาล และความหนาแน่นของสัตว์ในฝูง

ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบค่าโลหิตวิทยาของกระบือปลักในพลาสมา และ ซีรั่มในเลือดระหว่างกระบือในสภาวะที่มีสุขภาพดี กับในสภาวะที่ให้ผลสงสัยและให้ผลบวกต่อโรควัณโรค (*M. bovis*) เพื่อเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคร่วมกับวิธีทางสัตวแพทย์ได้ และช่วยคัดเลือกหรือการคัดแยกกระบือที่ให้ผลเป็นบวก หรือเป็นโรค Tuberculosis ออกจากฝูงสัตว์ ได้แม่นยำมากขึ้น ทำให้สร้างความปลอดภัยต่อทั้งฝูงสัตว์ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และผู้บริโภค

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยาของกระบือปลักที่เป็นโรควัณโรคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 กลุ่ม (Treatment, trt) โดยแต่ละกลุ่ม สุ่มเลือกกระบือปลัก เพศเมีย กลุ่มๆ ละจำนวน 13 ตัว รายละเอียดแต่ละกลุ่ม เป็นดังนี้

กลุ่มที่ 1 กระบือที่ให้ผลลบในการตรวจโรควัณโรค 13 ตัว
กลุ่มที่ 2 กระบือที่ให้ผลเป็นบวกในการตรวจโรควัณโรค 13 ตัว
ดังนั้นหุ่นทางสถิติ (Model) ในการศึกษาครั้งนี้ คือ

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Y_{ij} = ค่าสังเกตจากกลุ่มที่ i ซ้ำที่ j (j = 1, 2, 3, ..., 13)
μ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด (Overall means)
τ_i = อิทธิพลจากกลุ่ม (trt) ที่ i (i = 1, 2)
ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่ม, NID $\sim (0, \sigma_e^2)$

3.2 การจัดการเลี้ยงดูฝูงกระบือทั่วไป

การจัดการเลี้ยงดูฝูงกระบือปกติ จะเลี้ยงโดยปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าภายในสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์บุรีรัมย์ ประกอบด้วย หญ้าขน หญ้ารูซี่ และถั่วฮามาต้า ในตอนกลางวัน และให้กลับเข้าคอกในตอนเย็นพร้อมทั้งตัดหญ้าสดเสริมให้กินในคอก ในฤดูฝนจะเลี้ยงโดยให้กินอาหารหยาบอย่างเดียว และอาจให้หญ้าแห้งหรือหญ้าหมักแทนหญ้าสด อาจเสริมอาหารข้นโปรตีน 14 % เฉลี่ยประมาณ 0.5 กิโลกรัม โดยมีแร่ธาตุและน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

3.3 การจัดการและการเลี้ยงดูกระบือกลุ่มที่ให้ผลบวกและกลุ่มที่สงสัย

ศึกษาในกระบือปลัก เพศเมีย และไม่อุ้มท้อง อายุ 3 – 6 ปี เพศเมีย มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน ผ่านการทดสอบโรควัณโรคโดยวิธีทูเบอร์คูลิน (tuberculin skin test) ชนิด purified protein derivative (PPD) เข้าชั้นผิวหนังบริเวณใต้โคนหาง อ่านผลโดยการวัดความหนาของชั้นผิวหนังหลังฉีด PPD ไปแล้ว 3 วัน (72 ชั่วโมง) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานสากลที่นิยมใช้ในการรับรองการตรวจโรควัณโรค (สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ, 2556; OIE, 2008) แปรผลการตรวจโรคได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มให้ผลลบ (Negative, N) และ กลุ่มให้ผลบวก (Positive, P) ทำการบันทึกคะแนนความสมบูรณ์ร่างกาย (body condition score, BCS) ของกระบือระหว่างศึกษา โดยประยุกต์ตามวิธีการของ Herd and Sprott (1986) คะแนนตั้งแต่ 1 (severe emaciation) ถึง 9 (obese) สุ่มเลือกกระบือหลังจากทราบผลทดสอบโรควัณโรค เป็น 2 กลุ่มๆ ละ 13 ตัว รวม 26 ตัว ซึ่งสัตว์แต่ละกลุ่ม

