บทที่ 1

บทนำ

การตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานทางชีวภาพในงานนิติวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากประเด็นสำคัญในการตรวจเพื่อทราบว่าหลักฐานทางชีวภาพที่สงสัยนั้นคืออะไร เช่น เป็นเลือดหรือไม่ หรือเป็นเส้นขนหรือไม่ และพยานหลักฐานนั้นเป็นของมนุษย์หรือสัตว์ ถ้าเป็นของมนุษย์จึงทำการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันเอกลักษณ์บุคคลว่าเป็นของผู้ใดต่อไป แต่ในกรณีที่ตรวจพบว่าเป็นชีววัตถุของสัตว์นั้น ในบางกรณีอาจถูกลดความสำคัญของวัตถุพยานชิ้นนั้นลงหรืออาจตัดความสำคัญของวัตถุพยานนั้นออกไปเลยก็เป็นได้ แต่อย่างไรก็ตามในบางคดีที่มีสัตว์เข้าไปเกี่ยวข้อง เช่น ถูกสัตว์ทำร้าย หรือกรณีที่มีการกล่าวอ้างของผู้ต้องสงสัยว่าเลือดที่ติดตามเสื้อผ้าตนนั้นเป็นเลือดของสัตว์ เป็นต้น ดังนี้การตรวจพิสูจน์เพื่อระบุชนิดของสัตว์จึงมีความจำเป็นอย่างมากในการสืบสวนสอบสวนของเจ้าหน้าที่ตำรวจ ทั้งการตรวจเพื่อระบุชนิดของสัตว์นี้ยังสามารถปรับใช้กับการตรวจอาหารว่ามีการปลอมปนหรือไม่ โดยในปัจจุบันการตรวจดีเอ็นเอนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจเพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ ทั้งนี้หากต้องการระบุชนิดของสัตว์ให้ได้ผลที่แน่นอน ควรวิเคราะห์จากส่วนของดีเอ็นเอที่มีความจำเพาะต่อสัตว์ชนิดนั้นๆ โดยตำแหน่งของดีเอ็นเอที่เป็นเอกลักษณ์ของสัตว์แต่ละชนิดนั้น เป็นส่วนดีเอ็นเอที่อยู่บนยีนไซโตโครมบี (Cytochrome b) ซึ่งพบได้ในไมโตคอนเดรียอันเป็นส่วนประกอบภายในเซลล์ที่ทำหน้าที่ให้พลังงานแก่เซลล์ ส่วนของดีเอ็นเอบนยีนไซโตโครมบีนี้เป็นส่วนดีเอ็นเอที่มีขนาดเล็กประมาณ 1140 เบสและสามารถพบได้ทั่วไปในสัตว์ทุกชนิดแต่มีความพิเศษตรงที่รหัสของดีเอ็นเอบริเวณนี้จะสร้างโปรตีนที่มีความจำเพาะสำหรับสัตว์ในแต่ละชนิด จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อระบุชนิดของสัตว์

สารพันธุกรรม หรือ ดีเอ็นเอ (Deoxyribonucleic Acid : DNA) เป็นกรดนิวคลิอิก (Nucleic Acid) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ดีเอ็นเอส่วนใหญ่อยู่ในรูปโครโมโซม (Chromosome) วางตัวอยู่ในส่วนนิวเคลียสภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ดีเอ็นเอประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า นิวคลิโอไทด์ (Nucleotide) ซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรจีนัสเบส (Nitrogenous Base) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มพิวรีนเบส (Purine) ได้แก่ ไทมีน (Thymine: T) ไซโทซีน (Cytosine: C) และกลุ่มไพริมิดีนเบส (Pyrimidine) ได้แก่ อะดีนีน (Adenine: A)

กัวนีน (Guanine: G) โดยสารประกอบไนโตรจีนัสเบสนี้จะรวมตัวกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose Sugar) และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) เป็นนิวคลิโอไทด์อยู่ในดีเอ็นเอ การเรียงลำดับของนิวคลิโอไทด์ ทั้ง 4 ชนิด ส่งผลต่อการเกิดความหลากหลาย และสร้างความแตกต่างในลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอ ซึ่งจะมีความจำเพาะในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

