



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูง สำหรับการ  
ทดสอบตัวอย่างทางคลินิกระดับจุลภาคด้วยวิธีการ

พิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล

Novel and high-throughput antimicrobial susceptibility method based on  
clinical microscale testing and digital image processing protocols

เกสซ์กรหญิง ดร. ณัฐฉิณี ธีรกุลกิติพงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาลักษณ์ ทิพย์รัตน์

อาจารย์ ภัคดี สุขพรสวรรค์

ดร.อาณัติ ดีพัฒนา

รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาติ โชคชัยธรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักริน สุขสวัสดิ์ชน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุต ตั้งวัฒนาชูลีพร

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้  
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล(งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑

มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 2561A10803017

สัญญาเลขที่ ๙๙/๒๕๖๑

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการ  
ทดสอบตัวอย่างทางคลินิกในระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล  
Novel and high-throughput antimicrobial susceptibility method based on  
clinical microscale testing and digital image processing protocols

เกสัชกรหญิง ดร. ญัฐฉิณี ธีรกุลกิติพงศ์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาลักษณ์ ทิพย์รัตน์  
อาจารย์ ภัคดี สุขพรสวรรค์  
ดร.อาณัติ ดีพัฒนา  
รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาติ โชคชัยธรรม  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักริน สุขสวัสดิ์ชน  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุต ตั้งวัฒนาชูลีพร

ตุลาคม 2561

**การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการ  
ทดสอบตัวอย่างทางคลินิกในระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล**  
Novel and high – throughput antimicrobial susceptibility method based on  
clinical microscale testing and digital image processing protocols

ณัฐฉิณี อธิกุลกิตติพงศ์ อาลักษณ์ ทิพย์รัตน์ ภัคดี สุขพรสวรรค์ อาณัติ ดีพัฒนา สมชาติ โชคชัยธรรม  
จักริน สุขสวัสดิ์ชน และมารุต ตั้งวัฒนาชุสิทธิ์

### บทคัดย่อ

ยาปฏิชีวนะถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อในผู้ป่วยอย่างแพร่หลายทั้งในวงการแพทย์และสาธารณสุข การเลือกใช้ยาปฏิชีวนะที่เหมาะสมต่อโรคนั้นมีความจำเป็น เนื่องจากเชื้อก่อโรคแต่ละชนิดมีความไวต่อยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกัน การตรวจสอบความไวในการต้านเชื้อแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่ที่ยังคงให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่าวิธีการในปัจจุบัน มีต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถวิเคราะห์กับตัวอย่างได้เป็นจำนวนมากและให้ผลการตรวจสอบที่รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ จะช่วยลดปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะ ที่นับวันจะพบปัญหาเชื้อดื้อยาเป็นจำนวนมากเนื่องจากการใช้ยาปฏิชีวนะที่คลอบคลุมเชื้อตั้งแต่ยังไม่ได้ตรวจสอบความไวในการต้านเชื้อแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาปรับปรุงวิธีการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อแบคทีเรียรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการลดขนาดการวิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์ plastic box plate เปรียบเทียบกับเทคนิคการตรวจวิเคราะห์รูปแบบเดิมที่นิยมปฏิบัติกันทั่วไป Petri dish และมีการประยุกต์ใช้ชุดประมวลผลการทดสอบด้วยภาพดิจิทัลเพื่อลดเวลาการเพาะเลี้ยงเชื้อ ทำให้ทราบผลภายในเวลาอันรวดเร็ว ในเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ (*Escherichia coli*) และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก (*Staphylococcus aureus*) ทำการทดสอบความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ Ampicillin, Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Clindamycin และ Vancomycin โดยอ้างอิงเกณฑ์มาตรฐานการตรวจติดตามการเกิดวงรอบหยุดสารต้านจุลชีพ (clear zone) จาก The Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) และประเมินผลทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Independent - Sample T test ผลการทดสอบพบว่าวิธีแบบเดิม Petri dish โดย

ทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate พบว่าการทดสอบวิธี drop plate สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* ได้ชัดเจนและรวดเร็วกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ปริมาตรยาปฏิชีวนะน้อยที่สุด 2 ul ภายในระยะเวลาเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ การเปรียบเทียบวิธีรูปแบบใหม่ plastic box plate ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของอุปกรณ์ 96-microwell plate โดยการทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate พบว่าการทดสอบวิธี drop plate สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* ได้ชัดเจนและรวดเร็วกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ปริมาตรยาปฏิชีวนะที่น้อยที่สุด 2 ul ภายในระยะเวลาเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมงตามลำดับ และยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ความเข้มข้นที่น้อยที่สุด (MIC) 5  $\mu\text{g}/20 \mu\text{l}$  ปริมาตร 2 ul สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* ในระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่ายาปฏิชีวนะอื่น การใช้เทคโนโลยีชุดประมวลผลการตรวจสอบด้วยภาพดิจิทัลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจติดตามความสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ได้รวดเร็วก่อนระยะเวลา 12 - 18 ชั่วโมง

**คำสำคัญ:** ยาปฏิชีวนะ แบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียแกรมลบ วงรอบหยุดสารต้านจุลชีพ *Escherichia coli* *Staphylococcus aureus*

## Novel and high – throughput antimicrobial susceptibility method based on clinical microscale testing and digital image processing protocols

<sup>1</sup> Faculty of Pharmaceutical Sciences, Burapha University, Chonburi 20131

<sup>2</sup> Faculty of Engineering, Burapha University, Chonburi 20131

<sup>3</sup> Faculty of Allied Health Science, Burapha University, Chonburi 20131

<sup>1</sup> Faculty of Pharmaceutical Sciences, Burapha University, Chonburi 20131

<sup>2</sup> Faculty of Informatics Sciences, Burapha University, Chonburi 20131

<sup>3</sup> Faculty of Engineering, Burapha University, Chonburi 20131

### Abstract

Antibiotics are widely used in the treatment of infectious diseases in patients, both in the medical and public annular. Appropriate and adequate antibiotic selection for the disease is necessary as each pathogen is sensitive to different antibiotic drug. New antibiotic susceptibility technique that can determine better analytical results than current methods is challenge. Providing lower cost, analyzing with a large number of samples, performing fast detection and accuracy which we are wishing to reduce antibiotic drugs resistance. The aim of this study was to design and develop a new antibiotic susceptibility testing method by applying the technology to reduce size of antibiotic susceptibility plate, compared to conventional form of the commonly used (Petri dish) and the application of digital image processing set to reduce incubation period within a short time. Gram-negative bacteria (*Escherichia coli*) and Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*) tested the susceptibility of bacteria to 5 antibiotics, including Ampicillin, Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Clindamycin and Vancomycin, based on the standards for monitoring the occurrence of the clear zone of antimicrobial agents (The Zone) from the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) and

evaluation of statistical test by method Independent - Sample T test. The results showed that the original method of Petri dish was tested by disc diffusion and drop plate method. Drop plate method was able to inhibit the growth of gram-negative bacteria (*Escherichia coli*) and gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*) were significantly clearer and faster than disc diffusion method ( $p < 0.05$ ) at the minimum antibiotic volume 2 ul within 3 hours and 6 hours respectively. Comparison of the new plastic box plate used as a representative of 96-microwell plate equipment by testing disc diffusion and drop plate methods. It was found that the Drop plate method can inhibit the growth of microbes significant clearer and faster than disc diffusion method ( $p < 0.05$ ) at the minimum antibiotic volume 2 ul within 3 hours and 6 hours respectively. Minimal Inhibitory Concentration (MIC) 5  $\mu\text{g}/20$ , 2  $\mu\text{l}$  of Ciprofloxacin which outperforms inhibit the growth of gram-negative bacteria (*Escherichia coli*) and gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*) in the incubation period of 3 hours and 6 hours, respectively. Digital image processing technology can increase the efficiency of monitoring, and the ability to inhibit bacterial growth of all 5 antibiotics quickly before the 12–18 hour period.

**Keyword:** Antibiotics, Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria, Clear zone, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 99/2561

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้การสนับสนุนการทำโครงการวิจัยนี้ให้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี ผู้บริหาร อาจารย์และเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัย จากคณะเภสัชศาสตร์และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้อำนวยความสะดวกให้กับคณะผู้วิจัย ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ขอขอบคุณหัวหน้างานเภสัชกรรมโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ และให้การสนับสนุนในการเก็บรวบรวมข้อมูลและในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่	
1    บทนำ.....	1
หลักการและเหตุผล.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4



	สารบัญ (ต่อ)	หน้า
	สมมติฐานการวิจัย.....	4
	ขอบเขตการวิจัย.....	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
	ทบทวนวรรณกรรม.....	5
2	วิธีดำเนินการวิจัย.....	27
	อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี	27
	วิธีการทดลอง	28
3	ผลการวิจัย.....	32
	ผลการทดลอง	32
	ผลการทดลองโดยใช้ Petri dish	33
	ผลการทดลองโดยใช้ Box	92
4	สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล.....	133
	สรุปและอภิปรายผลการศึกษิตตามวัตถุประสงค์.....	133
	ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	140

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายงานสรุปการเงิน.....	141
บรรณานุกรม.....	143
ภาคผนวก.....	145
ประวัตินักวิจัยและคณะ	223

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดและความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดลองตามแนวทางการวิจัย CLSI และปริมาณของการเตรียมยาปฏิชีวนะต่อความเข้มข้นนั้นๆ	29
2	ชนิดและความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดลองตามแนวทางการวิจัย CLSI และปริมาณของการเตรียมยาปฏิชีวนะต่อความเข้มข้นนั้นๆ	32
3	Zone Diameter and Minimal Inhibitory Concentration Interpretive Standards for Enterobacteriaceae ( <i>Escherichia coli</i> )	134
4	Zone Diameter Inhibitory Concentration Interpretive Standards for <i>Staphylococcus</i> spp.	135
5	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 0.5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	146
6	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 1 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	148
7	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	149
8	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	151
9	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	153
10	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 0.5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	154

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 1 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	156
12	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมงb	157
13	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	158
14	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	159
15	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 0.5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	160
16	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 1 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	162
17	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	163

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	164
19	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	165
20	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	166
21	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 0.5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	167
22	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 1 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	169
23	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	170
24	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	172
25	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	173

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	175
27	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 0.5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	176
28	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 1 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	177
29	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	179
30	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	180
31	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	181
32	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	182

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
33	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 0.5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	184
34	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 1 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	185
35	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	186
36	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	187
37	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	188
38	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	189

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
39	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	191
40	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	192
41	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	194
42	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	196
43	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	197
44	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	199
45	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	200
46	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	201
47	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	202



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
48	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	203
49	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	204
50	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	205
51	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	207
52	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	209
53	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	210
54	ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	212
55	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	213

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
56	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	215
57	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	216
58	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	217
59	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 2 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	218
60	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 5 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	219
61	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 10 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	220

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
62	ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตร 20 uL ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	222

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของแบคทีเรีย	6
2	รูปร่างของแบคทีเรีย	8
3	ส่วนประกอบของเครื่อง Stereomicroscope	20
4	รูปแบบการวางแผ่น disc บนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA	30
5	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	33
6	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	34
7	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	35
8	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ ปริมาตร 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	36
9	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate	37
10	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	38

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	39
12	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	40
13	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	41
14	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate	42
15	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	43
16	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	44
17	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	45
18	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	46
19	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin	47

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	48
21	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	49
22	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	50
23	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	51
24	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate	52
25	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	53
26	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	54
27	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	55

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	56
29	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate	57
30	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	58
31	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	59
32	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	60
33	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	61
34	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	62
35	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	63
36	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	64

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
37	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	65
38	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 0.5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	66
39	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 0.5 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	67
40	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	68
41	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	69
42	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop method	70
43	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ ปริมาตร 1 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	71
44	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 1 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	72



## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	73
46	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	74
47	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop method	75
48	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	76
49	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	77
50	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	78
51	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	79
52	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	80

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
53	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	81
54	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	82
55	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	83
56	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	84
57	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	85
58	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	86
59	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	87
60	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	88

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
61	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	89
62	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	90
63	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	91
64	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	92
65	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	93
66	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	94
67	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	95
68	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	96
69	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	97

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
70	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	98
71	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	99
72	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	100
73	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	101
74	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	102
75	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	103
76	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	104
77	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	105
78	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	106

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
79	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin	107
80	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	108
81	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	109
82	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Escherichia coli</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	110
83	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	111
84	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin	112
85	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	113
86	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	114
87	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	115

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
88	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	116
89	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin	117
90	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	118
91	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	119
92	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	120
93	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	121
94	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone	122
95	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	123
96	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	124

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
97	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	125
98	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	126
99	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin	127
100	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion	128
101	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	129
102	การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด <i>Staphylococcus aureus</i> ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate	130
103	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด	131
104	กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin	132

## บทที่ 1

### บทนำ

#### หลักการและเหตุผล

ในช่วงศตวรรษที่ 19 นับเป็นยุคเริ่มต้นของยาต้านจุลชีพเนื่องจากการค้นพบยาปฏิชีวนะ (Antibiotics) หลายชนิดและมีการนำยาเหล่านี้มาใช้ในการป้องกันและรักษาโรคติดเชื้ออย่างกว้างขวาง ยุคของยาต้านจุลชีพสมัยใหม่ (modern era of antimicrobial therapy) เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1936 โดยมีการค้นพบยา sulfonamides และ นำมาใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อในผู้ป่วย ต่อมาในช่วงทศวรรษที่ 1940 ได้มีการค้นพบว่ายา penicillin และ streptomycin สามารถนำมาใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อในผู้ป่วยได้เช่นกัน อาจกล่าวได้ว่าในปี ค.ศ. 1950 นับเป็นยุคทองของยาปฏิชีวนะ นับจากนั้นเป็นต้นมาได้มีการพัฒนาคิดค้นยาต้านจุลชีพชนิดใหม่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ยาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในขณะที่ผลข้างเคียงต่อมนุษย์ลดลง (ศิริลักษณ์, 2549) การค้นพบยาต้านจุลชีพนับเป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่สำหรับวงการแพทย์และสาธารณสุขเนื่องจากช่วยให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตและมีชีวิตอยู่นานขึ้น ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเทคนิคการตรวจสอบความไวของยาปฏิชีวนะเพื่อเลือกชนิดของยาต้านจุลชีพที่เหมาะสมถือเป็นประเด็นสำคัญที่ควรต้องพิจารณา เนื่องจากการใช้ยาต้านจุลชีพนับเป็นดาบ 2 คมคือ ถ้าใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมก็จะมีประโยชน์อย่างมาก สามารถลดอัตราการพิการและอัตราการตายจากโรคติดเชื้อ ทำให้โรคหายเร็วขึ้น สามารถใช้ป้องกันการติดเชื้อบางชนิดหรือป้องกันการแพร่กระจายของโรคได้และที่สำคัญคือ ช่วยป้องกันหรือทำให้เชื้อก่อโรคต่างๆที่ต่อยาได้ช้าลง ในทางตรงข้ามถ้าใช้ยาอย่างไม่เหมาะสมนอกจากจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเพิ่มขึ้นแล้วยังอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงจากยาหรือการติดเชื้อซ้ำเติมแก่ผู้ป่วยและเร่งให้เกิดภาวะเชื้อดื้อยาอย่างรวดเร็วจนไม่สามารถนำยานั้นมาใช้ในการรักษาได้อีกต่อไป ทำให้การรักษามีความยุ่งยากและสิ้นเปลืองมากขึ้น เนื่องจากจำเป็นต้องนำเอายาต้านจุลชีพชนิดใหม่ที่มีราคาแพงเข้ามาใช้ในการรักษามากขึ้น

การจะเลือกใช้ยาต้านจุลชีพได้อย่างเหมาะสมจำเป็นต้องรู้และเข้าใจกลไกการออกฤทธิ์ของยาเภสัช จลนศาสตร์ (pharmacokinetic) และเภสัชพลศาสตร์ (pharmacodynamics) ปฏิบัติการไม่เพียงประสงค์ ปฏิบัติการของยาต้านจุลชีพกับยาอื่นที่ใช้ร่วมกัน กลไกการดื้อยาและแบบแผนความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพ ปัจจัยทางด้านผู้ป่วยก็มีความสำคัญในการเลือกใช้ยา เช่น ตำแหน่งของการติดเชื้อ การทำงานของตับและไต การแพ้ยา สภาวะภูมิคุ้มกัน การตั้งครรภ์และอายุของผู้ป่วย เป็นต้น (ประสาทพร,



2551) เชื้อก่อโรคแต่ละชนิดจะมีความไวต่อยาต้านจุลชีพที่แตกต่างกันออกไปและแม้แต่เชื้อชนิดเดียวกันก็ยังมี ความไวต่อยาที่แตกต่างกัน ก็นอกไปด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการเพาะเชื้อพร้อมกับทำการทดสอบความไวของเชื้อต่อยาซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีโดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานจาก The Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) หรือ US Food and Drug Administration ปัจจุบันวิธีการทดสอบความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยา ด้านจุลชีพที่ง่ายสะดวกและเป็นที่ยอมรับปฏิบัติกันทั่วไปคือ disc diffusion susceptibility testing (Bauer et al., 1966) ทำได้โดยการวางแผ่นกระดาษกรอง (filter paper disc) ที่มียาต้านจุลชีพอยู่ที่ความเข้มข้นหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐานบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้ออยู่ หลังจากทำการ incubation เป็นเวลา 16- 18 ชั่วโมงจึงนำออกมาอ่านผล โดยดูจากเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition zone ที่เกิดขึ้น (บริเวณที่ไม่มีเชื้อขึ้น) และแปลผลออกมาเป็น resistant, intermediate และ susceptible ถึงแม้เทคนิคการวิเคราะห์ดังกล่าวจะมีข้อดีคือ เป็นเทคนิคที่สะดวก ง่ายแก่การประเมินผล สามารถดำเนินการได้โดยนัก clinician มีความยืดหยุ่นในการเลือกแผ่นกระดาษกรองที่ใช้สำหรับการทดสอบ แต่อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวจัดเป็นวิธีการทดสอบในเชิงคุณภาพ (James and Mary, 2009) สามารถบอกผลได้เพียงเชื้อมีความไวต่อการทดสอบหรือไม่ แต่ไม่สามารถบอกค่า MIC ได้ โดย MIC เป็นความเข้มข้นของยาต่ำสุดที่จะสามารถยับยั้งการแบ่งตัวของเชื้อได้หรือที่เรียกว่า minimal inhibitory concentration โดย ค่า MIC จะมีความสำคัญต่อการเลือกให้ยาต้านจุลชีพรวมถึงขนาดของยาที่ต้องใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อบางอย่าง เช่น การติดเชื้อที่ลิ้นหัวใจ ภาวะเยื่อหุ้มสมองอักเสบจากเชื้อ *Streptococcus pneumoniae* ที่ในปัจจุบันมีปัญหาค่าการดื้อยามากขึ้น เป็นต้น และด้วยระบบวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวยังขาดเครื่องมือในการวัดผล ความไวในการยับยั้งของเชื้อแบบอัตโนมัติ การประมวลผลยังคงเป็นการใช้สายตาคนในการวิเคราะห์ (manual analysis) ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดเนื่องจากเกิดความเมื่อยล้าของพนักงานจากการที่ต้องวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนมากและใน 1 ชุดทดสอบสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้จำนวนจำกัด เพื่อให้สามารถรองรับกับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น จากการศึกษาประเทศไทยรณรงค์ให้มีการใช้สมุนไพรที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและหลากหลายชนิดมาทำการวิจัยและประยุกต์ใช้แทนสารปฏิชีวนะ ยาถ่ายพยาธิ และยาสำหรับควบคุมโรค ตลอดจนใช้เป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคเพื่อเพิ่มมูลค่าพืชสมุนไพรไทยและได้สารต้านจุลชีพที่มีฤทธิ์การยับยั้งใกล้เคียงหรือเทียบเท่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ยา และวัตถุดิบตัวยาแผนปัจจุบันจากต่างประเทศ โดยมีรายงานวิจัยหลายเรื่องที่ยืนยันถึงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรทั้งแบบที่เรียกกรวมและกรวมลบ ซึ่งจะเห็นว่าสมุนไพรจึงยังคงเป็นรากฐานของการแพทย์สมัยใหม่

จากเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยจึงนำเสนอเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาต้านจุลชีพด้วยรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าวิธีมาตรฐานที่มีการใช้กันอยู่ (conventional method) โดยเป็นการใช้เทคโนโลยีการลดขนาดการวิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์ 96-microwell plate ร่วมกับเทคนิควิธี drop plate ซึ่งจะเป็นการหดยดสารปฏิชีวนะลงบนผิวอาหารแข็งที่มีเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายด้วยอุปกรณ์ขนถ่ายมวลสาร multichannel pipette นอกจากนี้นวัตกรรมเทคโนโลยีดังกล่าวมีการตรวจติดตามการเกิดวงรอบหดยดสารต้านจุลชีพ (clear zone) โดยประยุกต์ใช้ชุดประมวลผลการตรวจสอบด้วยภาพดิจิทัล ทำให้สามารถตรวจวิเคราะห์ได้เร็วขึ้น ภายในเวลา 12 - 18 ชั่วโมง เนื่องจากการลดเวลาการบ่มทำให้ทราบผลภายในเวลาอันรวดเร็ว การดำเนินการดังกล่าวจะได้ฐานข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล ทำให้สะดวกในสืบค้นข้อมูลและจัดเป็นระบบประกันและควบคุมคุณภาพของระบบการตรวจสอบความไวของสารต้านจุลชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ความไวของสารต้านจุลชีพรูปแบบใหม่จะเป็นประโยชน์ต่อวงการแพทย์ โรงพยาบาล สาธารณสุข คลินิกและสถานรักษาพยาบาลต่างๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้จำนวนมาก ให้ผลการตรวจสอบที่รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัยยังมีความร่วมมือทางวิชาการกับบริษัทยาในการพัฒนาสูตรยาที่มีส่วนผสมของสารปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการใช้ยา โดยการดำเนินการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ความไวในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพข้างต้นมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาของทางโรงงาน คณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าแนวทางการวิจัยดังกล่าวจะสามารถแก้ไขปัญหาและตอบโจทย์ให้กับอุตสาหกรรมในทุกๆด้านได้เป็นอย่างดี และที่สำคัญที่สุด คือการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์การทดสอบความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาต้านจุลชีพรูปแบบใหม่ที่ได้มาตรฐาน โดยเป็นนวัตกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่พัฒนาโดยภูมิปัญญาของนักวิทยาศาสตร์ไทย ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนโฉมวิธีการวิเคราะห์รูปแบบใหม่ที่ยังคงให้ผลการวิเคราะห์ที่เทียบเท่าหรือดีกว่าวิธีการในปัจจุบัน มีต้นทุนการผลิตต่ำ หน่วยงานโรงพยาบาล คลินิก สาธารณสุข สามารถที่จะจัดหาจัดซื้อได้

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาปรับปรุงวิธีการทดสอบความไวของสารปฏิชีวนะรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสามารถให้ผลการวิเคราะห์ภายในเวลา 12–18 ชั่วโมง
2. ได้รูปแบบการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานในการทดสอบประสิทธิภาพความไวของยาปฏิชีวนะ โดยให้ผลการวิเคราะห์ค่า MIC (minimal inhibitory concentration) ถูกต้อง แม่นยำสูงเมื่อเทียบกับวิธีการในปัจจุบัน (conventional method)
3. สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสารต้านจุลชีพได้จำนวนมาก เพื่อเป็นยุทธศาสตร์ในการเพิ่มความสามารถในการรักษาผู้ป่วย

### สมมติฐานการวิจัย

วิธีการวิเคราะห์ความไวของยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่ด้วยการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัลมีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ค่า MIC (minimal inhibitory concentration) ที่ถูกต้องและแม่นยำมากกว่าวิธี disc diffusion susceptibility testing ที่เป็นวิธีการมาตรฐานในปัจจุบัน

### ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาออกแบบเพื่อสร้างต้นแบบการทดสอบความไวของสารปฏิชีวนะและเร่งการตรวจหาส่วนใส (clear zone) ของยาปฏิชีวนะด้วยการใช้กล้องดิจิทัลต้นทุนต่ำในการตรวจติดตาม
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพความสามารถในการทดสอบความไวของสารปฏิชีวนะ เช่น ชนิด ปริมาณและความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดสอบ
3. เปรียบเทียบผลของวิธีการที่ได้มีการพัฒนากับวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์
4. ปรับระดับของปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะที่ให้ผลถูกต้อง แม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่เป็นมาตรฐานในปัจจุบัน
5. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเพื่อนำต้นแบบการทดสอบความไวของสารปฏิชีวนะไปทดลองใช้จริงกับตัวอย่างในโรงพยาบาลและหน่วยงานสาธารณสุข และเชื้อดื้อยาที่เป็นปัญหา

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยยาปฏิชีวนะที่มีประสิทธิภาพแม่นยำ ถูกต้อง เทียบเท่าวิธีการทดสอบที่เป็นมาตรฐานในปัจจุบัน โดยมีต้นทุนการวิเคราะห์ที่ต่ำ
2. สามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็วเนื่องจากใช้ชุดประมวลผลการตรวจสอบด้วยภาพดิจิทัล (digital image processing) เพื่อวัดขนาดของวงรอบหยุดยั้งการเจริญเติบโตของยาปฏิชีวนะ ช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการตรวจวัดด้วยสายตาจากมนุษย์เป็นการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงแทน
3. เทคนิควิธีการไม่มีความยุ่งยาก สะดวกต่อการใช้งาน และสามารถทดแทนแรงงานชำนาญการที่ขาดแคลน
4. องค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างชุดทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะ สามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับการตรวจวิเคราะห์ส่วนงานอื่นที่เกี่ยวข้อง
5. จากผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ช่วยให้สามารถตัดสินใจในการคัดเลือกชนิดของยาปฏิชีวนะที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วยได้ทันเวลาที่ ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการรักษา
6. สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างยาปฏิชีวนะได้จำนวนมากในเวลาเดียวกัน เพิ่มโอกาสในการคัดเลือกยาปฏิชีวนะที่เหมาะสมภายในระยะเวลาอันสั้น

## บททวนวรรณกรรม

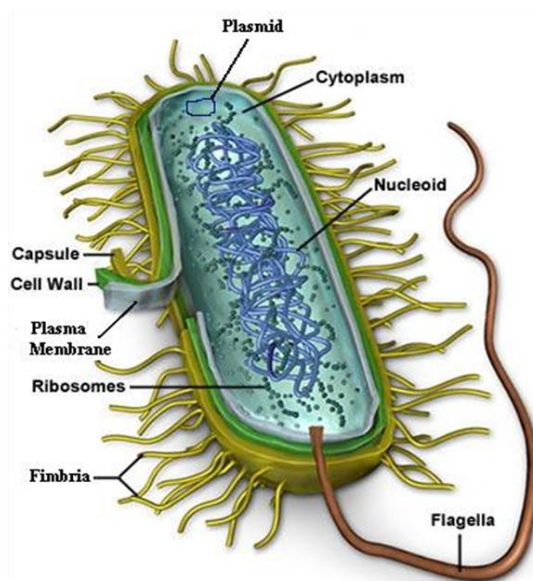
ในงานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการ ทดสอบตัวอย่างทางคลินิกระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบพัฒนาและปรับปรุงวิธีการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพและให้ผลการวิเคราะห์ ค่า MIC (minimal inhibitory concentration) ถูกต้องแม่นยำเมื่อเทียบกับวิธีการในปัจจุบัน (conventional method) สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสารต้านจุลชีพได้จำนวนมาก เพื่อเป็นยุทธศาสตร์ในการเพิ่ม ความสามารถในการรักษาผู้ป่วย คณะผู้วิจัยได้รวบรวมความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็น พื้นฐานและกรอบแนวคิดเพื่อเป็นแนวทางในกาศึกษาได้ชัดเจนมากขึ้น

### 1. กลไกทางชีวเคมีของแบคทีเรีย

#### 1.1 แบคทีเรีย

คือจุลินทรีย์ที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่เป็นเซลล์แบบโพรแคริโอต (Prokaryotic cell) พบทั่วไปในธรรมชาติ ดิน น้ำ อากาศ แบคทีเรียเป็นจุลชีพเซลล์เดียวที่มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่นทั่วไป โดยมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ผนังเซลล์จะเป็นผนังที่อยู่ชั้นนอกสุดมีความแข็งแรงและเปรียบเสมือนโครงกระดูกของแบคทีเรีย มีหน้าที่รักษาลักษณะ

และรูปร่างของแบคทีเรียเอาไว้ให้คงที่ ถัดจากผนังเซลล์เข้าไปจะเป็นเยื่อหุ้มบาง ๆ เรียกว่าเยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนสารอาหารต่าง ๆ และน้ำที่อยู่ภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ของแบคทีเรียให้มีความเหมาะสมในการดำรงชีวิต



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของแบคทีเรีย

ที่มา: <http://ww62.www.beltina.org/>

ส่วนที่สอง อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไป ประกอบด้วยสารกึ่งเหลวเรียกว่าไซโตพลาสซึม ภายในไซโตพลาสซึมประกอบไปด้วย โปรตีน สารอาหารต่าง ๆ เช่น แป้ง ไขมัน และเอนไซม์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังมีกรดนิวคลีอิกหรือดีเอ็นเอ ซึ่งบรรจุรหัสพันธุกรรมสำหรับควบคุมการดำรงชีวิต และการสืบพันธุ์ของแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์ไว้ด้วย แบคทีเรียบางสายพันธุ์มีความสามารถในการสร้างผนังเซลล์ที่มีความหนากว่าปกติล้อมรอบตัวมัน เรียกว่าผนัง ที่หนาเป็นพิเศษนี้ว่าสปอร์หรือแคปซูล สปอร์จะคงทนต่อความร้อน ความเย็น ความชื้น และมีชีวิตอยู่ได้ นานหลายปีแม้ว่าจะไม่มีอาหารเลยก็ตาม

### 1.2 การขยายพันธุ์ของแบคทีเรีย

แบคทีเรียขยายพันธุ์โดยไม่ต้องมีเพศผู้หรือเพศเมีย เมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มีอาหารสมบูรณ์จะสร้างส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำรงชีวิตขึ้นมาอีกชุดหนึ่ง หลังจากนั้นก็จะสร้างผนังเซลล์ขึ้นมาล้อมรอบส่วนประกอบต่าง ๆ แต่ละชุด แล้วกลายเป็นสองเซลล์ จากสองเซลล์เป็นสี่เซลล์ จากสี่เซลล์เป็นแปดเซลล์ ไปเรื่อย ๆ แบคทีเรียจะสังเคราะห์สารสำคัญไว้ในเซลล์และแบ่งเป็นสองส่วนที่

เหมือนกัน จากนั้นแต่ละส่วนจะถูกแยกออกจากกันและมีผนังเซลล์มาห่อหุ้มไว้ในแต่ละส่วน จนกลายเป็นสองเซลล์ ซึ่ง อาจจะแยกจากกันโดยเด็ดขาด หรือยังคงเชื่อมอยู่ด้วยกัน จะเห็นว่าเซลล์ที่แบ่งตัวแล้วจะมีลักษณะการ จัดเรียงของโครงสร้างสารต่าง ๆ ของเซลล์เหมือนกันทั้ง 2 เซลล์ กล่าวกันว่าในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ของแบคทีเรียแต่ละชนิด มันสามารถแบ่งตัวทุก ๆ 20 – 30 นาที โดยมีอัตราการแบ่งตัวดังนี้

หลังจาก ½ ชั่วโมง	จะแบ่งตัวเป็น	2	เซลล์
หลังจาก 1 ชั่วโมง	จะแบ่งตัวเป็น	4	เซลล์
หลังจาก 1 ½ ชั่วโมง	จะแบ่งตัวเป็น	8	เซลล์
หลังจาก 2 ชั่วโมง	จะแบ่งตัวเป็น	16	เซลล์
หลังจาก 11 ชั่วโมง	จะแบ่งตัวเป็น	10	ล้านเซลล์

อย่างไรก็ตาม อัตราการแบ่งตัวอาจถูกยับยั้งหรือช้าลง ถ้าอยู่ในสภาพขาดสารอาหาร มีสารพิษ หรือมีของเสียที่เป็นอันตรายต่อมันหรืออยู่ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ไม่อากาศ หรือมีอากาศที่ไม่เหมาะสม และถ้ายังคงอยู่ในสภาพดังกล่าวข้างต้นเป็นเวลานานก็จะหยุดเจริญเติบโต หยุดแบ่งตัว และตายในที่สุด

## 2. การจำแนกชนิดของแบคทีเรีย

### 2.1 จำแนกตามการติดสีย้อมแกรม (Gram stain)

การแบ่งแบคทีเรียออกเป็นแกรมบวกและแกรมลบ โดยนำสีแกรมซึ่งเป็นสีน้ำชนิดหนึ่งหยดลงไปในบนแบคทีเรีย จะทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียมีสีแตกต่างกัน คือ

#### 2.2.1 แบคทีเรียที่ผนังเซลล์ติดสีแดง เราจะจัดเป็นแบคทีเรียประเภทแกรมลบ

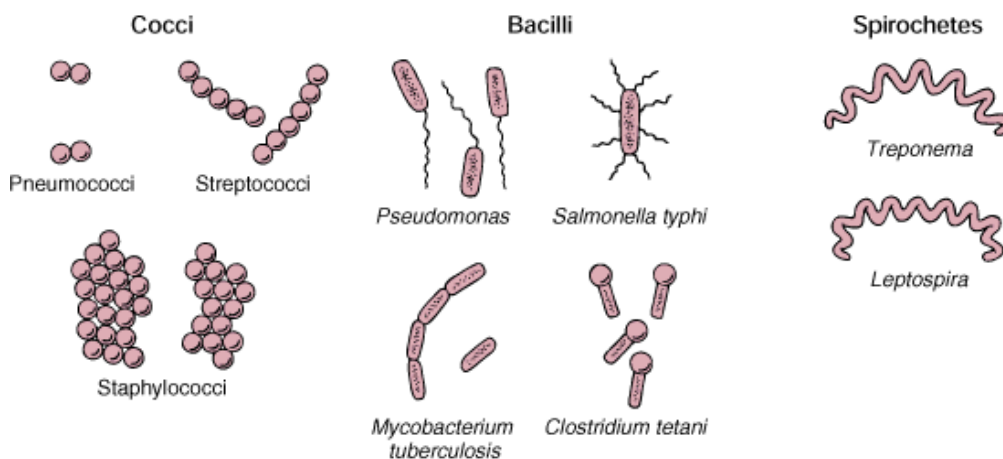
(Gram negative bacteria)

#### 2.2.2 แบคทีเรียที่ผนังเซลล์ติดสีน้ำเงิน เราจะจัดเป็นแบคทีเรียประเภทแกรมบวก

(Gram positive bacteria)

### 2.2 จำแนกตามรูปร่างของแบคทีเรีย

แบคทีเรียมีขนาด 0.5-10 ไมครอน (micron) มีรูปร่างต่างกัน



ภาพที่ 2 แสดงรูปร่างของแบคทีเรีย

ที่มา: <http://ployzara.blogspot.com/2013/02/bacteria-prokariotic-cell-microbial.html>

2.2.1. บาซิลลัส (bacillus) มีรูปร่างเป็นท่อนหรือเป็นแท่ง เช่น Bacillus, Pseudomonas, Salmonella

2.2.2. ทรงกลมหรือค็อกคัส (coccus) Micrococcus, Streptococcus, Staphylococcus

2.2.3. สไปโรคีท (spirochete) รูปร่างบิดเป็นเกลียว ผนังเซลล์ยืดหยุ่นได้ เช่น *Campylobacter jejuni*

#### 2.3 จำแนกตามการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย

2.3.1 แบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต เรียกว่า Aerobic bacteria

2.3.2 แบคทีเรียที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต เรียกว่า Anaerobic bacteria

2.3.3 แบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในบรรยากาศที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน เรียกว่า Facultative anaerobic bacteria

2.3.4 แบคทีเรียที่เจริญในบรรยากาศที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย เรียกว่า microaerophilic bacteria

#### 2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

2.4.1 อุณหภูมิ สามารถแบ่งแบคทีเรียได้ 3 ประเภท ตามความแตกต่างของอุณหภูมิ

– Psychrophiles สามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิ 0 °C หรือต่ำกว่า

– Mesophiles เจริญได้ดีในอุณหภูมิ 25 °C – 40 °C

- Thermophiles เจริญได้ในอุณหภูมิ 45 °C – 60 °C
- 2.4.2 สภาพความเป็นกรด-ด่าง แบคทีเรียส่วนมากเจริญได้ดีในช่วงของ pH 6.5-7.5 พวกราหรือยีสต์ทนต่อกรดได้ดีกว่า คือประมาณ pH 5
- 2.4.3 ความชื้น แบคทีเรียส่วนใหญ่ต้องการความชื้น การใช้อาหารในรูปของสารละลาย (solution) แบคทีเรียบางชนิดทนต่อความแห้งแล้งได้ดี เช่น *Tubercle bacilli* และ *Staphylococcus aureus* พวกที่มีสปอร์ก็ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี
- 2.4.4 แสงสว่าง แบคทีเรียทั่วไปไม่ต้องการแสงในการเจริญเติบโต ยกเว้นแบคทีเรียพวกที่สังเคราะห์แสงได้เท่านั้นที่ต้องการแสงในการเจริญเติบโต
- 2.4.5 เสียงความถี่ของเสียงสูงจะทำให้เซลล์ของแบคทีเรียแตกได้

### 3. แบคทีเรียกับการเกิดโรค

แบคทีเรียก่อโรค หรืออาจเรียกว่า การติดเชื้อ หรือการอักเสบติดเชื้อ (Infection) ให้แก่มนุษย์ได้ด้วยวิธีการหลายอย่าง

#### 3.1 การสร้างสารพิษ (Toxin)

การสร้างสารพิษ (toxin) ออกมาจากตัวแบคทีเรียและสารพิษนั้นจะทำลายเซลล์ของมนุษย์หรือทำให้เซลล์ของมนุษย์ทำหน้าที่ผิดปกติไป เช่น เชื้อ *Staphylococcus* จะสร้างสาร Coagulase คอยขัดขวางการแข็งตัวของเลือด หรือเชื้อ *E. coli* หรือ *Escherichia coli* สร้างสารพิษ Endotoxin ทำให้เกิดภาวะช็อก

#### 3.2 กระตุ้นให้ร่างกายตอบสนองด้วยการอักเสบ

ทำให้ร่างกายเกิดการปวด บวม แดง ร้อน ในบริเวณที่มีการติดเชื้อ และผลของการอักเสบส่วนหนึ่งจะทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อปกติที่อยู่ใกล้เคียง และเกิดอาการไข้ตัวร้อน

#### 3.3 แทรกอยู่ในเซลล์ของมนุษย์

แบคทีเรียบางชนิดจะเข้าไปแย่งอาหารของเซลล์และทำให้เกิดการตายของเซลล์ โดยแบคทีเรียจะแบ่งตัวเพิ่มปริมาณในร่างกายมนุษย์และแพร่กระจายไปทั่วร่างกายได้ โดยไปทางหลอดน้ำเหลืองและหลอดเลือด เกิดภาวะติดเชื้อในกระแสโลหิต (เลือด) หรือ ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (septicemia) ก่อให้เกิดการอักเสบและการทำลายอวัยวะอื่นเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆจนเกิดภาวะช็อกจากการติดเชื้อ (septic shock) และเสียชีวิตได้



#### 4. การรักษาโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย

วิธีการรักษาโรคจากติดเชื้อแบคทีเรียมี 4 วิธีได้แก่ การใช้ยาปฏิชีวนะ การผ่าตัด การรักษาโดยการให้ภูมิคุ้มกันต้านทาน และการรักษาประคับประคองตามอาการ

##### 4.1 การรักษาโดยใช้ยาปฏิชีวนะ

การรักษาโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่จะใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อฆ่าทำลาย เชื้อโรคเป็นวิธีสำคัญที่สุด โดยต้องดูชนิดของยาที่จะใช้ว่าตรงกับชนิดของแบคทีเรียหรือไม่ การเพาะเชื้อแบคทีเรียจากเลือดหรือหนองหรือสารคัดหลั่งของผู้ป่วยในห้องปฏิบัติการ นอกจากจะทราบชนิดของแบคทีเรียแล้ว ยังมี การทดสอบแบคทีเรียที่เพาะขึ้นว่าสามารถถูกทำลายหรือยับยั้งด้วยยาชนิดใด ซึ่งเรียกการตรวจวิธีนี้ว่า drug sensitivity test ทั้งนี้ แพทย์จะนำข้อมูลที่ได้ออกมาใช้เพื่อเลือกยาปฏิชีวนะให้ตรงกับชนิดยาที่สามารถรักษาโรคติดเชื้อในผู้ป่วยแต่ละคนได้

##### 4.2 การรักษาโดยการผ่าตัด เช่น กรณีเกิดฝี (Abscess)

##### 4.3 การรักษาโดยการให้ภูมิคุ้มกันต้านทานโรค

เช่น โรคบาดทะยัก เมื่อผู้ป่วยเป็นบาดทะยักแล้วการให้น้ำเหลืองที่มีภูมิคุ้มกันต้านทานที่เรียกว่า เซรัม (serum) ซึ่งอาจผลิตจากสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันต้านทานโรคนั้นๆหรือโดยวิธีทางการเพาะเลี้ยงเซลล์ จะสามารถยับยั้งพิษของเชื้อโรคบาดทะยักต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อได้ รวมทั้งการฉีดวัคซีนป้องกันโรคบาดทะยักที่เรียกว่า Tetanus toxoid ก็เป็นวิธีกระตุ้นให้ร่างกายของผู้ป่วยสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานที่เรียกว่า สารภูมิต้านทาน/แอนติบอดี (Antibody) ต่อเชื้อบาดทะยักได้ด้วยตนเองอีกทางหนึ่ง

##### 4.4 การรักษาประคับประคองตามอาการ เช่น รักษาอาการไข้ด้วยยาลดไข้ Paracetamol หรือการให้สารน้ำทางหลอดเลือดเมื่อผู้ป่วยกินได้น้อย เป็นต้น

##### 4.5 ความรุนแรงของโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย

การพยากรณ์โรคของโรคติดเชื้อแบคทีเรียหรือโรคจากแบคทีเรียถือว่าเป็นโรครุนแรง เพราะมีความสามารถที่จะแพร่กระจายทางหลอดน้ำเหลืองและทางหลอดเลือดไปในอวัยวะอื่น หรือทั่วร่างกายได้ จนเมื่อรุนแรงที่สุดสามารถทำให้เสียชีวิตได้ สิ่งที่จะกำหนดความรุนแรงในการติดเชื้อแบคทีเรียในผู้ป่วยแต่ละคนขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

##### 4.5.1 ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

ถ้าเป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษได้โรคจะมีความรุนแรงมากกว่า อีกกรณีหนึ่งถ้าเชื้อพัฒนาตนเองจนสามารถทนต่อยาปฏิชีวนะได้หรือที่เรียกว่า เชื้อดื้อยา จะรักษายากกว่าเชื้อที่ไม่ดื้อยา โรคจะลุกลามรุนแรงได้ติดเชื้อที่อวัยวะใด ถ้าเกิดการติดเชื้อที่อวัยวะสำคัญเช่น สมอง ลิ้นหัวใจ ปอด ไต ตับ ตา และ/หรือกระดูก โรคมักจะรุนแรงและทำให้เกิดความเสียหายหรือความพิการของอวัยวะนั้น ๆ มากกว่าอวัยวะ

อื่นๆ แต่ถ้าเป็นการติดเชื้อที่ผิวหนัง ฟัน ช่องปาก ต่อมทอนซิล อาการจะไม่รุนแรงมากและสามารถรักษาให้หายได้ง่ายกว่า

4.5.1.1 แบคทีเรียแกรมบวก มักทำให้เกิดโรคแบบติดเชื้อเป็นหนองที่ผิวหนัง ทางเดินหายใจส่วนต้น (จมูกและลำคอ) และปอดบวม

4.5.1.2 แบคทีเรียแกรมลบมักทำให้เกิดโรคที่ระบบทางเดินอาหาร ระบบทางเดินปัสสาวะและถุงน้ำดี

4.5.1.3 แบคทีเรียชนิด Aerobic bacteria มักทำให้เกิดโรคในอวัยวะที่มีออกซิเจนพอเพียง เช่น ผิวหนัง ช่องปาก ปอด ทางเดินหายใจ กระเพาะปัสสาวะ

4.5.1.4 Anaerobic bacteria มักทำให้เกิดโรคในบริเวณที่มีออกซิเจนน้อย เช่น เชื้อบาดทะยัก (โรคบาดทะยัก) ซึ่งเป็น Anaerobic bacteria ชนิดหนึ่งทำให้เกิดโรคในแผลลึกๆที่ถูกตะปูตำหรือการติดเชื้อในช่องท้องที่เกิดจากการทะลุของลำไส้ เป็นต้น

4.5.1.5 แบคทีเรียชนิดแกรมบวกที่รูปร่างเป็นคอคคัสมักทำให้เกิดการอักเสบเป็นหนองที่ผิวหนัง ต่อมทอนซิล ทางเดินหายใจ ปอด อาการมักจะไม่รุนแรง และรักษาได้ผลดีด้วยยาปฏิชีวนะในกลุ่มเพนิซิลลิน (Penicillin)

4.5.1.6 แบคทีเรียชนิดแกรมลบที่รูปร่างเป็นบาซิลลัสมักทำให้เกิดโรคในทางเดินอาหาร ทางเดินปัสสาวะ ไต ถุงน้ำดีไส้ติ่ง (โรคไส้ติ่งอักเสบ) การรักษายากกว่าเพราะมักต้องยาปฏิชีวนะ (เชื้อดื้อยา) และมีโอกาสที่เชื้อจะแพร่ไปในกระแสเลือด (โลหิต, ภาวะพิษติดเชื้อ) เกิดภาวะช็อกตามมาได้

4.5.1.7 แบคทีเรียชนิดแอโรบิก มักทำให้เกิดโรคที่ผิวหนัง ช่องปาก ทางเดินหายใจหาย ปอด อาการมักไม่รุนแรง และรักษาหายได้ด้วยยาปฏิชีวนะที่ใช้อยู่ทั่วไป

4.5.1.8 แบคทีเรียชนิดแอนแอโรบิกทำให้เกิดโรคที่ร้ายแรงเช่น โรคบาดทะยัก เพราะมีการสร้างสารพิษออกมาจากเชื้อแบคทีเรียที่มีผลต่อระบบประสาท (Neurotoxin) สามารถเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ การติดเชื้อแบคทีเรียชนิดแอนแอโรบิกในช่องท้องมักจะดื้อต่อยาปฏิชีวนะทั่วไป และต้องใช้ยาปฏิชีวนะชนิดพิเศษที่เฉพาะเจาะจงต่อแบคทีเรียชนิดนี้ทำให้การรักษาไม่ค่อยได้ผล

#### 4.5.2 การทำงานระบบภูมิคุ้มกันต้านทานโรคของร่างกาย (Immune system)

ถ้าผู้ป่วยมีภูมิคุ้มกันต้านทานต่อเชือนั้นอยู่แล้วจะทำให้ทำลายเชื้อโรคได้เร็วขึ้น แต่ถ้าผู้ป่วยมีการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันต้านทานไม่ดีหรือบกพร่องเช่น เป็นโรคเบาหวาน โรคติดเชื้อเอชไอวีหรือโรคเอดส์ หรือได้รับยากดภูมิคุ้มกันต้านทานเช่น ยาพวกสเตียรอยด์ ยาสารเคมีรักษาโรคมะเร็ง ในเด็กอ่อน หรือในผู้สูงอายุ เหล่านี้จะทำให้ร่างกายไม่สามารถต้านทานหรือต่อสู้กับเชื้อโรคได้ดี โรคจึงรุนแรงมากกว่าคนปกติ

#### 4.6 การใช้ยา

4.6.1 แแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างคอคคัสส่วนใหญ่ใช้รักษาด้วยยาปฏิชีวนะในกลุ่มเพนิซิลลิน

4.6.2 แแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างบาซิลลัสจะใช้รักษาด้วยยาปฏิชีวนะในกลุ่มซัลฟา (Sulfonamide) เซฟาโลสปอริน (Cephalosporin) อมิโนกลัยโคไซด์ (Aminoglycoside) เป็นต้น

4.6.3 แแบคทีเรียชนิดแอโรบิกรักษาด้วยยาปฏิชีวนะหลายกลุ่ม เช่น เพนิซิลลิน ซัลฟา อมิโนกลัยโคไซด์

4.6.4 แอนแอโรบิคแบคทีเรียมักต้องรักษาด้วยยาปฏิชีวนะในกลุ่ม Carbapenem เป็นต้น

### 5. ยาปฏิชีวนะ

#### 5.1 คำจำกัดความของยาปฏิชีวนะ

ในวงการแพทย์มักเรียกยาปฏิชีวนะว่า แอนไทไบโอติก หรือ บางคนออกเสียงว่า แอนติไบโอติก (Antibiotics) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก หมายถึงต่อต้านสิ่งมีชีวิต (Anti หมายถึง ต่อต้าน Bios หมายถึง ชีวิต) ซึ่งสิ่งมีชีวิตในที่นี้ คือ จุลชีพ หรือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งคือเชื้อโรคนั่นเอง ดังนั้นยาปฏิชีวนะก็คือ ยา ยับยั้ง ฆ่า หรือ ต้านทานจุลชีพซึ่งโดยทั่วไปมักเป็นเชื้อแบคทีเรีย บางคนจึงเรียกว่า ยาต้านแบคทีเรีย (Antibacterial) แต่ยังมีอาจครอบคลุมถึงเชื้อไวรัสและเชื้อราบางชนิดได้ด้วย ในร่างกายของมนุษย์จะมีระบบภูมิคุ้มกันต้านทานโรค เช่น เม็ดเลือดขาวที่ใช้ป้องกันการบุกรุกของเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย อาทิ เชื้อ วัณโรค เมื่อใดก็ตามที่เชื้อโรคมียากจนภูมิต้านทานหรือเม็ดเลือดขาวสู้ไม่ได้ เราก็จำเป็นต้องหาผู้ช่วย เช่น ยาปฏิชีวนะ เข้ามาเป็นกำลังเสริม ปัจจุบันยังมีความเข้าใจผิดในการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นอย่างมาก ใช้ผิดวิธี โดยไม่ได้ตั้งใจและก่อให้เกิดผลเสียตามมา ซึ่งบางครั้งอาจถึงกับเสียชีวิตได้ทั้งจากการแพ้ยาและเชื้อดื้อยา