จะแยกเลี้ยงตามกลุ่มที่ให้ผลต่อการทดสอบโรควัณโรค โดยแต่ละกลุ่มจะเลี้ยงรวมกันภายในโรงเรือน ตัดหญ้าสดให้กินและเสริมด้วยอาหารข้น มีโปรตีน 12-14% เฉลี่ยตัวละ 0.5% ของน้ำหนักตัว มีแร่ธาตุและน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

3.4 การเก็บตัวอย่างทดลอง

เก็บตัวอย่างเลือดจากกระบือทดลองระหว่างเวลา 07.00 – 08.30 น. วันที่ 7 สิงหาคม 2556 ที่เส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) บริเวณใต้ลำคอ จำนวน 5 ml ในในหลอดที่บรรจุสาร EDTA ซึ่งเป็นสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าทางโลหิตวิทยา ได้แก่ hemoglobin (Hb), hematocrit (Hct), white blood cell (WBC), red blood cell (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) และ red cell distribution width (RDW) ใช้เครื่องตรวจนับเม็ดเลือด Sysmex–4500 Hematology Analyzer (Sysmex Biochemical Co., Ltd., Taipei, Taiwan) ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากเก็บตัวอย่างเลือด

3.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

1.) วิเคราะห์ค่า hemoglobin (Hb) โดยวิธี Automated method โดยเครื่อง Capillarys (สุดสาคร, 2553)

2.) วิเคราะห์หาค่า hematocrit (Hct) หรือ ค่า packed cell volume (PCV) สามารถหาได้โดยการปั่นตกของเลือดที่บรรจุสาร EDTA ในหลอด capillary tube (microhematocrit tube) ที่ความเร็ว 10,000 RPM เป็นเวลา 5 นาที (Purves *et al*., 2004) จะทำให้เลือดแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ปริมาณของเม็ดเลือดแดงหารด้วยปริมาณทั้งหมดของเลือด คือ ค่า PCV เนื่องจากทำการวิเคราะห์โดยใช้หลอดทดลอง ดังนั้นจึงสามารถคำนวณโดยอาศัยการวัดความยาวของชั้นได้

3.) วิเคราะห์หาค่า complete blood count (CBC) ได้แก่ white blood cell (WBC), red blood cell (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) และ red cell distribution width (RDW) โดยใช้เครื่องตรวจนับเม็ดเลือด Sysmex–4500 Hematology Analyzer (Sysmex Biochemical Co., Ltd., Taipei, Taiwan)

3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแปรผลตามการวางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม (trt) ตามวิธี T-Test (Steel and Torrie, 1980)

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยาของกระบือปลักที่เป็นโรควัณโรคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีรายละเอียดผลจากการทดลอง ดังนี้

4.1 ค่าโลหิตวิทยา (hematology)

จากการศึกษา พบว่า กระบือปลักทุกกลุ่ม มีอายุเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่า BCS แตกต่างกัน (P<0.05) โดยกระบือที่ให้ผลบวกมีค่า BCS ต่ำกว่ากระบือทุกกลุ่ม ดังแสดงใน Table 4.1 การศึกษาค่าโลหิตวิทยา พบว่า กระบือกลุ่ม N มีค่า Hb และ Hct (packed cell volume, PCV) เม็ดเลือดแดง (RBC, erythrocyte) และ เกล็ดเลือด (platelet) สูงกว่ากลุ่ม P (P<0.05) ดังแสดงใน Table 1 ส่วนจำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) และ ชนิดเม็ดเลือดขาว ได้แก่ neutrophil, lymphocyte, monocyte และ eosinophil ลักษณะรูปร่าง ความเข้มข้น ค่าแปรปรวนของเม็ดเลือดแดง ได้แก่ MCV, MCH, MCHC และ RDW ของกระบือทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 The hematology of Thai swamp buffaloes with different Tuberculosis results.