ดีเอ็นเอไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial DNA หรือ mtDNA) เป็นดีเอ็นเอที่อยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า ไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial) ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ในการหายใจ และเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ โดยทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากอาหารให้อยู่ในรูปที่เซลล์สามารถนำไปใช้ภายในเซลล์ได้ พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจำพวกยูคาริโอติด (Eukariotic) ทั้งพืชและสัตว์ โดยไมโตคอนเดรียมีดีเอ็นเอของตัวเอง มีการจำลองโมเลกุลดีเอ็นเอและสังเคราะห์โปรตีนได้เอง จีโนมในไมโตคอนเดรียของสัตว์มีขนาดค่อนข้างเล็ก ประมาณ 16-20 กิโลเบส เช่นของคนมี 16,569 คู่เบส พืชมี 40-2,500 กิโลเบส ซึ่งมีขนาดค่อนข้างใหญ่และมีความแตกต่างกันมาก จำนวนไมโตคอนเดรียในเซลล์จะมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นกับชนิดและกิจกรรมของเซลล์ โดยแต่ละเซลล์อาจมีจำนวนไมโตคอนเดรียตั้งแต่หลายร้อยจนถึงจำนวนเป็นหลักพัน และในไมโตคอนเดรียแต่ละอันจะมีดีเอ็นเอ 5-10 โมเลกุล รวมจำนวนดีเอ็นเอของไมโตคอนเดรียอาจมีหลายพันโมเลกุลต่อเซลล์ คิดเป็นประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของดีเอ็นเอทั้งหมดในเซลล์ [6] ทั้งนี้ดีเอ็นเอไมโตคอนเดรียมีที่มาจากการสืบทอดจากบรรพบุรุษ ซึ่งปกติแล้วอาศัยกฎของเมนเดล คือมาจากพ่อและแม่ แต่เนื่องจากเป็นดีเอ็นเอที่อยู่ในส่วนของไมโตคอนเดรียในไซโตพลาซึม เซลล์สืบพันธุ์ของพ่อซึ่งอยู่ในรูปของอสุจินั้นเอาเฉพาะส่วนหัวของอสุจิซึ่งมีนิวเคลียสอยู่เข้าไปผสมกับไข่ของเพศแม่ แต่สลัดเอาส่วนที่เหลือซึ่งมีไมโตคอนเดรียอยู่เป็นจำนวนมากออกไป ดังนั้น เซลล์ของลูกที่ได้จึงมีแต่ไมโตคอนเดรียที่ได้จากแม่เท่านั้น การถ่ายทอดจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานจึงไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล (Non-Mendelian Inheritance) แต่เป็นการถ่ายทอดลักษณะจากเพศแม่เท่านั้น(Maternal Inheritance) [1]

ไซโตโครม บี (Cytochrome b) เป็นหนึ่งในไซโตโครม (Cytochromes) ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งอิเล็กตรอนในโซ่การหายใจของไมโตคอนเดรีย โดยไซโตโครมมีหลายชนิดใช้ตัวอักษรเป็นชื่อชนิดของไซโตโครม เช่น ไซโตโครมเอ ไซโตโครมบี หรือไซโตโครมซี เป็นต้น ไซโตโครมจะรับและส่งอิเล็กตรอนจากไซโตโครมหนึ่งไปยังอีกไซโตโครมหนึ่งจนถึงออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายและไม่ส่งต่ออิเล็กตรอนให้แก่สารตัวใด ออกซิเจนที่ได้รับอิเล็กตรอนจะรวมกับโปรตอนที่มีอยู่ในสารละลายภายในไมโตคอนเดรีย กลายเป็นน้ำ ดีเอ็นเอที่อยู่ในส่วนของยีนไซโตโครมบีเป็นส่วนดีเอ็นเอที่มีขนาดเล็กและพบอยู่ในสัตว์ทุกชนิด แต่มีการสร้างโปรตีนที่มีความจำเพาะสำหรับสัตว์แต่ละชนิด จึงมีการนำเอาดีเอ็นเอในส่วนของยีน ไซโตโครม บี มาใช้ใน

