

## การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผ้าฝ้ายด้วยสารสกัด จากลำต้นและใบฟ้าทะลายโจร

### The Inhibition of *Staphylococcus aureus* on Cotton Fabrics using Extracts from *Andrographis paniculata* Stems and Leaves

ศรันยา เพือก่อง<sup>1</sup> จุฑามณี แสงสว่าง<sup>2\*</sup> และ นัตตารัตน์ อุชนะอำไพพงษ์<sup>1</sup>

Sarunya Puakpong<sup>1</sup>, Juthamane Sangsawang<sup>2\*</sup> and Nattarat Usana-ampaipong<sup>1</sup>

Received: 14 June 2023, Revised: 16 August 2023, Accepted: 25 September 2023

#### บทคัดย่อ

ศึกษาการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดจากลำต้นและใบฟ้าทะลายโจร ซึ่งสกัดด้วยเอทานอล 95% ประกอบด้วยการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดฟ้าทะลายโจรต่อเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี disc diffusion method โดยใช้แผ่นกระดาษกรอง (paper disc) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรเป็นบริเวณทดสอบ พบว่า สารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เท่ากับ  $6.5 \pm 0.00$ ,  $7.3 \pm 0.03$  และ  $7.5 \pm 0.00$  มิลลิเมตร ตามลำดับ (มากกว่าแผ่นทดสอบ 0.5, 1.3 และ 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจรต่อการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี disc diffusion method โดยใช้แผ่นผ้าฝ้ายเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตรเป็นบริเวณทดสอบ ที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% พบว่ามีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เท่ากับ  $54.4 \pm 0.03$ ,  $54.6 \pm 0.08$  และ  $55.4 \pm 0.08$  มิลลิเมตร ตามลำดับ (มากกว่าแผ่นทดสอบ 4.4, 4.6 และ 5.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

**คำสำคัญ:** การยับยั้ง, แบคทีเรีย, สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส, ฟ้าทะลายโจร, ผ้าฝ้าย

<sup>1</sup> ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

<sup>1</sup> Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

<sup>2</sup> Agricultural Research and Technology Transfer Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

\* ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author, e-mail): pangjung@yahoo.com Tel 08 0935 2892

## ABSTRACT

Antibacterial activity study of creat (*Andrographis paniculata*) stem and leaf extracts on cotton fabric against *Staphylococcus aureus* included two parts. In the first part, the inhibition of creat extracts on *S. aureus* was tested using disc diffusion method with 6 mm circle paper disc. The results revealed that the diameter of the inhibition zone (clear zone) at 5%, 10% and 15% creat extracts concentration were  $6.5 \pm 0.00$  mm,  $7.3 \pm 0.03$  mm and  $7.5 \pm 0.00$  mm, respectively (0.5, 1.3 and 1.5 mm larger than the testing paper, respectively). In the second part, the inhibition of cotton fabric dyed with creat extracts on *S. aureus* was tested using the disc diffusion method with 50 mm diameter circular cotton fabric. The results showed that the diameter of the inhibition zone (clear zone) at 5%, 10% and 15% creat extracts concentration in cotton fabric were  $54.4 \pm 0.03$  mm,  $54.6 \pm 0.08$  mm and  $55.4 \pm 0.08$  mm, respectively (4.4, 4.6 and 5.4 mm larger than the testing paper, respectively).