Parameter	The different Tuberculosis result[1/]	
	Negative (n = 13)	Positive (n = 13)
Age (year)	5.48±0.27	5.39±0.32
BCS (1 – 9 scores)	5.68±0.25[a]	4.03±0.34[b]
Hb (g/L)	115.77±2.95[a]	91.25±3.33[b]
Hct (%)	34.77±0.96[a]	26.33±1.15[b]
WBC (x10^3 cell/mm^3)	11.22±0.52	11.40±0.65
Neutrophil (%)	56.85±3.64	56.83±3.23
Lymphocyte (%)	36.31±3.33	35.25±2.91
Monocyte (%)	3.77±0.32	3.42±0.61
Eosinophil (%)	3.08±0.54	4.50±0.98
RBC (x10^6 cell/mm^3)	6.31±0.15[a]	4.78±0.22[b]
Platelet (x10^4 cell/mm^3)	66.85±11.72[a]	12.96±3.43[b]
MCV (fL)	52.56±1.44	55.04±1.32
MCH (pg)	18.16±0.51	19.31±0.53
MCHC (g/L)	343.00±3.22	344.33±3.76
RDW (%)	18.62±0.78	16.96±0.74

[1/] Means±SE within the same row with different superscripts were significantly different (P<0.05).

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยาของกระบือปลักที่เป็นโรควัณโรคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในครั้งนี้ สามารถสรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะที่นำไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงกระบือปลัก และเป็นข้อมูลในการคัดแยกกระบือปลักที่เป็นโรควัณโรคร่วมกับข้อมูลอื่นๆ ได้ ดังนี้

5.1 สรุปผล

การศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีในเลือดของกระบือปลักที่ให้ผลต่อการตรวจโรควัณโรค พบว่ากระบือที่ให้ผลบวกจากการทดสอบโรค โดยวิธี tuberculin skin test กระบือกลุ่มให้ผลบวก มีระดับ BCS ต่ำกว่ากระบือกลุ่มปกติ แสดงถึงกระบือกลุ่มดังกล่าวมีร่างกายซูบผอม

ค่าโลหิตวิทยา พบว่า กระบือกลุ่มปกติ มีค่าฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริต เกล็ดเลือด และ เม็ดเลือดแดง สูงกว่ากลุ่มให้ผลบวก ($P<0.05$) ส่วนจำนวนเม็ดเลือดขาว ชนิดเม็ดเลือดขาว ได้แก่ neutrophil, lymphocyte, monocyte และ eosinophil เช่นเดียวกับ ลักษณะรูปร่าง ความเข้มข้น ความแปรปรวนของเม็ดเลือดแดง ได้แก่ MCV, MCH, MCHC และ RDW ระหว่างกระบือกลุ่มปกติกับกลุ่มให้ผลบวกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยทางสถิติ

5.2 อภิปรายผล

การตรวจเลือดทั่วๆ ไปในคนและสัตว์ (complete blood count, CBC) ที่ใช้กันบ่อยที่สุด ช่วยในการวินิจฉัยโรคได้หลายๆ โรค การวิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยาจะมีค่าที่เกี่ยวข้องหลายค่า ซึ่งต้องดูประกอบกันไปด้วยหลายๆ ค่า (Bogin, 1994) ซึ่ง Kaneko *et al*. (2008) รายงานว่า เซลล์ที่หมุนเวียนอยู่ในระบบหมุนเวียนโลหิตของร่างกายสัตว์จำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ เม็ดเลือดแดง (RBC) เม็ดเลือดขาว (WBC) และเกล็ดเลือด (platelet) หากจำนวนเซลล์มีมากหรือน้อยเกินไป หรือมีลักษณะที่ผิดปกติ จะเป็นการบ่งชี้อาการของโรคต่างๆ ได้ ผลการศึกษา พบว่า ค่า Hb, Hct, RBC และ platelet ของกลุ่ม P ต่ำกว่ากลุ่ม N แสดงให้เห็นว่าการเกิดโรควัณโรค ในกระบือขัดขวางการสร้างเม็ดเลือดแดงของโพรงกระดูก (bone marrow) ทำให้เกิดสภาวะโลหิตจาง (anemia) ส่วนค่า platelet ที่ต่ำกว่าปกติ มักพบในสัตว์ที่ติดเชื้อไวรัสหรือแบคทีเรียและตับถูกทำลาย ส่งผลให้การสร้างไวตามิน K–dependent coagulation factors ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือดบกพร่องไป (นวพรรณ, 2545; Kurundkar *et al*., 1981; Smith, 2001) สามารถนำมาใช้บ่งชี้ถึงการติดเชื้อได้

สำหรับ eosinophil ซึ่งทำหน้าที่หลั่งเอ็นไซม์ หรือสาร histamine เพื่อทำลายพวกพยาธิต่างๆ จะตอบสนองเพิ่มขึ้นเมื่อมีพยาธิต่างๆ รบกวน หรือการเกิดโรค ส่วนค่าโลหิตวิทยาอื่นๆ เช่น neutrophil ซึ่งอยู่ในกลุ่มของ WBC มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อรา และจุลชีพอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดการอักเสบภายในร่างกาย เม็ดเลือดชนิดนี้เป็นเหมือนด่านแรกของการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันหากร่างกายได้รับเชื้อโรค (นวพรรณ, 2545) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าค่าดังกล่าวของกระบือทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

การศึกษาลักษณะรูปร่าง ความเข้มข้น ความแปรปรวนของเม็ดเลือดแดง ได้แก่ ค่า mean corpuscular volume (MCV) คือ ปริมาตรเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด เป็นค่าที่บ่งบอกว่า เม็ดเลือดแดงของสัตว์แต่ละตัวมีขนาดเม็ดใหญ่หรือขนาดเม็ดเล็ก (มีหน่วยวัดเป็น เฟมติลิตร (fL) ซึ่ง 1 ซีซี มีค่าเท่ากับ 1 ล้านล้านเฟมติลิตร) ค่า mean corpuscular hemoglobin (MCH) เป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของ Hb ซึ่งเป็นตัวพาออกซิเจนในเม็ดเลือดหนึ่งเม็ด ส่วนค่า mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) หมายถึง ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของตัวพา (hemoglobin, Hb) ออกซิเจน เม็ดเลือดหนึ่งเม็ด หรือกล่าวได้ว่า ค่า MCHC เป็นค่าบอกสัดส่วนค่า Hb ต่อปริมาตรเม็ดเลือด หมายความว่า เมื่อทราบค่า MCV ทำให้ทราบขนาดของเม็ดเลือดแดง และจากค่า MCH ที่ทำให้ทราบว่าในเม็ดเลือดแดงหนึ่งเม็ด มีค่า Hb มากหรือน้อยกว่าปกติ แต่ค่า MCHC ทำให้ทราบว่าการที่ระดับค่า Hb ต่ำนั้น อาจเนื่องจากเม็ดเลือดมีขนาดเล็กเพียงอย่างเดียว หรืออาจเป็นเพราะมีสาเหตุอื่นที่ทำให้ค่า Hb น้อยลง เช่น สัตว์ขาดธาตุเหล็กสำหรับสร้าง Hb เป็นต้น ส่วนค่า red cell distribution width (RDW) นั้น เป็นค่าความแปรปรวนของขนาดเม็ดเลือด เป็นค่าที่บ่งบอกถึงจำนวนของเม็ดเลือดแดงรูปร่างผิดปกติบิดเบี้ยว เล็กหรือใหญ่ (นวพรรณ, 2545) การศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าดังกล่าวของกระบือทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาเกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยาในกระบือที่เป็นโรควัณโรคครั้งนี้ พบว่า ให้ผลสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดสอบโรควัณโรคทางด้านสัตวแพทย์และจะช่วยทำให้การวินิจฉัยเพิ่มขึ้น จากการตรวจวินิจฉัยโรควัณโรคของ อุดม และคณะ (2010) ในกระบือปลักเมื่อเปรียบเทียบการใช้วิธี SID กับวิธี γ-IFN พบว่า ตัวอย่างให้ผลบวกและผลลบตรงกันของทั้งสองวิธี คิดเป็นร้อยละ 55.80 ส่วนที่ให้ผลทดสอบทั้งสองวิธีไม่ตรงกันสูงถึงร้อยละ 44.2 สำหรับการศึกษาในต่างประเทศ Llamzares *et al*. (1999) ศึกษาการใช้วิธี SID และวิธี γ-IFN และใช้ทั้งสองวิธีดังกล่าวร่วมกันทดสอบโรควัณโรคในโคที่ประเทศสเปน เปรียบเทียบกับการทดสอบโดยวิธีเพาะแยกเชื้อเป็นวิธีมาตรฐาน พบว่า โคที่ให้ผลบวกจากวิธี SID ให้ผล false positive จากการทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อร้อยละ 28.44 และให้ผลลบจากวิธี SID ให้ผล false negative จากวิธีเพาะแยกเชื้อร้อยละ 32.47 ส่วนตัวอย่างที่ให้ผลบวกเมื่อทดสอบวิธี γ-IFN ให้ผล false positive จากวิธีเพาะแยกเชื้อ ร้อยละ 37.43 และโคที่ให้ผลลบวิธี γ-IFN ให้ผล false negative จากทดสอบวิธีเพาะแยกเชื้อ ร้อยละ 40.42 นอกจากนั้นเมื่อใช้การทดสอบทั้งสองวิธีร่วมกัน พบโคที่ให้ผล false positive 38.09% และโคที่ให้ผล false negative ร้อยละ 31.03