การตรวจสอบเพื่อระบุชนิดในสัตว์(Species Identification) เนื่องจากลำดับเบสของยีนไซโตโครมบีของสัตว์จะค่อนข้างอนุรักษ์ จึงสามารถออกแบบไพรเมอร์(Primer)สำหรับเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอส่วนดังกล่าวด้วยวิธี PCR ซึ่งมีรายงานการเพิ่มปริมาณส่วนของยีนไซโตโครมบีในสัตว์ได้ถึง 221 ชนิด เมื่อนำส่วนที่เพิ่มปริมาณได้มาหาลำดับเบส จะมีลำดับเบสที่แตกต่างกันไปตามชนิด (Species Specific) [6] ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการนำประโยชน์จากดีเอ็นเอบนยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรียมาประยุกต์ใช้ในการระบุชนิดของสัตว์ หรือแม้แต่การระบุว่าเป็นมนุษย์ โดยดีเอ็นเอในไมโตคอนเดรียยังสามารถใช้ได้ดีในกรณีของตัวอย่างที่มีอายุยาวนาน เช่น ผม หรือ ขน โบราณวัตถุ ซึ่งมักจะไม่มีดีเอ็นเอในนิวเคลียสเหลือเพียงพอที่จะตรวจสอบได้ แต่ทั้งนี้การระบุสารพันธุกรรมด้วยการวิเคราะห์ยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรียสามารถใช้กับการระบุคุณลักษณะทั่วไป หรือการระบุกลุ่มชั้น(Class Characteristics)ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น กล่าวคือ ใช้ระบุชนิดหรือประเภทของสิ่งมีชีวิต หรือ ของสิ่งนั้นๆ เช่น เป็นไก่ หรือเป็นมนุษย์ เป็นต้น แต่ไม่สามารถระบุถึงคุณลักษณะเฉพาะ(Individual Characteristics) ซึ่งบ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์ (Identity) ของสิ่งๆนั้นได้ว่าไม่ใช่สิ่งอื่นแต่เป็นสิ่งนั้นสิ่งเดียวอันเดียว ดังนี้เพื่อประโยชน์ซึ่งมุ่งถึงการตรวจวิเคราะห์ในการนำไประบุชนิดของสัตว์ เช่น เป็นสุกรหรือไม่ ไม่ได้มุ่งหาคำตอบว่าเป็นสุกรตัวนี้หรือไม่นั้น การตรวจวิเคราะห์จากดีเอ็นเอบนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรียจึงเป็นการเพียงพอแล้ว

การระบุสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอของสัตว์ด้วยยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรีย สามารถนำไปปรับใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์กรณีที่มีข้อพิพาททางกฎหมายเกิดขึ้นในคดีที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ เช่น กรณีพิพาทเกี่ยวกับอาหารที่ประกอบขึ้นจากเนื้อสัตว์ กรณีที่มีการกล่าวอ้างว่าเลือดที่พบในที่เกิดเหตุเป็นของสัตว์ และในกรณีที่มีการลักลอบล่าสัตว์ป่า เป็นต้น ซึ่งกรณีต่างๆที่กล่าวมานี้ล้วนจำเป็นต้องมีหลักฐานยืนยันในการกระทำความผิด โดยเฉพาะวัตถุพยานนั้นเป็นเพียงเศษชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถระบุชนิดของสัตว์นั้นได้ด้วยวิธีทางกายภาพหรือด้วยวิธีการทางชีวเคมี เช่น เศษชิ้นเนื้อ เศษผิวหนัง เศษกระดูก เป็นต้น

ปัญหาสำคัญของการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์จากวัตถุพยานทางชีวภาพอย่างหนึ่ง คือ ตัวอย่างที่ได้มามักจะอยู่ในสภาวะที่กำหนดไม่ได้ บางครั้งอาจมีปริมาณเพียงเล็กน้อย บางครั้งอาจมีสิ่งเจือปนหรือมาจากคนหลายคนปนกันอยู่ บางครั้งอยู่ในสภาพที่เสื่อมสลายอย่างมาก ทำให้ตัวอย่างมีปริมาณดีเอ็นเอน้อยหรืออาจมีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงต้องนำตัวอย่างมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) เทคนิคนี้สามารถเพิ่มขยายดีเอ็นเอให้มีจำนวนมากขึ้นกว่าเดิมหลายล้านเท่า โดยการเพิ่มปริมาณยีนที่สนใจในหลอดทดลอง จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า In vitro enzymatic gene amplification วิธีนี้มีประโยชน์ในการตรวจหาชิ้นส่วนหรือเพิ่ม

ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ต้องการในสิ่งส่งตรวจ ค้นพบครั้งแรกโดย Kary Mullis และคณะ ในปี 1983 โดยใช้หลักการเลียนแบบธรรมชาติที่ว่าโดยอาศัยดีเอ็นเอต้นแบบเป็นจุดเริ่มต้น และมีเอ็นไซม์พวก DNA polymerase ช่วยทำให้สายดีเอ็นเยาวออกไปโดยเลือกจับเอา นิวคลีโอไทด์ตัวใดตัวหนึ่งใน 4 ชนิด dATP, dGTP, dCTP ,dTTP เข้ามาต่อเป็นเบสคู่สมกับดีเอ็นเอสายต้นแบบ (template) ส่วนประกอบต่างๆ ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอมีดังนี้คือ ดีเอ็นเอต้นแบบ (template DNA), thermostable DNA polymerase, deoxynucleotice , triphosphate (dNTPs) ทั้ง 4 ชนิด , Oligonuclotide primer อย่างน้อย 1 คู่ และบัฟเฟอร์ที่เหมาะสม ปริมาณดีเอ็นเอจะเพิ่มมากขึ้นได้ต้องอาศัยปฏิกิริยาที่ต่อเนื่องหลายๆรอบ ซึ่งแต่ละรอบจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอน denaturation
2. ขั้นตอน Primer annealing
3. ขั้นตอน Primer extension