**Key words:** inhibition, bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Andrographis paniculata*, cotton fabric

## บทนำ

*Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ เช่น จมูก มือ แผลเรื้อรัง ผิวหนัง และพบในเสื้อผ้า อากาศ และฝุ่นละออง (Nooheet, 2014) *S. aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก เชลล์รูปทรงกลม (cocci) แบคทีเรียในสกุลนี้มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1.5 ไมโครเมตร เป็นเชลล์เดี่ยว มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มรูปทรงพวงองุ่น (grape shape cluster) เมื่ออยู่บนพื้นผิววัสดุจะสะท้อนแสงเป็นเชลล์สีทอง เป็นแบคทีเรียที่ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนโดสปอร์ จัดอยู่ในกลุ่ม facultative anaerobe เนื่องจากสามารถเจริญได้ดีในสภาวะมีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน เป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญในมนุษย์ สามารถเพิ่มความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะ ทั้งยังสามารถสร้างเอนไซม์ coagulase ที่เป็นสาเหตุของการแข็งตัวของเลือด (Kloos and Bannerman, 1994; Howard and Kloos, 1987; Lowy, 2000; Kloos and Musselwhite, 1975) *S. aureus* เป็นสาเหตุก่อโรคในมนุษย์ในวงกว้าง ก่อโรคผิวหนังหลายชนิด และก่อโรคร้ายแรงต่าง ๆ ทั่วโลก

(Klevens *et al.*, 2007) ในด้านการติดเชื้อที่ผิวหนังมีอาการทั้งเกิดเป็นลักษณะของหนองฝี การติดเชื้ออาจไม่รุนแรง แต่อาจก่อให้เกิดการติดเชื้อรุนแรงในกรณีผิวหนังเกิดบาดแผล หรือมีแผลที่ได้รับจากการผ่าตัด ซึ่งเชื้อจะสามารถเข้าสู่เนื้อเยื่อชั้นในได้ (Artsanthia, 2006) เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มเป็นสิ่งที่สัมผัสโดยตรงกับผิวหนังของมนุษย์อาจเป็นสาเหตุของการก่อโรคติดเชื้อ *S. aureus* ที่ผิวหนังได้

ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata*) เป็นพืชสมุนไพรที่มีการวิจัยว่าสามารถใช้ในการรักษาแผลสดฝี หนอง และแก้อักเสบ โดยส่วนเนื้อดินก่อนที่จะมีดอกของฟ้าทะลายโจร สามารถรักษาโรคผิวหนังฝี การติดเชื้อ (Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, 2021) ทั้งนี้เพราะฟ้าทะลายโจรมีสารพฤกษเคมีที่สำคัญหลายชนิด ได้แก่ สารกลุ่ม alkaloids, saponins, terpenoids, flavonoids, glycosides, tannins และ phenols (Pandey *et al.*, 2019; Najib *et al.*, 2015) สารพฤกษเคมีทั้งหมดนี้มีฤทธิ์สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ (Mgbeahuruike *et al.*, 2018; Ravi *et al.*, 2016; Kaltschmidt *et al.*, 2020 ;

Resende *et al.*, 2015; Anandhi *et al.*, 2014; Pereira *et al.*, 2018; Gomes *et al.*, 2018) งานวิจัยนี้ ทำการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดฟ้าทะลายโจร และทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจร เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าปลอดเชื้อสำหรับผู้สูงอายุต่อไป เนื่องจากผ้าฝ้ายเป็นผ้าทอจากวัสดุธรรมชาติ ระบายอากาศได้ดี ดูแลรักษาง่าย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมสารสกัดจากฟ้าทะลายโจร

นำลำต้นและใบฟ้าทะลายโจรสดมาหั่นเป็นชิ้นย่อย แช่ในเอทานอล 95% เป็นเวลา 7 ชั่วโมง อัตราส่วนฟ้าทะลายโจรในเอทานอล 3 ระดับ คือ ที่ความเข้มข้นของฟ้าทะลายโจรในเอทานอล 5%, 10% และ 15% (น้ำหนัก/ปริมาตร) กรองสารสกัดด้วยผ้าขาวบาง นำสารสกัดที่ได้ไประเหยด้วย rotary evaporator เพื่อเอาเอทานอลออก ได้สารสกัดเข้มข้นคิดเป็น 2 % (w/w) ของน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร

### 2. การย้อมผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดจากฟ้าทะลายโจร

นำผ้าฝ้ายซึ่งผ่านการซักด้วยน้ำเปล่าไปต้มในสารสกัดที่ได้จากฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% เป็นเวลา 45 นาที ทิ้งให้เย็น นำผ้าฝ้ายที่ผ่านการต้มในสารสกัดฟ้าทะลายโจรมาผึ่งเอาน้ำออกจนหมด จากนั้นผึ่งให้แห้งในร่มในห้องปลอดเชื้อ