Reddish, 1929 ได้ทำการพัฒนาเทคนิคการทดสอบความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาด้านจุลชีพ โดยเป็นการใช้ Red dish modified ที่มีการตัดเข้าไปใน agar เพื่อให้เกิดลักษณะเป็นวงจากนั้นเติมสารปฏิชีวนะลงไปในวงดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคดังกล่าวค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากการตัดเป็นวงของ agar ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญซึ่งอาจจะมีผลต่อ clear zone Abraham และคณะ (1941) ด้วย จากเทคนิคการตัด agar เป็นวงเพื่อเติมสารปฏิชีวนะยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเทคนิคการจัดการ Abraham และคณะจึงได้พัฒนาเทคนิควิธีการทดสอบความไวของเชื้อที่มีต่อสารจุลชีพรูปแบบใหม่ ด้วยการวางชั้นทรงกระบอกลงบน agar จากนั้นบรรจุสารปฏิชีวนะลงในชั้นกระบอกดังกล่าวแทน

## 5.2 ชนิดของยาปฏิชีวนะ

ยาปฏิชีวนะกลุ่มแรกเป็นยาต้านเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ ยาเพนิซิลลิน (Penicillin) ซึ่งสังเคราะห์ได้จากเชื้อรา แต่ในยุคปัจจุบันได้กำเนิดยาต้านเชื้อโรค โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียรุ่มลูกหลานออกมามากมาย จนนับไม่ถ้วน ยกตัวอย่าง กลุ่มยาปฏิชีวนะที่นิยมใช้ในประเทศไทย ดังนี้

5.2.1 เพนิซิลลิน เป็นยาใช้รักษาการติดเชื้อแบคทีเรียได้ในหลายเนื้อเยื่อ อวัยวะ เช่น คออักเสบ เป็นต้นเป็นกลุ่มยาที่ไม่ทนกับกรดในกระเพาะอาหาร จึงจำเป็นต้องรับประทานยาก่อนอาหาร และถูกขับออกจากร่างกายโดยผ่านไต แต่ยาบางตัวในกลุ่มนี้ก็ถูกขับออกโดยผ่านกระบวนการที่ตับก่อน ตัวอย่างยาในกลุ่มเพนิซิลลิน เช่น อะม็อกซิซิลลิน (Amoxicillin) แอมพิซิลลิน (Ampicillin) คาร์เบนนิซิลลิน (Carbenicillin) คลอกซาซิลลิน (Cloxacillin) และฟลูคลอกซาซิลลิน (Flucloxacillin) เป็นต้น

5.2.2 อะมิโนไกลโคไซด์ (Aminoglycosides) เป็นยาปฏิชีวนะใช้รักษาการติดเชื้อแบคทีเรียที่กระดูก ข้อ การติดเชื้อที่ผิวหนัง การติดเชื้อทางเดินหายใจ การติดเชื้อหลังผ่าตัด ยากลุ่มนี้ไม่ดูดซึมทางลำไส้ต้องใช้วิธีฉีด เข้ากล้ามเนื้อหรือฉีดเข้าทางหลอดเลือด มีความเป็นพิษต่อไตและหูชั้นใน ตัวอย่างยากลุ่มอะมิโนไกลโคไซด์ เช่น เจนตามัยซิน (Gentamycin) โทบรามัยซิน (Tobramycin) อะมิคาซิน (Amikacin) สเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) สเปคทิโนมัยซิน (Spectinomycin) เป็นต้น

5.2.3 เซฟาโลสปอริน (Cephalosporin) กานามัยซิน (Kanamycin) และนีโอมัยซิน (Neomycin) จัดเป็นกลุ่มยาปฏิชีวนะที่ออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด เช่น ชนิดก่อการอักเสบของทางเดินหายใจและทางเดินอาหาร ยากลุ่มนี้ไม่ทนกรดเช่นเดียวกับกลุ่มเพนิซิลลิน (Penicillin) และดูดซึมในทางเดินอาหารได้ไม่ดี จึงต้องใช้การฉีดเข้ากล้ามเนื้อหรือเข้าหลอดเลือด แต่ก็พบว่ายาเซฟาโลสปอรินบางตัวมีคุณสมบัติทนกรดได้ดีที่ทั้งยังสามารถให้ยาโดยการรับประทานได้ ยาเซฟาโลสปอรินขับออกจากร่างกายโดยผ่านทางไตออกมากับปัสสาวะ บางส่วนถูกทำลายและผ่านออกมาทางตับแต่เป็นส่วนน้อย ตัวอย่างยาในกลุ่ม เซฟาโลสปอริน เช่นเซฟาโซลิน (Cefazolin) เซฟาคลอร์ (Cefaclor) เซฟูรอกซิม (Cefuroxime) เซฟแทคซิม (Cefotaxime) และ เซฟไตรอะโซน (Ceftriaxone) เป็นต้น

5.2.4 แมคโครไลด์ (Macrolide) จัดเป็นยาปฏิชีวนะที่ใช้แพร่หลายอีกกลุ่มหนึ่ง สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดยการก่อกวนที่สารพันธุกรรม หรือที่เรียกว่า อาร์เอ็นเอ (RNA) ตัวอย่างยากลุ่มแมคโครไลด์ เช่น อีริโทรมัยซิน (Erythromycin) อาซิโทรมัยซิน (Azithromycin) คลาริโทรมัยซิน (Clarithromycin) และโรซิโทรมัยซิน (Roxithromycin) ทำให้เชื้อไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีนในการดำรงชีวิตได้ มักใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อ จากแบคทีเรียในทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง เป็นต้น

5.2.5 เตตราไซคลิน (Tetracyclines) ใช้รักษาการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะและการติดเชื้อในลำไส้ รักษาหลอดลอักเสบแผล ฝีหนอง มีกลไกการออกฤทธิ์โดย ก่อกวนการทำงานของสารพันธุกรรม หรือ

RNA ของ เชื้อแบคทีเรีย ทำให้เชื้อไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีนได้และทำให้เชื้อหยุดการเจริญเติบโต ตัวอย่างยากกลุ่มเตตราไซคลิน เช่น ดอกซีไซ คลิน (Doxycycline) และออกซีเตตราไซคลิน (Oxytetracycline) ข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้ยากกลุ่มเตตราไซคลิน (Tetracyclines) คือ ห้ามใช้ในเด็กก่อนและสตรีมีครรภ์เพราะอาจส่งผลถึงการเจริญเติบโตของกระดูกของเด็กและของทารกในครรภ์ได้ หากใช้ร่วมกับยาคุมกำเนิดจะลดประสิทธิภาพในการคุมกำเนิดจึงอาจตั้งท้องได้ ห้ามใช้ร่วมกับยาลดกรด และยากลุ่มวิตามินที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ เพราะจะลดการดูดซึมยาเตตราไซคลินได้

5.2.6 ควิโนโลน (Quinolones) ใช้รักษาการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบทางเดินปัสสาวะ ทางไต และต่อม ลูกหมาก แต่ไม่ค่อยนำไปใช้รักษาการติดเชื้อในโพรงไซนัส (Sinusitis) ยากลุ่มนี้ออกฤทธิ์โดยรบกวนการสร้าง โปรตีนในสารพันธุกรรมของเชื้อแบคทีเรียที่เรียกว่า DNA ข้อควรระวังและห้ามใช้ยากกลุ่มควิโนโลน คือ ในผู้ที่เป็โรคลมชักเพราะอาจกระตุ้นสมองเป็นสาเหตุให้ชักได้บ่อยขึ้น ตัวอย่างยากกลุ่มควิโนโลน เช่น ไซโปรฟลอกซาซินหรือ ซิโปรฟลอกซาซิน (Ciprofloxacin) เลโวฟลอกซาซิน (Levofloxacin) นอร์ฟลอกซาซิน (Norfloxacin) และโอฟลอกซาซิน (Ofloxacin) เป็นต้น

### 5.3 กลไกการออกฤทธิ์ของยาปฏิชีวนะ

โดยมีกระบวนการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียโดยดังต่อไปนี้

5.3.1 ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า เซลล์เมมเบรน (Cell membrane) ซึ่งเป็นเยื่อบางๆที่ หุ้มตัวเชื้อแบคทีเรีย (มีหน้าที่แลกเปลี่ยนสารต่างๆระหว่างภายในและภายนอกเซลล์) ส่งผลให้สมดุลในการ ดำรงชีวิตของเชื้อโรคละเอียดและตายในที่สุด

5.3.2 ยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า เซลล์วอลล์ (Cell Wall) ซึ่งเป็นผนังภายนอกสุด ของเซลล์ที่ห่อหุ้มเยื่อหุ้มเซลล์อีกที (มีหน้าที่ปกป้องและคงรูปร่างของเซลล์ มักพบกับเซลล์แบคทีเรียและเซลล์พืช ไม่พบในเซลล์สัตว์) ด้วยกลไกนี้จะทำให้เชื้อแบคทีเรียต่างๆไม่สามารถแพร่พันธุ์จึงหยุดการเจริญเติบโต

5.3.3 ก่อกระบวนการสังเคราะห์สารพันธุกรรมในตัวของเชื้อแบคทีเรีย สารพันธุกรรมที่เรามักคุ้นเคยกัน เรียกว่า DNA และ RNA กลไกดังกล่าวจะทำให้เชื้อแบคทีเรียไม่สามารถผลิตลูกหลานออกมาทำอันตรายต่อร่างกายคนเราได้อีกต่อไป

5.3.4 กระตุ้นให้เชื้อแบคทีเรียปลดปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยตัวเองและตายลง อนึ่ง ความสามารถในการทำลายเชื้อแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะไม่ได้ขึ้นกับวิธีการหรือกลไกทำลายเชื้อโรคเท่านั้นแต่ยังขึ้นกับความสามารถในการนำหรือพายาปฏิชีวนะไปยังอวัยวะที่มีการติดเชื้อ หากร่างกายไม่สามารถนำยาไปยังอวัยวะที่มีการติดเชื้อได้ก็ไม่สามารถทำลายเชื้อโรคได้ ซึ่งการนำยาไปยังอวัยวะเป้าหมายมีหลายช่องทาง เช่น การกิน การฉีดใต้ผิวหนัง การฉีดเข้ากล้ามเนื้อ การฉีดเข้าหลอดเลือด และ การทาที่ผิวหนัง เป็นต้น

## 6. การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ คือ ความสามารถในการยับยั้งการเจริญ (microbiostatic) หรือความสามารถในการฆ่าเชื้อจุลชีพ (microbicidal) การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพของสมุนไพร คือ การทดสอบความไวของเชื้อต่อสารต้านจุลชีพที่มีอยู่

### 6.1 การทดสอบความไวของเชื้อต่อสารต้านจุลชีพ

การทดสอบความไวของแบคทีเรียต่อสารต้านจุลชีพ เป็นการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเพื่อบ่งชี้ว่าแบคทีเรียก่อโรคมียังมีความไวหรือต่อเชื้อต้านจุลชีพใด เพื่อเป็นแนวทางสำหรับแพทย์ในการเลือกใช้สารต้านจุลชีพในการรักษาผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการทดสอบมีหลายรูปแบบทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ นอกจากนี้ยังให้ข้อมูลสำหรับการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาเพื่อตรวจหาการเกิดและ การแพร่กระจายของสายพันธุ์แบคทีเรียที่ต้านทานต่อยาปฏิชีวนะหรือปัจจัยความต้านทานในสายพันธุ์ของแบคทีเรียชนิดต่างๆ (Lab Tests Online, 2014) The National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดวิธีการทดสอบความไวของเชื้อต่อสารต้านจุลชีพเป็นวิธีมาตรฐานไว้ โดยมีขั้นตอนที่ชัดเจนตามชนิดของเชื้อ (รวมถึงเชื้อดื้อยาที่เป็นปัญหา) อาหารเลี้ยงเชื้อ ความหนาของอาหารเลี้ยงเชื้อ การเตรียมเชื้อในการทดสอบอุณหภูมิ เวลา และสภาวะในการบ่มเพาะเชื้อ ตลอดจนการอ่านและแปลผล ดังนั้นห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามแบบแผนอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน จึงจะทำให้ผลการทดสอบความไวต่อสารต้านจุลชีพเชื่อถือได้และทำให้การอ่านและแปลผลถูกต้อง

MIC (minimal inhibitory concentration) เป็นความเข้มข้นต่ำสุดของยาที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ หน่วยที่ใช้โดยทั่วไป คือ ไมโครกรัม (ug) ต่อมิลลิลิตร (ml) หรือหน่วยสากล (IU, international unit) ต่อมิลลิลิตร ค่า MIC นี้ สามารถนำมาใช้เป็นค่าเปรียบเทียบเพื่อดูความไวของเชื้อหนึ่งๆ ต่อยาต้านจุลชีพ หลายๆ ชนิดหรือความไวของเชื้อหลายๆชนิดต่อยาหนึ่งๆ และรวมทั้งเพื่อประเมินค่าอื่นที่เกี่ยวข้องกับยา หรือแปลผลของยาต่อเชื้อในการทดสอบเพื่อหาค่า MIC ยาควรได้รับการเจือจางให้มีความเข้มข้นลดลงทุก 2 เท่าไปเรื่อย (2-fold serial dilution)

### 6.2 การเลือกรูปแบบวิธีการทดสอบ

ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างที่สำคัญ คือ ลักษณะของงาน เช่น เป็น งานวิจัยงานตรวจสอบในห้องปฏิบัติการที่ทำเป็นประจำหรือนานๆ ทำครั้งงานที่ต้องรู้ค่า MBC (minimum bactericidal concentration) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของยาที่สามารถฆ่าเชื้อได้ ดังตัวอย่างงานตรวจสอบในห้องปฏิบัติการที่นานๆ ทำครั้ง และแต่ละครั้งมีจำนวนเชื้อที่ทดสอบน้อย จะนิยมใช้ agar diffusion test (เพื่อตัดปัญหาต้อง เตรียมและเก็บสารละลายของตัวยาที่ต้องใช้ใน dilution test) ขณะที่งานที่ต้องการรู้

ค่า MBC ของตัวยาคะนิยมใช้ broth dilution test ชนิดของเชื้อทดสอบ เช่น เชื้อที่เจริญช้าหรือเลือกเฟ้นการใช้อาหารมาก (fastidious dilution test) จะนิยมใช้ broth dilution test ขณะที่เชื้อซึ่งต้องเจริญบนเลือดหรือไม่ต้องการ ออกซิเจน (anaerobe) มักใช้ agar diffusion test หรือเชื้อที่มีอัตราการเจริญไม่คงที่ควรเลือก dilution test จำนวนเชื้อทดสอบ เช่น มีจำนวนเชื้อทดสอบมากและต้องการหาค่า MIC จะนิยมทำ agar dilution test ชนิดของยาทดสอบ เช่น ตัวยาคแพร่กระจาย (diffuse) ใน agar medium ไม่ดี จะนิยม หาค่า MIC ด้วยวิธี dilution test เป็นต้น จำนวนยาทดสอบ เช่น มีตัวยาจำนวนมากแต่มีเชื้อจำนวนน้อย จะนิยมใช้ agar diffusion test เมื่อเลือกรูปแบบวิธีการทดสอบได้แล้วอาจต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลต่อการทดสอบ อาทิ ชนิดของ medium สำหรับ medium ที่ดีควรยอมให้เชื้อทุกชนิดเจริญได้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง (pH) มากขณะที่มีเชื้อเจริญ ไม่มีสารรบกวนการออกฤทธิ์ของยา มีส่วนผสมที่ปรากฏใน broth และ agar medium เหมือนกัน (ยกเว้นสารช่วยให้แข็ง) และควรทดสอบก่อนว่าเชื้อชนิดที่ต้องการทดสอบสามารถเจริญได้ (Alderman and Smith, 2001) medium ที่นิยมใช้ ได้แก่ Mueller Hinton (MH) broth (agar) ถ้าทดสอบพวกที่เจริญยากจะนิยมใช้ brain heart infusion broth (agar) หรือ trypticase soy broth (agar) ในการทดสอบเชื้อรา medium ที่ใช้มีหลายชนิดขึ้นกับชนิดของราและชนิดของยาที่ทดสอบ กล่าวคือ ถ้าเป็นราชั้นสูงจะใช้ Sabouraud dextrose broth (agar), tryptic soy broth (agar), potato dextrose agar แต่ถ้าเป็นราชั้นต่ำจะใช้ glucose yeast extract broth (agar) เป็นต้น

### 6.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อในห้องปฏิบัติการ

#### 6.3.1 Dilution Susceptibility Test

การทดสอบ MIC การทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี dilution test จะเป็นการทดสอบในเชิงปริมาณ เพราะสามารถทราบค่าความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่ทำลายเชื้อได้ นิยมใช้ทดสอบเชื้อที่เจริญได้ช้า ใช้ทดสอบยืนยันผลวิธี diffusion ที่ให้ความไวปานกลางหรือดียาเพื่อสามารถใช้สารสกัดสมุนไพรนั้นในจำนวนสูงๆ ได้ และใช้ทดสอบความไวของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ (anaerobe) หลักการโดยทั่วไปของวิธีทดสอบแบบ broth และ agar dilution susceptibility test จะคล้ายคลึงกัน คือ จะเจือจางสารสกัดสมุนไพรใน medium ให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ จากนั้นจึงใส่เชื้อลงในบน medium ที่มีสมุนไพรภายหลังการบ่มเพาะให้ดูค่า MIC ทั้งนี้โดยสังเกตความขุ่น หรือใสของ broth และมีหรือไม่มีเชื้อเจริญขึ้นบน agar Broth dilution test (J.M. Ericsson and J.C. Sherris, 1971) เป็นการทดสอบหาความไวของเชื้อต่อสมุนไพรที่ละเอียดวิธีหนึ่ง การทดสอบนี้จะทำให้ทราบทั้ง MIC และ MBC ของ สมุนไพรนั้นๆ กับเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการทดสอบ หลักการโดยทั่วไปของวิธีนี้คือ เลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวซึ่งมีสารสกัดสมุนไพรในปริมาณต่างๆกันผสมอยู่และ

สังเกตการณ์เจริญเติบโตของเชื้อ วิธีการทำ broth dilution test วิธีการนี้ยังสามารถแบ่งเป็น macrodilution (หรือ tube) test และ microdilution dilution test broth microdilution test จะทำในหลอดทดลอง โดยทำการเจือจางสารต้านจุลชีพ stock solution ด้วยตัวเจือจาง หรือด้วย broth ในลักษณะลดลงทุก 2 เท่า (2-fold serial dilution) ไปเรื่อยๆ ปริมาตรสุดท้ายที่อยู่ในหลอด เท่ากับ 0.5 มล. และต้องมีหลอดควบคุมที่ไม่มีสารสกัดสมุนไพร เตรียมเชื้อที่ทดสอบให้ได้ขนาดโดยอาจใช้วิธีเทียบ

6.3.2 Broth dilution test (J.M. Ericsson and J.C. Sherris, 1971) เป็นการทดสอบหาความไวของเชื้อต่อสารต้านจุลชีพที่ละเอียดวิธีหนึ่ง การทดสอบนี้จะทำให้ทราบทั้ง MIC และ MBC ของ สารต้านจุลชีพนั้นๆกับ เชื้อจุลชีพที่ทำการทดสอบ หลักการโดยทั่วไปของวิธีนี้คือ เลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวซึ่งมีสารต้านจุลชีพในปริมาณต่างๆ กันผสมอยู่และสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อ

6.3.2.1 การทำ broth dilution test วิธีการนี้ยังสามารถแบ่งเป็น macrodilution (หรือ tube) test และ microdilution dilution test broth macrodilution test จะทำในหลอดทดลอง โดยทำการเจือจางสารสกัดสมุนไพร stock solution ด้วยตัวเจือจางหรือด้วย broth ในลักษณะลดลงทุก 2 เท่า (2-fold serial dilution) ไปเรื่อยๆ ปริมาตรสุดท้ายที่อยู่ในหลอด เท่ากับ 0.5 มล. และต้องมีหลอดควบคุมที่ไม่มีสารสกัดสมุนไพร เตรียมเชื้อที่ทดสอบให้ได้ขนาดโดยอาจใช้วิธีเทียบ 10 ความขุ่นกับ McFarland เบอร์ 0.5 หรืออาจ ใช้การวัดความขุ่นด้วย spectrophotometer แล้วเจือจางลงเพื่อให้ได้ขนาดเชื้อที่ต้องการ

6.3.2.2 การทำ broth macrodilution test จะทำในหลอดทดลอง โดยทำการเจือจาง สารต้านจุลชีพ stock solution ด้วยตัวเจือจาง หรือด้วย broth ในลักษณะลดลงทุก 2 เท่า (2-fold serial dilution) ไปเรื่อยๆ ปริมาตรสุดท้ายที่อยู่ในหลอดเท่ากับ 0.5 มล. และต้องมีหลอดควบคุมที่ไม่มีสารต้านจุลชีพ เตรียมเชื้อที่ทดสอบให้ได้ขนาด โดยอาจใช้วิธีเทียบ 10 ความขุ่นกับ McFarland เบอร์ 0.5 หรืออาจใช้การวัดความขุ่นด้วย spectrophotometer แล้วเจือจางลงเพื่อให้ได้ขนาดเชื้อที่ต้องการ

6.3.2.3 broth microdilution test ทำใน microtiter plate 96-well โดยเจือจาง stock solution ด้วย broth แบบ 2- fold serial dilution มีหลุมควบคุมเป็น broth ที่ไม่มีสารต้านจุลชีพในแต่ละหลุมจะมีปริมาตรเท่ากับ 50 ไมโครลิตร จากนั้นใส่เชื้อที่ปรับขนาดแล้ว (ใช้เชื้อประมาณ 10<sup>5</sup> CFU/มิลลิลิตร) 50 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุมแล้วปิดฝา ก่อนนำไปบ่มเพาะ อ่านค่า MIC โดยดูความขุ่นด้วยตาเปล่าหรืออาจใช้สารบางอย่างที่สามารถบ่งชี้การเจริญของเชื้อได้เพื่อให้อ่านค่าได้ง่ายขึ้น ดังเช่นงาน การวิจัยของ Eloff (1998) ที่ได้ทดลองโดยใช้สาร tetrazolium dye หลายชนิด ได้แก่ tetrazolium red, thiazolyl blue และ p-lodonitrotetra- zolium violet (INT) เป็นสารบ่งชี้การเจริญของแบคทีเรีย



(biologically active organisms) โดยหากเชื้อมีการเจริญจะสามารถเปลี่ยนสารที่ไม่มีสีเป็นสารสีได้ ซึ่งพบว่า p-lodonitrotetrazolium violet ให้ผลการวัดการเจริญได้ของเชื้อที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำได้รวดเร็ว แม่นยำและเหมาะนำมาใช้ศึกษาสมุนไพร เนื่องจากสามารถลดการรบกวนการอ่านผลเนื่องจากสีและความขุ่นของสมุนไพรบางชนิดได้หากดูความขุ่นด้วยตาเปล่า

6.3.3 Agar dilution test เป็นการทดสอบความไวของเชื้อแบบปริมาณวิเคราะห์โดยมีหลักการทดสอบคล้ายคลึงกับ Broth dilution method ต่างกันเพียงชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อเท่านั้น กล่าวคือทำการทดสอบ โดยการเจือจางสารทดสอบในอาหารร่วนและถ่ายเชื้อลงบนผิวของอาหารร่วน ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถทำการ ทดสอบเชื้อหลายชนิดบนอาหารเลี้ยงเชื้อจานเดียวกันได้ วิธีนี้สามารถหา ค่า MIC ได้

6.3.3.1 การทำ agar dilution test นำ stock solution มาเจือจางด้วยน้ำหรือตัวเจือจางที่เหมาะสมจนได้ ความเข้มข้นเป็น 10 เท่าของความเข้มข้นที่ต้องการทดสอบ แล้วจึงใส่ใน agar medium ซึ่งหลอมไว้ (45-50 °C) การเตรียมขนาดเชื้อด้วยวิธีการเดียวกับที่ทำใน broth dilution test แต่เจือจางขนาดเชื้อลงให้ได้ขนาดเชื้อซึ่งเมื่อแต่ละลงบน agar แล้วให้ได้เชื้อประมาณ  $1 \times 10^6$  ตัวต่อจุด เมื่อแต่ละเชื้อลงบน agar ทดสอบแล้ว ต้อง ทิ้งให้ซึมหดก่อนคว่ำ plate นำไปบ่มที่ 35-37 °C นาน 16- 20 ชั่วโมง (เชื้อที่เจริญช้าอาจให้นานมากกว่า 48 ชั่วโมง) แล้วอ่านค่า MIC ที่ความเข้มข้นที่จะต้องไม่มีเชื้อขึ้นเลย

6.3.3.2 Disc diffusion method (Kirby-Bauer) เป็นวิธีที่ใช้แพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากสะดวก ประหยัด และใช้เวลาน้อยกว่าวิธีอื่น วิธีนี้เป็นการทดสอบในเชิงคุณภาพ สามารถบอกผลได้ว่า เชื้อมีความไวต่อการ ทดสอบหรือไม่ ไม่อาจทราบค่า MIC ได้ ไม่เหมาะในการทดสอบเชื้อที่เจริญช้าและเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศในการดำรงชีพ หลักการทั่วไปคือ การทำให้สารต้านจุลชีพที่มีในแผ่นกระดาษกรอง (paper disc) ที่เตรียมไว้ก่อนซึมไปในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้กระจายเชื้อ (spread) ในจำนวนที่เหมาะสมไว้ แล้วนำไปเพาะเลี้ยงให้เชื้อเจริญเติบโต อ่านผลการทดสอบโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone ซึ่งจะเห็นเป็นวงใสไม่มีโคลนเชื้อรอบแผ่น disc ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแปรตามขนาดของ inhibition zone วิธีการนี้โดยทั่วไปมักทำการทดสอบสารต้านจุลชีพเพียงความเข้มข้นเดียวและใช้เป็นการตรวจกรองฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพของสารต้านจุลชีพ เช่น ยา หรือสมุนไพรในเบื้องต้น นอกจากขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใสที่ได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความไวของเชื้อที่ทดสอบแล้วยังอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดโมเลกุลของสารต้านจุลชีพ ความสามารถในการละลายหรือซึมไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ อัตราการเจริญของเชื้อ ภาวะความเป็นกรด-ด่าง และ ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ตลอดจนระยะเวลาในการเพาะเชื้อ สำหรับแหล่งรองรับสมุนไพร (drug

reservoir) ที่ใช้มักใช้เป็นกระดาษซับวงกลม (filter paper dish) หรืออาจเรียกว่า dish sensitivity test หรืออาจเป็นหลุมที่เจาะลงในเนื้อ agar

6.3.3.3 Disc diffusion test และ Hole-plate diffusion เตรียมเชื้อเพื่อใช้ในการทดสอบโดยเพิ่มจำนวนเชื้อแบคทีเรียในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว วัดความขุ่นของเชื้อเพื่อให้ได้จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่เหมาะสมกับการทดสอบแล้ว spread เชื้อบน Mueller-Hinton agar ให้ทั่ว จุ่มกระดาษกรองปลอดเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ในสารละลายสารต้านจุลชีพและวางลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ควรทำกลุ่มควบคุม คือ กระดาษกรองปลอดเชื้อที่จุ่มในตัวทำละลายสารต้านจุลชีพ หรืออาจใช้วิธีการเจาะหลุม (hole - plate diffusion) (เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) แล้วหยดสารละลายสารต้านจุลชีพ ลงไปประมาณ 40 ไมโครลิตร/หลุม บ่มเพาะเชื่อนาน 24 ชั่วโมง แล้ววัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition zone โดยเทียบกับกลุ่มควบคุม การแปรผลของวิธีนี้จะสามารถบอกได้เพียงว่าสารต้านจุลชีพที่ความเข้มข้นนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้มากหรือน้อยตามขนาดของบริเวณใสเท่านั้น และอาจใช้การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่เกิดจากยาปฏิชีวนะมาตรฐานก็ได้

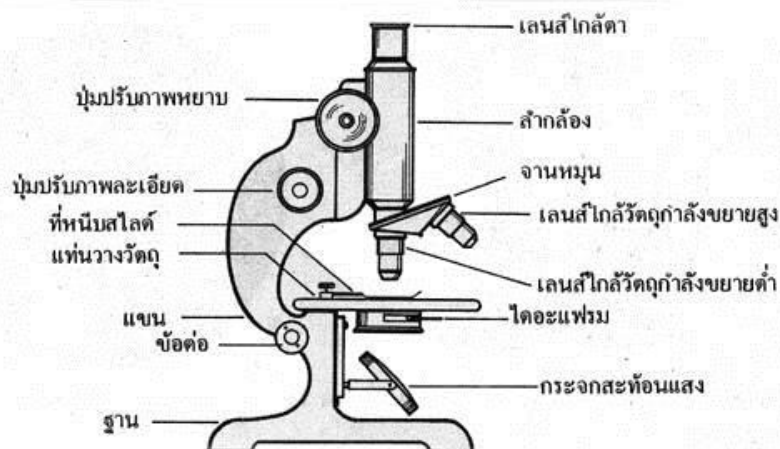
## 7. การวิเคราะห์โดยการถ่ายภาพ

นักวิจัยทั้งหลายพยายามค้นหาวิธีการเก็บข้อมูลจากภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น ใช้เวลาน้อยลงและสามารถทำซ้ำได้มากกว่าเทคนิคอื่น (Chanda & Majumder, 2004) การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ภาพดิจิทัลอาจช่วยให้กระบวนการนี้วิเคราะห์บริเวณของการยับยั้งได้แม่นยำมากขึ้นในการทดสอบการแพร่ผ่านดิสก์ Kirby Bauer, 2005 ระบุว่า การวิเคราะห์ภาพที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบข้อมูลภาพช่วยในการแก้ปัญหาด้านภาพ ในขณะที่สถาบันมะเร็งแห่งชาติกำหนดการวิเคราะห์ภาพดิจิทัลเป็นนวัตกรรมการถ่ายภาพหรือข้อมูลประเภทอื่นถูกเปลี่ยนเป็นจุดหรือตัวเลขเพื่อให้สามารถสังเกตและวิเคราะห์บนคอมพิวเตอร์ได้ ขั้นตอนการประมวลผลภาพที่ดำเนินการวิเคราะห์ภาพดิจิทัลอาจแตกต่างกันตามความซับซ้อนและข้อกำหนดสำหรับอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน (Chanda & Majumder, 2004)

เลนส์ตาของมนุษย์เป็นสิ่งที่ยอดเยี่ยมมากในการตรวจจับความแตกต่างและตรวจวัดความต่างของสี แต่อาจจะตรวจจับได้ยาก เช่น สีเข้มหรือจัดสีโดยไม่มีมาตรฐานในการรับรอง (Glassner, 1995) ดังนั้นการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายด้วยระบบดิจิทัลจึงเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์สมบัติเหล่านี้ซึ่งสายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์อยู่นอกเหนือข้อจำกัดทางสายตาและสมองของมนุษย์ในการรับรู้ภาพ สามารถดูภาพได้โดยการตรวจสอบพิกเซล (pixel) ของแต่ละภาพ ประมวลผลและพัฒนาข้อสรุปโดยอ้างอิงจากฐานความรู้และคุณลักษณะต่างๆ เช่น เครื่องมือการจัดรูปแบบ Digital imaging-Image analysis – Lab Auto media

### 7.1 Stereomicroscope

เป้าหมายของกล้องจุลทรรศน์ภาพดิจิทัลคือการวิเคราะห์ปริมาณอะนาล็อกจากข้อมูลดิจิทัลได้อย่างแม่นยำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Vliet, Boddeke, Sudar, & Young, 1998) กล้อง Stereomicroscope ได้รับการออกแบบเพื่อการสังเกตการณ์ มีการขยายภาพต่ำ (2-100x) โดยใช้การส่องสว่างด้วยแสงที่ส่องมา (แสงที่สะท้อนจากพื้นผิวของตัวอย่างจะถูกสังเกตโดยผู้ใช้) อย่างไรก็ตามในอุปกรณ์บางอย่างก็เป็นไปได้ที่จะรวมกับแสงที่ส่องเพื่อให้มุมมองที่แตกต่างกันไป ดวงตาด้านซ้ายและด้านขวาจะใช้เส้นทางออปติคอลแสงแบบแยกกันโดยมีวัตถุประสงค์ส่องจุดและส่องช่องมองภาพ ใช้วิธีนี้ช่วยให้สามารถสร้างภาพสามมิติของตัวอย่างได้ ("Compound and Stereo- microscopes - Microscopes 4 Schools" n.d.)



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่อง Stereomicroscope

ที่มา: [http://nanaleena.blogspot.com/2013/06/blog-post\\_23.html](http://nanaleena.blogspot.com/2013/06/blog-post_23.html)

stereomicroscope มักประกอบด้วยล้อยักษ์แหล่งกำเนิดแสง เลนส์ตาประกอบด้วยระบบซูม ระบบช่องมองภาพและฐานสำหรับวางวัตถุ ระบบซูมประกอบด้วยสองระบบที่มี collocated ที่ความสูงเดียวกัน การจัดเรียงรูปแบบนี้เพื่อลดขนาดของวัตถุในแนวตั้ง ทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์สามารถมองเห็นเป้าหมายที่อยู่ด้านล่าง stereomicroscope ด้วยตาเปล่า (Patent, 2009) Stereomicroscopes เป็นคุณลักษณะทั้งหมดที่มีอยู่ในกล้องจุลทรรศน์แบบดั้งเดิมที่มีข้อดีมากมาย เริ่มต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอมีสองเลนส์ ดังนั้นผู้ใช้สามารถใช้ทั้งสองตาเพื่อมองผ่านช่องมองภาพ ทำให้ง่ายต่อการโฟกัสไปยังวัตถุที่กำลังมองหาความสามารถ ของ stereomicroscope เพิ่มเติมคือเพิ่มการรับรู้ในเชิงลึก ช่วยให้ผู้ใช้มองเห็นวัตถุ

ในสามมิติ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญเมื่อเทียบกับกล้องจุลทรรศน์แบบเดิม (Microscopes, Microscopes, Microscopes, Microscopes และ Microscope, 2017) การมีเลนส์ซูมให้ตัวเลือกที่ไม่จำกัด สำหรับความละเอียด และผู้ใช้สามารถควบคุมโฟกัสได้มากกว่า ในขณะที่กล้องจุลทรรศน์แบบเดิมมีลูกบิดสองปุ่มเพื่อปรับภาพ stereomicroscopes สามารถใช้เลนส์ซูมเพื่อขยายวัตถุที่กำลังดูได้อย่างซ้ำๆ นอกจากนี้คุณลักษณะอื่นๆ ที่พบในกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอจำนวนมากคือ ระบบส่องสว่างแบบคู่ แสงสว่างแบบเดิมที่อยู่ด้านล่างของฐานของวัตถุรวมถึงเลนส์อีกตัวหนึ่งที่อยู่เหนือเลนส์วัตถุประสงค์ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็นชิ้นวัตถุ ได้มากขึ้น กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอมีความหลากหลายและใช้งานง่าย ดังนั้นจึงเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้โดยผู้ชำนาญการในห้องปฏิบัติการ (Column n.d.)

กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอเป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีการใช้งานใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น ด้านทันตกรรม การผ่าตัดด้วยกล้องระดับจุลภาค การผลิตแผงวงจรหรือการตรวจสอบการผลิตนาฬิกา และวิศวกรรมด้านนิติวิทยาศาสตร์ (Yang et al., 2000) การดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการสังเกตพฤติกรรมของยีนในอวัยวะที่สำคัญของหนูที่มีชีวิต รวมถึงการประยุกต์ใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอร่วมกับ green fluorescent protein (GFP) เสมือนเป็นตัวตรวจวัด การตรวจพฤติกรรมของอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ต่อมลูกหมาก และตับอ่อนของหนู เป็นต้น จะสังเกตได้โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่มีกำลังขยายขนาด 37 นาโนเมตร และทำการถ่ายภาพลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปของเนื้อเยื่อตัวอย่าง (Calder et. al., 2015)

## 7.2 โปรแกรม Image J

โปรแกรมวิเคราะห์ภาพทางวิทยาศาสตร์ หรือ ImageJ มีชื่อเดิมว่า NIH Image ก่อตั้งขึ้นเมื่อ 25 ปีที่แล้ว โดย Wayne Rasband จาก Research Services สาขา National Institute of Mental Health ในเมือง Bethesda รัฐแมริแลนด์ โปรแกรมนี้ถูกเขียนมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปภาพ ตัวอย่างเช่น การนับจำนวนเซลล์ที่ได้จากภาพถ่าย การหาพื้นที่ของวัตถุ เป็นต้น โดยทำการวัดขนาดของอนุภาคที่ปรากฏในรูปภาพ นอกจากนี้ ต่อมาได้มีการพัฒนามาวิเคราะห์ขนาดของเกรนและการกระจายตัวของภาคตัดขวางของวัสดุ เป็นการประยุกต์ใช้เพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุอีกวิธีหนึ่ง เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ภาพที่ให้มีการดาวน์โหลดได้ฟรีและยังมีการเปิด source code ให้มีการพัฒนาอีกด้วย (Abramoff et al., 2005) ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้มากขึ้นในการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มากมาย ซึ่งข้อดีของโปรแกรมนี้นี้ คือ

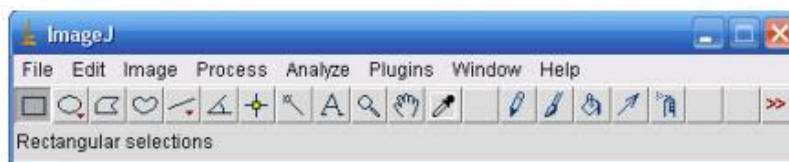
1. การนำภาพมาวิเคราะห์ สามารถเลือกภาพถ่ายที่มีขนาด 8 บิต, 16 บิต และ 32 บิต
2. สกุลไฟล์ภาพที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS และ Raw
3. สามารถคำนวณพื้นที่และปริมาณ Pixel ตามการเลือกพื้นที่ของผู้ใช้ กำหนดรูปแบบผ่านโหมด contrast manipulation, sharpening, smoothing, edge detection และ median filtering

4. ดาวน์โหลด Plug in ตามลักษณะที่สนใจได้
5. เปิดกว้างการพัฒนา source code สำหรับผู้สนใจและพัฒนาโปรแกรม

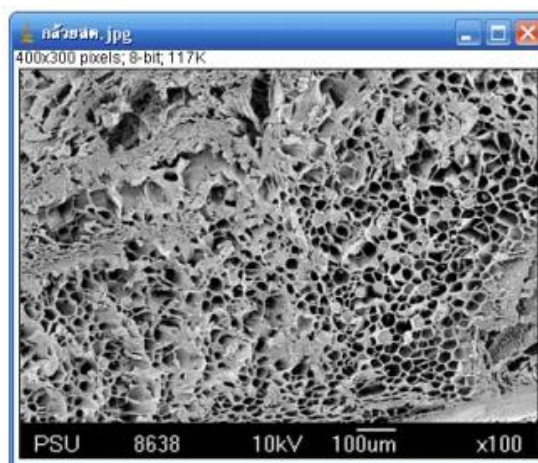
โปรแกรมถูกเขียนขึ้นโดยภาษาจาวา และใช้ชื่อว่า ImageJ เวอร์ชัน 0.5 (Abramoff et al., 2005) เป็นรุ่นบุกเบิกของ ImageJ ซึ่งได้รับการเผยแพร่เมื่อวันที่ 23 กันยายน 2540 และปัจจุบันมีเวอร์ชัน 1.5 ImageJ นอกเหนือจากการเป็นสาธารณะสมบัติแล้วยังสามารถใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการอื่นๆได้อีกด้วย สามารถใช้งานการถ่ายภาพได้เต็มรูปแบบและมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง ImageJ มีเครื่องมือที่เป็นประโยชน์มากมายสำหรับการประมวลผลภาพรวมทั้งการใช้ซอฟต์แวร์และตัวกรองรูปภาพมาตรฐาน (เฉลี่ยและมัธยฐาน) ซึ่งเป็นขั้นตอนการลบพื้นหลังที่ยอดเยี่ยมซึ่งสามารถจัดการกับพื้นหลังที่ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้โปรแกรมวิเคราะห์ภาพ ImageJ ยังรองรับไฟล์มาตรฐานจำนวนมากซึ่งรวมถึงการใช้งานที่สนับสนุนภาพคอมโพสิต 48 บิตล่าสุด ซึ่งหมายความว่าข้อมูลมักจะถูกนำเข้ามาพร้อมกับข้อมูลรูปภาพซึ่งไม่รวมถึงข้อมูลที่มีค่าต่างๆ เช่น การตั้งค่าการรับแสง และการใช้พลังงานเลเซอร์เท่านั้น แต่ยังคงจำเป็นต้องมีการตั้งค่าที่สำคัญ เช่น ขนาดพิกเซล อัตราการรับภาพ ซึ่งจำเป็นสำหรับการใช้งานที่เหมาะสม (Collins, 2007) ImageJ ยังช่วยในการตีความคลังข้อมูลที่สามารถปรับเปลี่ยนภาพได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบต่าง เช่น ตัวอย่างเช่น ImageJ สามารถแปลงภาพ TIF เป็น avi สามารถสร้างภาพ 3 มิติ จาก z-stacks ที่มีการหมุน 360 องศาและสามารถใช้เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานเมื่อสร้างโปรโตคอลชีวสารสนเทศทางวิธีโอใหม่ (Bhanu Prue, 2015)

การใช้โปรแกรม ImageJ มีรูปแบบการใช้ คือ

1. เปิดโปรแกรม ImageJ จะแสดงหน้าต่างของโปรแกรมมีเฉพาะส่วนที่เป็นเมนูคำสั่งและไอคอนสัญลักษณ์เครื่องมือวัด

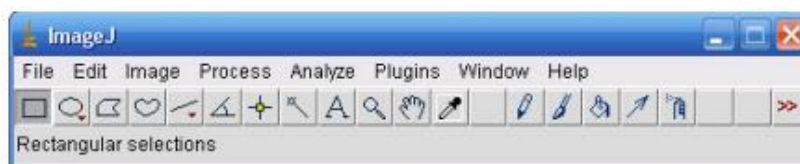


2. เปิดไฟล์ภาพที่ต้องการวิเคราะห์ File > Open มุมบนด้านซ้ายใต้ชื่อภาพ แสดงขนาดของภาพในหน่วย pixel และโหมดสี

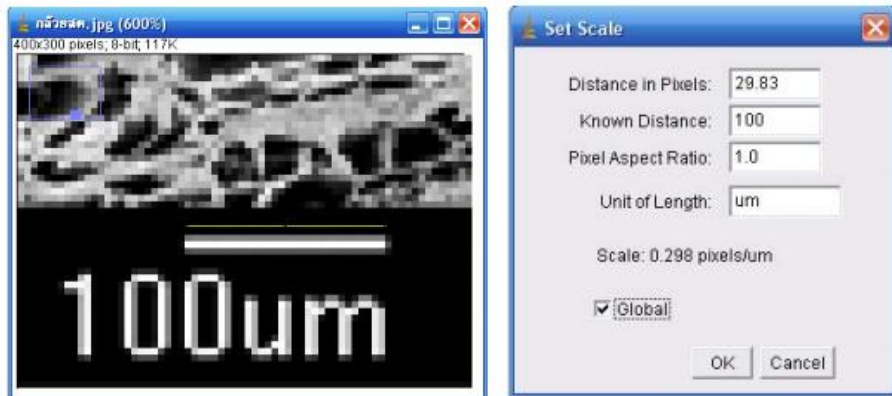


โดยปกติแล้วภาพที่นำมาวัดความยาวหรือพื้นที่ จะมีความหนาแน่นของจุดภาพ หรือความละเอียด (ความคมชัด) ที่แตกต่างกันไป โปรแกรม ImageJ จึงไม่สามารถบอกความละเอียดของภาพเป็นหน่วยความยาวตามระบบการวัดความยาวได้ แต่จะบอกขนาดของภาพได้ในหน่วยพิกเซล (pixel) ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของภาพ โดยภาพหนึ่งๆ จะประกอบไปด้วยจุดภาพหรือพิกเซลจำนวนมาก เช่น ภาพมีความละเอียด 800x600 pixels แสดงว่า ด้านยาวของภาพมีค่าเท่ากับ 800 จุด และด้านกว้างของภาพเท่ากับ 600 จุดดังนั้น ก่อนวัดระยะหรือพื้นที่บนภาพด้วยเครื่องมือวัดในโปรแกรม ImageJ จำเป็นต้องปรับเทียบความละเอียดของภาพในหน่วย pixel ให้เป็นหน่วยความยาวตามระบบการวัดสากลก่อน จึงจะสามารถระบุความยาวที่แท้จริงของวัตถุบนภาพได้ ให้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

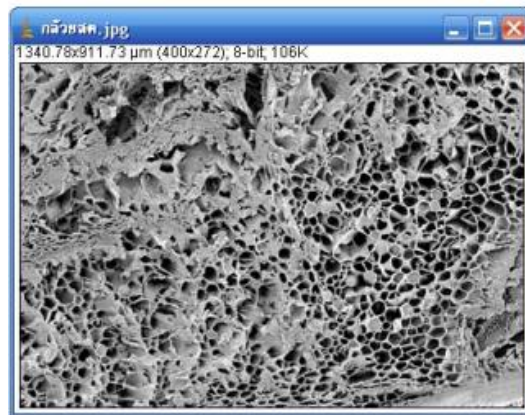
2.1 ใช้เครื่องมือ magnifying glass เพื่อทำการขยายภาพ จากนั้นใช้เครื่องมือ straight line selections คลิกลากทับเส้นขนาด 10 um



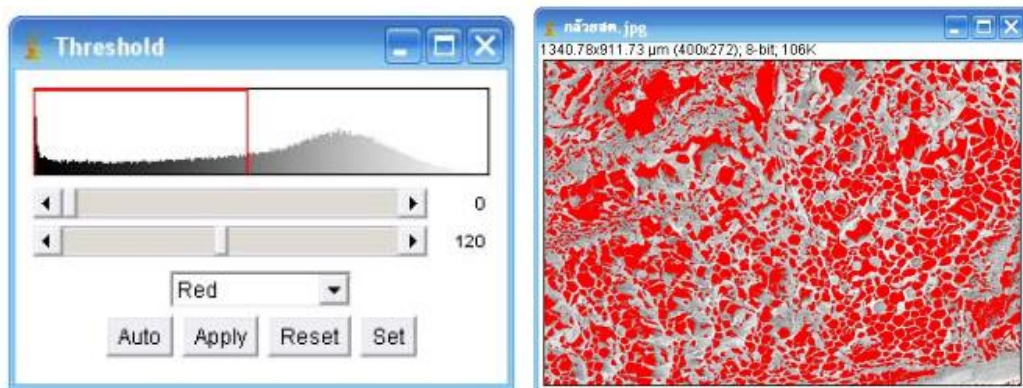
2.2 เลือก Analyze > Set scale ใส่ค่า unknown distance: 100 ใส่หน่วย unit of length: um จากนั้นคลิกเลือก global แล้วกด OK เพื่อเทียบค่าความยาวในหน่วย pixel เป็นหน่วยความยาวจริง



2.3 เลือกส่วนของภาพเฉพาะที่ต้องการ โดยใช้เครื่องมือ rectangular selections คลิกลากเฉพาะส่วนที่ต้องการ จากนั้นไปที่ส่วน image > crop จะได้ภาพส่วนที่ต้องการ จากนั้นเลือดชนิดของภาพโดยไปที่ image > type > 8-bit



2.4 เลือกพื้นที่รูพรุนที่ต้องการวัดโดยไปที่ image > adjust > threshold (จากภาพตัวอย่างทำการเซตค่า threshold เป็น 0-120)





2.5 เลือกการวิเคราะห์โดยไปที่ analyze > analyze particles > เซตค่าและทำการเลือกค่าการวิเคราะห์ จากนั้นกด OK จะได้ข้อมูลที่ต้องการและภาพ drawing



### 7.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรม ImageJ

การทำงานร่วมกับโปรแกรมเสริม ImageJ มีฟังก์ชันการประมวลผลภาพและ OpenCV ซึ่งมีระบบการอ่านข้อมูลคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์มากมาย Kaufman และ Skrtic ทำการวิจัยเกี่ยวกับขั้นตอนทางพันธุกรรมเพื่อตรวจสอบเซลล์ต้นกำเนิด fibroblasts (GFs) และเซลล์ต้นกำเนิดจากเยื่อโพรงจมูก (DPMSCs) เพื่อสร้างชั้นเยื่อในหลอดทดลอง โดยเลียนแบบความแข็งแรงและองค์ประกอบโปรตีนของแมทริกซ์นอกเซลล์ (ECM) (2017) Matrigel-ECM (M-ECM, 0-100%) สำหรับ 7-28d และแมทริกซ์คอลลาเจน/ไฟรริน สำหรับ 14d ถูกนำมาใช้เพื่อบ่มเซลล์ และใช้วิธีการดั้งเดิมในการตรวจสอบ คือ fluorescence และ microscopies confocal โดย GFs และ DPMSCs สามารถตรวจวัดด้วย RT-PCR และ immunocytochemistry นอกจากนี้ในปี 2008 Kim ได้ออกแบบการวิเคราะห์การทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะแบบ miniaturized โดยใช้โครงสร้างเครือข่ายแบบ microchannel เพื่อสร้างชุดค่าความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะและห้องเพาะเลี้ยงเซลล์ที่มีความเชี่ยวชาญเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซ

งานวิจัยนี้ส่งผลให้ได้วิธีการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะซึ่งสามารถกำหนดค่า MIC ได้ตั้งแต่ 3 เซนติเมตร โดยการตรวจสอบการเจริญเติบโตของเซลล์แบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยตรงเพียง 10-20 ul ของสารละลายยาปฏิชีวนะ ภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ได้รับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ImageJ เพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการ เช่น แสง ในขณะที่เดียวกันปี 2016 Suaifan และคณะได้สร้างเครื่องตรวจวัดขนาดสีและเชิงปริมาณที่เรียบง่าย รวดเร็วขึ้นเพื่อตรวจหาสารปนเปื้อนในอาหารของเชื้อ *Escherichia coli* O157: H7 ในการผลิตอาหารที่ซับซ้อนเพื่อทดแทนเทคนิคการตรวจหาแบบดั้งเดิมที่ต้องใช้เวลานาน ดังนั้นจึงได้พัฒนาไบโอเซนเซอร์ภาพอัลตราไวโอเล็ตอย่างรวดเร็วของ *E. coli* O157: H7



ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสีกับความเข้มข้นของเชื้อ *E. coli* O157: H7 เพื่อตรวจหาปริมาณการเปลี่ยนแปลงสีที่ตรวจจับด้วยตาเปล่าและวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ImageJ ซึ่งเป็นต้นแบบไบโอเซนเซอร์ความไวสูงและมีการประยุกต์ใช้ร่วมกับ shift semi-conductors ที่มีราคาต่ำ สามารถใช้แล้วทิ้งได้ในครั้งเดียวเพื่อลดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

## บทที่ 2

### วิธีการดำเนินการวิจัย

#### อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี

##### อุปกรณ์

Autoclave ยี่ห้อ BIOBASE รุ่น BKQ-B150(II) ประเทศจีน  
 Balance ยี่ห้อ AND รุ่น GR-200 ประเทศญี่ปุ่น  
 Cooling water bath ยี่ห้อ Lauda RA24 ประเทศเยอรมัน  
 Digital pH meter ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น FiveFasy F20  
 Incubator ยี่ห้อ Memmert ประเทศ เยอรมนี  
 Laminar air flow ยี่ห้อ Biobase รุ่น BBS-DDC ประเทศจีน  
 Magnetic stirrer with heating plate รุ่น Model PC-220 บริษัท Tomas Scientific สหรัฐอเมริกา  
 Measuring Cylinder ขนาด 10 50 100 500 1000 mL ยี่ห้อ ISOLAB  
 Paper disc ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Whatman บริษัท แวงค์เทรตติ้ง จำกัด  
 Test tube ขนาด 16x100 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Duran  
 Reagent bottle ยี่ห้อ Duran ขนาด 500, 1000 mL  
 Stereomicroscope รุ่น Primo Star ยี่ห้อ Carl Zeiss ประเทศเยอรมนี  
 แท่งแก้วคน (stirring rod)

##### สารเคมี

Plate Count Agar ยี่ห้อ TM MEDIA  
 Sodium hydroxide ยี่ห้อ SIDMA-ALDRICH  
 Hydrochloric acid ยี่ห้อ SIDMA-ALDRICH

##### ยาปฏิชีวนะ

Ampicillin 1G injection (NADICILLIN)  
 Ceftriaxone 1G injection (Cef-3 IV)  
 Ciprofloxacin 400 mg injection (Cifloxin)

Clindamycin 600mg injection (ROSIL)

Vancomycin 500mg injection (Vancogen)

### **เชื้อแบคทีเรีย**

แบคทีเรียแกรมบวก(+) ได้แก่ *Escherichia coli* ATCC25923

แบคทีเรียแกรมลบ(-) ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC25922

### **วิธีการทดลอง**

#### **1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง (Nutrient agar: NA)**

1.1 beep exact 3 กรัม peptone 5 กรัม ผงวุ้น 15 กรัม และน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 1000 mL ผสมให้เข้ากัน อุดจุกด้วยสำลีและนำไปต้มจนผงวุ้นละลาย

1.2 ตั้งทิ้งไว้พออุ่นถ่ายลงในขวดใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่ง (autoclave) ความดันไอ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เทใส่เพลทแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 x 60 มิลลิเมตรที่ทำการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ภายในตู้ laminar flow วางทิ้งไว้จนอาหารแข็ง

#### **2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว (Nutrient both: NB)**

2.1 beep exact 3 กรัม peptone 5 กรัม และน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มจนผงวุ้นละลาย และบรรจุใส่หลอดทดลองขนาด 16x100 มิลลิเมตร หลอดละ 5 มิลลิลิตร และขวดรูปชมพู่ ขวดละ 25 มิลลิลิตร

2.2 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่ง (autoclave) ความดันไอ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

#### **3. การเตรียมยาปฏิชีวนะที่ใช้ในห้องทดลอง**

3.1 ทำการเตรียมความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines) โดยปริมาตรของยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ 20, 10, 5, 2, 1 และ 0.5 µl

### ตัวอย่างการคำนวณ

ยา Ciprofloxacin ใช้ความเข้มข้น 5 µg/ 20µl

$$\begin{aligned}
 C_1V_1 &= C_2V_2 \\
 (200 \text{ mg/ } 100 \text{ ml} \times 1000 \text{ µg/ } 1 \text{ mg}) \times V_1 &= 5 \text{ ug /} 20 \text{ ul} \times 1000 \text{ µl} \\
 2000 \text{ µg/ml} \times V_1 &= 250 \text{ µg} \\
 V_1 &= 250 \text{ µg} \div 2000 \text{ µg/ml} \\
 V_1 &= 0.125 \text{ ml} \\
 V_1 &= 0.125 \text{ ml} \times 1000 \text{ ul} \\
 V_1 &= 125 \text{ µl}
 \end{aligned}$$

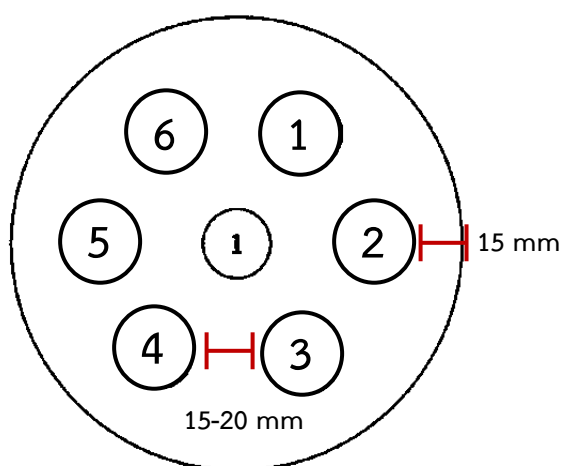
**ตารางที่ 1** ชนิดและความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดลองตามแนวทางการวิจัย CLSI และ ปริมาตรของการเตรียมยาปฏิชีวนะต่อความเข้มข้นนั้นๆ

Antibiotics	Target Concentration according to CLSI guidelines (ug/ul)	Standard Dilution
1. Ciprofloxacin	5 ug/ 20ul	125 ul + 875 ul DI
2. Clindamycin	2 ug/ 20ul	0.67 ul + 999.33 ul DI
3. Ampicillin	10 ug/ 20ul	5 ul + 995 ul DI
4. Ceftriaxone	30 ug/ 20ul	25 ul + 975 ul DI
5. Vancomycin	30 ug/ 20ul	30 ul + 970 ul DI

#### 4. การลงเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Swab

4.1 เชื้อเชื้อจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อมา 1 โคโลนี ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว (NB) บ่มที่ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 ชั่วโมง จากนั้นปรับความขุ่นด้วย sterile sodium chloride 0.85% ให้ได้ความเข้มข้นของจำนวนเซลล์เท่ากับ  $10^8$  CFU/ml

4.2 ทำการ Swab เชื้อโดยใช้ไม้พันสำลีที่ปลอดเชื้อจุ่มเชื้อทดสอบที่เตรียมไว้ในข้อ (2.1) เกลี่ยให้ทั่วผิวน้ำอาหาร NA จากนั้นใช้ปากคีบปลอดเชื้อ (Sterile forceps) คีบ paper disc NA ที่ swab เชื้อ แล้ว โดยให้แผ่น paper disc ห่างกัน 15-20 mm และห่างจากขอบจานอาหาร 15 mm (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 แสดงรูปแบบการวางแผ่น disc บนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA

4.3 ปิเปตยาปฏิชีวนะที่ทำการเจือจางความเข้มข้น 20, 10, 5, 2, 1 และ 0.5  $\mu\text{l}$  ในข้อ (3) ลงบนแผ่น disc ที่วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยที่

หมายเลข 1 แทน ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin

หมายเลข 2 แทน ยาปฏิชีวนะ Clindamycin

หมายเลข 3 แทน ยาปฏิชีวนะ Ampicillin

หมายเลข 4 แทน ยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone

หมายเลข 5 แทน ยาปฏิชีวนะ Vancomycin

หมายเลข 6 แทน control (น้ำกลั่น)

4.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24 ชั่วโมง สังเกตและทำการบันทึกผลโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier calipers) และใช้เครื่อง IMAGE J วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสหรือบริเวณยับยั้ง (Inhibition zone) รอบแผ่น paper disc ทั้งหมด 3 ครั้ง คำนวณหาเฉลี่ยของผลที่ได้

## 5. การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

5.1 เปิดเครื่องของกล้องจุลทรรศน์และทำการเชื่อมต่อกล้องจุลทรรศน์เข้ากับระบบคอมพิวเตอร์

5.2 ติดตั้งกล้องจุลทรรศน์ลงบนแท่นและเปิดไฟเพื่อเพิ่มความสว่างในการทำการทดสอบโดยที่สามารถปรับความสว่างของไฟได้

5.3 เริ่มต้นด้วยการมองผ่านเลนส์สายตาของกล้องจุลทรรศน์โดยสามารถปรับความคมชัดของภาพเพื่อความคมชัดของภาพ

5.4 เมื่อได้ตำแหน่งภาพและตำแหน่งความคมชัดที่ต้องการ กดถ่ายภาพ ซึ่งภาพจะถูกบันทึกลงโปรแกรมและนำภาพไปวิเคราะห์บนโปรแกรม Image J

## **6. การวิเคราะห์บนโปรแกรมคอมพิวเตอร์**

6.1 ทำการตัดต่อภาพให้มองเห็นจานอาหารเลี้ยงเชื้อได้ทั้งหมด สามารถทำได้โดยโปรแกรมอัตโนมัติ (OpenCV library) หรือตัดต่อได้เองจากปรับความสว่างและสี และความคมชัดของภาพ

6.2 ใช้การรวมกันตัวกรองสีและกำหนดเกณฑ์ที่ใช้เพื่อตรวจหาแผ่นดิสก์สีขาวของภาพโดยอัตโนมัติ ตั้งค่า Scale ของ ImageJ เป็นมิลลิเมตรเพื่อปรับขนาดการวัดของ ImageJ

6.3 อ่านค่าของบริเวณการยับยั้งโดยทำการตรวจวัดบริเวณยับยั้งและจัดหมวดหมู่ตามเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งโดยค่าความเข้มข้นที่ต่ำสุดมาตรฐาน (MIC) ไม่ว่าผลการทดลองของบริเวณการยับยั้งจะอยู่ในช่วงใดบริเวณการยับยั้งการตรวจพบสามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองโดยใช้แถบเลื่อนหรือการปรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยตนเอง

6.4 เมื่อได้ข้อมูลการวัดบริเวณยับยั้งแล้ว ให้พลอตค่าใน Microsoft Excel และวิเคราะห์โดยใช้ซอฟต์แวร์ทางสถิติของ SPSS (Home Science Tools, 2013 and Alonso et. al., 2017) <https://sites.google.com/site/thaiimagej/>

### บทที่ 3

#### ผลการทดลอง

#### ผลการวิจัย

การสร้างชุดอุปกรณ์ต้นแบบการทดสอบประสิทธิภาพความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาปฏิชีวนะ โดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์ Plastic box plate เปรียบเทียบกับการใช้ Petri dish plate แบบดั้งเดิม และ 96-microwell plate ร่วมกับเทคนิควิธี drop plate ด้วยการหยดยาปฏิชีวนะที่ปริมาณต่างๆ ลงบนผิวอาหารแข็งที่มีเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* และใช้เทคโนโลยีในการตรวจติดตามความกว้างบริเวณใส (Clear Zone) โดยใช้ชุดประมวลผลการตรวจสอบด้วยภาพดิจิทัลที่มีกำลังขยายสูง (Digital image processing) ผลการวัดขนาดของวงรอบหยดสารปฏิชีวนะที่เงื่อนไขต่างๆถูกสอบเทียบความถูกต้องกับวิธีการทดสอบในปัจจุบันที่เป็นวิธี disc diffusion testing การทดลองการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะที่ปัจจัยต่างๆ คำนวณความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะตามเกณฑ์มาตรฐานของ CLSI (CLSI guidelines, 2016) ดังตารางที่ 1

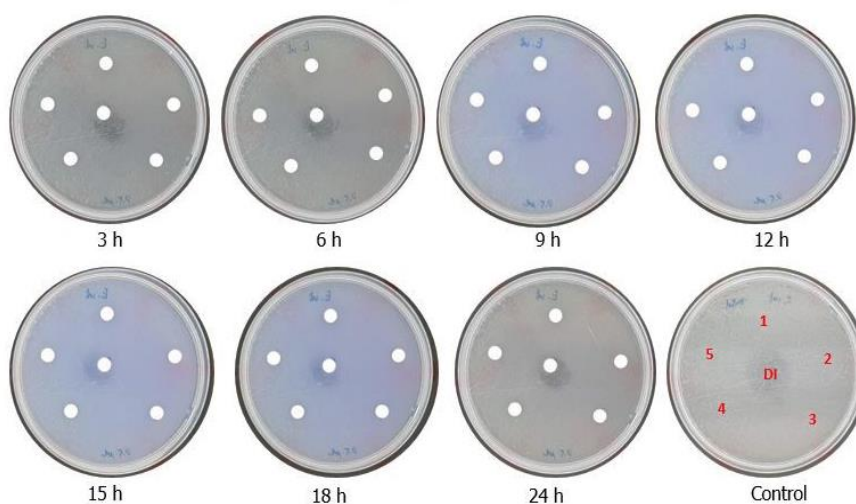
ตารางที่ 2 ชนิดและความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการทดลองตามแนวทางการวิจัย CLSI และ ปริมาณของการเตรียมยาปฏิชีวนะต่อความเข้มข้นนั้นๆ

Antibiotics	Target Concentration according to CLSI guidelines (ug/ul)	Standard Dilution
1. Ciprofloxacin	5 µg/ 20µl	125 µl + 875 µl DI Water
2. Clindamycin	2 µg/ 20µl	0.67 µl + 999.33 µl DI Water
3. Ampicillin	10 µg/ 20µl	5 µl + 995 µl DI Water
4. Ceftriaxone	30 µg/ 20µl	25 µl + 975 µl DI Water
5. Vancomycin	30 µg/ 20µl	30 µl + 970 µl DI Water

#### 4.1 ผลการทดลองโดยใช้ Petri dish plate

##### 4.1.1 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 0.5 $\mu\text{l}$

ภาพที่ 5 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 0.5  $\mu\text{l}$  ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines, 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.5  $\mu\text{l}$  ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



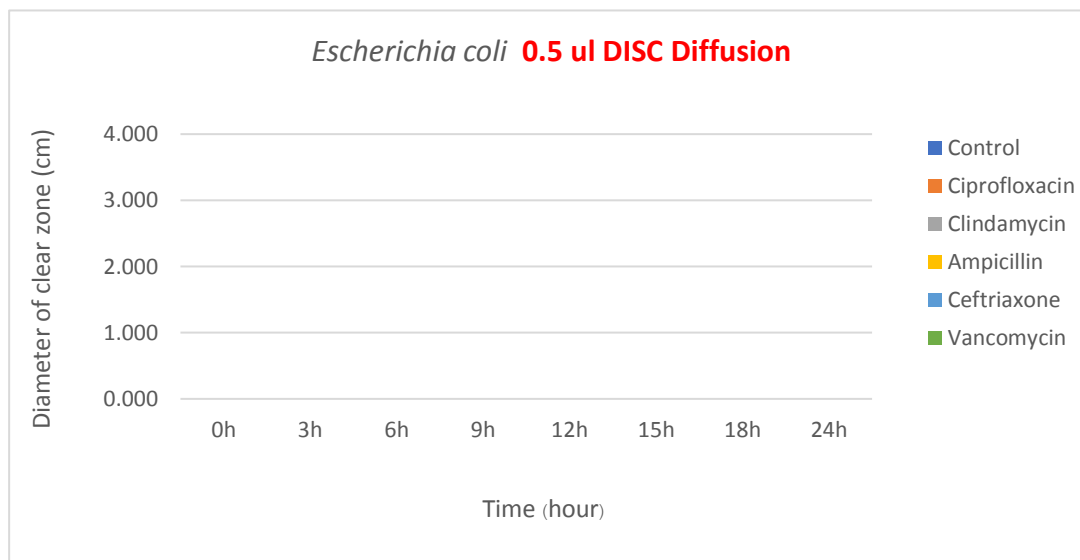
ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ที่

ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion (หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)



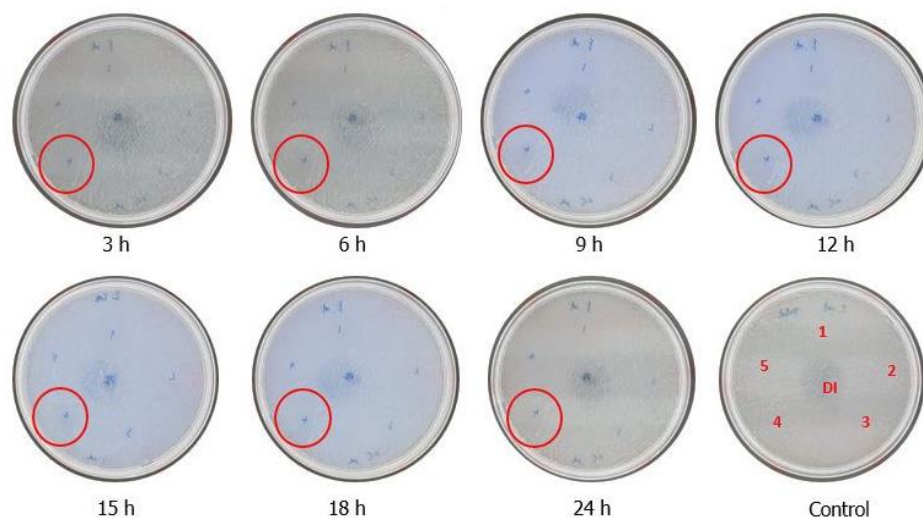
ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ 5 ชนิดที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ อาจเนื่องมาจากยาปฏิชีวนะมีปริมาณน้อยประกอบกับตัวยาแพร่กระจายออกจากแผ่น disc ได้ไม่ดี ทำให้ยาปฏิชีวนะไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.2 Drop plate: *Escherichia coli* (*E. Coli*) ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 0.5 $\mu$ l

ภาพที่ 7 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 0.5 ul ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin ที่ความเข้มข้น 0.5 ul สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ โดยขนาดของวง clear zone ของ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone

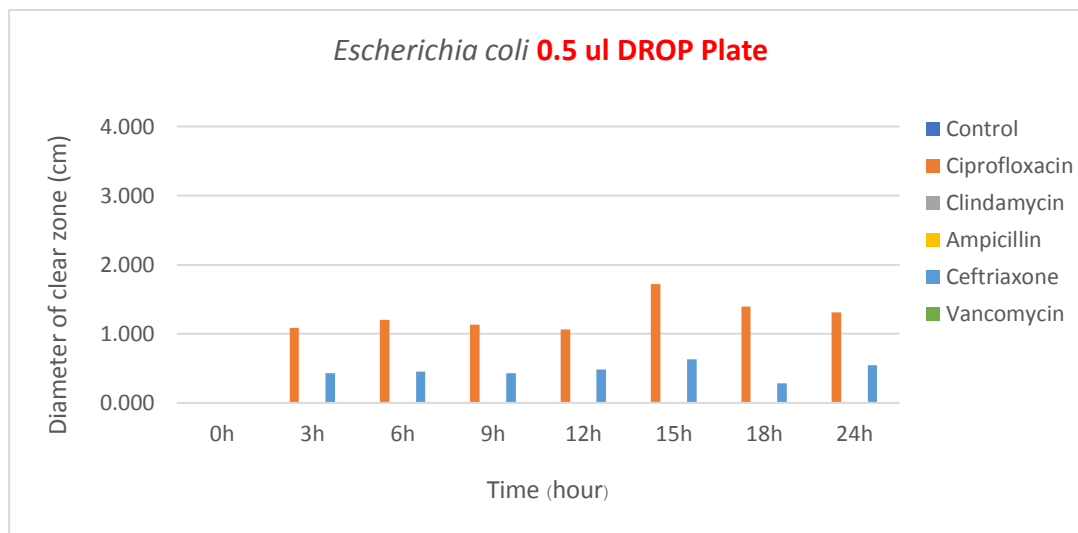


**ภาพที่ 7** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

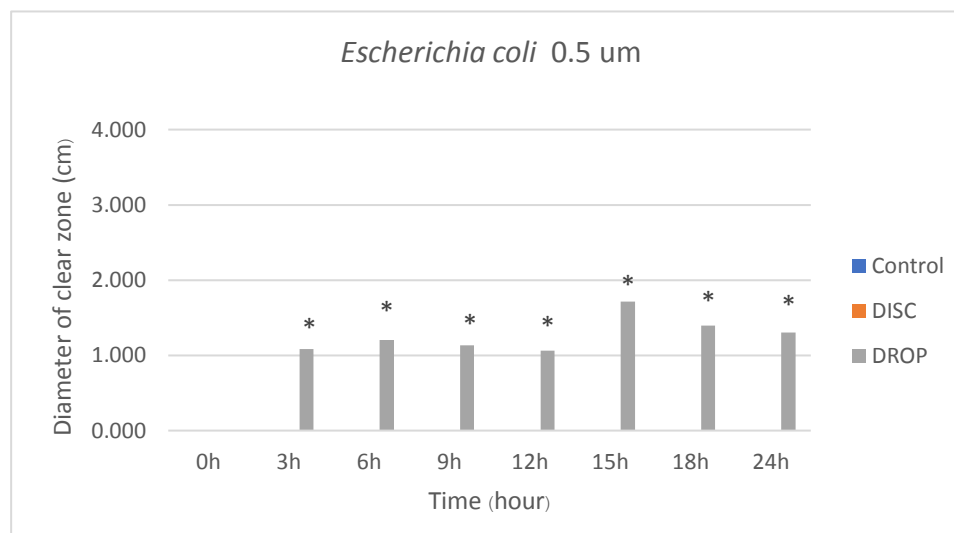
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ เนื่องจากยาปฏิชีวนะสามารถกระจายตัวเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 3 ชนิดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณที่น้อยเกินไปของยาปฏิชีวนะดังกล่าว



**ภาพที่ 8** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 0.5  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



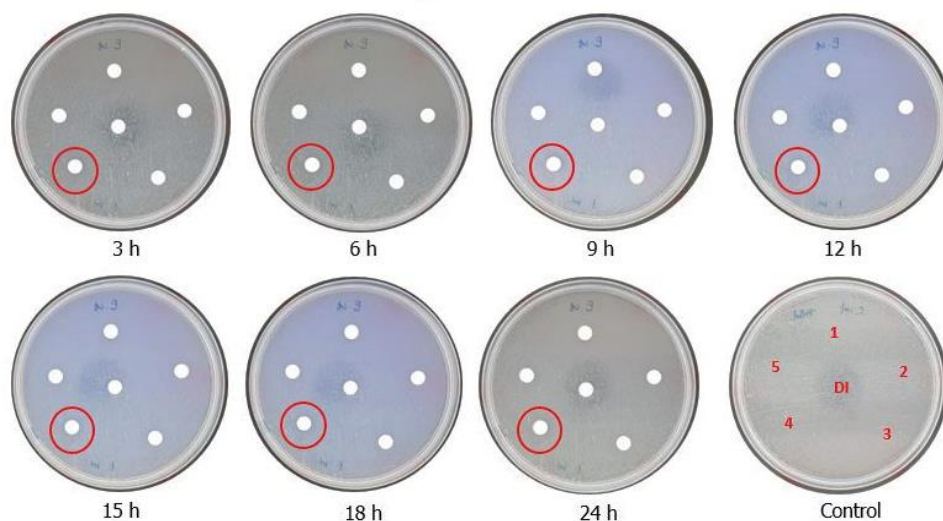
**ภาพที่ 9** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 0.5  $\mu\text{l}$  ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ: ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.3 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 1 $\mu\text{l}$

ภาพที่ 10 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 1  $\mu\text{l}$  ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ที่ความเข้มข้น 1  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ในชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป

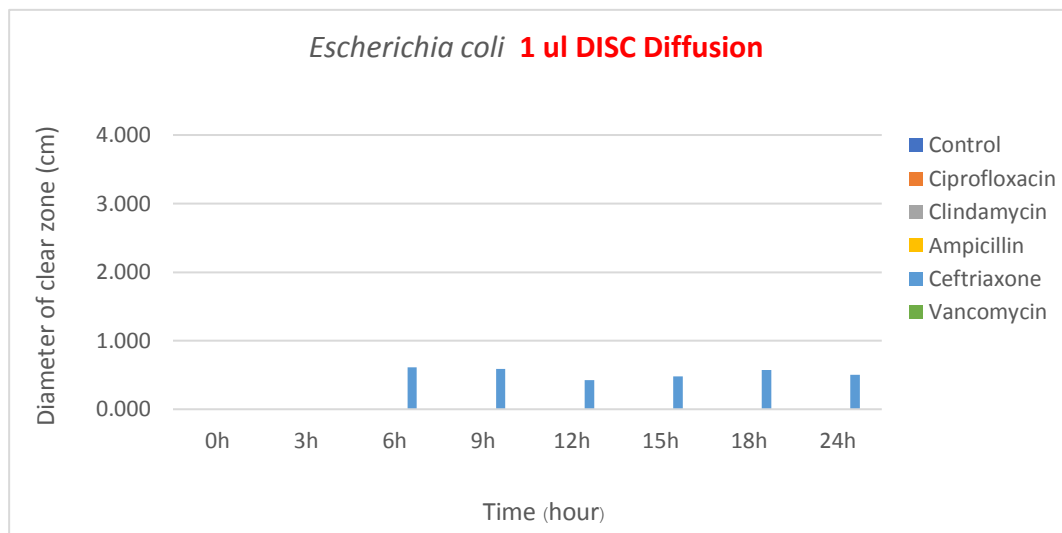


**ภาพที่ 10** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

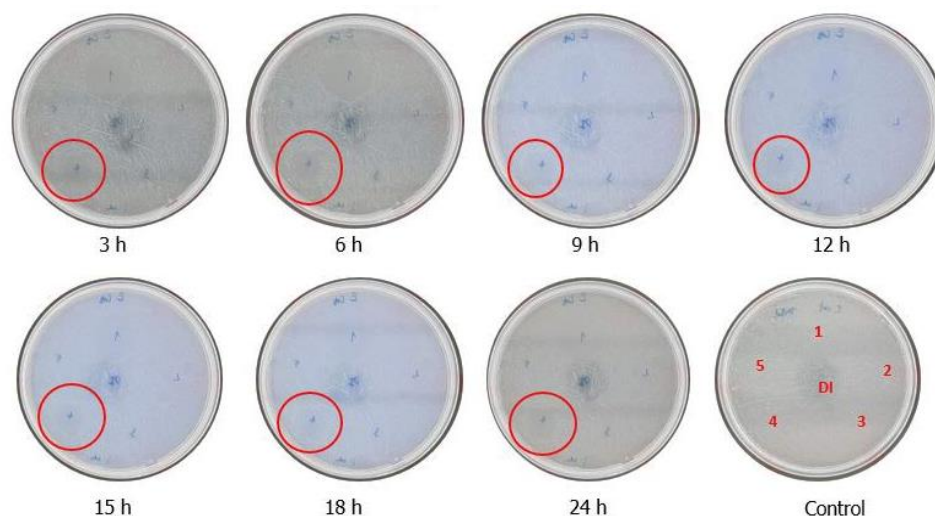
ภาพที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ที่ปริมาตร 1  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 4 ชนิดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ อาจเนื่องมาจากยาปฏิชีวนะมีปริมาณน้อยประกอบกับตัวยาแพร่กระจายออกจากแผ่น disc ได้ไม่ดี ทำให้ยาปฏิชีวนะไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.4 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 1 $\mu$ l

ภาพที่ 12 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 1  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone , Ciprofloxacin, Ampicillin ที่ ปริมาตร 1  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ โดยขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดที่ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone และ Ampicillin

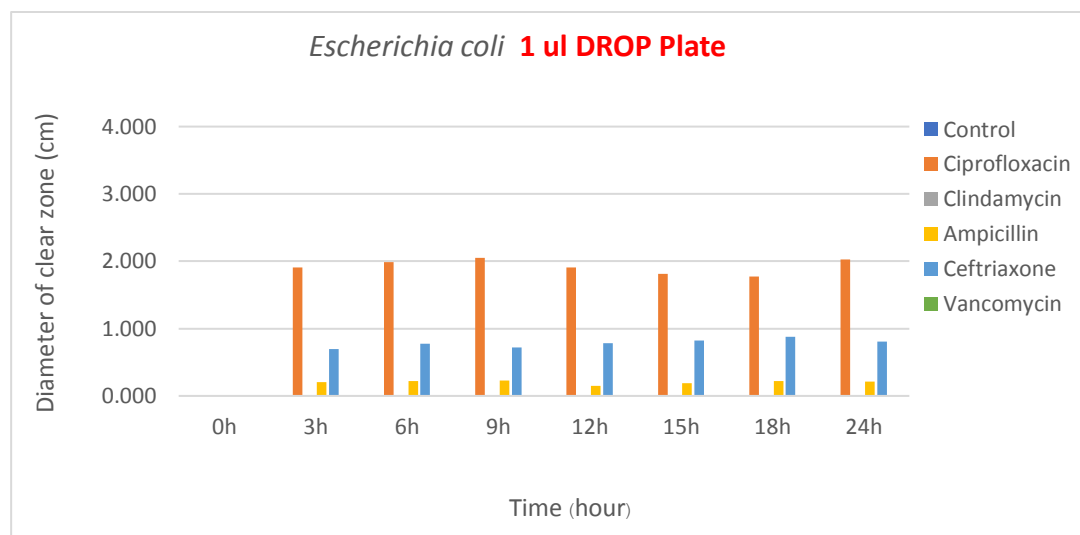


**ภาพที่ 12** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุข ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

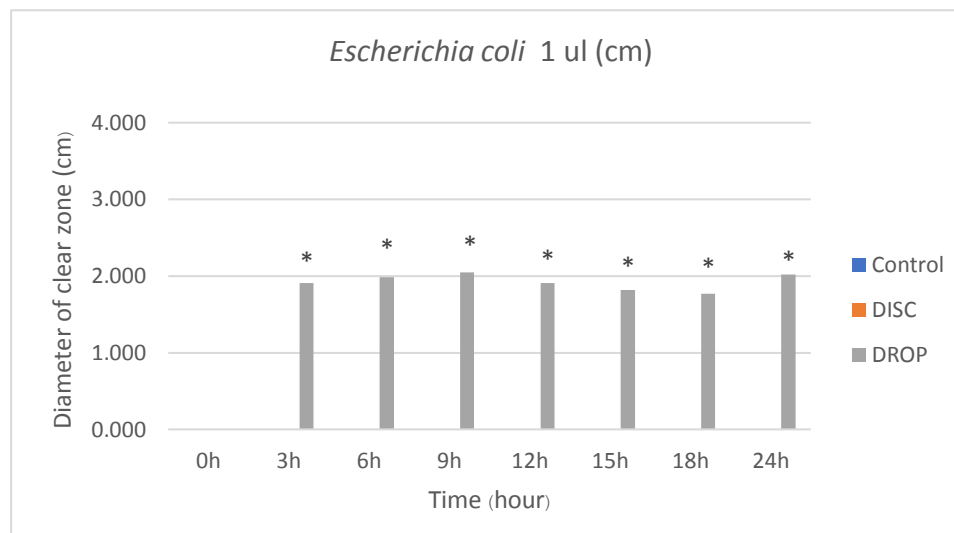
ภาพที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 1  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบ *Escherichia coli* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ได้



**ภาพที่ 13** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 14 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 1  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรม *Escherichia coli* ละได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )





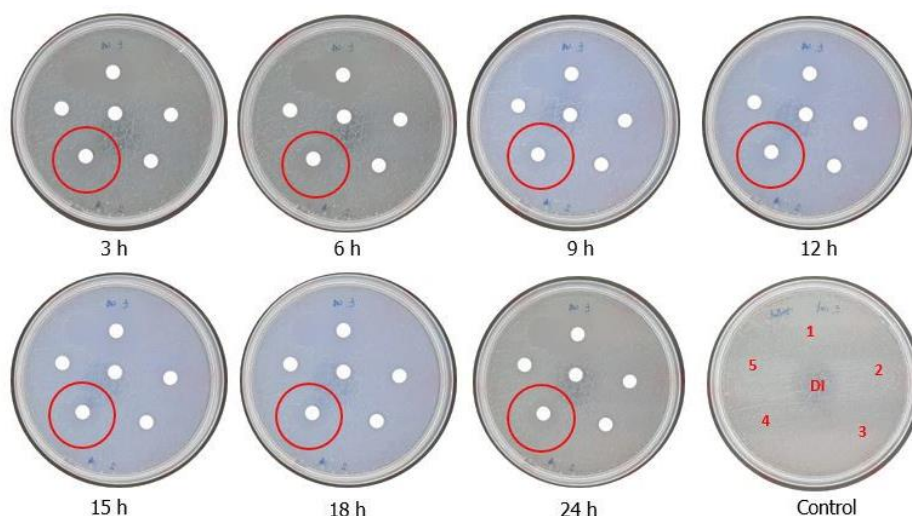
**ภาพที่ 14** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.5 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

ภาพที่ 15 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin และ Ampicillin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ในชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone และ Ampicillin

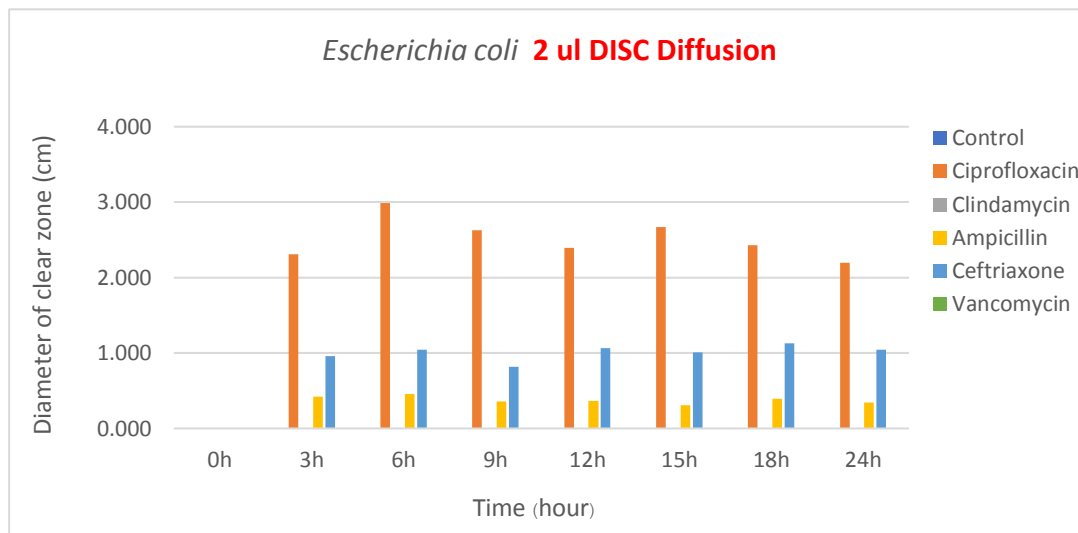


**ภาพที่ 15** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

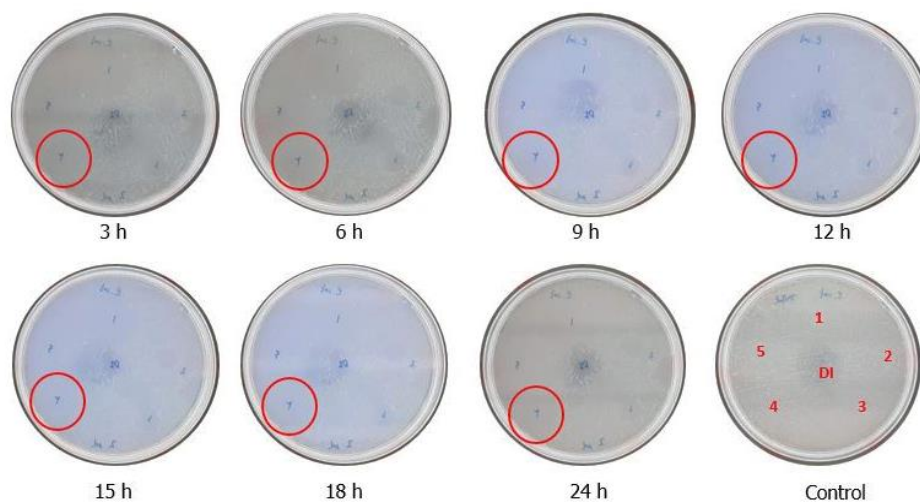
ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.6 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

ภาพที่ 17 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone , Ciprofloxacin และ Ampicillin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ตั้งแต่ชั่วโมงแรกและชัดเจนขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป รวมทั้งสามารถเห็นวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin ได้ชัดเจนขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเปรียบเทียบยาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin ทั้งวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 0.5 และ 1  $\mu$ l นอกจากนั้นยังพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดที่ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin

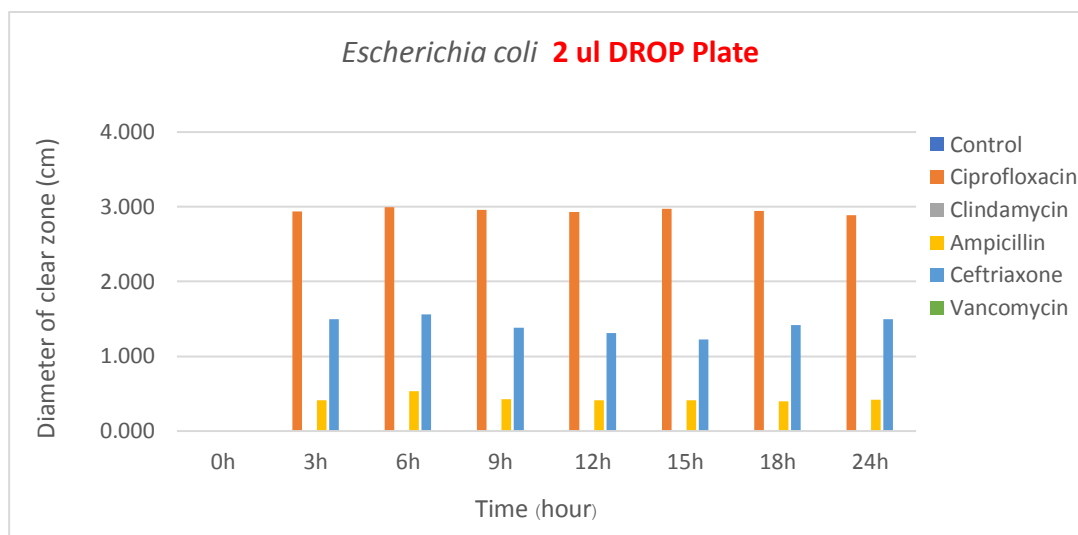


**ภาพที่ 17** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

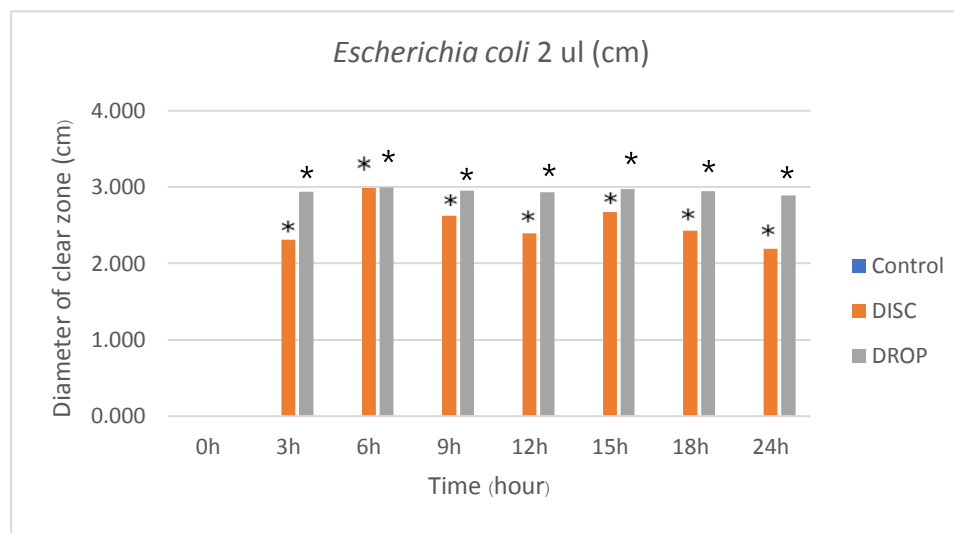
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

ภาพที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



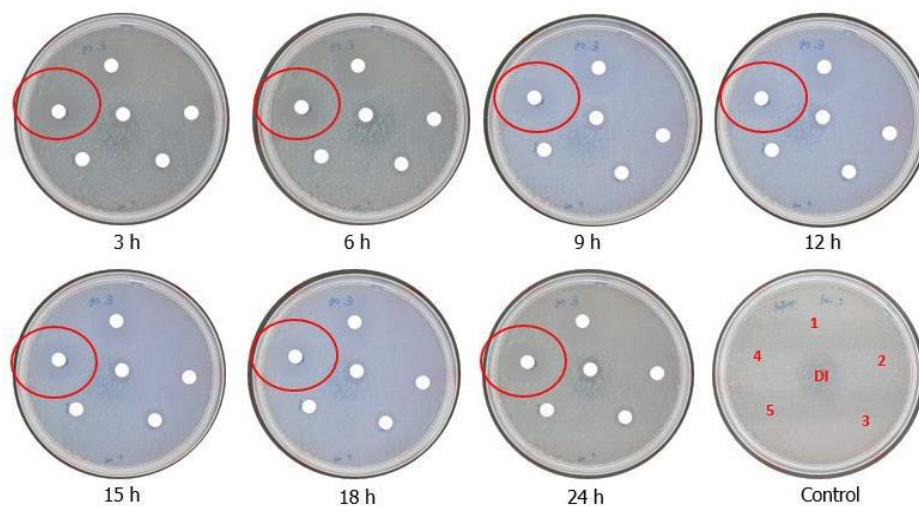
**ภาพที่ 19** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.7 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

ภาพที่ 20 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin และ Ampicillin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ในชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone และ Ampicillin โดยที่ขนาดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin มีขนาดเล็กที่สุดในรูปของการทดลองนี้ ซึ่งยาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin มีขนาดกว้างและเห็นได้ชัดเจนกว่าการใช้ปริมาตรยาที่ปริมาตร 0.5, 1 และ 2  $\mu$ l ของ Disc diffusion

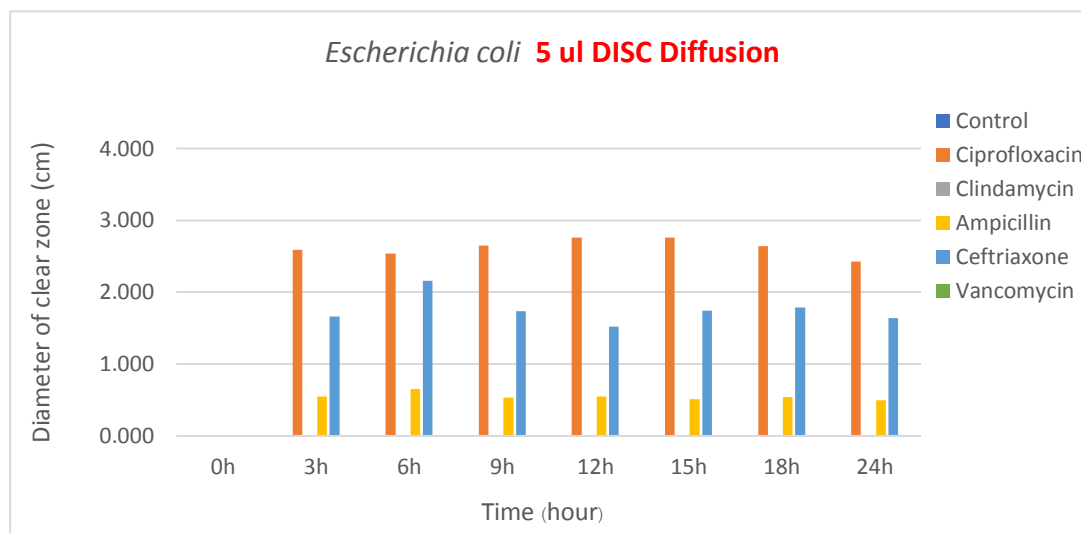


**ภาพที่ 20** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

ภาพที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้

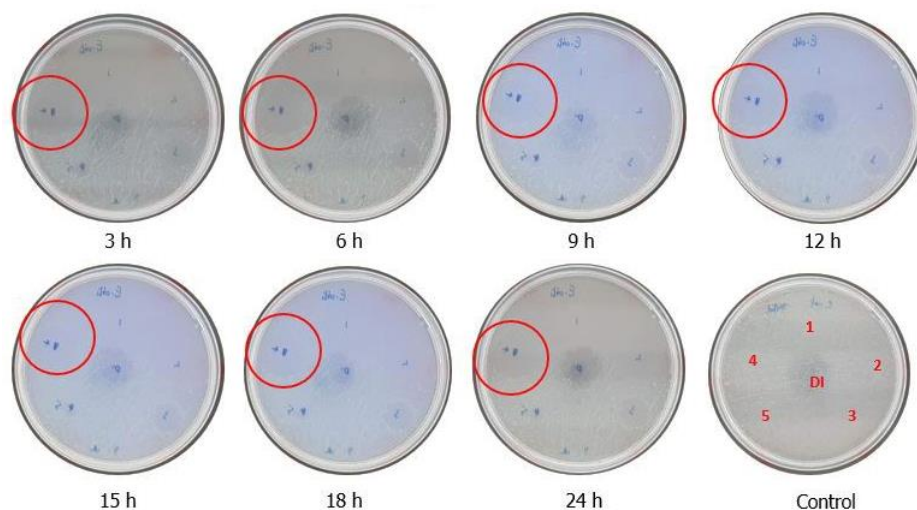


ภาพที่ 21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.8 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

ภาพที่ 22 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone , Ciprofloxacin และ Ampicillin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 และพบการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Vancomycin ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ampicillin และ Vancomycin โดยที่ขนาดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Vancomycin มีขนาดเล็กที่สุดในรูปของการทดลองนี้ ซึ่งยาปฏิชีวนะชนิด Vancomycin มีขนาดกว้างและเห็นได้ชัดเจนกว่าการใช้ปริมาตรยาที่ปริมาตร 0.5, 1 และ 2  $\mu$ l ของ Disc diffusion



