การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ

โดย
ร้อยตำรวจโทหญิงธีมารัตน์ บริชน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ

โดย
ร้อยตำรวจโทหญิงธีมารัตน์ บริชน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

EFFICIENCY IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF LACTIC ACID COMPARED TO 10% FORMALIN AS A PRESERVATIVE IN FORENSIC AUTOPSY

By

POL.LT. Teemarut BORICHON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและ ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ
โดย	ธีมารัตน์ บริชน
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พลตำรวจตรี ดร.พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.นพรุจ ศักดิ์ศิริ)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ)

61312317 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : กรดแลคติก, ฟอร์มาลีน, ตับ, ไต

ร้อยตำรวจโทหญิง ธีมารัตน์ บริชน: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและ ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อ 1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันกับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตของผู้เสียชีวิต เป็นการวิจัยเชิงทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เสียชีวิตคัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นำมาสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีการจับสลากจำนวน 30 ราย เก็บข้อมูลโดยการเก็บชิ้นเนื้อจากอวัยวะตับและไต จากนั้นนำไปเข้าสู่กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีและทำการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ เฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอ้างอิง ได้แก่ t-test independent ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe

ผลการวิจัยพบว่า

1.ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 รองลงมาคือน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% มีราคาถูกกว่าน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ซึ่งมีราคาในการใช้ต่อครั้งเท่ากับ 0.50 บาท และไม่เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ รวมถึงไม่มีสารก่อมะเร็งในมนุษย์

2.ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่อวัยวะไตมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87

61312317 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Lactic acid, Formalin, Liver, Kidney

POL.LT. TEEMARUT BORICHON : EFFICIENCY IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF LACTIC ACID COMPARED TO 10% FORMALIN AS A PRESERVATIVE IN FORENSIC AUTOPSY THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR POLICE COLONEL NOPARUJ SAKSIRI, Ph.D.

The objective of this research are: 1) to compare the efficiency in different concentration of lactic acid and 10% formalin as a preservative in forensic autopsy and 2) to compare the efficiency between liver and kidney in forensic autopsy. This research was implemented in the form of posttest-only control group design and the simple random sampling by the lottery method was used to select 30 cases. In the data collection, the tissue autopsy of livers and kidneys were collected and prepared by using tissue processing method and Hematoxylin and Eosin Staining technique. Then the data were analyzed in descriptive statistics i.e. frequency, percentage, means, standard deviation; and in inferential statistics i.e. t-test independent, one-way ANOVA and the Scheffe's Post Hoc Comparison.

The results of this research are as follow:

1) Different types of solutions had different efficiency of tissue autopsy at the significance level of 0.01. Lactic acid with 0.2% concentration and 10% formalin had the efficiency of the tissue autopsy at the mean of 4.00, followed by lactic acid with 0.4% concentration at 3.97, lactic acid with 0.3% concentration at 3.92 and lactic acid with 0.1% concentration at 3.67, respectively. In the comparison of economic efficiency, lactic acid with 0.2% concentration was cheaper than 10% formalin, course of lactic acid with 0.2% concentration per time was 0.50 bath and lactic acid non toxicity to the respiratory system and carcinogen to human.

2) Regarding the efficiency between liver and kidney in forensic autopsy, lactic acid with different concentrations and 10% formalin were found different at the significance level of 0.01. Accordingly, the kidney in forensic autopsy was efficiency maintained at the mean of 3.95 whereas the liver in forensic autopsy was efficiency maintained at the mean of 3.87.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณทั้งหลายรวมไปถึงหน่วยงานของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งและเห็นคุณค่าของความสำเร็จเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.นพรุจ ศักดิ์ศิริ ที่กรุณาให้คำแนะนำเป็นที่ปรึกษาชี้แนะทางและแก้ไขในส่วนที่บกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อศิษย์ขาดกำลังใจ ท่านเป็นผู้ให้กำลังใจอย่างดี จนสามารถผ่านพ้นอุปสรรคทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พลตำรวจตรี ดร.พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์ ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ท่านได้เสียสละเวลาในการตรวจสอบ ให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข อันทำให้เกิดการเรียนรู้และการวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ พันตำรวจโท ภาวพันธน์ ดุลยพฤกษ์ นายแพทย์ สบ.3 ที่ท่านได้เสียสละเวลามีส่วนช่วยในการสนับสนุนและให้คำแนะนำ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ผู้มีพระคุณทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณผู้ที่มิได้เอ่ยนามซึ่งมีส่วนช่วยเหลือในวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

ธีมารัตน์ บริชน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 5

1.4 คำถามการวิจัย 5

1.5 ขอบเขตการวิจัย 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ และผลของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ 10

2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยทางพยาธิวิทยากายวิภาค 13

2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining 16

2.4 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับกรดแลคติก (Lactic acid) 17

2.5 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับฟอร์มาลีน (Formalin) 20

2.6 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพ 25

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย 45
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 46
3.1 การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย 46
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 47
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 48
3.4 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 49
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอรายงานการวิจัย 58
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย 62
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง 64
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย 65
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
5.1 สรุปผลการวิจัย 83
5.2 อภิปรายผล 86
5.3 ข้อเสนอแนะ 89
รายการอ้างอิง 90
ภาคผนวก 93
ประวัติผู้เขียน 95

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 จำนวนและอัตราการเสียชีวิตต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2555–2560 2

ตารางที่ 2 ข้อดี ข้อเสียของน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อแต่ละชนิด 12

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์และฟอร์มาลีน 22

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางเคมีของก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์และฟอร์มาลีน 23

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินการรักษาสภาพทางพยาธิวิทยา 39

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินการรักษาสภาพทางเซลล์วิทยา 40

ตารางที่ 7 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรดแลคติก 42

ตารางที่ 8 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฟอร์มาลีน 43

ตารางที่ 9 แสดงลำดับสารเคมีและระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนในการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี ... 52

ตารางที่ 10 แสดงลำดับการย้อมสีโดยเครื่องย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้ออัตโนมัติ รุ่น INTELSINT-AUS1 56

ตารางที่ 11 จำนวน ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามชนิดของอวัยวะและประเภทของน้ำยา 64

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ จำแนกตามชนิดของอวัยวะ 65

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามชนิดของอวัยวะ 66

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ จำแนกตามประเภทของน้ำยา 68

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามประเภทของน้ำยา 69

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ จำแนกตามประเภทของน้ำยา... 71

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ จำแนกตามประเภทของน้ำยา 72

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin จำแนกตามประเภทของน้ำยา 73

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin จำแนกตามประเภทของน้ำยา 73

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin จำแนกตามประเภทของน้ำยา 75

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin จำแนกตามประเภทของน้ำยา 75

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามประเภทของน้ำยา 76

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่างอวัยวะตับและไต 77

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ระหว่างอวัยวะตับและไต 77

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin ระหว่างอวัยวะตับและไต 78

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ ระหว่างอวัยวะตับและไต 78

ตารางที่ 27 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่าง 2 ตัวแปร 79

ตารางที่ 28 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่างน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% 81

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชั่นของ Hematoxylin 16

ภาพที่ 2 โครงสร้างของ Eosin 17

ภาพที่ 3 โครงสร้างของกรดแลคติก: A ชนิด L+ และ B ชนิด D- 18

ภาพที่ 4 โครงสร้างของฟอร์มาลีน 21

ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย 45

ภาพที่ 6 A) อวัยวะไต B) อวัยวะตับ ที่ตัดเล็มขนาด 10x10x3 มิลลิเมตร 50

ภาพที่ 7 ชิ้นเนื้อตัดเล็มจากอวัยวะตับและไต ที่ถูกแช่ในฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% กรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และกรดแลคติกเข้มข้น 0.4% 50

ภาพที่ 8 ชิ้นเนื้อที่แช่ในน้ำยาครบ 6-8 ชั่วโมง ใส่ลงในตลับชิ้นเนื้อ 51

ภาพที่ 9 เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีอัตโนมัติ รุ่น Tissue-Tek VIP6 52

ภาพที่ 10 การหล่อบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding) 53

ภาพที่ 11 การตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning) ด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อ รุ่น AEM 480 54

ภาพที่ 12 เครื่องย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้ออัตโนมัติ รุ่น INTELSINT-AUS1 55

ภาพที่ 13 การเคลือบสไลด์ชิ้นเนื้อ (Permount) 57

ภาพที่ 14 วิธีดำเนินการวิจัย 61

ภาพที่ 15 กราฟแสดงประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์จำแนกตามชนิดของอวัยวะ 67

ภาพที่ 16 กราฟแสดงประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์จำแนกตามประเภทของน้ำยา 70

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวิเคราะห์หาสาเหตุการตาย คือ การหาเหตุต้นกำเนิดที่ทำให้เกิดโรคหรือความผิดปกติหรือการบาดเจ็บจากเหตุการณ์หลายอย่าง เช่น อุบัติเหตุ การถูกทำร้าย เป็นต้น ประกอบกันจนทำให้ตาย สิ่งที่เกี่ยวข้องนี้เป็นสิ่งที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ลงในหนังสือรับรองการตายทั้งหมด แต่การที่มีหลายโรคหรือหลายเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตายในคนคนเดียว ทำให้มีความยุ่งยากในการเปรียบเทียบหรือทำสถิติสาเหตุการตายระหว่างประเทศ จึงต้องมีนิยามอีกคำหนึ่งคือ สาเหตุการตายต้นกำเนิด (Underlining cause of death) ซึ่งจะมีเพียงโรคหรือเหตุการณ์เดียวเท่านั้นในการตายของแต่ละคน โดยถ้าเป็นโรคจะเป็นโรคแรกสุดที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เกิดโรคอื่นตามมาเป็นขบวนจนกระทั่งตาย ถ้าไม่มีโรคตั้งต้นนี้ก็จะไม่มีขบวนของโรคอื่นตามมาก็จะไม่มีการตายเกิดขึ้น ถ้าเป็นการบาดเจ็บจะถือเอาสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บและนำไปสู่การตายเป็นสาเหตุการตายต้นกำเนิด ซึ่งจะประกอบด้วยอุบัติเหตุ ถูกทำร้ายหรือทำร้ายตนเอง การวิเคราะห์หาสาเหตุการตายของประชากรในประเทศใดประเทศหนึ่ง จะมีประโยชน์ในการวางแผนป้องกันสาเหตุการตายนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการวิจัยทางการแพทย์ และการระบาดวิทยา ประเทศไทยมีการรวบรวมข้อมูลสถิติการตายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 และในปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขได้รับข้อมูลการตายจากข้อมูลมรณบัตรของกระทรวงมหาดไทย มาวิเคราะห์ สรุปเป็นรายงานสถิติการตายของประชากรไทย (กองยุทธศาสตร์และแผนงาน, 2560)

วัตถุพยานที่เป็นหลักฐานในการติดตามตัวผู้กระทำความผิดที่น่าเชื่อถือได้นอกเหนือไปจากประจักษ์พยาน (พยานบุคคล) ที่รู้เห็นการกระทำความผิด สามารถพบได้ในสถานที่เกิดเหตุ ตัวผู้เสียหายหรือตัวผู้กระทำความผิด โดยวัตถุพยานแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ วัตถุพยานทางกายภาพ (physical evidence) เป็นวัตถุพยานที่ได้จากสิ่งไม่มีชีวิต เช่น อาวุธ เขม่าดินปืน สี ร่องรอยการงัดแงะ เป็นต้น วัตถุพยานทางชีววิทยา (biological evidence) เป็นวัตถุพยานที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตหรือเป็นส่วนของสิ่งมีชีวิตมาก่อน เช่น คราบเลือด คราบอสุจิ เส้นผม ฟัน น้ำลาย ปัสสาวะ อุจจาระ เนื้อเยื่อ ลายนิ้วมือ เป็นต้น จากวัตถุพยานทั้ง 2 ประเภทที่กล่าวมาข้างต้น ในทางการสืบสวนคดีอาญา ถือว่าวัตถุพยานทางชีววิทยา (biological evidence) เป็นวัตถุพยานเพียงประเภทเดียวที่สามารถแสดงความสัมพันธ์โดยตรงขณะที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นระหว่างผู้กระทำความผิดกับผู้เสียหายได้

ดังนั้นวัตถุพยานทางชีววิทยาที่พบจึงเป็นประโยชน์ต่อแนวทางสืบสวนหาผู้กระทำผิดหรือการพิสูจน์ความผิดของผู้ต้องหาได้เป็นอย่างมาก (ปาณิก เวียงชัย, 2556)

จากสถิติพบว่าคนไทยเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งเป็นอันดับ 1 นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 เฉลี่ย 100 คนต่อประชากร 100,000 คน ซึ่งมีผู้ป่วยรายใหม่เกิดขึ้นทุกปี ในขณะที่การเสียชีวิตอันดับ 2 ของคนไทยคือ อุบัติเหตุ เฉลี่ยอยู่ที่ 50 คนต่อประชากร 100,000 คน โดยปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งมี 3 ปัจจัยหลัก คือ 1) ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกาย เช่น สารก่อมะเร็งที่ปนเปื้อนในอาหาร อากาศ เครื่องดื่ม ยารักษาโรค รวมทั้งการได้รับรังสี เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรียและพยาธิบางชนิด 2) ปัจจัยจากพฤติกรรม เช่น การสูบบุหรี่ ดื่มสุรา การรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงหรือเค็มจัด อาหารที่มีส่วนผสมของดินประสิวและอาหารไหม้เกรียม 3) ปัจจัยทางพันธุกรรม เช่น ความผิดปกติของยีน และความบกพร่องของระบบภูมิคุ้มกัน สถิติการเสียชีวิตสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและอัตราการเสียชีวิตต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2555–2560

รายการ	**จำนวน (ราย)**					
	2555	**2556**	**2557**	**2558**	**2559**	**2560**
มะเร็งและเนื้องอกทุกชนิด	63,272	67,692	70,075	73,938	77,566	78,540
อุบัติเหตุและการตายเป็นพิษ	33,170	32,422	31,847	14,516	15,458	15,716
หัวใจ	21,142	24,597	24,995	19,417	21,008	20,746
ปอดอักเสบ	15,226	21,676	26,103	27,377	28,470	29,546
โรคหลอดเลือดในสมอง	20,368	23,222	25,114	28,146	31,685	31,172
เบาหวาน	7,749	9,703	11,389	12,621	14,487	14,322
การฆ่าตัวตายสำเร็จ	3,985	3,960	3,952	4,205	4,131	4,329
ความดันโลหิตสูง	3,684	5,186	7,115	7,886	7,930	8,525
โรคเอดส์	4,034	5,683	5,705	5,456	4,954	4,605

ที่มา : รายงานสถิติสาธารณสุข สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข

การเก็บรวบรวมและจัดส่งวัตถุพยานจากสถานที่เกิดเหตุจากร่างกายผู้เสียชีวิตอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในชั้นสืบสวนและสอบสวน และในชั้นศาล การเก็บพยานวัตถุต้องกระทำถูกต้องตามกฎหมาย จึงจะถือเป็นพยานที่ยอมรับได้ ดังนั้นในงานนิติพยาธิ ทางด้านวัตถุพยาน

ชิ้นเนื้อได้มีการจัดเก็บรักษาสภาพวัตถุพยานชิ้นเนื้อที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุการเสียชีวิต รวมถึงเก็บรักษาวัตถุพยานชิ้นเนื้อไว้ เพื่อใช้ในการทวนสอบหรือตัดเล็มวัตถุพยานใหม่หากเกิดการผิดพลาดจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ได้แก่ สมอง หัวใจ ปอด ตับ ไต ม้าม ฯลฯ ด้วยฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% และเมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดจะมีการทำลายวัตถุพยานชิ้นเนื้อดังกล่าว ฟอร์มาลีนมีชื่อทางการค้าที่หลากหลาย ที่รู้จักกันทั่วไปชื่อว่า ฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งมีสถานะเป็นก๊าซ มีกลิ่นฉุน และมีความพิษต่อระบบทางเดินหายใจ หากได้รับในรูปของไอระเหยจะทำให้เกิดการระคายเคืองตา แสบจมูก หลอดลมบวม ไอ เจ็บคอ หากได้รับจากสัมผัสโดยตรงมีผลทำให้ผิวหนังบริเวณนั้นเกิดการระคายเคือง (ชนิพรรณ บุตรยี่, 2546) ซึ่งในบางประเทศได้มีการระบุในข้อกฎหมายเกี่ยวข้องกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เช่น ประเทศควิเบกและแคนาดา กำหนดค่าในอากาศสูงสุดไม่เกิน 2 ppm ส่วนในพื้นที่อยู่อาศัยกำหนดให้อยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.4 ppm โดยทั่วไปกำหนดไว้ที่ 0.1 ppm บุคคลที่สัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำงานต่อวันเฉลี่ยอย่างน้อย 8 ชั่วโมงจะต้องไม่เกิน 0.75 ppm การสัมผัสในระยะสั้นจะต้องไม่เกิน 2 ppm และทางสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) ได้กำหนดให้ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตราย ควบคุมภายใต้พระราชบัญญัติอากาศบริสุทธิ์ (Kim, Jahan, and Lee, 2011) นอกจากนี้ทางองค์กรวิจัยมะเร็งนานาชาติ (IARC) ได้จัดให้ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ กลุ่มที่ 1 หากได้รับในระยะยาวส่งผลให้เกิดมะเร็ง เช่น มะเร็งหลังโพรงจมูก มะเร็งเม็ดเลือดขาว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิด myeloid เป็นต้น (Cogliano et al., 2005) โดยจากสถิติการเสียชีวิตของคนไทยที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า มะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 และมีแนวโน้มการเพิ่มสูงขึ้นของผู้ป่วยรายใหม่ทุกปี

จากงานวิจัยที่มีการใช้กรดแลคติกความเข้มข้น 0.5-1% ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อโดยทดสอบในเนื้อเยื่อระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลายของแมว พบว่ากรดแลคติกมีผลทำให้เซลล์บวมน้ำเล็กน้อย ลักษณะของเส้นใยไม่ค่อยมีความต่อเนื่อง แต่ความกลมและความสมบูรณ์ของปลอกไมอีลินยังคงชัดเจนอยู่ และนอกจากนี้กรดแลคติกยังส่งผลให้การย้อมสีสามารถติดสีได้ดีมากขึ้น (Davenport, 2009) จากงานวิจัยที่ศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บไส้กรอกเวียนนาโดยใช้กรดแลคติกที่มีความเข้มข้น 0%, 1.0%, 1.5% และ 2.0% โดยประเมินผลจากทางด้านจุลินทรีย์ ลักษณะทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่ากรดแลคติกที่ทดสอบด้วยวิธีแช่ ความเข้มข้นที่ยอมรับได้คือ 1.5% และวิธีฉีดพ่น ความเข้มข้นที่ยอมรับได้คือ 2% เมื่อนำสองวิธีนี้มาศึกษาเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้วัตถุกันเสียชนิด benzoate/sorbate 0.08% น้ำหนักโดยน้ำหนักพบว่า กรดแลคติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ดีกว่าและให้สีที่เด่นชัดกว่า แต่ลักษณะอื่นไม่เด่นชัดเท่าตัวอย่างที่ใช้วัตถุกันเสีย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อนำมาศึกษาในอายุการเก็บระยะเวลา 3 เดือนที่อุณหภูมิ -18±1 องศาเซลเซียสพบว่า สามารถเก็บได้โดยไม่ส่งผลกระทบทางด้านประสาทสัมผัส โดยตัวอย่างที่ใช้

กรดแลคติกจะให้สีเด่นชัดกว่า (โอรส รักชาติ, 2560) และจากงานวิจัยที่ศึกษาการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์โดยการใช้กรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดซิตริก โดยพบว่ากรดแลคติกสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ดังนั้นการใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ สามารถใช้แทนน้ำยาเคมีฆ่าเชื้อได้ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตราย (สุจิรัฐ คุณารักษ์, 2553) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยใช้จุลินทรีย์จากชีวภาพ ศึกษาในกรดแลคติก กรดแลคเตท และกรดอะซิเตทจากกระบวนการหมัก พบว่าในกระบวนการดังกล่าวไม่มีการสูญเสียอะตอมและไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างการแปลงทางชีวภาพ เมื่อนำมาเป็นสารเคมีใช้ในการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ เช่น พอลิแลคเตท ซึ่งพอลิแลคเตทสามารถผสมกับโพลีเอสเตอร์ในรูปแบบต่างๆ ได้ จึงสามารถปรับปรุงลักษณะของพลาสติกให้สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ (Ishizaki, 1997) และเนื่องด้วยกรดแลคติกเป็นกรดอินทรีย์ ที่ผลิตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีหรือการเมทาบอลิสซึมของจุลินทรีย์ มีลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีสี สามารถละลายในน้ำและตัวทำละลายได้ดี และสามารถตกผลึกได้หากมีความเข้มข้นสูง มักนิยมใช้มากในภาคอุตสาหกรรมอาหาร ยา เครื่องหนังและสิ่งทอ และเป็นโมโนเมอร์ของการสังเคราะห์แลคติกโพลิเมอร์ ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยแนวโน้มความต้องการกรดแลคติกสูงขึ้นในแต่ละปี คาดคะเนอาจจะสูงถึง 367.3 แสนเมตริกตันในปี พ.ศ. 2560 (กนกวรรณ ยอดอินทร์, 2556)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับนำมาใช้การรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ ซึ่งกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกัน ได้แก่ 0.1%, 0.2%, 0.3% และ 0.4% เพื่อเป็นแนวทางในการใช้รักษาสภาพชิ้นเนื้อและลดปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันกับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตของผู้เสียชีวิต

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3.2 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.4 คำถามการวิจัย

1.4.1 ประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันกับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับใช้ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตมีความแตกต่างกันหรือไม่

1.4.2 ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตของผู้เสียชีวิตมีความแตกต่างกันหรือไม่

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านประชากร กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 80 ราย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ 1) ลักษณะการเสียชีวิตเป็นแบบปกติ 2) ไม่มีการคั่งเลือด

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เสียชีวิตที่มีลักษณะการเสียชีวิตแบบปกติและไม่มีการคั่งเลือดจากประชากรดังกล่าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย โดยนำประชากรมาทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลาก (Lottery)

1.5.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่

1) ชนิดของอวัยวะที่นำมาทดลอง กำหนดให้

1 = ตับ

2 = ไต

2) ประเภทของน้ำยาที่ใช้ทดลอง กำหนดให้

1 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%

2 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%

3 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%

4 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%

5 = ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ โดยประเมินจากลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คือ 1) การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin 2) การติดสีแดงของ Eosin และ 3) ความสมบูรณ์ของเซลล์ โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เกณฑ์ของภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

1) ขนาดของชิ้นเนื้ออวัยวะตับและไต

2) ปริมาณน้ำยาที่ใช้ในการทดลอง 150 มิลลิลิตรต่อ 1 ภาชนะที่ใช้ทดลอง

3) ระยะเวลาในการแช่ชิ้นเนื้ออวัยวะตับและไต กำหนดให้ 6-8 ชั่วโมง

4) กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี กำหนดให้ใส่ชิ้นเนื้ออวัยวะตับและไตลงเครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีอัตโนมัติพร้อมกันภายในน้ำยาชุดเดียวกันทั้งหมด 30 ราย

5) กระบวนการย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้อ กำหนดให้ 1 รายต่อ 1 โปรแกรมการย้อม

1.5.3 ขอบเขตด้านสารเคมี

1) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ คือ 1) ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ที่ใช้ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ และ 2) กรดแลคติกที่มีความเข้มข้น 0.1%, 0.2%, 0.3% และ 0.4%

2) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี เป็นสารเคมีที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ

3) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการย้อมสีชิ้นเนื้อด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ที่ใช้ในการย้อมดูการติดสีและลักษณะโครงสร้างภายในเซลล์ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ

1.5.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอวัยวะตับและไตในผู้เสียชีวิต ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

กรดแลคติก (Lactic acid) หมายถึง กรดอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีสี ละลายในน้ำ และตัวทำละลายได้ดี สามารถผลิตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีหรือการเมทาบอลิสซึมของจุลินทรีย์ มีสูตรโมเลกุลเป็น $CH_3CHOHCOOH$ (กนกวรรณ ยอดอินทร์, 2556) กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกัน ได้แก่ 0.1%, 0.2%, 0.3% และ 0.4% โดยมีวิธีการเตรียม ดังนี้ 1) กรดแลคติกเข้มข้น 0.1% เตรียมได้จากกรดแลคติก 1.2 ml ผสมกับน้ำ 998.8 ml 2) กรดแลคติกเข้มข้น 0.2% เตรียมได้จากกรดแลคติก 2.4 ml ผสมกับน้ำ 997.6 ml 3) กรดแลคติกเข้มข้น 0.3% เตรียมได้จากกรดแลคติก 3.5 ml ผสมกับน้ำ 996.5 ml และ 4) กรดแลคติกเข้มข้น 0.4% เตรียมได้จากกรดแลคติก 4.7 ml ผสมกับน้ำ 995.3 ml

ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% (10% formalin) หมายถึง สารที่เตรียมได้จากการนำฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) ที่ความเข้มข้น 37-40% ผสมกับเมทานอล 7-15% เพื่อป้องกันการตกตะกอนของโพลีเมอร์พาราฟอร์มัลดีไฮด์ มีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน ซึ่งถือว่าเป็นฟอร์มาลีนเข้มข้น 100% โดยฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% เตรียมได้จากฟอร์มัลดีไฮด์ 100 ml ผสมกับน้ำ 900 ml (Jones, 2007)

วัตถุพยาน หมายถึง พยานหลักฐานเชิงวัตถุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคดีและพบในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งสามารถใช้อ้างอิงให้ศาลตรวจดูเพื่อประโยชน์แก่คดีของตน วัตถุที่อ้างนั้น ฝ่ายที่อ้างควรจะนำมาหรือจะขอให้ศาลไปตรวจวิเคราะห์ดูวัตถุนั้นๆ ก็ได้แล้วแต่กรณี ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะและสภาพของวัตถุหรือสิ่งของนั้นๆ

นิติพยาธิ (Forensic autopsy) หมายถึง การชันสูตรเพื่อหาสาเหตุการเสียชีวิตที่เกี่ยวกับสภาพพยาธิของบาดแผล มักชันสูตรผู้ที่เสียชีวิตกะทันหัน เช่น ถูกรุมทำร้ายจนถึงแก่ความตาย ประสบอุบัติเหตุ ถูกสัตว์ทำร้าย ฆ่าตัวตาย หรือเสียชีวิตโดยไม่ทราบสาเหตุ โดยนิติพยาธิแพทย์หรือแพทย์นิติเวชจะเป็นผู้ทำการชันสูตรเพื่อค้นหาสาเหตุการเสียชีวิต รวมถึงกลไกที่ทำให้ทราบเกี่ยวกับพฤติการณ์ของการเสียชีวิต ซึ่งจะนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลร่วมกับผลชันสูตรที่ตรวจพบจากภายนอก ภายในร่างกายผู้เสียชีวิต และผลการตรวจชิ้นเนื้อผ่านกล้องจุลทรรศน์ เช่น สมอง หัวใจ ปอด ตับ และไต เป็นต้น เพื่อสรุปสาเหตุในการเสียชีวิต (พัชรา สินลอยมา, 2563)

การรักษาสภาพชิ้นเนื้อ (Fixative/Preservative) หมายถึง การรักษาสภาพของเนื้อเยื่อต่างๆ โดยใช้น้ำยารักษาสภาพ ได้แก่ 10% formalin, 10% phosphate buffered formalin และ 70-100% ethanol เป็นต้น เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายหรือเน่า และคงสภาพของเนื้อเยื่อหรือส่วนประกอบของเซลล์ไว้ให้ได้มากที่สุด ซึ่งจะช่วยในการวินิจฉัยหรือพยากรณ์โรคต่างๆ ได้ (สมรศรี กันเงิน, 2563)

ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ หมายถึง ผลการรักษาสภาพชิ้นเนื้อโดยประเมินจากลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คือ 1) การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin 2) การติดสีแดงของ Eosin และ 3) ความสมบูรณ์ของเซลล์ เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ ระดับ 1 หมายถึง Unsatisfactory (ควรปรับปรุง) ระดับ 2 หมายถึง Poor (พอใช้) ระดับ 3 หมายถึง Moderate (ปานกลาง) ระดับ 4 หมายถึง Good (ดี) ระดับ 5 หมายถึง Excellent (ดีมาก)

กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing) หมายถึง การนำชิ้นเนื้อเยื่อที่ผ่านการรักษาสภาพและการตรวจวินิจฉัยด้วยตาเปล่า (Gross examination) มาอย่างดีแล้วไปผ่านขบวนการ (processing) ทางเคมีเพื่อให้ชิ้นเนื้อเยื่อนั้นมีความแข็งพอที่จะตัดออกเป็นชิ้นบางๆ (paraffin section) ขนาด 3-5 ไมครอนได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

การหล่อบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding) หมายถึง การทำให้ขี้ผึ้งเหลวสังเคราะห์ (paraffin) รอบๆ เนื้อเยื่อมีอุณหภูมิลดลงจนแข็งตัวโดยมีเนื้อเยื่ออยู่ตรงกลางวิธีการนี้เรียกว่า การฝังเนื้อเยื่อในพาราฟิน ซึ่งบล็อกชิ้นเนื้อที่ได้จะเรียกว่า บล็อกพาราฟิน (paraffin block) เพื่อช่วยให้การตัดเป็นริบบอน (paraffin section) กระทำได้ง่าย

การตัดสไลด์ชิ้นเนื้อ (Paraffin Section) หมายถึง การนำเอาชิ้นเนื้อเยื่อที่ผ่านการหล่อบล็อกชิ้นเนื้อลงในพาราฟินบล็อกเรียบร้อยแล้ว มาตัดออกเป็นเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ (paraffin section) ด้วยเครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า เครื่องตัดชิ้นเนื้อ (rotary microtome) โดยปกติจะตัดให้ได้ชิ้นเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ ขนาด 3-5 ไมครอน

การเคลือบสไลด์ (Mounting) หมายถึง การใช้น้ำยา Permount หยดบนสไลด์ชิ้นเนื้อ แล้วใช้กระจกปิดสไลด์ (cover slip) ปิดทับ

การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin หมายถึง นิวเคลียสของเซลล์ที่ย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ติดสีน้ำเงิน โดย Hematoxylin เป็นสี Basic dyes ที่มีค่า pH เป็นเบส ทำให้มีการติดสีกับโครงสร้างที่เป็น basophilic ซึ่งเกิดจากพันธะระหว่าง Hematoxylin และ Aluminium ที่ทำให้สีย้อมเป็นประจุบวกและมีค่าเป็นเบสไปจับกับโมเลกุลของเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีประจุบวก และมีค่า pH เป็นเบสไปจับกับโมเลกุลของเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีประจุลบ หรือโครงสร้างที่เป็น basophilic การลดลงของค่า pH ของสีย้อม Hematoxylin จะทำให้ประสิทธิภาพของการติดสีย้อมลดลง (Paul, 2020)

การติดสีแดงของ Eosin หมายถึง ไซโทพลาสซึมของเซลล์ที่ย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ติดสีแดง โดย Eosin เป็นสี Acid dyes ที่มีค่า pH เป็นกรด

ทำให้มีการติดสีกับโครงสร้างที่เป็น acidophilic หรือเป็นประจุบวก การติดสีย้อมของ Eosin สามารถควบคุมความเข้มของสีย้อมได้ โดยควบคุมระยะเวลาในการย้อมสีและระยะเวลาในการล้างสีหลังการย้อม ซึ่งในขั้นตอนการล้างสีส่วนเกินออกควรระมัดระวังไม่ให้สีถูกล้างออกมากเกินไป โดยค่า pH สูง จะลดปริมาณจำนวนของประจุในเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อเยื่อมีประจุบวกลดลง ส่งผลให้การติดสีย้อมลดลง โดยสาเหตุอาจเกิดจากน้ำประปามีค่า pH สูงเกินไป (Paul, 2020)

ความสมบูรณ์ของเซลล์ หมายถึง ลักษณะรูปร่างของโครงสร้างหรือองค์ประกอบของเซลล์มีความสมบูรณ์ สามารถจำแนกรายละเอียดลักษณะเด่นขององค์ประกอบของเซลล์ได้ว่าเป็นของอวัยวะใด เช่น ตับ และไต เป็นต้น โดยการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยในครั้งนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในเชิงวิชาการและการประยุกต์ใช้ทางนิติพยาธิ ดังนี้

1.7.1 ประโยชน์ทางด้านวิชาการ

1) ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ทั้งจากการทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความและวารสารทางวิชาการต่างๆ ซึ่งพบว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกัน โดยที่กรดแลคติกเข้มข้น 0.2% มีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อได้เทียบเท่ากับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% นอกจากนี้ในกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น เช่น กรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และกรดแลคติกเข้มข้น 0.4% ทำให้ค่าประสิทธิภาพในการติดสีเพิ่มขึ้น

2) นำองค์ความรู้ที่ได้จากผลการศึกษาวิจัยไปต่อยอดวิจัยครั้งต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาทางด้านนิติพยาธิ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและปลอดภัยตามวัตถุประสงค์นั้นๆ ต่อไปในอนาคตได้

1.7.2 ประโยชน์ทางด้านการประยุกต์ใช้

1) สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางให้แก่ผู้ปฏิบัติงานทางด้านนิติพยาธิในการเลือกใช้สารทดแทนการใช้ฟอร์มาลีนเพื่อลดความเป็นพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือทางด้านการย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้อในกรณีที่ต้องการช่วยให้สีย้อมสามารถติดสีดีขึ้น

2) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับประกอบการตัดสินใจในการใช้สารรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ซึ่งสารแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป โดยสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานในบทนี้ เป็นการประมวลและสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีที่สำคัญของนักวิชาการ รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิจัยและเป็นประโยชน์ในการกำหนดกรอบแนวคิดเบื้องต้นของการวิจัย ซึ่งแบ่งการนำเสนอเป็น 8 หัวข้อ โดยผู้วิจัยได้สรุปสาระครอบคลุมประเด็นการศึกษา ดังนี้

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ และผลของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ

2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยทางพยาธิวิทยากายวิภาค

2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining

2.4 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับกรดแลคติก (Lactic acid)

2.5 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับฟอร์มาลีน (Formalin)

2.6 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ และผลของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ

การรักษาสภาพชิ้นเนื้อ (Fixative) เป็นการรักษาสภาพของเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ต้องการตรวจหาให้อยู่ในสภาพคงเดิม ไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพหรือเน่าเสีย โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ การเจริญเติบโตของแบคทีเรียและราชนิดต่างๆ ซึ่งทำให้เนื้อเยื่อแข็งขึ้น เพื่อเหมาะกับการตัดเป็นชิ้นเล็กๆ และช่วยให้เนื้อเยื่อสามารถย้อมติดสีดีขึ้น ระยะเวลาในการแช่น้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้ออย่างน้อย 6-8 ชั่วโมง โดยน้ำยาที่ใช้ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อควรมีปริมาตร 15-20 เท่าของปริมาตรชิ้นเนื้อ ขนาดของชิ้นเนื้อที่เหมาะสมคือ 10x10x3 มิลลิเมตร หากชิ้นเนื้อมีขนาดใหญ่ หรือมีเยื่อหุ้ม (Capsule) ควรผ่าเปิดเพื่อให้น้ำยาสามารถเข้าไปได้ทั่วถึง เนื่องจากน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อสามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ในอัตราเพียง 1 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงเท่านั้น การแช่ชิ้นเนื้อที่มีขนาดใหญ่หรือมีเยื่อหุ้มลงในน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ โดยไม่ผ่าเปิดจะทำให้เนื้อเยื่อตรงกลางเสื่อมสภาพเพราะน้ำยาเข้าไปไม่ถึง กรณีชิ้นเนื้อขนาดใหญ่แนะนำให้ผ่าในแนวเดียวกันแต่ไม่ขาดออกจากกัน และเว้นระยะห่างประมาณ 1 เซนติเมตร ชนิดของน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อที่นิยมใช้ สามารถแบ่งออกเป็น

กลุ่มได้ดังนี้ 1) แอลดีไฮด์ เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ และกลูตารัลดีไฮด์ 2) อนุพันธ์ออกซิไดซ์ เช่น ออสเมียมเตตรอกไซด์ และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 3) กรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และเอทิลแอลกอฮอล์ 4) เมอร์คิวริกคลอไรด์ และกรดพิคริก ซึ่งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2 (สมรศรี กันเงิน, 2563)

ตารางที่ 2 ข้อดี ข้อเสียของน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อแต่ละชนิด

น้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ	**สี**	**ชนิดของเนื้อเยื่อ**	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
10% phosphate buffered formalin	ใส ไม่มีสี กลิ่นฉุน	ทุกชนิด	-นิยมใช้อย่างแพร่หลาย -ชิ้นเนื้อสามารถนำไปตรวจเพิ่มเติมด้วยวิธีอิมมูโนฮีสโตเคมีและอณูชีวโมเลกุลบางอย่างได้ -เก็บได้นาน	-แอนติเจนในเนื้อเยื่อถูกทำลายเมื่อแช่น้ำยาเป็นเวลานาน -ทำลายสายดีเอ็นเอและโปรตีนในเซลล์ทำให้การตรวจด้วยวิธีทางอณูชีวโมเลกุลบางอย่างไม่สามารถทำได้ -ระคายเคืองต่อผิวหนัง เยื่อบุตา และทางเดินหายใจ
2% Glutaraldehyde	ใส ไม่มีสี	ทุกชนิดที่ต้องการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	-คงสภาพเซลล์ได้ดีมาก	-เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส -ซึมเข้าเนื้อเยื่อช้า จึงควรตัดเนื้อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
70-100% ethanol	ใส ไม่มีสี กลิ่นเย็น	ทุกชนิดโดยเฉพาะชนิดเนื้อที่ต้องการตรวจหาผลึกกรดยูริก	-เหมาะกับเนื้อเยื่อที่ต้องการตรวจหาทางอณูชีวโมเลกุล -กำจัดทิ้งง่าย	-ไม่นิยมใช้ -ทำให้เนื้อแข็ง หด และอาจทำให้เซลล์ผิดรูป

ตารางที่ 2 ข้อดี ข้อเสียของน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อแต่ละชนิด (ต่อ)

น้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ	สี	ชนิดของเนื้อเยื่อ	ข้อดี	ข้อเสีย
Bouin's solution	เหลืองกลิ่นฉุนเปรี้ยว	Hematopoietic และ lymphoid tissue	-มองเห็นรายละเอียดของนิวเคลียสดีมากเมื่อย้อมด้วยสีมาตรฐาน -มีคุณสมบัติละลายแคลเซียมจึงนิยมใช้ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อไขกระดูก	-ต้องล้างชิ้นเนื้อเพื่อกำจัดเอา picric acid ออกก่อน นำชิ้นเนื้อเข้าสู่กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อ -ทำลายสายดีเอ็นเอ ทำให้การตรวจทางอณูชีวโมเลกุลบางอย่างไม่สามารถทำได้
Hollande's solution	เขียวกลิ่นฉุน	Gastrointestinal tract	-เช่นเดียวกับ Bouin's solution แต่คงสภาพของเม็ดเลือดแดง eosinophils และ endocrine cells ได้ดีกว่า	-เช่นเดียวกับ Bouin's solution

2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยทางพยาธิวิทยากายวิภาค

การตรวจวินิจฉัยทางพยาธิวิทยากายวิภาค (Anatomical Pathology) คือ การศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างหรือโครงสร้างของเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะที่เป็นโรค ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่สุดคือการตรวจชิ้นเนื้อที่ตัดออกมาจากร่างกายผู้ป่วยหรือผู้เสียชีวิต เพื่อวินิจฉัยโรคที่เป็น ซึ่งการตรวจทางนิติเวชวิทยาเป็นการตรวจวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุของการเสียชีวิต งานทางด้านพยาธิวิทยากายวิภาค แบ่งออกได้ ดังนี้

1) พยาธิศัลยกรรม หรือการตรวจวินิจฉัยชิ้นเนื้อ (Surgical Pathology) เป็นการวินิจฉัยโรคของเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่ตัดออกมาจากร่างกายผู้ป่วย เพื่อการรักษาที่ถูกต้องต่อไป เช่น มีตุ่มสีดำที่ผิวหนัง แพทย์สงสัยว่าจะเป็นมะเร็งผิวหนังหรือเป็นแค่ไฝธรรมดา ไม่สามารถแยกได้จากการดูด้วยตาเปล่า และการรักษาก็ต่างกันมาก แพทย์ผู้รักษาจึงจำเป็นต้องตัดตุ่มสีดำนั้นส่งให้พยาธิแพทย์ตรวจ ขั้นตอนการทำงานของพยาธิแพทย์ จะเริ่มจากการตรวจชิ้นเนื้อด้วยตาเปล่า เพื่อดูว่ารอยโรคอยู่ที่

บริเวณไหนและลักษณะเป็นอย่างไร ถือเป็นการวินิจฉัยเบื้องต้น จากนั้นจึงตัดตัวอย่างบริเวณที่สงสัยไปส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยากายวิภาค เพื่อนำไปทำเป็นสไลด์ให้สำหรับพยาธิแพทย์อ่านผล

2) เซลล์วิทยา (Cytology) เป็นการตรวจดูความผิดปกติของเซลล์ ซึ่งนิยมใช้ในการตรวจหาเซลล์มะเร็งที่หลุดออกมาในน้ำคัดหลั่งของร่างกาย ที่รู้จักกันดี คือ การตรวจแพพสเมียร์ เพื่อหามะเร็งปากมดลูก นอกจากนี้ยังมีการตรวจเสมหะ ตรวจน้ำในช่องต่างๆ ของร่างกาย เช่น ช่องท้อง ช่องปอด หรือการเจาะดูดเนื้อเยื่อหรือเซลล์ในร่างกายด้วยเข็มขนาดเล็ก (fine needle aspiration: FNA) ซึ่งเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากทำได้สะดวกสามารถทำได้ที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอก ไม่ต้องดมยาสลบ ผู้ป่วยมีแผลเพียงรอยเข็มเจาะเท่านั้น วิธีการคือ เมื่อแพทย์ดูดเนื้อเยื่อที่ต้องการส่งตรวจแล้วจะป้ายลงบนสไลด์ และส่งมายังห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยากายวิภาคเพื่อให้พยาธิแพทย์ตรวจวินิจฉัย วิธีนี้นิยมใช้ตรวจในผู้ป่วยที่มีก้อนที่ต่อมไทรอยด์ เต้านม และต่อมน้ำเหลือง

3) การตรวจศพ (Autopsy) เป็นการผ่าตรวจพยาธิสภาพของร่างกายผู้ป่วยที่เสียชีวิตแล้ว เพื่อค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต และเป็นการตรวจสอบว่าการวินิจฉัยโรคและการรักษาในขณะที่ผู้ป่วยมีชีวิตอยู่นั้นเป็นอย่างไร การตรวจศพนี้ถือว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในทางการแพทย์ เพื่อให้แพทย์นำไปใช้ในการดูแลรักษาผู้ป่วยรายต่อไป วิธีการคือ พยาธิแพทย์และเจ้าหน้าที่ช่วยผ่าศพ จะทำการผ่าเปิดตรวจอวัยวะภายในตั้งแต่กะโหลกศีรษะจนถึงช่องท้อง เพื่อตรวจหาสิ่งผิดปกติที่เห็นด้วยตาเปล่า และเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อเพื่อทำสไลด์ โดยกระบวนการในการปฏิบัติงานด้านพยาธิวิทยาในการทำสไลด์ชิ้นเนื้อ เพื่อตรวจทางพยาธิวิทยากายวิภาค มีขั้นตอน ดังนี้

3.1) การเตรียมชิ้นเนื้อเพื่อการตรวจ (Preparation of Tissue) เป็นการเตรียมชิ้นเนื้อเยื่อที่ได้จากทำไบอ๊อปซี่ การผ่าตัด การตรวจศพหรือวิธีอื่นๆ ด้วยขบวนการต่างๆ เพื่อที่จะนำไปตรวจและทำการวินิจฉัยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และนำผลการวินิจฉัยนั้นไปเป็นแนวทางในการรักษา ผู้ป่วยได้ถูกต้อง และทางนิติเวชวิทยานำผลการวินิจฉัยไปช่วยในการวินิจฉัยคดีต่างๆ ได้ ซึ่งขบวนการ แบ่งออกเป็น ดังนี้ 1) การแช่น้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ (Fixation) เพื่อให้เนื้อเยื่อคงสภาพ 2) การตรวจด้วยตาเปล่าและการตัดชิ้นเนื้อ (Gross examination) เพื่อสุ่มตัดรอยโรคหรือบริเวณที่เกิดพยาธิสภาพ (สมรศรี กันเงิน, 2563)

3.2) การเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing) คือ การนำชิ้นเนื้อที่ผ่านการแช่น้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ (Fixation) และการตรวจวินิจฉัยด้วยตาเปล่า (Gross examination) มาอย่างดีแล้วไปผ่านขบวนการ (Processing) ด้วยน้ำยาเคมี ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การตรึงเนื้อเยื่อ (Fixation) การนำน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (Dehydration) การทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing) และการแทรกซึมของพาราฟิน (Infiltration) เพื่อให้ชิ้นเนื้อเยื่อนั้นมีความแข็งพอที่จะตัดออกเป็นชิ้นบางๆ ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น (Paraffin section) ที่ขนาด 3-5 ไมครอน หลักการนี้ประกอบด้วยการทำให้

ตัวกลางที่เป็นน้ำยาเคมีต่างๆ แทรกซึมเข้าไปในส่วนประกอบต่างๆ ของชิ้นเนื้อเยื่อ ซึ่งทำให้ส่วนประกอบต่างๆ เหล่านั้นมีความแข็งพอดี

3.3) การทำบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding) เป็นการหล่อชิ้นเนื้อที่ได้จากกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี โดยการใช้พาราฟิน ลักษณะที่ได้ออกมาจะเป็นบล็อกสี่เหลี่ยม เพื่อให้สามารถตัดชิ้นเนื้อ (paraffin section) ได้ง่ายและสะดวกออกมาเป็นแผ่นยาวต่อกัน (ribbon) ซึ่งบล็อกชิ้นเนื้อที่ได้จากการหล่อ เรียกว่า พาราฟินบล็อก (paraffin block)

3.4) การตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning) เป็นการนำเอาชิ้นเนื้อเยื่อที่ผ่านการทำบล็อกชิ้นเนื้อลงในพาราฟินบล็อกเรียบร้อยแล้ว มาตัดออกเป็นเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ (paraffin section) ด้วยเครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า เครื่องตัดชิ้นเนื้อ (rotary microtome) โดยปกติจะตัดให้ได้ชิ้นเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ ขนาด 3-5 ไมครอน

3.5) การย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้อ (Staining) เป็นการย้อมเพื่อดูลักษณะรูปร่าง โครงสร้างและองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ รวมถึงความผิดปกติของเซลล์ โดยอาศัยปฏิกิริยาของการติดสี เช่น การย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ซึ่งถือเป็นวิธีย้อมมาตรฐาน

3.6) การเคลือบสไลด์ชิ้นเนื้อ (Permount) เป็นการเคลือบสไลด์ด้วยน้ำยาเคลือบ (permount media) แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover slip) เพื่อป้องกันการเสียหายและสามารถคงสภาพชิ้นเนื้อไว้ให้นานยิ่งขึ้น

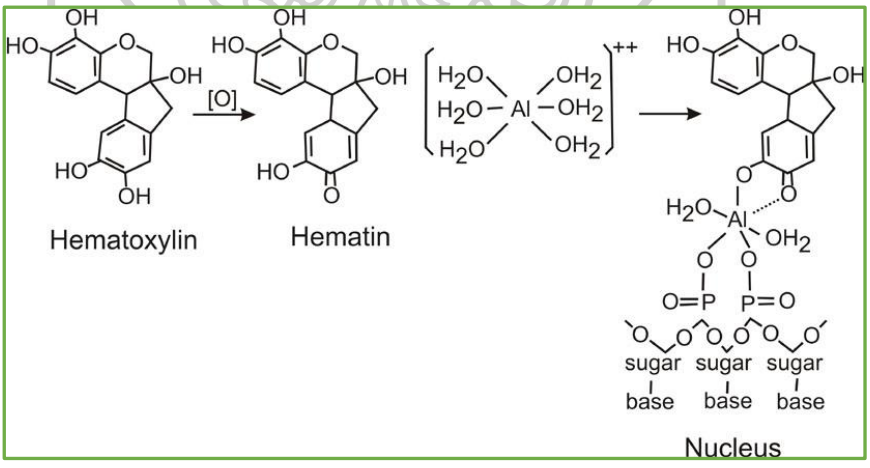
3.7) การจัดส่งสไลด์ชิ้นเนื้อ (Report) พร้อมกับเอกสารระบุรายละเอียดให้แพทย์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining

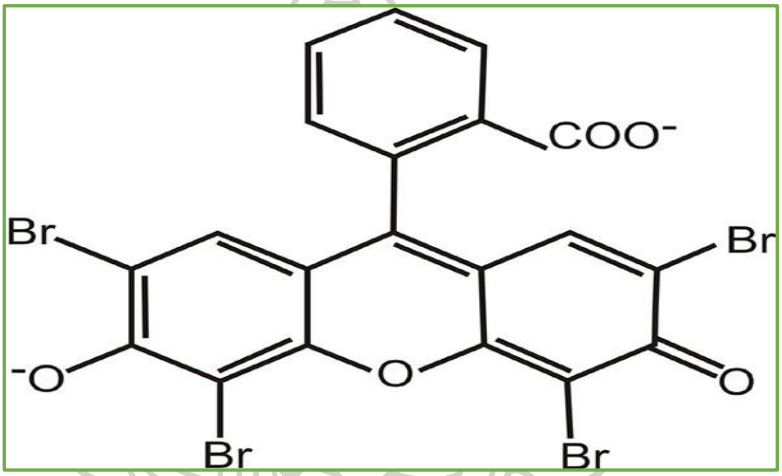
การย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining บนสไลด์ชิ้นเนื้อเป็นการแยกให้เห็นถึงลักษณะความแตกต่างของเนื้อเยื่อได้อย่างชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ชนิดของสีย้อมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สี Basic dyes หรือเรียกว่า basophilic หรือสีที่มีความเป็นกรด โดยเนื้อเยื่อที่มีความเป็นเบสจะติดสี Basic dyes และสี Acid dyes หรือเรียกว่า acidophilic โดยเนื้อเยื่อที่มีความเป็นกรดจะติดสี Acid dyes