### 3. การเตรียมกล้าเชื้อ *S. aureus*

เลี้ยงแบคทีเรีย *S. aureus* (สายพันธุ์ ATCC6538) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB (Difco, USA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำเป็นเซลล์แขวนลอย ใน 0.85% NaCl (normal saline) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยปรับความขุ่นของเซลล์แขวนลอยให้เท่ากับ McFarland Standard เบอร์ 0.5 ( $1.5 \times 10^8$  CFU/ml) คัดแปลงจาก Nikokar *et al.* (2017)

## 4. การทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดฟ้าทะลายโจร

การทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดจากฟ้าทะลายโจร ด้วยวิธี disc diffusion method ใช้ paper disc ขนาด 6 มิลลิเมตร เป็นบริเวณทดสอบ โดย swap เชื้อลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA (Difco, USA) ให้เต็มผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ หยดสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% ปริมาตร 10 ไมโครลิตรลงบนแผ่นกระดาษกรองที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปวางลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจผลโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย การทดสอบใช้น้ำกลั่นเป็น negative control ทำการทดลอง 6 ซ้ำ คัดแปลงจาก Nikokar *et al.* (2017); Adiguzel *et al.* (2007)

## 5. การทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจร

การทดสอบประสิทธิภาพของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจรต่อการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี disc diffusion method โดยใช้แผ่นผ้าฝ้ายรูปวงกลมซึ่งย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจรขนาด 50 มิลลิเมตรเป็นบริเวณทดสอบ โดย swap เชื้อลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA ให้เต็มผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ นำผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดยใช้ผ้าฝ้ายที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร แทนแผ่นกระดาษกรอง จุ่มผ้าฝ้ายทั้งชิ้นลงในสารสกัดฟ้าทะลายโจร นำมาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย การทดสอบใช้น้ำกลั่นเป็น negative control ทำการทดลอง 6 ซ้ำ คัดแปลงจาก Nikokar *et al.* (2017); Adiguzel *et al.* (2007)

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้โปรแกรม SPSS-21 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-way ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DUNCAN ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $p \leq 0.05$ )

## ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

### 1. ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดฟ้าทะลายโจร ด้วยวิธี disc diffusion method โดยใช้แผ่นกระดาษกรอง (paper disc) เป็นแผ่นทดสอบ

สารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 15% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อเท่ากับ 7.5 มิลลิเมตร รองลงมา คือ สารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 10% มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อเท่ากับ 7.3 มิลลิเมตร และสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้น้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อเท่ากับ 6.5 มิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าทั้งความเข้มข้นที่ 5%, 10% และ 15% มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อมากกว่า

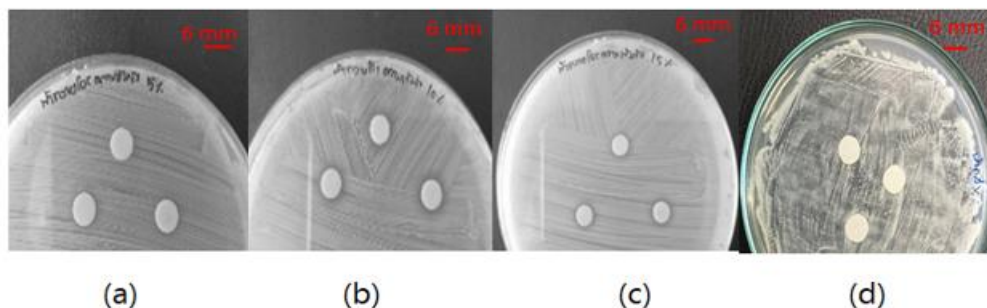
เส้นผ่านศูนย์กลางของ paper disc (>6 mm) ความเข้มข้นของสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่สูงกว่ามีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความเข้มข้นที่ 10% กับ 15% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ไม่ต่างกัน แต่ที่ความเข้มข้น 10% และ 15% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* สูงกว่าที่ความเข้มข้น 5% (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