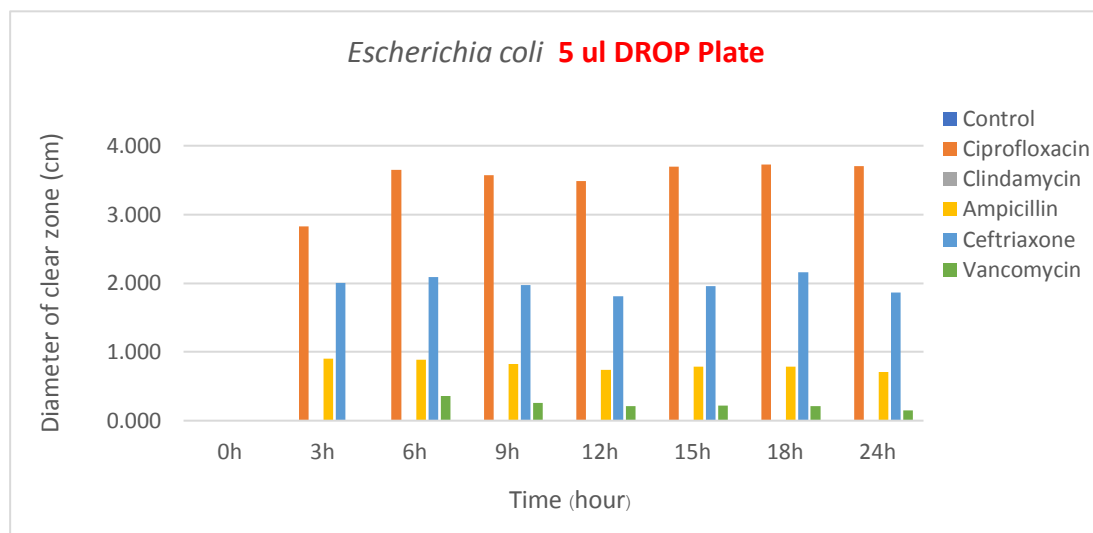


**ภาพที่ 22** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

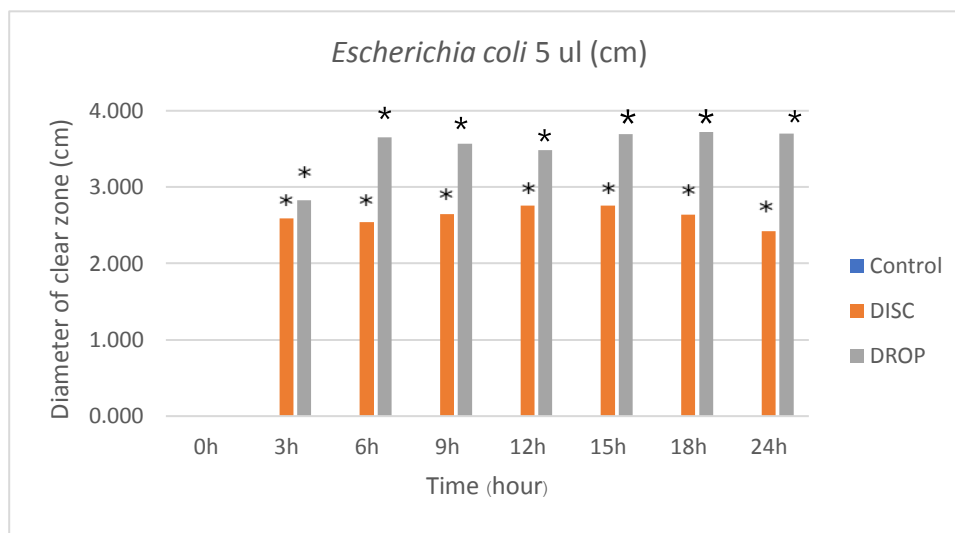
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

ภาพที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ampicillin และ Vancomycin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 24 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 5  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



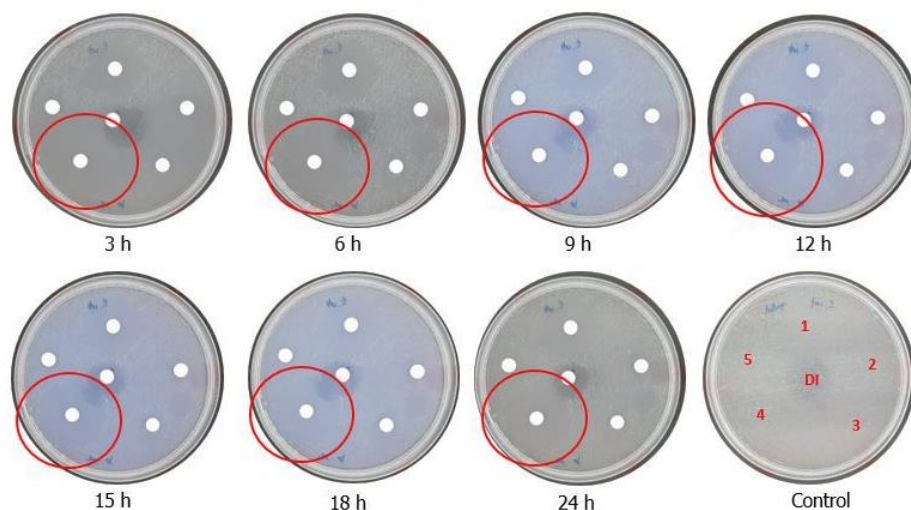
**ภาพที่ 24** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.9 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

ภาพที่ 25 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป

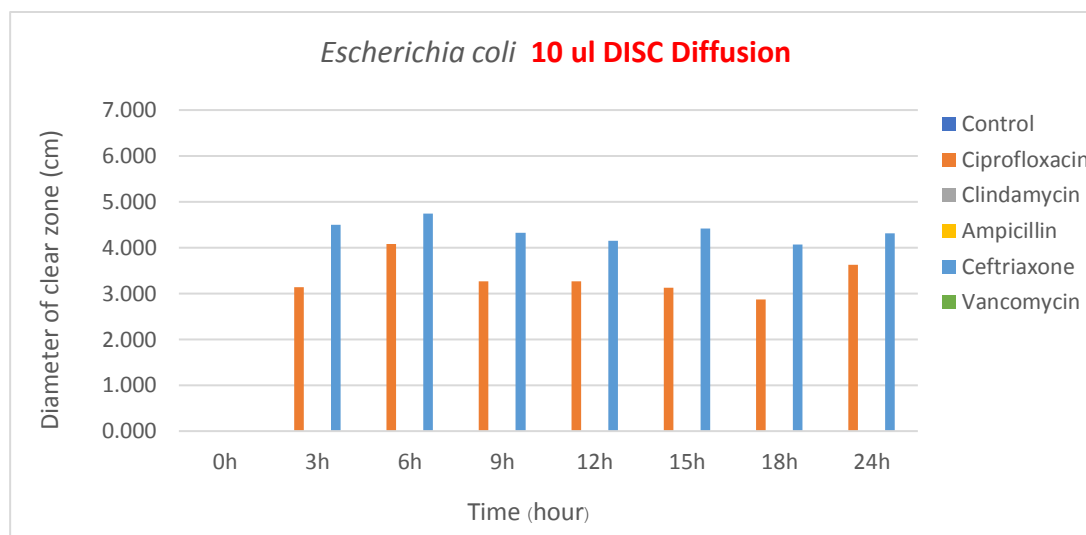


ภาพที่ 25 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

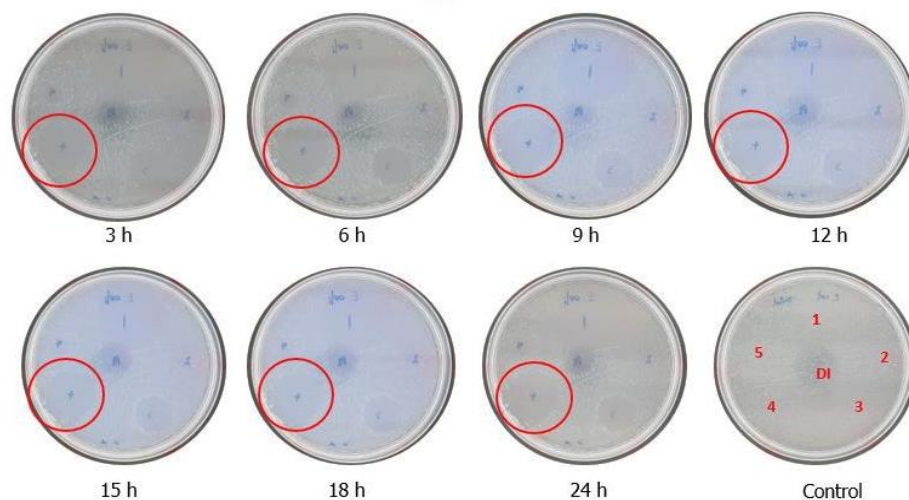
ภาพที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 3 ชนิด ได้แก่ Clindamycin, Vancomycin และ Ampicillin ที่ความเข้มข้นต่างๆกันในปริมาณ 10  $\mu$ l ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ ซึ่งผลการทดลองไม่สอดคล้องกับยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 2 และ 5  $\mu$ l มีขนาดวง clear zone ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone สาเหตุความผิดพลาดอาจเกิดจากการการคำนวณปริมาตรยาผิด การใช้ยาปฏิชีวนะผิดชนิด หรืออาจมาจากความผิดพลาดในการเตรียมยาปฏิชีวนะ



ภาพที่ 26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.10 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

ภาพที่ 27 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Ampicillin และ Vancomycin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 และพบว่าขนาดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ampicillin และ Vancomycin โดยที่ขนาดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Vancomycin มีขนาดเล็กที่สุดในการทดลองนี้ ซึ่งขนาดวงของยาปฏิชีวนะ Vancomycin สามารถเห็นได้ชัดเจนกว่าการใช้ปริมาตรยาที่ปริมาตร 0.5, 1, 2 และ 5  $\mu$ l ของ Drop plate

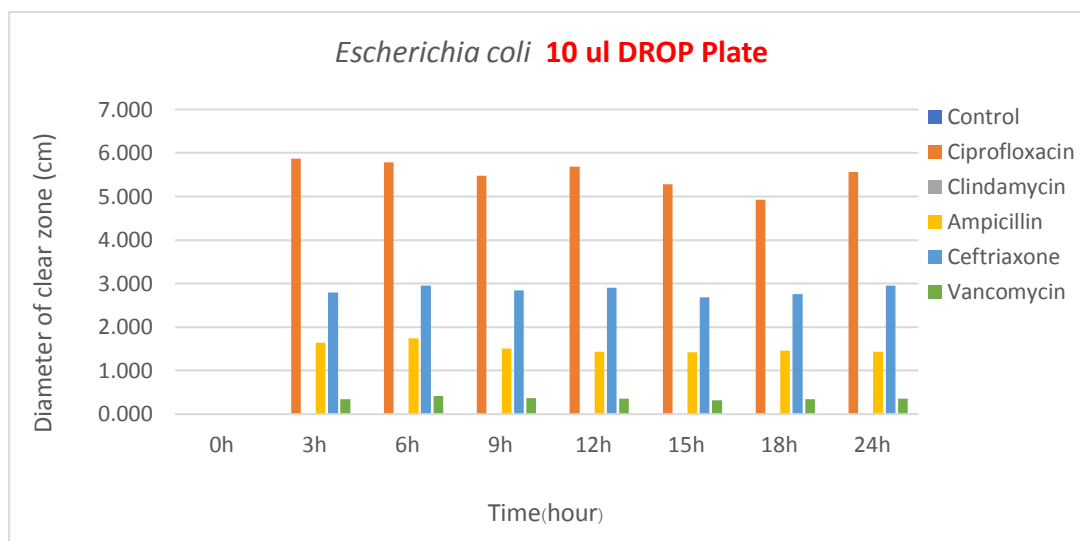


**ภาพที่ 27** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

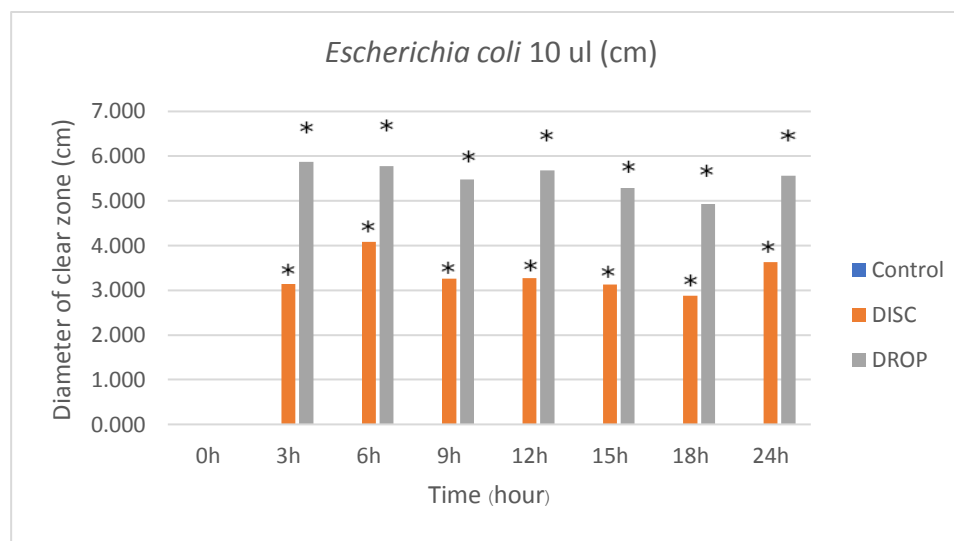
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

ภาพที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ampicillin และ Vancomycin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



**ภาพที่ 28** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 29 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 10  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

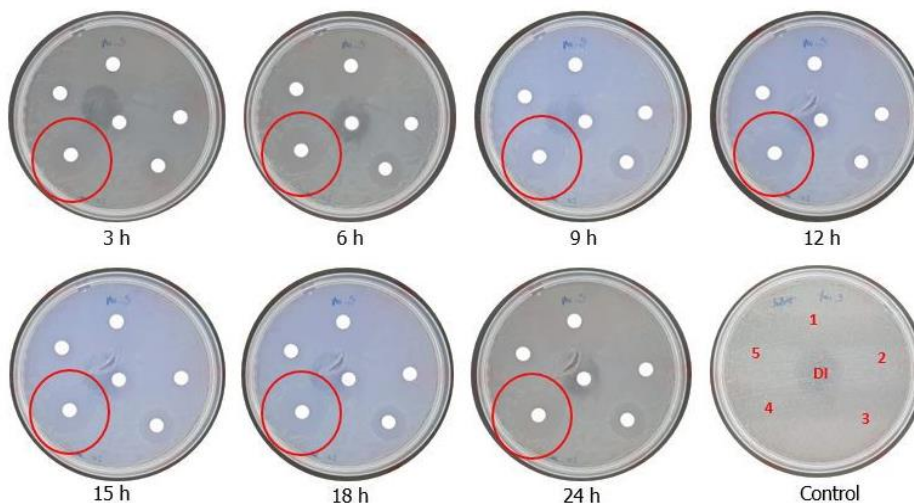
หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.11 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 30 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ampicillin และ Vancomycin ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin และ Vancomycin



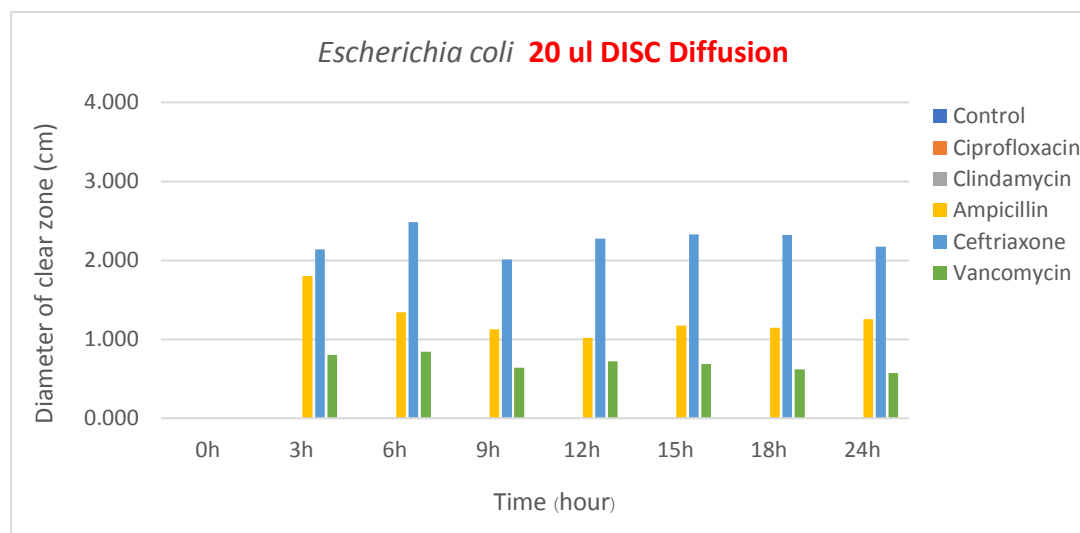


ภาพที่ 30 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

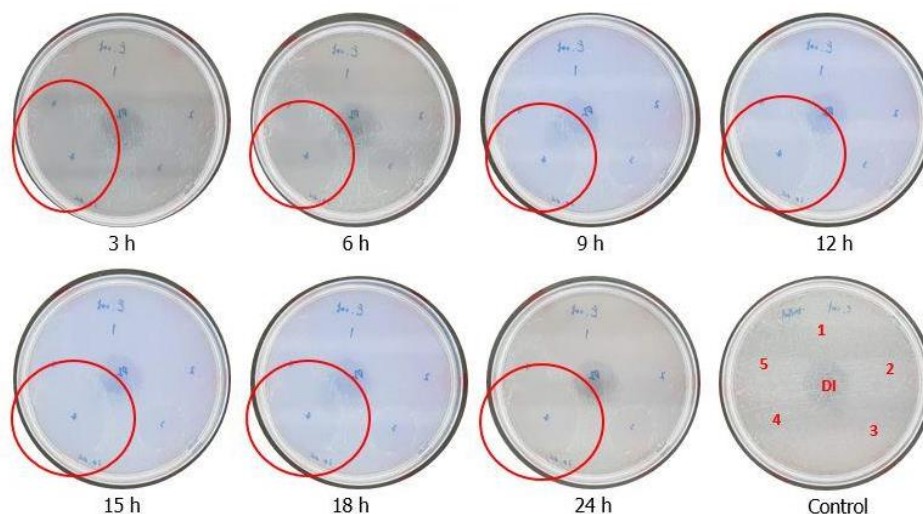
ภาพที่ 31 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 20  $\mu\text{l}$  รองลงมาคือ Ampicillin และ Vancomycin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 2 ชนิดที่เหลือได้แก่ Ciprofloxacin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ ซึ่งผลการทดลองไม่สอดคล้องกับยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 1, 2, 5 และ 10  $\mu\text{l}$  สาเหตุของความผิดพลาดอาจเกิดจากการคำนวณปริมาตรยาผิด การใช้ยาปฏิชีวนะผิดชนิด หรืออาจมาจากความผิดพลาดในการเตรียมยาปฏิชีวนะ



ภาพที่ 31 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.12 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 32 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20 ul ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ampicillin, Vancomycin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ตั้งแต่วินาที 3 และพบว่าขนาดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin และ Vancomycin



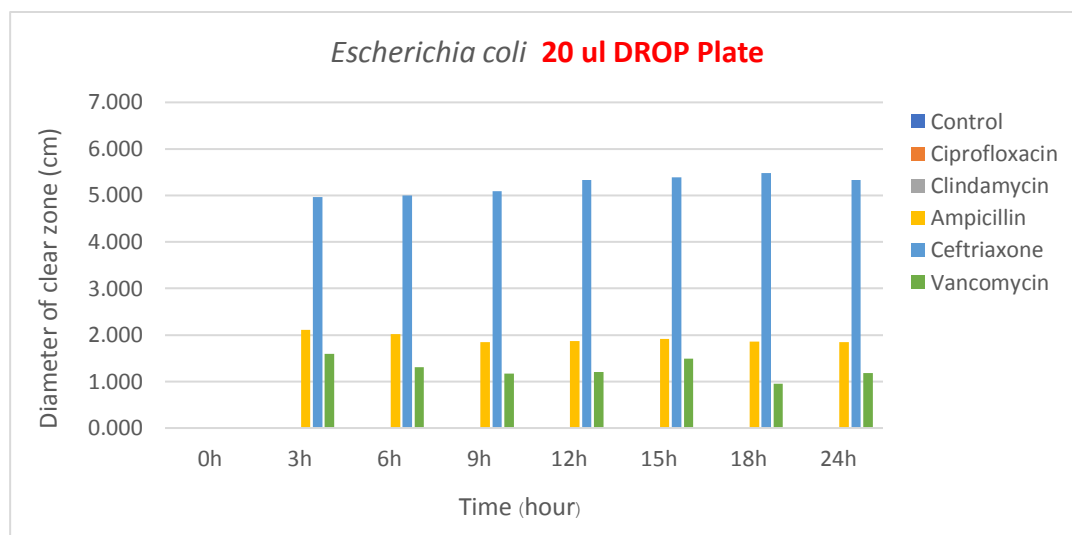
**ภาพที่ 32** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

(หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

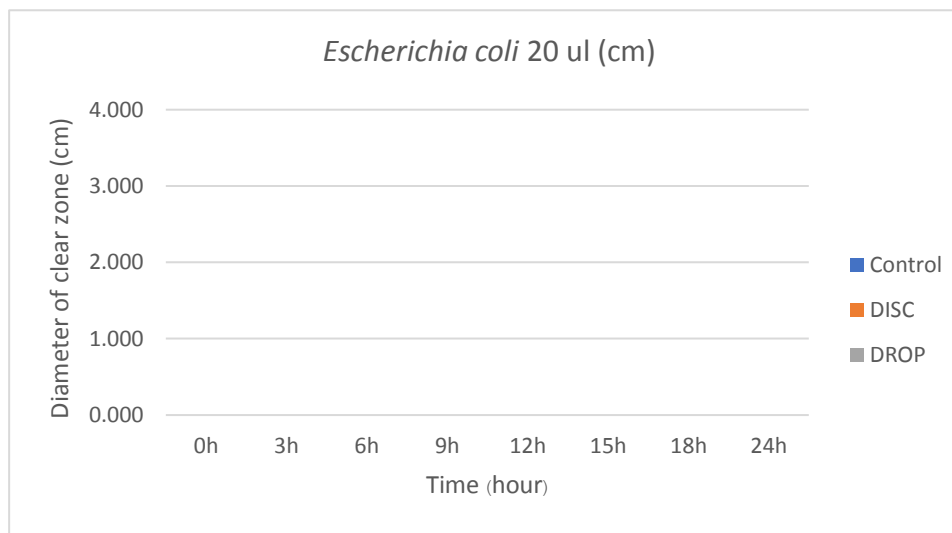
ภาพที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ปริมาตร 20  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Vancomycin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ ซึ่งผลการทดลองไม่สอดคล้องกับยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 1, 2, 5 และ 10  $\mu\text{l}$  ซึ่งได้ทำซ้ำเพื่อค้นหาสาเหตุในการเกิดผลดังกล่าว

นอกจากนั้นยังพบว่า ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ทุกปริมาตรไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบได้ทั้งวิธีการ disc diffusion และ drop plate จึงสรุปได้ว่า ยาปฏิชีวนะชนิด Clindamycin ไม่มีผลในการยับยั้งหรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งโดยปกติ ยาปฏิชีวนะชนิด Clindamycin มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่า และแกรมลบชนิด cocci แบบ anaerobic ซึ่ง *Escherichia coli* เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่มีรูปร่าง rod shape



ภาพที่ 33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 34 ไม่สามารถเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate โดยกระบวนการทางสถิติ Independent sample T-test ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone ได้ เนื่องจากความผิดพลาดของข้อมูลจากการทดลอง



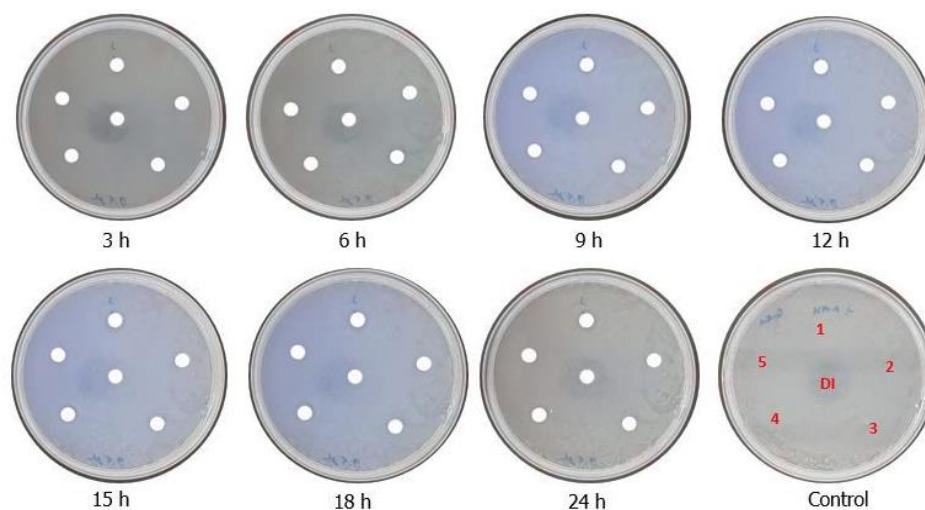
**ภาพที่ 34** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.13 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 0.5 $\mu$ l

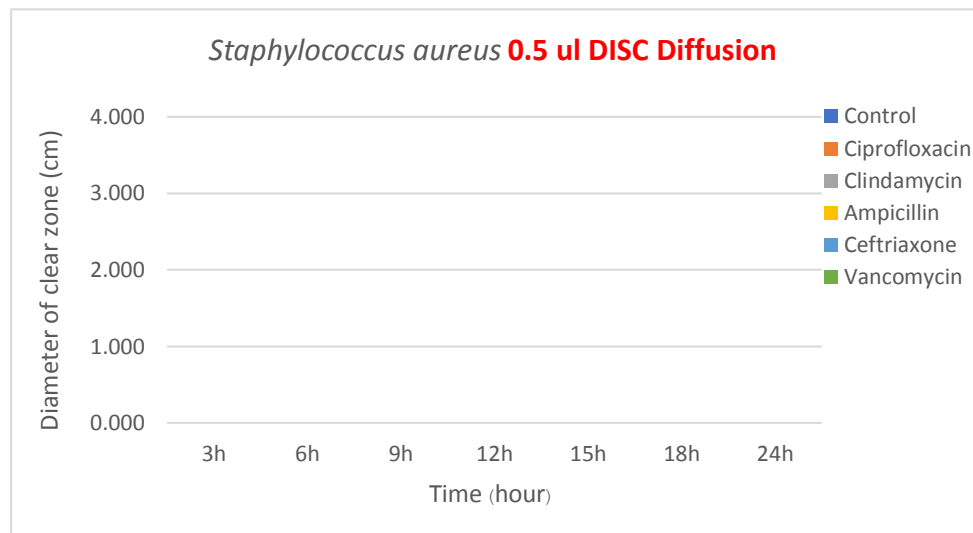
ภาพที่ 35 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเพิ่มขึ้นของขนาดวง clear zone ในทุก ๆ 3 ชั่วโมง ถึง 24 ชั่วโมง



**ภาพที่ 35** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion (หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

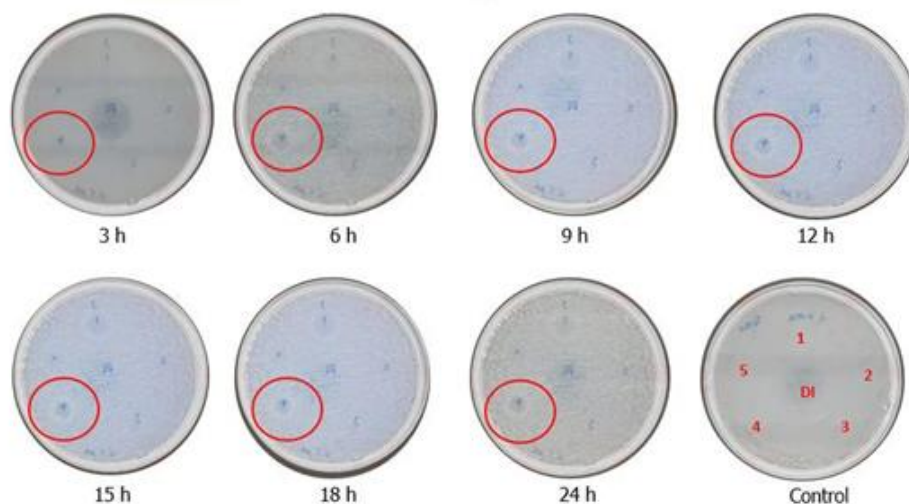
ภาพที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 0.5  $\mu\text{l}$  ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณยาที่น้อยเกินไปหรือการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้



ภาพที่ 36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.14 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 0.5 $\mu$ l

ภาพที่ 37 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone , Ciprofloxacin และ Ampicillin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 และพบว่าขนาดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ขนาดของวง clear zone ของวิธี drop plate สามารถเห็นได้ชัดกว่าวิธี disc diffusion ในขณะเดียวกัน ยาปฏิชีวนะ Ampicillin ตรวจพบวง clear zone ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 แต่ยังคงพบว่ามีจุลินทรีย์เจริญอยู่ในบริเวณ clear zone และเห็นการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ชัดเจนขึ้นในชั่วโมงที่ 9, 12 และ 15 ตามลำดับ สาเหตุอาจเกิดจากช่วงเวลาการถ่ายรูปเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของขนาด clear zone อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศตกลงมาบนอาหารเลี้ยงเชื้อและเจริญเติบโตได้ หรือเกิดจากการที่ยาปฏิชีวนะชนิดนี้ไม่มีประสิทธิภาพในการรักษาหรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในระยะยาว จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์กลับมาเจริญเติบโตได้อีกที่สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม

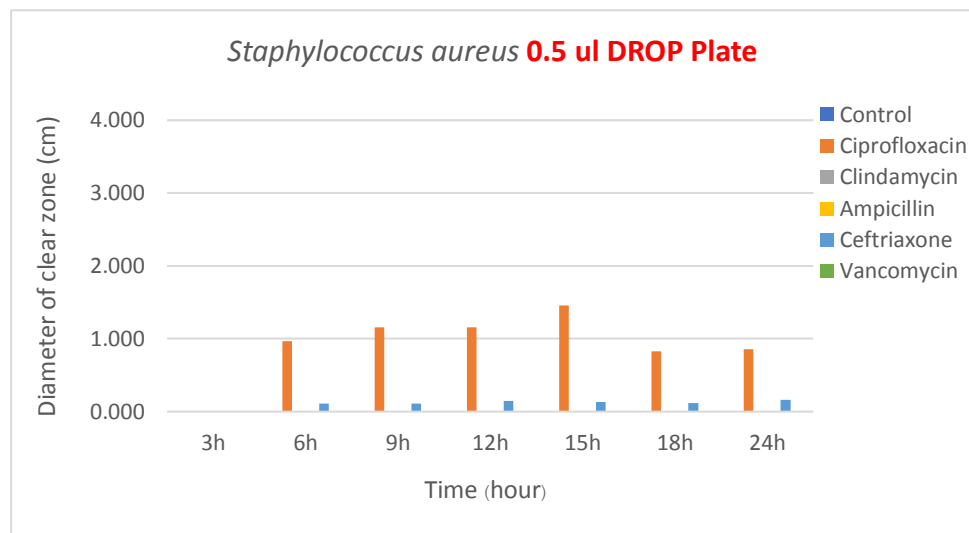


ภาพที่ 37 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 0.5  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate (หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยา ปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water))

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจาก เป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก)

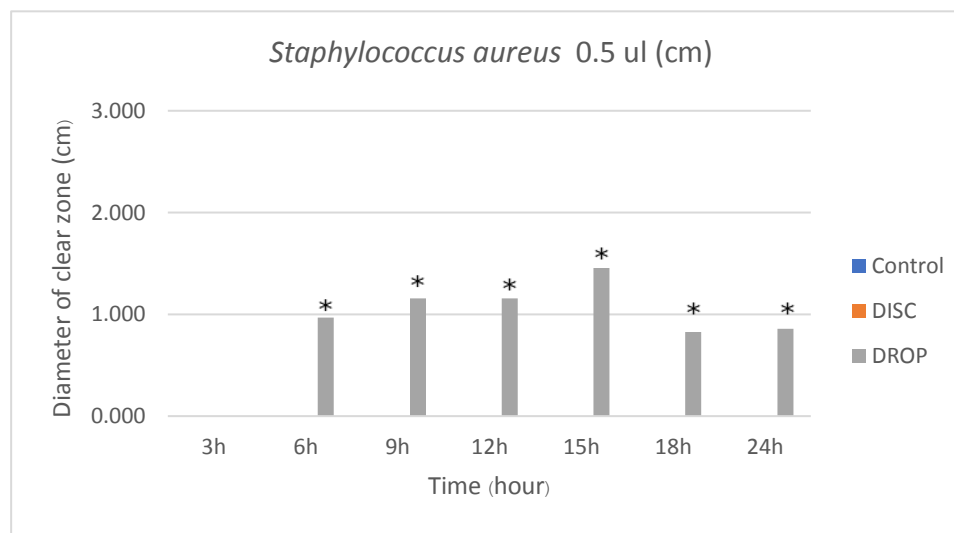
ภาพที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 0.5  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญ ของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin ในขณะที่ยา ปฏิชีวนะ Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้





ภาพที่ 38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 39 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 0.5  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



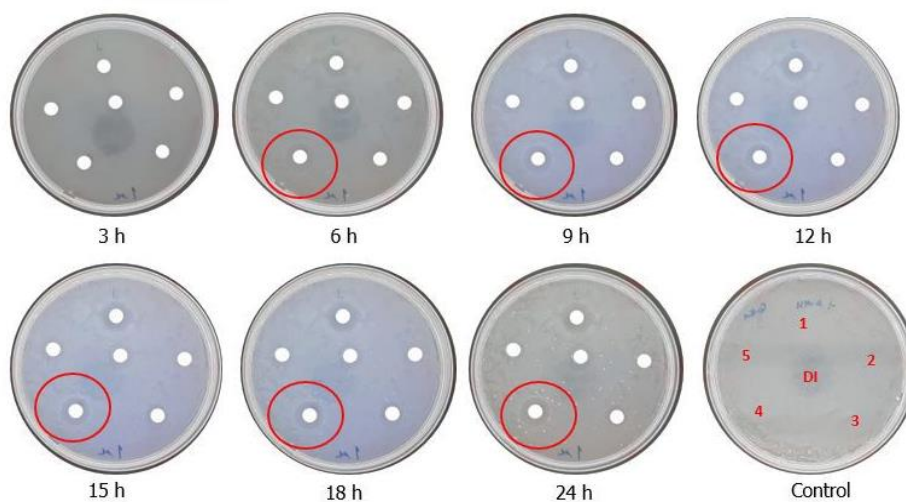
**ภาพที่ 39** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 0.5  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.15 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 1 $\mu$ l

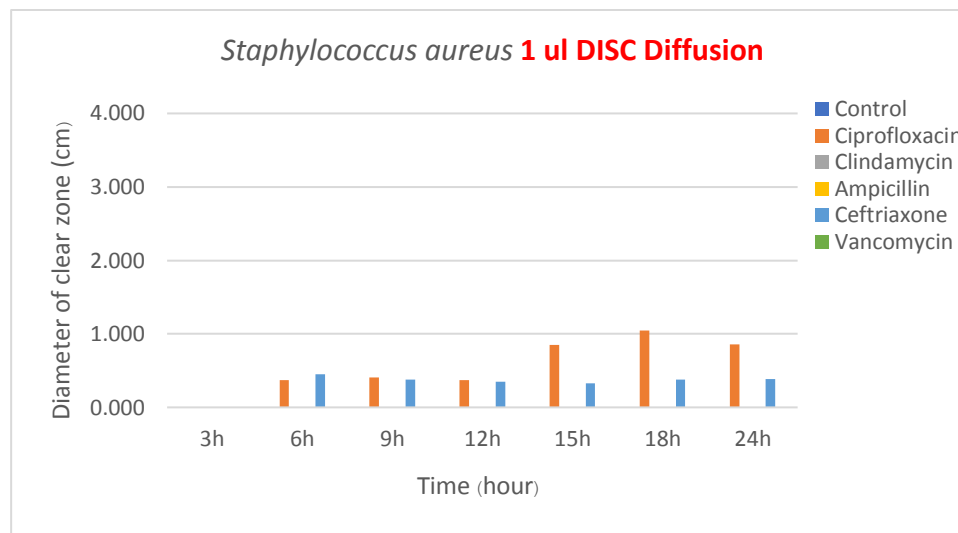
ภาพที่ 40 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 1  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดที่กว้างกว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป



**ภาพที่ 40** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

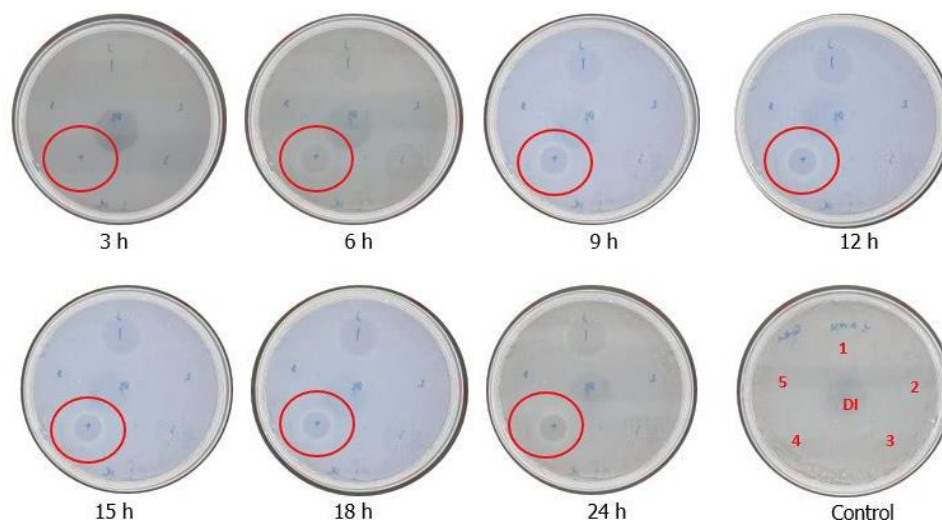
ภาพที่ 41 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาตรที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรที่น้อยทำให้ไม่เพียงพอต่อการออกฤทธิ์



ภาพที่ 41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

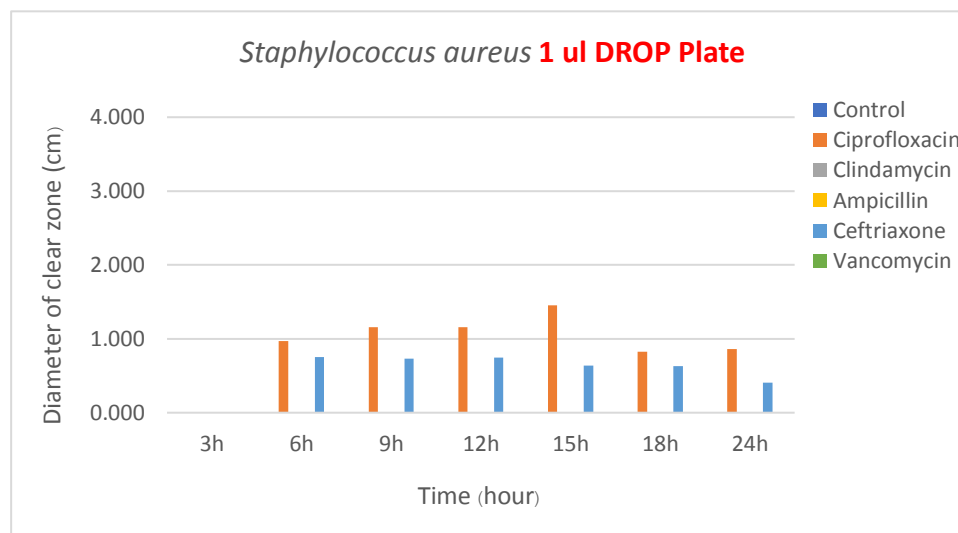
#### 4.1.16 Drop method: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 1 $\mu$ l

ภาพที่ 42 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 1  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone



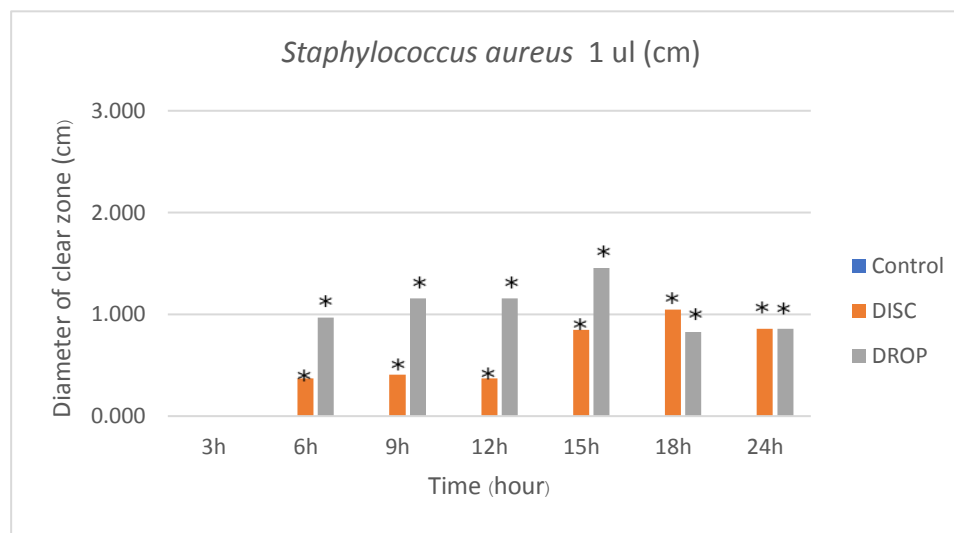
ภาพที่ 42 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 1  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop method หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)  
 \*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 43 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 1  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้



**ภาพที่ 43** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 44 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 1  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



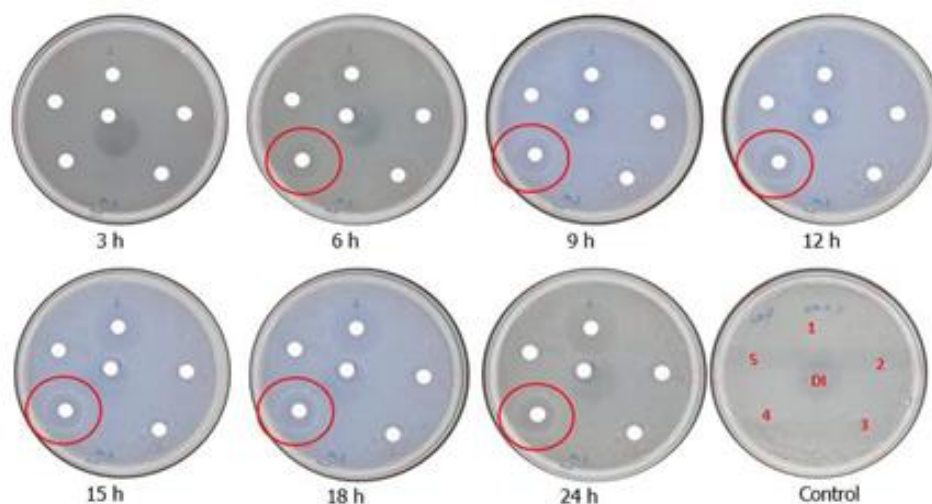
**ภาพที่ 44** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.17 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

ภาพที่ 45 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปแบบผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า เกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Ampicillin, Vancomycin และตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone, Ampicillin และ Vancomycin และในชั่วโมงที่ 9 มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มเติมในบริเวณของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin และสามารถมองเห็นการเจริญของจุลินทรีย์ชัดเจนเมื่อเวลาผ่านไป

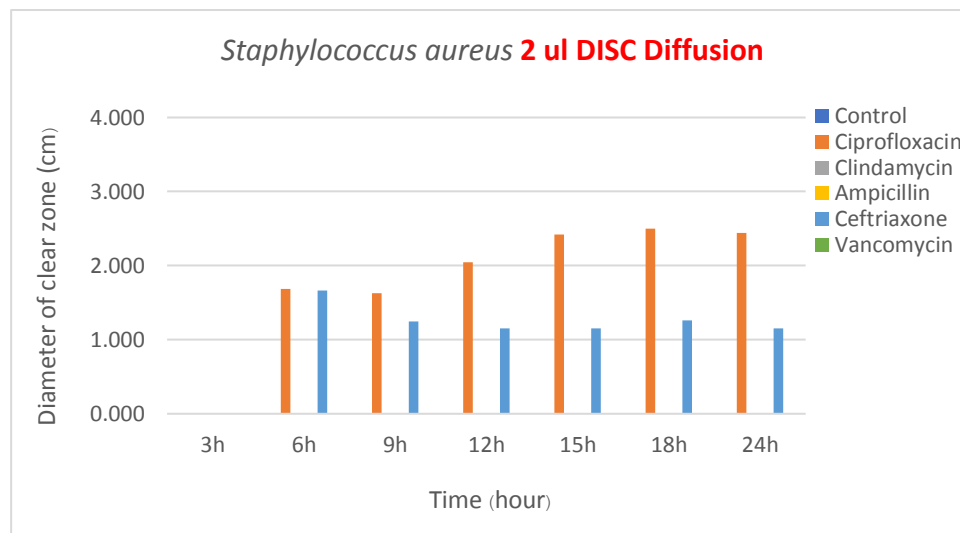


ภาพที่ 45 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 46 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 2  $\mu\text{l}$  ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone , Ampicillin และ Vancomycin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาตรที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรที่น้อยทำให้ไม่เพียงพอต่อการออกฤทธิ์ และยังพบการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water

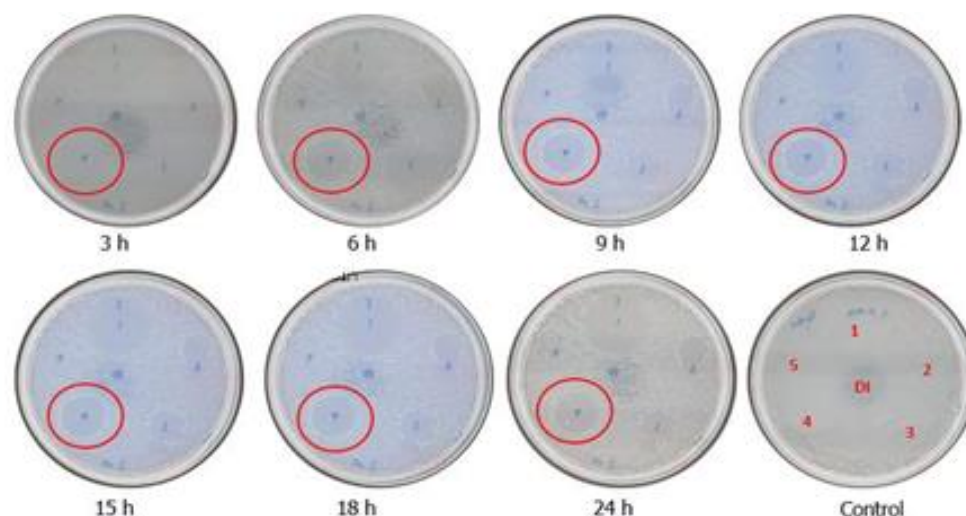




ภาพที่ 46 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.18 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

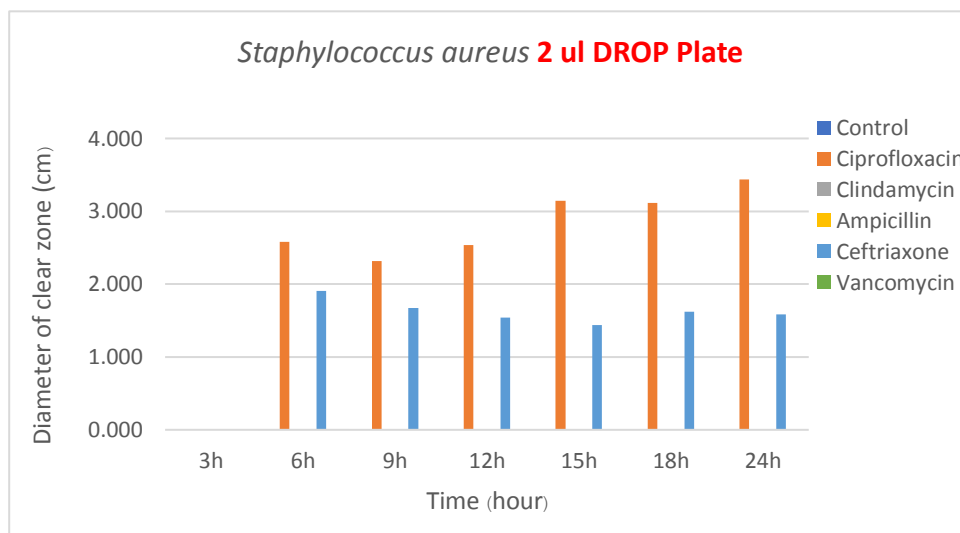
ภาพที่ 47 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และยาปฏิชีวนะชนิดอื่นๆ โดยในชั่วโมงที่ 9 วง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin เริ่มมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ใหม่ และชั่วโมงที่ 15 มีการเจริญของเชื้อใหม่ในวงของ clear zone ของยาปฏิชีวนะ Vancomycin รวมถึงในชั่วโมงที่ 18 เริ่มมีเชื้อจุลินทรีย์กลับมาเจริญบนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone



**ภาพที่ 47** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop method หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

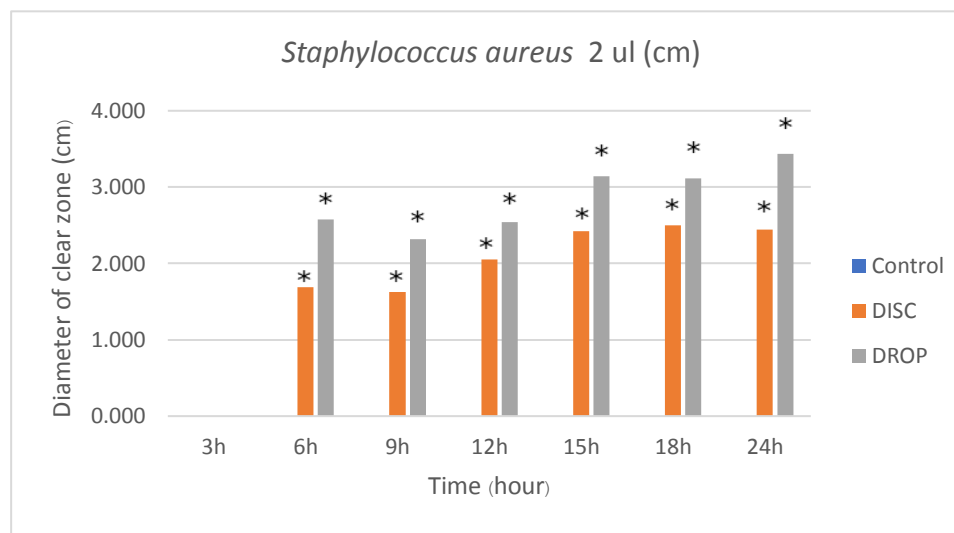
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

