

บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา สรุปล และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการศึกษา

5.1.1 การประเมินการเน่าของซากสุนัข

จากผลการประเมินการเน่าของซากสุนัขที่ใช้ น้ำยารักษาสภาพกลุ่มต่างๆ ในส่วนการเน่า โดยรวมของซากสุนัขพบว่าซากสุนัขกลุ่มที่ 4 (18/0.1) มีอัตราการเน่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (0/10) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการเน่าของซากสุนัขกลุ่มที่ 2 (18/1) กลุ่มที่ 3 (25/1) และกลุ่มที่ 5 (25/0.1) นั้นไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม (0/10) แสดงให้เห็นว่าการใช้เกลือแกงในน้ำยารักษาสภาพซากสามารถลดความเข้มข้นของฟอร์มาลินลงได้ โดยให้ผลต่อการเน่าของซากไม่แตกต่างกัน ดังกลุ่มที่ 2 (18/1) กลุ่มที่ 3 (25/1) และกลุ่มที่ 5 (25/0.1) เนื่องจากการเน่าสลายของสิ่งมีชีวิตเกิดจากกระบวนการย่อยสลายตัวเอง (Autolysis) และการย่อยสลายเนื้อเยื่อจากภายนอกเซลล์ (Putrefaction) (2) สารฟอร์มาลินมีคุณสมบัติในการยับยั้งกระบวนการย่อยสลายตัวเอง โดยฟอร์มาลินไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนทำให้เกิดพันธะ (cross-links) ระหว่างโมเลกุลของโปรตีนทำให้เกิดความคงตัวของโปรตีน (19) ส่วนเกลือแกงนั้นมีส่วนช่วยยับยั้งการเน่าสลายได้โดยไอออนของสารละลายเกลือคิงโมเลกุลของน้ำออกจากโมเลกุลโปรตีน ทำให้โปรตีนจับตัวกันเองมากขึ้น และการละลายน้ำน้อยลง โปรตีนจึงตกตะกอนออกมา เรียกวิธีการนี้ว่า salting out (20) และเกลือแกงยังมีผลในการลดการทำงานของเอนไซม์บางชนิด โดย Carmen และคณะ, 2002 กล่าวว่าเกลือแกงมีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งเอนไซม์ (Enzyme inhibitor) และเป็นสาร Antioxidant (21) นอกจากนี้เกลือแกงยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก สอดคล้องกับรายของของ Coleman, 1998 ที่กล่าวว่าเกลือแกงช่วยทำให้เนื้อเยื่อเกิดการแห้ง และไม่เหมาะแก่การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จึงไม่น่าเปื่อย (8)

เมื่อพิจารณาการเน่าของแต่ละอวัยวะ พบว่า อวัยวะที่พบการเน่ามากกว่าร้อยละ 50 ในทุกกลุ่มการทดลอง (ยกเว้นกลุ่มควบคุม) ได้แก่ ผิวหนัง ลำไส้ ตับอ่อน และไต และเมื่อนำผลการเน่าของอวัยวะต่างๆ ไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอวัยวะที่พบการเน่าแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ได้แก่ ผิวหนัง ปอด ตับ ตับอ่อน และไต เนื่องจากอวัยวะดังกล่าวมีเอนไซม์อยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อสัตว์

ตายของคัพระกอบย่อยจะสลายตัวปล่อยน้ำย่อยซึ่งส่วนใหญ่เป็นไลโซโซม (Lysosome) ออกมาย่อยทำลายตัวเองและเซลล์ข้างเคียง (9) เนื่องจากกระบวนการย่อยทำลายตัวเองเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดย Yukari และคณะ, 2004 ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างขนาดเล็ก (Ultrastructure) ของไต ตับตับอ่อน หัวใจ และกล้ามเนื้อลายโครงสร้างของหนูแรท พบว่า ภาวะที่พบการเปลี่ยนแปลงของเซลล์อย่างรวดเร็วภายใน 1 ชั่วโมง คือ ตับ และตับอ่อน รองลงมาคือไตและหัวใจ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง ส่วนกล้ามเนื้อลายโครงสร้างจะเกิดการเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด เนื่องจากกล้ามเนื้อประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นเส้นใยไฟเบอร์ (Fibroblasts) และมีเอ็นไซม์ไลโซโซมอยู่น้อย จึงเกิดการเน่าสลายช้า (22)