สารสกัดฟ้าทะลายโจรมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่มีผนังเซลล์ซับซ้อนน้อยกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากพืชฟ้าทะลายโจรมีสารพฤกษเคมีหลายชนิดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดี เช่น tannins, terpenoids, phenolic compounds เป็นต้น ซึ่งสารกลุ่ม tannins มีสมบัติในการให้เกิด protein denature ในการทำลายหน่วยโปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย ทั้งสารกลุ่ม terpenoids และสารกลุ่ม phenolic compounds มีโครงสร้างเป็นวงแหวนเบนซีนและมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อย่างน้อย 1 แห่ง ซึ่งโครงสร้างทางเคมีทั้ง 2 ส่วนนี้ มีผลในการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย (Ali *et al.*, 2023; Olchowik-Grabarek *et al.*, 2022; Guimaraes *et al.*, 2019; Gomes *et al.*, 2018)

**Table 1** Antimicrobial activity of different creat (*Andrographis paniculata*) extracts concentration on *Staphylococcus aureus* (by disc diffusion method)

| Concentration of creat<br>( <i>Andrographis paniculata</i> ) extracts (%) | Average diameter of<br>Inhibition zone (mm) |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 5                                                                         | 6.5 ± 0.00 <sup>b</sup>                     |
| 10                                                                        | 7.3 ± 0.03 <sup>a</sup>                     |
| 15                                                                        | 7.5 ± 0.00 <sup>a</sup>                     |
| 0 (Distilled water/negative control)                                      | 0.00 ± 0.00 <sup>c</sup>                    |

( $p \leq 0.05$ )



**Figure 1** Antimicrobial activity of creat (*Andrographis paniculata*) extracts on *Staphylococcus aureus* by disc diffusion method at creat extracts concentration of (a) 5%, (b) 10%, (c) 15% and (d) 0% (negative control)

## 2. การทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจร ด้วยวิธี disc diffusion method โดยใช้แผ่นผ้าฝ้ายย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจรเป็นแผ่นทดสอบ

เมื่อนำสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรมาย้อมผ้าฝ้าย แล้วทำการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* พบว่า สารสกัดฟ้าทะลายโจรทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณการยับยั้งเชื้อ (clear zone) จะเห็นได้ว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นทดสอบ (>50 mm) ผ้าฝ้ายซึ่งย้อมด้วยสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ระดับความเข้มข้น 15% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ไม่แตกต่างกันกับผ้าฝ้ายซึ่งย้อมด้วยสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ระดับความเข้มข้น 10% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ระดับความเข้มข้น 5% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ต่ำกว่าผ้าฝ้ายซึ่งย้อมด้วยสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ระดับความเข้มข้น 15% และ 10% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2-5)

เนื่องจากผ้าฝ้ายเป็นเส้นใยเซลลูโลสจากธรรมชาติ เป็นสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต หน่วยเซลลูโลสในเส้นใยฝ้ายมีโครงสร้างแบบ 1,4-d-glucopyranose ซึ่งสามารถจับกับพื้นผิวอื่น ๆ ได้ดี เส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยเชิงซ้อน มีสมบัติเป็น hydrophilic (Dochia *et al.*, 2012) จึงสามารถจับกันได้ดีกับสารสกัดฟ้าทะลายโจรซึ่งสกัดด้วยเอทานอล แล้วทำให้บริสุทธิ์ด้วยน้ำกลั่น เส้นใยฝ้ายมีทั้งประจุบวกและประจุลบ ทำให้สารสกัดจากฟ้าทะลายโจรสามารถเข้าแทรกซึมเข้าไปในเนื้อผ้าได้ด้วยแรงแวนเดอร์วาลและพันธะไฮโดรเจน (Songkroah, 1998; Chulawatanatol, 1999; Nitayapat, 2016)