**ภาพที่ 48** แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้แค่ช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น



ภาพที่ 48 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 49 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



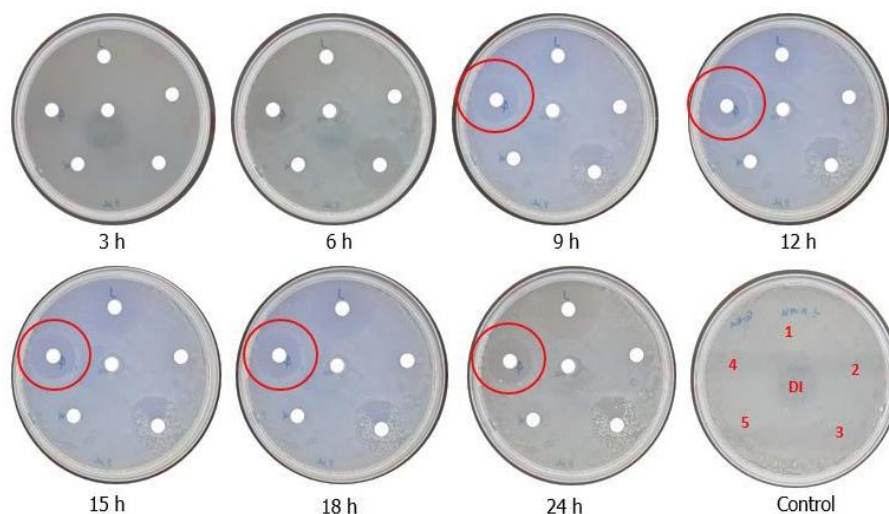
ภาพที่ 49 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.19 Disc plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

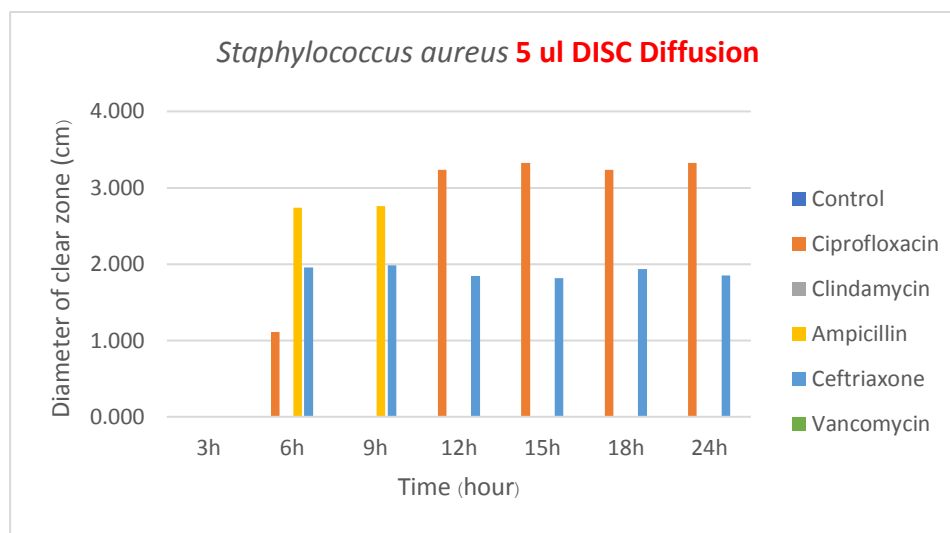
ภาพที่ 50 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, Ampicillin และ Ceftriaxone สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่วันที่ 6 เป็นต้นไป โดยขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone และ Ampicillin และในชั่วโมงที่ 9 ยาปฏิชีวนะ Ampicillin มีการเจริญเติบโตของเชื้อเกิดขึ้นใหม่ และเติบโตขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 24



ภาพที่ 50 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

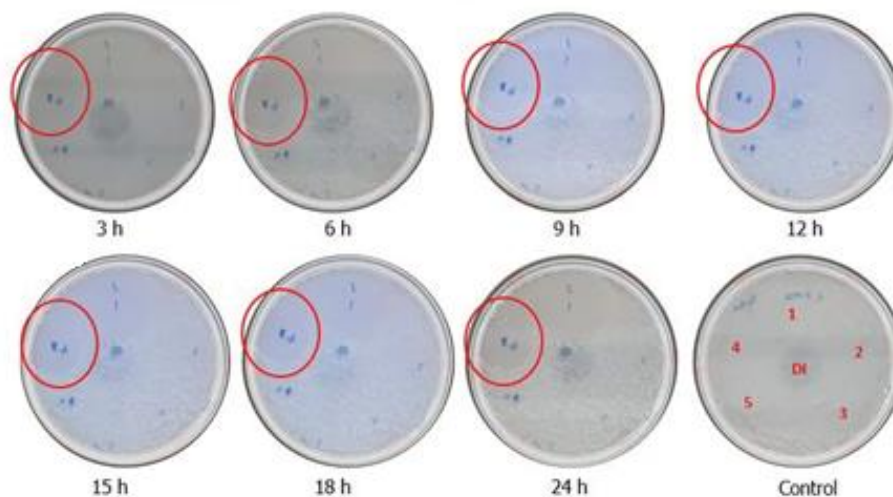
ภาพที่ 51 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 5  $\mu\text{l}$  ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin อีกทั้งการกลับมาของเชื้อจุลินทรีย์ของยาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin อาจจะบ่งบอกถึงมีความสามารถในการฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้แคใน ช่วงระยะเวลาหนึ่ง



ภาพที่ 51 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.20 Drop method: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

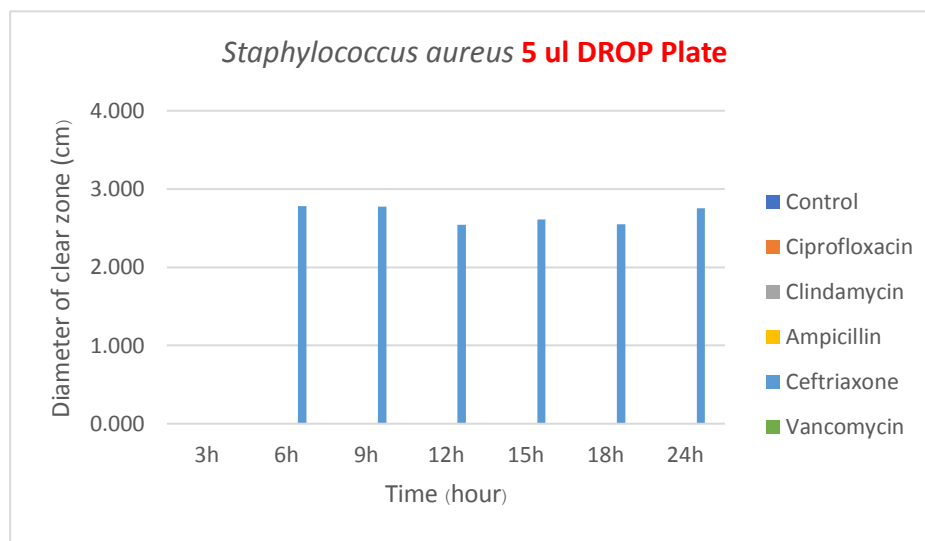
ภาพที่ 52 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, Ampicillin และ Ceftriaxone สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ampicillin โดยชั่วโมงที่ 9 ยาปฏิชีวนะ Ampicillin มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นใหม่ และเติบโตขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 24 อีกทั้งในชั่วโมงที่ 24 มีการเจริญของเชื้อเกิดขึ้นในบริเวณวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone



ภาพที่ 52 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

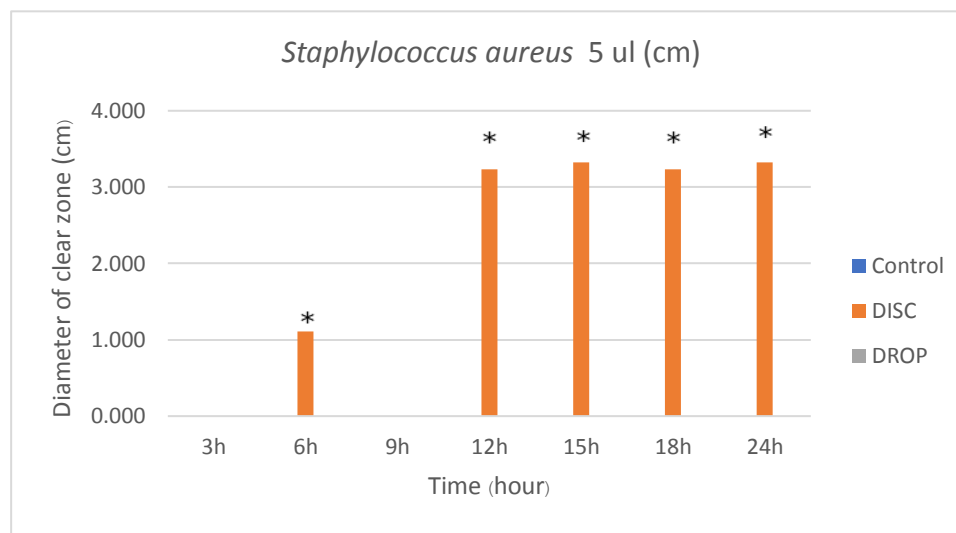
ภาพที่ 53 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin อีกทั้งการกลับมาของเชื้อจุลินทรีย์ของยาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin และ Ceftriaxone อาจจะบ่งบอกถึงมีความสามารถในการฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้แค่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง



**ภาพที่ 53** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 54 ไม่สามารถเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate โดยกระบวนการทางสถิติ Independent sample T-test ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone ได้ เนื่องจากมีปริมาตรของยาปฏิชีวนะมากเกินไปทำให้เกิดการซ้อนทับกันของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone





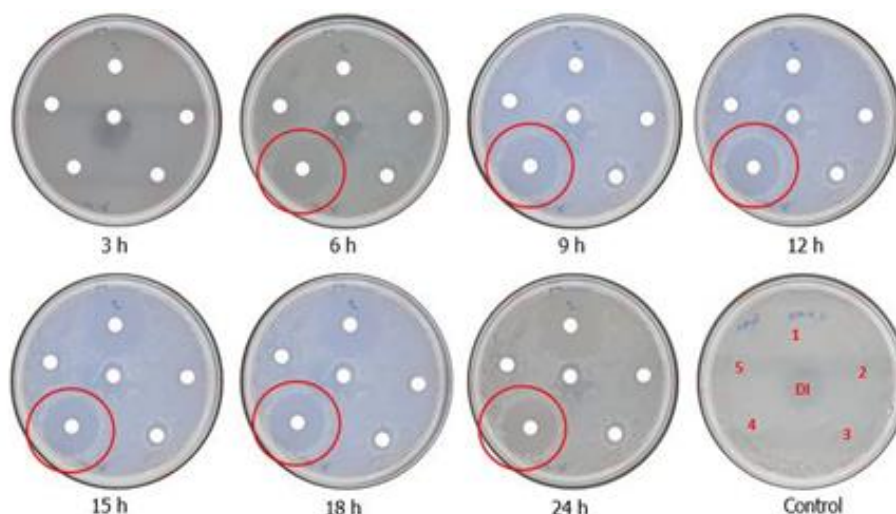
**ภาพที่ 54** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.21 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

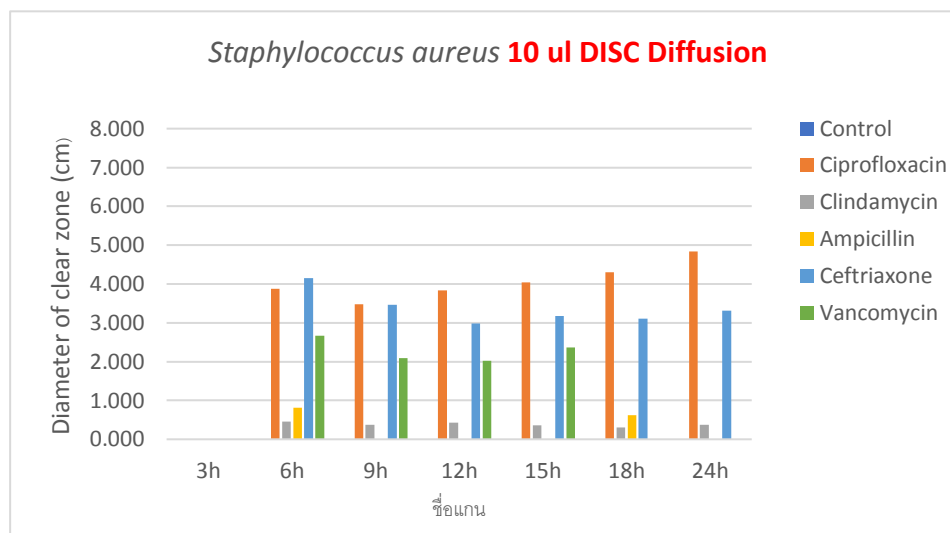
ภาพที่ 55 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ Ceftriaxone, Vancomycin, Ampicillin และ Clindamycin ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 6 พบว่ามีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซ้อนทับกับวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ampicillin และ Vancomycin



**ภาพที่ 55** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

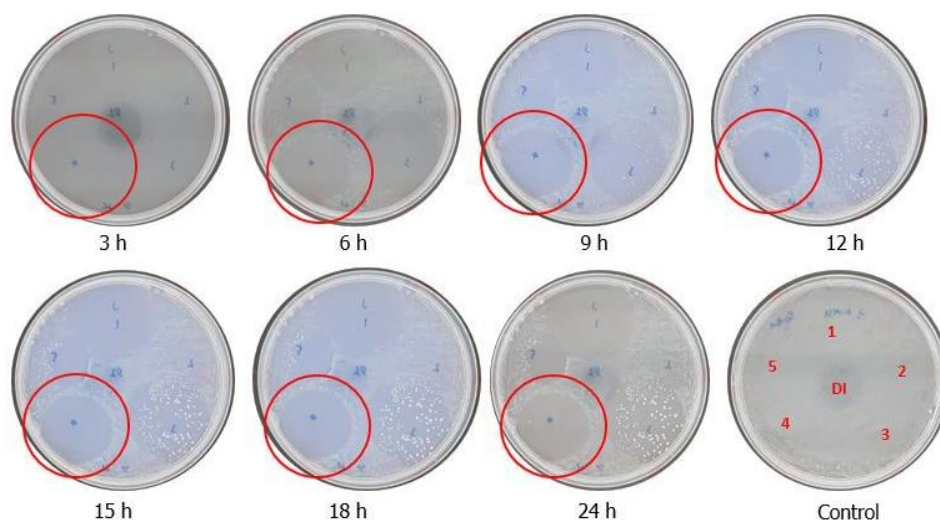
ภาพที่ 56 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l พบว่า ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Vancomycin, Ampicillin และ Clindamycin ตามลำดับ ในส่วนของการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซ้อนทับกับวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Vancomycin อาจจะบ่งบอกถึงมีความสามารถในการฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้แค่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง



ภาพที่ 56 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.22 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

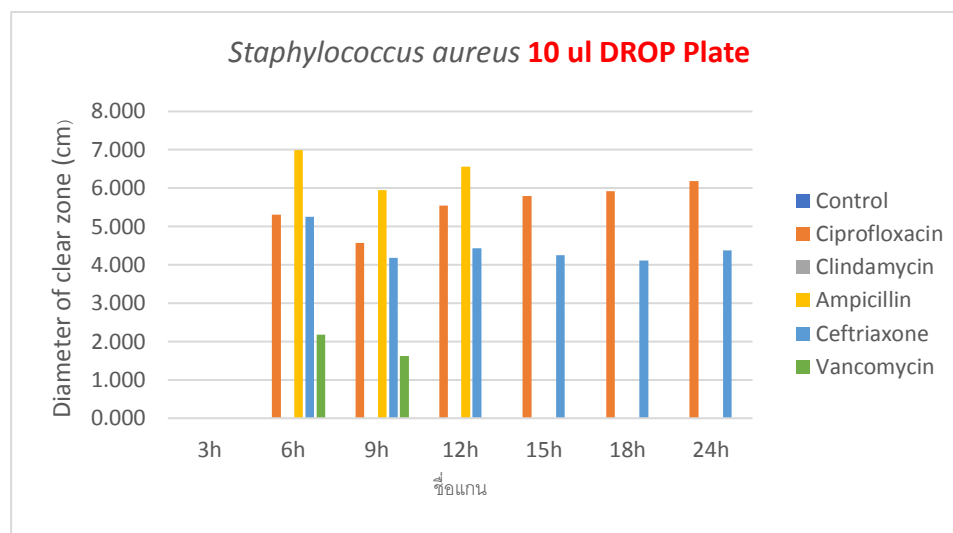
ภาพที่ 57 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ Ciprofloxacin, Ceftriaxone, Vancomycin และ Clindamycin ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 9 พบว่ามีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซ้อนทับกับวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin ในบริเวณวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Clindamycin และ Vancomycin เกิดการซ้อนทับกัน เนื่องจากปริมาตรของยาปฏิชีวนะอาจจะมีมากเกินไป จึงไม่สามารถกำหนดขอบเขตหรือบริเวณของยาปฏิชีวนะได้



ภาพที่ 57 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

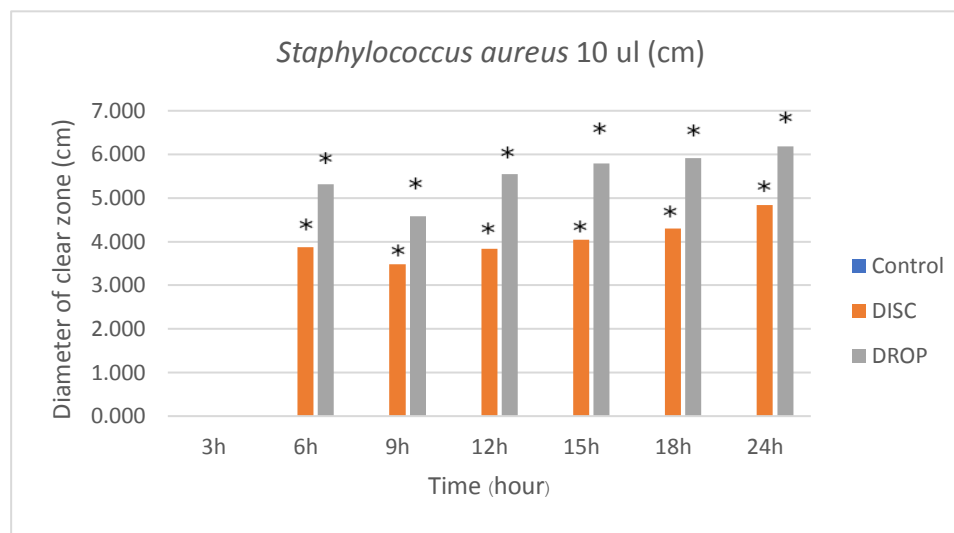
\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 58 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ampicillin ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, Ceftriaxone, Vancomycin และ Clindamycin ตามลำดับ ในส่วนของการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซ้อนทับกับวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin อาจจะบ่งบอกถึงมีความสามารถในการฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้แคในช่วงเวลาหนึ่ง



ภาพที่ 58 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 59 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 10  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



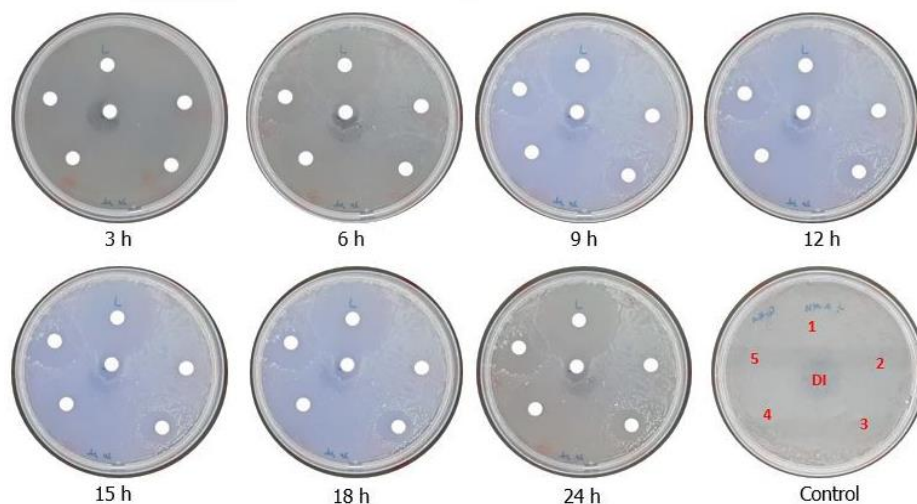
ภาพที่ 59 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.1.23 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 60 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ตั้งแต่วินาที 6 เป็นต้นไป โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ Ceftriaxone, Vancomycin, Ampicillin และ Clindamycin ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 6 พบว่ามีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซ้อนทับกับวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Vancomycin

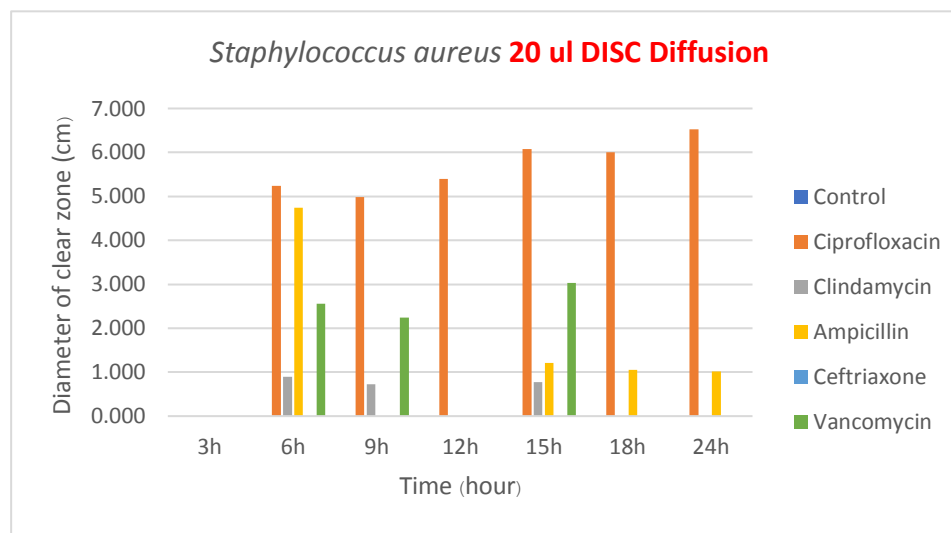


**ภาพที่ 60** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 61 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 20  $\mu\text{l}$  พบว่า ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Vancomycin, Ampicillin และ Clindamycin ตามลำดับ ในส่วนของการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ซ้อนทับกับวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin และ Vancomycin อาจจะบ่งบอกถึงมีความสามารถในการฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้แค่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ในบริเวณการใช้ยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone เกิดการซ้อนทับกันของการวง clear zone เนื่องจาก ปริมาตรของยาปฏิชีวนะมีมากเกินไปทำให้ไม่สามารถกำหนดขอบเขตหรือบริเวณของยาปฏิชีวนะได้

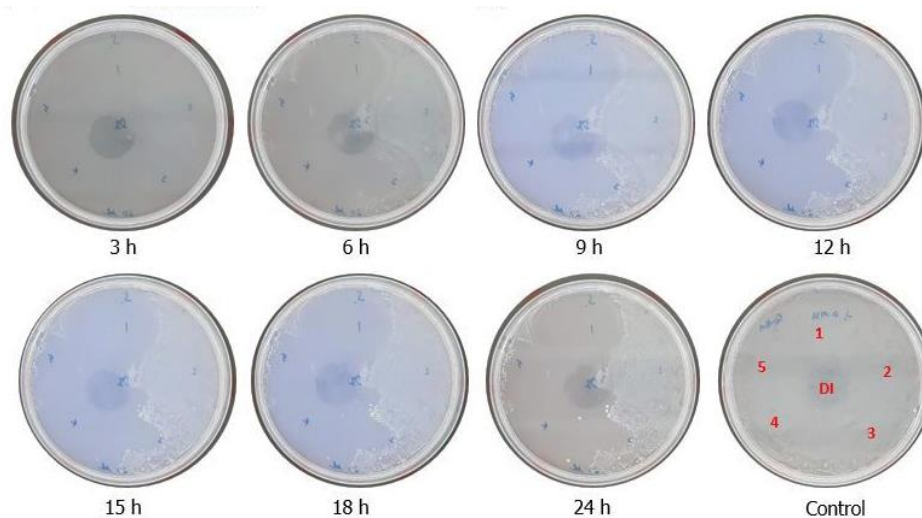


ภาพที่ 61 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ปริมาตร 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.1.24 Drop method: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 62 จากการทดลองพบว่าเกิดการซ้อนทับกันของยาปฏิชีวนะทั้ง 4 ชนิด เนื่องมาจากการใช้ปริมาตรของยาปฏิชีวนะที่มากเกินไป ทำให้เกิดบริเวณการยับยั้งค่อนข้างกว้าง และไม่สามารถมองเห็นขอบหรือบริเวณที่สิ้นสุดของยาปฏิชีวนะที่ชัดเจน จึงทำให้ยากต่อการมองเห็นผลการทดลองของยาปฏิชีวนะแต่ละชนิด และทำให้ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับวิธี disc diffusion และ ปริมาตรต่างๆก่อนหน้านี้ได้ สำหรับขนาดของ clear zone ในยาปฏิชีวนะแต่ละชนิด

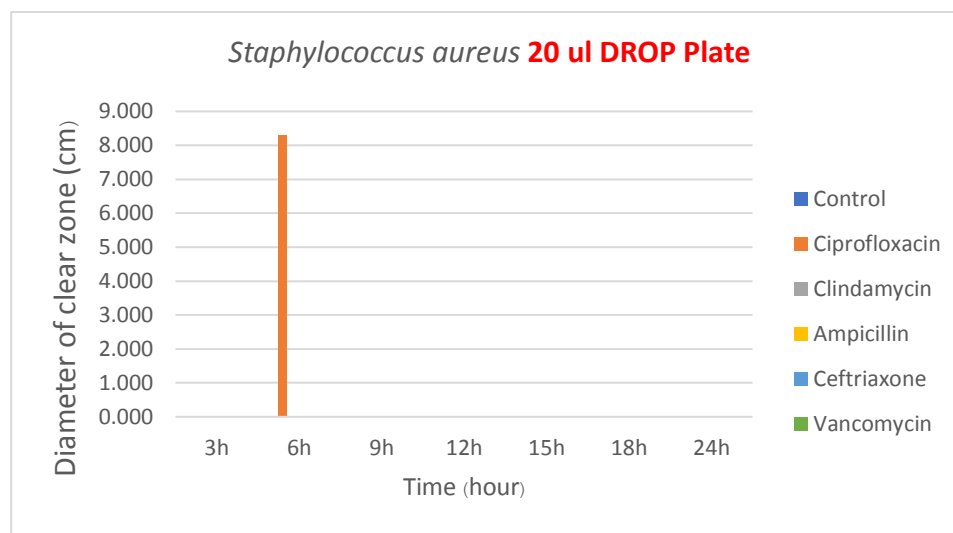




**ภาพที่ 62** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

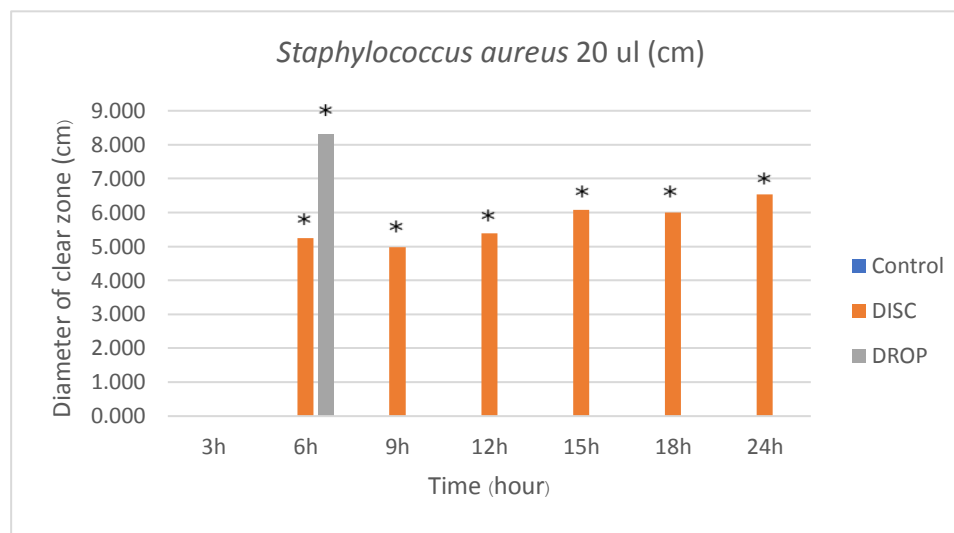
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 63 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 20  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุดในขณะที่ยาปฏิชีวนะอื่นๆ ไม่สามารถวัดขนาดวง clear zone ได้ เนื่องจากปัญหาการซ้อนทับของวง clear zone



ภาพที่ 63 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 64 ไม่สามารถเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate โดยกระบวนการทางสถิติ Independent sample T-test ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone ได้ เนื่องจากมีปริมาตรของยาปฏิชีวนะมากเกินไปทำให้เกิดการซ้อนทับกันของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin



ภาพที่ 64 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

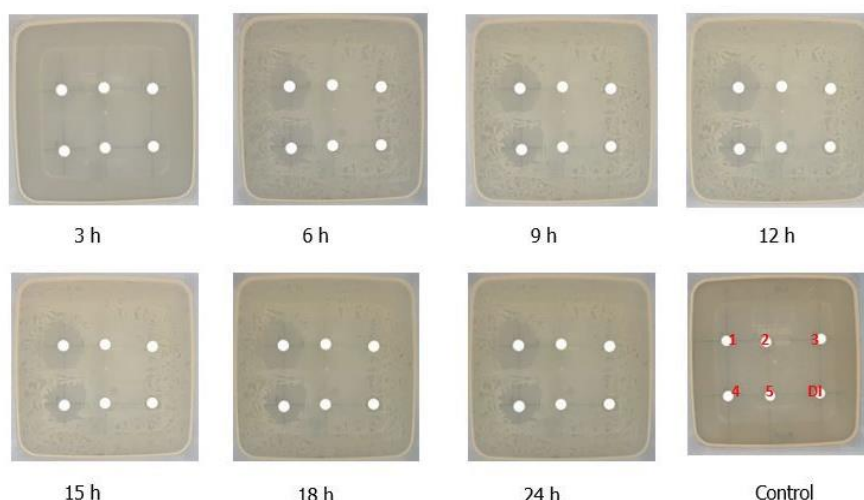
หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

## 4.2 ผลการทดลองโดยใช้ Plastic Box Plate

### 4.2.1 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

ภาพที่ 65 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ Plastic box plate เป็นตัวแทนของ 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปแบบของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin และ ตัวควบคุม DI-water ที่ความเข้มข้น 2  $\mu$ l ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดที่ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

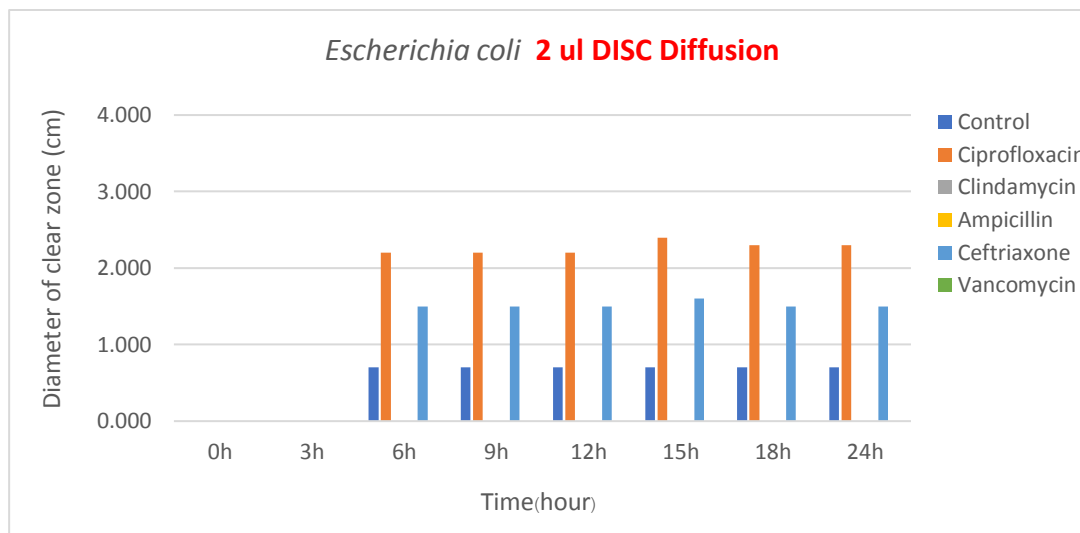


ภาพที่ 65 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

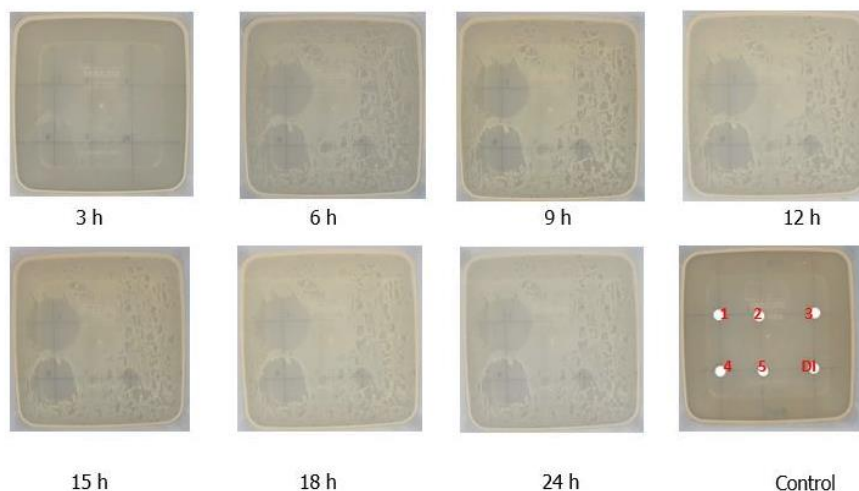
ภาพที่ 66 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 3 ชนิดที่เหลือได้แก่ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ เนื่องจากปริมาณยาปฏิชีวนะทั้ง 3 ชนิดอาจจะน้อยเกินไป และการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่งซึ่งได้มีการปรับ condition ให้การใช้ Plastic box plate สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของ 96-well plate ได้



ภาพที่ 66 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.2 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

ภาพที่ 67 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, และ ตัวควบคุม DI-water สามารถตรวจวัดขนาดของวง clear zone ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

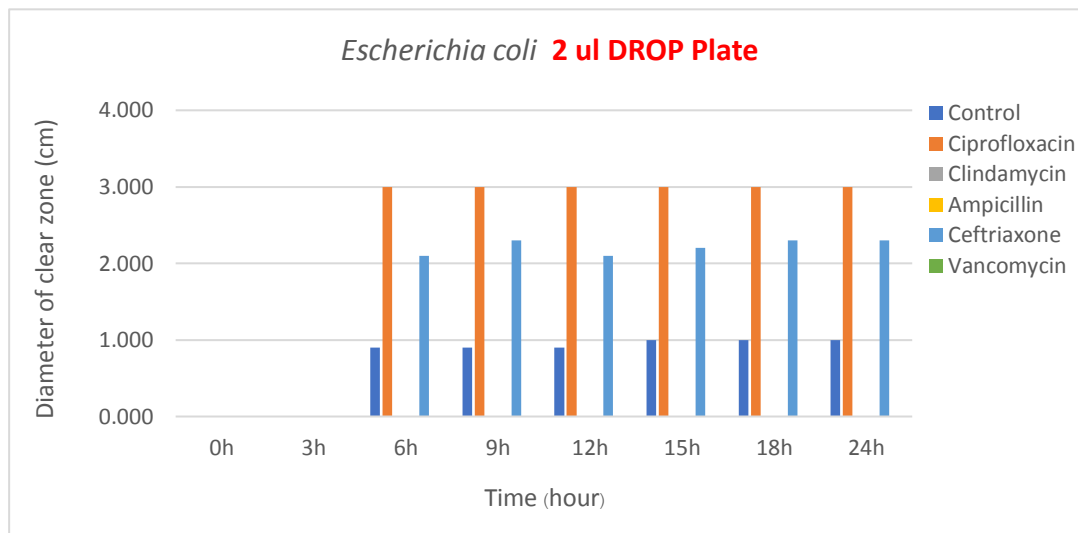


**ภาพที่ 67** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

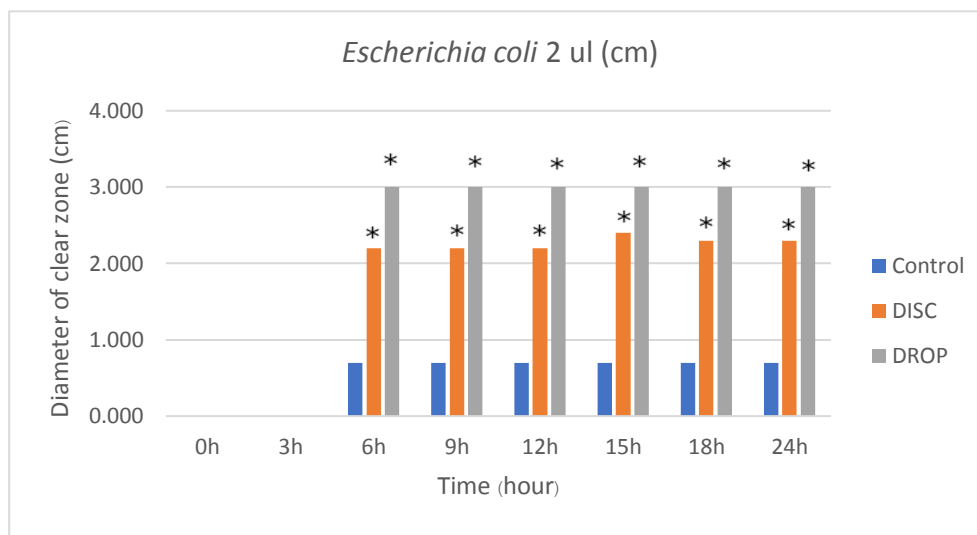
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 68 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 3 ชนิดที่เหลือได้แก่ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ เนื่องจากปริมาตรยาปฏิชีวนะทั้ง 3 ชนิดอาจจะน้อยเกินไป และการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง



ภาพที่ 68 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 69 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2 ul มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 69 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

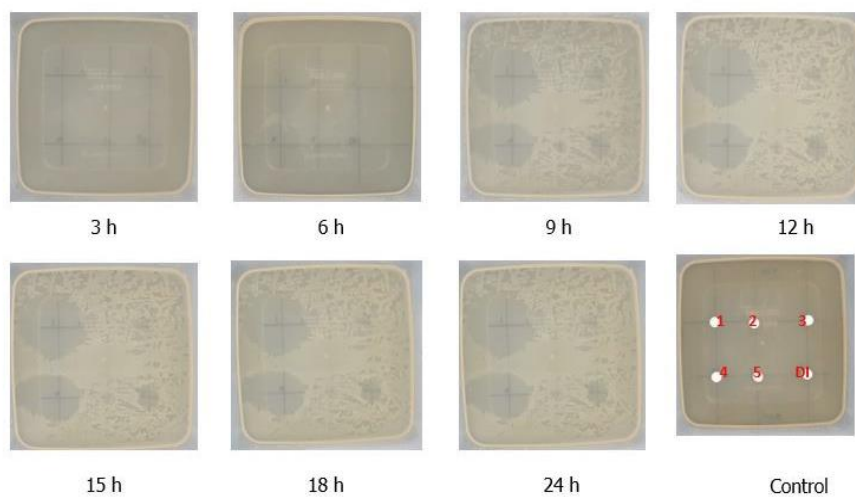
หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.3 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

ภาพที่ 70 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Vancomycin และ ตัวควบคุม DI-water ที่ความเข้มข้น 5  $\mu$ l ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดย Ciprofloxacin และ Ceftriaxone มีขนาดของวง clear zone ที่ค่อนข้างกว้าง รวมถึงบริเวณที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเป็นรูปทรงวงกลม หากแต่เกิดวงกลมแล้วไหลออกบริเวณด้านข้าง อันเนื่องมาจากภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ บริเวณก้นภาชนะมีลักษณะพื้นที่ไม่แบนราบ มีลักษณะนูนบริเวณตรงกลางและลาดลงไปด้านข้าง จึงทำให้การกระจายตัวของยากระจายออกด้านข้างด้วย บวกกับการใช้ปริมาตรของยาที่มากขึ้น ทำให้ไหลลงไปบริเวณด้านข้างได้โดยง่าย หากทำการเก็บงานเพาะเชื้อในขณะที่ยาปฏิชีวนะยังไม่แห้งดี



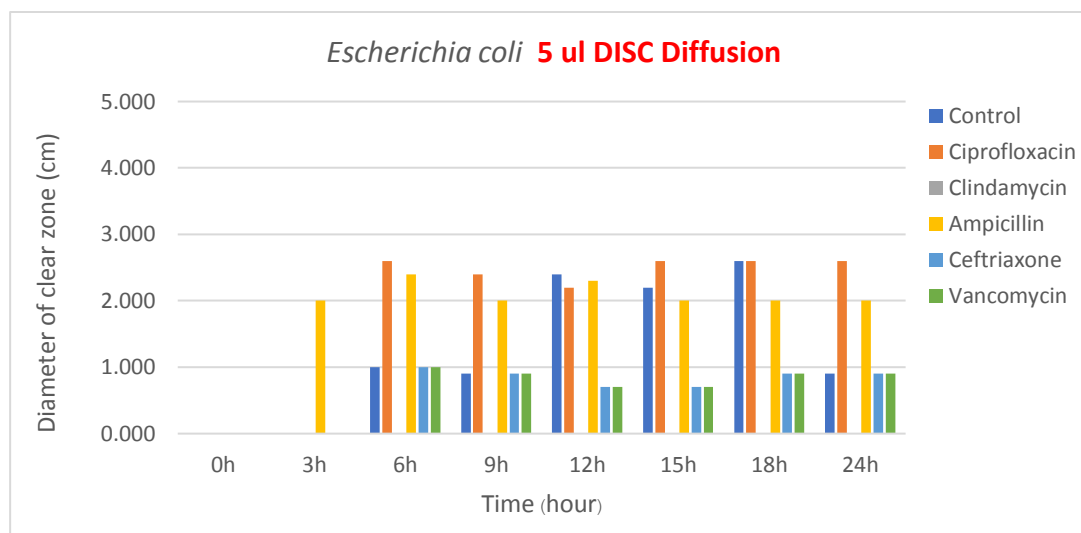


**ภาพที่ 70** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

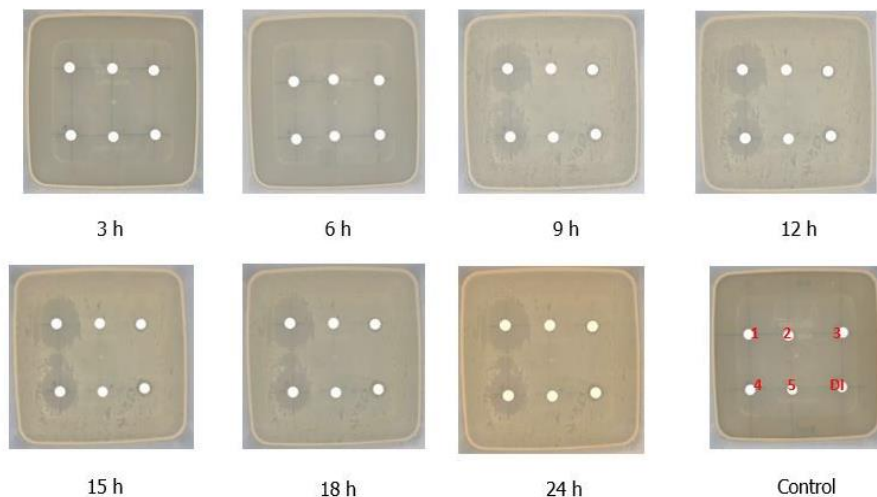
ภาพที่ 71 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin และ Ceftriaxone สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ampicillin และ Vancomycin ตามลำดับ ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 71 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.4 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

ภาพที่ 72 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin และ ตัวควบคุม DI-water สามารถตรวจวัดขนาดของวง clear zone ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin เมื่อระยะเวลาผ่านไปจะเห็นบริเวณการยับยั้งของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin และ Ceftriaxone ที่ชัดเจนขึ้น รวมถึงบริเวณการยับยั้งของยาปฏิชีวนะเกือบจะเกิดการซ้อนทับกัน

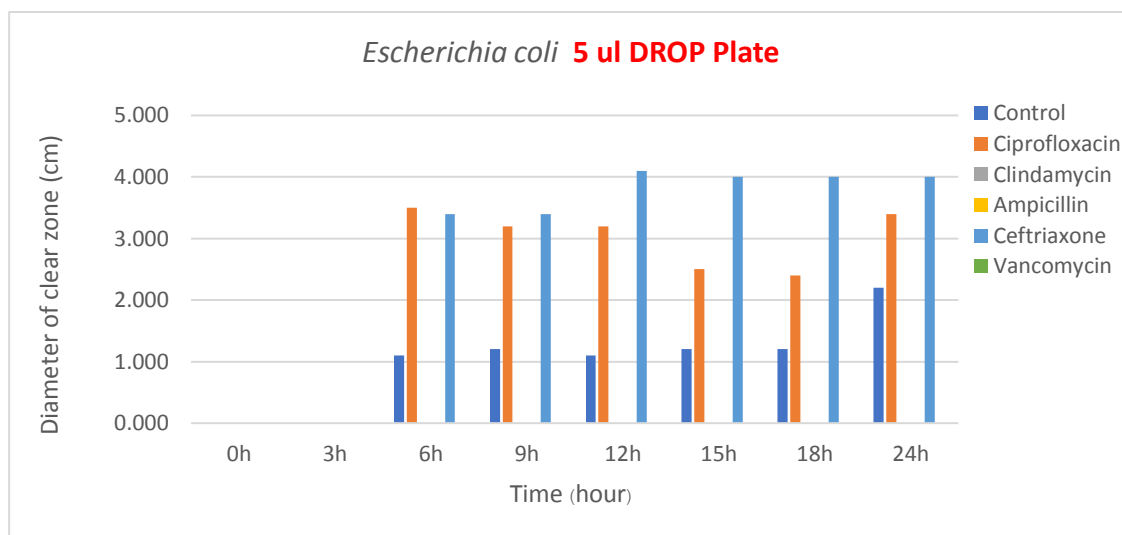


ภาพที่ 72 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

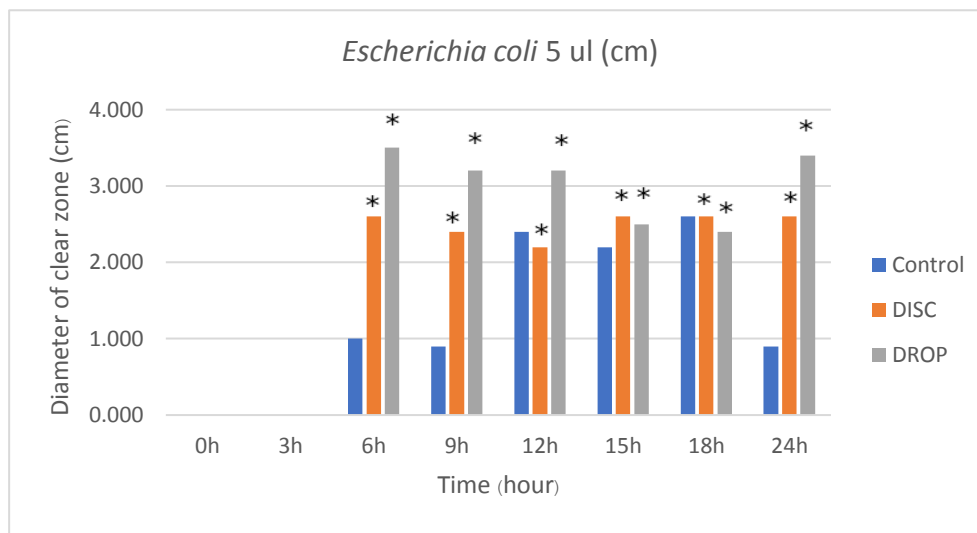
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 73 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ciprofloxacin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 3 ชนิดที่เหลือได้แก่ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ เนื่องจากปริมาตรยาปฏิชีวนะทั้ง 3 ชนิดอาจจะน้อยเกินไป และการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง



ภาพที่ 73 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop method ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 74 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ปริมาตร 5  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



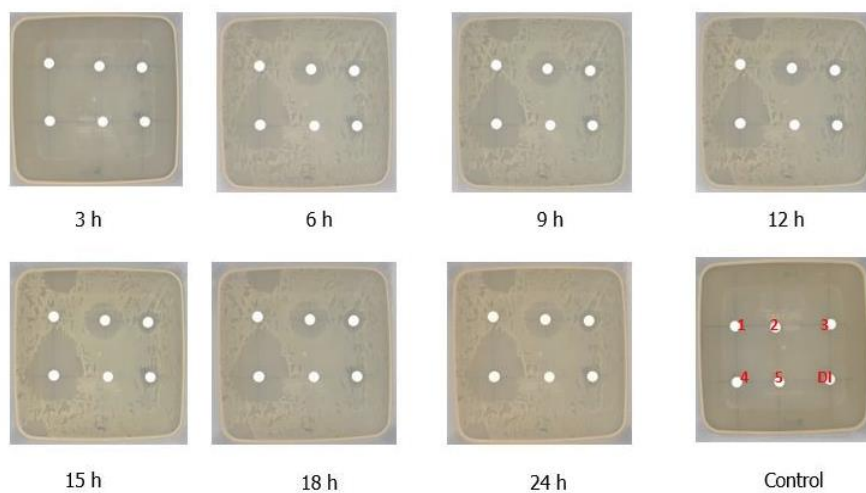
ภาพที่ 74 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.5 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