ผลการทดสอบทั้งสองวิธีที่ให้ค่าไม่ตรงกันและมีความผิดพลาดในการตรวจวินิจฉัยโรควัณโรคอยู่ระหว่าง 28 – 40% จึงต้องศึกษาเพื่อหาวิธีการตรวจยืนยันให้แม่นยำขึ้น เช่น การแยกเพาะเชื้อแบคทีเรีย การตรวจหาค่าทางโลหิตวิทยา หรือ การใช้เทคนิคทางอณูชีววิทยา ในขณะที่สัตว์ยังมีชีวิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการชันสูตรโรคและการควบคุมโรคกระบือของประเทศให้สูงขึ้น (Llamzares *et al*., 1999; de la Rua-Domenech *et al*., 2006)

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาวิจัยค่าโลหิตวิทยาครั้งนี้ พบว่า ค่าที่สามารถใช้คัดแยกกระบือติดเชื้อวัณโรคร่วมกับการทดสอบทางสัตวแพทย์ ได้แก่ ค่าฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริต จำนวนเม็ดเลือดแดง และเกล็ดเลือด ดังนั้นหากมีการนำค่าโลหิตวิทยาดังกล่าว นำมาวินิจฉัยร่วมกับการทดสอบโรควัณโรคทางด้านสัตวแพทย์ คาดว่าจะทำให้ความแม่นยำในการทดสอบโรควัณโรคแม่นยำเพิ่มขึ้น ลดการทำลายสัตว์ที่ไม่เป็นโรควัณโรคลง เนื่องจากมีกระบือปลักบางตัวอย่างทั้งในกระบือกลุ่มปกติ และกลุ่มให้ผลบวกต่อ

