บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 กระเทียม

4.1.1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมโดยเปรียบเทียบการใช้ตัวทำละลายในการสกัดและอุณหภูมิในการสกัดที่แตกต่างกัน

นำกระเทียม (*Allium sativum* L.) มาสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน 2 ชนิด ได้แก่เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้แก่ 30 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส โดยชั่งผงกระเทียม 40 กรัม นำไปแช่ในตัวทำละลายปริมาตร 120 มิลลิลิตร หรือในอัตราส่วน 1 : 3 นำไปเขย่าในเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิวันละ 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบเวลานำมากรองเอากากออกด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนของเหลวไปกรองผ่านกระดาษ Whatman เบอร์ 1 นำของเหลวที่ได้จากการกรองไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator) จะพบว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นสารข้นหนืดสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นฉุนของกระเทียม มีน้ำหนักแห้ง 120.11 กรัม มีร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 9.59 สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นสารข้นหนืด สีน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของกระเทียม มีน้ำหนักแห้ง 120.10 กรัม มีร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 5.10 สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นเกล็ดจับตัวกันเป็นก้อน สีน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของกระเทียม มีน้ำหนักแห้ง 120.09 กรัม มีร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 2.56 และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีลักษณะเป็นของเหลวผสมตะกอน สีเหลือง มีกลิ่นฉุนของกระเทียม มีน้ำหนักแห้ง 120.08 กรัม มีร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.87 ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 15, 16 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสทั้งในเมทานอลร้อยละ 99.9 และ เอทานอลร้อยละ 99.9 มีร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย

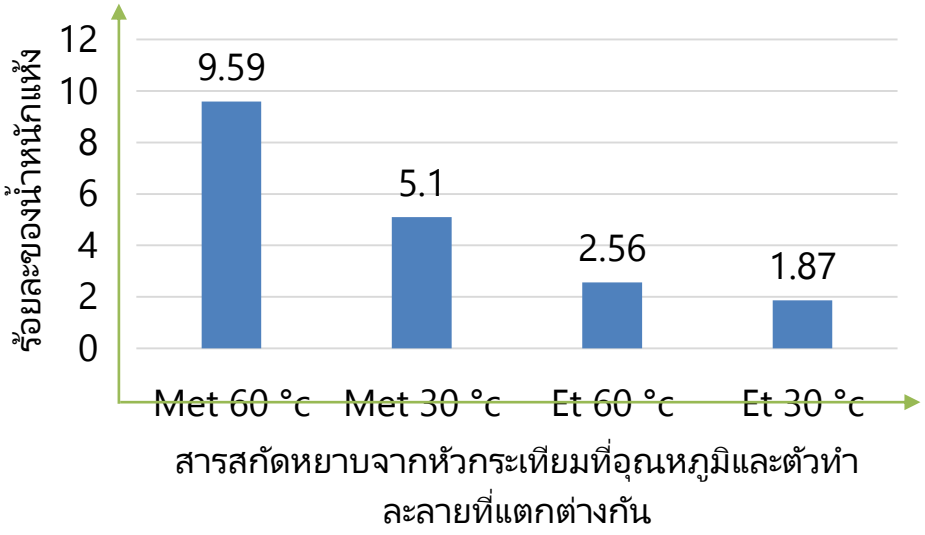
ของสุญาณี มงคลตรีรัตน์ และคณะ (2557) ที่ได้ทำการสกัดกระเทียมด้วยน้ำที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 30, 45 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าสารสกัดจากกระเทียมทั้งสดและแห้งสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้ร้อยละของน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับร้อยละ 45.26, 43.72 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสกัด โดยความร้อนทำให้ผนังภายในเซลล์อ่อนตัว จึงแตกตัวปล่อยสารต่าง ๆ ออกมา เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ความร้อนทำให้น้ำมีความสามารถ ในการละลายสารในกระเทียมออกมาได้มากขึ้น และจะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 99.9 ทั้งในอุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียส มีร้อยละของ น้ำหนักแห้งมากกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 99.9 และสอดคล้องกับงานวิจัยของวรยุทธ ยอดบุญ และคณะ (2555) ที่ได้ทำการสกัดสารสกัดจากสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู มะรุม ทับทิม และสมอไทย ที่สกัดจากตัวทำละลาย ได้แก่ เฮกเซน อะซีโตน เมทานอล และเอทานอล ผลที่ได้พบว่าสารสกัดที่สกัดโดยใช้เมทานอลมีร้อยละของน้ำหนักแห้งมากที่สุด จากการเตรียมสารสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน จะได้สารสกัดออกมาในรูปแบบของสารสกัดหยาบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยสารที่แตกต่างกันจากสมบัติการมีขั้ว (polarity) ของตัวทำละลายตัวทำละลายต่างชนิดกันจะมีผลต่อสารสกัดที่ได้ ในงานวิจัยของวิภาวรรณ นีละพงษ์ และคณะ (2561) ได้กล่าวไว้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลายใช้หลักการของการละลายฉะนั้นจำเป็นต้องทราบถึงหลักการของการละลาย ความมีขั้ว (Polarity) ของทั้งตัวทำละลายและสารสำคัญโดยสารสำคัญจะสามารถละลายในตัวทำละลายได้ก็ต่อเมื่อความเป็นขั้วของตัวสารสำคัญกับตัวทำละลายมีค่าใกล้เคียงกัน (Like Dissolves Like) คือ ตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วเพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้วเป็นแรงไดโพล-ไดโพล (Dipole-Dipole) ในทางตรงข้ามตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วเพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้วเป็นแรงแวนเดอวาลส์ (van der Waals Force) เหมือนกัน ทั้งนี้ตัวทำละลายที่มีขั้ว ไม่เท่ากันจะมีความสามารถในการละลายสารชนิดเดียวกันได้ไม่เท่ากัน ซึ่งความมีขั้วจะมีความสัมพันธ์กับค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant) ของตัวทำละลายกล่าวคือ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่อยู่ในช่วง 1-20, 20-50 และมากกว่า 50 บ่งชี้ว่าตัวทำละลายนั้นไม่มีขั้ว กึ่งมีขั้ว และมีขั้ว ตามลำดับ ฉะนั้นค่าคงที่ไดอิเล็กตริกนี้จึงสามารถบ่งชี้ถึงความเป็นขั้วของตัวทำละลายได้ในระดับหนึ่ง ในงานวิจัยของ Haidekker *et al*. (อ้างถึงใน ภรภัทร ตั้งวรกิตติ์ และ รังสินี โสธรวิทย์, 2554) ได้กล่าวไว้ว่าตัวทำละลายเมทานอล (polarity = 33.6) มีสมบัติความเป็นขั้วสูงกว่าตัวทำละลายเอทานอล (polarity = 25) และอะซิโตน (polarity =

20.7) ซึ่งอาจมีสมบัติความมีขั้วใกล้เคียงกับสารสำคัญ ต่าง ๆ ในกระเทียมจึงทำให้ผลการสกัดกระเทียมด้วยเมทานอลมีร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่า การสกัดกระเทียมด้วยเอทานอล

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะและน้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้แก่ 30 องศาเซลเซียสและ 60 องศาเซลเซียส

สมุนไพร	**ส่วนที่ใช้**	**สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม**		**ร้อยละของน้ำหนักแห้ง**
		ลักษณะของสารสกัดหยาบ	**น้ำหนักแห้ง (กรัม)**	
หัวกระเทียมสกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	หัว	หนืด สีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นฉุน	120.11	9.59
หัวกระเทียมสกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	หัว	หนืด สีน้ำตาล มีกลิ่นฉุน	120.10	5.10
หัวกระเทียมสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	หัว	จับตัวเป็นก้อน สีน้ำตาล มีกลิ่นฉุน	120.09	2.56
หัวกระเทียมสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	หัว	ของเหลวผสมตะกอน สีเหลือง มีกลิ่นฉุน	120.08	1.87

ภาพที่ 15 สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลาย และอุณหภูมิที่ต่างกัน



ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของน้ำหนักแห้งที่สกัดได้ของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลาย และอุณหภูมิที่ต่างกัน

4.2 ฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมด้วยวิธี Agar well diffusion

การทดสอบความสามารถในการออกฤทธิ์ของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยตัวทำลายลายที่แตกต่างกัน และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สมุนไพรที่ใช้ทดสอบ คือ สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่ได้จากข้อ 4.1 โดยใช้ความเข้มข้น 560 mg/g จากการนำสารสกัดหยาบที่ได้ไปทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ แบคทีเรียแกรมบวก 2 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* และ *B. cereus* และแบคทีเรียแกรมลบ 2 ชนิด ได้แก่ *E. coli* และ *S.* Typhi ด้วยวิธีการ Agar well diffusion บนอาหาร Mueller Hinton agar (MHA) ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ เมื่อทำ

การเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน โดยมีตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 เอทานอลร้อยละ 99.9 และ Mueller- Hinton broth ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค โดยการใช้ยาปฏิชีวนะเตตระไซคลิน (Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 6 และภาพที่ 17, 18 โดยพบว่ายาปฏิชีวนะเตตระไซคลินสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 24.97 มิลลิเมตร รองลงมา คือ สารสกัดหยาบจาก หัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีความกว้างของ โซนใสเท่ากับ 16.71 มิลลิเมตร และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 7.63, 6.80 และ 6.76 มิลลิเมตรตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบความกว้างโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่ยับยั้ง *S. aureus* กับตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าความกว้างของโซนใสไม่แตกต่างกับตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแปรผลได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสกับตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีกว่าตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดมาได้ต้องมีสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดนี้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Garba *et al*. (2013) ได้ศึกษาคุณสมบัติการต้านเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ทดสอบการต้านเชื้อโดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ 25, 50, 100 และ 200 mg/ml พบว่าสารสกัดจากกระเทียมในทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 16, 18, 19 และ 23 มิลลิเมตรตามลำดับ

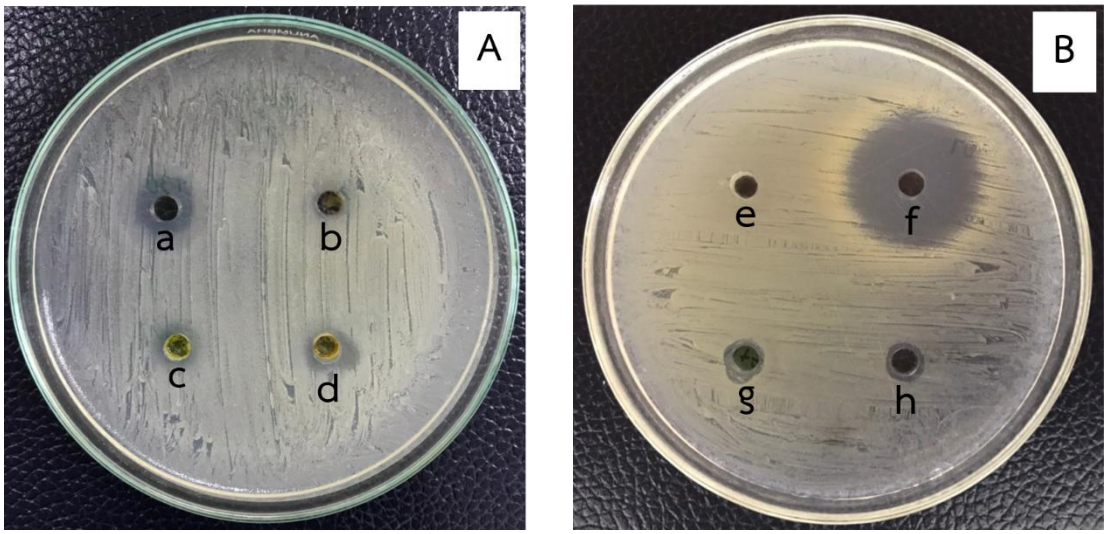
ซึ่งสารออกฤทธิ์ในกระเทียมที่สามารถสกัดได้จากตัวทำละลายเมทานอลที่สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้นี้ทางคณะผู้วิจัยคาดว่าน่าจะเป็นสารอัลลิซิน ซึ่งอัลลิซินเป็นสารหลักที่พบได้ในกระเทียม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saeed and Tarig; Astal; Iwalogan *et al.* (อ้างถึง

ใน พจมาน ผู้มีสัตย์ และคณะ, 2551) ได้กล่าวไว้ว่า สารสกัดที่ได้จากกระเทียมมีสารที่สำคัญ คือ อัลลิซิน (allicin) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudononas aeruginosa* และ *Proteus mirabilis*

ตารางที่ 6 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมและตัวควบคุม เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

สภาวะที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม	**ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D (มม.)**
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	6.76 ± 0.96^{C}
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	16.71 ± 0.37^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	7.37 ± 1.28^{C}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	7.63 ± 0.40^{C}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L	24.97 ± 0.85^{A}
เมทานอลร้อยละ 99.9	6.99 ± 0.73^{C}
เอทานอลร้อยละ 99.9	6.90 ± 0.85^{C}
Mueller Hinton agar	0.00 ± 0.00^{D}

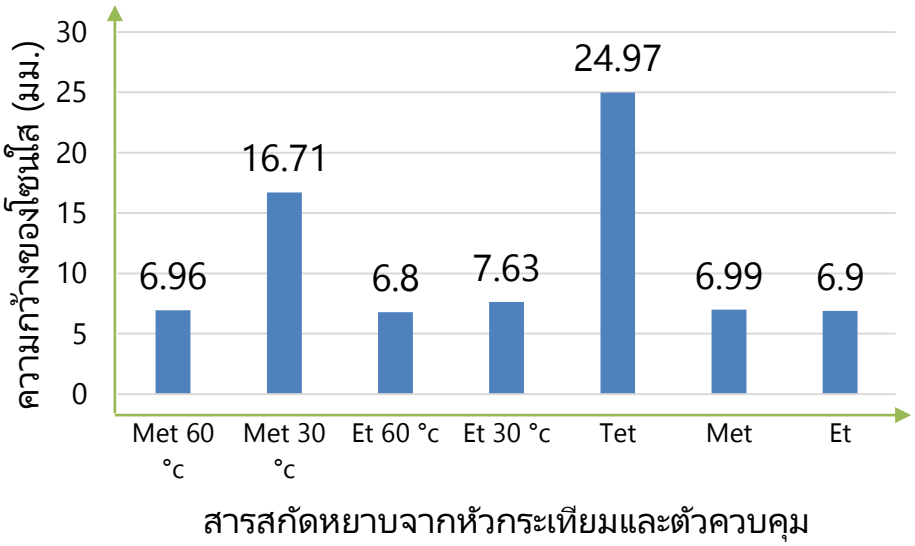
หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D) (A>B>C>D) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 17 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *S. aureus*

(A) สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่มีความเข้มข้น 560 mg/g ที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (a) และ 60 องศาเซลเซียส (b) และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (c) และ 60 องศาเซลเซียส (d)