ในกระบวนการ PCR ดีเอ็นเอไพรเมอร์ 2 เส้นจะจับกับเส้นดีเอ็นเอต้นแบบในตำแหน่งที่ห่างจากกัน ถึงบริเวณหัวและท้ายของช่วงดีเอ็นเอที่ต้องการจะสร้างขึ้นใหม่ ไพรเมอร์ไฮบริไดซ์เข้ากับสายตรงข้าม และเกิดการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากไพรเมอร์ ทำให้เติมช่องว่างระหว่างไพรเมอร์ให้เต็มบริเวณที่อยู่ระหว่างไพรเมอร์ทั้งสองจะเพิ่มเป็นสองเท่าในแต่ละรอบของการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ หลอดปฏิกิริยาจะถูกปรับเปลี่ยนอุณหภูมิในเครื่องปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ (Thermal Cycler) ในการสังเคราะห์ 10 รอบ ดีเอ็นเอจะถูกขยาย 2^{10} = 1024 เท่า 20 รอบประมาณล้านเท่า และ 30 รอบประมาณพันล้านเท่า ในทางทฤษฎี ดีเอ็นเอที่ปริมาณเป็นนาโนแกรมสามารถขยายให้ดีเอ็นเอเป็นกรัมได้โดยการใช้ PCR 30 รอบ ด้วยกระบวนการอัตโนมัติ จึงทำให้ปริมาณดีเอ็นเอเพิ่มขึ้นในเวลาไม่กี่ชั่วโมง PCR มีประโยชน์อย่างมากในการทำสำเนาพันธุกรรมหรือการโคลนนิ่งดีเอ็นเอ เพราะทำการเพิ่มจำนวนยีนก่อนที่จะโคลนนิ่ง PCR ทำให้ได้ลำดับเบสดีเอ็นเอจำเพาะปริมาณมากที่จะใช้เป็นต้นแบบ PCR สามารถถูกใช้เพื่อเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอแม้มีอยู่ในตัวอย่างในปริมาณเพียงเล็กน้อย PCR สามารถประยุกต์ใช้ตรวจไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอซึ่งใช้ระบุเอกลักษณ์บุคคลและพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดซึ่งสามารถตรวจได้จากตัวอย่างดีเอ็นเอแม้มีปริมาณเพียงเล็กน้อย [11]

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาและทดสอบวิธีการที่มีความจำเพาะเจาะจงในการระบุสารพันธุกรรมของสุกรด้วยการวิเคราะห์จากยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรีย

สมมติฐานของการศึกษา

หลังจากทำการศึกษาจะได้วิธีการที่มีความจำเพาะเจาะจงและมีประสิทธิภาพสำหรับการระบุสารพันธุกรรมของสุกรด้วยการวิเคราะห์ยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรีย

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตประชากร

- ตัวอย่างดีเอ็นเอของของสุกรที่เลี้ยงและจำหน่ายเพื่อการบริโภคโดยทั่วไปในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำนวน 70 ตัวอย่าง
- ตัวอย่างดีเอ็นเอของมนุษย์ ไก่ วัว และปลา จำนวนชนิดละ 18 ตัวอย่าง

ขอบเขตการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการตรวจพิสูจน์ทราบดีเอ็นเอของสุกรที่เลี้ยงและจำหน่ายเพื่อการบริโภคโดยทั่วไปในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จึงทำการออกแบบไพรเมอร์ต่อลำดับดีเอ็นเอของยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรียของสุกรและศึกษาผลจากการตรวจพิสูจน์ความจำเพาะของดีเอ็นเอด้วยการวิเคราะห์ยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรีย จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสุกรโดยเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากร้านค้าเนื้อสุกรจากตลาดสดทั้งในตัวอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่และอำเภอใกล้เคียง รวมถึงจังหวัดลำพูน นำมาสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นเนื้อ แล้วจึงทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิค PCR (Polymerase Chain Reaction) ตรวจสอบผลการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วย Agarose Gel Electrophoresis โดยทำการตรวจสอบทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง ก่อนทำการตรวจสอบความจำเพาะของไพรเมอร์ที่ใช้โดยทำการตรวจเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอของมนุษย์และดีเอ็นเอของสัตว์ชนิดอื่นได้แก่ ไก่ วัว ปลา เป็นต้น อย่างละ 18 ตัวอย่างด้วยวิธีการเดียวกันนี้