2.3.1) Hematoxylin เป็นสี Basic dyes ที่มีค่า pH เป็นเบส ทำให้มีการติดสีกับโครงสร้างที่เป็น basophilic ซึ่งจะติดสีน้ำเงินที่บริเวณนิวเคลียส การติดสีย้อมนั้นเกิดจากกระบวนการออกซิเดชั่นของ Hematoxylin ด้วยแสงและอากาศ โดยมี Mercuric oxide หรือ Sodium iodate เป็นตัวออกซิไดซ์ให้ Hematoxylin เปลี่ยนไปอยู่ในรูป Hematein และในการย้อมสี Hematoxylin จะต้องมี Mordant หรือ binding agent ซึ่งเป็นสารจำพวกไอออนโลหะหนัก (metal cation) เช่น Aluminium tungstain หรือ Iron สาร Mordant ที่นิยมใช้ คือ สารละลาย Aluminium (Al+3) ซึ่ง binding agent จะมีผลต่อการติดสีและความเข้มของสี Hematoxylin โดยตรง นอกจากนี้การติดสีย้อมเกิดจากพันธะระหว่าง Hematoxylin และ Aluminium ที่ทำให้สีย้อมเป็นประจุบวกและมีค่าเป็นเบสไปจับกับโมเลกุลของเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีประจุบวก และมีค่า pH เป็นเบสไปจับกับโมเลกุลของเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีประจุลบ หรือโครงสร้างที่เป็น basophilic การลดลงของค่า pH ของสีย้อม Hematoxylin จะทำให้ประสิทธิภาพของการติดสีย้อมลดลง



ภาพที่ 1 ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชั่นของ Hematoxylin

2.3.2) Eosin เป็นสี Counter stain ที่จะทำให้เห็นถึงความแตกต่างของการติดสีย้อม โดยมีค่า pH เป็นกรด จัดเป็น Acid dyes จึงมีการติดสีกับโครงสร้างที่เป็น acidophilic หรือเป็นประจุบวก ซึ่ง Eosin จะติดสีชมพูหรือส้มกับโปรตีนใน connective tissue, collagen, tissue, muscle และสีแดงหรือชมพูสดกับ erythrocytes การติดสีย้อมของ Eosin สามารถควบคุมความเข้มของสีย้อมได้ โดยควบคุมระยะเวลาในการย้อมสีและระยะเวลาในการล้างสีหลังการย้อม ซึ่งในขั้นตอนการล้างสีส่วนเกินออกควรระมัดระวังไม่ให้สีถูกล้างออกมากเกินไป โดยค่า pH สูง จะลดปริมาณจำนวนของประจุในเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อเยื่อมีประจุบวกลดลง การติดสีย้อมก็จะลดลง โดยสาเหตุอาจเกิดจากน้ำประปามีค่า pH สูงเกินไป (Paul, 2020)



ภาพที่ 2 โครงสร้างของ Eosin

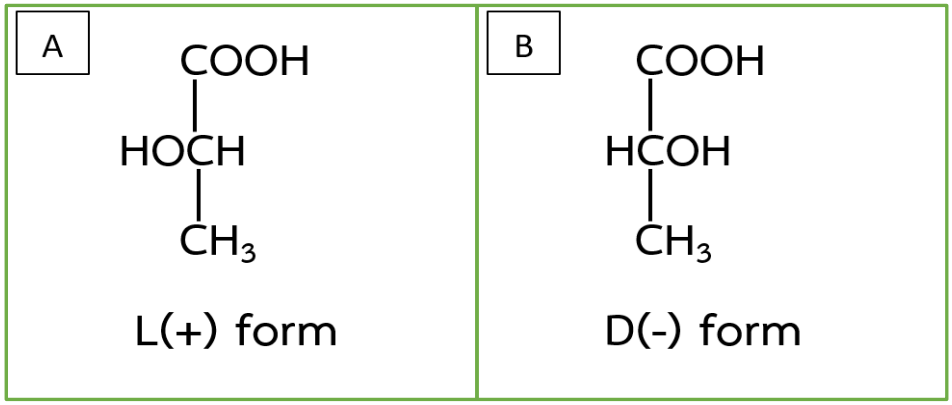
2.4 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับกรดแลคติก (Lactic acid)

กรดแลคติก (Lactic acid) มีชื่อทางเคมี คือ 2-hydroxypropanoic acid มีสูตรโมเลกุล $CH_3CHOHCOOH$ ผลิตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีหรือการเมทาบอลิสซึมของจุลินทรีย์ มีลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีสี ละลายในน้ำและตัวทำละลายได้ดี และสามารถตกผลึกได้หากมีความเข้มข้นสูง มักนิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1) ชนิด L+ ผลิตได้จากการสังเคราะห์ จุลินทรีย์ และในร่างกายมนุษย์

2) ชนิด D- ผลิตได้จากการสังเคราะห์ และจุลินทรีย์

3) ชนิด DL ผลิตได้จากการสังเคราะห์ และจุลินทรีย์ (กนกวรรณ ยอดอินทร์, 2556)



ภาพที่ 3 โครงสร้างของกรดแลคติก: A ชนิด L+ และ B ชนิด D-

2.4.1 คุณลักษณะของกรดแลคติก

1) น้ำหนักโมเลกุล (molecular formula) เท่ากับ 90.08

2) จุดหลอมเหลว

2.1) ชนิด D- และ L+ อยู่ในช่วง 52.8-54.0 องศาเซลเซียส

2.2) ชนิด DL อยู่ในช่วง 16.8-33.0 องศาเซลเซียส โดยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสม

3) จุดเดือดในรูปการผสม D และ L ประมาณ 82.0 องศาเซลเซียส (0.5 มม. ปรอท)

4) ค่าคงที่การแตกตัว (Ka ที่ 25 องศาเซลเซียส) 1.37 x 10-4

5) ความร้อน 1361 KJ/mol

2.4.2 การนำกรดแลคติกไปใช้ประโยชน์ มีดังนี้

1) อุตสาหกรรมอาหาร

อุตสาหกรรมอาหาร ถือเป็นอุตสาหกรรมที่นำกรดแลคติกมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ซึ่งสามารถผลิตขึ้นได้เอง หรือเติมในกระบวนการหมักอาหารในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ขนมปัง เบียร์ เนยเทียม ผักผลไม้ดอง ไส้กรอก และเครื่องดื่มบางชนิด เป็นต้น นอกจากนั้นยังใช้เติมในอาหารเพื่อให้มีกลิ่น และรสเปรี้ยวที่น่ารับประทานหรือเพื่อป้องกันการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ทำให้อาหารบูดเน่า และใช้กรดแลคติกผสมในเครื่องดื่ม ซึ่งนิยมใช้ในรูปของแคลเซียมแลคเตทเพื่อเสริมเกลือแร่ และแคลเซียม

2) อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

2.1) ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว โดยใช้กรดแลคติกในรูปของแลคเตท แคลเซียมแลคเตท และโซเดียมแลคเตท เพื่อเป็นสารเร่งการผัดเซลล์ผิวใหม่ ให้ความชุ่มชื้น ลดการเกิดสิว และควบคุม pH เป็นต้น

2.2) ผลิตภัณฑ์สำหรับช่องปาก โดยใช้กรดแลคติกในรูปของแคลเซียมแลคเตท เพื่อป้องกันฟันผุ และยับยั้งการก่อตัวของหินปูน ในรูปของส่วนผสมของยาสีฟัน และน้ำยาบ้วนปาก

2.3) ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม โดยใช้กรดแลคติกเป็นส่วนผสม เพื่อทำหน้าที่เคลือบให้เส้นผมเงางาม

2.4) ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย โดยใช้กรดแลคติกในรูปของแคลเซียมแลคเตท เป็นส่วนผสม เพื่อทำหน้าที่ให้ความชุ่มชื้น และขัดเซลล์ผิวใหม่ เช่น ครีมอาบน้ำ สบู่ก้อน สบู่เหลว โลชั่นทาผิว ยาสระผม และทำหน้าที่รักษาความชุ่มชื้นให้กับผลิตภัณฑ์

3) อุตสาหกรรมอื่นๆ

3.1) การผลิตพลาสติกที่มีคุณสมบัติย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เช่น การผลิตพลาสติกพอลิแลคติกแอซิด (Polylactic acid)

3.2) ใช้สำหรับปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย อุตสาหกรรมยานยนต์ การผลิตเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น (Roshanfar, Golmohammadzadeh, and Rashchi, 2018)

3.3) ใช้เป็นสารตั้งต้นผลิตสารอื่นๆ เช่น ผลิตกรดโพไพโนอิค กรดอะซิติค และกรดอะไซลิค เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

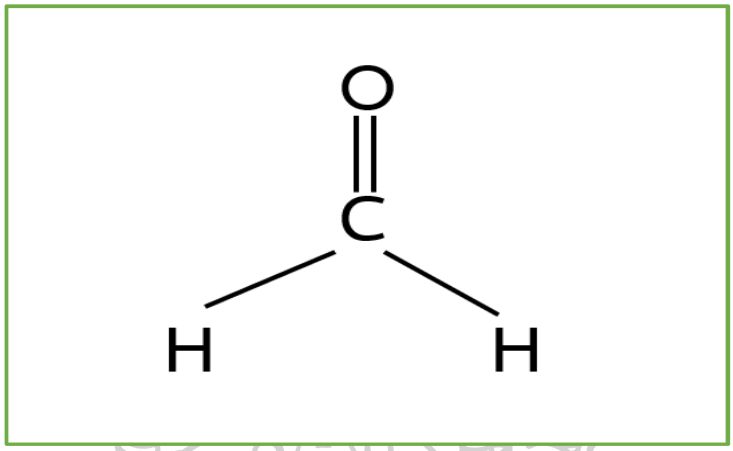
2.5 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับฟอร์มาลีน (Formalin)

ฟอร์มาลีน (Formalin) มีชื่อเรียกทางการค้า 3 แบบ ดังนี้ 1) ชื่อสากล (IUPAC) คือ เมทานอล 2) ชื่อสามัญได้แก่ ฟอร์มัลดีไฮด์ เมทิลีนออกไซด์ ออกซิเมทิลลีน เมทิลแอลดีไฮด์ และ 3) ชื่อสามัญสารละลาย ได้แก่ ฟอร์มาลีน ฟอร์มัล ฟอร์มัลดีไฮด์ ฟอร์มาลีนที่ใช้กันทั่วไปเป็นสารที่เตรียมได้จากการนำฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) โดยความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ประมาณ 37-40% มาผสมกับน้ำ ซึ่งปกติจะมีสภาวะเป็นกรด ฟอร์มัลดีไฮด์ที่ความดันปกติมีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน จัดเป็นสารรีดิวซ์ที่รุนแรง โดยจะมีการออกซิไดซ์อย่างช้าๆ กลายเป็นกรดฟอร์มิก (Formic acid) สามารถติดไฟได้ ให้ความร้อนเมื่อติดไฟ 4.4 kcal/g มีความสามารถละลายน้ำได้ดีมาก นอกจากนี้ยังสามารถรวมตัวกันเป็นโพลิเมอร์เมื่อความเข้มข้นมากขึ้น แต่การรวมตัวกันของฟอร์มัลดีไฮด์จะลดลงเมื่อเติมเมทานอลลงไปผสมด้วย เช่น สารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ 37% ผสมกับเมทานอล 7% ทำให้สารละลายมีความเสถียรที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ส่วนสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ 37% ผสมกับเมทานอล 1% ทำให้สารละลายมีความเสถียรที่อุณหภูมิ 40.5 องศาเซลเซียส แต่ถ้าหากไม่ผสมเมทานอล สารละลายจะมีความเสถียรที่อุณหภูมิ 67-71 องศาเซลเซียส มีความเป็นพิษสูงต่อเซลล์หรือเนื้อเยื่อของสัตว์ทุกชนิด ถูกระบุให้เป็นสารอันตรายที่สามารถกระตุ้นให้เซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์มะเร็งได้ ซึ่งหากรับประทานฟอร์มัลดีไฮด์ 30 มิลลิลิตรที่มีความเข้มข้น 37% จะทำให้เสียชีวิต หรือการสูดดมไอระเหยของฟอร์มัลดีไฮด์ จะทำให้มีผลต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน เช่น ทำให้เกิดการระคายเคือง แสบจมูก หลอดลมบวม แสบตา และสามารถกระตุ้นให้มีอาการหอบเหนื่อยเกิดขึ้น หากสัมผัสที่ผิวหนังโดยตรงจะทำให้เกิดการระคายเคือง ซึ่งฟอร์มัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 37-40% จะเทียบเท่ากับฟอร์มาลีนที่ความเข้มข้น 100% (ชนิพรรณ บุตรยี่, 2546) นอกจากนี้ฟอร์มัลดีไฮด์จัดเป็นวัตถุอันตราย ชนิดที่ 2 ตาม พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 โดยที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครองต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ซึ่งการผลิตหรือการนำเข้าต้องขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

2.5.1 คุณลักษณะของฟอร์มาลีน

สูตรโครงสร้างของฟอร์มาลีน เนื่องจากเป็นสารที่เตรียมได้จากฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารอนุพันธุ์ของสารในกลุ่มอะลิฟาติกแอลดีไฮด์ มีสูตรเคมี คือ HCHO หรือ CH_2O สามารถผลิตได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของเมทิลแอลกอฮอล์กับออกซิเจน โดยใช้ทองแดงหรือเงินเป็นสารเร่งปฏิกิริยา ฟอร์มัลดีไฮด์มีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างไปจากสารประกอบในกลุ่มแอลดีไฮด์ทั่วไป เนื่องจากฟอร์มัลดีไฮด์มีไฮโดรเจนเพียงอะตอมเดียวที่เกาะกับหมู่แอลดีไฮด์ (-CHO) และไม่มีอนุมูลของหมู่อัลคิลในโมเลกุล จึงเป็นสารที่มีความไวต่อปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย และเนื่องจากฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารที่อยู่ในสถานะของก๊าซที่ไม่เสถียรจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ และในทาง

การแพทย์ในรูปของสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์หรือฟอร์มาลีนซึ่งเป็นของเหลว โดยคุณสมบัติของฟอร์มัลดีไฮด์ในสถานะก๊าซและฟอร์มาลีนที่เป็นของเหลวมีความแตกต่างกัน แบ่งออกเป็นทางกายภาพและเคมี ดังนี้



ภาพที่ 4 โครงสร้างของฟอร์มาลีน

1) คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties)

ฟอร์มัลดีไฮด์ที่เป็นก๊าซและฟอร์มาลีนที่เป็นของเหลวมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์และฟอร์มาลีน

คุณสมบัติของสาร	**ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์**	**ฟอร์มาลีน**
สภาพที่ปรากฏ	ไม่มีสี	ไม่มีสี
กลิ่น	กลิ่นฉุนรุนแรง	กลิ่นฉุนรุนแรง
น้ำหนักโมเลกุล	30.03	30.03
จุดเดือด	-19.5 °C ที่ความดันบรรยากาศ	96 °C ที่ความดันบรรยากาศ
จุดหลอมเหลว/ จุดเยือกแข็ง	ไม่มี	-92 °C
อุณหภูมิวิกฤต	137.2 – 141.2 °C	ไม่มี
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	2.8 – 4.0 ที่อุณหภูมิ20 °C
ความหนาแน่นไอสัมพัทธ์	1.08 ที่อุณหภูมิ 20 °C (อากาศ =1)	1.04 ที่อุณหภูมิ 20 °C (น้ำ =1)
Log K_{ow}	0.35	0.35
ความดันไอ	3,890 มม.ปรอท ที่อุณหภูมิ 25 °C	1.52 มม.ปรอท ที่อุณหภูมิ 20 °C
ความสามารถในการละลาย	ละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์อีเทอร์ อะซีโตน	ละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์อีเทอร์ อะซีโตน
จุดวาบไฟ	ไม่มี	56 °C (มีเมทานอลผสม 14%) ในถ้วยปิด
		85 °C (มีเมทานอลผสม 0.5%) ในถ้วยปิด
อุณหภูมิที่ติดไฟได้เอง	424 °C	424 °C
ขีดจำกัดการระเบิด	7-73% โดยปริมาตร	7-73% โดยปริมาตร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

2) คุณสมบัติทางเคมี (Chemical properties)

ฟอร์มัลดีไฮด์ที่เป็นก๊าซและฟอร์มาลีนที่เป็นของเหลวมีคุณสมบัติทางเคมี ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางเคมีของก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์และฟอร์มาลีน

คุณสมบัติทางเคมี	**ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์**	**ฟอร์มาลีน**
การเกิดปฏิกิริยา	1.โพลีเมอไรเซชัน 2.ออกซิเดชัน 3.แอดดิชัน	1.โพลีเมอไรเซชัน 2.ดีคอมโพสิชัน 3.รีดักชัน 4.ออกซิเดชัน 5.แอดดิชัน 6.คอนเดนเซชัน
สารที่ต้องหลีกเลี่ยง	Amines, AZO compounds, Caustics, Dithiocarbamates, Alkali & alkali earth metals, Nitrides, Nitro compound, Unsaturated aliphatics and sulfides, Organic peroxides, Oxidizing agents, Reducing agents	
สารอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว	เมื่อถูกความร้อนจะสลายตัวเป็นกรดฟอร์มิก เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนจะทำให้เกิดหมอกควันที่เป็นพิษ	

2.5.2 การนำฟอร์มาลีน หรือฟอร์มัลดีไฮด์ ไปใช้ประโยชน์ มีดังนี้

1) ทางการแพทย์

1.1) ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ และทำความสะอาดอุปกรณ์ และเครื่องมือทางการแพทย์

1.2) ใช้สำหรับเก็บรักษาสภาพศพและเก็บรักษาร่างกายสัตว์ (Cathy et al., 2011)

2) อุตสาหกรรม

2.1) ใช้ในกระบวนการผลิตเรซิน และพลาสติก

2.2) ใช้ในการผลิต urotropin แอลกอฮอล์ ยา สี และวัตถุระเบิด

2.3) ใช้เป็นสารเร่งการเกาะติดสี เป็นสารช่วยย้อม

2.4) ใช้ในกระบวนการฟอกสี

2.5) ใช้ในกระบวนการผลิตสี และหมึกพิมพ์

2.6) ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ ทำให้กระดาษลื่น และช่วยกันน้ำ

2.7) ใช้เป็นส่วนผสมโลหะ ป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2.8) ใช้ผลิตผงสำหรับการใช้ในไหมสังเคราะห์เพื่อช่วยปรับปรุงน้ำหนัก และความแข็งของไหม

2.9) ใช้ช่วยรักษาภาพถ่ายให้เก็บรักษาได้นาน

2.10) ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาฆ่าเชื้อ และใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ

3) ทางการเกษตร

3.1) ใช้ทำลายเชื้อ ป้องกันเชื้อโรคทั้งในดิน น้ำ พืช และสัตว์

3.2) ใช้ในการเก็บรักษาผลผลิตให้สามารถเก็บไว้ได้นานทั้งผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ จึงมักมีข่าวการตรวจพบแม่ค้าผสมฟอร์มาลีนในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อหมู ไก่ ปลา กุ้ง ปลาหมึก เป็นต้น

3.3) ใช้ในการป้องกันความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรในระหว่างการขนส่ง

3.4) ใช้ทำความสะอาด และฆ่าเชื้ออุปกรณ์ และอาคารโรงเรือน

3.5) ใช้เป็นส่วนผสมของปุ๋ย

4) ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

4.1) ใช้เป็นส่วนผสมเครื่องสำอางป้องกันเหงื่อออกมาก

4.2) ใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก สบู่ และครีมโกนหนวด สำหรับเป็นสารฆ่าเชื้อ

4.3) ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาดับกลิ่นตัว

2.5.3 ระดับความเป็นพิษของฟอร์มาลีน หรือฟอร์มัลดีไฮด์เมื่อได้รับทางระบบทางเดินหายใจ

1) ระดับความเข้มข้น 1 ppm สามารถรับรู้ได้ถึงกลิ่น

2) ระดับความเข้มข้น 2-3 ppm มีอาการระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจ

3) ระดับความเข้มข้น 4-5 ppm มีอาการน้ำตาไหล และระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจ

4) ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีอาการน้ำตาไหลไม่หยุด และระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจ

5) ระดับความเข้มข้น 10-20 ppm มีอาการน้ำตาไหลไม่หยุด และระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจรุนแรง มีอาการแสบร้อนที่คอ หายใจลำบาก และไอ

6) ระดับความเข้มข้น 50-100 ppm มีอาการน้ำตาไหลไม่หยุด และระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจรุนแรง และทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างรุนแรง

2.6 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพ

จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดทำให้มองเห็นภาพได้ว่าผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพทั้งในด้านนิติวิทยาศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจและด้านสุขภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขออธิบายเพิ่มเติมในคำจำกัดความของประสิทธิภาพเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

นิยามของประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้มีนักวิชาการและผู้ทรงคุณวุฒิ หลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า “ประสิทธิภาพ” ไว้หลากหลาย เช่น Millet (1954: 4) ได้ให้ความหมายคำว่าประสิทธิภาพ หมายถึง ผลการปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่มนุษย์ และได้รับผลกำไรจากการปฏิบัติงานนั้น (human satisfaction and benefit produced) ซึ่งความพึงพอใจนั้น หมายถึงความพึงพอใจในการบริการ โดยพิจารณาได้จาก

1) การให้บริการอย่างเท่าเทียม (equitable service)

2) การให้บริการอย่างรวดเร็วและทันเวลา (timely service)

3) การให้บริการอย่างเพียงพอ (ample service)

4) การให้บริการอย่างก้าวหน้า (progression service)

Simon (1960: 180-181) ได้ให้ความหมายคำว่าประสิทธิภาพไว้คล้ายคลึงกับ Millet คือในเชิงธุรกิจเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักร โดยพิจารณาว่างานใดจะมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นให้ดูความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (input) กับผลผลิต (output) ที่ได้รับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าประสิทธิภาพเท่ากับผลผลิตลบด้วยปัจจัยนำเข้า ถ้าหากเป็นระบบการทำงานของภาครัฐ ต้องนำความพึงพอใจของผู้รับบริการ (satisfaction) เข้าไปด้วย ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

E = (I - 0) + S

E คือ ประสิทธิภาพของงาน (Efficiency)

0 คือ ผลผลิตหรืองานที่ได้รับออกมา (Output)

I คือ ปัจจัยนำเข้าหรือทรัพยากร (Input)

S คือ ความพึงพอใจของผู้รับบริการ (Satisfaction)

ส่วน Peterson and Plowman (1989) ได้ให้ความหมายของคำว่าประสิทธิภาพในการบริหารงานด้านทางธุรกิจ ในความหมายอย่างแคบว่าหมายถึง การลดต้นทุนในการผลิต และในความหมายอย่างกว้างว่า หมายถึง คุณภาพของการมีประสิทธิผล (quality of effectiveness) และความสามารถในการผลิต (competence and capability) และในการดำเนินงานทางด้านธุรกิจที่ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด คือสามารถผลิตสินค้า หรือการให้บริการในปริมาณและคุณภาพที่ต้องการที่เหมาะสมและต้นทุนน้อยที่สุด เพื่อคำนึงถึงสถานการณ์และขอผูกพันด้านการเงินที่มีอยู่ ดังนั้นคำว่า

ประสิทธิภาพในด้านธุรกิจจึงประกอบไปด้วย 4 ประการ คือ ต้นทุน (cost) คุณภาพ (quality) ปริมาณ (quantity) และวิธีการ (method) ในการผลิต

สำหรับนักวิชาการไทย ได้ให้นิยามของประสิทธิภาพไว้หลากหลายเช่นกัน คือ พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายคำว่าประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน ทั้งนี้สำนักงาน ก.พ. ก็ได้ให้ ความหมายของคำว่าประสิทธิภาพ ไว้ในเอกสารประกอบเสนอคณะรัฐมนตรีของสำนักงาน ก.พ. (2538: 2 อ้างถึงใน ศิระวิทย์ คลี่สุวรรณ, 2539) ว่า ประสิทธิภาพโดยทั่วไปจะ หมายถึง การทำงานที่ประหยัด ได้ผลงานที่รวดเร็ว มีคุณภาพคุ้มค่ากับการใช้ทรัพยากรด้านการเงิน คน อุปกรณ์และเวลา ดังนั้นประสิทธิภาพ (efficiency) จึงหมายถึง อัตราความแตกต่างระหว่างปัจจัยนำเข้า (input) และผลผลิตที่ออกมา (output) และสามารถมองได้ในแง่มุมต่าง ๆ ดังนี้คือ

1) แง่มุมของค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนการผลิต (input) เช่น การใช้ทรัพยากรทั้งเงิน คน วัสดุ เทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างประหยัดคุ้มค่าและเกิดการสูญเสียน้อยที่สุด หรือ