นอกจากนี้ พบว่า ซากสุนัขที่ใช้น้ำยารักษาสภาพ กลุ่มที่ 2 (18/1) กลุ่มที่ 3 (25/1) และกลุ่มที่ 5 (25/0.1) ไม่พบการเน่าของ หลอดลม หลอดเลือดแดงใหญ่ หลอดเลือดแดงขาหลัง หลอดเลือดดำขาหน้า ต่อมไทรอยด์ ต่อมไทรอยด์ ต่อมน้ำเหลือง กระดูกอก กระดูกซี่โครง และเส้นประสาท phrenic nerve โดยน้ำยารักษาสภาพทั้งสามกลุ่มดังกล่าวมีฟอร์มาลินเป็นส่วนประกอบเพียงร้อยละ 1 และร้อยละ 0.1 เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าเราสามารถลดปริมาณฟอร์มาลินลงได้อย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Coleman, 1998 ซึ่งกล่าวว่าสามารถลดความเข้มข้นของฟอร์มาลินลงได้จนเหลือเพียงร้อยละ 0.5-0.75 เท่านั้น (8)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณเกลือแกงที่เหมาะสมสำหรับรักษาสภาพซากคือ ร้อยละ 25 ซึ่งสามารถลดปริมาณฟอร์มาลินให้เหลือเพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้น ดังกลุ่มที่ 5 (25/0.1) ซึ่งให้ผลการเน่าไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม (0/10) แต่ปริมาณเกลือแกง ร้อยละ 18 กับฟอร์มาลินร้อยละ 0.1 ดังกลุ่มที่ 4 (18/0.1) นั้นยังไม่เพียงพอที่จะรักษาสภาพซากไม่ให้เน่าได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณฟอร์มาลินที่เหมาะสมสำหรับรักษาสภาพซากและไม่เป็นพิษต่อผู้ปฏิบัติงานต่อไป

5.1.2 การประเมินสี (Color) กล้ามเนื้อ

จากผลการประเมินสีของกล้ามเนื้อโดยรวม พบว่า ค่าความสว่างของสี (L^*) ของซากสุนัขกลุ่มควบคุม (0/10) มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ 3 (25/1) กลุ่มที่ 4 (18/0.1) และกลุ่มที่ 5 (25/0.1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าซากสุนัขในกลุ่มควบคุม(0/10) มีสีสว่างหรือสีอ่อนกว่าซากสุนัขกลุ่มที่ 3 (25/1) กลุ่มที่ 4 (18/0.1) และกลุ่มที่ 5 (25/0.1) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีเหลือง (b^*) ของซากสุนัขกลุ่มควบคุม (0/10) มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ 4 (18/0.1) และกลุ่มที่ 5 (25/0.1) อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อมีสีไปทางสีเหลืองมากกว่าสีน้ำเงิน คือสีของกล้ามเนื้อมีสีอ่อนนั่นเอง และเมื่อเปรียบเทียบสีของกล้ามเนื้อของซากสุนัขที่ละคู่ พบว่า กลุ่มที่มีปริมาณเกลือแกงเท่ากัน พบค่าสี L^* ของซากสุนัขกลุ่มที่ 2 (18/1) มากกว่ากลุ่มที่ 4 (18/0.1) และค่าสี b^* ของกลุ่มที่ 5 (25/0.1) มากกว่ากลุ่มที่ 3 (25/1) จากผลการวัดสีนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำยารักษาสภาพซากในกลุ่มควบคุม (0/10) ทำให้สีของกล้ามเนื้อของซากสุนัขมีสีอ่อนหรือซีดจาง ทั้งนี้เนื่องมาจากผลสารฟอร์มาลินที่ไปยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีในช่วงที่เลือดเกิดการไหลลงสู่ส่วนล่างของร่างกาย (Hypostasis) ทำให้เกิดลักษณะจ้ำเลือด (Livor mortis)