นิยามศัพท์เฉพาะ

Cytochrome b Gene หมายถึงยีนที่อยู่ในโครงสร้างของเซลล์ที่เรียกว่า ไมโตคอนเดรีย ทำหน้าที่เกี่ยวกับห่วงโซ่การหายใจภายในเซลล์

Polymerase Chain Reaction (PCR) หมายถึง เทคนิคที่ใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยอาศัยหลักการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอสายใหม่ (DNA replication) จากดีเอ็นเอต้นแบบในหลอดทดลองภายในระยะเวลาอันสั้นและได้ดีเอ็นเอสายใหม่เกิดขึ้นเป็นล้านเท่า

Agarose gel electrophoresis หมายถึง เทคนิคที่ใช้แยกสาร วิเคราะห์ และเตรียมสารที่มีประจุไฟฟ้า เช่น กรดอะมิโน โปรตีน และ กรดนิวคลีอิก ให้บริสุทธิ์บนวุ้นอะกาโรส โดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อให้สนามไฟฟ้า สารที่มีประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วที่ตรงข้ามกันด้วย อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งขึ้นกับปริมาณประจุสุทธิบนโมเลกุลของสาร รูปร่างและขนาดของโมเลกุลของสารนั้น

Base pair (bp) หมายถึง คู่เบส เป็นการจับคู่เบส A กับ T และ G กับ C ในดีเอ็นเอเกลียวคู่ การจับคู่อาจเกิดขึ้นได้ในอาร์เอ็นเอในบางสถานการณ์

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎีและหรือเชิงประยุกต์

ทราบถึงประสิทธิภาพของการตรวจเพื่อระบุสารพันธุกรรมของสุกรด้วยการวิเคราะห์ยีนไซโตโครมบีในไมโตคอนเดรีย เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีต่างๆเช่น การนำไปตรวจสอบอาหารเพื่อประโยชน์และสิทธิของผู้บริโภคตามกฎหมายคุ้มครองผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีการตรวจดีเอ็นเอมาใช้ในการตรวจพิสูจน์อาหาร ดังเช่น การตรวจพิสูจน์ว่าอาหารหรือผลิตภัณฑ์ใดที่มีการผลิตและจำหน่ายโดยมีการแสดงฉลากไม่ถูกต้อง หรือการตรวจวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นอาหารที่มีฉลากเพื่อลวงหรือพยายามลวงผู้อื่นให้เข้าใจผิดในเรื่องคุณภาพหรือลักษณะพิเศษอย่างอื่น ตามที่บัญญัติไว้ในพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภคและพระราชบัญญัติอาหาร เช่น การตรวจผลิตภัณฑ์อาหารที่ระบุบนฉลากว่าเป็นอาหารเจ หรือ ผลิตภัณฑ์ที่มีตราฮาลาล จนถึงกรณีที่ผู้บริโภคเกิดอาการแพ้จากการรับประทานอาหารที่มีการรับรองฉลากไม่ถูกต้อง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสืบสวนสอบสวนในทางคดี เช่น การพิสูจน์วัตถุพยานในกรณีที่มีชววัตถุเปื้อนหรือติดมากับวัตถุพยานใดๆ แล้วต้องการทราบว่าเป็นชววัตถุของสุกรหรือไม่ เพื่อมัดตัวผู้ต้องสงสัยหรือเพื่อประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวนหากมีการกล่าวอ้างของตัวผู้ต้องสงสัย ทั้งนี้ยังเป็นประโยชน์ในการเชื่อมโยงรูปคดีเพื่อช่วยในการคลี่คลายคดีให้ง่ายขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบสายพันธุ์ของสัตว์ป่าที่ถูกลักลอบทำลายในกรณีที่มีการดำเนินคดีทางกฎหมายเกี่ยวกับปัญหาการลักลอบทำลายสัตว์ป่า หรือการลักลอบส่งออก หรือนำเข้าสัตว์ป่าคุ้มครอง เป็นต้น