(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 (h) เอทานอลร้อยละ 99.9 (g) Mueller Hinton broth (e) และยาปฏิชีวนะเตตระไซคลินความเข้มข้น 250 mg/L (f)



ภาพที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน กับตัวควบคุมในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus*

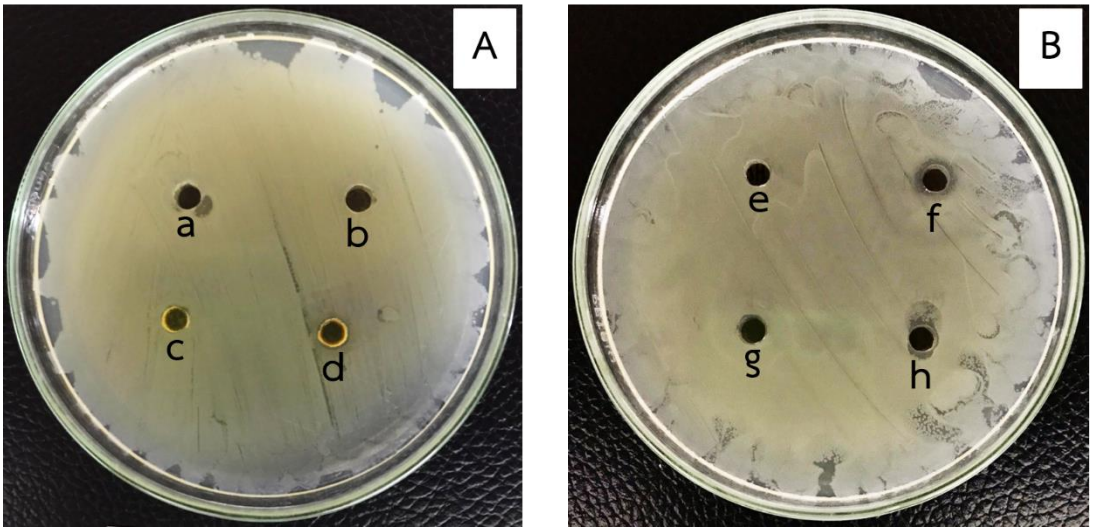
เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ด้วยสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 เอทานอลร้อยละ 99.9 และ Mueller Hinton broth ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค โดยการใช้ยาปฏิชีวนะเตตระไซคลิน (Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 7 และภาพที่ 19, 20 โดยพบว่ายาปฏิชีวนะเตตระไซคลิน และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของ โซนใสเท่ากับ 6.56 และ 6.34 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่พบโซนใส ซึ่งแปรผลได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ได้ เมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กับตัวควบคุม คือ เอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่า สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ได้ดีกว่าตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่า สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดมาได้ต้องมีสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดนี้ได้ ซึ่งสารออกฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรีย

แกรมลบได้อาจจะไม่ใช่สารออกฤทธิ์ตัวเดียวกันกับสารออกฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก ในเชื้อ *E. coli* นี้มีเพียงสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่ยับยั้งได้ ซึ่งอาจจะมีสารออกฤทธิ์บางตัวในสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดออกมาได้ด้วยเอทานอล และสามารถทนต่อความร้อนได้ ในงานวิจัยของ Pundir *et al*. (2010) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากกระเทียม โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายในการสกัด ทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่าสารสกัดจากกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 30 มิลลิเมตร และงานวิจัยของ Sah *et al*. (2012) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของกระเทียม โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของกระเทียมที่ความเข้มข้น 100 µg/ml ภายใต้อุณหภูมิห้องปกติ (26 องศาเซลเซียส) และที่น้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) พบว่าสารสกัดจากกระเทียมทั้งในอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสและ 100 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้ง *E. coli* ได้

ตารางที่ 7 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

สภาวะที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม	**ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D (มม.)**
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00^{B}
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	6.34 ± 0.23^{A}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00^{B}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L	6.56 ± 0.41^{A}
เมทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{B}
Mueller Hinton broth	0.00 ± 0.00^{B}

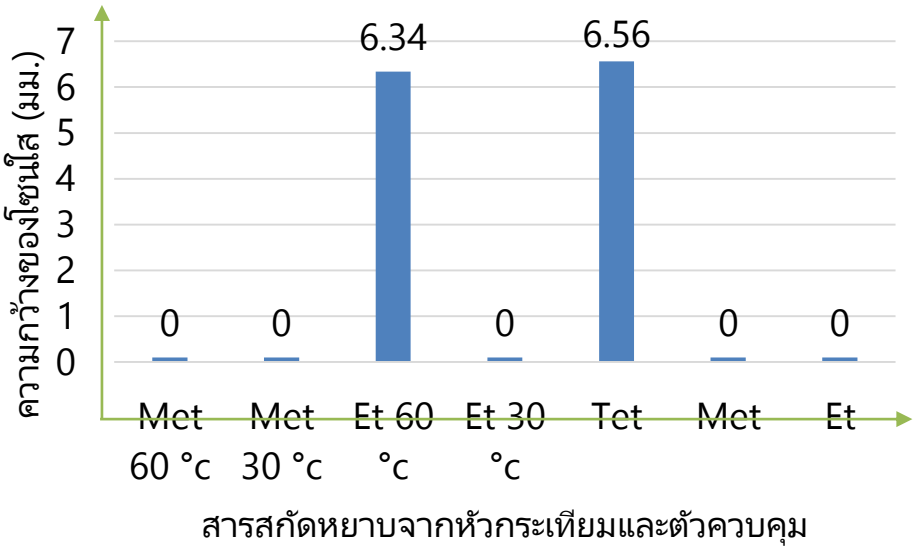
หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D) (A>B>C>D) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 19 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *E. coli*

(A) สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่มีความเข้มข้น 560 mg/g ที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (a) และ 60 องศาเซลเซียส (b) และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (c) และ 60 องศาเซลเซียส (d)

(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 (h) เอทานอลร้อยละ 99.9 (g) Mueller Hinton broth (e) และยาปฏิชีวนะเตตระไซคลินความเข้มข้น 250 mg/L (f)



ภาพที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน กับตัวควบคุมในการยับยั้งเชื้อ *E. coli*

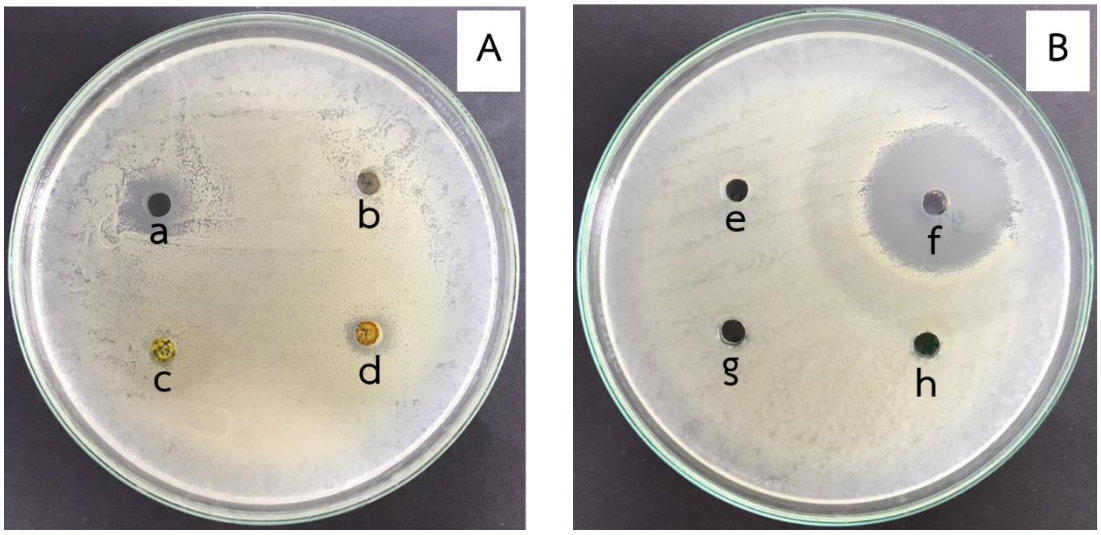
เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ด้วยสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 เอทานอลร้อยละ 99.9 และ Mueller Hinton broth ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค โดยการใช้ยาปฏิชีวนะเตตระไซคลิน (Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 8 และภาพที่ 21, 22 โดยพบว่ายาปฏิชีวนะเตตระไซคลินสามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 26.11 มิลลิเมตร รองลงมา คือสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.76 และ 10.20 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสไม่พบโซนใสเกิดขึ้น ซึ่งแปรผลได้ว่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ เมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กับตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ได้ดีกว่าตัวควบคุมอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญา แปลงโฉม และพรพิมล กาญจนวาศ (2558) ที่ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากกระเทียมด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ต่อการยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี Disc diffusion technique โดยใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นของสารสกัด 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 25 ไมโครลิตรต่อดิสก์ พบว่าสารสกัดกระเทียมสามารถยับยั้ง *B. cereus*, *B. subtilis*, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus* ได้ โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 19.33, 19.67, 21.56, 21.89 และ 25.11 มิลลิเมตรตามลำดับ และงานวิจัยของ Mohsenipour and Hassanshahian (2015) ได้ทำการศึกษาสารสกัดจากกระเทียมด้วยเมทานอลร้อยละ 80 และเอทานอลร้อยละ 96 ต่อการสร้างไบโอฟิล์ม และการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค 6 ชนิด ด้วยวิธี Disc Diffusion โดยใช้สารสกัดที่มีความเข้มข้น 100 mg/ml พบว่าสารสกัดกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 80 และเอทานอลร้อยละ 96 สามารถยับยั้ง *B. cereus* ได้ โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 8.33 และ 7.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 8 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

สภาวะที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม	**ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D (มม.)**
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00^{C}
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	10.20 ± 0.49^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	10.76 ± 0.70^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	0.00 ± 0.00^{C}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L	26.11 ± 0.70^{A}
เมทานอล 99.9 เปอร์เซ็นต์	0.00 ± 0.00^{C}
เอทานอล 99.9 เปอร์เซ็นต์	0.00 ± 0.00^{C}
Mueller Hinton broth	0.00 ± 0.00^{C}

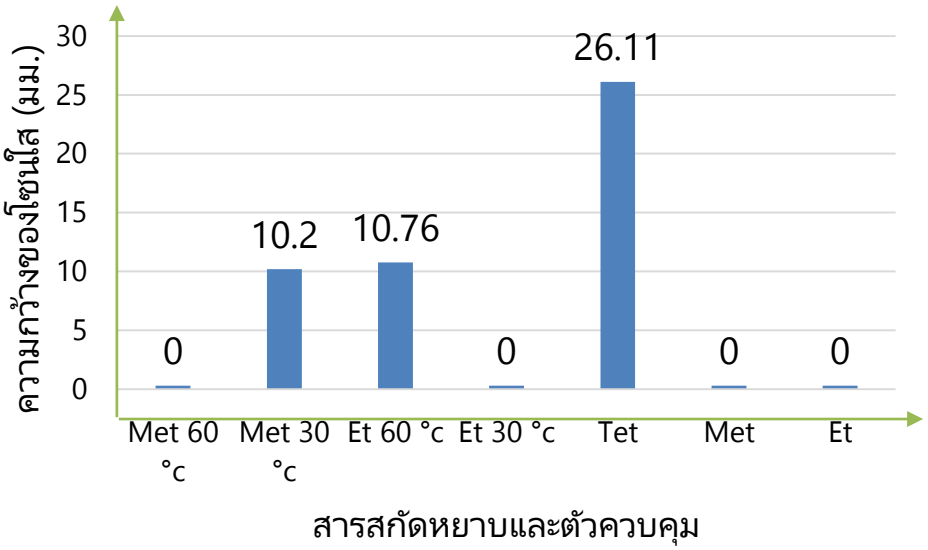
หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D) (A>B>C>D) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 21 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *B. cereus*

(A) สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่มีความเข้มข้น 560 mg/g ที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (a) และ 60 องศาเซลเซียส (b) และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (c) และ 60 องศาเซลเซียส (d)

(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 (h) เอทานอลร้อยละ 99.9 (g) Mueller Hinton broth (e) และยาปฏิชีวนะเตตระไซคลินความเข้มข้น 250 mg/L (f)



ภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน กับตัวควบคุม ในการยับยั้งเชื้อ *B. cereus*

เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.* Typhi ด้วยสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 เอทานอลร้อยละ 99.9 และ Mueller Hinton broth ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค โดยการใช้ยาปฏิชีวนะเตตระไซคลิน (Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 9 และภาพที่ 23, 24 โดยพบว่ายาปฏิชีวนะเตตระไซคลินสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 19.12 มิลลิเมตร รองลงมาคือ เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ60 องศาเซลเซียส และเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยมีความกว้างของ โซนใสเท่ากับ 14.67, 13.45, 13.09 มิลลิเมตร และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.99 มิลลิเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียส กับตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้ง *S.* Typhi ได้ดีกว่าตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ameh *et al.* (2013) ที่ได้ศึกษาฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา โดยสกัดสารสกัดจาก หัวกระเทียมด้วยเมทานอลโดยใช้เครื่องมือ Soxhlet และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส พบว่า

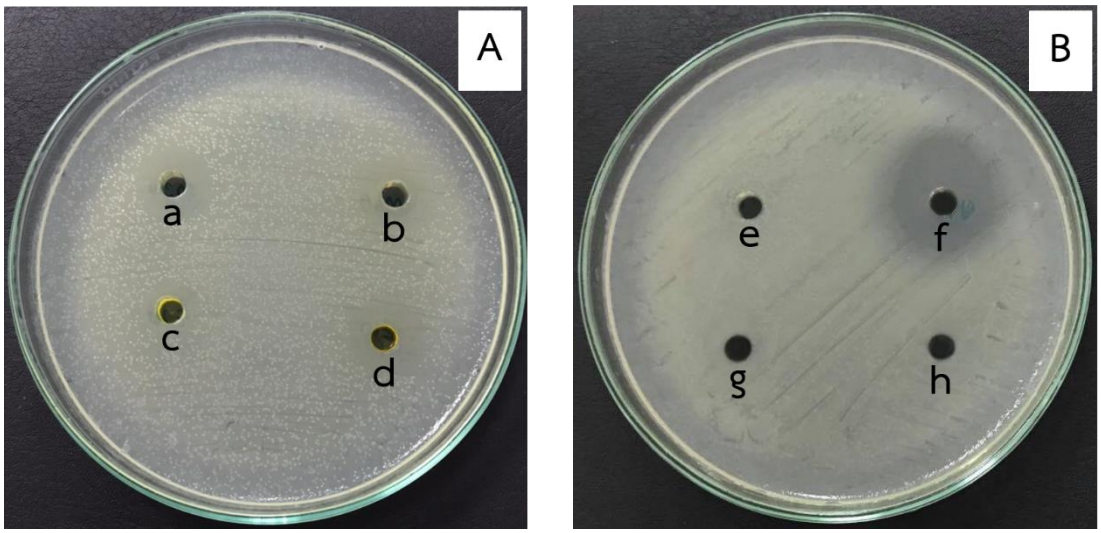
สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella paratyphi* ได้โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 15 มิลลิเมตร และได้หาค่าความเข้มข้นต่ำสุด (Minimum inhibition concentration) ที่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. paratyphi* พบว่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. paratyphi* ได้ คือ 50 mg/ml

เมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียส กับตัวควบคุม คือ เอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้ง *S*. Typhi (TISTR 2519) ได้ดีกว่าตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Strika *et al*. (2017) ได้ทำการตรวจสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดจากกระเทียมสดและสารสกัดจากกระเทียมที่ถูกให้ความร้อน โดยกระเทียมที่ใช้เป็นกระเทียมพื้นถิ่น (Kakanj) และกระเทียมนำเข้า (China) พบว่าสารสกัดจากกระเทียมพื้นถิ่นทั้งแบบสดและแบบให้ความร้อนสามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella enteritidis* ได้ โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 15 และ 11 มิลลิเมตรตามลำดับ และสารสกัดจากกระเทียมนำเข้าทั้งแบบสดและแบบให้ความร้อนสามารถยังยั้งเชื้อ *S. enteritidis* ได้เช่นเดียวกัน โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 11 และ 9 มิลลิเมตรตามลำดับ

ตารางที่ 9 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

สภาวะที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียม และตัวควบคุม	**ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D (มม.)**
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	13.09 ± 0.75^{B}
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	14.67 ± 0.82^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	13.45 ± 0.01^{B}
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	10.99 ± 0.93^{C}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L	19.12 ± 1.41^{A}
เมทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{D}
เอทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{D}
Mueller Hinton broth	0.00 ± 0.00^{D}

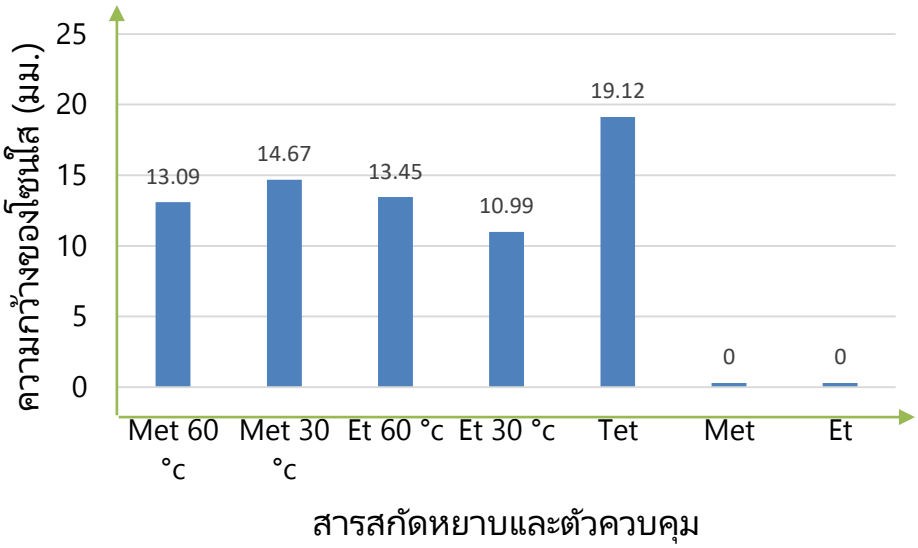
หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D) (A>B>C>D) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 23 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi

(A) สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่มีความเข้มข้น 560 mg/g ที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (a) และ 60 องศาเซลเซียส (b) และเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (c) และ 60 องศาเซลเซียส (d)

(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 (h) เอทานอลร้อยละ 99.9 (g) Mueller Hinton broth (e) และยาปฏิชีวนะเตตระไซคลินความเข้มข้น 250 mg/L (f)



ภาพที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่ต่างกัน กับตัวควบคุมในการยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi

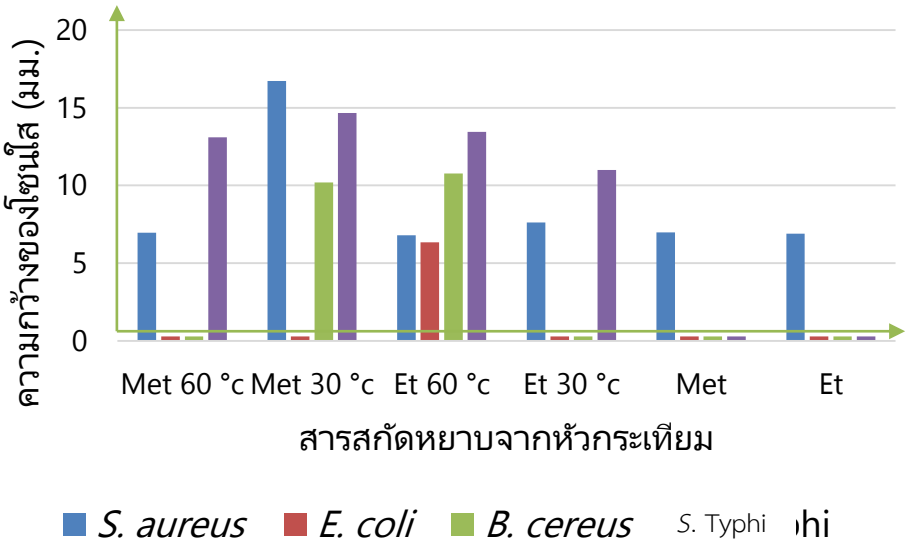
เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ 30 องศาเซลเซียสและ 60 องศาเซลเซียส ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* , *E. coli* , *B. cereus* และ *S.* Typhi พบว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 13.09 มิลลิเมตร รองลงมา คือ *S. aureus* โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 6.76 มิลลิเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบความกว้างโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่ยับยั้ง *S. aureus* กับตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าความกว้างของโซนใสไม่แตกต่างกันกับตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแปรผลได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ส่วนเชื้อ *E. coli* และ *B. cereus* ไม่พบโซนใสเกิดขึ้น สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 16.71 มิลลิเมตร รองลงมา คือ *S.* Typhi โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 14.67 มิลลิเมตร และ *B. cereus*มีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.20 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนเชื้อ *E. coli* ไม่พบโซนใสเกิดขึ้น สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 13.45

มิลลิเมตร รองลงมา คือ *B. cereus* โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.76 มิลลิเมตร ส่วนเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* มีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 6.80 และ 6.34 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบความกว้างโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่ยับยั้ง *S. aureus* กับตัวควบคุม คือ เอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าความกว้างของโซนใสไม่แตกต่างกันกับตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแปรผลได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วย เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.99 มิลลิเมตร รองลงมา คือ *S. aureus* โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 7.63 มิลลิเมตรตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบความกว้างโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสที่ยับยั้ง *S. aureus* กับตัวควบคุม คือ เอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าความกว้างของโซนใสไม่แตกต่างกันกับตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแปรผลได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ส่วนเชื้อ *E. coli* และ *B. cereus* ไม่พบโซนใสเกิดขึ้น ดังข้อมูลในตารางที่ 10 และภาพที่ 25

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างโซนใสของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ 30 องศาเซลเซียสและ 60 องศาเซลเซียส ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

สภาวะในการสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D (มม.))**			
	S. aureus	*E. coli*	*B. cereus*	*S.* Typhi
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	$6.76 \pm 0.96^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$13.09 \pm 0.75^{A,a}$
เมทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	$16.71 \pm 0.37^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,d}$	$10.20 \pm 0.49^{A,c}$	$14.67 \pm 0.82^{A,b}$
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	$6.80 \pm 0.07^{B,c}$	$6.34 \pm 0.23^{A,c}$	$10.76 \pm 0.70^{A,b}$	$13.45 \pm 0.01^{A,a}$
เอทานอลร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	$7.63 \pm 0.40^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$10.99 \pm 0.93^{B,a}$
เมทานอลร้อยละ 99.9	$6.99 \pm 0.73^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$
เอทานอลร้อยละ 99.9	$6.90 \pm 0.85^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$

หมายเหตุ ตัวอักษร A,B,C แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวตั้ง
ตัวอักษร a,b,c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวนอน



ภาพที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยตัวทำละลายและอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด

เมื่อเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิเดียวกัน คือ 60 องศาเซลเซียสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi พบว่าในเชื้อ *S. aureus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ไม่ต่างจากสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 6.76 และ 6.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 กับตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 พบว่าความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ไม่แตกต่างกันกับตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ซึ่งแปรผลได้ว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ในเชื้อ *E. coli* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ

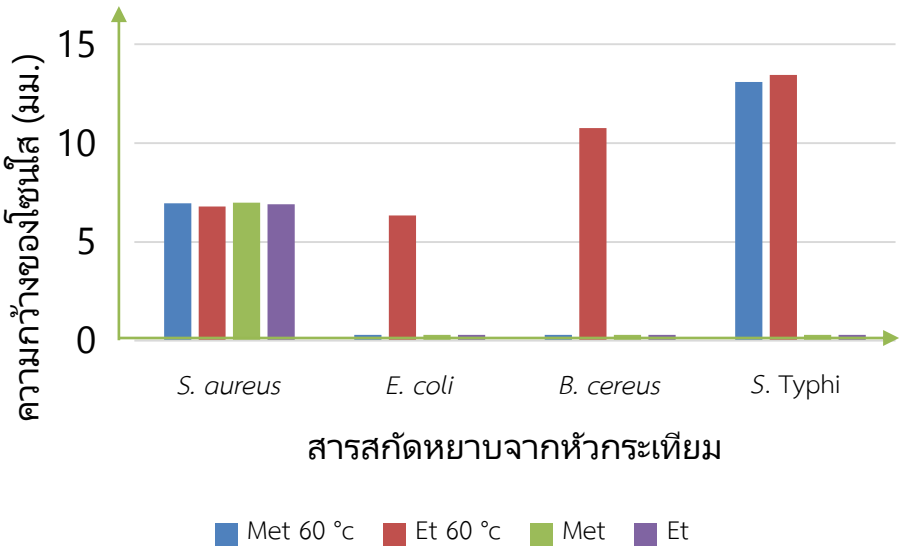
6.34 มิลลิเมตร ในเชื้อ *B. cereus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.76 มิลลิเมตร และในเชื้อ *S.* Typhi สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ไม่ต่างจากสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 13.09 และ 13.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังข้อมูลในตารางที่ 11 และภาพที่ 26

จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดได้ดีกว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าจุดเดือดของเมทานอลใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดมากกว่าจุดเดือดของเอทานอล ซึ่งจุดเดือดของเมทานอล คือ 65 องศาเซลเซียส และจุดเดือดของเอทานอล คือ 79 องศาเซลเซียส (วิภาวรรณ นีละพงษ์ และคณะ, 2561) ความร้อนอาจจะมีผลทำให้เมทานอลบางส่วนระเหยออกไปจึงส่งผลให้สกัดสารออกฤทธิ์ออกมาจากกระเทียมได้น้อยกว่าเอทานอล และความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียจึงลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนิดา เมืองโคตร และคณะ (2560) ที่ได้กล่าวไว้ว่าวิธีการในการให้ความร้อน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้ความร้อนมีส่วนทำให้สารสำคัญบางชนิดเปลี่ยนรูปหรือสูญเสียคุณสมบัติ จึงทำให้ประสิทธิภาพหรือฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

สภาวะในการสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D (มม.))**			
	S. aureus	*E. coli*	*B. cereus*	*S.* Typhi
เมทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	$6.76 \pm 0.96^{A,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$13.09 \pm 0.75^{A,a}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	$6.80 \pm 0.07^{A,c}$	$6.34 \pm 0.23^{A,c}$	$10.76 \pm 0.70^{A,b}$	$13.45 \pm 0.01^{A,a}$
เมทานอล ร้อยละ 99.9	$6.99 \pm 0.73^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9	$6.90 \pm 0.85^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$

หมายเหตุ ตัวอักษร A,B,C แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวตั้ง
ตัวอักษร a,b,c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวนอน



ภาพที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิเดียวกัน คือ 30 องศาเซลเซียสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi พบว่าในเชื้อ *S. aureus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 16.71 มิลลิเมตร

ในเชื้อ *E. coli* ทั้งสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 และสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้

ในเชื้อ *B. cereus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.20 มิลลิเมตร

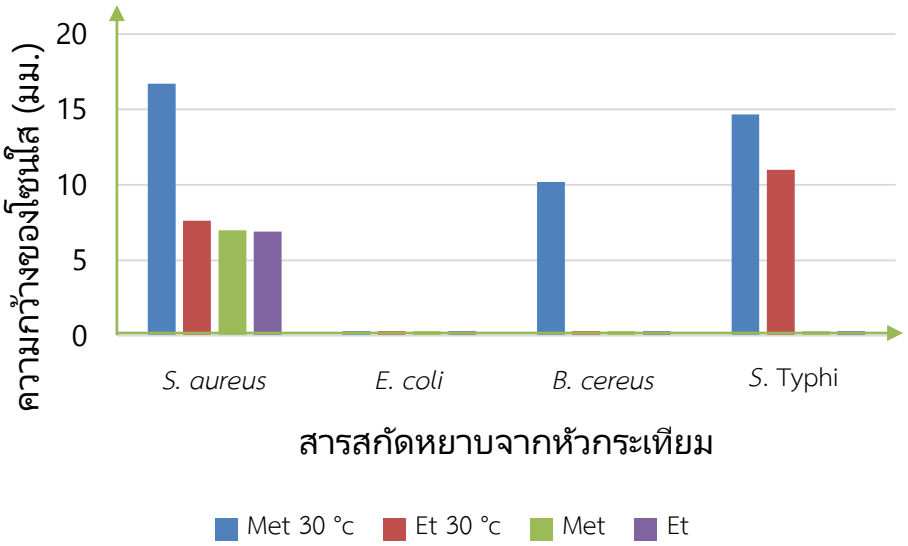
ในเชื้อ *S.* Typhi สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 14.67 มิลลิเมตร ดังข้อมูลในตารางที่ 12 และภาพที่ 27

จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สารสกัดหยาบจากเมทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากเอทานอลร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.9 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมทานอลสามารถดึงสารสำคัญในกระเทียมออกมาได้มากกว่าเอทานอล เนื่องจากเมทานอลมีขั้วมากกว่าเอทานอล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Haidekker *et al*. (อ้างถึงใน ภรภัทร ตั้งวรกิตติ์ และ รังสินี โสธรวิทย์, 2554) ที่กล่าวไว้ว่า ตัวทำละลายเมทานอล (polarity = 33.6) มีสมบัติความเป็นขั้วสูงกว่าตัวทำละลายเอทานอล (polarity = 25) ซึ่งอาจมีสมบัติความมีขั้วใกล้เคียงกับสารสำคัญต่าง ๆ ในกระเทียม ดังนั้นจึงทำให้สารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ดึงสารสำคัญในกระเทียมออกมาได้มากกว่าเอทานอลร้อยละ 99.9 และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดได้ดีกว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

สภาวะในการสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D (มม.))**			
	S. aureus	*E. coli*	*B. cereus*	*S.* Typhi
เมทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	$16.71 \pm 0.37^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{A,d}$	$10.20 \pm 0.49^{A,c}$	$14.67 \pm 0.82^{A,b}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	$7.63 \pm 0.40^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{A,c}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$10.99 \pm 0.93^{B,a}$
เมทานอล ร้อยละ 99.9	$6.99 \pm 0.73^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9	$6.90 \pm 0.85^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$

หมายเหตุ ตัวอักษร A,B,C แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวตั้ง
ตัวอักษร a,b,c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวนอน



ภาพที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 99.9 และเอทานอลร้อยละ 99.9 โดยใช้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้แก่ 30 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเดียวกัน คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi พบว่าในเชื้อ *S. aureus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 16.71 มิลลิเมตร

ในเชื้อ *E. coli* ทั้งสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและ 60 องศาเซลเซียส ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้

ในเชื้อ *B. cereus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.20 มิลลิเมตร

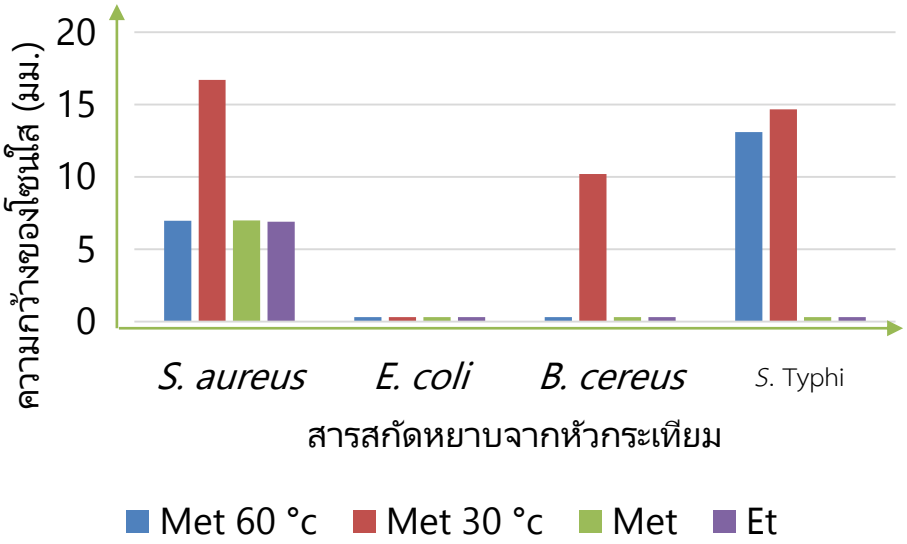
ในเชื้อ *S.* Typhi สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 14.67 มิลลิเมตร ดังข้อมูลในตารางที่ 13 และภาพที่ 28

จะเห็นได้ว่าในตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 99.9 สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าอุณหภูมิที่สูงจะไปทำลายสารออกฤทธิ์ในกระเทียม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุญาณี มงคลตรีรัตน์ (2556) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดกระเทียมและหอมหัวใหญ่สดและแห้งที่สกัดด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 30, 45 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าสารสกัดจากกระเทียมทั้งตัวอย่างสดและแห้งสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้น้อยที่สุด เนื่องมาจากสารสกัดที่สกัดด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้น อาจทำให้เสียสภาพได้ง่าย ดังนั้นจึงทำให้มีประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียลดลง

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดในอุณหภูมิที่แตกต่างกันได้แก่ 30 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเดียวกัน คือ เมทานอลร้อยละ 99.9 ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

สภาวะในการสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D (มม.))**			
	S. aureus	*E. coli*	*B. cereus*	*S.* Typhi
เมทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	$6.76 \pm 0.96^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{A,c}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$13.09 \pm 0.75^{B,a}$
เมทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	$16.71 \pm 0.37^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{A,d}$	$10.20 \pm 0.49^{A,c}$	$14.67 \pm 0.82^{A,b}$
เมทานอล ร้อยละ 99.9	$6.99 \pm 0.73^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{A,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9	$6.90 \pm 0.85^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{A,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$

หมายเหตุ ตัวอักษร A,B,C แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวตั้ง
ตัวอักษร a,b,c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวนอน



ภาพที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่ใช้อุณหภูมิในการสกัดต่างกัน ได้แก่ 30 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ได้แก่ 30 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเดียวกัน คือ เอทานอลร้อยละ 99.9 ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi พบว่าในเชื้อ *S. aureus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ไม่ต่างจากสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 7.63 และ 6.80 มิลลิเมตรตามลำดับ

ในเชื้อ *E. coli* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 6.34 มิลลิเมตร

ในเชื้อ *B. cereus* สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 10.76 มิลลิเมตร

ในเชื้อ *S.* Typhi สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhi ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

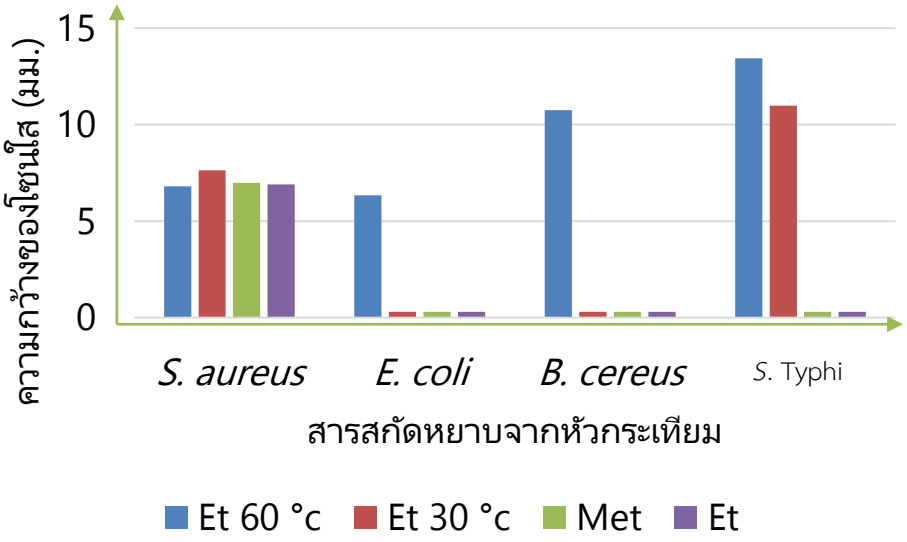
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 13.45 มิลลิเมตร ดังข้อมูลในตารางที่ 14 และภาพที่ 29

จะเห็นได้ว่าในตัวทำละลายเอทานอล สารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าสารออกฤทธิ์บางตัวที่สกัดมาได้โดยการใช้เอทานอลร้อยละ 99.9 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในการสกัด อาจจะทนต่อความร้อนได้ ดังนั้นสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจึงสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ ในงานวิจัยของ Sah *et al*. (2012) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของกระเทียม โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของกระเทียมที่ความเข้มข้น 100 µg/ml ภายใต้อุณหภูมิห้องปกติ (26 องศาเซลเซียส) และที่น้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) พบว่าสารสกัดจากกระเทียมทั้งในอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้

ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของสารสกัดหยาบจากหัวกระเทียมที่สกัดในอุณหภูมิที่แตกต่างกันได้แก่ 30 และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเดียวกัน คือ เอทานอลร้อยละ 99.9 ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

สภาวะในการสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D (มม.))**			
	S. aureus	*E. coli*	*B. cereus*	*S.* Typhi
เอทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	$6.80 \pm 0.07^{A,c}$	$6.34 \pm 0.23^{A,c}$	$10.76 \pm 0.70^{A,b}$	$13.45 \pm 0.01^{A,a}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	$7.63 \pm 0.40^{A,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$10.99 \pm 0.93^{B,a}$
เมทานอล ร้อยละ 99.9	$6.99 \pm 0.73^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$
เอทานอล ร้อยละ 99.9	$6.90 \pm 0.85^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,b}$

หมายเหตุ ตัวอักษร A,B,C แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวตั้ง
ตัวอักษร a,b,c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวนอน



ภาพที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่ใช้อุณหภูมิในการสกัดต่างกัน ได้แก่ 30 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

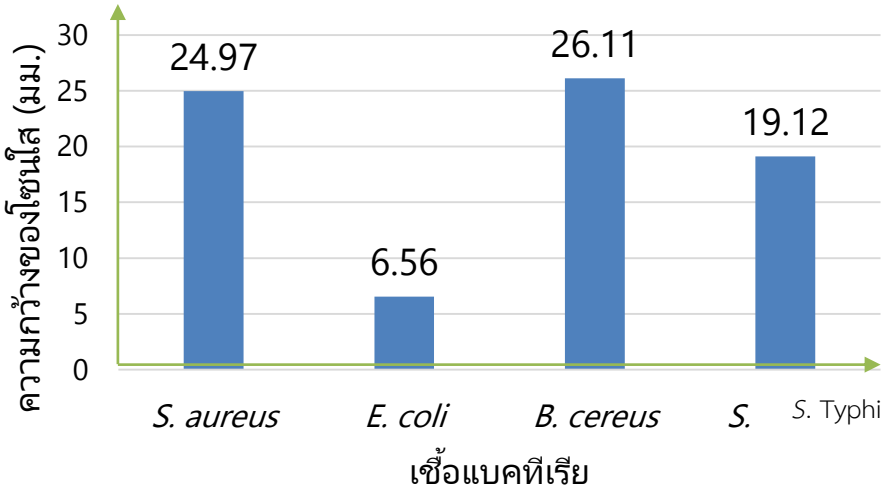
เมื่อเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi พบว่ายาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L สามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* และ *S. aureus* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 26.11 และ 24.97 มิลลิเมตร รองลงมา คือ *S. typhi* โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 19.12 มิลลิเมตร และ *E. coli* โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 6.56 มิลลิเมตรตามลำดับ ดังข้อมูลในตารางที่ 15 และภาพที่ 30

จะเห็นได้ว่ายาปฏิชีวนะ Tetracycline สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนมากกว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก ซึ่งผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีชั้น outer membrane และผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบเป็น endotoxin ที่พบเฉพาะในผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบเท่านั้น นอกจากนี้ชั้น outer membrane ยังทำหน้าที่ป้องกันสารเคมีที่เป็นพิษไม่ให้เข้าสู่ภายในเซลล์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2553) จึงทำให้แบคทีเรียแกรมลบถูกทำลายได้ยากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสของยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi

เชื้อที่ใช้ทดสอบ	**Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L Mean ± S.D (มม.)**
S. aureus	24.97 ± 0.85^{A}
E. coli	6.56 ± 0.41^{C}
B. cereus	26.11 ± 0.70^{A}
S. Typhi	19.12 ± 1.41^{B}

หมายเหตุ ตัวอักษร A,B,C แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ ($p<0.05$) ของข้อมูลในแนวตั้ง



ภาพที่ 30 แสดงบริเวณการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus* และ *S.* Typhi โดยการใช้ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 mg/L

4.1 ร้อยละสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันต่อน้ำหนักแห้ง

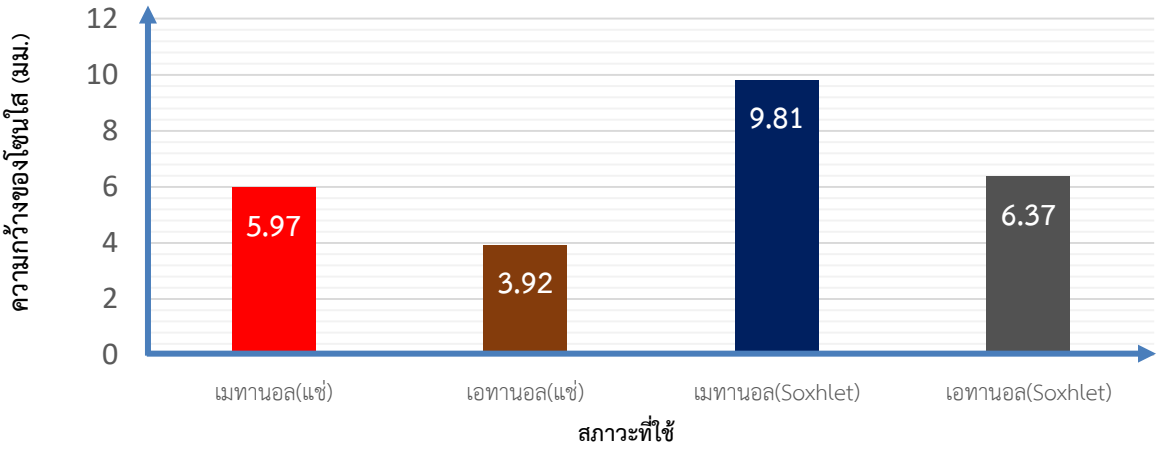
ร้อยของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันต่อน้ำหนักแห้งเมื่อใช้ชนิดของตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน คือ การสกัดร้อนแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) และการสกัดด้วยการแช่ โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 ทั้ง 2 วิธีการ ผลการทดลองพบว่าร้อยละสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดร้อนแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) มีร้อยละของสารสกัด

หยาบต่อน้ำหนักแห้งเท่ากับ 9.81 และ 6.37 ตามลำดับ ส่วนการสกัดด้วยวิธีการแช่ มีร้อยละของสารสกัดหยาบต่อน้ำหนักแห้งเท่ากับ 5.93 และ 3.92 ตามลำดับ ดังแสดงได้ในตารางที่ 16 ภาพที่ 31 โดยการสกัดหยาบที่ได้จะมีลักษณะข้นหนืด สีเหลืองเข้มปนน้ำตาล มีกลิ่นฉุน จากผลการทดลองแสดงว่าตัวทำละลายทั้งเมทานอลกับเมทานอลด้วยวิธีการสกัดร้อนแบบต่อเนื่องให้ค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่าการแช่

ตารางที่ 16 ลักษณะของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและร้อยละของสารสกัดหยาบต่อน้ำหนักแห้ง

สมุนไพร	**วิธีการสกัด**	**ตัวทำละลาย**	**ลักษณะของสารสกัด**	**ร้อยละของน้ำหนักแห้ง**
ขมิ้นชัน	แช่	เมทานอลร้อยละ 95	หนืด สีเหลืองเข้มปนน้ำตาล	5.97
ขมิ้นชัน	แช่	เอทานอลร้อยละ 95	หนืด สีเหลืองเข้มปนน้ำตาล	3.92
ขมิ้นชัน	ซอกห์เลต (Soxhlet)	เมทานอลร้อยละ 95	หนืด สีเหลืองเข้มปนน้ำตาล	9.81
ขมิ้นชัน	ซอกห์เลต (Soxhlet)	เอทานอลร้อยละ 95	หนืด สีเหลืองเข้มปนน้ำตาล	6.37