ในปี 2005 Maria และ Kolczak ได้ทำการศึกษาผลของเกลือต่อสีของกล้ามเนื้อของโคและสุกร พบว่า สีของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุของสัตว์ ชนิดและกิจกรรมของกล้ามเนื้อ และชนิดของสัตว์ เช่น โคมีสีเข้มกว่าสุกร ทั้งนี้เขาได้ศึกษาเปรียบเทียบสีของกล้ามเนื้อที่ใส่เกลือและไม่ใส่เกลือ พบว่า เกลือช่วยให้สีเข้มขึ้นเนื่องจากไปเพิ่มระดับเมทไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) โดยลดระดับออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ในกล้ามเนื้อของโค และการเติมเกลือในเนื้อสุกรทำให้ระดับเมทไมโอโกลบินเพิ่มขึ้นด้วย (23) สอดคล้องกับรายงานของ Coleman, 1998 ที่ว่าการใช้เกลือเข้มข้นเป็นส่วนประกอบของน้ำยารักษาสภาพศพมนุษย์สามารถทำให้สีของกล้ามเนื้อมีลักษณะคล้ายธรรมชาติ (8) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่พบความแตกต่างของสีที่อันเกิดจากปริมาณเกลือแกงที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณเกลือแกงที่ใช้มีเพียงสองความเข้มข้นซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะใช้วัดความแตกต่างของสีกล้ามเนื้อได้ จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

5.1.3 การประเมินผิวสัมผัส (Texture) กล้ามเนื้อ

การประเมินค่าแรงกดกล้ามเนื้อโดยรวม พบว่าซากสุนัขโดยรวมที่ใช้รักษาสภาพทั้งห้า กลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบที่ละคู่โดยกลุ่มที่มีปริมาณเกลือแกงเท่ากันพบว่าค่าแรงกดของกลุ่มที่มีฟอร์มาลินมากกว่าจะมีค่ามากกว่ากลุ่มที่มีฟอร์มาลินน้อย ดังจะเห็นได้จากค่าแรงกดของกล้ามเนื้อของซากกลุ่มที่ 2 (18/1) มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ 4 (18/0.1) และเมื่อพิจารณาค่าแรงกดของกล้ามเนื้อแต่ละมัด พบว่า ค่าแรงกดของกล้ามเนื้อ triceps brachii ส่วน accessory head ของซากสุนัขกลุ่มควบคุม (0/10) มีค่ามากที่สุด และมากกว่ากลุ่มที่ 2 (18/1) และกลุ่มที่ 4 (18/0.1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เพราะซากสุนัขในกลุ่มควบคุม (0/10) มีลักษณะแข็ง เนื่องจากกระบวนการที่ฟอร์มาลินเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนในกล้ามเนื้อ

โดยเฉพาะกับกลุ่มอะมิโน (Side-chain amino group) เช่น ไลซีน ได้กลุ่มไฮดรอกซีเมทิล (Hydroxymethyl group) ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนที่อยู่ข้างเคียงเกิดเป็นพันธะที่เรียกว่า เมทิลีนบริดจ์ (Methylene bridges; -CH₂-) ซึ่งมีความคงตัวและไม่ละลายน้ำส่งผลให้เกิดการแข็งตัวของเนื้อเยื่อเกิดขึ้น (19) ทำให้เกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากพันธะเมทิลีนบริดจ์ (Methylene bridges; -CH₂-) นั้นเอง อีกทั้งน้ำยารักษาสภาพในกลุ่มควบคุม (0/10) ไม่มีเกลือแองเป็นส่วนประกอบ ซึ่งอาจเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อแข็งกว่าซากของกลุ่มทดลองอื่นๆ ซึ่งมีเกลือแองเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากเกลือแองช่วยทำให้กล้ามเนื้อนุ่มขึ้น โดยสัญญาชั 2543 กล่าวว่า ความเข้มข้นของอออนของเกลือแองให้ผลต่อความนุ่มของเนื้อเช่นเดียวกับการใช้ 0.3 M CaCl₂ ที่ทำให้กล้ามเนื้อนุ่มของกล้ามเนื้อ โดยไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ย่อยโปรตีน calpain (24) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Rosane และคณะ ในปี 2004 ที่ใช้เกลือแองเป็นส่วนประกอบในน้ำยารักษาสภาพซากสุนัขที่ใช้ในการฝึกการผ่าตัดพบว่าซากสุนัขมีลักษณะกล้ามเนื้อและผิวหนังใกล้เคียงกับสุนัขที่มีชีวิต (25)