ภาพที่ 75 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin ที่ความเข้มข้น 10  $\mu$ l ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 และในชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป พบการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin และตัวควบคุม DI-water โดย Ceftriaxone และ Ciprofloxacin มีขนาดของวง clear zone ที่ค่อนข้างกว้าง รวมถึงบริเวณที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเป็นรูปทรงวงกลม หากแต่เกิดวงกลมแล้วไหลออกบริเวณด้านข้าง อันเนื่องมาจากภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อนั้น บริเวณก้นของภาชนะมีลักษณะพื้นที่ไม่แบนราบ มีลักษณะนูนบริเวณตรงกลางและลาดลงไปด้านข้าง จึงทำให้การกระจายตัวของยากระจายออกด้านข้างด้วย บวกกับการใช้ปริมาตรของยาที่มากขึ้น ทำให้ไหลลงไปบริเวณด้านข้างได้โดยง่าย หากทำการเก็บจานเพาะเชื้อในขณะที่ยาปฏิชีวนะยังไม่แห้งดี

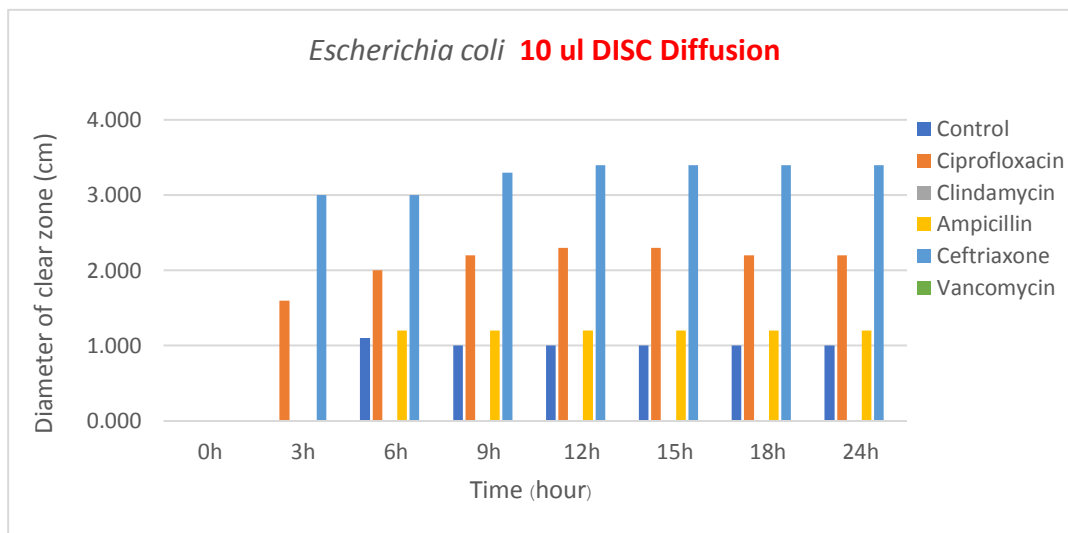


ภาพที่ 75 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

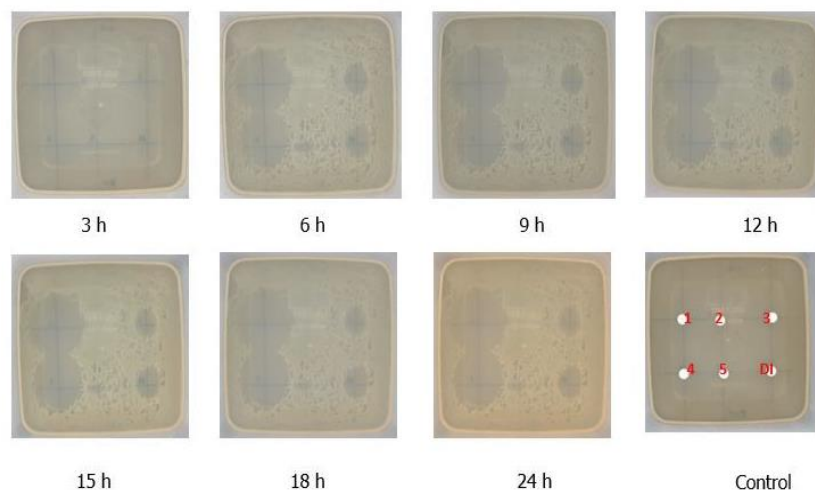
ภาพที่ 76 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ampicillin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 76 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.6 Drop method: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

ภาพที่ 77 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin และ Ampicillin สามารถตรวจวัดขนาดของวง clear zone ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 และในชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป พบการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin มีขนาดค่อนข้างกว้าง รวมถึงบริเวณที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเป็นรูปทรงวงกลม หากแต่เกิดวงกลมแล้วไหลออกบริเวณด้านข้าง อันเนื่องมาจากภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อนั้น บริเวณก้นของภาชนะมีลักษณะพื้นที่ไม่แบนราบ กล่าวคือมีลักษณะนูนบริเวณตรงกลางและลาดลงไปด้านข้าง จึงทำให้การกระจายตัวของยากระจายออกด้านข้างด้วย บวกกับการใช้ปริมาตรของยาที่มากขึ้น ทำให้ไหลลงไปที่บริเวณด้านข้างได้ง่าย หากทำการเก็บจานเพาะเชื้อในขณะที่ยาปฏิชีวนะยังไม่แห้งดี



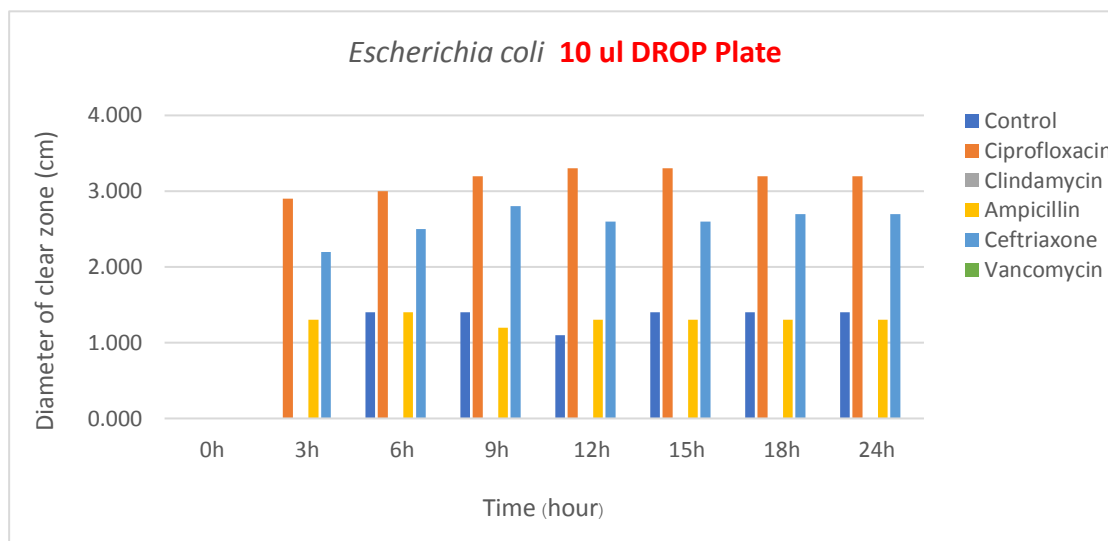
ภาพที่ 77 แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

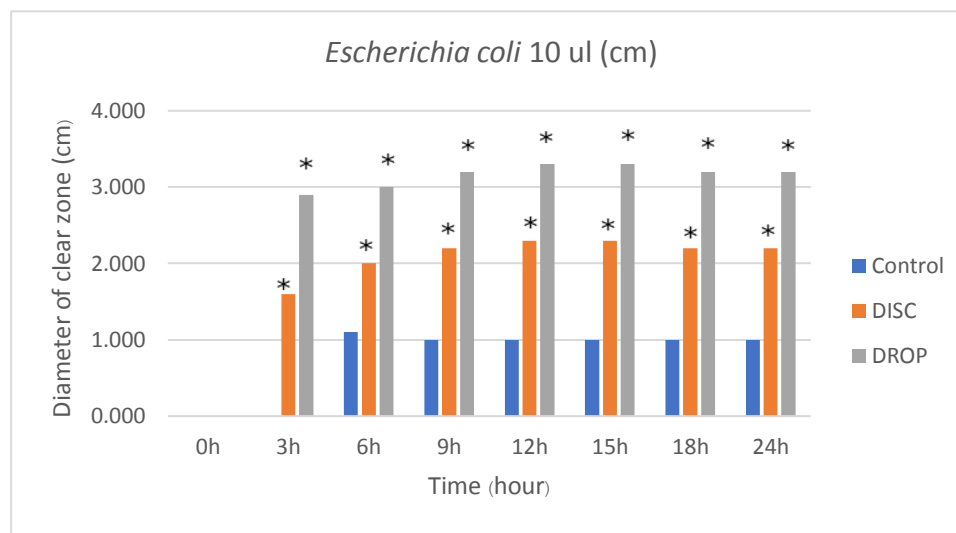
ภาพที่ 78 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ampicillin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะอีก 2 ชนิดที่เหลือ ได้แก่ Clindamycin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ เนื่องจากปริมาตรยาปฏิชีวนะทั้ง 3 ชนิดอาจจะน้อยเกินไป และการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง





ภาพที่ 78 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 79 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ปริมาตร 10  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



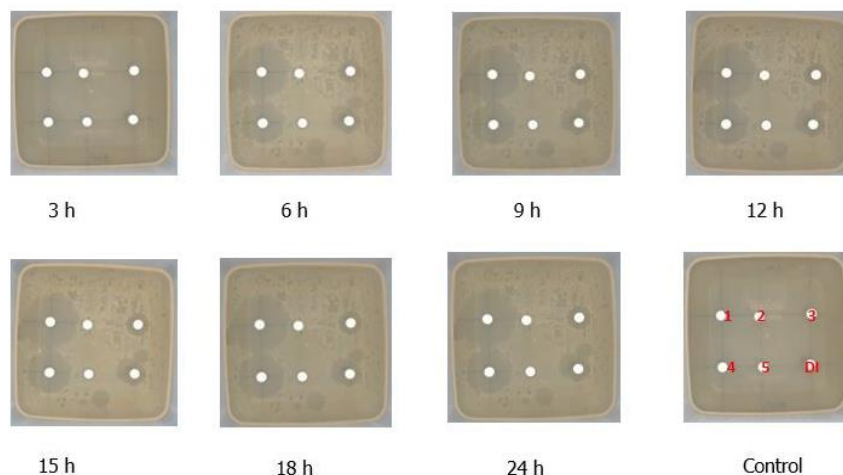
**ภาพที่ 79** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก (\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.7 Disc diffusion: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 80 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin และ Vancomycin ที่ความเข้มข้น 20  $\mu$ l ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 และในชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป พบการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ampicillin และตัวควบคุม DI-water โดย Ceftriaxone และ Ciprofloxacin มีขนาดของวง clear zone ที่ค่อนข้างกว้าง รวมถึงบริเวณที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเป็นรูปทรงวงกลม หากแต่เกิดวงกลมแล้วไหลออกบริเวณด้านข้าง อันเนื่องมาจากภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื่อนั้น บริเวณก้นของภาชนะมีลักษณะพื้นที่ไม่แบนราบ มีลักษณะนูนบริเวณตรงกลางและลาดลงไปด้านข้าง จึงทำให้การกระจายตัวของยากระจายออกด้านข้างด้วย บวกกับการใช้

ปริมาณของยาที่มากขึ้น ทำให้ไหลลงไปบริเวณด้านข้างได้ง่าย หากทำการเก็บงานเพาะเชื้อในขณะที่ยาปฏิชีวนะยังไม่แห้งดี

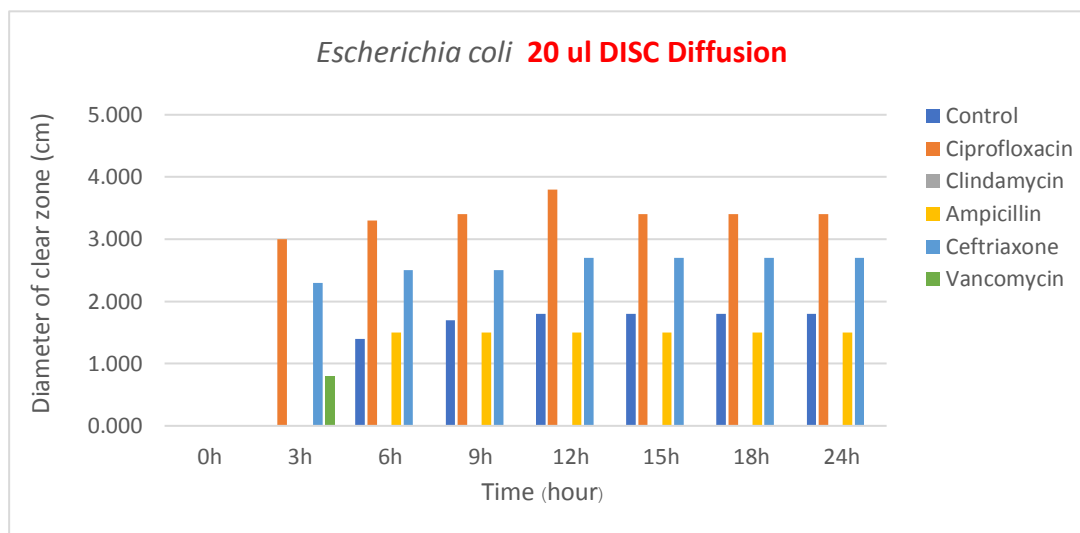


**ภาพที่ 80** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาณของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

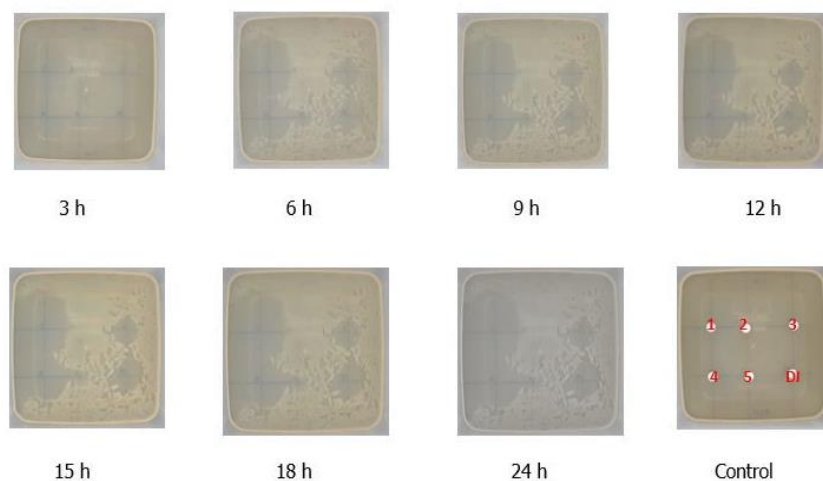
ภาพที่ 81 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ampicillin และ Vancomycin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้



ภาพที่ 81 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.8 Drop plate: *Escherichia coli* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 82 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบ *Escherichia coli* โดยใช้ box แทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone สามารถตรวจวัดขนาดของวง clear zone ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 และในชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป พบการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin, Vancomycin, Ampicillin และ ตัวควบคุม DI-water โดย Ciprofloxacin และ Ceftriaxone มีขนาดของวง clear zone ที่ค่อนข้างกว้างรวมถึงบริเวณที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเป็นรูปทรงวงกลม หากแต่เกิดวงกลมแล้วไหลออกบริเวณด้านข้าง อันเนื่องมาจากภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อนั้น บริเวณก้นของภาชนะมีลักษณะพื้นที่ไม่แบนราบ กล่าวคือมีลักษณะนูนบริเวณตรงกลางและลาดลงไปด้านข้าง จึงทำให้การกระจายตัวของยากระจายออกด้านข้างด้วย บวกกับการใช้ปริมาตรของยาที่มากขึ้น ทำให้ไหลลงไปบริเวณด้านข้างได้โดยง่าย หากทำการเก็บจานเพาะเชื้อในขณะที่ยาปฏิชีวนะยังไม่แห้งดี



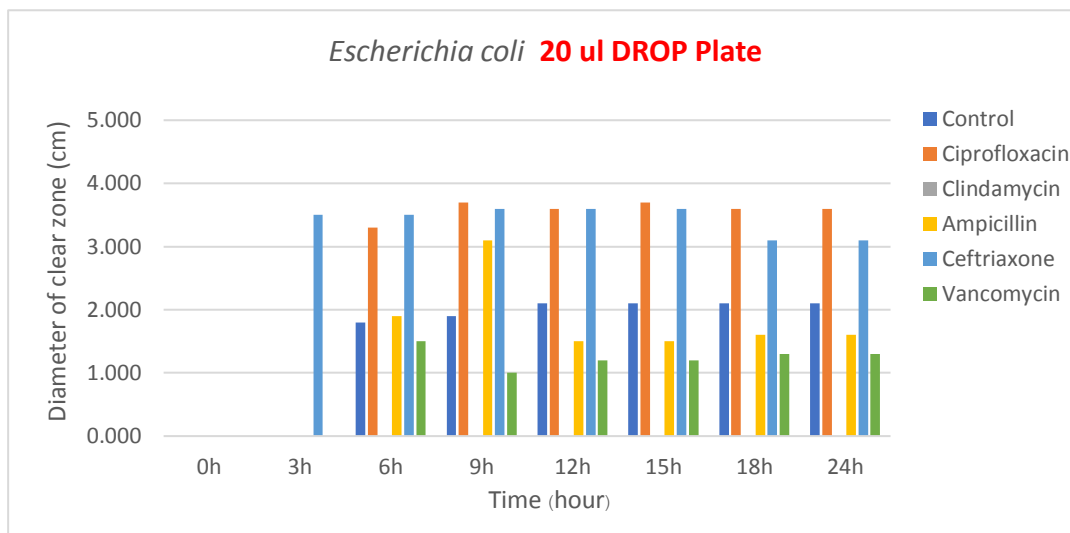
**ภาพที่ 82** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Escherichia coli* ที่ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate

หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

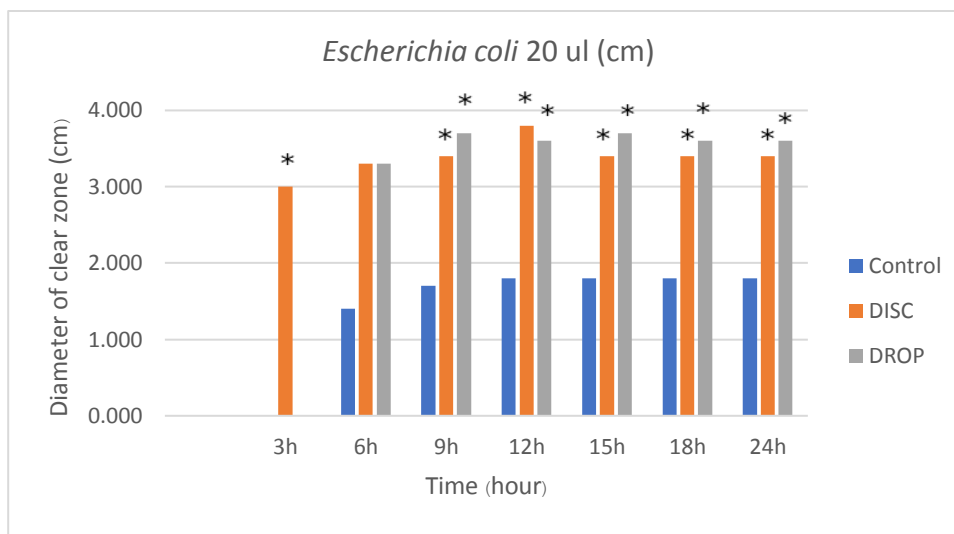
ภาพที่ 83 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ Ciprofloxacin ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Ampicillin และ Vancomycin ตามลำดับ ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ และการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง

จากการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *E. Coli* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ โดยใช้ยาปฏิชีวนะชนิด Clindamycin ในทุกปริมาตรตั้งแต่ 2, 5, 10 และ 20  $\mu$ l ของทั้งวิธี Disc diffusion และ Drop plate ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ ดังนั้น ยาปฏิชีวนะชนิด Clindamycin ไม่มีผลในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ



ภาพที่ 83 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 84 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 20  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



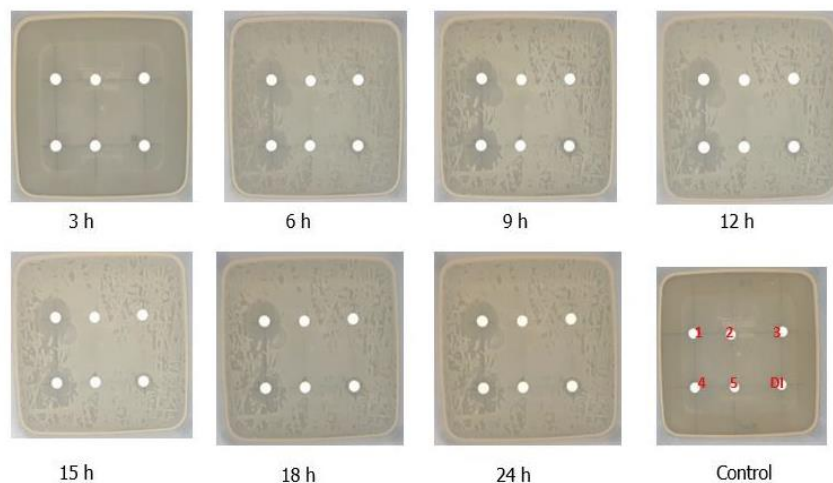
**ภาพที่ 84** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.9 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

ภาพที่ 85 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดที่ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

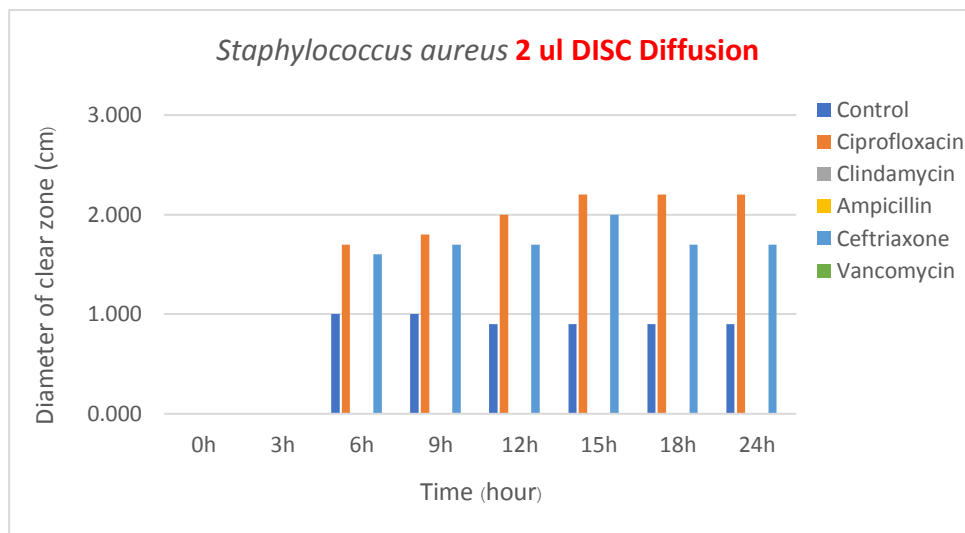


**ภาพที่ 85** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 86 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 2  $\mu\text{l}$  ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาตรที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรที่น้อยทำให้ไม่เพียงพอต่อการออกฤทธิ์ และยังพบการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water

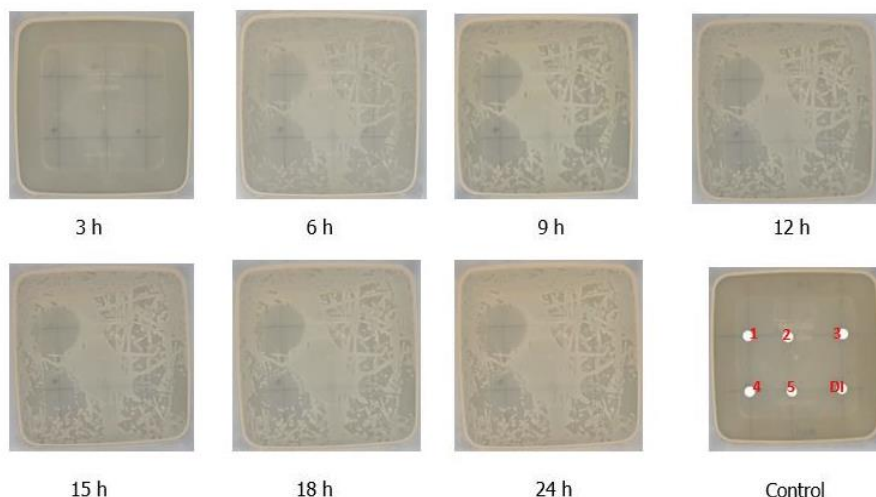




ภาพที่ 86 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.10 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 2 $\mu$ l

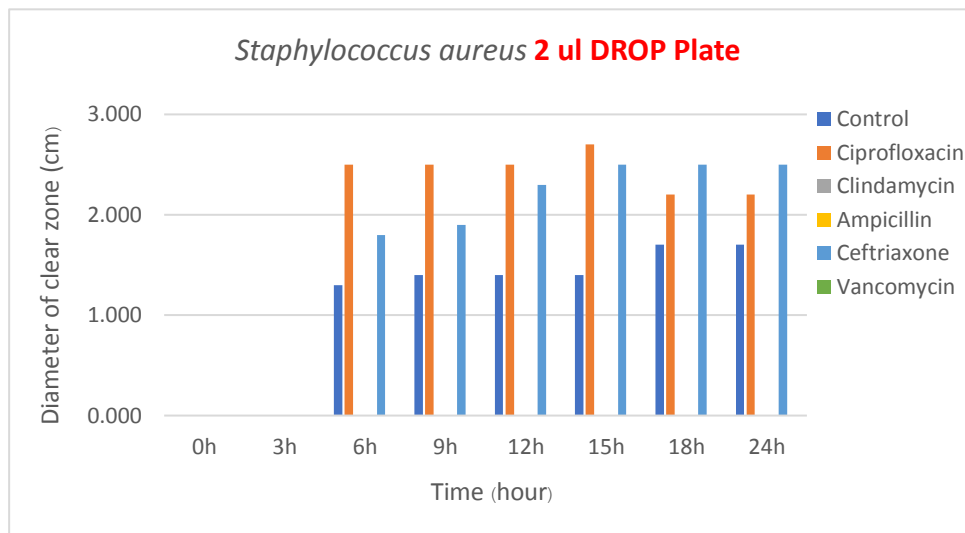
ภาพที่ 87 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 2  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่วินาที 3 โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone



**ภาพที่ 87** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 2  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

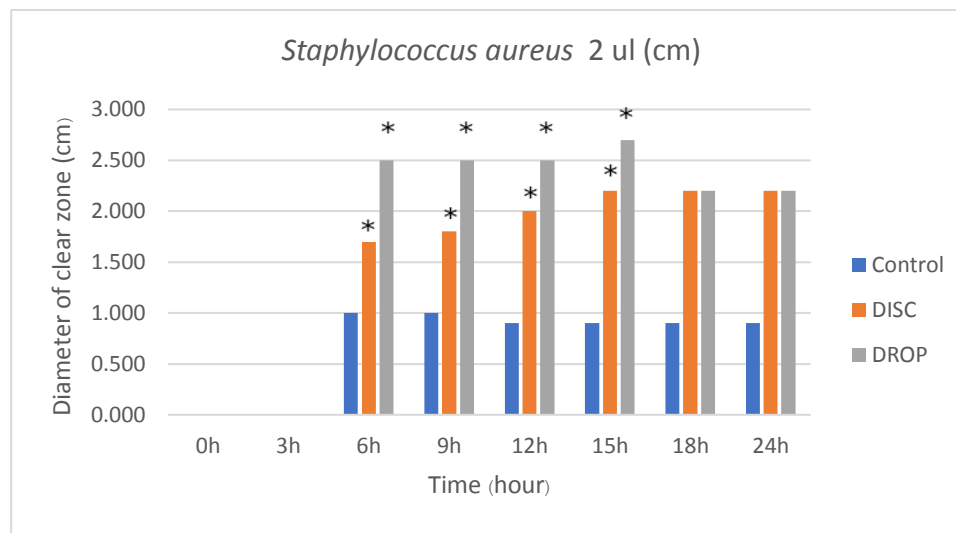
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 88 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ และในส่วนของ การเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง



**ภาพที่ 88** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 2 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 89 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



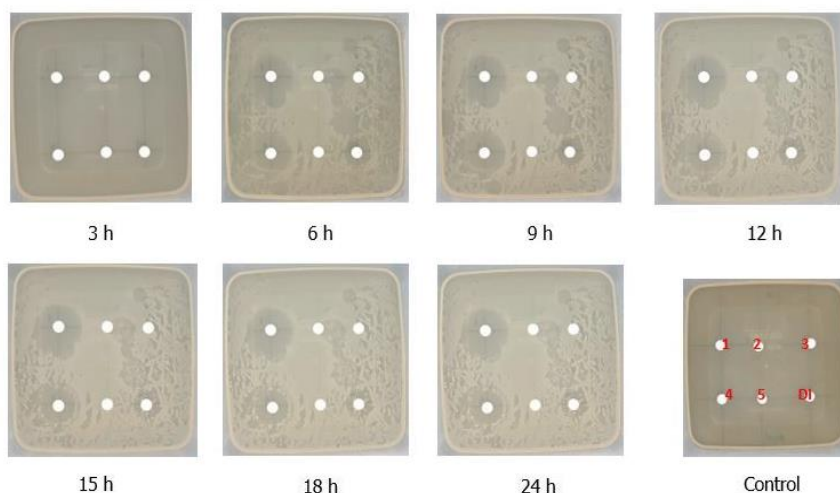
ภาพที่ 89 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.11 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

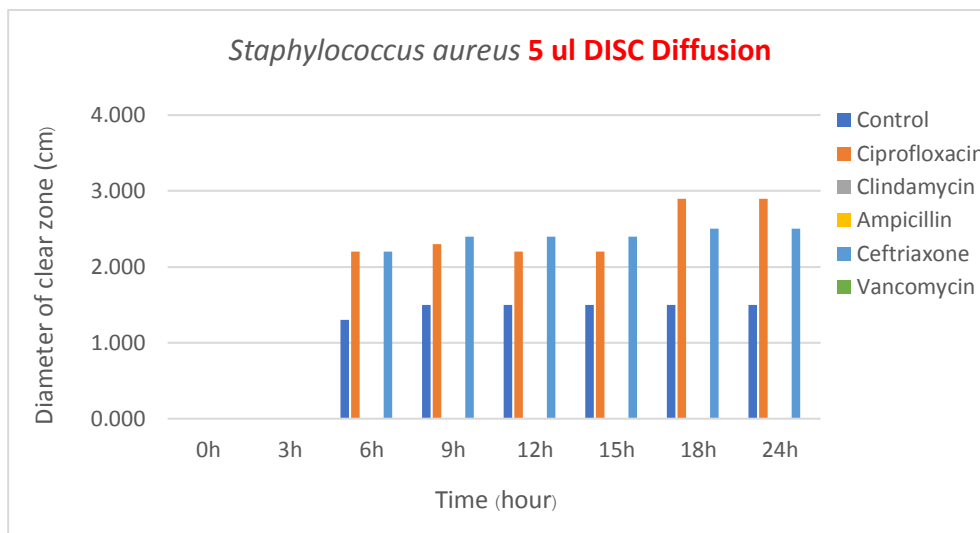
ภาพที่ 90 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า เกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป โดยพบว่าขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone แต่ในชั่วโมงที่ 15 ที่บริเวณการยับยั้งของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และยังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 24



**ภาพที่ 90** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

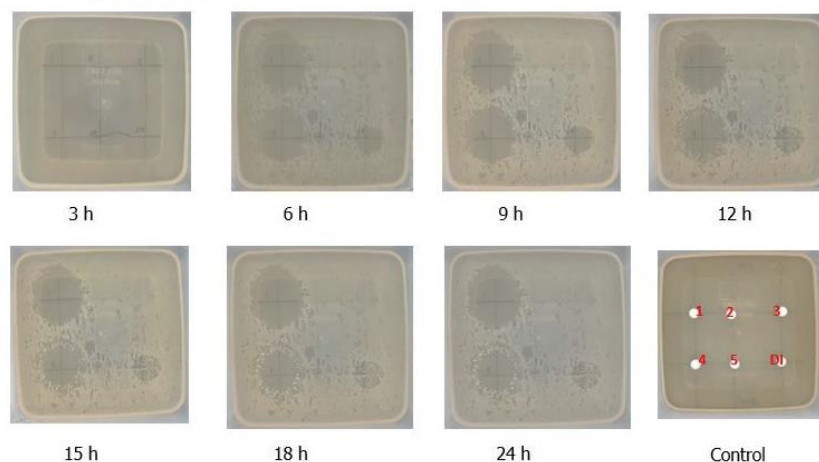
ภาพที่ 91 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาตรที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรที่น้อยทำให้ไม่เพียงพอต่อการออกฤทธิ์ และยังพบการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water



ภาพที่ 91 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.12 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 5 $\mu$ l

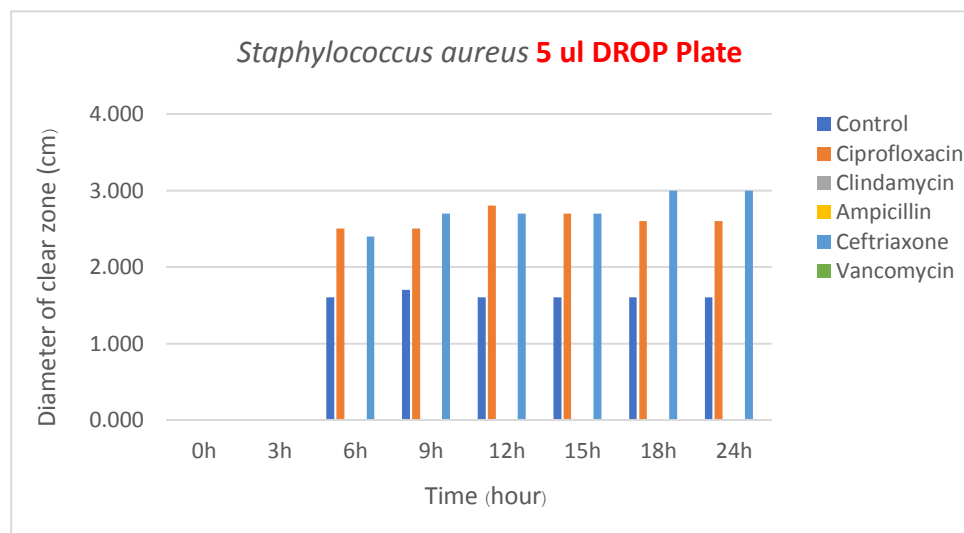
ภาพที่ 92 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 5  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone มีขนาดที่ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin แต่ในชั่วโมงที่ 12 ที่บริเวณการยับยั้งของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้น และยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 24



**ภาพที่ 92** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

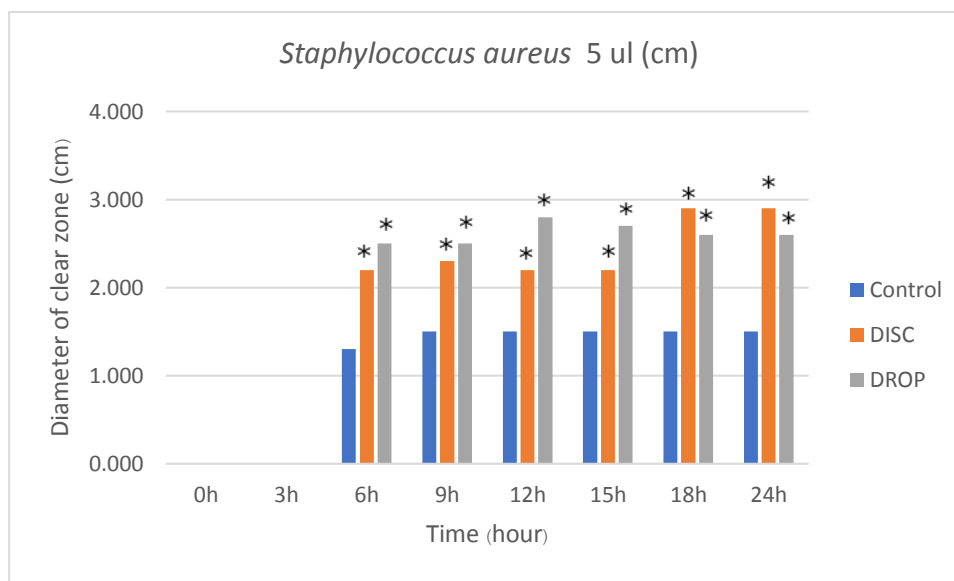
ภาพที่ 93 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ และในส่วนของ การเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง



**ภาพที่ 93** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 5 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 94 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 5  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )





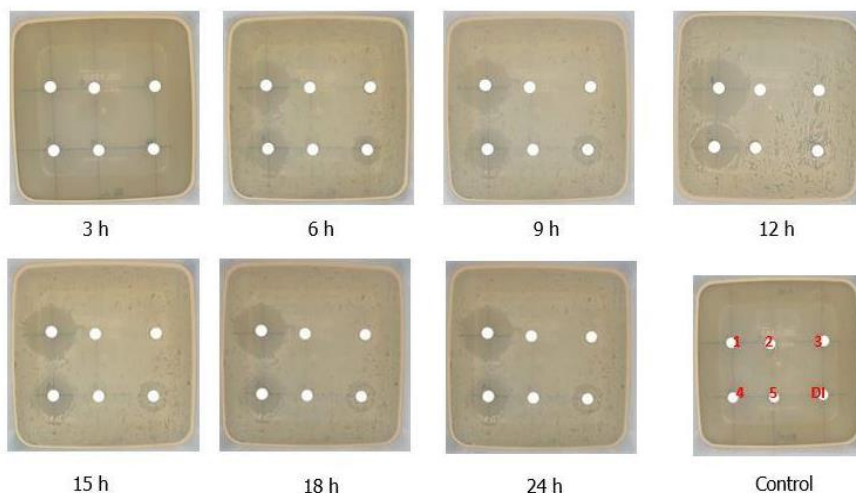
ภาพที่ 94 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\*หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.13 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

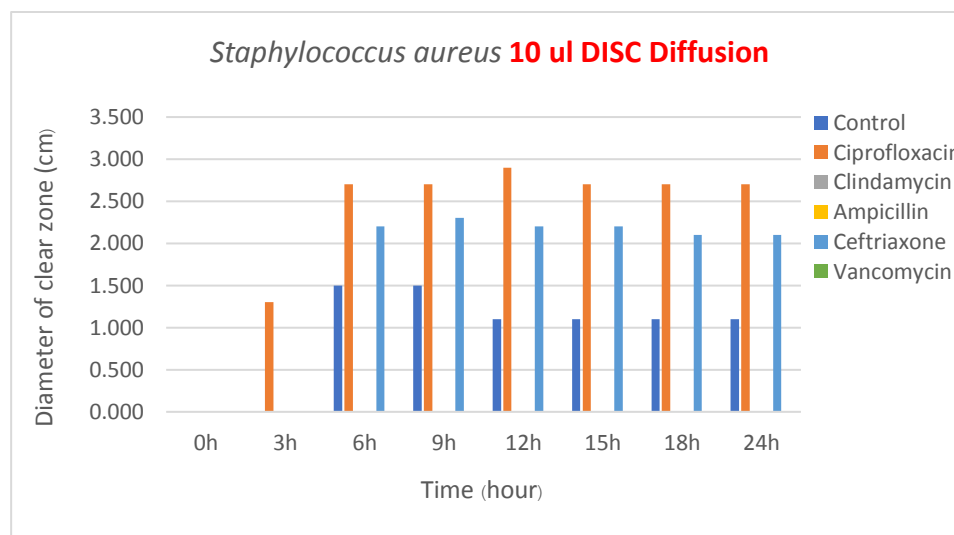
ภาพที่ 95 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป และในชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป พบว่ามีการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone และ ตัวควบคุม DI-water โดยขนาดของการเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone โดยขนาดของ clear zone มีขนาดกว้างและเห็นได้ชัดเจนกว่าการใช้ปริมาตรยาที่ปริมาตร 2 และ 10  $\mu$ l แต่ในชั่วโมงที่ 12 ที่บริเวณการยับยั้งของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 24



**ภาพที่ 95** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

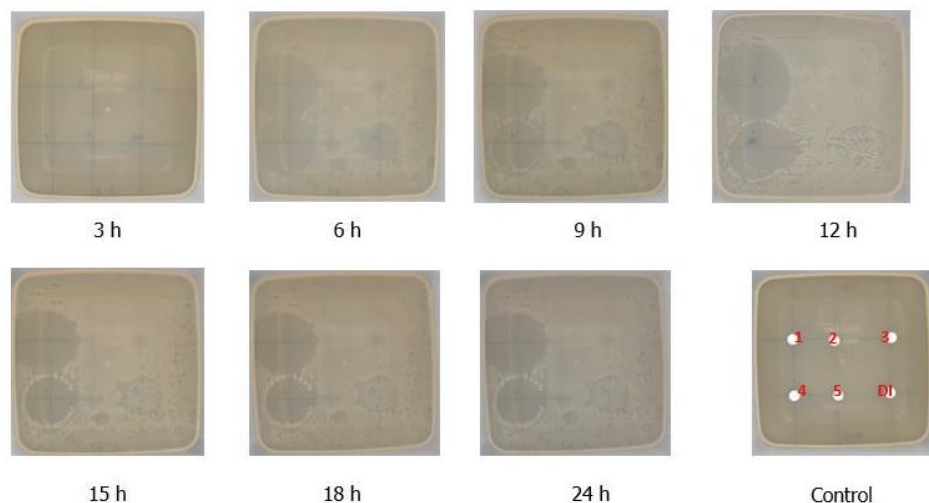
ภาพที่ 96 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 10 µl ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาตรที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรที่น้อยทำให้ไม่เพียงพอต่อการออกฤทธิ์ และยังพบการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water



ภาพที่ 96 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.14 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 10 $\mu$ l

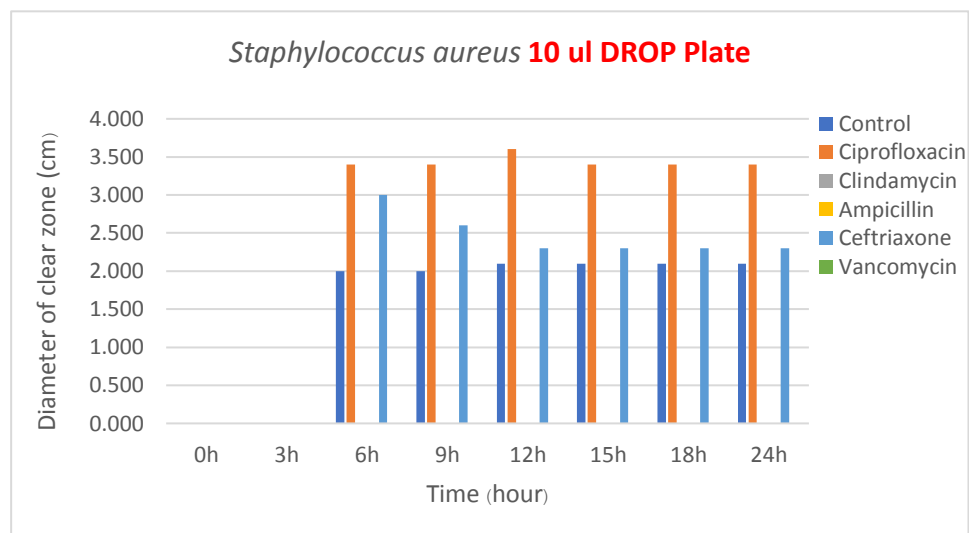
ภาพที่ 97 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 10  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, Ceftriaxone และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะ Ceftriaxone แต่ในชั่วโมงที่ 9 ที่บริเวณการยับยั้งของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้น และยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 24



**ภาพที่ 97** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 10  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

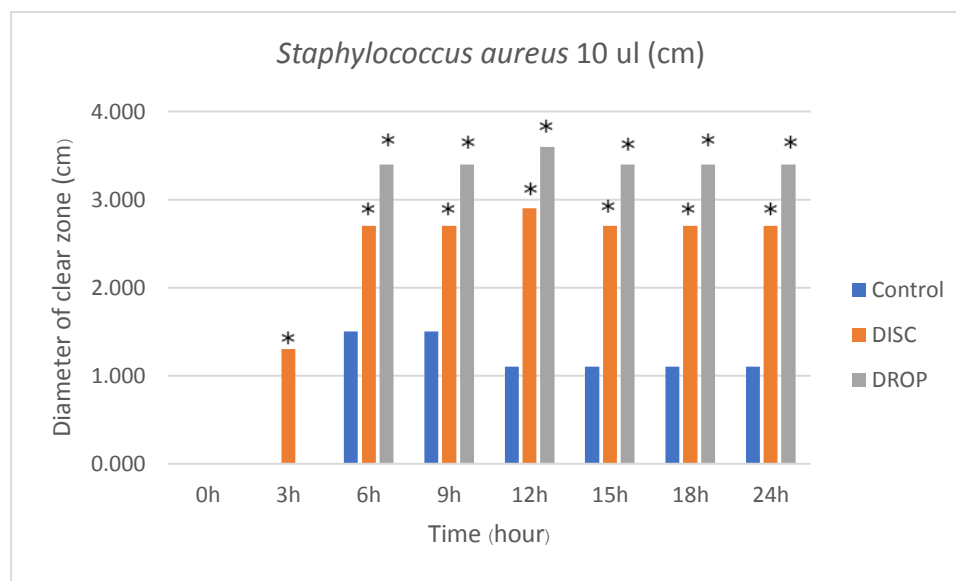
\*หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 98 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ ทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 10  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Ampicillin, Vancomycin และ Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ และในส่วนของ การเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจจะมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง



**ภาพที่ 98** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 99 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 10  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



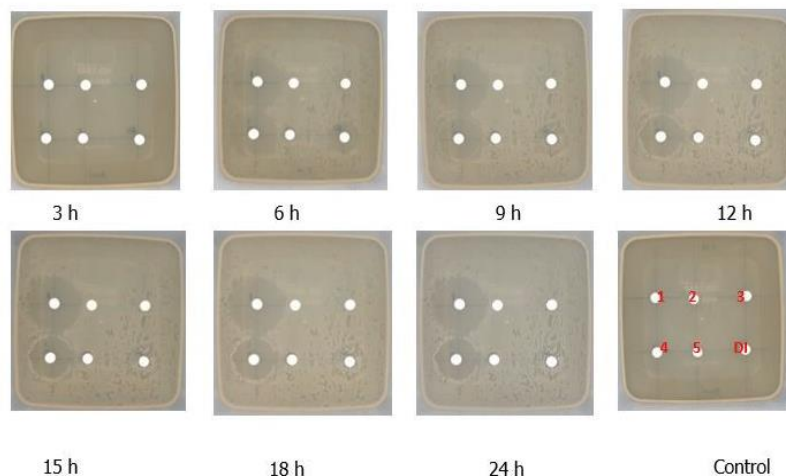
ภาพที่ 99 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 10 ul ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

#### 4.2.15 Disc diffusion: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

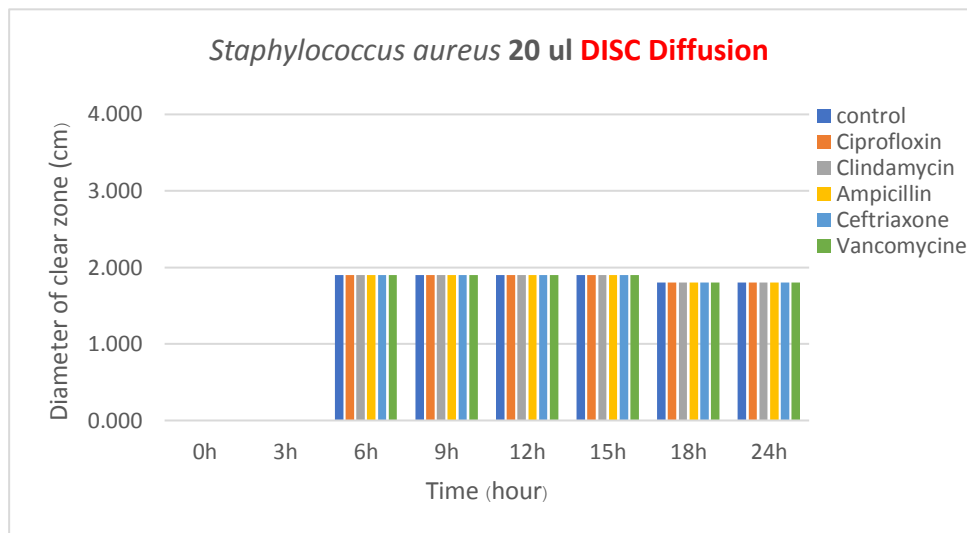
ภาพที่ 100 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี Disc diffusion พร้อมกับถ่ายรูปลงของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าเกิดวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Vancomycin, Ampicillin, Clindamycin และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป



**ภาพที่ 100** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Disc diffusion หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 101 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี Disc diffusion ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่า ยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ที่ปริมาตร 20  $\mu\text{l}$  สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ทั้งหมด และการเกิดวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water

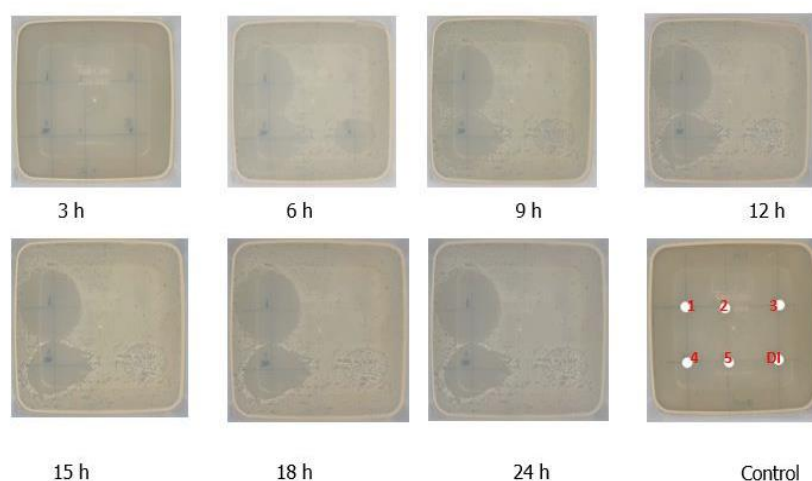


**ภาพที่ 101** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Disc diffusion ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

#### 4.2.16 Drop plate: *Staphylococcus aureus* ของยาปฏิชีวนะที่ปริมาตร 20 $\mu$ l

ภาพที่ 102 แสดงผลการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อจุลินทรีย์แกรมบวก *Staphylococcus aureus* โดยใช้ box ทดแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี drop plate พร้อมกับถ่ายรูปผลของยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด ปริมาตร 20  $\mu$ l ซึ่งคำนวณความเข้มข้นตามแนวทางการวิจัยของ CLSI (CLSI guidelines 2016) ทำการบันทึกผลทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, Ceftriaxone และ ตัวควบคุม DI-water ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 โดยยิ่งใช้ปริมาตรของยาปฏิชีวนะเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เห็นขนาดของ clear zone ที่ใหญ่และชัดขึ้น ปริมาตรที่มากขึ้นอาจทำให้เกิดการซ้อนทับกันของวงของ clear zone อีกทั้งยังพบว่าขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin มีขนาดที่ใหญ่กว่ายาปฏิชีวนะชนิด Ceftriaxone

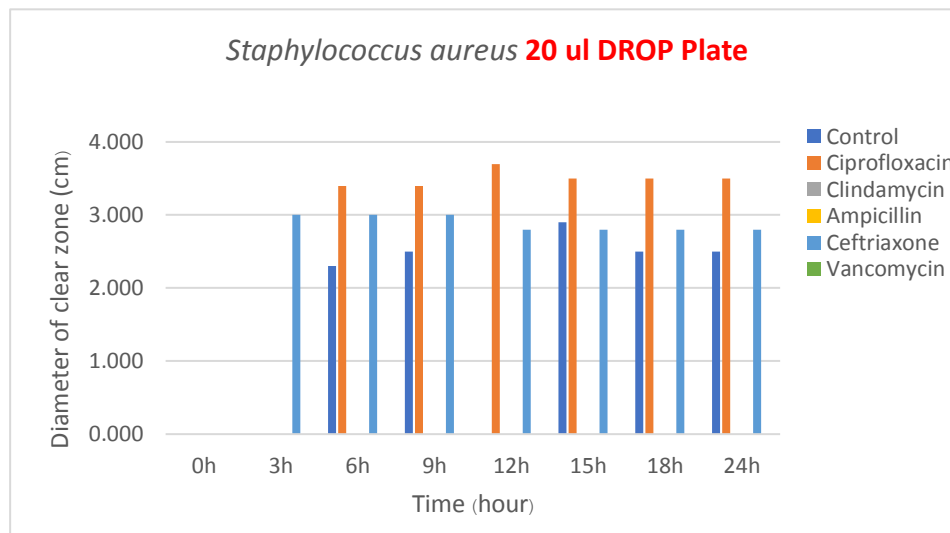




**ภาพที่ 102** แสดงการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus* ที่ ปริมาตรของยาปฏิชีวนะ 20 ul ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยวิธี Drop plate หมายเลข 1 แทนยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin, หมายเลข 2 แทนยาปฏิชีวนะ Clindamycin, หมายเลข 3 แทนยาปฏิชีวนะ Ampicillin, หมายเลข 4 แทนยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone, หมายเลข 5 แทนยาปฏิชีวนะ Vancomycin, หมายเลข 6 แทนชุดควบคุม (DI-water)

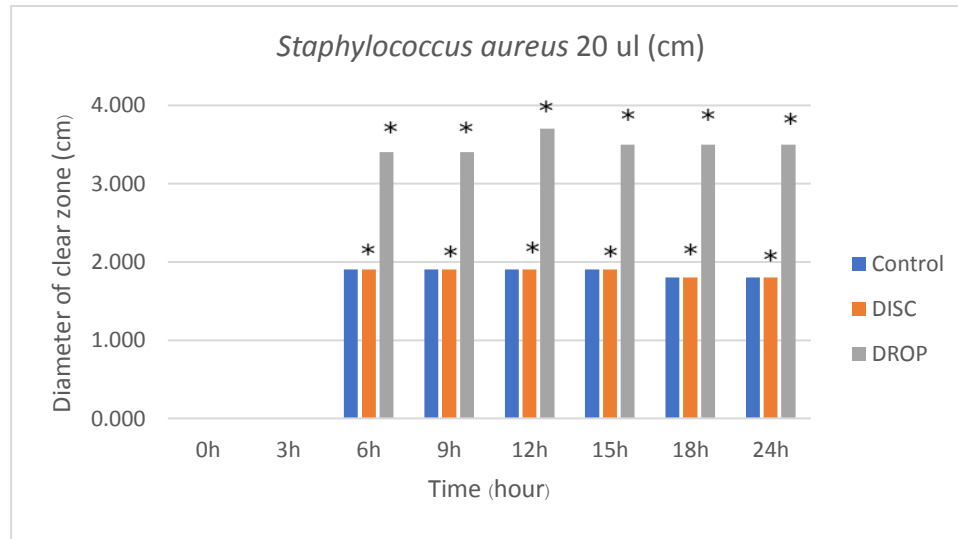
\* หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

ภาพที่ 103 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ด้วยวิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด จากผลการทดลองพบว่ายาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 20  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แกรมบวกได้ดีที่สุด รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Ceftriaxone ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Clindamycin, Ampicillin และ Vancomycin ที่ความเข้มข้นต่างๆกันในปริมาณ 10 ul ไม่พบการเกิดวง clear zone จึงสรุปได้ว่ายาปฏิชีวนะนี้ไม่มีผลในการยับยั้งหรือฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ซึ่งอาจมาจากการดื้อต่อยาปฏิชีวนะ และในส่วนของวง clear zone ของตัวควบคุม DI-water อาจมาจากการเจือปนของยาปฏิชีวนะชนิดใดชนิดหนึ่ง



ภาพที่ 103 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone วิธี Drop plate ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด

ภาพที่ 104 เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกของวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยสถิติ Independent sample T-test พบว่า วิธี drop plate ของยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 20  $\mu$ l มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



**ภาพที่ 104** กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวง clear zone ของวิธี Disc diffusion และ Drop plate ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ของยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin

หมายเหตุ ยาปฏิชีวนะชนิด Ciprofloxacin ใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของการกระจายตัวของยาปฏิชีวนะ เนื่องจากเป็นตัวแทนของยาปฏิชีวนะที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมลบและแกรมบวก

(\* หมายถึง significant  $p < 0.05$ )

## บทที่ 4

### สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### สรุปและอภิปรายผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์

##### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาปรับปรุงวิธีการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสามารถให้ผลการวิเคราะห์ภายในเวลา 12-18 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้สร้างต้นแบบการทดสอบความไวของยาปฏิชีวนะด้วยวิธีการใหม่โดยใช้ Plastic Box Plate เป็นตัวแทน 96 well plate ร่วมกับวิธี drop plate และเปรียบเทียบกับวิธีการเดิม petri dish โดยใช้โปรแกรม Image J ช่วยในการตรวจติดตามความกว้างบริเวณใส (Clear Zone) เพื่อลดระยะเวลาในการตรวจวิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะ

1.1 การเปรียบเทียบวิธีการเดิม petri dish โดยการทดลองแบบ disc diffusion และ drop plate พบว่า การทดลองแบบ drop สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ได้รวดเร็วกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ปริมาตรยาปฏิชีวนะที่น้อยที่สุด 2  $\mu\text{l}$  ภายในระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง และสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตรยาปฏิชีวนะที่น้อยที่สุด 2  $\mu\text{l}$  ภายในระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง

1.2 การเปรียบเทียบวิธีการใหม่ Plastic Box Plate โดยการทดลองแบบ disc diffusion และ drop plate พบว่า การทดลองแบบ drop plate สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ได้ผลชัดเจนและรวดเร็วกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ปริมาตรยาปฏิชีวนะที่น้อยที่สุด 2  $\mu\text{l}$  ภายในระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง

1.3 การใช้โปรแกรม Image J สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจติดตามความสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin Clindamycin Ampicillin Ceftriaxone และ Vancomycin ได้รวดเร็วก่อนระยะเวลา 12 - 18 ชั่วโมง

2. ได้รูปแบบการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานในการทดสอบประสิทธิภาพความไวของยาปฏิชีวนะ โดยให้ผลการวิเคราะห์ค่า MIC (minimal inhibitory concentration) ที่มีความถูกต้อง มีความแม่นยำสูงเมื่อเทียบกับวิธีการในปัจจุบัน (conventional method)

การวิเคราะห์ความไวของยาปฏิชีวนะโดยเปรียบเทียบขนาดความกว้างบริเวณใส (Clear Zone) กับค่า Susceptible (S) Intermediate (I) และ Resistant (R) ของเกณฑ์มาตรฐาน The Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) หรือ US Food and Drug Administration ดังตาราง 2 และ

3. การศึกษานี้เลือกใช้ *Escherichia coli* เป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมลบ และ *Staphylococcus aureus* เป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมบวกที่ความเข้มข้นของจำนวนเซลล์เท่ากับ  $10^8$  CFU/ml ยาปฏิชีวนะจำนวน 5 ชนิด คือ Ciprofloxacin Clindamycin Ampicillin Ceftriaxone Vancomycin เป็นตัวยาที่ใช้ทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรีย ปริมาณยาที่ใช้ คือ 0.5  $\mu$ l 1  $\mu$ l 2  $\mu$ l 10  $\mu$ l และ 20  $\mu$ l

**ตารางที่ 3** Zone Diameter and Minimal Inhibitory Concentration Interpretive Standards for Enterobacteriaceae (*Escherichia coli*)

Antimicrobial Agent	Disk Content	Zone Diameter Interpretive Criteria (nearest whole mm)		
		S	I	R
Ampicillin	10ug	$\geq 17$	14-16	$\leq 13$
Ciprofloxacin	5ug	$\geq 21$	16-20	$\leq 15$
Clindamycin	-	-	-	-
Ceftriaxone	30ug	$\geq 23$	20-22	$\leq 19$
Vancomycin	-	-	-	-

ที่มา: An informational supplement for global application developed through the Clinical and Laboratory Standards Institute consensus process, January 2015

ตารางที่ 4 Zone Diameter Inhibitory Concentration Interpretive Standards for *Staphylococcus* spp.

Antimicrobial Agent	Disk Content	Zone Diameter Interpretive Criteria (nearest whole mm)		
		S	I	R
Ampicillin	10 ug	≥29	-	≤28
Ciprofloxacin	5ug	≥21	16-20	≤15
Clindamycin	2ug	≥21	15-20	≤14
Ceftriaxone	30ug	22-28		
Vancomycin	30ug	≥17	15-16	≤14

ที่มา: An informational supplement for global application developed through the Clinical and Laboratory Standards Institute consensus process, January 2015

3.1 ทำการตรวจติดตามการเกิดวงรอบหยุดยั้งสารต้านจุลชีพ (clear zone) ด้วยโปรแกรม Image J ที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง ทำการประเมินผลทางสถิติขนาดของวงรอบหยุดยั้งสารต้านจุลชีพ (clear zone) ของยาปฏิชีวนะทั้ง 5 ชนิด ด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยวิธี Independent - Sample T test

3.1.1 ผลการศึกษาวิธีการเดิม petri dish ร่วมกับวิธี disc diffusion ของ *Escherichia coli*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2 µl สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 23.11 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 45.00 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

3.1.2 ผลการศึกษาวิธีการเติม petri dish ร่วมกับวิธี drop plate ของ *Escherichia coli*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 29.39 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ปริมาตร 20  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 21.10 มิลลิเมตร

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 27.89 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

3.1.3 ผลการศึกษาวิธีการเติม petri dish ร่วมกับวิธี disc diffusion ของ *Staphylococcus aureus*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 15 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 24.23 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 41.46 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 26.68 มิลลิเมตร

### 3.1.4 ผลการศึกษาวิธีการเติม petri dish ร่วมกับวิธี drop plate ของ *Staphylococcus aureus*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 25.79 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 69.94 มิลลิเมตร

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 27.82 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

### 3.1.5 ผลการศึกษาวิธี Plastic Box Plate ร่วมกับวิธี disc diffusion ของ *Escherichia coli*

เนื่องจากความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ดีที่สุดคือ 2  $\mu$ l ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ความเข้มข้นที่ 2  $\mu$ l มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Plastic box Plate เพื่อลดระยะเวลาและปริมาณยาปฏิชีวนะที่ต้องใช้

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 22.00 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ปริมาตร 5  $\mu$ l ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 20.00 มิลลิเมตร

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 10  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก



(susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้โดยมีขนาดของ clear zone เฉลี่ย 30.00 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

3.1.6 ผลการศึกษาวิธี Plastic Box Plate ร่วมกับวิธี drop plate ของ *Escherichia coli*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 30.00 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ปริมาตร 20  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 19.00 มิลลิเมตร

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 34.00 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ทุกความเข้มข้น

3.1.7 ผลการศึกษาวิธี Plastic Box Plate ร่วมกับวิธี disc diffusion ของ *Staphylococcus aureus*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 22.00 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ทุกความเข้มข้น

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 5  $\mu$ l ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมงโดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 22.00 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

### 3.1.8 ผลการศึกษาวิธี Plastic Box Plate ร่วมกับวิธี drop plate ของ

#### *Staphylococcus aureus*

(1) Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 25.00 มิลลิเมตร

(2) Clindamycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

(3) Ampicillin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

(4) Ceftriaxone ปริมาตร 5  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง โดยที่เชื้อไม่สามารถกลับมาเจริญได้อีก (susceptible: S) และสามารถวัดขนาดของ clear zone ได้เฉลี่ย 24.00 มิลลิเมตร

(5) Vancomycin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ทุกความเข้มข้น

4. สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างสารต้านจุลชีพได้จำนวนมาก เพื่อเป็นยุทธศาสตร์ในการเพิ่มความสามารในการรักษาผู้ป่วย

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธี drop plate สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ชัดเจนและรวดเร็วกว่าวิธี disc diffusion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

4.2 ยาปฏิชีวนะ Ciprofloxacin ปริมาตร 2  $\mu$ l สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ (*Escherichia coli*) ในระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเชื้อ 3 ชั่วโมง และสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก (*Staphylococcus aureus*) ในระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเชื้อ 6 ชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่ายาปฏิชีวนะอื่นๆ

4.3 การนำอุปกรณ์ Plastic box plate เป็นตัวแทนของ 96-microwell plate สามารถลดค่าใช้จ่ายในการตรวจความสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของยาปฏิชีวนะหรือวัดค่าความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาปฏิชีวนะได้ รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีจากโปรแกรม Image J สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ขนาดของวง clear zone ได้รวดเร็วกว่าวิธีการเดิมและมีความแม่นยำ เพื่อลดความผิดพลาดจากการวิเคราะห์โดยมนุษย์

### ข้อเสนอแนะ

1. ด้านประสิทธิภาพของวิธีการ disc diffusion และวิธีการ drop plate แม้ว่าการใช้วิธี drop plate จะให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ดีกว่าวิธีการ disc diffusion แต่เมื่อเพิ่มปริมาตรยา พบว่า วิธีการนี้ไม่สามารถควบคุมการไหลของยาปฏิชีวนะได้ จึงเกิดการ overlode ของวง clear zone ทำให้การวัดขนาดของ clear zone ทำได้ยากยิ่งขึ้นดังนั้นผู้วิเคราะห์ควรมีความชำนาญในการใช้วิธีการนี้ก่อนนำมาใช้จริง นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนฐานของ Plastic box plate ให้ราบไม่มีรอยนูนและการเจาะช่องเล็กๆเพื่อเติมยาปฏิชีวนะ ทดแทนการใช้ antibiotic cup จะเป็นวิธีที่ช่วยลดการไหลของยาปฏิชีวนะและเกิดการปนเปื้อน ทำให้ผลไม่ได้ตามที่คาดหวังซึ่งจะนำไปทดสอบในปีที่ 2 ของงานวิจัยชิ้นนี้ในปี 2562

2. การตรวจพบ clear zone บริเวณที่เป็น DI water

2.1 ในส่วนนี้อาจเป็นปัญหาจาก plastic box ที่ไม่ราบเรียบ จึงจำเป็นต้องจัดหา plastic box ชนิดใหม่เพื่อทำการทดสอบในส่วนนี้อีกครั้ง

2.2 หยด DI water หลายพื้นที่ควบคู่กับ antibiotics ที่ขึ้น clear zone เพื่อดูผลของการเกิด clear zone อีกครั้ง

3. การใช้นวัตกรรมมาช่วยในการถ่ายภาพ โดยการสร้างกล้องถ่ายภาพที่มีการควบคุมแสงจากภายนอกไม่ให้นำมารบกวนในระหว่างการถ่ายภาพ และใช้เทคโนโลยี Image J มาช่วยในการปรับเปลี่ยนแสงเพื่อทำให้การตรวจวัดวง clear zone เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

4. การทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมใหม่กับเชื้อแบคทีเรียก่อโรค เนื่องจากในปีที่ 1 เป็นการทดสอบด้านเทคนิคและวิธีการแบบใหม่สำหรับการตรวจวัด clear zone ในจุลินทรีย์ไม่ก่อโรคตัวแทนของแกรมบวกและลบ โดยในปีที่ 2 จะเป็นการทดสอบกับแบคทีเรียก่อโรคและเปรียบเทียบค่า susceptibility test ตาม CLSI guideline ในการแปลผลค่าความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อยาปฏิชีวนะ ทั้ง 3 ด้านคือ Susceptible, Intermediate หรือ Resistant

## รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก) 2561A10803017 สัญญาเลขที่.....99/2561.....

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ....2561.....มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงการวิจัย การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการทดสอบ

ตัวอย่างทางคลินิกระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล

(Novel and high – throughput antimicrobial susceptibility method based on clinical microscale testing and digital image processing protocols)

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน.....เภสัชกรหญิง ดร. ณัฐธินี ธีรกุลกิตติพงศ์.....

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่.....1 ตุลาคม 2560.....ถึงวันที่.....31 ตุลาคม 2561.....

ระยะเวลาดำเนินการ.....1...ปี.....-.....เดือน ตั้งแต่วันที่ (วัน/เดือน/ปี).....1 ตุลาคม 2560.....

### รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 (50%) .....329,500.....บาท เมื่อวันที่ เดือน ปี.....

งวดที่ 2 (40%) .....263,600.....บาท เมื่อวันที่ เดือน ปี.....

งวดที่ 3 (10%) .....65,900.....บาท เมื่อวันที่ เดือน ปี.....

รวม .....659,000.....

### รายจ่าย

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1. ค่าตอบแทน	37,000	37,000	0
2. ค่าจ้าง	245,800	245,800	0
3. ค่าวัสดุ	215,300	215,300	0

4. ค่าใช้สอย	95,000	95,000	0
5. ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
6. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 6.1 ค่าธรรมเนียม อุดหนุนสถาบัน	65,900	65,900	0
<b>รวม</b>	<b>659,000</b>	<b>659,000</b>	<b>0</b>

(.....)

เภสัชกรหญิง ดร.ณัฐฉิณี ชีรกุลกิตติพงศ์

หัวหน้าแผนงานวิจัยผู้รับทุน

## บรรณานุกรม

ธนิต เบี้ยแก้ว, วรารท์ เทพาหุดี, เจษฎา อีสหะ, รุ่งพถุทธิ์ จงเจริญสุข, ธนพล ปั่นดี. Using ImageJ Software. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900.

ประสาทร บริสุทธิ์เพชร, พิทย กายบุตร, และสาธิต พรตระกูลพิพัฒน์. 2008. การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อของสมุนไพรในห้องปฏิบัติการ. ประชุมวิชาการสัตวแพทย์ มข.ครั้งที่ 9 “สัตวแพทย์ทางเลือกวันนี้” 11 – 12 มิถุนายน 2551 ณ ห้องประชุมใหญ่ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาวนา พนมเขต, มารุตพงศ์ ปัญญา, จิราพร นิลสกุล, พิฐษุณณ์ พงศ์ธารินสิริ, ไกรสร บุญสาม. แบบแผนความไวต่อยาต้านจุลชีพในหลอดทดลองของเชื้อแบคทีเรีย สิวโตมาเลียในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข. ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2560.

Abraham, E.P., Chain, E., Fletcher, C.M., Gardner, A.D., Heatley, N.G., Jennings, M.A., 1941, “Further observations on penicillin”, *Lancet* ii, pp. 177 – 188.

Bauer, A.W., Kirby W.M.M., Sherris, J.C. and Turk, M., 1996, “Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method”, *Am J Clin Pathol*, Vol. 45, pp. 493–6.

Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests. Approved standard M2–A10. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2009.

Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Nineteenth informational supplement M100–S19. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2009.

J.M., Ericsson and J.C., Sherris, 1971, “Antibiotic sensitivity testing: report of an international collaborative study”, *Acta Pathol Microbiol Scand*, 217 (Suppl):1–90.

Jorgensen, H. and Ferraro, M., 2009, “Antimicrobial Susceptibility Testing: A Review of General Principles and Contemporary Practices, *Medical Microbiology*, Vol. 49, pp. 1749–55.

Reddish, G.F., 1992, “Methods of testing antiseptics”, *Journal of Laboratory and Clinical, Medicine*, Vol. 14, pp. 649 – 658.

Spencer, R.C. and Wheat, P.F., 1986, "Novel mechanism for determining antibiotic susceptibilities", *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 17, pp. 404 – 407.

ภาคผนวก



การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการ  
ทดสอบตัวอย่างทางคลินิกระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล  
ด้วยค่าสถิติ

1. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยค่าสถิติ Independent Samples Test ที่ระดับนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 0.5  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2- tailed)
ชั่วโมงที่ 3					
• Equal variances assumed	15.223	.018	-1.079667	.003844	.000
• Equal variances not assumed			-1.079667	.009844	.000
ชั่วโมงที่ 6					
• Equal variances assumed	16.000	.016	-1.203667	.001333	.000
• Equal variances not assumed			-1.203667	.001333	.000
ชั่วโมงที่ 9					
• Equal variances assumed	11.253	.028	-1.128333	.002728	.000
			-1.128333	.002728	.000

<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>					
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	10.316	.033	-1.060667	.001202	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-1.060667	.001202	.000
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	5.963	.071	-1.717333	.001453	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-1.717333	.001453	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	14.286	.019	-1.392000	.002517	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-1.392000	.002517	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	5.953	.071	-1.305333	.002906	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-1.305333	.002906	.000

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	9.143	.039	-1.904000 -1.904000	.002082 .002082	.000 .000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.0500	-1.983333 -1.983333	.001764 .001764	.000 .000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	13.081	.022	-2.051333 -2.051333	.001858 .001858	.000 .000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	.016	-1.907667 -1.907667	.001333 .001333	.000 .000

ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	5.953	.071	-1.815333	.002906	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.050	-2.025667	.001764	.000

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ Escherichia coli ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-0.626000	.002160	.000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	4.000	.116	-0.010000	.001155	.000

<p>ชั่วโมงที่ 9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-.39000	.001528	.000
<p>ชั่วโมงที่ 12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-.534000	.000471	.000
<p>ชั่วโมงที่ 15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.073	.801	-.298667	.001667	.000
<p>ชั่วโมงที่ 18</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.561	-.519667	.001333	.000
<p>ชั่วโมงที่ 24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	2.571	.184	-.694667	.000943	.000

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.057	.823	-.239667	.002108	.000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.571	.492	-1.109000	.001915	.000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	5.000	.089	-.925333	.001247	.000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	3.200	.148	-.729333	.00745	.000

ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	5.953	.071	-0.933333	.001453	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	.016	-1.082333	.000333	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.050	-1.278333	.000882	.000

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2- tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	5.000	.089	-2.734000	.001247	.000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.561	-1.695667	.000687	.000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	-2.219333	.001764	.000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	1.6000	.275	-2.409333	.001764	.000



ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	3.2000	.148	-2.175700	.000745	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	10.316	.033	-2.050333	.001202	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-1.933000	.001528	.000

1.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ด้วยค่าสถิติ T-Test

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 0.5 µl ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> <li>Drop plate</li> </ul>	.000000	.000000*	3
	.000000	.000000*	3

ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.07967	.000000 .006658	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.20367	.000000 .002309	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.12833	.000000 .004726	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.06067	.000000 .002082	3 3
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.71733	.000000 .002517	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.39200	.000000 .004359	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.30533	.000000 005033	3 3

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.000000	.000000*	3
• Drop plate	.000000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	1.90400	.003606	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	1.98333	.003055	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	2.5133	.003215	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	1.90767	.002309	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	1.81533	.005033	3
ชั่วโมงที่ 18			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	1.77200	.000000	3

ชั่วโมงที่ 24			
• Disc diffusion	.000000	.000000	3
• Drop plate	2.02567	003055	3

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.000000	.000000*	3
• Drop plate	.000000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	2.31200	.002646	3
• Drop plate	2.93800	.002646	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	2.98700	.000000	3
• Drop plate	2.99700	.001732	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	2.62800	.002000	3
• Drop plate	2.95700	.001732	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	2.39667	.000577	3
• Drop plate	2.93067	.000577	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	2.67200	.002000	3
• Drop plate	2.97067	.002082	3

ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.42900	.002000	3
	2.94867	.001155	3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.19567	.001528	3
	2.89033	000577	3

**ตารางที่ 13** ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000	.000000*	3
	.000000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.58800	.002646	3
	2.82767	.002517	3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.53800	.002646	3
	3.64700	.002000	3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.64633	.000577	3
	3.57167	.002082	3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.75733	.000577	3
	3.48667	.002082	3

ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.75900 3.69233	.002000 .002517	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.64067 3.72300	.000577 .000000	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.42300 3.70133	.000000 001528	3 3

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 .000000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.13667 5.77700	.002082 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	4.08133 5.77700	.000577 .001000	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.26267 5.48200	.002517 .001732	3 3











ตารางที่ 18 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ Escherichia coli ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	2.589	2.539	2.646	2.757	2.759	2.641	2.423
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.549	0.65	0.536	0.547	0.51	0.54	0.5
Ceftriaxone	0.000	1.66	2.156	1.734	1.52	1.744	1.787	1.642
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	2.825	3.649	3.571	3.486	3.695	3.723	3.7
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.9	0.89	0.821	0.739	0.789	0.789	0.707
Ceftriaxone	0.000	2.003	2.087	1.97	1.812	1.956	2.16	1.862
Vancomycin	0.000	0.000	0.361	0.261	0.21	0.223	0.209	0.153

ตารางที่ 19 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ Escherichia coli ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	3.139	4.081	3.265	3.270	3.129	2.874	3.628
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ceftriaxone	0.000	4.500	4.744	4.329	4.147	4.413	4.069	4.307
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	5.87	5.778	5.483	5.68	5.287	4.926	5.56
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	1.642	1.743	1.51	1.436	1.417	1.464	1.437
Ceftriaxone	0.000	2.789	2.959	2.842	2.903	2.678	2.753	2.959
Vancomycin	0.000	0.34	0.415	0.366	0.352	0.321	0.349	0.356

ตารางที่ 20 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ Escherichia coli ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	1.800	1.345	1.129	1.019	1.171	1.147	1.256
Ceftriaxone	0.000	2.140	2.483	2.010	2.277	2.328	2.320	2.171
Vancomycin	0.000	0.800	0.839	0.638	0.721	0.688	0.622	0.570

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	2.110	2.018	1.847	1.870	1.916	1.855	1.848
Ceftriaxone	0.000	4.966	5.000	5.085	5.334	5.393	5.475	5.334
Vancomycin	0.000	1.599	1.308	1.170	1.201	1.496	0.953	1.187

2. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยค่าสถิติ Independent Samples Test ที่ระดับนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 21 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 0.5  $\mu\text{l}$  ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6					
• Equal variances assumed	16.000	.016	-.969667	.000333	.000
• Equal variances not assumed			-.969667	.000333	.000
ชั่วโมงที่ 9					
• Equal variances assumed	4.000	.116	-1.157000	.001155	.000
• Equal variances not assumed			-1.157000	.001155	.000
ชั่วโมงที่ 12					
• Equal variances assumed	16.000	.016	-1.159667	.000333	.000
• Equal variances not assumed			-1.159667	.000333	.000
ชั่วโมงที่ 15					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	.016	-1.453333 -1.453333	.000667 .000667	.000 .000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	0.16	-.825333 -.825333	.000333 .000333	.000 .000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	10.316	.033	-.860667 -.860667	.001202 .001202	.000 .000

ตารางที่ 22 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2- tailed)
ชั่วโมงที่ 6					
• Equal variances assumed	.000	1.000	-.595000	.001528	.000
• Equal variances not assumed			-.595000	.001528	.000
ชั่วโมงที่ 9					
• Equal variances assumed	1.730	.259	-.754667	.001202	.000
• Equal variances not assumed			-.754667	.001202	.000
ชั่วโมงที่ 12					
• Equal variances assumed	16.000	.016	-.797333	.000333	.000
• Equal variances not assumed			-.797333	.000333	.000
ชั่วโมงที่ 15					
• Equal variances assumed	.727	.442	-.604667	.001054	.000



<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			- .604667	.001054	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.143	.725	.217333	.001563	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	3.821	.122	-.008333	.002186	.019
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-.008333	.002186	.046

ตารางที่ 23 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	1.730	.259	-.893667	.001202	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-.893667	.001202	.000

<p>ชั่วโมงที่ 9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-626333	.001247	.000
<p>ชั่วโมงที่ 12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-489667	.000471	.000
<p>ชั่วโมงที่ 15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	.422	-720000	.001291	.000
<p>ชั่วโมงที่ 18</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	1.565	.279	-609667	.001374	.000
<p>ชั่วโมงที่ 24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	0.16	-992000	.001000	.000

ตารางที่ 24 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	4.000	.116	1.111000 1.111000	.000577 .000577	.000 .000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	4.000	.116	.100000 .100000	.057735 .057732	.158 .225
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	5.953	.071	3.232667 3.232667	.001453 .001453	.000 .000
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> </ul>	16.000	.016	3.321667	.000333	.000

<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			3.321667	.000333	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.050	3.234333	.000882	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.050	3.321667	.000882	.000

ตารางที่ 25 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.500	.519	-1.436000	.001491	.000
			-1.436000	.001491	.000

<p>ชั่วโมงที่ 9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	2.571	.184	-1.100000	.000943	.000
<p>ชั่วโมงที่ 12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.082	.789	-1.710667	.001453	.000
<p>ชั่วโมงที่ 15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	1.600	.275	-1.751333	.001764	.000
<p>ชั่วโมงที่ 18</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	8.471	0.44	-1.625667	.001374	.000
<p>ชั่วโมงที่ 24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	.016	-1.353333	.000667	.000

ตารางที่ 26 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.500	.519	-3.051333	.001491	.000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	12.000	0.26	4.983000	.001528	.000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	0.16	5.393333	.001667	.000
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> </ul>	16.000	.016	6.078333	.000333	.000

<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			6.078333	.000333	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.050	6.002333	.000882	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	12.000	.026	6.52000	.001528	.000

2.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ด้วยค่าสถิติ T-Test

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 0.5 µl ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> <li>Drop plate</li> </ul>	.00000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> <li>Drop plate</li> </ul>	.00000	.000000*	3

ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .96967	.000000 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.15700	.000000 .002000	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.15967	.000000 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 1.45333	.000000 .001155	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 .82533	.000000 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.000000 .86067	.000000 002082	3 3

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 1  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3



ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.37200 .96700	.001732 .002000	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.40500 1.15967	.002000 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.37200 1.15933	.000000 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.85033 1.45500	.001528 .001000	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	1.04433 .82700	.002082 .001732	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.85300 .86133	.003606 001155	3 3

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.000000	.000000*	3
• Drop plate	.000000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	.000000	.000000*	3
• Drop plate	.000000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	1.68600	.002000	3
• Drop plate	2.57967	.000577	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	1.62833	.001528	3
• Drop plate	2.31467	.001528	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	2.04967	.000577	3
• Drop plate	2.53933	.000577	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	2.42200	.001000	3
• Drop plate	3.14200	.002000	3
ชั่วโมงที่ 18			
• Disc diffusion	2.50267	.002082	3
• Drop plate	3.11233	.001155	3

ชั่วโมงที่ 24			
• Disc diffusion	2.44200	.001732	3
• Drop plate	3.43400	000000	3

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.00000	.000000*	3
• Drop plate	.00000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	.00000	.000000*	3
• Drop plate	.00000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	1.11100	.001000	3
• Drop plate	.00000	.000000	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	.10000	.100000	3
• Drop plate	.00000	.000000	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	3.23267	.002517	3
• Drop plate	.00000	.000000	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	3.32167	.000577	3
• Drop plate	.00000	.000000	3

ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.23433 .00000	.001528 .000000	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.32167 .00000	.001528 .000000	3 3

**ตารางที่ 31** ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.87667 5.31267	.001528 .002082	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.47533 4.57533	.000577 .001528	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.83800 5.54867	.002000 .001528	3 3

ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	4.04167 5.79300	.001528 .002646	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	4.29367 5.91933	.002309 .000577	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	4.83500 6.18833	.000000 .001155	3 3

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	5.24133 8.29267	.001528 .002082	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	4.982300 .00000	.002646 .000000	3 3

ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	5.39333 .00000	.002887 .000000	3 3
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	6.07833 .00000	.000577 .000000	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	6.00233 .00000	.001528 .000000	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	6.52800 .00000	.002646 .000000	3 3







Ampicillin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ceftriaxone	0.000	0.000	0.754	0.730	0.749	0.638	0.630	0.405
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 35 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	1.686	1.627	2.049	2.423	2.501	2.443
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ceftriaxone	0.000	0.000	1.663	1.249	1.153	1.153	1.263	1.156
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	2.579	2.316	2.539	3.142	3.113	3.434





Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	5.312	4.577	5.547	5.794	5.919	6.189
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	6.994	5.942	6.556	6.303*	6.276*	6.291*
Ceftriaxone	0.000	0.000	5.248	4.183	4.428	4.249	4.117	4.379
Vancomycin	0.000	0.000	2.173	1.621	1.941*	1.837*	1.653*	1.634*

\*มีการเติบโตกลับของเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 38 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Petri dish โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	5.24	4.985	5.395	6.078	6.001	6.529
Clindamycin	0.000	0.000	0.895	0.72	0.000	0.768	0.938*	0
Ampicillin	0.000	0.000	4.745	4.411*	4.147*	1.211	1.058	1.017
Ceftriaxone	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
Vancomycin	0.000	0.000	2.552	2.239	2.719*	3.033	2.863*	2.518*

\*มีการเติบโตกลับของเชื้อจุลินทรีย์

Drop plate	ชั่วโมง ที่ 0	ชั่วโมง ที่ 3	ชั่วโมง ที่ 6	ชั่วโมง ที่ 9	ชั่วโมง ที่ 12	ชั่วโมง ที่ 15	ชั่วโมง ที่ 18	ชั่วโมง ที่ 24
Control	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ciprofloxacin	0.000	0.000	8.291	overlap ped	overlap ped	overlap ped	overlap ped	overla pped
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	overlap ped	overlap ped*	overlap ped*	overlap ped*	overlap ped*	overla pped*
Ceftriaxone	0.000	0.000	overlap ped	overlap ped	overlap ped	overlap ped	overlap ped	overla pped
Vancomycin	0.000	0.000	overlap ped	overlap ped	overlap ped	overlap ped*	overlap ped*	overla pped*

3. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ Escherichia โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยค่าสถิติ Independent Samples Test ที่ระดับนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 39 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6					
• Equal variances assumed	.500	.519	-.80667	.01491	.000
• Equal variances not assumed			-.80667	.01491	.000
ชั่วโมงที่ 12					
• Equal variances assumed	.235	.653	-.81333	.02055	.000
• Equal variances not assumed			-.81333	.02055	.000
ชั่วโมงที่ 15					
• Equal variances assumed	2.880	.165	-.63333	.02055	.000
• Equal variances not assumed			-.63333	.02055	.000
ชั่วโมงที่ 18					
	.236	.653	-.69333	.01106	.000

<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-.69333	.01106	.000
ชั่วโมงที่ 24					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	3.200	.142	-.69667	.00745	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-.69667	.00745	.000

ตารางที่ 40 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.235	.653	-.89000	.01108	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-.89000	.01108	.000
ชั่วโมงที่ 9					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.561	-.79667	.00667	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>			-.79667	.00667	.000

ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-99333	.00943	.000
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	3.273	.145	.07667	.01491	.007
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	.19667	.00882	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.727	.442	-79667	.01054	.000



ตารางที่ 41 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2- tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-1.31667  -1.31667	.01247  .01247	.000  .000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	1.231	.329	-1.00333  -1.00333	.01202  .01202	.000  .000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	-.98667  -.98667	.01563  .01563	.000  .000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	-.98667  -.98667	.00882  .00882	.000  .000

ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	3.200	.148	-.99333	.01491	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.561	-.99333	.00667	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.235	.653	-1.02667	.01106	.000

ตารางที่ 42 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	4.000	.116	3.02000 3.02000	.01155 .01155	.000 .000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	.01000 .01000	.00816 .00816	.288 .288
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	-.30333 -.30333	.00882 .00882	.000 .000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	3.200	.148	.20333 .20333	.00745 .00745	.000 .000

ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	7.692	.050	-.28333	.00882	.000
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-.24000	.00471	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	5.000	.089	-.18333	.01247	.000

3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ด้วยค่าสถิติ T-Test

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> <li>Drop plate</li> </ul>	.00000	.000000*	3
	.00000	.000000*	3

ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.00000 .00000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2167 3.0233	.02082 .01528	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2000 3.0000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2033 3.0167	.01155 .01528	3 3
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.4033 3.0367	.01528 .03215	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.3133 3.0067	.01528 .01155	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.3067 3.0033	.01155 .00577	3 3

ตารางที่ 44 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.00000	.000000*	3
• Drop plate	.00000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	.00000	.000000*	3
• Drop plate	.00000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	2.6167	.01528	3
• Drop plate	3.65067	.01155	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	2.4133	.00577	3
• Drop plate	3.2100	.01000	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	2.2133	.00577	3
• Drop plate	3.2067	.02517	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	2.6033	.00577	3
• Drop plate	2.5267	.02517	3
ชั่วโมงที่ 18			
• Disc diffusion	2.6067	.01155	3
• Drop plate	2.4100	.01000	3

ชั่วโมงที่ 24			
• Disc diffusion	2.6200	.01000	3
• Drop plate	3.4167	.01528	3

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.0000	.000000*	3
• Drop plate	.0000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	1.6167	.01528	3
• Drop plate	2.9333	.01528	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	2.0067	.01155	3
• Drop plate	3.0100	.01732	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	2.2233	.02517	3
• Drop plate	3.2100	.01000	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	2.3200	.01000	3
• Drop plate	3.3067	.01155	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	2.3133	.02309	3
• Drop plate	3.3067	.01155	3

ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2167 3.2100	.00577 .01000	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2167 3.2433	.01528 .01155	3 3

**ตารางที่ 46** ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Escherichia coli* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.0000 .0000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.0200 .0000	.020000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.3200 3.3100	.01000 .01000	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.4100 3.7133	.01000 .01155	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	3.8067 3.6033	.01155 .00577	3 3







Ampicillin	0.000	2.000	2.400	2.000	2.300	2.000	2.000	2.000
Ceftriaxone	0.000	0.000	1.000	0.900	0.700	0.700	0.900	0.900
Vancomycin	0.000	0.000	1.000	0.900	0.700	0.700	0.900	0.900

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.100	1.2000	1.100	1.200	1.200	2.200
Ciprofloxacin	0.000	0.000	3.500	3.200	3.200	2.500	2.400	3.400
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ceftriaxone	0.000	0.000	3.400	3.400	4.100	4.000	4.000	4.000
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 49 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ Escherichia coli ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ciprofloxacin	0.000	1.600	2.000	2.200	2.300	2.300	2.200	2.200

Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Ceftriaxone	0.000	3.000	3.000	3.300	3.400	3.400	3.400	3.400
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.400	1.400	1.100	1.400	1.400	1.400
Ciprofloxacin	0.000	2.900	3.000	3.200	3.300	3.300	3.200	3.200
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	1.300	1.400	1.200	1.300	1.300	1.300	1.300
Ceftriaxone	0.000	2.200	2.500	2.800	2.600	2.600	2.700	2.700
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 50 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ Escherichia coli ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.400	1.700	1.800	1.800	1.800	1.800

Ciprofloxacin	0.000	3.000	3.300	3.400	3.800	3.400	3.400	3.400
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Ceftriaxone	0.000	2.300	2.500	2.500	2.700	2.700	2.700	2.700
Vancomycin	0.000	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.800	1.900	2.100	2.100	2.100	2.100
Ciprofloxacin	0.000	0.000	3.300	3.700	3.600	3.700	3.600	3.600
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	1.900	3.100	1.500	1.500	1.600	1.600
Ceftriaxone	0.000	3.500	3.500	3.600	3.600	3.600	3.100	3.100
Vancomycin	0.000	0.000	1.500	1.000	1.200	1.200	1.300	1.300

4. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ด้วยค่าสถิติ Independent Samples Test ที่ระดับนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 51 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.727	.442	.79333	.01054	.000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.581	.68667	.01333	.000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.182	.692	.50333	.01333	.000
ชั่วโมงที่ 15					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	.016	.50333	.00333	.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>			.50333	.00333	.000
<p>ชั่วโมงที่ 18</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	.00667	.00943	.519
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>			.00667	.00943	.519
<p>ชั่วโมงที่ 24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	6.400	.065	-.01333	.01054	.275
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>			-.01333	.01054	.313

ตารางที่ 52 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	-.30333	.00882	.000
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	2.000	.230	-.20000	.01155	.000
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	.308	.609	-.58333	.00882	.000
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equal variances assumed</li> <li>• Equal variances not assumed</li> </ul>	6.400	.065	-.48667	.01054	.000



ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	3.200	.148	.30000	.00745	.000
			.30000	.00745	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	2.632	.180	.30000	.01886	.000
			.30000	.01886	.001

ตารางที่ 53 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2-tailed)
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	4.000	.116	1.31000	.00577	.000
			1.31000	.00577	.000
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-.70667	.00943	.000
			-.70667	.00943	.000

<p>ชั่วโมงที่ 9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	2.286	.205	-.71333	.01333	.000
<p>ชั่วโมงที่ 12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.235	.653	-.69000	.01106	.000
<p>ชั่วโมงที่ 15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.561	-.69667	.00667	.000
<p>ชั่วโมงที่ 18</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.400	.561	-.71333	.00667	.000
<p>ชั่วโมงที่ 24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	1.231	.329	-.69667	.01202	.000

ตารางที่ 54 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	f	Sig.	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. (2- tailed)
ชั่วโมงที่ 6					
• Equal variances assumed	.000	1.000	-1.51000	.01247	.000
• Equal variances not assumed			-1.51000	.01247	.000
ชั่วโมงที่ 9					
• Equal variances assumed	.727	.442	-1.50333	.01054	.000
• Equal variances not assumed			-1.50333	.01054	.000
ชั่วโมงที่ 12					
• Equal variances assumed	.235	.653	-1.81000	.01106	.000
• Equal variances not assumed			-1.81000	.01106	.000
ชั่วโมงที่ 15					
• Equal variances assumed	.000	1.000	-1.60000	.00471	.000
• Equal variances not assumed			-1.60000	.00471	.000

ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	16.000	.016	-1.68667	.00667	.000
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>Equal variances assumed</li> <li>Equal variances not assumed</li> </ul>	.000	1.000	-1.70333	.01247	.000

4.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ด้วยค่าสถิติ T-Test

ตารางที่ 55 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 2  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> <li>Drop plate</li> </ul>	.0000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> <li>Drop plate</li> </ul>	.0000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>Disc diffusion</li> </ul>	2.5100	.01000	3

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drop plate</li> </ul>	1.7167	.01528	3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.5067 1.8200	.01155 .02000	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.5200 2.0167	.01732 .01528	3 3
ชั่วโมงที่ 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.7033 2.2000	.00577 .00000	3 3
ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2133 2.2067	.01155 .01155	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.2067 2.2200	.00577 001732	3 3

ตารางที่ 56 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 5  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.0000	.000000*	3
• Drop plate	.0000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	.0000	.000000*	3
• Drop plate	.0000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	2.2100	.01000	3
• Drop plate	2.5133	.01732	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	2.3100	.01000	3
• Drop plate	2.5100	.01732	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	2.2300	.01000	3
• Drop plate	2.8133	.01732	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	2.2200	.01732	3
• Drop plate	2.7067	.00577	3
ชั่วโมงที่ 18			
• Disc diffusion	2.9067	.00577	3
• Drop plate	2.6067	.01155	3

ชั่วโมงที่ 24			
• Disc diffusion	2.9167	.02887	3
• Drop plate	2.6167	.01528	3

ตารางที่ 57 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0			
• Disc diffusion	.0000	.000000*	3
• Drop plate	.0000	.000000*	3
ชั่วโมงที่ 3			
• Disc diffusion	1.3100	.01000	3
• Drop plate	.0000	.00000	3
ชั่วโมงที่ 6			
• Disc diffusion	2.7067	.01155	3
• Drop plate	3.4133	.01155	3
ชั่วโมงที่ 9			
• Disc diffusion	2.7100	.01000	3
• Drop plate	3.4233	.02082	3
ชั่วโมงที่ 12			
• Disc diffusion	2.9167	.01528	3
• Drop plate	3.6067	.01155	3
ชั่วโมงที่ 15			
• Disc diffusion	2.7100	.01000	3
• Drop plate	3.4067	.00577	3

ชั่วโมงที่ 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.7067 3.4200	.00577 .01000	3 3
ชั่วโมงที่ 24 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	2.7100 3.4067	.01732 .01155	3 3

**ตารางที่ 58** ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความไวต่อยาปฏิชีวนะ ชนิด Ciprofloxacin ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 20  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

	Mean	Std. Deviation	N
ชั่วโมงที่ 0 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.0000 .0000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	.0000 .0000	.000000* .000000*	3 3
ชั่วโมงที่ 6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	1.9133 3.4233	.01528 .01528	3 3
ชั่วโมงที่ 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	1.9100 3.4133	.01000 .01528	3 3
ชั่วโมงที่ 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disc diffusion</li> <li>• Drop plate</li> </ul>	1.9067 3.7167	.01155 .01528	3 3







Ampicillin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ceftriaxone	0.000	0.000	2.200	2.400	2.400	2.400	2.500	2.500
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Drop plate	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.600	1.700	1.600	1.600	1.600	1.600
Ciprofloxacin	0.000	0.000	2.500	2.500	2.800	2.700	2.600	2.600
Clindamycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ampicillin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ceftriaxone	0.000	0.000	2.400	2.700	2.700	2.700	3.000	3.000
Vancomycin	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 61 ขนาดของวง clear zone ของยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ Ciprofloxacin, Clindamycin, Ampicillin, Ceftriaxone , Vancomycin โดยใช้เทคนิคการตรวจวิเคราะห์ Plastic box plate โดยทดสอบวิธี disc diffusion และ drop plate ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปริมาตร 10  $\mu$ l ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Disc diffusion	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 15	ชั่วโมงที่ 18	ชั่วโมงที่ 24
Control	0.000	0.000	1.500	1.500	1.100	1.100	1.100	1.100
Ciprofloxacin	0.000	1.300	2.700	2.700	2.900	2.700	2.700	2.700





## ประวัตินักวิจัยและคณะ

### หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นาง ณัฐฉิณี ธีรกุลกิตติพงศ์

ชื่อ-สกุล(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Nuttinee Teerakulkittipong

หมายเลขบัตรประชาชน 3200100615191

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

ที่อยู่ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

หมายเลขโทรศัพท์ 062-3642388 E-mail: nuttinee@go.buu.ac.th หรือ nutchon16@yahoo.com

### ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี ภ.บ. (เภสัชศาสตร์) มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่จบ พ.ศ. 2541

ปริญญาโท ภ.ม. (ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่จบ พ.ศ. 2544

ปริญญาเอก Ph.D. (Molecular and Cell Biology: Bioinformatics) University of Maryland, USA ปีที่จบ พ.ศ. 2555

สาขาวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- Pharmacy
- Pharmacology and Clinical Pharmacology
- Biochemistry
- Clinical Pharmacy
- Pharmacognosy
- Molecular and Cell Biology
- Bioinformatics

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอก (โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือ ผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย)

- หัวหน้าโครงการ/ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. การศึกษาฤทธิ์ลดไข้ของสารสกัดจากใบบัวหลวงในหนูขาวเพศผู้ (พ.ศ. 2547) เป็นหัวหน้าโครงการ
2. การศึกษาฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดของสารสกัดจากใบบัวหลวงในหนูขาวที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย alloxan (พ.ศ. 2547) เป็นหัวหน้าโครงการ
3. การศึกษาฤทธิ์สงบประจับของสารสกัดใบบัวหลวงในหนูถีบจักรที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย pentobarbital (พ.ศ. 2547) เป็นหัวหน้าโครงการ
4. การพัฒนาแบบจำลองการศึกษาการเก็บข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจัดการบริหารจัดการทางเภสัชสนเทศบนระบบแม่ข่าย แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ของคณะเภสัชศาสตร์ประจำปี 2557 ปิดโครงการเรียบร้อยแล้วเป็นหัวหน้าโครงการ
5. การสร้างรูปแบบการจัดการฐานข้อมูลและแผนที่ภูมิศาสตร์สนเทศทางการใช้ยาเพื่อดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุโรคไม่ติดต่อเรื้อรังชุมชนชายทะเลภาคตะวันออก แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 กำลังดำเนินการปิดโครงการเป็นหัวหน้าโครงการ
6. การพัฒนาแบบจำลองเภสัชสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัลพิสูจน์อัตลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาระงับปวด แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559-2560 กำลังดำเนินการปิดโครงการเป็นหัวหน้าโครงการ
7. การพัฒนาแบบจำลองเภสัชสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัล 3 มิติ พิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาปฏิชีวนะ แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 กำลังดำเนินการปิดโครงการ เป็นหัวหน้าโครงการ
8. การพัฒนาแบบจำลองเภสัชสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัล 3 มิติ พิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาปฏิชีวนะ แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 กำลังดำเนินการวิจัยเป็นหัวหน้าโครงการ
9. การพัฒนาสูตรตำรับและการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เซรัมเข้มข้นดูแลหนังศีรษะและเส้นผม แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ของคณะเภสัชศาสตร์ ประจำปี 2560 กำลังดำเนินการปิดโครงการเป็นหัวหน้าโครงการ

10. อาหารทางการแพทย์ที่ประกอบด้วยสารสกัดจากเห็ดสำหรับผู้ป่วยโรคเรื้อรัง แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ของคณะเภสัชศาสตร์ ประจำปี 2560 **กำลังดำเนินการปิดโครงการเป็นหัวหน้าโครงการ**
11. การพัฒนาตำรับและศึกษาผลทางคลินิกของชาบัว ตรีสัตตบงกช เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับธุรกิจเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ แหล่งทุน งบประมาณโครงการสนับสนุนเร่งการเติบโตของธุรกิจนวัตกรรมรายใหม่ ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย Research Gap Fund ประจำปี 2560 **กำลังดำเนินการปิดโครงการเป็นหัวหน้าโครงการ**
12. การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการทดสอบตัวอย่างทางคลินิกระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล แหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ปีที่ 1 **กำลังดำเนินการวิจัยเป็นหัวหน้าโครงการ**
13. นวัตกรรมสารสกัดพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางยาอย่างต่อเนื่องประสิทธิภาพสูงและได้มาตรฐานการผลิตทางเภสัชกรรมด้วยระบบบิวเทนภายใต้ความดันสูงร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ยิ่งยวด แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ปีที่ 1 **กำลังดำเนินการวิจัยเป็นผู้ร่วมโครงการวิจัย**
14. เครื่องทำแห้งระดับกึ่งอุตสาหกรรมแบบฟิล์มบางในสถานะสุญญากาศที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับเพิ่มสารสำคัญในการผลิต ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม และยาสมุนไพรในการรักษาและป้องกันโรคเรื้อรังในผู้สูงอายุ แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินทุนที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 **กำลังดำเนินการเป็นผู้ร่วมโครงการวิจัย**
15. นวัตกรรมพัฒนาตำรับและวิจัยประสิทธิภาพนาโนไบโอเจลที่มีส่วนผสมของสารสกัดข้าวและหัวผักกาดเพื่อรักษาฝ้าและกันแดดชนิดใหม่สำหรับธุรกิจเวชสำอางสกินแคร์ แหล่งทุน งบประมาณโครงการดำเนินกิจกรรมผลักดันผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (Research Gap Fund – Ted Fund) ประจำปี 2561 **กำลังรอทำสัญญาทุนวิจัยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย**
16. การพัฒนาเภสัชภัณฑ์ต้นแบบนาโนอิมัลชันสเปรย์จากน้ำมัน Damascenone ในสารสกัดใบผักบุ้งทะเลส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่นในการรักษาอาการแพ้ผื่นคันและพิษจากแมงกะพรุน (Development of Pharmaceutical nanoemulsion spray from Damascenone oil in Ipomoea pes-caprae (L.) R. Br. leaf extract to promotes local wisdom in the treatment of allergic dermatitis and jellyfish poisoning) แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 **รอประกาศผลเป็นผู้ร่วมวิจัย**
17. การวิเคราะห์ความไวต่อยาปฏิชีวนะรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการทดสอบตัวอย่างทางคลินิกระดับจุลภาคด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัล (Novel and high – throughput



antimicrobial susceptibility method based on clinical microscale testing and digital image processing protocols) แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 **รอประกาศผลเป็นผู้ร่วมวิจัย**

18. แผนงานวิจัยนวัตกรรมการบริหารจัดการเทคโนโลยีเภสัชกรรมสารสนเทศด้วยวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ภาพดิจิทัลทางการแพทย์และสมุนไพรสำหรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอนุภาคนาโนสำหรับบรรจุน้ำ และงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านความปลอดภัย (Pharmaceutical Informatics technology management innovation with drug and herbal digital image processing method application for drugs nanocarrier and consumer protection safety) แหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 **รอประกาศผล เป็นผู้ร่วมวิจัย**

**ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)**

1. Nuttinee Teerakulkittipong, Suchada Sukontanon. Development of Lotus Tea Derived From Extracted Nelumbo nucifera Gaertn Leaves: A Journey of Thai Traditional Antihypertensive Medicine. Oral presentation. In abstract of The Third Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants 2018 (MESMAP-4), Antalya, Turkey. 2018, 22.
2. Suchada Sukontanon, Naphaporn Uawongyart and Nuttinee Teerakulkittipong. Hypolipidemic Potential study of herbal tea from Nelumbo nucifera Gaertn. Poster presentation. In abstract of The Third Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants 2018 (MESMAP-4), Antalya, Turkey. 2018, 136.
3. Suchada Sukontanon, Ekarin Saifah and Nuttinee Teerakulkittipong. Integrative Bioinformatics Analysis of Proteins Associated with the Cardiorenal Syndrome in Type 2 Diabetes Mellitus. Poster Presentation. International Society of Computational Biology (ISCB2017), Prague, Czech Republic. [online].  
[https://www.iscb.org/cms\\_addon/conferences/ismbecb2017/posterlist.php](https://www.iscb.org/cms_addon/conferences/ismbecb2017/posterlist.php). 2017.
4. Monsiri Chetkhetkran, Pitak Sootanan and Nuttinee Teerakulkittipong. Comparative study of protein – protein interaction profiles in four gram positive methicillin resistant bacteria. Poster Presentation. Asia Pacific Protein association conference (APPA 2017), Thailand. 2017, 153.