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศนิดา คูนพานิช (2549) ซึ่งได้ศึกษาวิธีการสกัดเปลือกมังคุดด้วยวิธีที่เหมาะสมด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% เปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยวิธีสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) และวิธีการสกัดแบบแช่ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดด้วยวิธีสกัดร้อนแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) ให้ประสิทธิภาพในการสกัดสูง (19.68%) เมื่อเปรียบเทียบการสกัดด้วยวิธีการแช่ (12.70%) ที่ทำให้ร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่าการสกัดแบบการแช่ ซึ่งอาจเนื่องจากการสกัดด้วยวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องเป็นวิธีการสกัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วยจึงทำให้เนื้อเยื่อของเปลือกมังคุดอ่อนนุ่มเร็ว ทำให้สารละลายในเปลือกมังคุดออกมาได้ง่ายและมีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย โดยการปล่อยให้ตัวทำละลายไหลผ่านเปลือกมังคุดอย่างช้าๆพร้อมกับละลายเอาสารออกมาเกิดการสกัดแบบต่อเนื่อง ทำให้ได้ร้อยละสารสกัดหยาบต่อน้ำหนักแห้งด้วยวิธีการสกัดร้อนแบบต่อเนื่องมีค่ามากกว่าการแช่



ภาพที่ 31 กราฟแสดงอัตราส่วนของร้อยละสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันต่อน้ำหนักแห้ง

4.2 ฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยวิธี Agar well diffusion

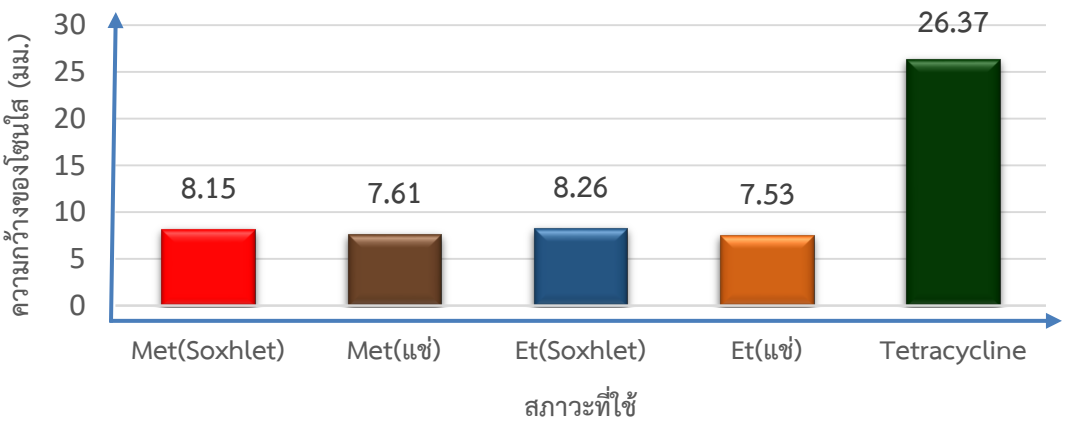
วิธีในการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการสกัดร้อนแบบต่อเนื่อง (Soxhlet extraction) และด้วยวิธีการแช่ ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 สมุนไพรที่ใช้ทดสอบ คือ สารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่ได้จากข้อ 4.1 โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของการสกัดหยาบเท่ากับ 500 mg./ml. จากการนำสารสกัดที่ได้ไปทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ แบคทีเรียแกรมบวก 2 สายพันธุ์ได้แก่ *B. cereus* และ *S. aureus* แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *E. coli* และ *S.* Typhi ด้วยวิธีการAgar well diffusion บนอาหาร MHA ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ เมื่อทำการทดสอบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ด้วยสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีและตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุมคือ เมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคโดยเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/ml) ผลการยับยั้งด้วยการสกัดหยาบจากขมิ้นชันของเชื้อ *S. aureus* แสดงได้ในตารางที่ 17 และภาพที่ 32, 33 โดยพบว่ายาปฏิชีวนะเตตราไซคลีนสามารถยับยั้งเชื้อ *S.aureus* ได้ดีที่สุด โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 26.37 มิลลิเมตร รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) และเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 8.26 และ 8.15 มิลลิเมตรตามลำดับ ต่อมาคือ เอทานอลร้อยละ 95 (แช่) และเมทานอลร้อยละ (แช่) ที่มีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 7.61 และ 7.53 มิลลิเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอล

95% และสกัดด้วยเมทานอล 95% กับตัวควบคุมคือเมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 พบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอลร้อนละ 95 และเมทานอลร้อยละ 95 ที่สกัดด้วยวิธีสกัดร้อนแบบต่อเนื่อง สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีและตัวทำละลายอื่นๆ และตัวควบคุมทุกชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อาจเนื่องจากสารสกัดด้วยวิธีสกัดร้อนแบบต่อเนื่องมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดด้วยวิธีการแช่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิวาพร พรหมรัตน์และวลัยรัตน์ จันทรปานนท์ (2549) ศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากขมิ้นชันและฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการสกัดร้อนแบบต่อเนื่อง (Soxhlet Extraction) และการสกัดด้วยน้ำ (Hydrodistillation) โดยใช้ 95% เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่ได้จากวิธีสกัดร้อนมีปริมาณ Total tumerone (สารออกฤทธิ์ที่สามารถต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งแบคทีเรียบางชนิดได้) มากกว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำ โดยมีปริมาณ Total tumerone เท่ากับ 97.1 และ 76.1 ตามลำดับ สอดคลอดคล้องกับการศึกษาของ Caichompoo (1999) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันมี Total tumerone เป็นองค์ประกอบสูงถึง 79.89% จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้

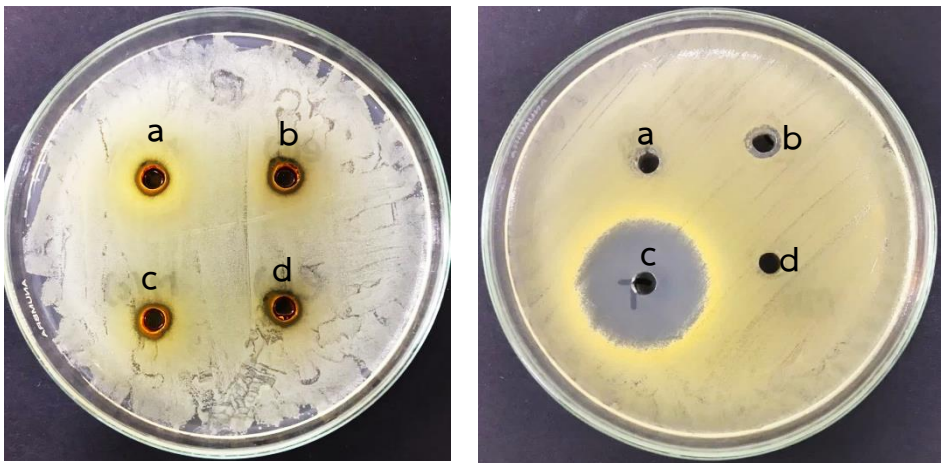
ตารางที่ 17 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *S.aureus* (DMST 8840) ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างกันและตัวควบคุมที่ต่างกัน เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

วิธีการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและตัวควบคุม	**ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	8.15±0.33[b]
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (แช่)	7.61±0.01[c]
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	8.26±0.02[b]
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (แช่)	7.53±0.18[C]
ยาปฏิชีวนะความเข้มข้น 250 mg/L	26.37±0.19[a]
เมทานอลร้อยละ 95	0.00±0.00[d]
เอทานอลร้อยละ 95	0.00±0.00[d]
Mueller Hinton agar	0.00±0.00[d]

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD), a>b>c>d แสดงความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≤0.05)



ภาพที่ 31 กราฟแสดงอัตราส่วนของโซนการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560 มก./ก. และตัวควบคุมในการยับยั้งแบคทีเรีย *S.aureus* (DMST 8840)



ภาพที่ 32 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *S.aureus* (DMST 8840)

(A) สารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560 มก/ก. ที่สกัดด้วยวิธีการและตัวละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (a) เอทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (b) เมทานอลร้อยละ 95 แช่ (c) และ เอทานอลร้อยละ 95 แช่ (d)

(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด เมทานอลร้อยละ 95 (a) เอทานอลร้อยละ 95 (b) Tetracycline 250 mg/ml (c) และ Mueller Hinton Agar Broth (d)

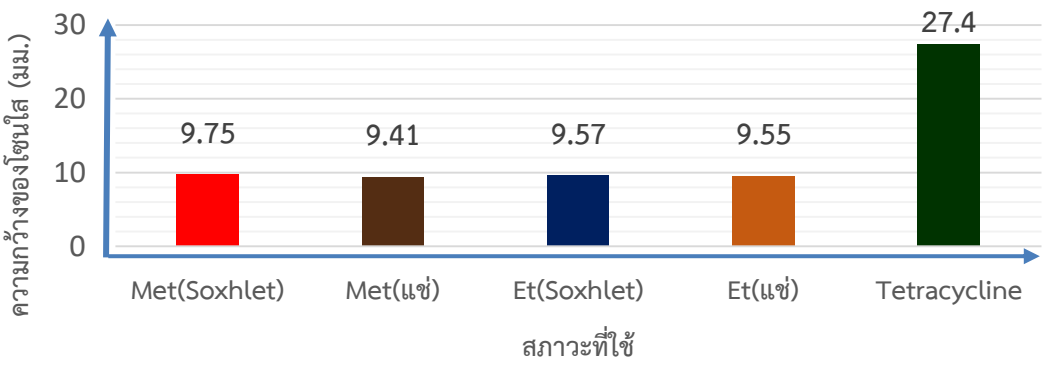
เมื่อทำการเปรียบเทียบโซนใสในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Bacillus cereus* (ATCC 035) ด้วยสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีและตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุมคือ เอทานอลร้อยละ 95 เมทานอลร้อยละ 95 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคโดยเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/ml) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 18 และภาพที่ 33, 34 โดยพบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/ml) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B.cereus* ได้ดีที่สุดโดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 27.40 มิลลิเมตร รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) เอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) เอทานอลร้อยละ 95 (แช่) และเมทานอลร้อยละ 95 (แช่) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 9.75, 9.57, 9.55 และ 9.41 มิลลิเมตรตามลำดับ จากผลการทดลองนี้พบว่าทั้งตัวทำละลายเอทานอลและเมทานอลสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B.cereus* ได้โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทัศนีย์ นลวชัย และ จิตรา ดวงแก้ว (2559) ได้ศึกษาผลของสารสกัด

สมุนไพรไทยต่อการยับยั้งเจริญเติบโตของเชื้อ *Aromomas hydrophila* จากการสกัดสมุนไพรไทย 7 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน ขิง กระเทียม มะกรูด ฟ้าทะลายโจร กระเพรา และทองพันชั่ง โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล และเมทานอล สามารถยับยั้งการเจริญเติบโดของเชื้อ *A.hydrophila* ได้แต่ให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัตนา (2547) ซึ่งศึกษาผลของพืชสมุนไพรพื้นบ้าน 9 ชนิด ที่นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอล และเมทานอล โดยสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทานอลและเมทานอล สามารถละลายสารสีได้มากกว่าสมุนไพรที่สกัดด้วยน้ำ เนื่องจากเมทานอลเป็นตัวทำลายที่มีประสิทธิภาพในการละลายกว้างส่วนมากใช้ในการสกัดองค์ประกอบสำคัญที่มีขั้วและยังใช้ทำละลายเอนไซม์ในพืช มีความไวในการละลายมากกว่าน้ำกลั่น และยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เมื่อนำมาสกัดสารจะสามารถระเหยเอาตัวทำละลายออกได้ง่ายกว่าน้ำกลั่น แต่จะนิยมใช้เอทานอลมากกว่าเมทานอลเพราะมีความเป็นพิษน้อยกว่า

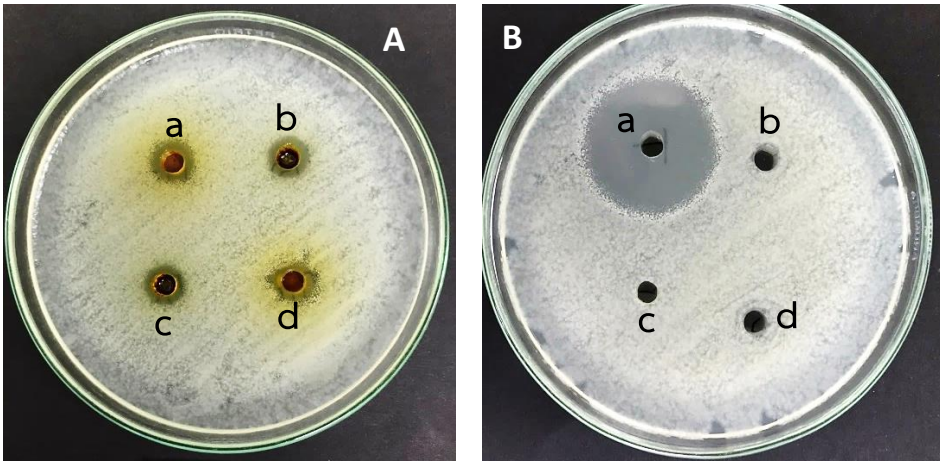
ตารางที่ 18 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *B.cereus* ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างกันและตัวควบคุมที่ต่างกัน เมื่อ ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

วิธีการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและตัวควบคุม	**ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	9.75±0.01^{b}
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (แช่)	9.41±0.04^{b}
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	9.57±0.59^{b}
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (แช่)	9.55±0.51^{b}
ยาปฏิชีวนะความเข้มข้น 250 mg/L	27.40±0.49^{a}
เมทานอลร้อยละ 95	0.00±0.00^{C}
เอทานอลร้อยละ 95	0.00±0.00^{C}
Mueller Hinton agar	0.00±0.00^{C}

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD), a>b>c แสดงความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 33 กราฟแสดงอัตราส่วนของโซนการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 500 มก./มล. และ Control ในการยับยั้งแบคทีเรีย *B.cereus*



ภาพที่ 34 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *B.cereus* (ATCC 035)

(A) สารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560 มก/ก. ที่สกัดด้วยวิธีการและตัวละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (a) เอทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (b) เมทานอลร้อยละ 95 แช่ (c) และ เอทานอลร้อยละ 95 แช่ (d)