2) แง่มุมของกระบวนการบริหาร (process) เช่น การทำงานที่ถูกต้องได้มาตรฐาน รวดเร็วและใช้เทคโนโลยีที่สะดวกสบายกว่าเดิม หรือ

3) แง่มุมของผลลัพธ์ เช่น การทำงานที่มีคุณภาพ เกิดประโยชน์ต่อสังคม เกิดผลกำไร ทันเวลาผู้ปฏิบัติงานมีจิตสำนึกที่ดีต่อการทำงาน และบริการเป็นที่พอใจของลูกค้า

ทิพาวดี เมฆสวรรค์ (2538) ได้ให้ความหมายคำว่าประสิทธิภาพ หมายถึง ในระบบราชการมีความหมายรวมถึงผลิตภาพ และประสิทธิภาพ โดยประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่วัดได้หลายมิติตามแต่วัตถุประสงค์ที่ต้องการพิจารณา คือ

1) ประสิทธิภาพในมิติของค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนของการผลิต (input) ได้แก่ การใช้ทรัพยากรการบริหารคือ คน เงิน วัสดุ เทคโนโลยี ที่มีอย่างประหยัด คุ้มค่า และเกิดการสูญเสียน้อยที่สุด

2) ประสิทธิภาพในมิติของกระบวนการการบริหาร (process) ได้แก่ การทำงานที่ถูกต้องได้มาตรฐาน รวดเร็ว และใช้เทคโนโลยีที่สะดวกกว่าเดิม

3) ประสิทธิภาพในมิติของผลผลิตและผลลัพธ์ ได้แก่ การทำงานที่มีคุณภาพเกิดประโยชน์ต่อสังคม เกิดผลกำไร ทันเวลา ผู้ปฏิบัติงานมีจิตสำนึกที่ดีต่อการทำงานและบริการเป็นที่พอใจของลูกค้า หรือผู้มารับบริการ

นฤมล สุ่นสวัสดิ์ (2549) ได้ให้ความหมายของคำว่าประสิทธิภาพ ไว้คล้ายคลึงกับทิพาวดี เมฆสวรรค์ คือหมายถึง การประหยัดทรัพยากรหรือค่าใช้จ่าย โดยมีข้อเสนอวิธีลดต้นทุนหรือใช้จ่าย 2 แนวคิด ดังนี้

1) การลดต้นทุนคุณภาพ ไม่ว่าองค์กรจะทำอะไรก็ล้วนต้องจ่ายเงิน เช่น การผลิตสินค้า การเขียนใบกำกับสินค้า การซ่อมแซมเครื่องมือ การบริหารงานทุกอย่างต้องใช้เงินให้เป็น

2) การลดความสูญเปล่า การทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ล้วนเป็นงานที่ทำแล้วสูญเปล่า เพิ่มต้นทุนให้แก่ผลิตผลสุดท้าย แยกความสูญเปล่าเป็น 7 ประเภท ดังนี้

2.1) ผลิตมากเกินไป

2.2) ผลิตบกพร่อง หรือแก้ไขงาน

2.3) เวลารอคอย หรือเวลาล่าช้า

2.4) สินค้าคงคลังมาก หรืองานอยู่ระหว่างผลิต

2.5) การขนของ

2.6) กระบวนการที่ขาดประสิทธิผล

2.7) การเคลื่อนไหว หรือการกระทำที่ไม่จำเป็น

อนันท์ งามสะอาด (2551 อ้างถึงใน ทิรัศม์ชญา พิพัฒน์เพ็ญ, 2557: 12-14) ให้ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการดำเนินงานที่มีองค์ประกอบดังนี้

1) ประหยัด (Economy) ได้แก่ ประหยัดต้นทุน (Cost) ประหยัดทรัพยากร (Resources) และประหยัดเวลา (Time)

2) เสร็จทันตามกำหนดเวลา (Speed)

3) คุณภาพ (Quality) ได้แก่ กระบวนการตั้งแต่ปัจจัยนำเข้า (Input) หรือวัตถุดิบ มีการคัดสรรอย่างดี กระบวนการผลิต (Process) มีการดำเนินงานอย่างดีและผลผลิต (Output) ที่ดี ดังนั้นการมีประสิทธิภาพจึงต้องพิจารณากระบวนการดำเนินงานว่า ประหยัด รวดเร็ว มีคุณภาพของงานซึ่งเป็นกระบวนการดำเนินงานทั้งหมด

จากความหมายของคำว่าประสิทธิภาพดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยขอสรุปความหมายตามงานวิจัยดังนี้ ประสิทธิภาพของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ หมายถึง ผลการรักษาสภาพชิ้นเนื้อโดยประเมินจากลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คือ 1) การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin 2) การติดสีแดงของ Eosin และ 3) ความสมบูรณ์ของเซลล์ เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง Unsatisfactory (ควรปรับปรุง)

ระดับ 2 หมายถึง Poor (พอใช้)

ระดับ 3 หมายถึง Moderate (ปานกลาง)

ระดับ 4 หมายถึง Good (ดี)

ระดับ 5 หมายถึง Excellent (ดีมาก)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งที่ตีพิมพ์ในประเทศไทยและงานวิจัยต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.1 กรดแลคติก (Lactic acid)

งานวิจัยในประเทศ

โอรส รักชาติ (2560: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการยืดอายุการเก็บไส้กรอกเวียนนาโดยใช้กรดแลคติก เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการนำกรดแลคติกไปใช้ในการยืดอายุการเก็บไส้กรอกเวียนนา โดยแปรปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกโดยวิธีแช่ที่ระดับ 0%, 1.0%, 1.5% และ 2.0% ปริมาตรโดยปริมาตร พิจารณาผลทางด้านจุลินทรีย์ กายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นเวลา 10 วัน

จากการศึกษาพบว่า วิธีแช่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 1.5% และวิธีฉีดพ่นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 2.0% จากนั้นศึกษาผลเมื่อใช้ไส้บรรจุชนิดต่างกัน พบว่า cellophane ที่ใช้วิธีแช่ด้วยกรดแลคติก 1.5% จะให้ผลการทดสอบดีกว่าไส้บรรจุชนิด collagen ทั้งในวิธีฉีดพ่น และตัวอย่างควบคุม เมื่อเลือกวิธีการใช้กรดและชนิดของไส้บรรจุได้แล้ว จึงนำมาศึกษาอุณหภูมิในการเก็บที่เหมาะสมที่ 4±1 องศาเซลเซียสกับ 10±1 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันทางกายภาพและเคมีภายใน 2 สัปดาห์ แต่ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียสนั้น ปริมาณการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์จะเกิดได้ดีกว่า จึงทำให้อายุการเก็บสั้นกว่า จากนั้นนำวิธีการเลือกที่ได้นี้มาเปรียบเทียบผลในด้านจุลินทรีย์ กายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสกับตัวอย่างที่ใช้วัตถุกันเสียชนิด benzoate/sorbate 0.08% น้ำหนักโดยน้ำหนัก พบว่า กรดแลคติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ดีกว่าและให้สีที่เด่นชัดกว่า แต่ลักษณะอื่นไม่เด่นชัดเท่าตัวอย่างที่ใช้วัตถุกันเสีย แต่ไม่ต่างกันทางสถิติ เมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บระยะเวลา 3 เดือนที่อุณหภูมิ -18±1 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถเก็บได้โดยไม่ส่งผลกระทบทางด้านประสาทสัมผัส แต่ตัวอย่างที่ใช้กรดแลคติกจะให้สีเด่นชัดกว่า

สุจิรัฐ คุณารักษ์ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์โดยการใช้กรดอินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายในกระบวนการผลิต ซึ่งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ไก่มีทั้งที่เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรคซึ่งมาจากตัวไก่เองและอุปกรณ์หรือพื้นผิวที่ปฏิบัติการ ปัจจุบันการกำจัดการปนเปื้อนบนพื้นผิวสเตนเลสที่ใช้แปรรูปเนื้อไก่ส่วนใหญ่ดำเนินการโดยใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย การใช้กรดอินทรีย์ที่รับประทานได้หรือสารสกัดจากพืชที่มีรายงานว่ามีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ น่าจะเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยสำหรับการทำความสะอาด กรดอินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดซิตริก สารสกัดจาก

พืชที่สกัดด้วยน้ำร้อนและแอลกอฮอล์ พืชที่ใช้สกัด ได้แก่ กานพลู อบเชย เปลือกทับทิม และเปลือกมังคุด ตัวอย่างที่นำมาศึกษาเก็บจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่ปรุงสุกจากตลาดต่างๆ ซึ่งเป็น Nuggets จำนวน 7 ตัวอย่าง และไก่ปรุงสุกชนิด Steam จำนวน 4 ตัวอย่าง จากนั้นทดสอบดูจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยวิธี dise diffusion ทำใน broth microdilution minimal inhibitory concentration (MIC) test

จากการศึกษาพบว่า กรดอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อดีที่สุด คือ กรดแลคติก โดยมีค่า MIC เท่ากับ 3200 มก./ล. ส่วนสารสกัดจากพืชที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ให้ผลดีกว่าการสกัดด้วยน้ำร้อน โดยมีค่า MIC ของสารสกัดกานพลู อบเชย เปลือกทับทิม และเปลือกมังคุดสกัดด้วยแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 15-240 มก./มล. 60-240 มก./มล. 8-240 มก./มล. และ 15-120 มก./มล. ตามลำดับ เมื่อพ่นสารละลายกรดอินทรีย์ สารสกัดจากพืชด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 50 (v/v) และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์เข้มข้น 0.01 มก./ตร.ซม. บนแผ่นสเตนเลส (ขนาด 2x2 ตร.ซม.) ที่มีปริมาณเชื้อแต่ละชนิดเท่ากับ 10 CFU/ตร.ซม. เป็นเวลา 30 นาที พบว่ากรดแลคติก กรดอะซิตริก และกรดซิตริก ที่ความเข้มข้น 2.0 มก./ตร.ซม. มีประสิทธิภาพเท่ากับโซเดียมไฮโปคลอไรด์ในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่พื้นผิวสเตนเลส ใช้สารสกัดจากกานพลูที่ความเข้มข้น 0.4 มก./ตร.ซม. มีผลในการลดจำนวนเชื้อได้ทุกชนิดยกเว้น Pseudomonas aeruginosa สารสกัดจากอบเชยที่ความเข้มข้น 0.4 มก/ตร.ซม. สามารถลด Bacillus subtilis, Escherichia coli, Salmonella typhimurium และ Listeria monocytogenes สารสกัดจากเปลือกทับทิมและเปลือกมังคุดสามารถกำจัดแบคทีเรียจากพื้นผิวได้หมดทุกชนิด ที่ความเข้มข้น 0.2 มก./ตร.ซม. ดังนั้นการใช้สารอินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายในการทำความสะอาด เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระบวนการผลิตจึงสามารถใช้แทนน้ำยาเคมีได้

งานวิจัยต่างประเทศ

Ishizaki (1997: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการแปลงชีวมวลโดยใช้เทคโนโลยีจุลินทรีย์ ศึกษาในกรดแลคติก กรดแลคเตท และกรดอะซิเตท ที่กระบวนการหมักเป็นแบบปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดแลคเตทเพียงอย่างเดียว (Homofermatative)

จากการศึกษาพบว่ากรดแลคติก ที่อยู่ในรูปของ Hexose โดยมีสูตรโครงสร้างเป็น $C_6H_{12}0_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3$ ส่วนกรดแลคเตท และกรดอะซิเตท ที่อยู่ในรูปของ Pentose มีสูตรโครงสร้างเป็น $C_5H_{10}0_5 \longrightarrow C_3H_6O_3 + C_2H_4O_2$ ซึ่งจากปฏิกิริยาทั้งสองไม่พบการสูญเสียอะตอม และไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระหว่างการแปลงทางชีวภาพ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสารชีวภาพโดยใช้การหมักกรดแลคติกจึงไม่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อนำมาเป็นสารเคมีใช้ในการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ เช่น พอลิแลคเตท ซึ่งพอลิแลคเตทสามารถผสมกับโพลีเอสเตอร์ในรูปแบบต่างๆ ได้ เช่น PHA และ PHB เพื่อปรับปรุงลักษณะของพลาสติกให้สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเป็นวิธีการที่ดีในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และช่วยลดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั่วโลกลงได้

Manzoora et al. (2019: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของสเปรย์กรดแลคติกที่มีต่อจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อวัว ประเมินผลของสเปรย์กรดแลคติกโดยวิธีการตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐาน (Aerobic plate count) สี อายุการเก็บรักษาและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อวัวภายใต้การบรรจุภัณฑ์แบบปรับบรรยากาศ (MAP) ทดสอบโดยใช้ซากวัวจำนวน 12 ซาก หั่นเป็นชิ้นเท่าๆ กันจำนวน 6 ชุด ทำการสุ่มตัวอย่างใส่ลงในที่รักษาสภาพด้วยกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 2%, 4%, 6% และ control หลังจากนั้นนำส่วนที่เป็นเนื้อสันนอกและสันในบรรจุลงในสุญญากาศเป็นเวลา 7 วัน ซึ่งจะกลายเป็นสเต็ก

จากการศึกษาพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจนับจากการพ่นซากวัวและในสเต็กต่ำกว่าแบบที่ไม่พ่น (control) อย่างมีนัยสำคัญ ค่าสีแดงและค่าความบริสุทธิ์ของสีจากการพ่นซากวัวพบว่าดีกว่าแบบที่ไม่พ่น (control) ส่วนเนื้อวัวที่พ่นกรดแลคติกและไม่พ่นกรดแลคติกไม่แตกต่างกันในแง่ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ซึ่งสรุปได้ว่าการพ่นซากวัวด้วยกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 2-6% หลังการฆ่า ไม่เพียงแต่ทำให้จุลินทรีย์ไม่เพิ่มจำนวนเท่านั้น แต่ยังสามารถปรับปรุงสีให้ดีขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตามการพ่นกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 6% ที่ซากวัวจะทำให้เกิดรอยดำบนเนื้อ มีผลต่อการดึงดูดสายตา ดังนั้นการใช้กรดแลคติกที่ความเข้มข้น 2% และ 4% พ่นบนซากวัวสามารถใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อวัวได้ เพื่อปรับปรุงมาตรฐานความปลอดภัยโดยไม่มีผลกระทบในทางลบต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและสีของเนื้อสด

Roshanfar et al. (2018: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิธีการทำให้ลิเทียมและโคบอลต์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อช่วยลดปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาในกรดกลูโลนิกและกรดแลคติก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการกู้คืนลิเทียมและโคบอลต์ โดยใช้กระบวนการ Hydrometallurgy เพื่อปรับพารามิเตอร์ให้เหมาะสมต่อการชะล้าง โดยใช้กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีความเข้มข้นอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว (S/L) ทดสอบในอุณหภูมิที่ต่างกัน และใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (RSM)

จากการศึกษาพบว่ากรดแลคติกมีประสิทธิภาพในการชะล้างพารามิเตอร์ได้ดีกว่ากรดกลูโคนิก ค่าที่เหมาะสมคือ พารามิเตอร์การชะล้างที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 79 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของกรดแลคติก 1.52 M อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว (S/L) 16.3 g.L-1 และความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4.84 Vol.% ซึ่งสามารถกู้คืนลิเธียมได้ 100% และโคบอลต์สามารถกู้คืนได้ 97.36%

Davenport (2009: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพระหว่างกรดกับสารละลายฟอร์มาลีนที่เป็นกลางในการรักษาสภาพเซลล์ของระบบประสาท มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าการรักษาสภาพ โดยฟอร์มาลีนที่เป็นกลางหรือเป็นกรด วิธีใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการนับเซลล์ประสาท โดยศึกษาในแมว 80 ตัวอย่าง ประกอบด้วยระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลาย สารที่ใช้คือ ฟอร์มาลีน 10% ที่เป็นกลาง เทียบกับฟอร์มาลีน 10% ที่เป็นกรด กรดที่ใช้ในการเติม ได้แก่ ฟอร์มิก อะซิติก โพรพิโอนิก บิวทิริก แลคติก โมโนคลอราซิติก ไดคลอราซิติก และไตรคลอราซิติก ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ระบบประสาทด้วยวิธีการย้อมสี silver, osmic acid และ cresyl violet โดยนับเซลล์ประสาทภายใต้กล้องจุลทรรศน์

จากการศึกษาพบว่า กรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 0.5-5% โดยที่ความเข้มข้นสูงสุดจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการย้อมดูลักษณะเส้นใยละเอียด เส้นใยใหญ่และปลอกไมอีลิน ซึ่งทำให้เส้นใยเกิดการผิดเพี้ยนไปจากปกติและไม่พบปลอกไมอีลิน กรดโพรพิโอนิก และบิวทิริก ที่ความเข้มข้น 3.5%, 4% และ 4.5% ให้ผลคล้ายกับกรดอะซิติก กรดแลคติกและฟอร์มิกให้ผลคล้ายกัน คือ ทำให้เซลล์บวมเล็กน้อย แต่ความกลมและความสมบูรณ์ของปลอกไมอีลินยังคงชันเจนอยู่ ลักษณะของเส้นใยไม่ค่อยมีความต่อเนื่อง แต่กรดแลคติกยังส่งผลให้การย้อมสีสามารถติดสีได้ดีขึ้น กรดโมโนคลอราซิติก ไดคลอราซิติก และไตรคลอราซิติก มีลักษณะคล้ายกับกรดอะซิติก แต่แตกต่างกันคือกรดโมโนคลอราซิติกทำให้เซลล์บวม ในขณะที่กรดไดคลอราซิติก และไตรคลอราซิติก ยังคงรักษารูปร่างขั้นต้นของเนื้อเยื่อได้ดีกว่าในฟอร์มาลิน 10% ที่เป็นกลาง จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าในลักษณะโดยทั่วไปการรักษาสภาพเซลล์และการย้อมสีจากฟอร์มาลีน 10% ที่เป็นกรดให้ผลที่ดีกว่า

การใช้ฟอร์มาลิน 10% ที่เป็นกลาง ซึ่งกรดแต่ละชนิดให้ผลที่คล้ายกันมาก กรดที่ควรได้รับพิจารณาในการนำมาใช้ ได้แก่ อะซิติก ฟอร์มิก โมโนคลอราซิติก แลคติก และไตรคลอราซิติก โดยความเข้มข้นของกรดมีผลต่อประสิทธิภาพของเนื้อเยื่อ จึงควรเลือกความเข้มข้นให้เหมาะสมสำหรับกรดแต่ละชนิด คือ กรดอะซิติก 3-5% ในขณะที่กรดฟอร์มิก โมโนคลอราซิติก แลคติกและไตรคลอราซิติก 0.5-1%

2.7.2 ฟอร์มาลีน (Formalin)

งานวิจัยต่างประเทศ

Vitosevic et al. (2018: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการใช้ฟอร์มาลีนต่อการรักษาสภาพชิ้นเนื้อผู้เสียชีวิต ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค PCR โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฟอร์มาลินที่ใช้ในการรักษาสภาพต่อการย่อยสลายโมเลกุลดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อที่ได้จากการชันสูตร 5 อวัยวะ รวมถึงศึกษาการเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ เนื้อเยื่อที่ใช้เก็บจากอวัยวะ ได้แก่ กล้ามเนื้อหัวใจ ตับ สมอง ปอดและไต ซึ่งเลือกเก็บจากคนที่เสียชีวิตทันที มีเนื้อเยื่อปกติและไม่มีการคั่งเลือด ทำการรักษาสภาพเนื้อเยื่อโดยแช่ลงใน 10% phosphate buffered formalin และ 4% unbuffered formalin ไว้ที่อุณหภูมิห้อง ศึกษาดูลักษณะรูปร่างของเนื้อเยื่อด้วยการย้อมสีเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ การสกัดแยกดีเอ็นเอทำภายในระยะเวลา 6 ชั่วโมง, 1-7 วัน (ทุก 24 ชั่วโมง), 10 วัน, 14 วัน, 28 วัน และ 2 เดือน นำเนื้อเยื่อที่ได้จากการรักษาสภาพด้วยฟอร์มาลีนทั้ง 2 วิธีมาสกัดดีเอ็นเอด้วย 2 วิธี คือ 1) phenol-chloroform-isoamyl alcohol (PCI) 2) comercial kit บริษัท PureLink Genomic DNA Kit วัดปริมาณและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ ตัวอย่างที่ได้มาด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตเมตริกที่ 260 นาโนเมตรและ 280 นาโนเมตร Primer ที่ใช้ในการจับมี 3 ชนิด ได้แก่ glycerol-3-phosphate dehydrogenase 1 (GPD1, 150 bp), β actin (ACTB, 262 bp) และ ribosomal protein L4 (RPL4, 407 bp)

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะรูปร่างของเนื้อเยื่อที่ย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เนื้อเยื่อที่รักษาสภาพอยู่ใน 10% phosphate buffered formalin และ 4% unbuffered formalin ไม่มีความแตกต่างกันในทั้งลักษณะรูปร่างของเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ซึ่งมีลักษณะปกติ แต่เนื้อเยื่อที่รักษาสภาพใน 10% phosphate buffered formalin มีติดสีได้ดีกว่าเนื้อเยื่อที่รักษาสภาพใน 4% unbuffered formalin เล็กน้อย ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการสกัดดีเอ็นเอทั้ง 2 วิธี ระหว่างวิธีการสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี phenol-chloroform-isoamyl alcohol และวิธี comercial kit มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ โดยด้วยวิธี PCI พบว่าที่ยีน ribosomal protein L4 (RPL4) สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ถึง 72 ชั่วโมง ยีน β actin (ACTB) สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ถึง 14 วัน และยีน glycerol-3-phosphate dehydrogenase 1 (GPD1) สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ถึง 28 วัน ส่วนวิธี comercial kit พบว่าที่ยีน ribosomal protein L4 (RPL4) สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ถึง 6 ชั่วโมง ยีน β actin (ACTB) สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ถึง 5 วัน และยีน glycerol-3-phosphate dehydrogenase 1 (GPD1) สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ถึง 6 วัน นอกจากวิธีการสกัดดีเอ็นเอแล้ว น้ำยาที่ใช้ในการรักษาสภาพเนื้อเยื่อยังให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเนื้อเยื่อที่รักษาสภาพแช่ใน 10% phosphate-buffered formalin ไม่ทำให้ดีเอ็นเอสลายมากกว่าที่แช่ใน 4% unbuffered formalin โดยเนื้อเยื่อจากอวัยวะตับและไตให้ผลการสกัดดีเอ็นเอได้ดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเนื้อเยื่อ ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ คือ ระยะเวลาในการรักษาสภาพเนื้อเยื่อ วิธีการรักษาสภาพเนื้อเยื่อ และวิธีการสกัดดีเอ็นเอ เนื้อเยื่อที่รักษาสภาพใน 10% phosphate buffered formalin สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการศึกษาระดับโมเลกุลได้ถึง 28 วัน ส่วนเนื้อเยื่อที่รักษาสภาพใน 4% unbuffered formalin สามารถทำการตรวจวิเคราะห์ที่ระดับโมเลกุลได้ถึง 7 วัน

Cathy et al. (2011: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องสารทดแทนที่ใช้ในการรักษาสภาพแทนฟอร์มาลีน เนื่องจากฟอร์มาลีนมีความเป็นพิษและสามารถสร้างพันธะเชื่อมโยงที่อาจขัดขวางการศึกษาทางอิมมูโนฮีสโตเคมี โดยใช้น้ำยา 3 ชนิด ได้แก่ 1) F-Solv 2) FineFIX 3) RCL2 ศึกษาเปรียบเทียบกับน้ำยา neutral buffered formalin (NBF) ซึ่งถือเป็นวิธีมาตรฐาน ตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ใช้ในการศึกษาเก็บจากอวัยวะ ได้แก่ รก ตับ สมอง หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กส่วนต้น ลำไส้ใหญ่ เยื่อบุช่องท้อง ปอด เต้านม ต่อมหมวกไต ไต ต่อมน้ำเหลืองไทรอยด์ ต่อมทอนซิล ม้ามและถุงน้ำดี แบ่งตัวอย่างแต่ละอวัยวะออกเป็น 4 ชิ้นเท่าๆ กันและแช่ลงในน้ำยารักษาสภาพที่เวลาแตกต่างกัน ได้แก่ 24 ชั่วโมง (16 ราย) 2-4 วัน (11 ราย) 1-2 สัปดาห์ (5 ราย) และ 1-2 เดือน (7 ราย) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านพยาธิวิทยา เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน คือ 0 คะแนน (ไม่เพียงพอสำหรับการวินิจฉัย) 1 คะแนน (คุณภาพเหมาะสมสำหรับการวินิจฉัย แต่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนโปรโตคอล) และ 2 คะแนน (คุณภาพดีเหมาะสำหรับการวินิจฉัย) การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การประเมินทางอิมมูโนฮีสโตเคมี โดยใช้แอนติบอดีที่มีความจำเพาะสำหรับแอนติเจน 2) การประเมินทางพยาธิวิทยา โดยการย้อมสีเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ประเมินจากคุณภาพทางกายภาพของการตัด การรักษาสภาพชิ้นเนื้อและการติดสี