สารพฤษเคมีในสารสกัดฟ้าทะลายโจรมีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบหลายชนิด รวมทั้ง *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกชนิดหนึ่งด้วย มีงานวิจัยที่ศึกษาพบว่า สารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{g/ml}$  (10%) ทำให้เกิดส่วนใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ *S. aureus* อยู่ระหว่าง 6.3-9 mm (Mishra *et al.*, 2009) เมื่อเปรียบเทียบกับยาด้านเชื้อแบคทีเรียที่ใช้โดยทั่วไป เช่น Ciprofloxacin พบว่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ที่ความเข้มข้น 100  $\mu\text{g/ml}$  (10%)

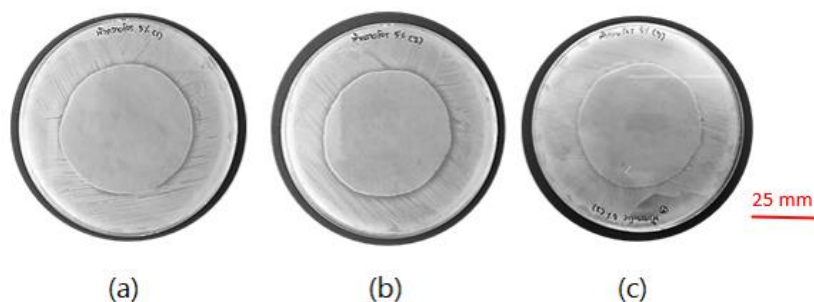
เท่ากับ 2.3 mm (Mohapatra *et al.*, 2011) จากงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจร เหมาะสำหรับการพัฒนาไปเป็นผ้าใช้ครั้งเดียว (single use) สำหรับยับยั้งเชื้อ *S. aureus* หากจะนำไปใช้ตัดเย็บเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าที่มีการใช้งานเป็นประจำ ซึ่งจำเป็นต้องผ่านการซักทำความสะอาด ควรมีการพัฒนาต่อยอดไปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำยาถนอมผ้าต่าง ๆ ซึ่งมีส่วนผสมของสารสกัดฟ้าทะลายโจร เพื่อนำมาใช้ควบคู่กับผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจรจะทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะสารพฤษเคมีที่สำคัญในสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่ม terpenoids เช่น andrographolide, 14-deoxyandrographolide,

14-deoxy-12-hydroxyandrographolide เป็นต้น (Tan *et al.*, 2016; Kulyal *et al.*, 2010) สารกลุ่ม terpenoids ไม่ละลายน้ำ แต่การทำมาความสะอาดด้วยสารซักล้าง (laundry detergent) ซึ่งมีสมบัติเป็น amphipathic จะช่วยให้สารกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำสามารถรวมกลุ่มกันเป็น detergent-micelle ในน้ำ ทำให้สามารถถูกชะล้างด้วยน้ำออกไปได้ (Yadava *et al.*, 2014; Bhairi and Mohan, 2007) การซักล้างจึงมีโอกาสนำสารสกัดฟ้าทะลายโจรซึ่งทำการย้อมไว้บนเส้นใยผ้า มีโอกาสถูกชะล้างออกไป ควรมีการศึกษาถึงการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำยาถนอมผ้าซึ่งมีส่วนผสมของสารสกัดฟ้าทะลายโจรในการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ต่อไป

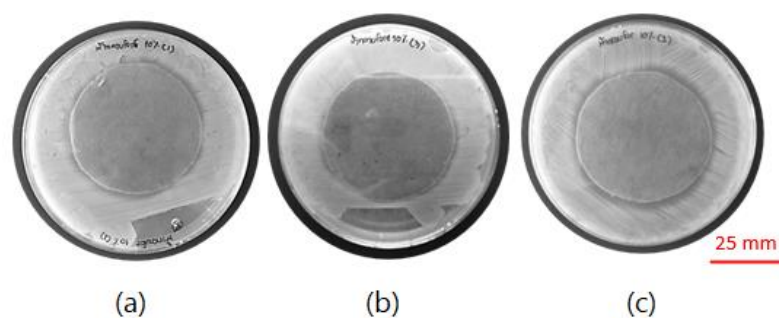
**Table 2** Antimicrobial activity of cotton fabric with different creat (*Andrographis paniculata*) extracts concentration on *Staphylococcus aureus* (by disc diffusion method)