การทดสอบโดยวิธี tuberculin skin test มีค่าสูงหรือต่ำหรืออยู่ในค่าอ้างอิงมาตรฐานของกระบือปกติ อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานเปรียบเทียบระหว่างค่าโลหิตวิทยากับวิธีทดสอบเพาะแยกเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2550. โครงการวิจัยการกระจายพันธุ์สัตว์ดีสู่เกษตรกรฟาร์มเครือข่ายของกรมปศุสัตว์. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ธำรง เมฆโหรา และ ปัญญา หมั่นเก็บ. 2551. คุณลักษณะของตลาดและผู้ซื้อเนื้อสดโคและกระบือในประเทศไทย. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นวพรรณ จารุรักษ์. 2545. เทคโนโลยีที่ใช้ในการวิเคราะห์เม็ดเลือดขาวและพารามิเตอร์ต่างๆ และการใช้ประโยชน์ทางคลินิก. *ใน* การวิเคราะห์เม็ดเลือดด้วยเครื่องอัตโนมัติและกรณีศึกษา. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัลพับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

มนยา เอกทัตร์. 2555. คู่มือสุขภาพโค-กระบือ. สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

เมธา วรรณพัฒน์. 2547. การผลิตโคเนื้อและกระบือในเขตร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 1, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 208 หน้า.

เรขา คณิตพันธ์ ธนศักดิ์ บุญเสริม วิวัฒน์ ชัยชนะศิริวิทยา และ มนยา เอกทัตร์. 2544. การชันสูตรวัณโรคในโคโดยวิธี gamma interferon assay ร่วมกับการทดสอบทางผิวหนัง. ประมวลเรื่องการประชุมสรุปผลการดำเนินงานวิจัย ประจำปี 2544, สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ, 19-22 มิถุนายน 2544, โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, เชียงใหม่, หน้า 46-54.

ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2550. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ ปี 2542 – 2549. แหล่งสืบค้น: http://www.dld.go.th/ict/yearly/popupwindow2.html, วันที่สืบค้น: 30 สิงหาคม 2558.

ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2558. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ ปี 2557. แหล่งสืบค้น: http://www.dld.go.th/ict/yearly/popupwindow2.html, วันที่สืบค้น: 30 สิงหาคม 2558.

สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. 2556. โรคที่สำคัญในสัตว์. สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ, กรมปศุสัตว์. แหล่งสืบค้น: http://www.dld.go.th./niah/AnimalDisease/index.html., วันที่สืบค้น: 7 มิถุนายน 2557.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2530. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.). 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเพื่อพัฒนามาตรฐานการผลิตเนื้อกระบือคุณภาพดี. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2547. การชันสูตรโรควัณโรคในโคและกระบือ. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุดสาคร ตู้จินดา วรวรรณ ตันไพจิตร นิพนธ์ โพธิ์พัฒนชัย กิตติ ต่อจรัส ปราณี ฟู่เจริญ และคนอื่นๆ. 2553. คู่มือการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณฮีโมโกลบิน. พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท หมัดเด็ด จำกัด, กรุงเทพฯ.

อุดม เจือจันทร์ อรุณพรรณ ดุงสูงเนิน และ บพิธ ปุยะติ. 2010. การตรวจวินิจฉัยโรควัณโรคในกระบือปลักด้วยวิธีทดสอบทางผิวหนังและการตรวจหาสาร γ-IFN. Thai-NIAH Journal 4: 71-76.

Bogin, E. 1994. Handbook for Veterinary Clinical Chemistry. Kodak Publishing, Rochester, NY.

Caron, A., P.C. Cross and J.T. Du Torr. 2003. Ecological implications of bovine tuberculosis in African buffalo herds. Ecol. Appl. 13: 1338–1345.

Chantalakhana, C. 1999. Long term breeding strategies for genetic improvement of buffaloes in developing countries. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 12: 1152-1161.