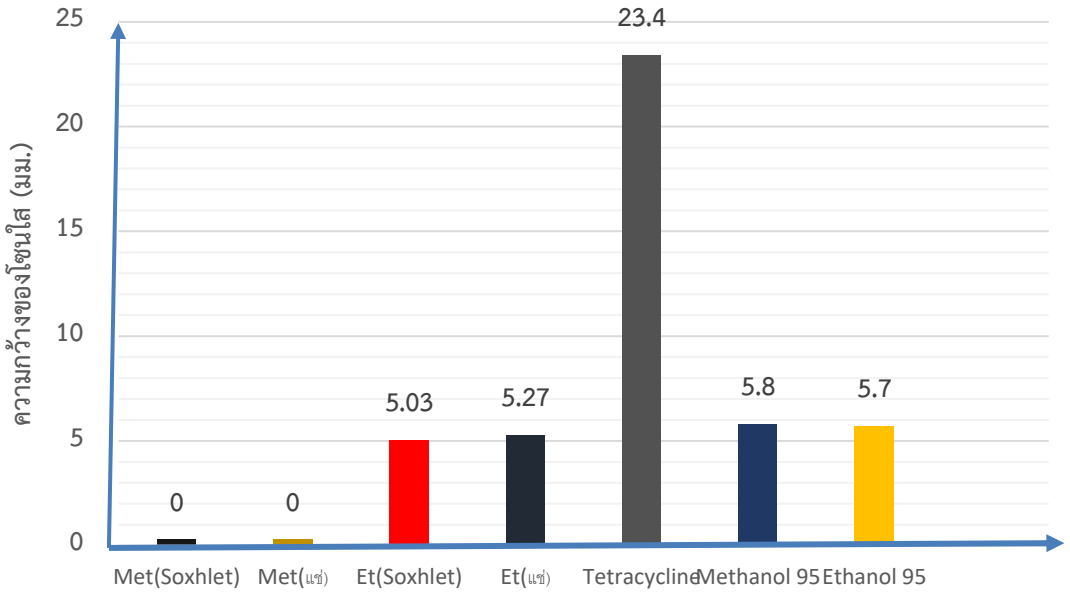
(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด Tetracycline 250 mg/ml (a) เมทานอลร้อยละ 95 (b) และ Mueller Hinton Agar Broth (c) เอทานอลร้อยละ 95 (d)

เมื่อทำการเปรียบเทียบโซนใสในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *E. coli* ด้วยสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยวิธีและตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุมคือ เอทานอลร้อยละ 95 เมทานอลร้อยละ 95 นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคโดยเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/ml) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 19 และภาพที่ 35, 36 โดยพบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/ml) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ได้ดีที่สุด โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 23.40 มิลลิเมตร รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วย เอทานอลร้อยละ 95 (แช่), เอทานอลร้อยละ95 (Soxhlet), เมทานอลและเอทานอล โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 5.27, 5.03, 5.80 และ 5.70 มิลลิเมตรตามลำดับ ต่อมาคือ เมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) , เมทานอลร้อยละ 95 (แช่) และ Mueller Hinton Agar Broth ไม่พบโซนใส จากการทดลองนี้พบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) เมทานอลร้อยละ 95 (แช่) ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E.coli* (ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรินทร์ รังสีภาณุรัตน์ และคณะ (2559) ศึกษาการฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทย 10 ชนิด โดยใช้ 95% เอทานอลเป็นตัวทำละลาย (ขมิ้นชัน ชุมเห็ดเทศ จันทร์แดง จันทร์แปดกลีบ ฝาง พริกไทยดำ ฟ้าทะลายโจร ยี่หร่า สมอไทย และอบเชย) ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus, B. cereus* และ *E. coli* โดยวิธี Agar well Diffusion จากการทดลองพบว่าสารสกัดสมุนไพรไทยทั้ง 10 ชนิด สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้แต่มีประสิทธิภาพต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด และสายพันธุ์ของสมุนไพรรวมถึงเชื้อแบคทีเรียที่นำมาศึกษา โดยพบว่าสารสกัดจากสมุนไพรไทยทุกชนิดสามารถยับยั้งเชื้อ *S.aureus* ซึ่งเป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมบวกรูปกลม (gram-positive cocci) ได้ดีกว่า *E.coli* ซึ่งเป็นตัวแทนของแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง (gram-negative bacilli) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Parekh, Jadeja and Chanada. (2005) ที่พบว่าสารสกัดสมุนไพรส่วนใหญ่ให้ผลยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกมากกว่าแกรมลบ ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วยสารหลัก คือ เพปทิโดไกลแคน (peptidoglycan) ในขณะที่โครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนกว่าโดยประกอบด้วยสารหลักคือเมมเบรนชั้นนอก (outer membrene) ประมาณร้อยละ 80 และเพปทิโดไกลแคนประมาณร้อยละ 20 จึงทำให้สารสกัดจากขมิ้นชันยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ยาก

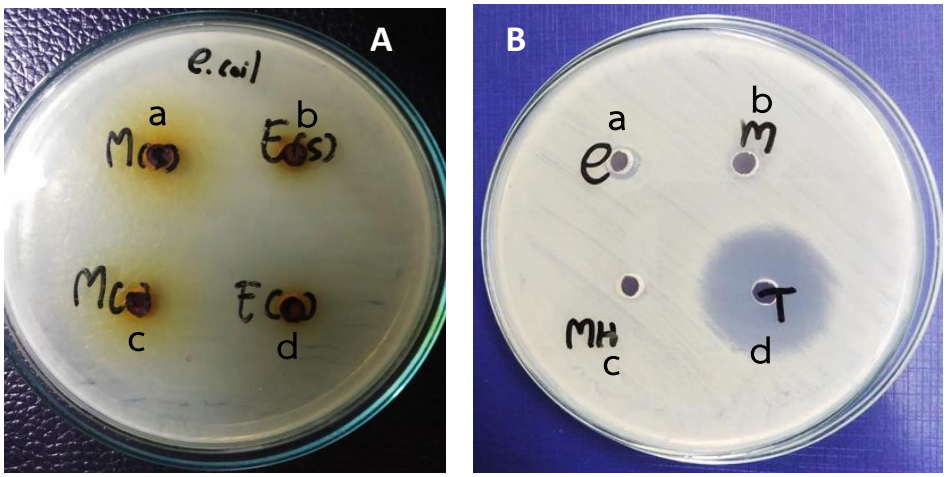
ตารางที่ 19 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างกันและตัวควบคุมที่ต่างกัน เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

วิธีการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและตัวควบคุม	ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	0.00±0.00^{c}
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (แช่)	0.00±0.00^{c}
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	5.03±0.35^{b}
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (แช่)	5.27±0.29^{b}
ยาปฏิชีวนะความเข้มข้น 250 mg/L	23.40±1.92^{a}
เมทานอลร้อยละ 95	5.80±0.50^{b}
เอทานอลร้อยละ 95	5.70±0.98^{b}
Mueller Hinton agar	0.00±0.00^{c}

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD), a>b>c แสดงความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≤0.05)



ภาพที่ 35 กราฟแสดงอัตราส่วนของโซนการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560มก./ก. และ Control ในการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli*



ภาพที่ 36 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *E.coli* (ATCC 0074)

(A) สารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560 มก/ก. ที่ด้วยวิธีการและตัวละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (a) เอทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (b) เมทานอลร้อยละ 95 แช่ (c) และ เอทานอลร้อยละ 95 แช่ (d)

(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด เอทานอลร้อยละ 95 (a) เมทานอลร้อยละ 95 (b) และ Mueller Hinton Agar Broth (c) Tetracycline 250 mg/ml (d)

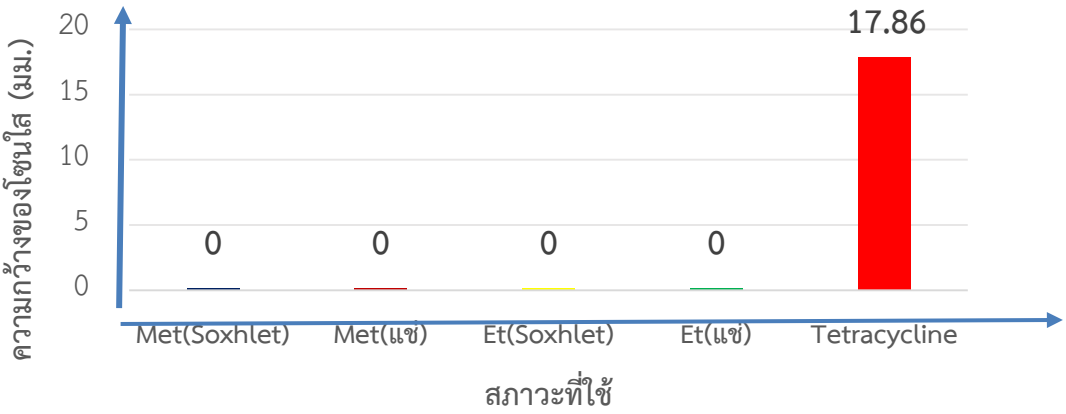
เมื่อทำการเปรียบเทียบโซนใสในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *S* Typhi ด้วยสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีและตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุมคือ เอทานอลร้อยละ 95 เมทานอลร้อยละ 95 นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคโดยเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/L) ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 20 และภาพที่ 37, 38 โดยพบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยยาปฏิชีวนะเตตราไซคลีน (Tetracycline 250 mg/L) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.*Typhi ได้ดีที่สุด โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 17.86 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีและตัวทำละลายที่แตกต่างกันไม่พบความกว้างของโซนใส เนื่องจาก *S.thyphi* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Martin (1995) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสารสกัดจากขิง ข่ากระชายและขมิ้นขาวสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก *B.cereus* และ *S.aureus* ได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ *P.aeruginosa* และ *E.coli* ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารออกฤทธิ์ในสารสกัดสามารถซึมเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียแก

รมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบเนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบจะมีผนังเซลล์ชั้นนอก (outer membrane) ซึ่งประกอบด้วยชั้นของ Murein ที่หนาจึงทำให้สามารถป้องกันสารยับยั้งไม่ให้เข้าสู่เซลล์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของวารีรัตน์ หนูหีต (2557) อีกทั้งชั้น lipopolysaccharide (LPS) ในเยื่อหุ้มชั้นนอกของแบคทีเรียแกรมลบมีคุณสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิก สูงจึงสามารถป้องกันไม่ให้สารที่มีคุณสมบัติเป็นสารไฮโดรโฟบิกเข้าสู่เซลล์ได้ดีในขณะที่สารประกอบมีคุณสมบัติเป็นสารไฮโดรโฟบิกสามารถผ่านเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบเนื่องจากผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วยแปปติโดไกลแคน (Peptidoglycan) เท่านั้นจึงไม่สามารถป้องกันการเข้าสู่เซลล์ของสารยับยั้งได้ดีเท่าแบคทีเรียแกรมลบ

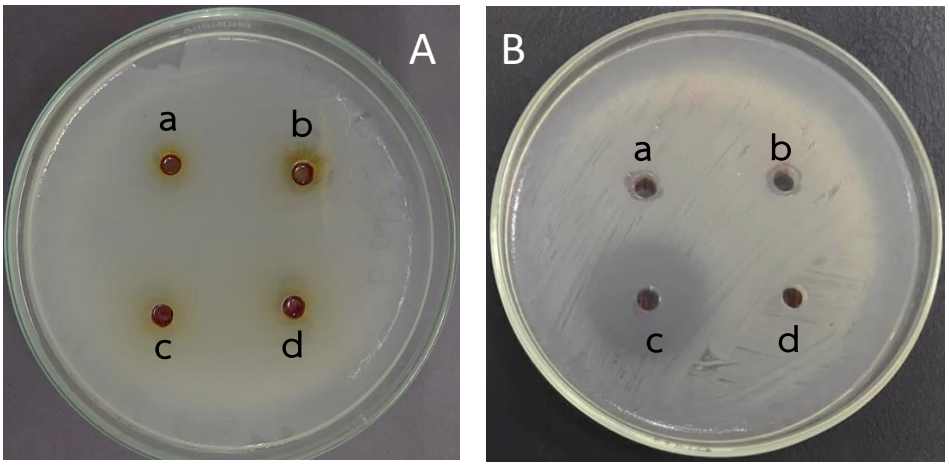
ตารางที่ 20 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อ *S.*Typhi (TISTR 2519) ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างกันและตัวควบคุมที่ต่างกัน เมื่อ ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 560 mg/g

วิธีการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและตัวควบคุม	ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	0.00±0.00[b]
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (แช่)	0.00±0.00[b]
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	0.00±0.00[b]
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (แช่)	0.00±0.00[b]
ยาปฏิชีวนะความเข้มข้น 250 mg/L	17.86±0.26[a]
เมทานอลร้อยละ 95	0.00±0.00[b]
เมทานอลร้อยละ 95)	0.00±0.00[b]
Mueller Hinton agar	0.00±0.00[b]

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD), a>b>c แสดงความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 35 กราฟแสดงอัตราส่วนของโซนการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560 มก./ก. และ Control ในการยับยั้งแบคทีเรีย *S.* Typhi



ภาพที่ 36 บริเวณการยับยั้งเชื้อ *S.*Typhi (TISTR 2519)

(A) สารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่มีความเข้มข้น 560 มก/ก. ที่ด้วยวิธีการและตัวละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ เมทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (a) เอทานอลร้อยละ 95 Soxhlet (b) เมทานอลร้อยละ 95 แช่ (c) และ เอทานอลร้อยละ 95 แช่ (d)

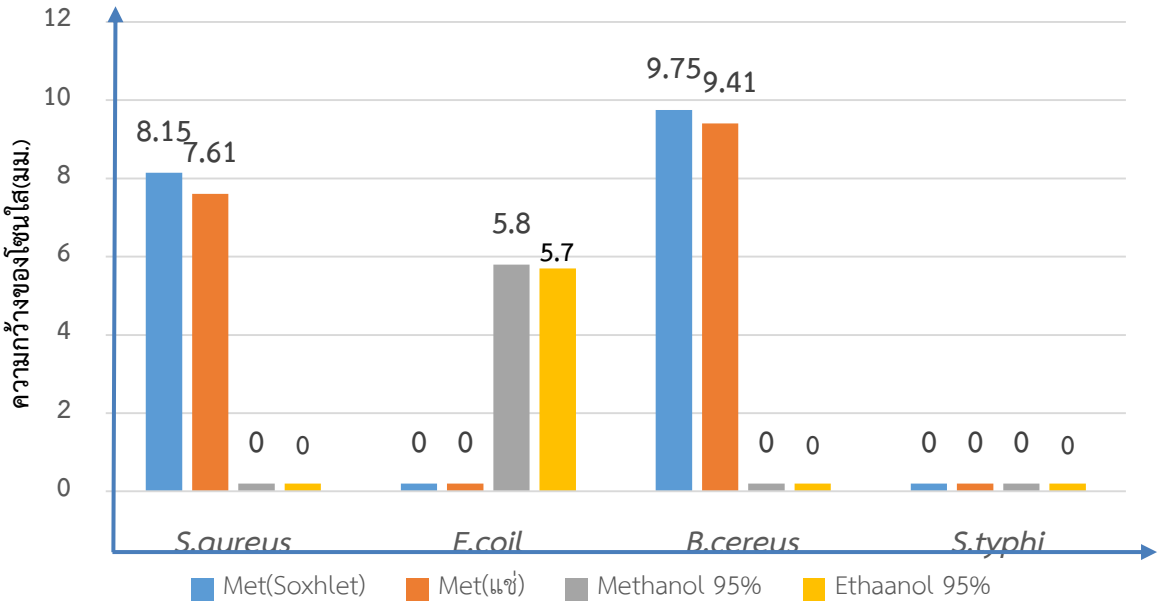
(B) ตัวควบคุม 4 ชนิด เอทานอลร้อยละ 95 (a) เมทานอลร้อยละ 95 (b) และ Tetracycline 250 mg/ml (c) และ Mueller Hinton Agar Broth (d)

จากผลการทดลองแสดงการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 4 ชนิดด้วยวิธี Agar well diffusion เมื่อเปรียบเทียบโซนใสของสารสกัดหยาบขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ตัวคือ เอทานอล และเมทานอลด้วยวิธีการสกัดที่แตกต่างกันนั้น พบว่ามีโซนการยับยั้งในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด แสดงได้ในตารางที่ 21 ภาพที่ 37, 38 แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบด้วยเมทานอล 95% (Soxhlet) สามารถยับยั้งเชื้อ *S.aureus* ได้ดีกว่าการสกัดด้วยเมทานอล 95% (แช่) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 8.15 และ 7.61 มิลลิเมตรตามลำดับ สารสกัดหยาบด้วยเอทานอล 95% (Soxhlet) สามารถยับยั้งเชื้อ *S.aureus* ได้ดีกว่าสารการสกัดด้วยเอทานอล 95% (แช่) โดยมีความกว้างของโซนใส 8.27 และ 7.50 มิลลิเมตรตามลำดับ ทั้งนี้ตัวควบคุมที่แตกต่างกันไม่พบความกว้างของโซนใส เชื้อ *E.coli* ตัวควบคุม เมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 มีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 5.80 และ 5.70 มิลลิเมตรตามลำดับมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่สามารถยับยั้งเชื้อ *E.coli* ได้ดีทีสุด เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet) และเมทานอลร้อยละ 95 (แช่) ไม่พบโซนใสแสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันได้ไม่มีสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย *E.coli* ได้ เชื้อ *B.cereus* พบว่าเมทานอลร้อยละ 95% (Soxhlet) สามารถยับยั้งเชื้อ *B.cereus* ได้ดีกว่าการสกัดด้วยเมทานอล 95% (แช่) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 9.75 และ 9.41 มิลลิเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมไม่พบความกว้างของโซนใส เชื้อ *S.*Typhi พบว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีและตัวทำละลายที่แตกต่างกันไม่พบความกว้างของโซนใส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Eric และคณะ (2011) ได้ศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งของพืชตระกูลขิง ใบและเหง้าของข่าและขมิ้นและดอกดาหลา โดยใช้สารสกัดเมทานอล จากนั้นนำสารสกัดมาทดสอบด้วยการยับยั้งเชื้อ *S.aureus,* และ *B.cereus* โดยใช้วิธี Disc diffusion ซึ่งผลว่าสารสกัดจากเหง้าข่าสามารถยับยั้งเชื้อ *S.aureus* และ *B.cereus* ได้ดีที่สุด

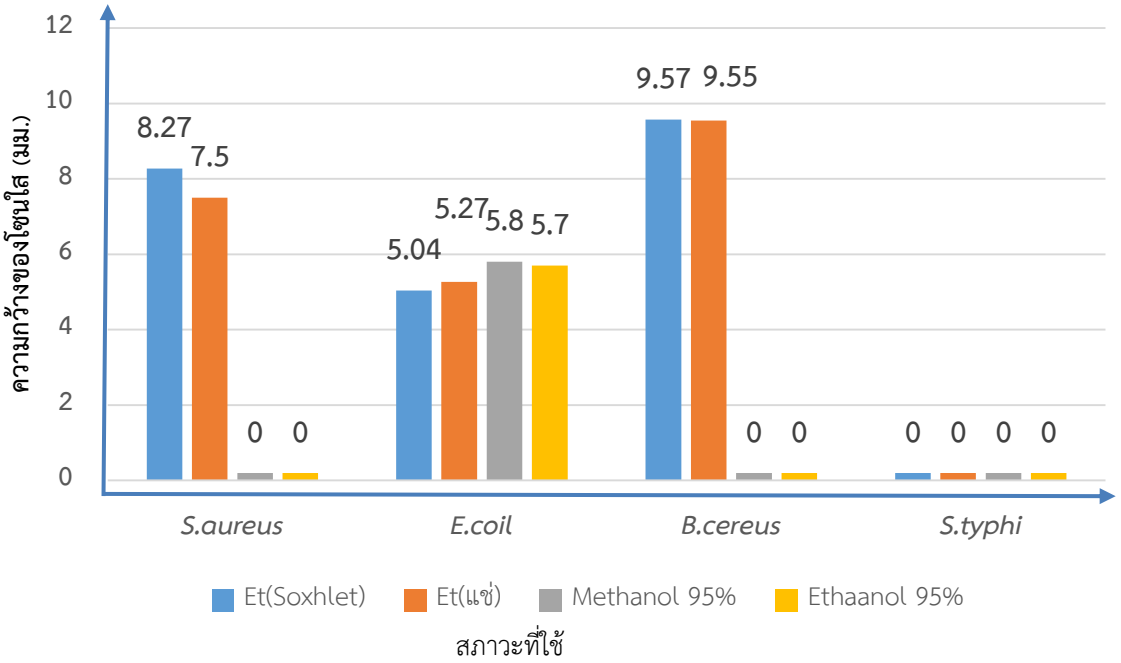
ตารางที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการสกัดเมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 โดยใช้สารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S.aureus, E.coli , B.cereus* และ *S.*Typhi

วิธีการสกัดในกาสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D. (มม.))**			
	S. aureus	*E. coli*	*B. cereus*	*S.* Typhi
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	$8.15\pm0.33^{A,b}$	$0.00\pm0.00^{B,c}$	$9.75\pm0.01^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,c}$
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (แช่)	$7.61\pm0.01^{B,b}$	$0.00\pm0.00^{B,c}$	$9.41\pm0.04^{B,a}$	$0.00\pm0.00^{C,b}$
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	$0.00\pm0.00^{C,b}$	$5.04\pm0.04^{A,c}$	$9.41\pm0.04^{B,a}$	$0.00\pm0.00^{A,b}$
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (แช่)	$0.00\pm0.00^{C,b}$	$5.27\pm0.29^{A,c}$	$0.00\pm0.00^{C,b}$	$0.00\pm0.00^{A,b}$
เมทานอล	$0.00\pm0.00^{C,b}$	$5.80\pm0.46^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{B,b}$	$0.00\pm0.00^{A,b}$
เอทานอล	$0.00\pm0.00^{C,b}$	$5.70\pm0.98^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{B,b}$	$0.00\pm0.00^{A,b}$

ตัวอักษร A,B แสดงความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลในแนวตั้ง
ตัวอักษร a,b แสดงความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติในแนวนอน



ภาพที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารสกัดหยาบที่สกัดจากขมิ้นชันด้วยเครื่อง Soxhlet และการแช่ด้วยตัวทำ ละลายเมทานอลร้อยละ 95 เพื่อยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S.aureus, E.coli, B.cereus*และ *S.*Typhi



ภาพที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยเครื่อง Soxhlet และการแช่ด้วยตัวทำ ละลายเอทานอลร้อยละ 95 เพื่อยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S.aureus, E.coli, B.cereus*และ *S.*Typhi

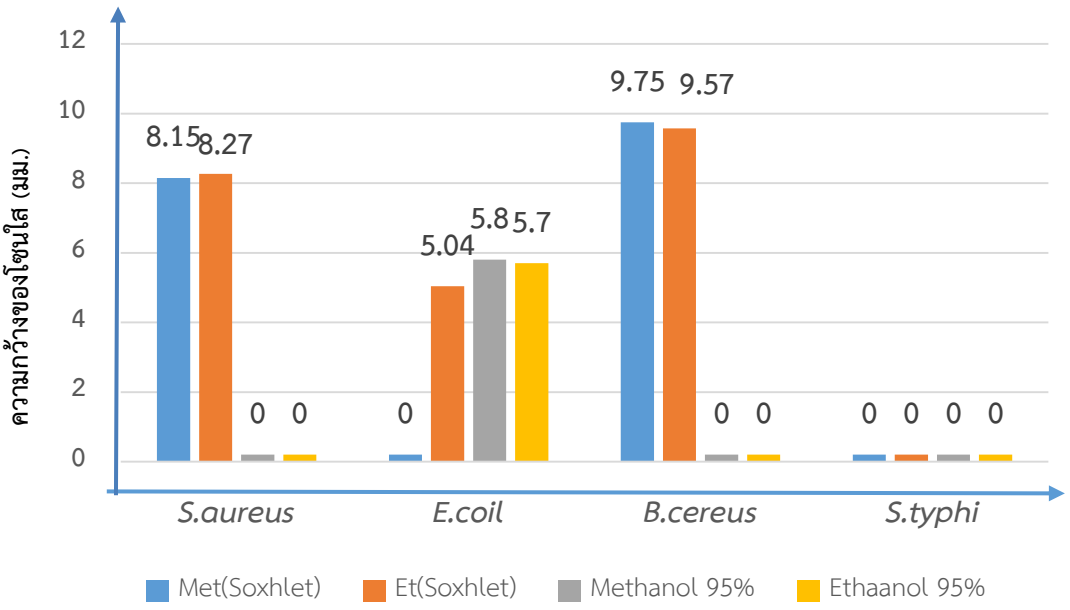
ในตารางที่ 22 และภาพที่ 39, 40 เริ่มจากการเปรียบเทียบวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง (Soxhlet) โดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยเมทานอล 95% (Soxhlet) และเอทานอล 95% (Soxhlet) พบว่าเมทานอล 95% (Soxhlet) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B.cereus* ได้ดีกว่าเอทานอล 95% (Soxhlet) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 9.78 และ 9.57 มิลลิเมตรตามลำดับ รองลงมาคือเชื้อ *S.aureus* ที่สกัดด้วยเอทานอล 95% (Soxhlet) และเมทานอล 95% (Soxhlet) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 8.27 และ 8.15 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 พบความกว้างของโซนใสเท่ากับ 5.80 และ 5.70 มิลลิเมตรตามลำดับ ต่อมาเปรียบเทียบวิธีการสกัดแบบแช่ที่สกัดด้วย เมทานอลร้อยละ 95% (แช่) และเอทานอลร้อยละ 95% (แช่) พบว่าการสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95% (แช่) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B.cereus* ได้ดีกว่าการสกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95% (แช่) รองลงมาคือเชื้อ *S.aureus* ที่สกัดด้วยเมทานอล 95% (แช่) และเมทานอล 95% (แช่) โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 7.61และ 7.50 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนตัวควบคุม คือ เมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 พบความกว้างของโซนใสเท่ากับ 5.80 และ 5.70 มิลลิเมตรตามลำดับ ผลการทดลองดังกล่าวแสดงว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุคนธ์ คันติไพบูลย์วุฒิ และคณะ, (2555) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิดผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากหมากสงสามารถยับยั้งเชื้อ *B.subtilis* และ *S.aureus* ได้ดีที่สุดโดยมีความกว้างโซนการยับยั้งเท่ากับ 11.3 และ 12.0 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วน *E.coli* และ *S.typhimurium* สารสกัดไม่สามารถยับยั้งได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเปลือกสงสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ เนื่องจากผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก จึงทำให้สารสกัดหยาบจากเปลืองสงไม่สามารถยับยั้งการเจริญได้

ตารางที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันด้วยเครื่อง Soxhlet Extraction และการแช่ด้วยตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 เพื่อยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S.aureus, E.coli, B.cereus*และ *S.*Typhi

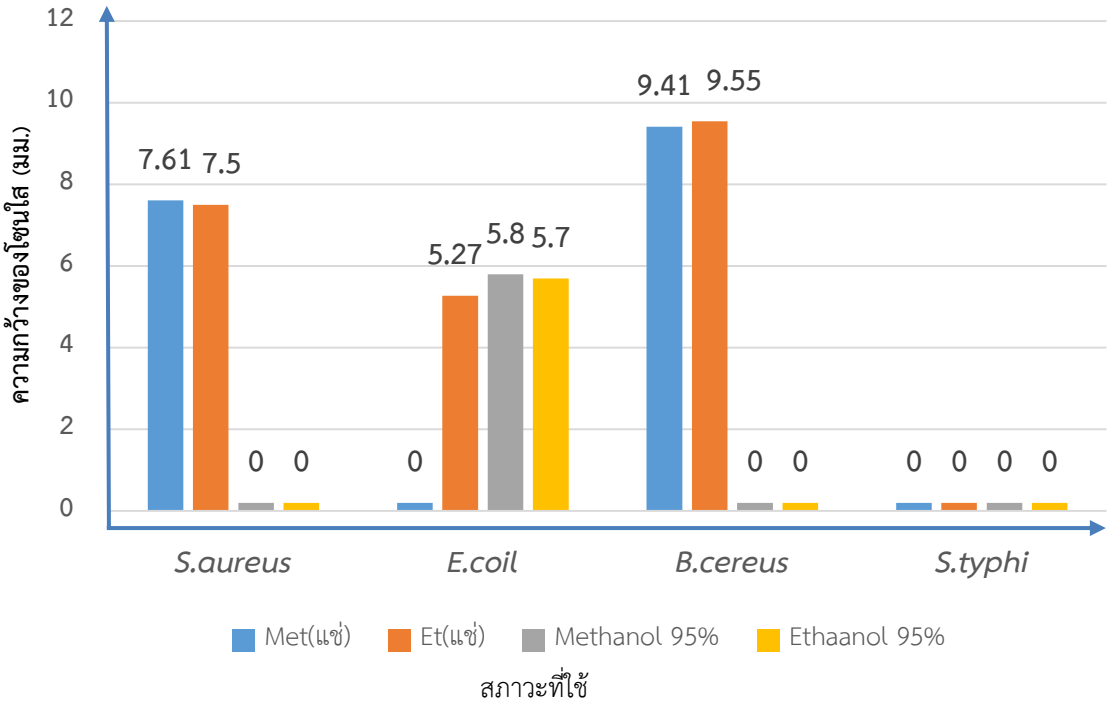
วิธีการสกัดในกาสกัดสารสกัดหยาบ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส (Mean ± S.D. (มม.))**			
	S.aureus	***E.coli***	***B.cereus***	***S.typhi***
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (Soxhlet)	$8.15\pm0.33^{A,b}$	$0.00\pm0.00^{B,c}$	$9.75\pm0.01^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,d}$
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95%(Soxhlet)	$8.27\pm0.02^{A,b}$	$5.04\pm0.04^{A,c}$	$9.57\pm0.60^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,d}$
สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95 (แช่)	$7.61\pm0.01^{A,b}$	$0.00\pm0.00^{B,c}$	$9.41\pm0.04^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{A,d}$
สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (แช่)	$7.50\pm0.24^{A,b}$	$5.27\pm0.29^{A,c}$	$0.00\pm0.00^{B.b}$	$0.00\pm0.00^{A,d}$
เมทานอล	$0.00\pm0.00^{B,b}$	$5.80\pm0.46^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{B.b}$	$0.00\pm0.00^{A,d}$
เอทานอล	$0.00\pm0.00^{B,b}$	$5.70\pm0.98^{A,a}$	$0.00\pm0.00^{B.b}$	$0.00\pm0.00^{A,d}$