| Concentration of creat<br>( <i>Andrographis paniculata</i> )<br>extracts (%) | Diameters of inhibition zone (mm) |          |          |                              |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|------------------------------|
|                                                                              | Sample 1                          | Sample 2 | Sample 3 | Mean $\pm$ SD                |
| 5                                                                            | 54.8                              | 54.3     | 54.2     | 54.4 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup> |
| 10                                                                           | 53.7                              | 55.2     | 54.8     | 54.6 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup> |
| 15                                                                           | 54.7                              | 55.2     | 56.3     | 55.4 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup> |
| 0 (Distilled water/negative control)                                         | -                                 | -        | -        | -                            |

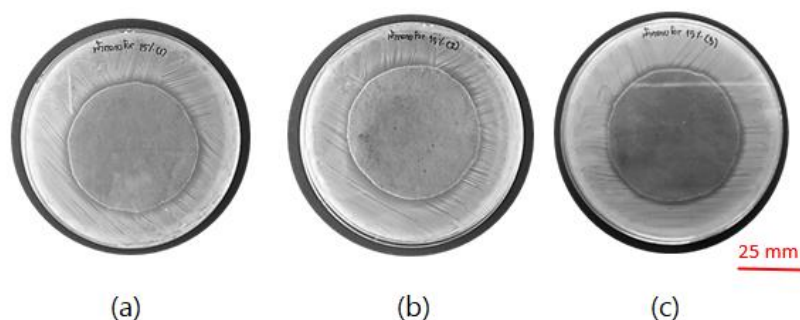
( $p \leq 0.05$ )



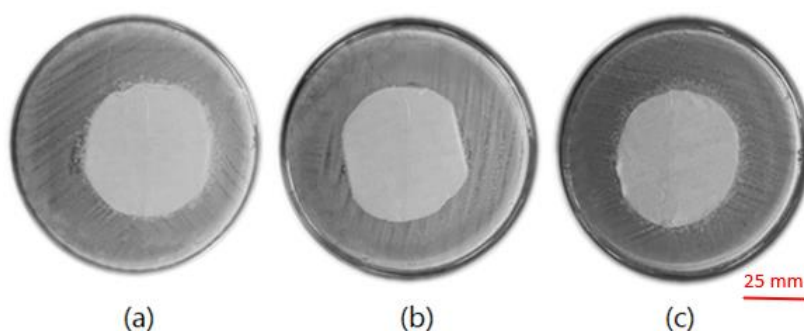
**Figure 2** Antimicrobial activity of creat (*Andrographis paniculata*) extracts on *Staphylococcus aureus* by disc diffusion method at concentration of 5%



**Figure 3** Antimicrobial activity of creat (*Andrographis paniculata*) extracts on *Staphylococcus aureus* by disc diffusion method at concentration of 10%



**Figure 4** Antimicrobial activity of creat (*Andrographis paniculata*) extracts on *Staphylococcus aureus* by disc diffusion method at concentration of 15%



**Figure 5** Antimicrobial activity of creat (*Andrographis paniculata*) extracts on *Staphylococcus aureus* by disc diffusion method at concentration of 0% (Distilled water/negative control)

## สรุป

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อ เท่ากับ  $6.5 \pm 0.00$  มิลลิเมตร  $7.3 \pm 0.03$  มิลลิเมตร และ  $7.55 \pm 0.00$

มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นทดสอบ คือ paper disc ( $>6$  mm) ความเข้มข้นของสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ 0.05 ในส่วนของผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อเท่ากับ  $54.4 \pm 0.03$  มิลลิเมตร  $54.6 \pm 0.08$  มิลลิเมตร และ  $55.4 \pm 0.08$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ยับยั้งเชื้อมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นทดสอบคือ ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจร (>50 mm) ความเข้มข้นของสารสกัดฟ้าทะลายโจรที่นำมาย้อมผ้าฝ้ายต่างกัน มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

Adiguzel, A., Ozer, H., Kilic, H. and Cetin, B. 2007. Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis* on foodborne bacteria and fungi. **Czech Journal of Food Sciences** 25(2): 81-89.