จากการศึกษาพบว่า ทางอิมมูโนฮีสโตเคมีที่ย้อมด้วย Cytokeratin (CK) AE1/3, CAM5.2, CD45, estrogen receptor (ER), progesterone receptor, p63, chromogranin A, S-100, และ vimentin ในน้ำยา NBF ได้รับคะแนนดีที่สุดด้วยคะแนนรวม 100% ตามด้วย RCL2 (คะแนนรวม 70% โดยไม่ต้องปรับสภาพและ 58% ด้วยการปรับสภาพ) FineFIX (68% และ 60% ตามลำดับ) และ F-Solv (60% และ 53% ตามลำดับ) ทางพยาธิวิทยาโดยการย้อมสีเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ที่คะแนนเฉลี่ยรวมโดยน้ำยา NBF ได้รับคะแนนสูงที่สุด และน้ำยา FineFIX ได้รับคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนน้ำยา RCL2 และ F-Solv ได้รับคะแนนเท่ากัน การประเมินคุณภาพของการย้อมสีประเมินจากความสม่ำเสมอของการติดสีนิวเคลียสไซโตพลาสซึม และส่วนประกอบนอกเซลล์หรือกล้ามเนื้อ พบว่า น้ำยา NBF ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด 93 คะแนน ตามด้วยน้ำยา F-Solv และน้ำยา RCL2 88 คะแนน และน้ำยา FineFIX 86 คะแนน ซึ่งในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในน้ำยา RCL2 ทำให้เนื้อนุ่ม ทำให้มีผลต่อการตัดยากขึ้น ส่วนน้ำยา F-Solv และน้ำยา FineFIX มีผลทำให้เนื้อเยื่อบางส่วนสลายไป แต่น้ำยา F-Solv ให้ผลลักษณะโครงสร้างของเซลล์คล้ายกับน้ำยา NBF แต่จำเป็นต้องมีการปรับอัตราส่วนการใช้ให้เข้ากับงานประจำทางพยาธิวิทยาและอิมมูโนฮีสโตเคมี น้ำยา FineFIX ไม่สามารถนำมาปรับใช้ในงานประจำได้เนื่องจากทำให้เนื้อเยื่อหดตัวและเม็ดเลือดแดงสลายตัว น้ำยา RCL2 โดยรวมแล้วให้ผลลักษณะโครงสร้างของเซลล์ที่ดี แต่ทำให้เกิดการสะสมของเม็ดสี (pigment) และมีการสลายตัวของเม็ดเลือดแดง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในเนื้อเยื่อที่หลากหลายชนิด ได้แก่ รก ตับ สมอง หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กส่วนต้น ลำไส้ใหญ่ เยื่อบุช่องท้อง ปอด เต้านม ต่อมหมวกไต ไต ต่อมน้ำเหลืองไทรอยด์ ต่อมทอนซิล ม้ามและถุงน้ำดี จากน้ำยาทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ F-Solv, FineFIX และ RCL2 ยังไม่มีน้ำยาชนิดใดเลยที่สามารถเทียบคุณภาพกับน้ำยา NFB ได้ ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของรอยโรค ลักษณะทางโครงสร้างของเซลล์หรือองค์ประกอบภายในเซลล์ เช่น เม็ดเลือดแดง Paneth แกรนูล นอกจากนี้ส่วนประกอบในน้ำยามีผลต่อคุณภาพชิ้นเนื้อ เช่น น้ำยา RCL2 ให้ผลลักษณะรูปร่างนิวเคลียสโดยทั่วไปดีกว่าในน้ำยา NBF อาจเป็นเพราะมีกรดอะซิติกเป็นส่วนประกอบนอกจากนี้ยังมีเอทานอลเป็นส่วนประกอบจึงมีผลทำให้เม็ดเลือดแดงสลายตัว น้ำยา FineFIX เนื้อเยื่อจำนวนมากเกิดการหดตัวอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในตัวอย่างเต้านมและไต และยังส่งผลให้เม็ดเลือดแดงสลายตัว ซึ่งมีเอทานอลเป็นส่วนประกอบหลักคล้ายกับน้ำยา RCL2 และในน้ำยา F-Solv สามารถแสดงให้เห็นถึงเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าน้ำยา NBF เนื่องจากไม่มีเอทานอลเป็นองค์ประกอบหลัก

Jones (2007: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของฟอร์มาลีนที่มีผลต่องานประจำและการย้อมสีพิเศษ ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นชื่อทางการค้า ที่อยู่ในรูปของสารละลาย 37-40% มีสถานะเป็นก๊าซ ผสมกับเมทานอล 7-15% เพื่อป้องกันการตกตะกอนของโพลีเมอร์พาราฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งถือว่าเป็น ฟอร์มาลีนเข้มข้น 100% ซึ่งเป็นสารรักษาสภาพที่ไม่จับตัวกันเป็นก้อน สามารถแทรกซึมเนื้อเยื่อได้เร็ว ไม่ละลายไขมันในน้ำ และเป็นสารรักษาสภาพที่ทำให้เนื้อเยื่อหดตัวน้อยกว่าสารรักษาสภาพชนิดอื่น ดังนั้นการใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ในการรักษาสภาพโครงสร้างของเนื้อเยื่อ ถือเป็นสารรักษาสภาพที่มีความสำคัญต่องานประจำและการย้อมสีพิเศษต่างๆ สำหรับงานทางด้านพยาธิวิทยาเพื่อใช้ในการศึกษารูปร่าง ลักษณะของโครงสร้างและวินิจฉัยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งได้ศึกษารวบรวมผลกระทบและอุปสรรคที่มีต่อการทำงาน

จากผลการศึกษาพบว่า การย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ทำให้เกิดผลึกเม็ดสีน้ำตาลในเนื้อเยื่อ เรียกว่า formalin pigment ซึ่งเกิดได้ในเนื้อเยื่อบางชนิดที่มีเลือดจำนวนมากและหลอดเลือด สารละลายฟอร์มาลีนมีค่า pH < 6 ดังนั้นจึงมีการเติมบัฟเฟอร์ บัฟเฟอร์ที่นิยมใช้ คือ Monobasic and dibasic sodium phosphate เพื่อปรับค่า pH 7 หากใช้บัฟเฟอร์เป็น calcium acetate หรือ calcium carbonate อาจทำให้เกิดผลแคลเซียมปลอมเรียกว่า false pseudo calcification ในเนื้อเยื่อได้ การย้อมสีด้วยเทคนิค MGP Stain (RNA) และ Feulgen stain (DNA) มีผลทำให้ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอลดลง 10-35% การย้อมสีด้วยเทคนิค Bouin's และ Mowry's colloidal iron ฟอร์มาลินที่เป็นกลาง สามารถรักษากรดไฮยาลูโรนิกในเนื้อเยื่อไว้ให้เห็นได้ การย้อมสีด้วยเทคนิค Congo red for amyloid เพื่อดูรอยโรคของ Amyloidosis สามารถใช้ฟอร์มาลีนที่เป็นกลางในการรักษาสภาพได้ แต่หากเก็บไว้เป็นเวลานานส่งผลทำให้เนื้อเยื่อในการย้อมสีได้ผลเป็นลบ การย้อมสีด้วยเทคนิค Steiner silver stain เพื่อดู spirochetes ของเชื้อ Treponema pallidum ซึ่งการใช้ฟอร์มาลีนในการรักษาสภาพไม่มีผลกระทบต่อการย้อมสีด้วยเทคนิคนี้ การย้อมสีด้วยเทคนิค GMS stain เพื่อดูผลึกเกลือยูเรตของโรคเก๊าท์ ไม่ใช้ฟอร์มาลีนในการรักษาสภาพ แต่จะใช้ Absolute Alcohol แทน ซึ่งจะทำให้เกิดคราบตะกอนสีดำ การย้อมสีด้วยเทคนิค Gomori's method เพื่อดู chromaffin granules การใช้ฟอร์มาลีนในการรักษาสภาพไม่มีผลกระทบต่อการย้อมสี การย้อมสีด้วยเทคนิค Trichrome connective tissue stains การใช้ฟอร์มาลีนในการรักษาสภาพทำให้เกิดผลเสียต่อเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ควรใช้ picric acid ในการรักษาสภาพ

Cogliano et al. (2005: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาสรุปข้อมูลเกี่ยวกับฟอร์มัลดีไฮด์ 2-Butoxyethanol และ 1-tert-Butoxy-2-Propanol จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาวิจัยต่างๆ ทั้งในมนุษย์และสัตว์ทดลอง รวมถึงข้อมูลทางการระบาดวิทยา โดยทางองค์กรวิจัยมะเร็งนานาชาติ (IARC) เชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีศักยภาพและไม่มีความความขัดแย้งทางผลประโยชน์ เข้าร่วมแสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินผลของความเสี่ยงในการก่อมะเร็งของสารเคมีต่อมนุษย์

จากผลการศึกษาพบว่า ฟอร์มัลดีไฮด์ทำให้พบผู้เสียชีวิตจากมะเร็งหลังโพรงจมูกมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพบมากในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการสัมผัสกับฟอร์มัลดีไฮด์และในโรงงานกลุ่มผู้ผลิตยาดองศพ นอกจากนี้ยังพบผู้เสียชีวิตจากมะเร็งเม็ดเลือดขาว ส่วนใหญ่เป็นชนิด myeloid โดยพบในคนงานหรือเจ้าหน้าที่ที่ทำงานเกี่ยวกับยาดองศพ เช่น นักพยาธิวิทยา และนักกายวิภาคศาสตร์ สำหรับในสัตว์ทดลอง เช่น หนู โดยวิธีการสูดดม ทำให้พบเซลล์มะเร็งที่โพรงจมูก วิธีการดื่ม ทำให้พบความผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร มะเร็งต่อมน้ำเหลือง มะเร็งเม็ดเลือดขาว และมะเร็งอัณฑะ 2-Butoxyethanol กลไกการเกิดในมนุษย์ยังไม่ชัดเจน แต่ได้ศึกษาในสัตว์ทดลอง เช่น หนู โดยวิธีการสัมผัสและการสูดดม พบว่ามีการเกิดเนื้องอกและมะเร็งเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ มะเร็งในหลอดเลือดที่ตับ (hemangiosarcomas) หูด (papillomas) มะเร็งที่ต่อมหมวกไต ซึ่งส่วนมากพบในหนูตัวเมียมากกว่าตัวผู้ สำหรับ 1-tert-Butoxy-2-Propanol กลไกการเกิดในมนุษย์ยังไม่ชัดเจน แต่ได้ศึกษาในสัตว์ทดลอง เช่น หนู โดยวิธีการสัมผัสและการสูดดม พบว่ามีอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นของเนื้องอกและมะเร็ง ได้แก่ เนื้องอกในตับ มะเร็งตับ (hepatoblastomas) มะเร็งที่ท่อหน่วยไต ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปว่า ฟอร์มัลดีไฮด์จัดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ โดยจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 เนื่องจากมีหลักฐานที่เพียงพอทั้งในมนุษย์และสัตว์ทดลอง ส่วน 2-Butoxyethanol และ 1-tert-Butoxy-2-Propanol ไม่สามารถจำแนกประเภทการก่อมะเร็งในมนุษย์ได้ เนื่องจากมีหลักฐานไม่เพียงพอในมนุษย์และมีหลักฐานข้อมูลในสัตว์ทดลองน้อย จึงจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3

Kim et al. (2011: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสกับฟอร์มัลดีไฮด์และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพของมนุษย์ เนื่องจากฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีปนอยู่ทั้งอากาศภายในและภายนอกอาคาร เกิดจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาสะท้อนให้เห็นถึงผลของการใช้วัสดุก่อสร้างและในภาคการค้าอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นฟอร์มัลดีไฮด์จึงพบได้เกือบทุกวันโดยมาจากแหล่งที่มาหลากหลาย รัฐบาลและหน่วยงานหลายแห่งทั่วโลกจึงได้ออกมาตรฐานหลายชุด เพื่อควบคุมการใช้ในสถานที่ต่างๆ ในแง่ของคุณสมบัติที่เป็นอันตรายของฟอร์มัลดีไฮด์ การสัมผัสกับ

ฟอร์มัลดีไฮด์สามารถเกิดขึ้นได้ในรูปแบบการสูดดมหรือการดูดซึมของก๊าซ (ไอระเหย) ในรูปแบบของเหลวโดยซึมผ่านผิวหนัง ดังนั้นการสัมผัสกับฟอร์มัลดีไฮด์จากการประกอบอาชีพ เช่น การผลิตแผ่นไม้ ลามิเนต และการผลิตสารเคมี pentaerythritol เป็นต้น มักจะพบค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับคนทั่วไป

จากการศึกษาพบว่า มีรายงานมากมายเกี่ยวกับฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ทำให้เกิดอาการแพ้ทางผิวหนังในบุคลากรที่ประกอบอาชีพดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีการศึกษาหลายชิ้นที่ยังไม่พบความสัมพันธ์ที่เป็นสาเหตุของโรคหอบที่ชัดเจน ระหว่างระดับความรุนแรงของโรค (IgE) กับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ อย่างไรก็ตามยังมีข้อสงสัยว่าฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น โรคอ่อนเพลียทางระบบประสาท การระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง การอักเสบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเยื่อบุจมูก ไอ หายใจหอบ หลอดลมอักเสบเรื้อรัง โพรงจมูกอักเสบเรื้อรัง สูญเสียการได้กลิ่น ความผิดปกติของกระจกตา ความเป็นพิษต่อเม็ดเลือด มีอาการเจ็บหน้าอกบ่อยๆ และเบื่ออาหาร เป็นต้น การสัมผัสกับฟอร์มัลดีไฮด์จากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมถือเป็นปัญหาสุขภาพของประชาชน ทางสหภาพยุโรปจึงออกแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ เช่น ในเครื่องสำอางควรมีฟอร์มัลดีไฮด์และพาราฟอร์มัลดีไฮด์ ความเข้มข้นสูงสุดไม่เกิน 0.2% โดยน้ำหนักหรือปริมาตร ส่วนในประเทศควิเบกและแคนาดามีกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัยกำหนดค่าในอากาศสูงสุดไม่เกิน 2 ppm ส่วนในพื้นที่อยู่อาศัยกำหนดให้อยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.4 ppm โดยทั่วไปกำหนดไว้ที่ 0.1 ppm นอกจากนี้ทางคณะการบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยอนุญาตให้สัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำงานต่อวันเฉลี่ยอย่างน้อย 8 ชั่วโมงจะต้องไม่เกิน 0.75 ppm และการสัมผัสในระยะสั้นจะต้องไม่เกิน 2 ppm ทางสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) ได้กำหนดให้ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตราย ควบคุมภายใต้พระราชบัญญัติอากาศบริสุทธิ์ ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้ระบุให้ใช้ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นส่วนประกอบวัตถุเจือปนอาหารในทางอ้อมเท่านั้น ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดและได้รับอนุญาตเฉพาะในอาหารสัตว์และน้ำดื่มของสัตว์ ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดว่าฟอร์มัลดีไฮด์ในระดับต่ำ (<1 ppm) มีแนวโน้มที่จะบ่งบอกหรือมีศักยภาพในการก่อมะเร็งได้มากน้อยเพียงใด หรือไม่สามารถก่อมะเร็งได้ในมนุษย์ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยศึกษาเพิ่มเติมเพื่ออธิบายกลไกการก่อมะเร็งให้มีความแม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรกำกับดูแลและร่วมกันกำหนดแนวทางให้มีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

Kiernan (2008: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาระบบสำหรับการประเมินเชิงปริมาณของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจากอวัยะไตและสมองของหนู มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินการรักษาสภาพโครงสร้างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ซึ่งนำเสนอระบบการให้คะแนนแบบเชิงตัวเลข อวัยวะที่ไม่เลือกนำมาทดสอบ มีดังนี้ 1) ผิวหนัง เนื่องจากโครงสร้างถูกทำลายเสียหายได้ง่ายจากการตัด ซึ่งยังไม่รวมถึงในขั้นตอนการรักษาสภาพ โดยมีผลทำให้การประเมินคลาดเคลื่อนได้ 2) กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กส่วนต้น ไม่เหมาะสำหรับนำมาทดสอบกับเกณฑ์ที่มีการให้คะแนนแบบละเอียด เพราะว่าเซลล์มีความแตกต่างกันทั้งที่ตัดจากส่วนเดียวกัน 3) ตับอ่อน เนื่องจากตับอ่อนสามารถรักษาสภาพตัวเองไว้ได้ดีที่สุด จึงไม่นำมาใช้ทดสอบ เพราะจะทำให้อวัยวะอื่นถูกประเมินไม่ดี เหตุผลที่เลือกศึกษาในอวัยวะไตและสมอง เนื่องจากไต ส่วนชั้น renal medulla และ renal cortex สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงการรักษาสภาพเซลล์ไม่ดีได้ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบที่แตกต่างกันที่เกิดจากรักษาสภาพไม่ดี คือ ชั้น renal Corpuscles และท่อไต สำหรับสมอง หากรักษาสภาพเซลล์ได้ไม่ดี เซลล์ส่วน perivascular spaces และ pericellular spaces มักเกิดเป็นช่องว่างขึ้นให้เห็นในขั้นตอนการตัดสไลด์ (paraffin section) และใช้การดูเซลล์ extracellular space ซึ่งต้องมีขนาดเล็กและอยู่ติดกับชั้น surface membranes น้ำยาที่ใช้ในการรักษาสภาพแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) น้ำยารักษาสภาพแบบดั้งเดิม ดังนี้ 1.1) Carnoy's fluid 1.2) Bouin's fluid 1.3) Heidenhain's SUSA 1.4) buffered formaldehyde (pH 7.4) 2) น้ำยารักษาสภาพที่เป็นฟอร์มาลีนผสมกับสังกะสี (zinc) ดังนี้ 2.1) Formaldehyde 4% +ZnCl2 0.68% pH 5.1 2.2) Formaldehyde 4% + ZnSO4.7H2O 1.44% pH 4.5 2.3) Formaldehyde 4% + Zn(OOCH3)2 1.10% pH 6.4 2.4) Fish's fixative pH 6.5 ศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยประเมินลักษณะรูปร่างของเซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาสซึม และองค์ประกอบภายนอกของเซลล์ตามเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินการรักษาสภาพทางพยาธิวิทยาและทางเซลล์วิทยา (คะแนนที่ดีที่สุดเท่ากับ 24 คะแนนที่แย่ที่สุดเท่ากับ 8) แล้วนำคะแนนที่ได้เป็นตัวเลขมาประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพตามที่ถูกกำหนดไว้แบบวิธี Baker's grading method ระดับคะแนนเป็น I V (คะแนนที่ดีที่สุดเท่ากับ I คะแนนที่แย่ที่สุดเท่ากับ V) ซึ่งเกณฑ์การประเมินของอวัยวะไตและสมองมีเกณฑ์การประเมินที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของอวัยวะนั้นๆ มีเกณฑ์การประเมินแสดงดังตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินการรักษาสภาพทางพยาธิวิทยา

อวัยวะ	องค์ประกอบภายในเซลล์	คะแนน	หมายเหตุ
ไต ประเมินจากชั้น renal cortex	**Bowman's capsules** -สมบูรณ์ -ปานกลาง -แยกรายละเอียดไม่สมบูรณ์	 1.5 1.0 0.5	คะแนนรวม สูงสุด 6x2=12 ต่ำสุด 2x2=4
	Glomeruli -สมบูรณ์และเห็นแคปซูลเกือบเต็ม -ปานกลาง -มีการหดตัวหรือแตกหัก	 1.5 1.0 0.5	
	Tubules-external form -ท่อสมบูรณ์ กระจายเต็มพื้นที่ -ปานกลาง -ท่อมีการแยกกว้างขึ้น หรือแตกหัก	 1.5 1.0 0.5	
	Tubules-internal -แยกท่อไตส่วนต้น (Proximal tubules) และท่อไตส่วนปลาย (distal tubules) ได้ง่าย (ท่อไตส่วนต้น มีขนาดเล็กหรือมองไม่เห็น lumen) -ปานกลาง -แยกท่อไตส่วนต้นและท่อไตส่วนปลายออกจากกันยาก เพราะ lumen มีขนาดกว้างขึ้น	 1.5 1.0 0.5	
สมอง ประเมินจากเซลล์ gray matter และ white matter เซลล์ประสาทขนาดใหญ่ที่อยู่รอบๆ (large neuron) และ Capillary blood vessels	For each เซลล์ประสาทและเส้นเลือดฝอยที่อยู่บริเวณรอบๆ -ไม่ช่องว่าง -เห็นได้ แต่มีช่องว่างเล็กน้อย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าเส้นเลือดฝอยครึ่งหนึ่งหรือน้อยกว่าความกว้างของไซโทพลาสซึมระหว่างนิวเคลียสของเซลล์ประสาทและขอบของเซลล์) -ช่องว่างขนาดใหญ่ (เท่ากับหรือมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นเลือดฝอยหรือนิวเคลียสของเซลล์ประสาทขนาดใหญ่)	 3.0 2.0 1.0	คะแนนรวม สูงสุด 6x2=12 ต่ำสุด 2x2=4
คะแนนรวมของไตและสมองสูงสุดเท่ากับ 24 ต่ำสุดเท่ากับ 8			

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินการรักษาสภาพทางเซลล์วิทยา

อวัยวะ	องค์ประกอบภายในเซลล์	คะแนน	หมายเหตุ
ไต ประเมินจากชั้น renal cortex โดยดูนิวเคลียสของท่อไตส่วนต้นและท่อไตส่วนปลายในโกลเมอรูไลและดูเม็ดเลือดแดงที่กำลังขยาย 40x	**Nuclei** -ชนิดของเซลล์มีรูปแบบของโครมาตินที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในส่วนของนิวเคลียส -ปานกลาง -นิวเคลียสทั้งหมดมีลักษณะเหมือนกัน (อาจจะมืดและเล็กหรือขนาดปกติ แต่ไม่มีโครงสร้างภายในที่มองเห็นได้)	 2.0 1.3 0.7	คะแนนรวม สูงสุด 6x2=12 ต่ำสุด 2.1x2=4.2
	Cytoplasm (ท่อไตส่วนต้นและท่อไตส่วนปลาย) -ไซโทพลาซึมสมบูรณ์: ท่อไตส่วนต้นสามารถมองเห็น brush border และ intracytoplasmic ได้ ท่อไตส่วนปลายจะเห็นโครงสร้างน้อยลง คือไม่มี brush borders -ไซโทพลาซึมส่วนใหญ่ยังคงอยู่ แต่มีการแตกหักของเซลล์บ้าง ท่อไตส่วนต้นมองเห็น brush border ไม่ชัดเจน -ไซโทพลาซึมแยกส่วน มักจะมีเศษของท่ออยู่ใน lumen มีนิวเคลียสแต่ไม่มีไซโทพลาสซึมล้อมอยู่	 2.0 1.3 0.7	
	Red blood cells -รูปร่างกลมหรือเป็นจานกลมแบน (biconcave disks) ย้อมติดสีสม่ำเสมอ -รูปร่างบิดเบี้ยว หรืออาจกลม แต่ย้อมไม่ติดสีหรือติดสีอ่อน -แตกสลาย หรือมองไม่เห็น	 2.0 1.3 0.7	

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินการรักษาสภาพทางเซลล์วิทยา (ต่อ)

อวัยวะ	องค์ประกอบภายในเซลล์	คะแนน	หมายเหตุ
สมอง ประเมินจากเซลล์ gray matter และ white matter ที่กำลังขยาย 40x	**Nuclei** -นิวเคลียสของเซลล์ประสาท แอสโทรไซต์ (astrocytes) และโอลิโกเดนโดรไซต์ (oligodendrocytes) สามารถรับรู้และสามารถแยกออกได้ชัดเจน -ปานกลาง -นิวเคลียสทั้งหมดมีลักษณะเหมือนกัน	 3.0 2.0 1.0	คะแนนรวม สูงสุด 6x2=12 ต่ำสุด 3x2=6
	Cytoplasm (larger neurons) - Perikarya และ larger dendrites สมบูรณ์ และมองเห็นโครงสร้างภายใน -ปานกลาง -นิวเคลียสย้อมติดสีเพียงเล็กน้อยหรือไม่ติดสี และ larger dendrites แตกหักหรือไม่พบ	 3.0 2.0 1.0	
คะแนนรวมของไตและสมองสูงสุดเท่ากับ 24 ต่ำสุดเท่ากับ 10.2			

จากผลการศึกษาพบว่า จากเกณฑ์ประเมินการรักษาสภาพทางพยาธิวิทยา น้ำยาที่ใช้รักษาสภาพได้ดีที่สุด คือ Carnoy's fluid และรักษาสภาพได้ไม่ดี คือ Formaldehyde 4%, Zn(OOCH3)2 1.10% จากเกณฑ์ประเมินการรักษาสภาพทางเซลล์วิทยา น้ำยาที่ใช้รักษาสภาพได้ดีที่สุด คือ Carnoy's fluid, Formaldehyde 4%+ZnCl2 0.68% และ Formaldehyde 4% +ZnSO4.7H2O 1.44% ซึ่งได้รับคะแนนเท่ากัน และรักษาสภาพได้ไม่ดี คือ Fish's fixative ดังนั้นในการประยุกต์ใช้ระบบการให้คะแนนนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาแก้ไขข้อบ่งพร่อง เช่น ชนิดของอวัยวะ ความเสียหายที่เกิดจากการตัด (ไม่รวมในขั้นตอนการรักษาสภาพของเนื้อเยื่อ) โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ เพื่อให้สามารถพัฒนาสารใหม่มาใช้ในการรักษาสภาพเนื้อเยื่อแบบดั่งเดิมได้

จากการศึกษาเอกสารและการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทั้งหมดนั้น จะเห็นได้ว่าผู้วิจัยได้ศึกษาสารประเภทอื่นมาใช้ทดแทนฟอร์มาลีน เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกัน โดยกรดแลคติกสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ทั้งด้านอุตสาหกรรม อาหาร ยา และทางการแพทย์ ซึ่งทางด้าน

อาหารและทางการแพทย์ จะนำมาใช้ประโยชน์ในการรักษาอาหารให้คงความสดและรักษาสภาพของเซลล์ให้คงสภาพอยู่ เนื่องจากยังไม่มีการใช้ในการรักษาสภาพเซลล์ของมนุษย์ ดังนั้นจากการทบทวนและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงนำไปสู่กรอบแนวคิดในการวิจัยใหม่ โดยนำมาใช้ทางด้านงานนิติพยาธิ ในการเก็บรักษาสภาพชิ้นเนื้อของผู้ที่เสียชีวิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์สรุปเป็นประเด็นได้ดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรดแลคติก

ประเด็นที่ศึกษากรดแลคติก	โอรส รักชาติ	สิริรัฐ คุณารักษ์	Ishizaki	Manzoora	Roshanfar	Davenport
1.ศึกษาเกี่ยวกับการยืดอายุการเก็บไส้กรอกเวียนนาโดยใช้กรดแลคติก	✘					
2.ศึกษาการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์โดยการใช้กรดอินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายในกระบวนการผลิต ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดซิตริก		✘				
3. ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการแปลงชีวมวลโดยใช้เทคโนโลยีจุลินทรีย์ ศึกษาในกรดแลคติก กรดแลคเตท และกรดอะซิเตท			✘			
4. ศึกษาผลของสเปรย์กรดแลคติกที่มีต่อจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อวัว				✘		
5.ศึกษาวิธีการทำให้ลิเทียมและโคบอลต์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อช่วยลดปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ในกรดกลูโลนิกและกรดแลคติก					✘	
6.ศึกษาระหว่างกรดกับสารละลายฟอร์มาลีนที่เป็นกลางในการรักษาสภาพเซลล์ของระบบประสาทของแมว						✘

ตารางที่ 8 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฟอร์มาลีน

ประเด็นที่ศึกษาฟอร์มาลีน	Davenport	Vitosevic et al.	Cathy et al.	Jones	Cogliano et al.	Kim et al.	Kiernan
1.ศึกษาระหว่างกรดกับสารละลายฟอร์มาลีนที่เป็นกลางในการรักษาสภาพเซลล์ของระบบประสาทของแมว	✘						
2.ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ฟอร์มาลีนต่อการรักษาสภาพชิ้นเนื้อผู้เสียชีวิต ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค PCR ในอวัยวะกล้ามเนื้อหัวใจ ตับ สมอง ปอดและไต		✘					
3.ศึกษาสารทดแทนที่ใช้ในการรักษาสภาพแทนฟอร์มาลีน เพื่อลดความเป็นพิษลง			✘				
4.ศึกษาผลกระทบของฟอร์มาลีนที่มีผลต่องานประจำและการย้อมพิเศษ				✘			
5.ศึกษาผลกระทบที่เกิดในมนุษย์จากการใช้หรือสัมผัสฟอร์มาลีน					✘	✘	
6.ศึกษาระบบสำหรับการประเมินเชิงปริมาณของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากอวัยะไตและสมองของหนู							✘

จากการทบทวนและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเพื่อนำไปสู่การกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยและสร้างข้อค้นพบใหม่ จะพบว่า

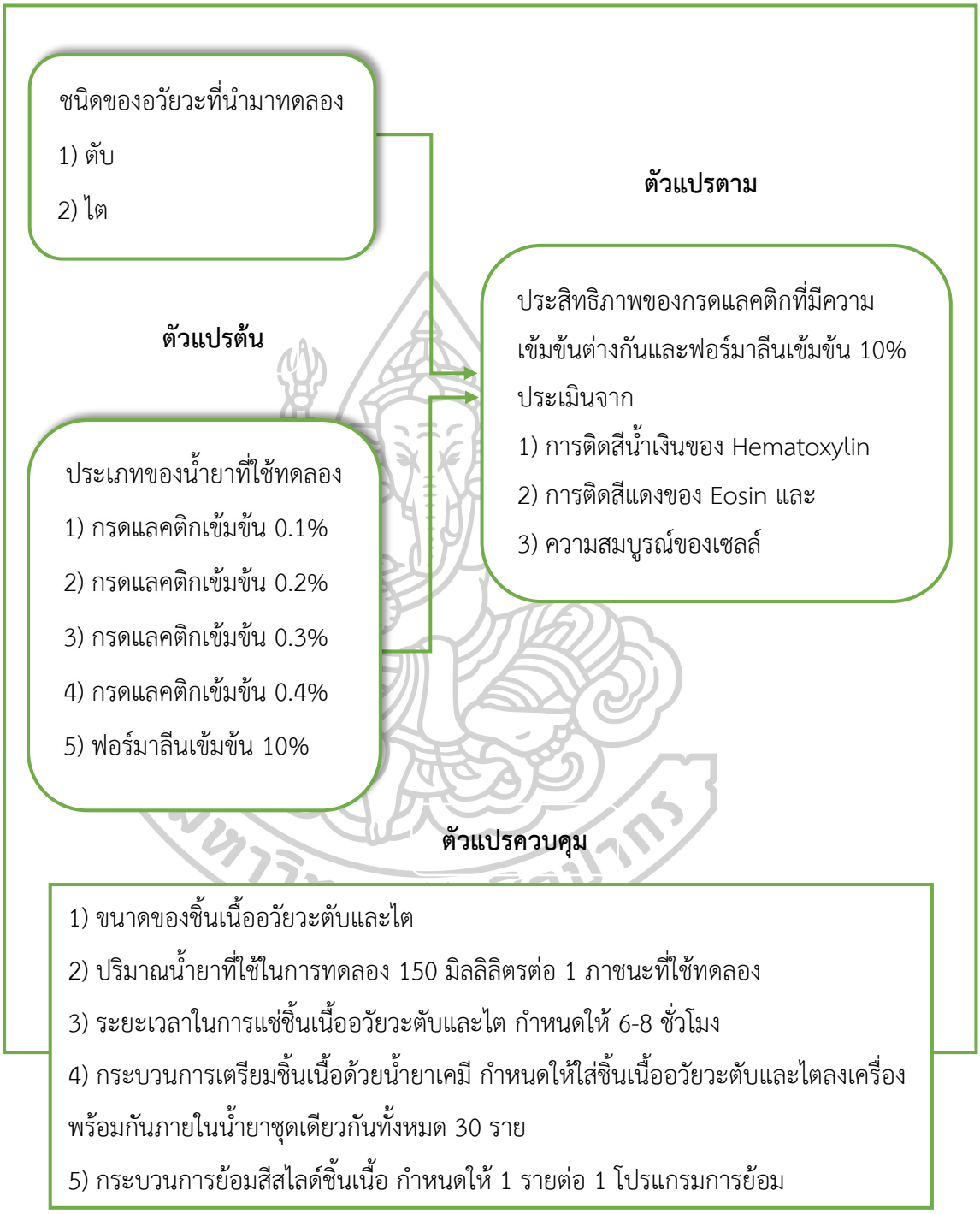
1) **ในด้านประเด็นที่ศึกษา** โดยรวมเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารประเภทอื่นมาใช้ทดแทนฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ด้วยการย้อมสี เทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ในส่วนของแนวทางการศึกษากรดแลคติกในการรักษาสภาพ

เซลล์ของมนุษย์ยังไม่มี และยังมีการศึกษาวิจัยไม่มากนัก ยกตัวอย่าง เช่น Davenport (2009) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “กรดกับสารละลายฟอร์มาลีนที่เป็นกลางในการรักษาสภาพเซลล์ระบบประสาทของแมว” โอรส รักชาติ (2560) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การยืดอายุการเก็บไส้กรอกเวียนนาโดยใช้กรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 0%, 1.0%, 1.5% และ 2.0% ปริมาตรโดยปริมาตร” และ สุจิรัฐ คุณารักษ์ (2553) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์โดยการใช้กรดอินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายในกระบวนการผลิต ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดซิตริก”

2) **ในด้านกลุ่มตัวอย่าง** จะพบว่าส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองที่ศึกษาทดลองในกลุ่มทดลองที่เป็นสัตว์ เช่น หนู และแมว โดยศึกษาในอวัยวะสมอง ตับ และไต ซึ่งยังไม่พบที่ศึกษาการใช้กรดแลคติกในการรักษาสภาพเซลล์ของมนุษย์ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงมุ่งเน้นในการศึกษาในผู้เสียชีวิตแบบปกติ และไม่มีการคั่งเลือด โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เสียชีวิต จำนวน 30 ราย และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาตอบคำถามการวิจัย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) แบบ Posttest-Only Control Group Design โดยมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มตัวอย่าง ให้สิ่งทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการวัดผลหลังการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันกับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ

2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตของผู้เสียชีวิต

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอรายงานการวิจัย

3.1 การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เตรียมตัวเข้าสู่การดำเนินการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ข้อมูล จากเอกสารหรือการวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary research) ด้วยการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากหนังสือ วารสาร เอกสารวิชาการ บทความจากสื่อและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ฯลฯ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิในอวัยวะตับและไต โดยประเมินประสิทธิภาพจากการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ ตามแนวคิด ทฤษฎี ผลงานวิจัย รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล และออกแบบวิธีการทดลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาขั้นต่อไป

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 80 ราย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ 1) ลักษณะการเสียชีวิตเป็นแบบปกติ 2) ไม่มีการคั่งเลือด

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เสียชีวิตที่มีลักษณะการเสียชีวิตแบบปกติและไม่มีการคั่งเลือดจากประชากรดังกล่าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย โดยนำประชากรมาทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลาก (Lottery) ให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย

จริยธรรมในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ความสำคัญและตระหนักถึงสิทธิส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัยและเพื่อป้องกันมิให้เกิดผลเชิงลบต่อกลุ่มตัวอย่างโดยมิได้เจตนา จึงกำหนดแนวทางการศึกษาด้านจริยธรรมในการวิจัยไว้ดังนี้

1) ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารเพื่อขอรับความยินยอมจากญาติผู้เสียชีวิตในรายที่นำมาทดลอง

2) การเก็บรวบรวมข้อมูล จะไม่มีการเก็บข้อมูลที่เป็นตัวบ่งชี้ตัวบุคคล เช่น ชื่อ-นามสกุลของผู้เสียชีวิตแต่อย่างใด ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้จะถูกเก็บเป็นความลับ

3) ข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างต่อสาธารณะแต่อย่างใด

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วยอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1) ใบมีดผ่าตัด (Surgical blade)

2) ขวดพลาสติกแบบมีฝาปิด สำหรับใส่ตัวอย่างชิ้นเนื้อ

3) มีดตัดไมโครโตม

4) ถุงมือ

5) ผ้าปิดจมูก

6) เขียงสำหรับตัดเล็มชิ้นเนื้อ

7) ไม้บรรทัด

8) ตลับใส่ชิ้นเนื้อ

9) sero pipette ขนาด 5 ml

10) sero pipette ขนาด 10 ml

11) sero pipette ขนาด 20 ml

12) ลูกยางดูดสารเคมี (syringe ball)

13) สไลด์ฝา ขนาด 25.4x76.2 mm

14) กระจกสไลด์ (cover glasses) ขนาด 24x50 mm

15) กรดแลคติก

16) ฟอร์มาลีน

17) สี Hematoxylin

18) สี Eosin

19) 95% alcohol

20) Ethanol

21) น้ำยา Xylene

22) น้ำยา Bluing

23) น้ำยา Ottix plus

24) ขี้ผึ้งเหลวสังเคราะห์ (Paraffin wax)

25) น้ำกลั่น (Distilled water)

26) น้ำยา permount media

27) กล้องจุลทรรศน์

28) เครื่องย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้ออัตโนมัติ รุ่น INTELSINT-AUS1

มหาวิทยาลัยศิลปากร

29) เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีอัตโนมัติ รุ่น Tissue-Tek VIP6

30) เครื่องตัดชิ้นเนื้อ รุ่น AEM 480

31) เครื่องหล่อบล็อกชิ้นเนื้อ รุ่น MEDITE TES VALIDA

3.4 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ขั้นตอนในการเตรียมน้ำยา

1) กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%

กรดแลคติก	1.2	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	998.8	มิลลิลิตร

2) กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%

กรดแลคติก	2.4	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	997.6	มิลลิลิตร

3) กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%

กรดแลคติก	3.5	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	996.5	มิลลิลิตร

4) กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%

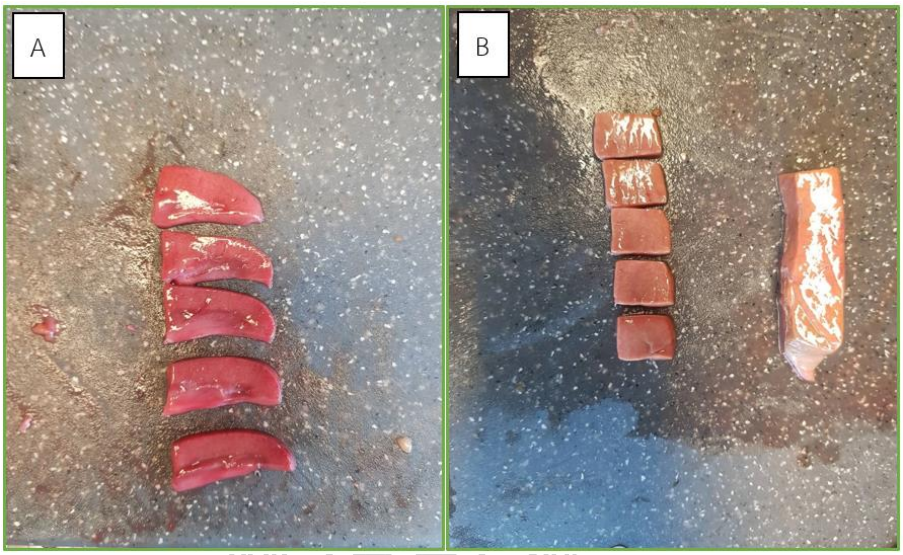
กรดแลคติก	4.7	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	995.3	มิลลิลิตร

5) ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%

ฟอร์มาลีน	100	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	900	มิลลิลิตร

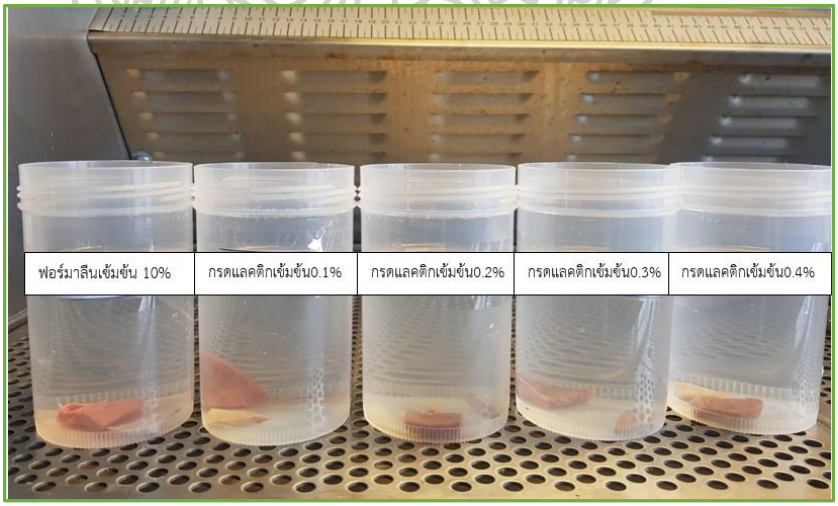
3.4.2 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นเนื้อ

1) นำกลุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่เก็บจากอวัยวะตับและไต มาตัดเล็มให้มีขนาดเท่าๆ กัน โดยมีขนาด 10x10x3 มิลลิเมตร ซึ่งแต่ละรายตัดเล็มอย่างละ 5 ชุด



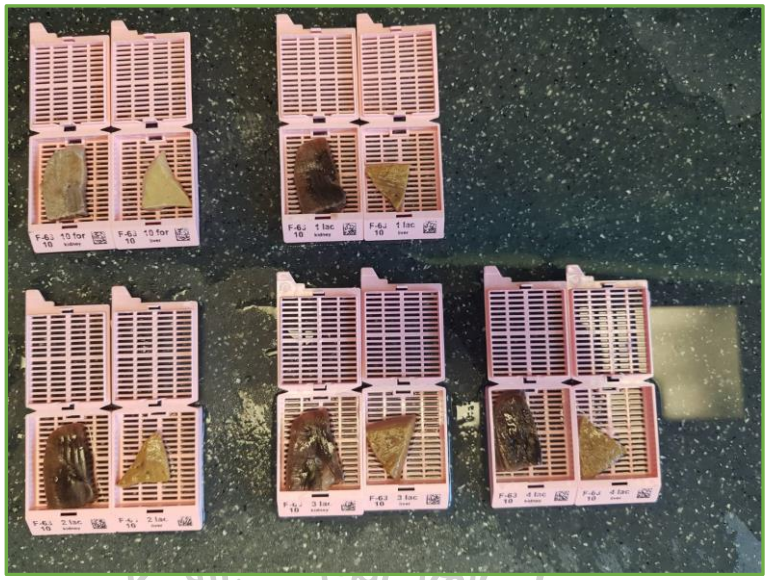
ภาพที่ 6 A) อวัยวะไต B) อวัยวะตับ ที่ตัดเล็มขนาด 10x10x3 มิลลิเมตร

2) นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ตัดเล็ม ใส่ลงในน้ำยาที่เตรียมไว้ในขวดพลาสติกแบบมีฝาปิด ได้แก่ กรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กรดแลคติกเข้มข้น 0.3% กรดแลคติกเข้มข้น 0.4% และฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% แช่ทิ้งไว้ 6-8 ชั่วโมง



ภาพที่ 7 ชิ้นเนื้อตัดเล็มจากอวัยวะตับและไต ที่ถูกแช่ในฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% กรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และกรดแลคติกเข้มข้น 0.4%

3) ครบเวลา นำตัวอย่างชิ้นเนื้อใส่ลงในตลับใส่ชิ้นเนื้อ เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing)



ภาพที่ 8 ชิ้นเนื้อที่แช่ในน้ำยาครบ 6-8 ชั่วโมง ใส่ลงในตลับชิ้นเนื้อ

3.4.3 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing)

ในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย โดยจะใช้เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีอัตโนมัติ รุ่น Tissue-Tek VIP6 มีดังนี้

1) การตรึงชิ้นเนื้อ (Fixation) เป็นการคงสภาพชิ้นเนื้อเพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ ซึ่งขั้นตอนนี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการวิจัยนี้

2) การนำน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (Dehydration) เป็นขั้นตอนในการเอาน้ำออกจากชิ้นเนื้อเพื่อเตรียมพร้อมที่จะยอมให้ขี้ผึ้งเหลวสังเคราะห์ (paraffin) ซึมผ่านเข้าไปในชิ้นเนื้อโดยใช้น้ำยา ethanol alcohol จากความเข้มข้นต่ำไปสูง

3) การทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing) ขั้นตอนการทำให้ใสโดยการนำสารเคมีตัวใหม่เข้ามาแทนที่ และเป็นตัวกลางที่จะนำขี้ผึ้งเหลวสังเคราะห์เข้าสู่เซลล์และเนื้อเยื่อ เรียกตัวกลางนี้ว่า clearing agent โดยจะใช้น้ำยา Ottix plus

4) การแทรกซึมของพาราฟิน (Infiltration) ขั้นตอนการนำขี้ผึ้งเหลวสังเคราะห์เข้าสู่เซลล์และเนื้อเยื่อ เพื่อให้เกิดการคงรูป มีความแข็งและสม่ำเสมอเท่ากัน

โดยในขั้นตอนที่ 1) - 4) มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงลำดับสารเคมีและระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนในการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี

ขั้นตอน	ลำดับโถ	สารเคมี	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
Fixation	1	10% formalin	-
	2	10% formalin	-
Dehydration	3	95% alcohol	2
	4	95% alcohol	2
	5	95% alcohol	2
	6	ethanol	2
	7	ethanol	2
Clearing	8	ottix plus	2
	9	ottix plus	2
Infiltration	10	paraffin	2
	11	paraffin	2
	12	paraffin	2
ระยะเวลาทั้งหมด			20

ภาพที่ 9 เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีอัตโนมัติ รุ่น Tissue-Tek VIP6

3.4.4 ขั้นตอนการหล่อบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding)

ขั้นตอนการหล่อบล็อกชิ้นเนื้อจะทำเป็นบล็อกสี่เหลี่ยมเพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการตัดชิ้นเนื้อ (sectioning) โดยบล็อกชิ้นเนื้อที่ได้จะเรียกว่า บล็อกพาราฟิน (paraffin block) มีขั้นตอนดังนี้

1) นำแม่พิมพ์โลหะรูปสี่เหลี่ยม (embedding mold) เติมพาราฟินเหลวประมาณ 1/3 ของแม่พิมพ์โลหะ

2) แกะฝาตลับชิ้นเนื้อออก ใช้ปากคีบ คีบชิ้นเนื้อมาวางบริเวณกึ่งกลางของแม่พิมพ์โลหะ

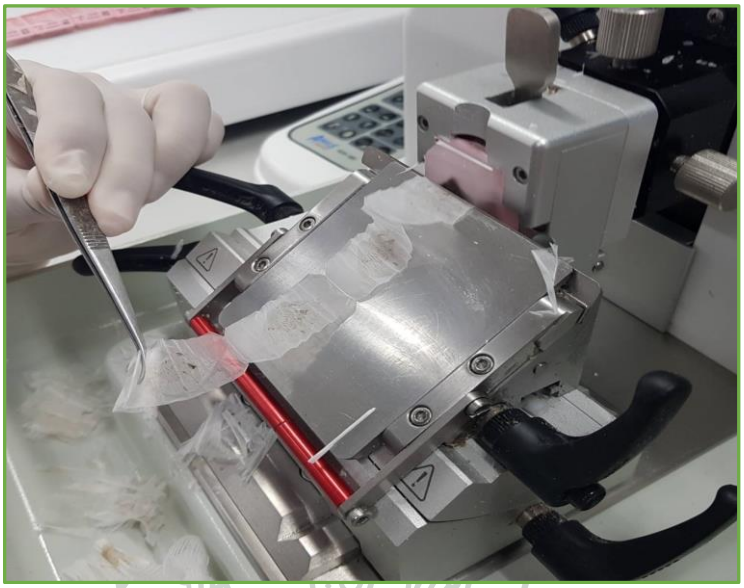
3) นำไปวางบนแผ่นให้ความเย็นของเครื่องสักครู่ เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นเนื้อลอยจากแม่พิมพ์โลหะ จากนั้นเติมพาราฟินเหลวอีกครั้งให้เต็มแม่พิมพ์โลหะ แล้วนำตลับชิ้นเนื้อวางลงบนแม่พิมพ์โลหะ

4) นำไปวางไว้บนเครื่องทำความเย็น เพื่อให้พาราฟินแข็งตัว เมื่อพาราฟินแข็งตัวแล้วแกะออกจากแม่พิมพ์โลหะ จัดเรียงไว้บนถาดตามลำดับ

ภาพที่ 10 การหล่อบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding)

3.4.5 ขั้นตอนการตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning)

การตัดบล็อกชิ้นเนื้อเป็นการตัดชิ้นเนื้อให้เป็นแผ่นบาง ขนาด 3-5 ไมครอน



ภาพที่ 11 การตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning) ด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อ รุ่น AEM 480

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.4.6 ขั้นตอนการย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้อ (Staining)

การย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้อ ทำการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining โดยใช้เครื่องย้อมสีอัตโนมัติ รุ่น INTELSINT-AUS1 มีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนการนำพาราฟินออก (Deparaffinization) โดยนำสไลด์อบในตู้อบ hot air oven ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที และนำพาราฟินออกด้วยน้ำยา Xylene อีกครั้ง

2) ขั้นตอนการนำน้ำเข้าสู่เซลล์ (Rehydration) เพื่อทำให้เนื้อเยื่อชุ่มน้ำและเตรียมให้เซลล์สามารถติดสีได้ดีขึ้น โดยใช้น้ำยา ethanol alcohol จากความเข้มข้นสูงไปต่ำ

3) ขั้นตอนการทำให้นิวเคลียสติดสี (Nuclear stain) ด้วยสี Hematoxylin ซึ่งนิวเคลียสจะติดสีน้ำเงิน

4) ขั้นตอนการย้อมสีซ้ำ (Counter stain) เพื่อทำให้เซลล์ซึ่งถูกล้างสีออกไปมีสีที่แตกต่างจากสีที่ใช้ในตอนเริ่มต้น ด้วยสี Eosin ซึ่งไซโทพลาสซึมจะติดสีแดง