Coombs, R.R.A. and P.G.P. Gell. 1975. Classification of allergic reactions responsible for clinical hypersensitivity and diseases. *In* P.G.H. Gell, R.R.A. Coombs and P.J. Lachmann (eds.), Clinical Aspects of Immunology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 3rd ed., p. 761.

Cross, P.C. and W.M. Getz. 2006. Assessing vaccination as a control strategy in an ongoing epidemic: Bovine tuberculosis in African buffalo. Ecol. Model. 196: 494–504.

de la Rua-Domenech, R., A.T. Goodchild, H.M. Vordermeier, R.G. Hewinson, K.H. Christiansen and R.S. Clifton-Hadley. 2006. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: a review of the tuberculin tests, [gamma]-interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. Res. Vet. Sci. 81: 190-210.

Doherty, M.L. and J.P. Cassidy. 2002. New perspectives on bovine tuberculosis. Vet. J. 163: 109-110.

Fend, R., R. Geddes, S. Lesellier, H.M. Vordermeier, L.A. Corner, E. Gormley, E. Costello, R.G. Hewinson, D.J. Marlin, A.C. Woodman and M.A. Chambers. 2005. Use of an electronic nose to diagnose *Mycobacterium bovis* infection in badgers and cattle. J. Clin. Microbiol. 43: 1745-1751.

Herd, D.B. and L.R. Sprott. 1986. Body condition, nutrition and reproductive of beef cows. Texas Agric. Ext. Serv. B. 1526.

Indramongala, J. 2002. Buffalo development in Thailand. In: Development strategies for genetic evaluation for beef production in developing countries. ACIAR Proceedings No. 108. 117-123.

Jolles, A.E., V.O. Ezenwa, R.S. Etienne, W.C. Turner and H. Olff. 2008. Interactions between macroparasites and microparasites drive patterns of infection in free-ranging African buffalo. Ecology 89: 2239–2250.

Kaneko J.J., J.W. Harvey and M.L. Bruss. 2008. Clinical Biochemistry Animals. 6th ed. Elsevier B.V., Inc., New York, NY.

Kaneko, J.J., J.W. Harvey and M.L. Bruss. 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th rev. ed. Academic Press, Inc., New York, NY.

Kurundkar, V.D., B.D. Deshpande, B. Singh and L.G. Anantwar. 1981. Biochemical and pathological changes in clinical cases of haemoglobinuria in buffaloes. Indian J. Anim. Sci. 51: 35-38.

Llamazares, O.R.G., C.B.G. Martin, D.A. Nistal, V.A. de la Puente Redondo, L.D. Rodriguez and E.F.R. Ferri. 1999. Field evaluation of the single intradermal cervical tuberculin test and the interferon-γ assay for detection and eradication of bovine tuberculosis in Spain. Vet. Microbiol. 70: 55-66.

Martin, S.W., A.H. Meek and P. Willeberg. 1987. Veterinary Epidemiology: Principles and Methods. Iowa State University Press, Ames.

Miller, L.D., C.O. Thoen, K.J. Throlson, E.M. Himes and R.L. Morgan. 1989. Serum biochemical and hematologic values of normal and *Mycobacterium bovis* infected American bison. J. Vet. Diagn. Invest. 1: 219–222.

Monaghan, M., P.J. Quin, A.P. Kelly, K. McGill, C. McMurray, K. O'Crowley, H.F. Bassett, E. Costello, F. Quigley, J.S. Rothel, P.R. Wood and J.D. Collins. 1997. A pilot trial to evaluate the gamma-interferon assay for the detection of *Mycobacterium bovis* infected cattle under Irish conditions. Irish Vet. J. 50: 229-232.

Na-Chiangmai, A. 2002. Current situation and development trends of beef production in Thailand. In: Development strategies for genetic evaluation for beef production in developing countries. ACIAR Proceedings No.108. 93-97.