Ali, S.K., Makeen, H.A., Khuwaja, G., Alhazmi, H.A., Sharma, M., Koty, A., Mazahirul, I., Parveen, H., Mohammed, A., Mukhtar, S. and Alam, M.F. 2023. Assessment of the phytochemical profile, antioxidant capacity, and hepatoprotective effect of *Andrographis paniculata* against CCl<sub>4</sub>-induced liver

dysfunction in *Wistar Albino* rats. **Medicina** 59: 1-16.

Anandhi, D., Srinivasan, P.T., Kumar, G.P. and Jagatheesh, S. 2014. Influence of flavonoids and glycosides from *Caesalpinia coriaria* (Jacq) wild as bactericidal compound. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** 3(4): 1043-1051.

Artsanthia, J. 2006. **Microbiology and Immunology for Nurse**. Bangkok Blog, Bangkok. (in Thai)

Bhairi, S.M. and Mohan, M. 2007. **Detergent: a guide to the properties and uses of detergents in biological systems**. EMD Biosciences, Darmstadt.

Chulawatanatol, M. 1999. **Biochemistry** (3<sup>rd</sup>ed). Chirarat Printing LTD, Bangkok. (in Thai)

Department of Thai Traditional and Alternative Medicine. 2021. **Role of Thai Herbs and Traditional Medicine for Covid-19 Epidemics** (1<sup>st</sup> ed). S.B.K. Printing Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)

Dochia, M., Sirghie, C., Koztowski, R.M. and Roskwitalski, Z. 2012. Cotton fibres, pp.12-23. In Koztowski, R.M., ed. **Handbook of Natural Fibres**. Woodhead Publishing Limited, New Delhi.

Gomes, F., Martins, N., Barros, L., Rodrigues, M.E., Oliveira, M.B.P.P., Henriques, M. and Ferreira, C.F.R.I. 2018. Plant phenolic extracts as an effective strategy to control *Staphylococcus aureus*, the dairy industry pathogen. **Industrial Crops and Products** 112: 515-520.



- Guimaraes, A.C., Meireles, L.M., Lemos, M.F., Guimaraes, M.C.C., Endringer, D.C., Fronza, F. and Scherer, R. 2019. Antibacterial activity of terpenes and terpenoids present in essential oils. **Molecules** 24(13): 1-12.
- Howard, B.J. and Kloos, W.E. 1987. Staphylococci, pp. 231-244. In Howard, B.J., Klass, J.I.I., Rubin, S.J., Weissfeld, A.S. and Tilton, R.C., eds. **Clinical and Pathogenic Microbiology**. Mosby, Washington D.C.
- Kaltschmidt, B.P., Ennen, I., Greiner, J.F.W., Dietsch, R., Patel, A., Kaltschmidt, B., Kaltschmidt, C. and Hutten, A. 2020. Preparation of terpenoid-invasomes with selective activity against *S. aureus* and characterization by Cryo transmission electron microscopy. **Biomedicine** 105(8): 1-18.
- Klevens, R.M., Morrison, M.A., Nadle, J., Petit, S., Gershman, K., Ray, S., Harrison, L.H., Lynfield, R., Dumyati, G., Townes, J.M., Craig, A.S., Zell, E.R., Fosheim, G.E., McDougal, L.K., Carey, R.B. and Fridkin, S.K. 2007. Invasive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in the United States. **The Journal of the American Medical Association** 298(15): 1763-1771.
- Kloos, W.E. and Bannerman, T.L. 1994. Update on clinical significance of coagulase-negative staphylococci. **Clinical Biological Reviews** 7(1): 117-140.
- Kloos, W.E. and Musselwhite, M.S. 1975. Distribution and persistence of *Staphylococcus* and *Micrococcus* species and other aerobic bacteria on human skin. **Journal of Applied Microbiology** 30(3): 381-385.
- Kulyal, P., Tiwari, U.K., Shukla, A. and Gaur, A.K. 2010. Chemical constituents isolated from *Andrographis paniculata*. **Indian Journal of Chemistry** 49B: 356-359.
- Lowy, F.D. 2000. Is *Staphylococcus aureus* an intracellular pathogen. **Trends Microbiology** 8(8): 341-344.
- Mgbeahurike, E.E., Fyhrquist, P., Vuorela, H., Julkunen-Tiitto, R. and Holm, Y. 2018. Alkaloid-rich crude extracts, fractions and piperamide alkaloids of *Piper guineense* possess promising antibacterial effects. **Antibiotics** 7(98): 1-18.
- Mishra, U.S., Mishra, A., Kumari, R., Murthy, P.N. and Naik, B.S. 2009. Antibacterial Activity of Ethanol Extract of *Andrographis paniculata*. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences** 71(4): 436-438.
- Mohapatra, T.K., Mohapatra, T.R., Nanda, B.K., Ghosh, M.K., Nayak, R.R., Satapathy, T. and Sarangi, M.K. 2011. Evaluation of antibacterial activity of alcoholic extract of aerial parts of *Andrographis paniculata*. **International Journal of Institutional Pharmacy and Life Sciences** 1(3): 123-129.
- Najib, Y., Wan-Azemin, A., Dharmaraj, S. and Suryati, K. 2015. Phytochemical screening and prophylactic antibacterial effects of *Andrographis paniculata* extracts from Kemaman, Malaysia. **Journal of Natural Sciences Research** 5(16): 67-73.