5) ขั้นตอนการนำน้ำออกจากเซลล์ (Dehydration) โดยใช้น้ำยา ethanol alcohol จากความเข้มข้นต่ำไปสูง

6) ขั้นตอนการทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing) โดยใช้น้ำยา Xylene

โดยในขั้นตอนที่ 1) - 6) มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังตารางที่ 10

ภาพที่ 12 เครื่องย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้ออัตโนมัติ รุ่น INTELSINT-AUS1

ตารางที่ 10 แสดงลำดับการย้อมสีโดยเครื่องย้อมสีสไลด์ชิ้นเนื้ออัตโนมัติ รุ่น INTELSINT-AUS1

ขั้นตอน	ลำดับโถ	สารเคมี	เวลา (นาที)
Deparaffinization	1	xylene	3
	2	xylene	3
	3	xylene	3
Rehydration	4	ethanol	1
	5	ethanol	1
	6	95% alcohol	1
	7	95% alcohol	1
	8	water (tap)	1
Nuclear stain	9	hematoxylin	5
	10	water (rinse)	4
	11	Acid alcohol	0.30
	12	water	1
	13	bluing	0.05
	14	water (rinse)	1
Counter stain	15	95% alcohol	0.10
	16	eosin	1
	17	water (rinse)	1
Dehydration	18	95% alcohol	0.10
	19	95% alcohol	0.10
	20	ethanol	1
	21	ethanol	1
	22	ethanol	1
Clearing	23	xylene	2
	24	xylene	2
	25	xylene	2
ระยะเวลาทั้งหมด			36.65

3.4.6 ขั้นตอนการเคลือบสไลด์ชิ้นเนื้อ (Permount)

การเคลือบสไลด์ชิ้นเนื้อ (Permount) ด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover slip) มีขั้นตอนดังนี้

1) นำสไลด์ชิ้นเนื้อที่ผึ่งแห้งแล้ว หยดน้ำยา permount media ลงบนสไลด์ 2-3 หยด จากนั้นใช้ cover slip ปิด โดยจะต้องระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศ

2) ผึ่งสไลด์ไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแห้ง จากนั้นเรียงสไลด์ใส่ถาดตามลำดับ เพื่อส่งให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญอ่านผล

ภาพที่ 13 การเคลือบสไลด์ชิ้นเนื้อ (Permount)

3.4.7 การอ่านผลเพื่อประเมินคุณภาพสไลด์ชิ้นเนื้อ

โดยการใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพสไลด์ของภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) ระดับ Excellent	หมายถึง	ดีมาก
2) ระดับ Good	หมายถึง	ดี
3) ระดับ Moderate	หมายถึง	ปานกลาง
4) ระดับ Poor	หมายถึง	พอใช้
5) ระดับ Unsatisfactory	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ในการอ่านผลสไลด์ชิ้นเนื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มีการประเมิน ดังนี้ 1) การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin 2) การติดสีแดงของ Eosin และ 3) ความสมบูรณ์ของเซลล์ โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอรายงานการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายและสมมติฐานของการวิจัย โดยทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.5.1 การกำหนดค่าตัวแปร การกำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง มีดังนี้

1) ชนิดของอวัยวะที่นำมาทดลอง ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) โดยกำหนดให้

1 = ตับ

2 = ไต

2) ประเภทของน้ำยาที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) โดยกำหนดให้

1 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%

2 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%

3 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%

4 = กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%

5 = ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%

3) การประเมินการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยใช้เกณฑ์ของภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ข้อมูลระดับมาตรวัดแบบช่วง (Interval scales) โดยกำหนดให้

1 = ระดับ Unsatisfactory

2 = ระดับ Poor

3 = ระดับ Moderate

4 = ระดับ Good

5 = ระดับ Excellent

4) การประเมินการติดสีแดงของ Eosin พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยใช้เกณฑ์ของภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ข้อมูลระดับมาตรวัดแบบช่วง (Interval scales) โดยกำหนดให้

1 = ระดับ Unsatisfactory

2 = ระดับ Poor

3 = ระดับ Moderate

4 = ระดับ Good

5 = ระดับ Excellent

5) การประเมินความสมบูรณ์ของเซลล์ ที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน ข้อมูลระดับมาตรวัดแบบช่วง (Interval scales) โดยกำหนดให้

1 = ระดับ Unsatisfactory

2 = ระดับ Poor

3 = ระดับ Moderate

4 = ระดับ Good

5 = ระดับ Excellent

3.5.2 วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การประเมินผลระดับการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ใช้สูตรการคำนวณช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้น เป็นการคำนวณระดับการให้คะแนนเฉลี่ยแต่ละลำดับชั้น มีดังนี้

ความกว้างของอันตรภาคชั้น = (ข้อมูลที่มีค่าสูงสุด - ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด)/จำนวนชั้น

= (5 - 1)/5

ความกว้างของอันตรภาคชั้น = 0.8

เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยระดับการประเมินผลระดับการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง น้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง น้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง ปานกลาง

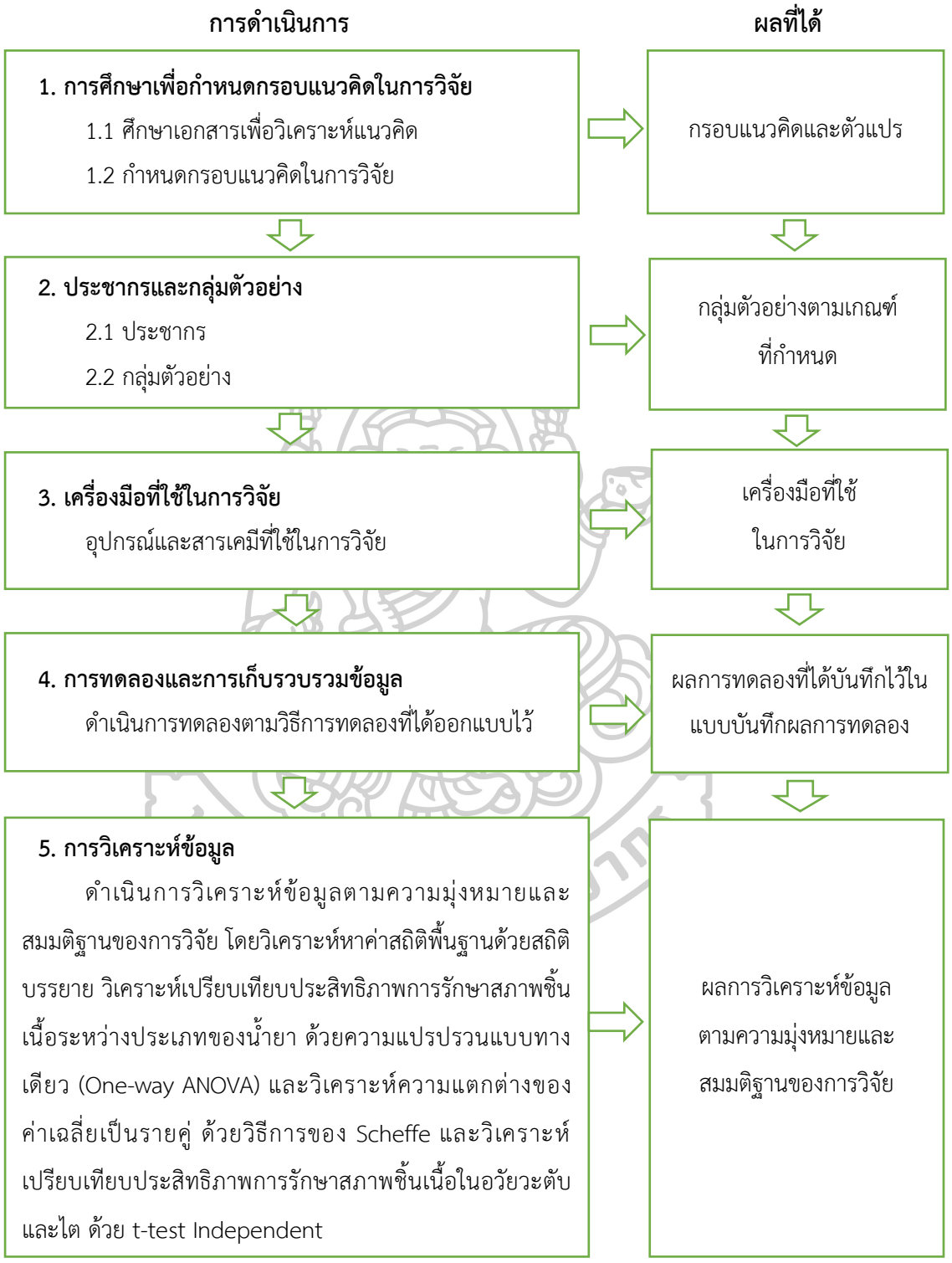
คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง มาก

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.5.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างประเภทของน้ำยา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe

3.5.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไต โดย t-test Independent

รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น นำเสนอดังแผนภาพ



ภาพที่ 14 วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 4
ผลการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันกับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตของผู้เสียชีวิต เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 80 ราย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ 1) ลักษณะการเสียชีวิตเป็นแบบปกติ 2) ไม่มีการคั่งเลือด กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เสียชีวิตที่มีลักษณะการเสียชีวิตแบบปกติและไม่มีการคั่งเลือดจากประชากรดังกล่าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย โดยนำประชากรมาทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลาก (Lottery) ให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย เก็บข้อมูลโดยการเก็บชิ้นเนื้อจากอวัยวะตับและไต จากนั้นนำไปเข้าสู่กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีและทำการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์สถิติบรรยายของตัวแปรชนิดของอวัยวะ และประเภทของน้ำยา โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างประเภทของน้ำยา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe ตามสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไต โดยการวิเคราะห์ t-test independent ตามสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 2 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

mean	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
N	หมายถึง	จำนวนครั้งในการทดลอง
Df	หมายถึง	องศาแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
SS	หมายถึง	ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Square)
MS	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Mean of Square)
p	หมายถึง	ความน่าจะเป็นสำหรับบอกนัยสำคัญทางสถิติ
*	หมายถึง	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 11 จำนวน ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามชนิดของอวัยวะและประเภทของน้ำยา

ตัวแปร	จำนวน (ราย)	ความถี่ (N = 300)	ร้อยละ
ชนิดของอวัยวะ			
อวัยวะตับ	30	150	50
อวัยวะไต	30	150	50
ประเภทของน้ำยา			
กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	30	60	20
กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	30	60	20
กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	30	60	20
กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	30	60	20
ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	30	60	20

จากตารางที่ 11 พบว่า ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์ในการคัดเลือกตามที่กำหนดไว้ จำนวน 30 ราย จำแนกตามชนิดของอวัยวะ คือ อวัยวะตับและไต จำนวน 30 ราย ชนิดละ 150 รายการ รวมเป็น 300 รายการ คิดเป็นชนิดของอวัยวะร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 และจำแนกตามประเภทของน้ำยา คือ น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% จำนวน 30 ราย น้ำยาละ 60 รายการ รวมเป็น 300 รายการ คิดเป็นร้อยละ 20 รวมเป็นร้อยละ 100

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะข้อมูลความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ โดยมีตัวแปร 2 ตัวแปร คือ 1) ชนิดของอวัยวะ ได้แก่ ตับและไต 2) ประเภทของน้ำยา ได้แก่ กรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กรดแลคติกเข้มข้น 0.3% กรดแลคติกเข้มข้น 0.4% และฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%

2.1 การวิเคราะห์สถิติบรรยายของตัวแปรชนิดของอวัยวะ และประเภทของน้ำยา ดังนี้

ตัวแปรที่ 1 ชนิดของอวัยวะ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจำแนกตามชนิดของอวัยวะ

ชนิดของอวัยวะ	Mean	S.D.	ค่าระดับ
อวัยวะตับ	3.87	0.22	มาก
อวัยวะไต	3.95	0.16	มาก

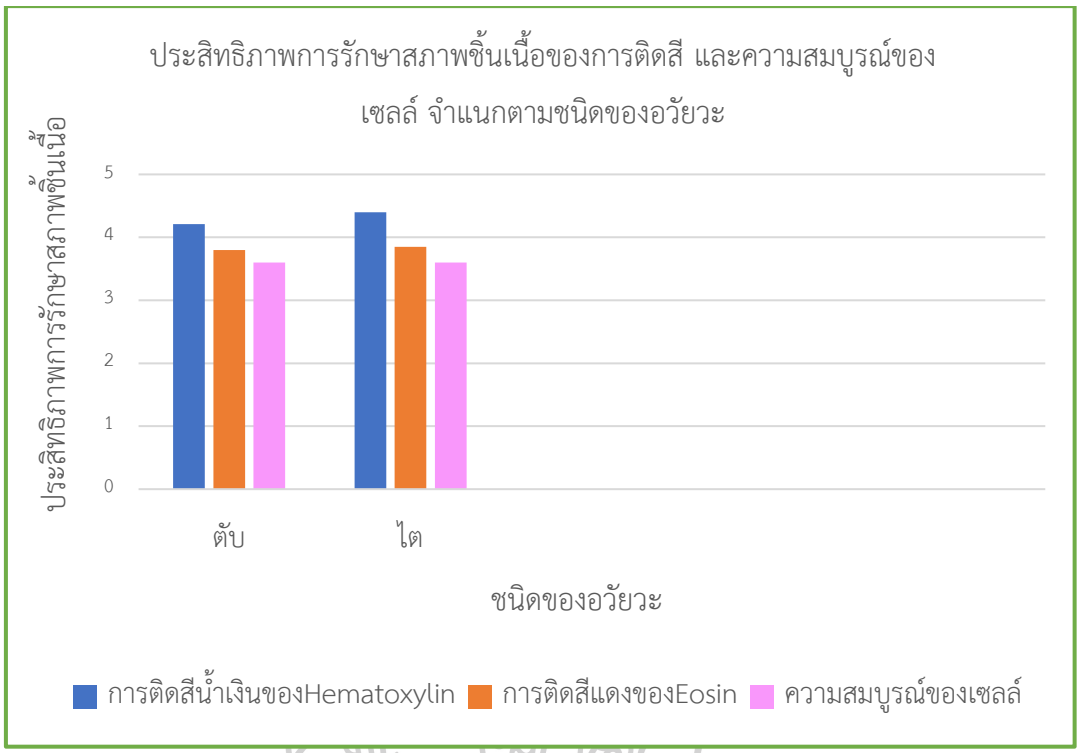
จากตารางที่ 12 พบว่า ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะไตมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 3.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามชนิดของอวัยวะ

การติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์	**ชนิดของอวัยวะ**	**Mean**	**S.D.**	**ค่าระดับ**
การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin	ตับ	4.21	0.60	มากที่สุด
	ไต	4.40	0.50	มากที่สุด
การติดสีแดงของ Eosin	ตับ	3.80	0.40	มาก
	ไต	3.85	0.48	มาก
ความสมบูรณ์ของเซลล์	ตับ	3.60	0.49	มาก
	ไต	3.60	0.49	มาก
ประสิทธิภาพ	ตับ	3.87	0.22	มาก
	ไต	3.95	0.16	มาก

จากตารางที่ 13 พบว่า ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ที่อวัยวะไต มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่อวัยวะตับเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 อยู่ในค่าระดับมากที่สุด การติดสีแดงของ Eosin ที่อวัยวะไต มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่อวัยวะตับเท่ากับ 3.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 อยู่ในค่าระดับมาก และความสมบูรณ์ของเซลล์ที่อวัยวะไตและตับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ซึ่งเท่ากับ 3.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 อยู่ในค่าระดับมาก แสดงดังภาพที่ 15

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 15 กราฟแสดงประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์จำแนกตามชนิดของอวัยวะ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตัวแปรที่ 2 ประเภทของน้ำยา

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจำแนกตามประเภทของน้ำยา

ประเภทของน้ำยา	Mean	S.D.	ค่าระดับ
กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	3.67	0.00	มาก
กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	4.00	0.00	มาก
กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	3.92	0.22	มาก
กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	3.97	0.23	มาก
ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	4.00	0.00	มาก

จากตารางที่ 14 พบว่า ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 และค่าการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์อยู่ในระดับมาก รองลงมาได้แก่ น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 และน้อยที่สุดได้แก่ น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67

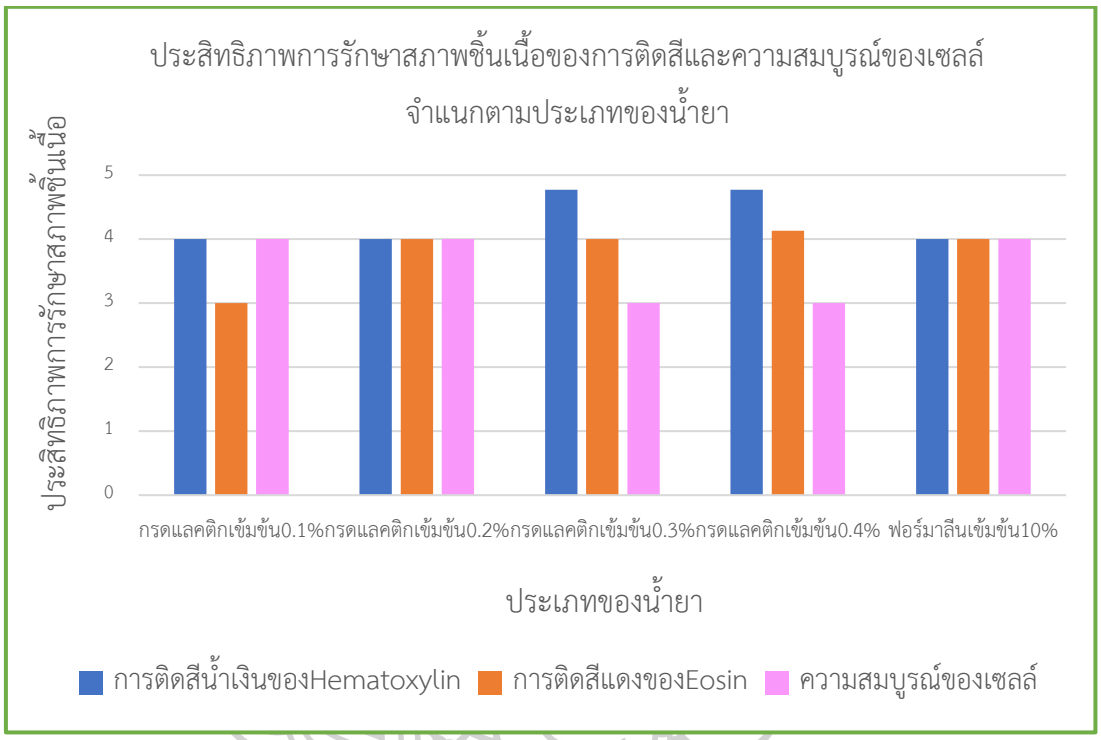
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามประเภทของน้ำยา

การติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์		**Mean**	**S.D.**	**ค่าระดับ**
การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin	กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	4.77	0.65	มากที่สุด
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	4.77	0.65	มากที่สุด
	ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	4.00	0.00	มาก
การติดสีแดงของ Eosin	กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	3.00	0.00	ปานกลาง
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	4.13	0.34	มาก
	ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	4.00	0.00	มาก
ความสมบูรณ์ของเซลล์	กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	3.00	0.00	ปานกลาง
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	3.00	0.00	ปานกลาง
	ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	4.00	0.00	มาก
ประสิทธิภาพ	กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	3.67	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	4.00	0.00	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	3.92	0.29	มาก
	กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	3.97	0.29	มาก
	ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	4.00	0.00	มาก

จากตารางที่ 15 พบว่า ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อประเมินจากการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 4.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 อยู่ในระดับมากที่สุด การติดสีแดงของ Eosin ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 4.13 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ 0.34 อยู่ในระดับมาก ส่วนความสมบูรณ์ของเซลล์ ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 อยู่ในระดับมาก แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 กราฟแสดงประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามประเภทของน้ำยา

2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างประเภทของน้ำยา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe ตามสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติ $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_1 : \mu_1 \# \mu_2 \# \mu_3 \# \mu_4 \# \mu_5$

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ จำแนกตามประเภทของน้ำยา

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	4.726	4	1.181	52.165	.000*
ภายในกลุ่ม	6.681	295	.023		
รวม	11.407	299			

*p< 0.01

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่า p ที่คำนวณได้เท่ากับ .000 มีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ จำแนกตามประเภทของน้ำยา

ประเภทของน้ำยา	Mean	กรดแลคติก เข้มข้น 0.1%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.2%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.3%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.4%	ฟอร์มาลีน เข้มข้น 10%
กรดแลคติก เข้มข้น 0.1%	3.67	-	-3.3333*	-.25556*	-.30000*	-3.3333*
กรดแลคติก เข้มข้น 0.2%	4.00		-	.07778	.03333	.00000
กรดแลคติก เข้มข้น 0.3%	3.92			-	-.04444	-.07778
กรดแลคติก เข้มข้น 0.4%	3.97				-	-.03333
ฟอร์มาลีน เข้มข้น 10%	4.00					-

*p< 0.01

จากตารางที่ 17 เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า รายคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มี 4 คู่ ได้แก่ 1) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% 2) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% 3) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% และ 4) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% นอกนั้นไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin จำแนกตามประเภทของน้ำยา

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	42.320	4	10.580	63.095	.000*
ภายในกลุ่ม	49.467	295	.168		
รวม	91.787	299			

*p< 0.01

จากตารางที่ 18 พบว่า ค่า p ที่คำนวณได้ = .000 มีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin จำแนกตามประเภทของน้ำยา

ประเภทของน้ำยา	Mean	กรดแลคติก เข้มข้น 0.1%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.2%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.3%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.4%	ฟอร์มาลีน เข้มข้น 10%
กรดแลคติก เข้มข้น 0.1%	4.00	-	.000	-.767*	-.767*	.000
กรดแลคติก เข้มข้น 0.2%	4.00		-	-.767*	-.767*	.000
กรดแลคติก เข้มข้น 0.3%	4.77			-	.000	.767*
กรดแลคติก เข้มข้น 0.4%	4.77				-	.767*
ฟอร์มาลีน เข้มข้น 10%	4.00					-

*p< 0.01

จากตารางที่ 19 เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า รายคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มี 6 คู่ ได้แก่ 1) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% 2) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% 3) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% 4) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% 5) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% กับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% และ 6) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% กับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% นอกนั้นไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin จำแนกตามประเภทของน้ำยา

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	52.053	4	13.013	553.692	.000*
ภายในกลุ่ม	6.933	295	.024		
รวม	58.987	299			

*p< 0.01

จากตารางที่ 20 พบว่า ค่า p ที่คำนวณได้เท่ากับ .000 มีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin จำแนกตามประเภทของน้ำยา

ประเภทของน้ำยา	Mean	กรดแลคติก เข้มข้น 0.1%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.2%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.3%	กรดแลคติก เข้มข้น 0.4%	ฟอร์มาลีน เข้มข้น 10%
กรดแลคติก เข้มข้น 0.1%	3.00	-	-1.000*	-1.000*	-1.133*	-1.000*
กรดแลคติก เข้มข้น 0.2%	4.00		-	.000	-.133*	.000
กรดแลคติก เข้มข้น 0.3%	4.00			-	-.133*	.000
กรดแลคติก เข้มข้น 0.4%	4.13				-	.133*
ฟอร์มาลีน เข้มข้น 10%	4.00					-

*p< 0.01

จากตารางที่ 21 เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า รายคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มี 7 คู่ ได้แก่ 1) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% 2) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% 3) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% 4) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% กับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% 5) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% 6) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% กับน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% และ 7) น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% กับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% นอกนั้นไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ จำแนกตามประเภทของน้ำยา

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**Df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	72.000	4	18.000	-	-
ภายในกลุ่ม	.000	295	.000		
รวม	72.000	299			

*p< 0.01

จากตารางที่ 22 พบว่า ค่า F ไม่สามารถหาค่าได้ ดังนั้นจึงไม่พบความแตกต่างเป็นรายคู่ของประสิทธิภาพการรักษาสภาพวัตถุพยานชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์

2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไต โดยการวิเคราะห์ t-test independent ตามสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 2 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติ $H_0: \mu_{ไต} = \mu_{ตับ}$

$H_1: \mu_{ไต} > \mu_{ตับ}$

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่างอวัยวะตับและไต

ชนิดของอวัยวะ	N	Mean	S.D.	t	p
ตับ	150	3.87	0.60	-3.618	.000*
ไต	150	3.95	0.50		

*p< 0.01

จากตารางที่ 23 พบว่า ค่า p ที่คำนวณได้ = .000 มีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ ดังตารางที่ 24 25 และ 26

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ระหว่างอวัยวะตับและไต

ชนิดของอวัยวะ	N	Mean	S.D.	t	p
ตับ	150	4.21	0.60	-2.955	.003*
ไต	150	4.40	0.50		

*p< 0.01

จากตารางที่ 24 พบว่า p ที่คำนวณได้ = .003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ที่อวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin ระหว่างอวัยวะตับและไต