5. Nuttinee Teerakulkittipong, Jongkolnee Chaipaen, Nawarat Wongwaimatee, Suchada Sukontanon, Petcharat Trongtorsak. Acute and Subacute Toxicology study of extracted *Nelumbo Nucifera Gaertn* leaves in mice and Hypertensive rats. Poster presentation. In abstract of The Third Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants 2017 (MESMAP-3), Cyprus, Turkey. 2017, 186-187.
6. Kunyarat Totanakun, Natthawan Locharoenrat, Baramee Tearnings, Nuttinee Teerakulkittipong, Thiyapha Verayachankul, Phakdee Sukpornsawan, Kessarinn Chaisiri. Drug use evaluation and outcome of treatment carbapenems in surgery and medicine ward at chonburi hospital. Poster Presentation. International Conference of Pharmaceutical Science and Medicine 2017 (ICPAM2017), 2017, 269-275.
7. Nampratai Pawasan, Chayanee Namthae, Pallapach Rangsitkitho, Phakdee Sukpornsawa, Suthabordee Muongmee and Nuttinee Teerakulkittipong. A Cross-sectional descriptive study of antihypertensive drug's group in patients with hypertension in Saensuk district, Chonburi Province. Poster Presentation. International conference of Pharmaceutical Sciences and Medicines 2016 (ICPAM2016), 2016.
8. Nuttinee Teerakulkittipong, Pallapach Rangsitkitho, Phakdee Sukpornsawa, Nampratai Pawasan. A correlation study of antihypertensive medication and influence factors to control blood pressure. Poster Presentation. Federation of Asian Pharmaceutical Associations (FAPA2016). 2016, 281.
9. Nuttinee Teerakulkittipong and John Moulton. Antibiotic-Resistance Protein Families and Molecular Evolution. Oral presentation. BIT's 6<sup>th</sup> World Gene Convention-2015, Qingdao, China. 2015.
10. Jaturan Kittibenchakoon, Napapach Songpaiboon, Prapasri Wichetworapong, Phakdee Sukpornsawan, Nuttinee Teerakulkittipong. The Development of type II Diabetes mellitus patients profile database for investigating causes and factors of hypoglycemia cases at Burapha University Hospital. Poster Presentation. In proceeding of International conference of Pharmaceutical Sciences and Medicines (ICPAM2015). 2015, 338-342.
11. Teerakulkittipong, N. and Moulton J. 2013 Investigation of some possible origins of protein families. The Doctoral's thesis Biological Sciences Graduate program (BISI) : Molecular and

Cell Biology (MOCB), College of Computer, Mathematical, and Natural Sciences, University of Maryland, College Park, 147 pp.

12. Yomtovian, I., Teerakulkittipong, N., Lee, B., Moulton J., and Unger R. Composition bias and the origin of ORFan genes. 2010, 26(8), 996-999.

13. Fenselau, C., Havey, Crystal., Teerakulkittipong, N., Swatkoski, Steve., Laine, Olli., Edwards, Nathan. (2008). Identification of  $\beta$ -Lactamase in Antibiotic-resistant *Bacillus cereus* spores. *Applied and Environmental Microbiology*. 74 (3), 904-906.

14. Trongtorsk, P., Teerakulkittipong, Nuttinee., & Panyajirawat, J., & Athipchartsiri, N. (2007) Effects of Crude Leaf Extract of *Nelumbo nucifera* Gaertn. On Blood Pressure in Normotensive and Hypertensive Rats. *Thai J Pharmacol*, 29(2), 3-10.

15. Chaichit, N. 2001 Determination of the amino acid sequences of Apolipoprotein E of reptiles. The master's thesis, Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, Mahidol University. 135 pp.

16. Chaichit, N. 1998 The development of database program for natural product and disseminated database by internet. Senior project, Department of Biopharmaceutical, Faculty of Pharmacy, Silpakorn University. 95 pp. (in Thai)

### ผู้ร่วมโครงการวิจัย 1

ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นายอาลักษณ์ ทิพย์รัตน์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Aluck Thipayarat

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3100902045613

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ. ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

หมายเลขโทรศัพท์ 0-3810-2222 ต่อ 3309 E-mail : athipaya@yahoo.com

### ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีที่จบ พ.ศ. 2537

ปริญญาโท Chemical Engineering University of Syracuse, USA ปีที่จบ พ.ศ. 2542

ปริญญาเอก Chemical Engineering University of Syracuse, USA ปีที่จบ พ.ศ. 2545

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-Recombinant Protein Technology

-Yeast Fermentation

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

- หัวหน้าโครงการวิจัย

1. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแคโรทอยด์ในสภาวะกระบวนการผลิตเนื้อจุดเดือดสำหรับการผลิตอาหารสายยาง [หมวดเงินอุดหนุน49]

2. การลดความเค็มของไข่แดงเค็มจากวิธีการแยกทองเฉพาะไข่แดงสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม [หมวดเงินอุดหนุน50]

3. การปรับปรุงกระบวนการแช่กุ้งและวิเคราะห์ผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกายภาพและเคมีของกุ้งขาว [หมวดเงินอุดหนุน55]

4. การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการตรวจนับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อย่างรวดเร็วในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง [หมวดเงินอุดหนุน55]

5. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการเร่งจลนพลศาสตร์การเจริญเติบโตแบบกะในอาหารเหลวของเชื้อจุลินทรีย์ลิสทีเรีย [หมวดเงินอุดหนุน56]

งานวิจัยที่ทำสำเร็จแล้ว ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

- วารสารวิชาการ

1. Leelayuthsoontorn, P. and Thipayarat, A.,2006, "Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions", Food Chemistry, 96, p 606-613.

2. Thipayarat, A.,2007, "Quality and Physiochemical Properties of Banana Paste under Vacuum Dehydration", International Journal of Food Engineering, Volume 3, Issue 4, Article 6.

3. Thipayarat, A., 2007, "Assessment of Decimal Reduction of Pathogens in Frozen Chicken Products Using Surface Pasteurization", International Journal of Food Engineering, Volume 3, Issue 4, Article
4. Khueankhanchaoen, J. and Thipayarat, A., 2011, "Application of modified drop plate technique (MDPT) and logistic model to optimize non-selective substrates for *Salmonella typhiresuscitation*", Asian Journal of Food and Agro-Industry, Volume 4, pp. 349-358.
5. Supanivatin, P., Khueankhanchaoen, J., Saeung, W., and Thipayarat, A., 2011, "Fast and Less Thermal Degradation Protocol for Chromocult® Coliform Agar (CCA) Preparation to Detect *E. coli*", Thai Journal of Agricultural Science 2011, Volume 44(5), pp. 459-465.
6. Sangadkit, W., Saeung, W., Boonyaprapasorn, A., and Thipayarat, A., 2011, "Effect of Nutrients in Trypticase Soy Agar on Growth Kinetics of *Salmonella* spp. under Micro-Cultivation", Thai Journal of Agricultural Science 2011, Volume 44(5), pp. 422-429.
7. Liamkaew, R., Kosonpisita, S., Supanivatina, P., Saeteawa, N., and Thipayarat, A., 2012, "Effect of selective enrichment media on selectivity and isolation of *Listeria* from non-*Listeria* strains in suspended cell culture", Procedia Engineering, Volume 32, pp. 119-125.
8. Sangadkit, W., Rattanabumrung, O., Supanivatin, P., and Thipayarat, A., 2012, "Practical coliforms and *Escherichia coli* detection and enumeration for industrial food samples using low-cost digital microscopy", Procedia Engineering, Volume 32, pp. 126-133.
9. Rattanabumrung, O., Sangadkit, V., Supanivatin, P., and Thipayarat, A., 2012, "Kinetics of *E. coli* colony area expansion and color development in Chromocult® Coliform Agar (CCA) under different incubation conditions", Procedia Engineering, Volume 32, pp. 134-140.
10. Supanivatin, P., Kosonpisit, S., Liamkaew, R., Saeteaw, N., and Thipayarat, A., 2012, "Inhibitory effects of *Listeria* selective enrichment media on growth characteristics of *L. ivanovii*", Procedia Engineering, Volume 32, pp. 112-118.
11. Liamkaew, R., Thipayarat, A., and Saranak, J., 2014, "*Listeria* detection in microscale solid state inoculation with minimal selective agents", Food Control, Volume 43, pp. 183-192.
12. Khueankhanchaoen, J., Thipayarat, A. and Saranak, J., 2016, "Optimized microscale detection of amino acid decarboxylase for rapid screening of *Salmonella* in the selective enrichment step", Food Control, Volume 69, pp. 352-367.

13. Sangadkit, W., Salanak, J., and Thipayarat, A., 2016, “A novel strategy to differentiate *Listeria* spp. and other Gram-positive foodborne pathogens in the selective enrichment step using modified PALCAM broth”, *International Food Research Journal*, Volume 23(4), pp. 1773-1881. (in press)

14. Khueankhanchaoen, J. and Thipayarat, A., 2014, “Development of selective lysine decarboxylase broth using spectrophotometric assay for *Salmonella* screening”, *International Food Research Journal*, Volume 23(4), pp. 1753-1760. (in press)

งานประชุมวิชาการนานาชาติต่างประเทศ

1. Thipayarat, A., Lajoie, C., Kelly, C., 2000, “Production of Recombinant Protein using the Yeast *Pichia pastoris* in an Immobilized Cell Bioreactor”, 2000 AIChE Annual Meeting, Session 281.

2. Kelly, C., Thipayarat, A., Lajoie, C., 2001, “Alginate Immobilized Yeast Cell Viability and Recombinant Protein Productivity”, 2001 AIChE Annual Meeting, Los Angeles, USA. (Session 305).

3. Thipayarat, A., Nopharatana, M., Jiravaraphan, S., Sirasoonthorn, K., 2003, “Determination of the End Point of Steamed Bun Proofing Process Using the Stress Relaxation Principle”, The 8<sup>th</sup> Asian Food Conference, Hanoi, Vietnam, October 8 - 11, 2003.

4. Vorapreeda, T., Ingkasuwan, P., Thipayarat, A., Cheevadhanarak, S., Bhumiratana, S., 2004, “Toward a Functional Catalog of Arabidopsis Genome : The Construction and Analysis of Starch Biosynthesis”, International Society for Computational Biology, Glasgow, Scotland, UK, July 31 – August 4, 2004.

5. Nopharatana, M., Vongsawasdi P. and Thipayarat, A., 2006, “Effect of Percentage of Damaged Starch on Textural Properties of Rice Noodle”, The IUFoSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

6. Nopharatana, M., Vongsawasdi, P. and Thipayarat A., 2006, “Effect of Particle Size of Rice Flour on Tensile Strength of Rice Noodle”, The IUFoSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

7. Archaworraritt, P. and Thipayarat, A., 2006, “Simple Evaluation of Pathogenic Reduction of Frozen Steamed Chicken Products during surface Pasteurization”, The IUFoSTXIIIth

World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

8. Laoharatanahirun, A. and Thipayarat A.,2006, "Salt and Moisture Diffusions in Salted Duck Yolk during Separated Yolk Brining Process", The IUFOSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

9. Thipayarat, A., 2006, "Effect of Elevated Isothermal Cooking on Color Degradation of Cooked Pork Ham", The IUFOSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

10. Sae-Evo, S., Nopharatana, M., Vongsawasdi, P. and Thipayarat, A.,2006, "Effect of Sulfite Treatment on Physicochemical Properties of Cassava Starch", The IUFOSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

11. Chatchalermvit, C. and Thipayarat, A.,2006, "Physicochemical Alteration of Banana Paste Undergone Evaporative Dehydration", The IUFOSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

12. Archaworraritt, P. and Thipayarat, A.,2006, "Simple Surface Temperature Prediction on Frozen Cooked Chicken Nuggets during Surface Pasteurization", The IUFOSTXIIIth World Congress of Food Science and Technology "FOOD IS LIFE", Nantes, France, September 17- 21, 2006.

13. Archaworraritt, P. and Thipayarat, A.,2007, "Model-based evaluation of pathogenic reduction for surface pasteurization", The 2007 IFT Annual Meeting & Food Expo, July 28- August 1, 2007, Chicago, Illinois, USA.

## ผู้ร่วมโครงการวิจัย 2

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ภัคดี สุขพรสวรรค์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Phakdee Sukpornawan

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 33920400182xxx

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

ที่อยู่ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

#### ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2555 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีมหาบัณฑิต สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ชีวโมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล

ปัจจุบัน กำลังศึกษาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมกรรมการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การจัดการสารสนเทศทางการแพทย์
- การประมวลผลภาพสัญญาณดิจิทัล

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

- หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. การประมวลผลสัญญาณภาพเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเภสัชภัณฑ์ปลอมภูมิ: แบบมาตรฐานของยาบรรจุเสร็จในกลุ่มยาปฏิชีวนะ
2. ประมวลผลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา
3. ประมวลผลสัญญาณภาพดิจิทัลในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย
4. ประมวลผลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา.
5. การออกแบบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการใช้เวชศาสตร์ฟื้นฟูหัวใจด้วยการได้มาของสัญญาณวิทยุไร้สาย

- ผู้ร่วมโครงการวิจัย :

1. การพัฒนารูปแบบเครื่องมือพิสูจน์เอกลักษณ์ทางยาโดยใช้กลยุทธ์การตลาดสำหรับการคุ้มครองผู้บริโภค



2. การพัฒนาแบบจำลองเภสัชสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัลพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาระงับปวด
3. การพัฒนากล้องถ่ายภาพดิจิทัลในตรวจจ่ายอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย
4. การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการสัญญาณภาพดิจิทัลในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ สำหรับคุณภาพของยาเพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคด้านความปลอดภัย
5. การพัฒนาแบบจำลองเภสัชสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัล 3 มิติ พิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาปฏิชีวนะ
6. การพัฒนาชุดตรวจจับและพิสูจน์เอกลักษณ์ยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลอัตโนมัติชนิดพกพา
7. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณยา Rifampin ในเม็ดยาโดยการเทียบด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล
8. การศึกษาการเสื่อมสภาพของยาเม็ดวิตามินซี โดยเคมีวิเคราะห์ร่วมกับการประมวลผลด้วยภาพดิจิทัล
9. การพัฒนาระบบนาส่งระดับนาโนบรรจุตัวยาฟูราโซลิโดนไปสู่อะลูมิเนียม
10. การสำรวจสถานการณ์ปัญหาการบริโภคยาปฏิชีวนะเพื่อพัฒนารูปแบบการคุ้มครองผู้บริโภคเพื่อความปลอดภัย
11. การพัฒนาเภสัชสารสนเทศทางภาพเพื่อวิเคราะห์การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ
12. เทคโนโลยีเภสัชสารสนเทศแสดงข้อมูลฉลากยาเอกสารกำกับยาแบบอัตโนมัติสำหรับบริหารจัดการคลังยาปฏิชีวนะเพื่อความปลอดภัย

**งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน(อาจมากกว่า 1 เรื่อง)**

1. **ภักดี สุขพรสวรรค์** และคณะ, การออกแบบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการใช้เวชศาสตร์ฟื้นฟูหัวใจด้วยการได้มาของสัญญาณวิทยุไร้สาย, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 22 “วิถีไทย วิถีอาเซียน วิถีความร่วมมือ” หน้า 73-80, 2555
2. **พีรณัฐ รัตนเกื้อ. ภักดี สุขพรสวรรค์.** ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเวชภัณฑ์ร้านขายยาสยามบูรพา. ประชุมวิชาการนานาชาติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปี 2557
3. **ดาววิภา กิตติบำรุงสุข. พิษญดา เหล่าหมั่น. ภักดี สุขพรสวรรค์.** ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสุขของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา. ประชุมวิชาการนานาชาติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 2558
4. **ธิตี ไทวัฒน์. พรพิมล เดชะสุรวานิชย์. กันตา เกิดศิริ. ภักดี สุขพรสวรรค์.** ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดในนิสิต มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตบางแสน. สารนิพนธ์. ภ.บ. บริบาลเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2559

5. Somchart Chokchaitam, **Phakdee Sukpornawan**, Visual pill identification for recognizing two similar white-shade pills under various uncontrolled luminance, International Conference on Advances in biotechnology and bioengineering (ICABBE), Offenburg Germany, September 26-28, 2017

#### โครงการวิจัยวิจัยที่อยู่ในระหว่างการทำวิจัย

1. ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์ และ **ภักดี สุขพรสวรรค์**. การพัฒนารูปแบบเครื่องมือพิสูจน์เอกลักษณ์ทางยาโดยใช้กลยุทธการตลาดสำหรับการคุ้มครองผู้บริโภค. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.
2. ณิชฎิณี อธิกุลกิตติพงศ์. ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์ และ **ภักดี สุขพรสวรรค์**. การสร้างรูปแบบการจัดการฐานข้อมูลและแผนที่ภูมิศาสตร์สนเทศทางการใช้ยาเพื่อดูแลสุขภาพตนเองของผู้สูงอายุโรคไม่ติดต่อเรื้อรังชุมชนชายทะเลภาคตะวันออก, งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2559
3. **ภักดี สุขพรสวรรค์**, สมชาติ โชคชัยธรรม และ วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์. ประมวลสัญญาณภาพดิจิทัลในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยารูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย, งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2559 และ ต่อเนื่อง 2560
4. ณิชฎิณี อธิกุลกิตติพงศ์. **ภักดี สุขพรสวรรค์**. และคณะ การพัฒนาแบบจำลองเอกสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัลพิสูจน์เอกลักษณ์ของยารูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาระงับปวด, งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2559 และต่อเนื่อง 2560
5. ธราธร บุญศรี, วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์ และ **ภักดี สุขพรสวรรค์**. การพัฒนากล้องถ่ายภาพดิจิทัลในตรวจจับยาอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของยารูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย, งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2559 และ ต่อเนื่อง 2560
6. ณิชฎิณี อธิกุลกิตติพงศ์. **ภักดี สุขพรสวรรค์**, และคณะ การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการสัญญาณภาพดิจิทัลในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ สำหรับคุณภาพของยาเพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคด้านความปลอดภัย. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.
7. **ภักดี สุขพรสวรรค์**, สมชาติ โชคชัยธรรม และ วัชรพงษ์ แจ่มสว่าง. ประมวลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยารูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.
8. ณิชฎิณี อธิกุลกิตติพงศ์. **ภักดี สุขพรสวรรค์**, และคณะ การพัฒนาแบบจำลองเอกสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ฐานข้อมูลภาพดิจิทัล 3 มิติ พิสูจน์เอกลักษณ์ของยารูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย: ยาปฏิชีวนะ. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.

9. ธราธร บุญศรี, วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์, สมชาติ โชคชัยธรรม และ **ภักดี สุขพรสวรรค์**. การพัฒนาชุดตรวจจับและพิสูจน์เอกลักษณ์ยารูปแบบเม็ดและแคปซูลอัตโนมัติชนิดพกพา. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.
10. พุทธิพร คงแก้ว, วรัญญา ประเสริฐเจริญสุข และ **ภักดี สุขพรสวรรค์**. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณยา Rifampin ในเม็ดยาโดยการเทียบด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.
11. สุมาลี วรรณาชัยสิทธิ์, **ภักดี สุขพรสวรรค์** และคณะ, การศึกษาการเสื่อมสภาพของยาเม็ดวิตามินซีโดยเคมีวิเคราะห์ร่วมกับการประมวลผลด้วยภาพดิจิทัล. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2560.
12. **ภักดี สุขพรสวรรค์**, สมชาติ โชคชัยธรรม, ณัฐฉิณี อีรกุลกิตติพงศ์, อรุณีรัฐ สุขสวัสดิ์ชน, สุธาบตี ม่วงมี. การประมวลผลสัญญาณภาพเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเภสัชภัณฑ์ปฐมภูมิ: แบบมาตรฐานของยาบรรจุเสร็จในกลุ่มยาปฏิชีวนะ. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2561.
13. วิชระพงษ์ แจ่มสว่าง, พุทธิพร คงแก้ว, **ภักดี สุขพรสวรรค์**, เหมรัศมี วชิรหัตถพงศ์. การพัฒนาระบบนาส่งระดับนาโนบรรจุด้วยยาฟูราโซลิโดนไปสู่อะลูมิเนียมเรซิน. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2561.
14. ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์, **ภักดี สุขพรสวรรค์**. การสำรวจสถานการณ์ปัญหาการบริโภคยาปฏิชีวนะเพื่อพัฒนารูปแบบการคุ้มครองผู้บริโภคเพื่อความปลอดภัย. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2561.
15. ณัฐฉิณี อีรกุลกิตติพงศ์, **ภักดี สุขพรสวรรค์**, อาลักษณ์ ทิพย์รัตน์. การพัฒนาเภสัชสารสนเทศทางภาพเพื่อวิเคราะห์การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2561.
16. วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์, ธราธร บุญศรี, ยุทธภูมิ มีประดิษฐ์, เหมรัศมี วชิรหัตถพงศ์, **ภักดี สุขพรสวรรค์**. เทคโนโลยีเภสัชสารสนเทศแสดงข้อมูลฉลากยาเอกสารกำกับยาแบบอัตโนมัติสำหรับบริหารจัดการคลังยาปฏิชีวนะเพื่อความปลอดภัย. งานวิจัยทุน วช. ประจำปีงบประมาณ 2561.

### ผู้ร่วมโครงการวิจัย 3

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายอาณัติ ดีพัฒนา

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Anut Deepatana

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131 โทรศัพท์: 08-7339-6969 โทรสาร: - E-mail: anat@eng.buu.ac.th

### ประวัติการศึกษา

กุมภาพันธ์ 2552 Doctor of Philosophy (Ph.D.) สาขา Chemical Engineering The University of Sydney, Australia

สิงหาคม 2541 Master of Science (M.Sc.) สาขา Chemical Engineering Syracuse University, USA

มีนาคม 2537 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขา วิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### ประวัติการทำงาน

กันยายน 2557 ถึง ปัจจุบัน ดำรงตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ วาระที่ 2

มิถุนายน 2557 ถึง กันยายน 2559 ดำรงตำแหน่ง ผู้รักษาการแทนรองอธิการบดี กำกับดูแลงานวิชาการ วิจัยและประกันคุณภาพ

กันยายน 2553 ถึง กันยายน 2557 ดำรงตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ วาระที่ 1 ประวัติและผลงาน

กันยายน 2551 ถึง กันยายน 2553 ดำรงตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี

พฤษภาคม 2551 ถึง สิงหาคม 2551 ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

มีนาคม 2546 ถึง กุมภาพันธ์ 2547 ดำรงตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายบริหาร

ตุลาคม 2545 ถึง มีนาคม 2546 ดำรงตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวางแผนและประกันคุณภาพ

พฤศจิกายน 2537 ถึงปัจจุบัน ดำรงตำแหน่ง อาจารย์ สังกัดภาควิชาวิศวกรรมเคมี

การดำรงตำแหน่งอื่นๆ

มิถุนายน 2558 ถึง มิถุนายน 2559 ดำรงตำแหน่ง ประธานสภาคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์แห่งประเทศไทย สมัยที่ 38

พฤษภาคม 2559 ถึง พฤษภาคม 2561 ตารางตำแหน่ง Elsevier Academic Engineering Solutions Library Advisory Board (AES-LAB)

### ผลงานทางวิชาการ

มีผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับนานาชาติที่คัดสรร จำนวน 10 เรื่อง โดยได้รับการตีพิมพ์ ทั้งในวารสารวิจัยที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ และในวารสารการประชุมระดับนานาชาติ ดังนี้

- วารสารวิจัยระดับนานาชาติ

1. Deepatana, A. and Valix, M. (2008), Comparative adsorption of nickel and cobalt citrate complexes onto chelating resins: Effect of solution pH, *Desalination*, 218, 334-342.
2. Deepatana, A. and Valix, M. (2008), Steric hindrance effect on adsorption of metal-organic complexes onto aminophosphonate chelating resin, *Desalination*, 218, 297-303.
3. Deepatana, A. and Valix, M. (2006), Recovery of nickel and cobalt from organic acid complexes: Adsorption mechanisms of metal-organic complexes onto aminophosphonate chelating resin, *J. Hazard. Mater.*, B137, 925-933.
4. Deepatana, A., Tang, J.A. and Valix, M. (2006), Comparative study of chelating ion exchange resins for metal recovery from bioleaching of nickel laterite ores, *Minerals Engineering*, 19, 1280-1289.

- วารสารการประชุมระดับนานาชาติ

1. Deepatana, A. and Valix, M., Recovery of Nickel and Cobalt from Bioleaching of Nickel Laterite Ores by Ion Exchange Resins, *Proceeding of XXIV International Mineral Processing Congress, Beijing, China, September 24-28, 2008*
2. Deepatana, A. and Valix, M. Equilibrium adsorption of metal-organic complexes onto sulphonic acid based strong acid cation exchange resin, *9th International Conference on Fundamentals of Adsorption, Giardini Naxos, Sicily, Italy, May 20-25, 2007.*
3. Deepatana, A. and Valix, M., Ion-Exchange Recovery of Nickel and Cobalt from Metal-Organic Complexes Generated in Bioleaching of Low Grade Nickel Laterite Ores, *2006 TMS Annual Meeting & Exhibition, March 2006.*

4. Deepatana, A. and Valix, M., Recovery of nickel and cobalt from organic acid complexes using aminophosphonate chelating resins, Chemeca 2006, Auckland, NZ, September 17-20, 2006.
5. Deepatana, A. and Valix, M., Comparative study of metal-complexes recovery using iminodiacetate and aminophosphonate chelating resins, Chemeca 2006, Auckland, NZ, September 17-20, 2006.
6. Deepatana, A. and Valix, M., Adsorption of Metals from Metal-Organic Complexes Derived from Bioleaching of Nickel Laterite Ores, Separation Technology VI, Fraser Island, October 4-8, 2004.

### โครงการวิจัย

- โครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์
  1. โครงการวิจัย เรื่อง การดูดซับนิกเกิลและโคบอลต์ซีเทรทบนเรซิน DOWEX M4195
  2. โครงการวิจัย เรื่อง แบบจำลองไอโซเทอร์มการดูดซับของนิกเกิลและโคบอลต์ซีเทรทบนแคโทไอออนเรซินที่มีหมู่ฟังก์ชันของซัลโฟเนต
  3. โครงการวิจัย เรื่อง การกำจัดสารลดแรงตึงผิวจากน้ำทิ้งในกระบวนการผลิตผงซักฟอกด้วยวิธีการดูดซับ
  4. โครงการวิจัย เรื่อง การนาของเสียจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด
  5. โครงการวิจัย เรื่อง การดูดซับสารลดแรงตึงผิวประจุลบด้วยถ่านกัมมันต์
  6. โครงการวิจัย เรื่อง การกำจัดสีจากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยกาแลคโตแมนแนนด้วยวิธีการดูดซับ
  7. โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณลักษณะการดูดซับสีอินทรีย์ด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากโพลียูเรเทน
- โครงการวิจัยร่วมกับหน่วยงานภายนอก
  1. โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาแนวทางและผลการจัดการศึกษาทวิภาคีระหว่างสถาบันการศึกษากับหน่วยงานภาคเอกชนในเขตพื้นที่จังหวัดระยอง ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ระยะเวลาโครงการ สิงหาคม 2554 – เมษายน 2556
  2. โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมการตรวจสอบวิเคราะห์เชื้ออีโคไล/คอลลีฟอร์มและอีโคไล 0157:H7 ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารที่สามารถวิเคราะห์จำนวนตัวอย่างจำนวนมากในเวลาอันสั้นสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารส่งออกของประเทศ ได้รับการสนับสนุนจาก วช ปีงบประมาณ 2558-2559

3. โครงการวิจัย เรื่อง การบูรณาการภาพรวมของชุดการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยกระดับมาตรฐานการส่งออก ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2559-2560

4. โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาอาหารเหลวสำหรับตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ *Vibrio parahaemolyticus* แบบมีอินดิเคเตอร์สีเพื่อบ่งบอกการปนเปื้อนอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมอาหาร ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2559-2560

5. โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมชุดตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการบ่มร่วมกับการใช้อุปกรณ์ต้นแบบกล้องจุลทรรศน์แมชชีนวิชันสำหรับเร่งการตรวจหาเชื้อเพื่อลดการนำเข้าชุดทดสอบสำเร็จรูปราคาแพง ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2559

- การรับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในโอกาสต่าง ๆ

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา ประเภทกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. ได้รับเชิญเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ตัวแบบในการพัฒนานวัตกรรมในอุตสาหกรรมสิ่งทอของประเทศไทย” ของ นางสาวเนตรทราย สุวรรณ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552

2. ได้รับเชิญเป็น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ตัวแบบในการพัฒนานวัตกรรมในธุรกิจกระดาษ พิมพ์ และเขียนของประเทศไทย” ของ นางสาวชลธร ภูทอง หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552

3. ได้รับเชิญเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ต้นแบบกระบวนการสร้างนวัตกรรมในผลิตภัณฑ์นำยางธรรมชาติของประเทศไทย” ของ นางสาวกานต์ชนิด กุลนิล หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552

- รับเชิญเป็นวิทยากรในโอกาสต่าง ๆ

1. ได้รับเชิญเป็น Invited speaker ณ Hong Kong University of Science and Technology ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน ตุลาคม 2551

2. ได้รับเชิญเป็นวิทยากรในการสัมมนาทางวิชาการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พฤศจิกายน 2552

3. ได้รับเชิญเป็น Session Chair ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 2nd Regional Conference on New and Renewable Energy มกราคม 2553

4. ได้รับเชิญเป็น Invited speaker ณ State Polytechnic Malang ประเทศสาธารณรัฐอินโดนีเซีย พฤษภาคม 2556

- อื่น ๆ

1. ได้รับเชิญเป็นที่ปรึกษาสมาคมวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย
2. ได้รับเชิญเป็นคณะกรรมการออกข้อสอบสำหรับผู้เข้ารับประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเคมี
3. ได้รับเชิญเป็นคณะกรรมการจัดการ ที่ประชุมสภาคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สมัยที่ 35/2555 รางวัลที่ได้รับ
  1. ทุนรัฐบาลไทยเพื่อศึกษาต่อในระดับปริญญาโทและเอก
  2. Loxton scholarship, The University of Sydney, Australia
  3. รางวัลไทย คนดี ความดีแทนคุณแผ่นดินไทย ร่วมสร้างชาติไทย บุคคลตัวอย่างแห่งปี พ.ศ. 2554
  4. รางวัลบุคคลตัวอย่าง คนดี คิดดี สังคมดี ตามรอยพระยุคลบาท ปี พ.ศ. 2555
  5. รางวัลพระภิกษุณี ปี พ.ศ. 2555
  6. รางวัลบุคคลตัวอย่าง คนดี ความดี แทนคุณแผ่นดิน (สาขาบริการการศึกษา) ปี พ.ศ. 2555
  7. รางวัลระฆังทอง บุคคลแห่งปี สาขานักพัฒนาองค์กรดีเด่น ประเภทข้าราชการหน่วยงาน รัฐวิสาหกิจ ครั้งที่ 5 ปี พ.ศ. 2555
  8. รางวัลคนดีศรีสยาม ปี พ.ศ. 2556

#### ผู้ร่วมโครงการวิจัย 4

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) รศ.ดร. สมชาติ โชคชัยธรรม

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Somchart Chokchaitam

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์(E-mail)

ที่อยู่ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2 ถนน พระจันทร์ แขวง พระบรมมหาราชวัง เขต พระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

#### ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545 Information Science and Control Engineering Nagaoka University of Technology



## ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2534 - 2558 อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

### สาขาวิชาที่มีความชำนาญ

Digital Image Processing

Digital Image Compression

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

- โครงการที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

1. ประมวลผลสัญญาณภาพดิจิทัลในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย ปี 2559 และปี 2560

2. การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสัญญาณภาพดิจิทัลและชุดเครื่องมืออัจฉริยะสำหรับพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาเม็ดและแคปซูลในประเทศไทย ปี 2559 และปี 2560

3. ประมวลผลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดยัดแบบจากห้องปฏิบัติการผลิตยา ปี 2560

4. การพัฒนาชุดตรวจจับและพิสูจน์เอกลักษณ์ยาในรูปแบบเม็ดและแคปซูลอัตโนมัติชนิดพกพา

## ผู้ร่วมโครงการวิจัย 5

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จักกริน สุขสวัสดิ์ชน

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Jakkarin Suksawatchon

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์(E-mail)

ที่อยู่ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

โทรศัพท์: 0899264434 โทรสาร: 038393245 E-mail: jakkarin@informatics.buu.ac.th

## ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541 ปริญญาตรี วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ. 2544 ปริญญาโท วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550 ปริญญาเอก วท.ด. (วิทยาการคอมพิวเตอร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2545 - 2557 อาจารย์ คณะวิทยาการสารสนเทศ

พ.ศ. 2557 - 2559 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาการสารสนเทศ

## สาขาวิชาที่มีความชำนาญ

-Data Mining

-Recommender System

-Mobile Application

-Data Analysis

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

- ผู้ร่วมวิจัย

1. พ.ศ. 2553 การหาเส้นทางที่เหมาะสมจากภาพภูมิประเทศที่มีทเส้นชั้นความสูงด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและการจัดกลุ่มข้อมูล
2. พ.ศ. 2554 การหาเส้นทางที่เหมาะสมจากภาพภูมิประเทศที่มีทเส้นชั้นความสูงด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและการจัดกลุ่มข้อมูล
3. พ.ศ. 2555 ทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ เรื่อง โปรแกรมการป้องกันเบาหวานโดยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Diabetes Prevention Program by Using Data Mining Technique)
4. พ.ศ. 2556 ทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ เรื่อง ตัวแบบการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เอช ไอ วี โดยขั้นตอนวิธีการการจัดกลุ่มข้อมูล
5. พ.ศ. 2557 ทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ เรื่อง การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับวางแผนจัดมื้ออาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยใช้ข้อมูลส่วนบุคคล
6. พ.ศ. 2559 ระบบรับส่งข้อความและรูปภาพที่เป็นความลับด้วยโทรศัพท์มือถือ สำหรับหน่วยงานที่ต้องการความมั่นคงของข้อมูล
8. พ.ศ. 2559 ขั้นตอนวิธีการพยากรณ์ผลผลิตอ้อยเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรม

- หัวหน้าโครงการวิจัย

1. พ.ศ. 2555 ทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ เรื่อง ระบบแนะนำภาพยนตร์โดยใช้เทคนิคการกรองร่วมและขั้นตอนวิธีแบบเคมีนส์

2. พ.ศ. 2556 ทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ เรื่อง การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการแยกเพศของนกกระทาจากคุณลักษณะภายนอกของไข่ด้วยเทคนิคการแยกประเภท

3. พ.ศ. 2557 ทุนวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ เรื่อง การปรับปรุงวิธีการเติมค่าข้อมูลที่หายไปบนขั้นตอนวิธีการกรองร่วมโดยพิจารณาจากข้อมูลของผู้ใช้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

- โครงการที่อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัย

1. การรู้จำกิจกรรมที่ปรับได้สำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมเสี่ยงจากกระแสข้อมูลเชิงเวลาบนอุปกรณ์เครื่องพกพา งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560

2. การจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้การตรวจสอบด้วยพลังงานไฟฟ้าผ่านเครื่องอ่านเซนเซอร์ไร้สายเพื่อช่วยประหยัดพลังงานและเพิ่มความปลอดภัยภายในอาคาร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2557

3. การจำแนกเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้การตรวจสอบด้วยพลังงานไฟฟ้าผ่านเครื่องอ่านเซนเซอร์ไร้สายเพื่อช่วยประหยัดพลังงานและเพิ่มความปลอดภัยภายในอาคาร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558

4. ระบบรับส่งข้อความและรูปภาพที่เป็นความลับด้วยโทรศัพท์มือถือ สำหรับหน่วยงานที่ต้องการความมั่นคงของข้อมูล งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560

5. ขั้นตอนวิธีการพยากรณ์ผลผลิตอ้อยเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรม งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560

### ผู้ร่วมโครงการวิจัย 6

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) ผศ. ดร. มารุต ตั้งวัฒนาชูลีพร

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr. Marut Tangwattanachuleeporn

หมายเลขบัตรประชาชน 3 1018 00039 89 5

ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ ไปรษณีย์

อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

ที่อยู่ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ. ลงหาดบางแสน ต. แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี 2013

มือถือ 086-384-4815, E-mail : tp.marut@gmail.com

## ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. ที่จบ	คุณวุฒิและสาขาวิชา	มหาวิทยาลัย
2556	Dr. rer. nat. in Biology	Georg August University, Göttingen, Germany
2548	วท.ม. จุลชีววิทยาทางการแพทย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2546	วท.บ. จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยบูรพา

## สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

ชีววิทยาของเชื้อรา

ราวิทยาทางการแพทย์

ระบาดวิทยาของเชื้อราทางการแพทย์

ชีววิทยาเชิงโมเลกุล เน้นด้านเครื่องหมายพันธุกรรม (DNA marker) ทั้งในคนและเชื้อรา

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

- หัวหน้าโครงการ หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

1. ความสัมพันธ์ของ single nucleotide polymorphisms ในยีนอินเตอร์ลิวคิน 12 และ 18 กับการเกิดโรคและความรุนแรงของโรคเอสแอลอี ในประชากรไทย (ทุนจากคณะวิทยาศาสตร์ ม.บูรพา พ.ศ. 2550)
2. การคัดเลือกเชื้อกลุ่มแอกคิโตโนมัยซีทส์จากดินในจังหวัดจันทบุรีและตราดเพื่อการยับยั้งโรคเชื้อราที่เกิดจาก *Pestalotiopsis* sp. ในมังคุดและเงาะ (ทุนจาก สกอ. (HERP) พ.ศ. 2558)
3. อุบัติการณ์และรูปแบบการฝ่าเหล่าของเชื้อราแอสเปอร์จิลลัส ฟุมิเกทัส (*Aspergillus fumigatus*) ซึ่งติดต่อยาเอโซลที่แยกได้จากพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศไทย (ทุนจาก วช. พ.ศ. 2559)

- งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1. Netsawang, J., Tangwattanachuleeporn, M., Hirankarn, N., and Wongpiyabovorn, J. (2004). The distribution of IL-10 promoter polymorphism in Thais. J Med Assoc Thai 87 Suppl 2, S117-122.

2. Tangwattanachuleeporn, M., Avihingsanon, Y., and Hirankarn, N. (2006). Role of interferon alpha in SLE pathogenesis. *Chula Med J* 50, 739-749.
3. Tangwattanachuleeporn, M., and Wichantuk, P. (2007). Antibacterial activities of *Nelumbo nucifera* Gaertn. And *Rafflesia kerrii* Meijer. extracts. *Burapha Sci J* 12, 73-78.
4. Tangwattanachuleeporn, M., Sodsai, P., Avihingsanon, Y., Wongpiyabovorn, J., Wongchinsri, J., and Hirankarn, N. (2007). Association of interferon-gamma gene polymorphism (+874A) with arthritis manifestation in SLE. *Clin Rheumatol* 26, 1921-1924.
5. Tangwattanachuleeporn, M., Pumiwatana, T., and Somparn, P. (2007). Inhibitory Effect of Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) Leaf Extract on Plasmid DNA Damage Induced by Free Radical. *The Public Health Journal of Burapha University* 2, 114-119.
6. Tangwattanachuleeporn, M., and Somparn, P. (2008). The Role of Interleukin-10 in Systemic Lupus Erythematosus. *KKU Sci J* 36, 7-15.
7. Hirankarn, N., Tangwattanachuleeporn, M., Wongpiyabovorn, J., Wongchinsri, J., Avihingsanon, Y. (2008). Genetic association of interferon-alpha subtypes 1, 2 and 5 in systemic lupus erythematosus. *Tissue Antigens* 72, 588-592.
8. Tangwattanachuleeporn, M., Piumkuntod, R., and Somparn, P. (2008). Antimicrobial Activities of *Garcinia cowa* Roxb. Leaf Extract. *The Public Health Journal of Burapha University* 4, (19-25).
9. Hirankarn, N., Tangwattanachuleeporn, M., Wongpiyabovorn, J., Wongchinsri, J., and Avihingsanon Y. (2009). Association of IL-18 gene polymorphism (-137C) with arthritis manifestations in SLE: combined effect with IFN gamma gene polymorphism (+874A). *Clin Rheumatol* 28, 219-224.
10. Intamaso, U., Chaiyasani, P., Tangwattanachuleeporn, M., and Pantuwatana S. (2009). Suppression of endogenous hRIP gene expression by miRNA in HeLa and 293T cells. *Journal of Science, Technology, and Humanities* 7, 163-172.
11. Bader, O., Schwarz, A., Kraneveld, E., Tangwattanachuleeporn, M., Schmidt, P., Jacobsen, M., Gross, U., De Groot, P., and Weig, M. (2012). Gross karyotypic and phenotypic alterations among different progenies of the *Candida glabrata* CBS138/ATCC2001 reference strain. *PLoS ONE* 7(12), e52218.

12. Tangwattanachuleeporn, M., Somparn, P., Poolpol, K., Gross, U., Weig, M., and Bader, O. (2013). Prevalence and Antifungal Susceptibility of *Cryptococcus neoformans* Isolated from Pigeon Excreta in Chon Buri Province, Eastern Thailand. *Med Mycol J* 54(3), 303-7.
13. Bader, O., Tünnermann, J., Dudakova, A., Tangwattanachuleeporn, T., Weig, M., Groß, U., and MykoLabNet-D. (2015). Environmental Isolates of Azole-Resistant *Aspergillus fumigatus* in Germany. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 59(7), 4356-4359.
14. Tangwattanachuleeporn, M., Minarin, N., Saichan, S., Sermsri, P., Mitkornburee, R., Groß, U., Chindamporn, A., and Bader, O. (2016). Prevalence of azole resistant *Aspergillus fumigatus* in the environment of Thailand. *Med Mycol.* (in press).

- งานวิจัยที่กำลังทำ

1. การคัดเลือกเชื้อกลุ่มแอกติโนมัยซีทส์จากดินในจังหวัดจันทบุรีและตราดเพื่อการยับยั้งโรคเชื้อราที่เกิดจาก *Pestalotiopsis* sp. ในมังคุดและเงาะ (ทุนจาก สกอ. (HERP) พ.ศ. 2558)
2. อุบัติการณ์และรูปแบบการผ่าเหล่าของเชื้อราแอสเปอร์จิลลัส ฟุมิเกทัส (*Aspergillus fumigatus*) ซึ่งติดต่อยาเอโซลที่แยกได้จากพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศไทย (ทุนจาก วช. พ.ศ. 2559)