- Nikokar, I., Ebrahim-Saraie, H.S. and Ganjian, H. 2017. Variations in Antibiotic Susceptibility Profile of *Staphylococcus aureus* after Povidone-Iodine Stress. **Pharmaceutical Sciences** 23: 72-76.
- Nitayapat, W. 2016. **Principle of Textile Dyeing**. Charansanitwong printing Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)
- Nooheet, W. 2014. Inhibition of pathogenic bacteria contaminating exposed surfaces by extracts of zingiberaceae family. Master Thesis of Science, Prince of Songkla University. (in Thai)
- Olchowik-Grabarek, E., Sekowski, S., Kwiatek, A., Ptackiewicz, J., Abdulladjanova, N., Shlyonsky, V., Swiecicka, I. and Zamaraeva, M. 2022. The structural changes in the membranes of *Staphylococcus aureus* caused by hydrolysable tannins witness their antibacterial activity. **Membranes** 12: 1-18.
- Pandey, J., Vimal, K. S. and Raja, W. 2019. Evaluation of phytochemical analysis of *Andrographis paniculata* leaf and stem extracts. **World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences** 5(2): 188-190.
- Pereira, A.V., Gois, M.B., Azevedo, T.K.B., Ferraz, F.N., Vieira, S.L.V., Cavalcanti-Dantas, V.M., Pereira, J.V., Rodrigues, O.J. and Pereira, M.S.V. 2018. Effects of associations of tannins from *Anacardium occidentale* and *Anadenanthera colubrina* with cephalosporin against bovine *Staphylococcus aureus* isolates. **Arquivos do Instituto Biologico** 85: 1-8.
- Ravi, L., Manasvi, V. and Praveena, L.B. 2016. Antibacterial and antioxidant activity of saponin from *Abutilon indicum* leaves. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research** 9(3): 344-347.
- Resende, F.A., Nogueira, L.G., Bauab, T.M., Vilegas, W. and Varanda, A. 2015. Antibacterial potential of flavonoids with different hydroxylation patterns. **Ecletica Quimica** 40: 173-179.
- Songkroah, S. 1998. **Introductory Textile Science**. Horatnachai printing Ltd., Bangkok. (in Thai)
- Tan, M.C., Oyong, G., Shen, C.C. and Ragasa, C.R. 2016. Chemical Composition of *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences** 7(6): 2405-2408.
- Yadava, N., Yadava, R. and Goyal, A. 2014. Chemistry of Terpenoids. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research** 45: 272-278.