Neill, S.D., J. Cassidy, J. Hanna, D.P. Mackie, J.M. Pollock, A. Clements, E. Walton and D.G. Bryson. 1994. Detection of *Mycobacterium bovis* infection in skin test negative cattle with an assay for bovine interferon-gamma. Vet. Rec. 135: 134-135.

Norby, B., P.C. Bartlett, S.D. Fitzgerald, L.M. Granger, C.S. Bruning-Fann, D.L. Whipple and J.B. Payeur. 2004. The sensitivity of gross necropsy, caudal fold and comparative cervical tests for the diagnosis of bovine tuberculosis. J. Vet. Diagn. Invest. 16: 126-131.

Office International des Epizooties (OIE). 2008. Bovine Tuberculosis. *In* Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees), 6th ed., 12 rue de Prony, 75017 Paris, France. p. 77-92.

Punia, B.S., S. Singha and S. Singh. 2001. Buffalo calf feeding and management. Buffalo Bull. 20: 3-11.

Purves, W.K., D. Sadava, G.H. Orians and H.C. Heller. 2004. Life: The Science of Biology. 7th edn., Mass: Sinauer Associates, Sunderland. p. 954.

Quirin, R., V. Rasolofo, R. Andriambololona, A. Ramboasolo, T. Rasolonavalona, C. Raharisolo, H. Rakotoaritahina, S. Chanteau and P. Boisier. 2001. Validity of intradermal tuberculin testing for the screening of tuberculosis in Madagascar. Onderstepoort J. Vet. Res. 68: 231–238.

Smith, B.P. 2001. Large Animal Internal Medicine, 3rd ed., Mosby, St. Louis, Missouri, 496 pp.

Steel, R.G. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A biometrical approach. McGraw-Hill, New York, NY. 633 p.

Stockham, S.L. and M.A. Scott. 2002. Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology. Iowa State University Press, Ames, Iowa, IA.

Stogdale, L. 1981. Correlation of changes in blood chemistry with pathological changes in the animal's body: II. Electrolytes, kidney function tests, serum enzymes and liver function tests. J. S. Afr. Vet. Assoc. 52: 155-164.

Suwanlee, S. and M. Wannapat. 1994. Effect of ruminal NH_3-N on total volatile fatty acid, bacterial population and digestibility in swamp buffaloes. Proceedings 1st Asian Buffalo Association Congress, 17-21 January 1994, Khon Kaen, Thailand.

Wannapat, M. 1999. Feeding of ruminants in the tropics base on local feed resources. Khon Kean Publishing Company Ltd., Khon Kean, Thailand. 236 pp.

Wannapat, M. and O. Pimpa. 1999. Effect of ruminal NH_3-N on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 12: 904.

Whipple, D.L., A.J. Davis, J.L. Jarnagin, D.C. Johnson, R.S. Nabors, J.B. Payeur, D.A. Saari, A.J. Wilson and M.M. Wolf. 1995. Comparison of the sensitivity of the caudal fold skin test and a commercial γ-interferon assay for diagnosis of bovine tuberculosis. Am. J. Vet. Res. 56: 415-419.

Wood, P.R. and S.L. Jones. 2001. Bovigam: an in vitro cellular diagnostic test for bovine tuberculosis. Tuberculosis 81: 147-155.

Wood, P.R., L.A. Corner, J.S. Rothel, J.L. Ripper, T. Fifis, B.S. McCormick, B.R. Francis, L. Melville, K.J. Small, K. de Witte, J. Tolson, T.J. Ryan, G.W. de Lisle, J.C. Cox and S.L. Jones. 1992. A field evaluation of serological and cellular diagnostic tests for bovine tuberculosis. Vet. Microbiol. 31: 71-79.

Wood, P.R., L.A. Corner, J.S. Rothel, S.L. Jones, D.B. Cousins, B.S. McCormack, B.R. Francis, J. Creeper and N.E. Tweddle. 1991. Field comparison of the interferon gamma assay and the intradermal tuberculin test for the diagnosis of bovine tuberculosis. Aust. Vet. J. 68: 286-290.