ชนิดของอวัยวะ	N	Mean	S.D.	t	p
ตับ	150	3.80	0.40	-1.040	.299
ไต	150	3.85	0.48		

*p< 0.01

จากตารางที่ 25 พบว่า p ที่คำนวณได้ = .299 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_1 ยอมรับ H_0 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin ที่อวัยวะตับและไตไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ ระหว่างอวัยวะตับและไต

ชนิดของอวัยวะ	N	Mean	S.D.	t	p
ตับ	150	3.60	0.49	.000	1.000
ไต	150	3.60	0.49		

*p< 0.01

จากตารางที่ 26 พบว่า ค่า p ที่คำนวณได้เท่ากับ 1.000 ซึ่งมากกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H_1 ยอมรับ H_0 สรุปได้ว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ ที่อวัยวะตับและและไตไม่แตกต่างกัน

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อที่สอดคล้องหรือเท่ากับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% และชนิดของอวัยวะต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของอวัยวะไตมีค่าสูงกว่าในอวัยวะตับ ซึ่งในทางปฏิบัติงานนั้นเราต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย แต่เนื่องจากยังไม่มีน้ำยาชนิดใดที่มีคุณสมบัติเพียงพอที่ทั่วไปให้การยอมรับนำมาใช้ทดแทนฟอร์มาลีน ดังนั้นหน่วยงานที่ปฏิบัติงานจึงนิยมใช้ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในส่วนของทางเศรษฐศาสตร์กรดแลคติกมีต้นทุนถูกกว่าฟอร์มาลีน สรุปดังตารางที่ 27 และ 28

ตารางที่ 27 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่าง 2 ตัวแปร

สมมติฐาน	ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ		
	การติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์		
	สีน้ำเงินของ Hematoxylin	สีแดงของ Eosin	ความสมบูรณ์ของเซลล์
1.ประเภทของน้ำยา			
-กรดแลคติกเข้มข้น 0.1%	✓	✓	✗
-กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%	✗	✗	✗
-กรดแลคติกเข้มข้น 0.3%	✓	✓	✗
-กรดแลคติกเข้มข้น 0.4%	✓	✓	✗
-ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%	✗	✗	✗
2.ชนิดของอวัยวะ			
-ตับ	✓	✗	✗
-ไต	✓	✗	✗

หมายเหตุ ✓ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

✗ ไม่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 27 จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่าง 2 ตัวแปร สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 รองลงมาคือน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00

2. ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 รองลงมาคือน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% น้ำยากรด

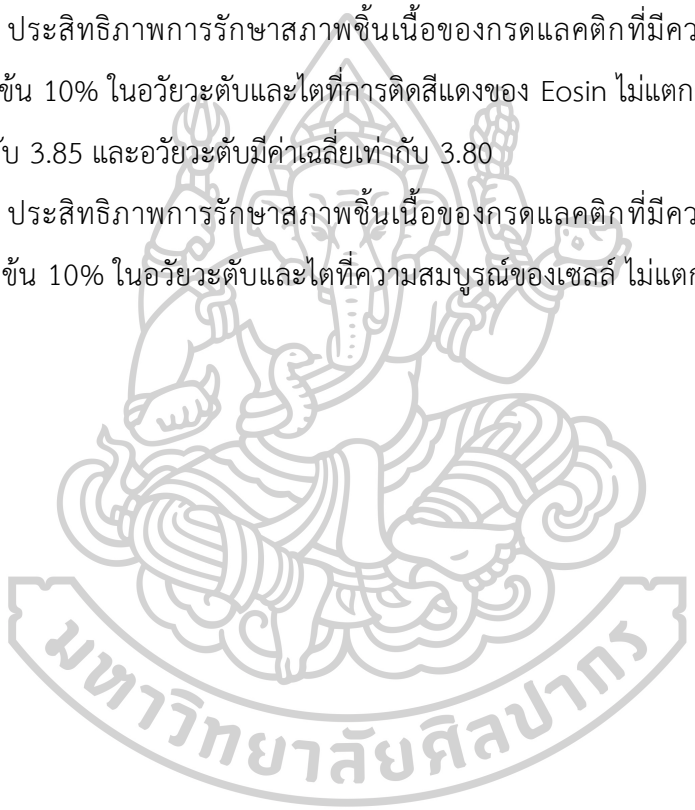
แลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 ตามลำดับ

3. ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ไม่แตกต่างกัน

4. ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไตที่การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่อวัยวะไต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และอวัยวะตับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

5. ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไตที่การติดสีแดงของ Eosin ไม่แตกต่างกัน โดยที่อวัยวะไตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80

6. ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไตที่ความสมบูรณ์ของเซลล์ ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60



ตารางที่ 28 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ระหว่างน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%

การเปรียบเทียบ	**กรดแลคติกเข้มข้น 0.2%**	**ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10%**
ราคา	0.50 บาท/1ครั้ง	25 บาท/1ครั้ง
สารก่อมะเร็งในมนุษย์	ไม่มี	มี
พิษต่อระบบทางเดินหายใจ	ไม่มี	มี
ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ	4.00	4.00
-การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin -การติดสีแดงของ Eosin -ความสมบูรณ์ของเซลล์	ไม่แตกต่างกัน	ไม่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 28 พบว่า ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเท่ากัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ แต่ที่แตกต่างกันคือกรดแลคติกเข้มข้น 0.2% มีราคาถูกกว่า ซึ่งราคาการใช้ต่อครั้งเท่ากับ 0.50 บาท ไม่มีสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และไม่มีความเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันกับฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตของผู้เสียชีวิต เป็นการวิจัยเชิงทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 80 ราย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้ 1) ลักษณะการเสียชีวิตเป็นแบบปกติ 2) ไม่มีการคั่งเลือด กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย โดยนำประชากรมาทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลาก (Lottery) ให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย เก็บข้อมูลโดยการเก็บชิ้นเนื้อจากอวัยวะตับและไต จากนั้นนำไปเข้าสู่กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมีและทำการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2.1) การวิเคราะห์สถิติบรรยายของตัวแปรชนิดของอวัยวะและประเภทของน้ำยา โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างประเภทของน้ำยา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe 2.3) การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไต โดยการวิเคราะห์ t-test independent ผู้วิจัยมีการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอนำเสนอสรุปผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง 2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย และ 3) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไต โดยการวิเคราะห์ t-test independent โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง สรุปได้ดังนี้ คือ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นผู้เสียชีวิตแบบปกติ ไม่มีการคั่งเลือดตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 80 ราย กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย จำแนกตามชนิดของอวัยวะโดยเป็นอวัยวะตับ จำนวน 150 รายการ คิดเป็นร้อยละ 50 และอวัยวะไต จำนวน 150 รายการ คิดเป็นร้อยละ 50 ประเภทของน้ำยา คือ น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% จำนวน 30 ราย น้ำยาละ 60 รายการ รวมเป็น 300 รายการ คิดเป็นร้อยละ 20 รวมเป็นร้อยละ 100

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย

สมมติฐานข้อที่ 1 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติ $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_1 : \mu_1 \# \mu_2 \# \mu_3 \# \mu_4 \# \mu_5$

จากการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ พบว่า ค่า p-value เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่ายอมรับ H_1 นั่นคือ ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเท่ากัน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 รองลงมาคือน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการ

ของ Scheffe ได้แก่ การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin การติดสีแดงของ Eosin และความสมบูรณ์ของเซลล์ มีผลดังนี้

ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 รองลงมาคือน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00

ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 รองลงมาคือน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.1% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 ตามลำดับ

ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ ไม่พบความแตกต่าง

โดยสรุปจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ น้ำยาที่มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเท่ากันกับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% คือ น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของ Scheffe พบว่าประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin และสีแดงของ Eosin ในน้ำยากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีค่าประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยที่การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และที่การติดสีแดงของ Eosin ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อระหว่างน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% และน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ซึ่งมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเท่ากัน คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 โดยเปรียบเทียบทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% มีราคาถูกกว่าน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% โดยมีราคาในการใช้ต่อครั้งเท่ากับ 0.50 บาท และไม่เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ รวมถึงไม่มีสารก่อมะเร็งในมนุษย์

5.1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไต โดยการวิเคราะห์ t-test independent

สมมติฐานข้อที่ 2 กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติ $H_0: \mu_{ไต} = \mu_{ตับ}$

$H_1: \mu_{ไต} > \mu_{ตับ}$

จากการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไต พบว่า ค่า p-value เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่ายอมรับ H_1 นั่นคือ กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่อวัยวะไตมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการติดสีและความสมบูรณ์ของเซลล์ มีผลดังนี้

กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ที่อวัยวะตับและไตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยที่อวัยวะไตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีแดงของ Eosin ที่อวัยวะตับและไต ไม่แตกต่างกัน โดยที่อวัยวะไตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80

กรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในความสมบูรณ์ของเซลล์ ที่อวัยวะตับและไต ไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60

โดยสรุปจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไต พบว่าอวัยะไตมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อมากกว่าอวัยวะตับ โดยอวัยวะไตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87

5.2 อภิปรายผล

ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน 1) ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกัน และ 2) ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไตแตกต่างกัน

5.2.1 ประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ พบว่ามีค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าจากการวิเคราะห์ครั้งนี้สรุปได้ว่าประเภทของน้ำยาต่างกันมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อแตกต่างกัน โดยน้ำยาที่มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเท่ากันกับน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% คือ น้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.2% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของ Scheffe พบว่าประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในการติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin และสีแดงของ Eosin ในน้ำยากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีค่าประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยที่การติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.3% และน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และที่การติดสีแดงของ Eosin ในน้ำยากรดแลคติกเข้มข้น 0.4% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Davenport (2009) ได้ศึกษาประสิทธิภาพระหว่างกรดกับสารละลายฟอร์มาลีนที่เป็นกลางในการรักษาสภาพเซลล์ของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลายของแมว ผลการศึกษาพบว่ากรดแลคติกมีผลทำให้เซลล์บวมน้ำเล็กน้อย ลักษณะของเส้นใยไม่ค่อยมีความต่อเนื่อง แต่ความกลมและความสมบูรณ์ของปลอกไมอีลินยังคงชัดเจนอยู่ และนอกจากนี้กรดแลคติกเข้มข้น 0.5-1% ทำให้มีประสิทธิภาพในการย้อมสีสามารถติดสีได้ดีขึ้น ซึ่งควรพิจารณาตามความเหมาะสมในการนำกรดมาใช้ในการรักษาสภาพเซลล์ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Manzoora et al. (2019) ได้ศึกษาผลของสเปรย์กรดแลคติกที่มีต่อจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อวัว ในกรดแลคติกเข้มข้น 2%, 4% และ 6% ผลการศึกษาพบว่าการใช้กรดแลคติกเข้มข้น 2-4% พ่นบนซากวัวไม่เพียงแต่จะไม่ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้นแล้ว ยังสามารถปรับปรุงสีให้ดีขึ้นด้วย แต่กรดแลคติกเข้มข้น 6% ทำให้เกิดรอยดำบนเนื้อ ดังนั้นจึงสามารถใช้กรดแลคติกในอุตสาหกรรมเนื้อวัวได้ เพื่อปรับปรุงมาตรฐานความปลอดภัยโดยไม่มีผลกระทบในทางลบต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและสีของเนื้อวัว และสอดคล้องกับผลการศึกษาของโอรส รักชาติ (2560) ได้ศึกษาผลการยืดอายุการเก็บไส้

กรอกเวียนนาโดยใช้กรดแลคติกเข้มข้น 0%, 1.0%, 1.5% และ 2.0% ผลการศึกษาพบว่ากรดแลคติกเข้มข้น 1.5% และ 2.0% สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ดีและสีของไส้กรอกเด่นชัด

5.2.2 ประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไตแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% ในอวัยวะตับและไต พบว่า มีค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่ากรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อในอวัยวะตับและไตแตกต่างกัน โดยอวัยวะไตมีประสิทธิภาพการรักษาสภาพชิ้นเนื้อค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และอวัยวะตับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kiernan (2008) ได้ศึกษาระบบสำหรับการประเมินเชิงปริมาณของการรักษาสภาพชิ้นเนื้อผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจากอวัยะไตและสมองของหนู ผลการศึกษาพบว่าโครงสร้างลักษณะรูปร่างของเซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาสซึม และองค์ประกอบภายนอกเซลล์ของแต่ละอวัยวะมีความแตกต่างกันมากจึงต้องคำนึงถึงอวัยวะที่จะเลือกใช้ในการศึกษา โดยเลือกศึกษาในอวัยวะไตและสมอง เนื่องจากในอวัยวะไตมีโครงสร้างที่หลากหลายประกอบอยู่ด้วยกัน ได้แก่ ชั้น renal medulla ชั้น renal cortex ชั้น renal Corpuscles และท่อไต สำหรับอวัยวะสมอง ได้แก่ ชั้น perivascular spaces ชั้น pericellular spaces และชั้น extracellular space ซึ่งอวัยวะสมองสามารถเห็นลักษณะการรักษาสภาพเซลล์ที่ไม่ดีได้ชัดเจนกว่าอวัยวะอื่น ดังนั้นจากการที่อวัยวะแต่ละชนิดมีโครงสร้างและองค์ประกอบแตกต่างกัน จึงต้องปรับเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อให้มีความเหมาะสมและให้คะแนนไปในทางเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีความคล้ายคลึงและสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Vitosevic et al. (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ฟอร์มาลีนต่อการรักษาสภาพชิ้นเนื้อผู้เสียชีวิต ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค PCR โดยศึกษาจากอวัยวะ ได้แก่ กล้ามเนื้อหัวใจ ตับ สมอง ปอด และไต เก็บจากคนที่เสียชีวิตทันที เนื้อเยื่อปกติและไม่มีการคั่งเลือด น้ำยาที่ใช้ในการรักษาสภาพเนื้อเยื่อคือ 10% phosphate buffered formalin และ 4% unbuffered formalin ซึ่งศึกษาดูลักษณะโครงสร้างและรูปร่างของเนื้อเยื่อจากการย้อมสีด้วยเทคนิค Hematoxylin and Eosin Staining ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ผลการศึกษาพบว่าเนื้อเยื่อที่รักษาสภาพอยู่ใน 10% phosphate buffered formalin และ 4% unbuffered formalin ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะรูปร่างของเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส แต่เนื้อเยื่อที่รักษาสภาพใน 10% phosphate buffered formalin

มีติดสีได้ดีกว่าเนื้อเยื่อที่รักษาสภาพใน 4% unbuffered formalin เล็กน้อย ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นควรปรับเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับอวัยวะนั้น เพื่อให้คะแนนไปในทางเดียวกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยขอนำเสนอจำแนกออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และ 2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากข้อค้นพบที่ว่ากรดแลคติก สามารถใช้ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อได้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1) ด้านการแพทย์ โดยนำมาประยุกต์ใช้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับสารที่ใช้ทดแทนฟอร์มาลีน เพื่อลดอันตรายและปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดจากการใช้ฟอร์มาลีนลง แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องการข้อมูลที่ถูกต้องและมากเพียงพอทั้งด้านกลไกการออกฤทธิ์ ความปลอดภัย และประสิทธิผลทางคลินิก เพื่อส่งเสริมปรับใช้เป็นทางเลือก

2) ด้านพยาธิวิทยา เนื่องจากกรดแลคติกมีผลทำให้การย้อมสีติดดีมากขึ้น ควรส่งเสริมให้มีการนำกรดแลคติกมาปรับใช้ร่วมด้วย แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องการข้อมูล ผลดี และผลเสียที่อาจเกิดขึ้นต่อการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับน้ำยาประเภทอื่น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ด้านประเด็นด้านการศึกษา

1.1) งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธิ จึงควรมีการศึกษาประสิทธิภาพด้านอื่นๆ เช่น ประสิทธิภาพในการช่วยให้เทคนิคการย้อมสีต่างๆ สามารถติดสีได้ดีขึ้น ระยะเวลาในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ และอวัยวะชนิดอื่นๆ หรือศึกษาประสิทธิภาพของกรดแลคติกร่วมกับสารรักษาสภาพชนิดอื่นๆ มาใช้ทดแทนการใช้ฟอร์มาลีน เพื่อลดความเป็นพิษ

1.2) ควรมีการนำตัวแปรควบคุมในงานวิจัยนี้ มาเป็นตัวแปรต้นในการศึกษา เช่น ขนาดของอวัยวะ ปริมาณน้ำยาที่แช่ชิ้นเนื้อ และการย้อมสีสไลด์ เป็นต้น

2) ด้านเครื่องมือการวิจัย

ควรมีการดำเนินการวิจัยโดยใช้เครื่องมือการวิจัยอื่น เช่น แบบทดสอบทางกายภาพแบบสำรวจความพึงพอใจ และการย้อมสีทางอิมมูโนฮีสโตเคมีในด้านเทคนิคต่างๆ เช่น Gomori's methenamine silver (GMS) และแอนติบอดี เป็นต้น เพื่อดูผลกระทบและประสิทธิภาพของกรดแลคติกในด้านอื่นๆ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกวรรณ ยอดอินทร์. (2556). "การผลิตกรดแลคติกจากแป้งด้วยเชื้อแบคทีเรียแลคติก." **วารสารวิชาการฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร**, 40, 4: 40-46.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). "คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)." 1, 3: 1-122.

กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. (2560). "ความสำคัญการตายและสาเหตุการตาย." **คู่มือบันทึกหนังสือรับรองการตาย กระทรวงสาธารณสุข**, 1, 1: 1-3.

ชนิพรรณ บุตรยี่. (2546). **"คอลัมน์: รู้ก่อนกิน เรื่องฟอร์มาลีนกับอาหาร."** นิตยสารหมอชาวบ้าน 165.

ทิพาวดี เมฆสวรรค์. (2538). **การส่งเสริมประสิทธิภาพในส่วนราชการ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการ.

ทิรัศม์ชญา พิพัฒน์เพ็ญ และคณะ. (2557). "การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลการปฏิบัติราชการของเทศบาลนครสงขลา." รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

นฤมล สุ่นสวัสดิ์. (2549). **การพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานวันทิพย์.

ปาณิก เวียงชัย. (2556). "วัตถุพยานทางชีวภาพ." **วารสารวิชาการสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. เข้าถึงได้จาก http://biology.ipst.ac.th/?p=102

พัชรา สินลอยมา. (2563). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับนิติเวชศาสตร์**. เข้าถึงเมื่อ 1 มกราคม. เข้าถึงได้จาก http://www.ajarnpat.com/article/general_science.pdf

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.

ศิระวิทย์ คลี่สุวรรณ. (2539). "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของข้าราชการพลเรือนในมหาวิทยาลัยสายธุรการ." รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมรศรี กันเงิน. (2563). **Principle and technique of pathology**. เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม. เข้าถึงได้จาก http://www.rcst.or.th/web-upload/filecenter/51/19-p.%20411-434.pdf

สุจิรัฐ คุณารักษ์. (2553). "การลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์โดยการใช้กรดอินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายในกระบวนการผลิต." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

โอรส รักชาติ. (2560). "การยืดอายุการเก็บไส้กรอกเวียนนาโดยใช้กรดแลคติก." วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Cathy, B. M., Natalie, t. H., Jan-Willem, v. G., and et al. (2011). "Analysis of Macroscopy, Morphologic Analysis, and Immunohistochemical Analysis, Formaldehyde Substitute Fixatives." **American Journal of Clinical Pathology**, 136, 4: 548-556.

Cogliano, V., Grosse, Y., Baan, R., and et al. (2005). "Meeting report: summary of IARC monographs on formaldehyde, 2-butoxyethanol, and 1-tert-butoxy-2-propanol." **Environmental Health Perspectives**, 113, 9: 1205-1208.

Davenport, H. A. (2009). "Acid Versus Neutral Formalin Solution as a Neurological Fixative." **Stain Technology**, 9, 2: 49-52.

Ishizaki, A. (1997). "Solution of Environmental Problems Through Biomass Conversion Using Microbial Technology " **American Chemical Society**, 666, 1: 336-344.

Jones, M. L. (2007). "How formalin affects the outcome of routine and special stains." **Biotechnic and Histochemistry**, 82, 3: 155-159.

Kiernan, J. A. (2008). "A system for quantitative evaluation of fixatives for light microscopy using paraffin sections of kidney and brain." **Biotechnic and Histochemistry**, 84, 1: 1-10.

Kim, K.-H., Jahan, S. A., and Lee, J.-T. (2011). "Exposure to Formaldehyde and Its Potential Human Health Hazards." **Environmental Science and Health**, 29, 4: 277-299.

Manzoora, A., Jaspala, M. H., Yaqubb, T., Haqa, A. U., and et al. (2019). "Effect of lactic acid spray on microbial and quality parameters of buffalo meat." **Meat Science and Technology**, 159, 1: 1-6.

Millet, J. D. (1954). **Management in the Public Service**. New York: McGraw-Hill Book.

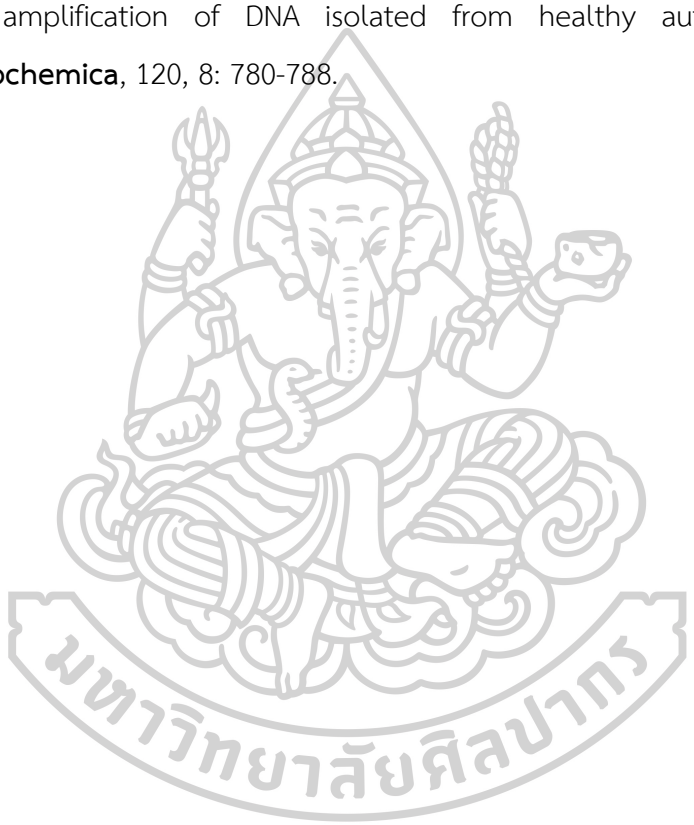
Paul, H. P. h. (2020). **Hematoxylin and Eosin Stained Tissue**. accessed January 20 available from https://www.biotek.de/de/resources/application-notes/hematoxylin-and-eosin-stained-tissue/

Peterson, E., and Plowman, E. G. (1989). **Business Organization and Management**. Homewood, Illinois: Richard, D. Irwin.

Roshanfar, M., Golmohammadzadeh, R., and Rashchi, F. (2018). "An environmentally friendly method for recovery of lithium and cobalt from spent lithium-ion batteries using gluconic and lactic acids." **Environmental Chemical Engineering**, 7, 1: 1-28.

Simon, H. A. (1960). **The New Science of Management Decision**. New York: Harper & Row.

Vitosevic, K., Todorovica, M., Varljen, T., and et al. (2018). "Effect of formalin fixation on pcr amplification of DNA isolated from healthy autopsy tissues." **Acta Histochemica**, 120, 8: 780-788.



ภาคผนวก

ที่ อว.๐๖๕๑.๓๐๓(๕)/๐๑๓๘

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
๔๓ หมู่ ๖ ต.บางพระ อ.ศรีราชา
จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๐

๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ตอบรับผลงานวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

เรียน คุณธีมารัตน์ บริชน และ คุณนพรุจ ศักดิ์ศิริ

ตามที่ท่านได้เสนอผลงานวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นต่างกันและฟอร์มาลีนเข้มข้น 10% สำหรับการรักษาสภาพชิ้นเนื้อจากผู้เสียชีวิตทางนิติพยาธินั้น บัดนี้ทางบรรณาธิการได้พิจารณาผลงานวิจัยของท่านในเบื้องต้นแล้ว เห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ปีที่ ๑๕ ฉบับที่ ๑ (มกราคม – มิถุนายน ๒๕๖๕) ได้ โดยทั้งนี้ผลงานวิจัยดังกล่าวต้องผ่านการตรวจประเมินเห็นชอบและปรับแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารอย่างน้อยจำนวน ๒ ท่าน

จึงเรียนมาเพื่อทราบและขอขอบคุณที่ได้อนุญาตให้เผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าวในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ พรสุริยา)
บรรณาธิการวารสารวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ร้อยตำรวจโทหญิงธีมารัตน์ บริชน	
วัน เดือน ปี เกิด	8 ตุลาคม 2532	
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี	
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2554	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) คณะเทคนิคการแพทย์ สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
	พ.ศ. 2561	ศึกษาต่อระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	91 หมู่ 4 ตำบลดอนกำยาน อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี	

มหาวิทยาลัยศิลปากร