5.1.4 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ซาก

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ซากสุนัข เมื่อพิจารณาค่าฐานนิยม (Mode) ของผู้ใช้ซาก พบว่า ผู้ใช้ซากมีความพึงพอใจซากสุนัขกลุ่มที่ 2 (18/1) มากที่สุด โดยระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ในทุกลักษณะ และเมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ใช้ซากสุนัขที่ใช้ น้ำยารักษาสภาพซากที่มีปริมาณเกลือแองเท่ากันนั้น พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ซากจะขึ้นอยู่กับปริมาณฟอร์มาลิน โดยผู้ใช้ซากมีระดับความพึงพอใจซากในกลุ่มที่มีฟอร์มาลินมากกว่าต่อทุกลักษณะ ดังจะเห็นได้จากระดับความพึงพอใจต่อซากในกลุ่มที่ 2 (18/1) มากกว่า กลุ่มที่ 4 (18/0.1) และกลุ่มที่ 3 (25/1) มากกว่ากลุ่มที่ 5 (25/0.1) และพบว่าระดับความพึงพอใจต่อความยืดหยุ่นของซากในกลุ่มควบคุม (0/10) อยู่ในระดับน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากที่สุนัขในกลุ่มควบคุม(0/10) มีลักษณะแข็ง ข้อต่อต่างๆมีลักษณะแข็งสามารถเคลื่อนไหวได้เพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ส่วนความพึงพอใจต่อกลิ่นของซากสุนัขนั้น พบว่าผู้ใช้ซากมีความพึงพอใจต่อกลิ่นของซากในกลุ่มที่ 5 (25/0.1) อยู่ในระดับน้อย และไม่พึงพอใจต่อกลิ่นของซากสุนัขในกลุ่มที่ 4 (18/0.1) ทั้งนี้เพราะซากสุนัขทั้งสองกลุ่มนี้เกิดการเน่าของซากมากเนื่องจากปริมาณฟอร์มาลินที่ใช้เพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อการรักษาสภาพซาก

5.2 สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุปผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า น้ำยารักษาสภาพซากสุนัขที่มีเกลือแคงเป็นส่วนประกอบช่วยลดปริมาณฟอร์มาลินลงได้ โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมจากการศึกษาครั้งนี้คือ เกลือแคงร้อยละ 25 สามารถลดความเข้มข้นของฟอร์มาลินให้เหลือเพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้น สามารถป้องกันการเน่าของอวัยวะ และช่วยทำให้กล้ามเนื้อของซากสุนัขมีสีเข้มขึ้น สอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ซากต่อลักษณะสี ผิวสัมผัส และความยืดหยุ่นของซากที่ใช้ยาที่มีเกลือแคงเป็นส่วนประกอบมากกว่าซากกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามจนถึงปัจจุบันนี้ยังไม่มียางานทางวิชาการที่อธิบายถึงกลไกของเกลือแคงที่มีต่อซาก และเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าการเน่าของซากสุนัขในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเป็นเพราะสูตรน้ำยาที่ศึกษามีปริมาณฟอร์มาลินน้อยเกินไป ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสูตรน้ำยารักษาสภาพที่ประกอบด้วยเกลือแคงและฟอร์มาลินในอัตราส่วนที่เหมาะสมทั้งต่อคุณภาพซากและความปลอดภัยต่อผู้ใช้ซากต่อไป