ตัวอักษร A,B แสดงความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลในแนวตั้ง

ตัวอักษร a,b แสดงความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติในแนวนอน



ภาพที่ 39 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการสกัดเมทานอลร้อยละ 95% และเอทานอลร้อยละ 95 โดยใช้สารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S.aureus, E.coli, B.cereus*และ *S.*Typhi

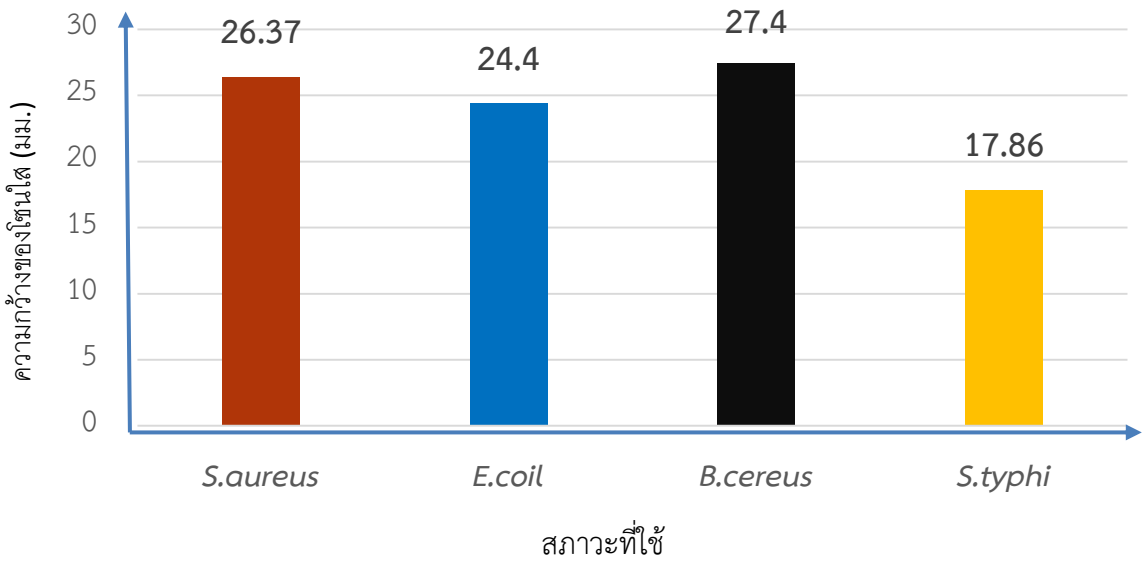


ภาพที่ 40 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการสกัดเมทานอลร้อยละ 95 และเอทานอลร้อยละ 95 โดยใช้สารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *S.aureus, E.coli, B.cereus*และ *S.*Typhi

ผลของการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250mg/ml พบว่า ยาปฏิชีวนะสามารถยับยั้งเชื้อ *B.cereus* และ *S.aureus* ได้ดีที่สุดโดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 27.40 และ 26.37 มิลลิเมตรตามลำดับ ดูได้จากตารางที่ 23 ภาพที่ 41 ซึ่งมีความกว้างของโซนใสไม่ต่างกันมากนัก รองลงมาคือเชื้อ *E.coli* และ *S.*Typhi โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 23.40 และ 17.68 มิลลิเมตรตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานของนายแพทย์ ชาคริต หริมพานิช และคณะ (2020) ยา Tetracycline เป็นยายับยั้งแบคทีเรียในกลุ่มเตตระไซคลีน ออกฤทธิ์ความคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยช่วยจับกับไรโบโซม ชนิดย่อย 30S แบบผันกลับได้ เป็นผลให้เกิดการยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน และหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ยา Tetracycline มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อกว้าง ประกอบด้วยเชื้อกลุ่ม *Chiamydiaceae Mycoplasma* spp *Rickettsia* spp *Stirochetes* แบคทีเรียทั้งกลุ่มที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนทั้งกลุ่มแกรมบวกและแกรมลบ รวมไปถึงฤทธิ์ ในการยับยั้งเชื้อโปรโตซัวบางชนิด สอดคล้องกับจิราภรณ์ บุราคร และ เรือนแก้ว ประพฤติ (2555) ซึ่งเราจะเห็นได้ว่ายาปฏิชีวนะสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีทั้งแกรมบวกและแกรมลบ เนื่องจากเป็นยาที่ออกฤทธิ์แบบกดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (bacteriostatic) และมีขอบเขตในการออกฤทธิ์กว้าง (broad spectrum)

ตารางที่ 23 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ และยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250mg/ml

เชื้อที่ใช้ทดสอบ	ผลการยับยั้ง
S.aureus	26.37 ± 0.37^{a}
E.coli	23.40 ± 1.92^{b}
B.cereus	27.40 ± 0.49^{a}
*S.*Typhi	17.86 ± 0.26^{c}



ภาพที่ 41 แสดงบริเวณการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ และยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250mg/ml

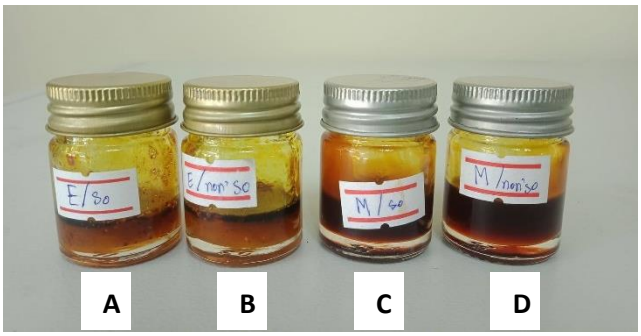
4.3 การเตรียมสารสกัดหยาบจากข่าโดยเปรียบเทียบการใช้ตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

นำสมุนไพรข่า (*Alpinia galangal* L. Wild) มาสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน 2 ชนิด ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9 โดยชั่งสมุนไพรน้ำหนักแห้งคงที่ใส่ในขวด ฝาเกลียวและ Flask โดยแบ่งใส่ตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 99.9 ในอัตราส่วนระหว่างสมุนไพร กับตัวทำละลาย 1:10 และใส่ตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 99.9 ในอัตราส่วนระหว่างสมุนไพรกับตัว ทำละลาย 1:15 นำข่าที่แช่ในขวดฝาเกลียวไปแช่ใน Water Bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส วันละ 6 ชั่วโมง และนำไปโซนิเคต ความถี่ 50/60 เฮิร์ต ร่วมกับความร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสวันละ 1 ชั่วโมง นำข่าที่แช่ใน Flask มาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เขย่าวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น เป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบเวลานำมากรองเอากากออกด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนของเหลวไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำของเหลวที่ได้จากการกรองไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ (Rotary Evaporator) จะพบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 และ เมทานอลร้อยละ 99.9 จะได้สารสกัดที่มีลักษณะสารข้นหนืด สีส้มอมน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของข่า และพบว่าร้อยละของน้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่ใช้วิธีการสกัดโดยการแช่ที่อุณหภูมิห้องและวิธีโซนิเคตร่วมกับความร้อน เท่ากับ 18.87 และ 20.82 ตามลำดับ ส่วนร้อยละของน้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่ใช้วิธีการสกัดโดยการแช่ที่อุณหภูมิห้องและวิธีโซนิเคตร่วมกับความร้อน เท่ากับ 14.57 และ 14.82 ตามลำดับ จะเห็น

ได้ว่า การสกัดด้วยตัวทำละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 สามารถชะเอาสารสกัดหยาบออกมาได้มากกว่าเมทานอลร้อยละ 99.9 ดังตารางที่ 24 และภาพที่ 42,43 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สาลินี ศรีวงษ์ชัย (2562) โดยทำการทดลองสกัดน้ำมันจากกากกาแฟด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง 50/60 เฮิร์ต โดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน พบว่า ตัวทำละลายเอทานอลสามารถสกัดน้ำมันจากกากกาแฟออกมาได้ดีกว่าตัวทำละลายเมทานอล เนื่องจากตัวทำละลายเอทานอลมีขั้วน้อยกว่าเมทานอล จึงทำให้เอทานอลสามารถแทรกตัวและสร้างแรงยึดเหนี่ยวกับโมเลกุลของกากกาแฟได้มากกว่า เมทานอล

ตารางที่ 24 แสดงลักษณะและร้อยละน้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

สารสกัดหยาบจากข่า		
สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆ	**ลักษณะของสารสกัด**	**ร้อยละของน้ำหนักแห้ง**
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	สีส้มอมน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของข่า	18.87
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	สีส้มอมน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของข่า	20.82
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	สีส้มอมน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของข่า	14.57
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	สีส้มอมน้ำตาล มีกลิ่นฉุนของข่า	14.82



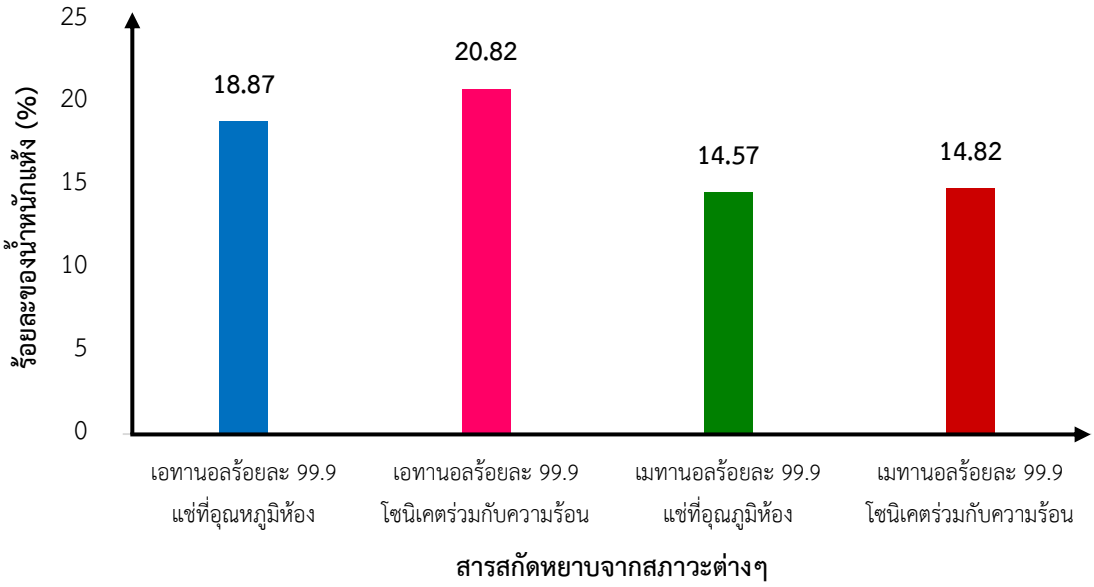
ภาพที่ 42 สารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

A เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน

B เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง

C เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน

D เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 43 เปรียบเทียบร้อยละน้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

4.3.1 ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากข่าด้วยวิธี Agar Well Diffusion

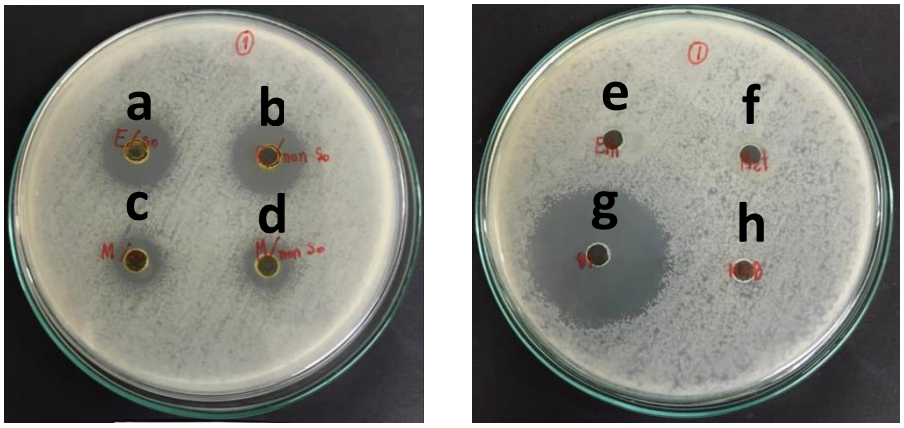
การทดสอบความสามารถในการออกฤทธิ์ของสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 และ เมทานอลร้อยละ 99.9 สมุนไพรที่ใช้ทดสอบ คือ สารสกัดหยาบจากข่าที่ได้จากข้อ 4.3 โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ 298 มก./ก. จากการนำสารสกัดที่ได้ไปทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้ง

แบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ แบคทีเรียแกรมบวก 2 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* แบคทีเรียแกรมลบ 2 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi ด้วยวิธี Agar Well Diffusion บนอาหาร MHA ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ด้วยสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยมีตัวควบคุมคือ เอทานอลร้อยละ 99.9, เมทานอลร้อยละ 99.9, ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มเข้น 250 มก./ล. และ MHB โดยพบว่ายาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใส เท่ากับ 31.71 มม. รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้องและเอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน มีความกว้างโซนใสเท่ากับ 17.27 และ 16.77 มม. ตามลำดับ และถัดไปคือ สารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน และเมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 12.83 และ 12.18 มม. ตามลำดับ ดังตารางที่ 25 และ ภาพที่ 44, 45 ดังนั้นสารสกัดหยาบที่สกัดด้วย เอทานอลร้อละ 99.9 และสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 มีความสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และการใช้วิธีการสกัดแบบโซนิเคตร่วมกับความร้อนและการแช่ที่อุณหภูมิห้องมีความสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) อาจเป็นเพราะความถี่ที่ใช้ในโซนิเคตน้อยเกินไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรวรรณ ศิริเวทย์วุฒิ (2556) ได้ทำการทดลองการใช้สารสกัดจากเมล็ดหว้า ในการควบคุมจำนวนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดในสะระแหน่ โดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ การใช้คลื่นไมโครเวฟ การโซนิเคต การเขย่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง ผลการทดลองพบว่าแบคทีเรียแกรมบวกมีความไวต่อสารสกัดที่สกัดด้วยวิธีการใช้คลื่นไมโครเวฟ และการโซนิเคต ซึ่งวิธีการสกัดสารสกัดหยาบด้วยวิธีโซนิเคตได้ ใช้ความถี่สูงถึง 37 กิโลเฮิร์ต จึงจะสามารถยับยั้งเชื้อได้ดี

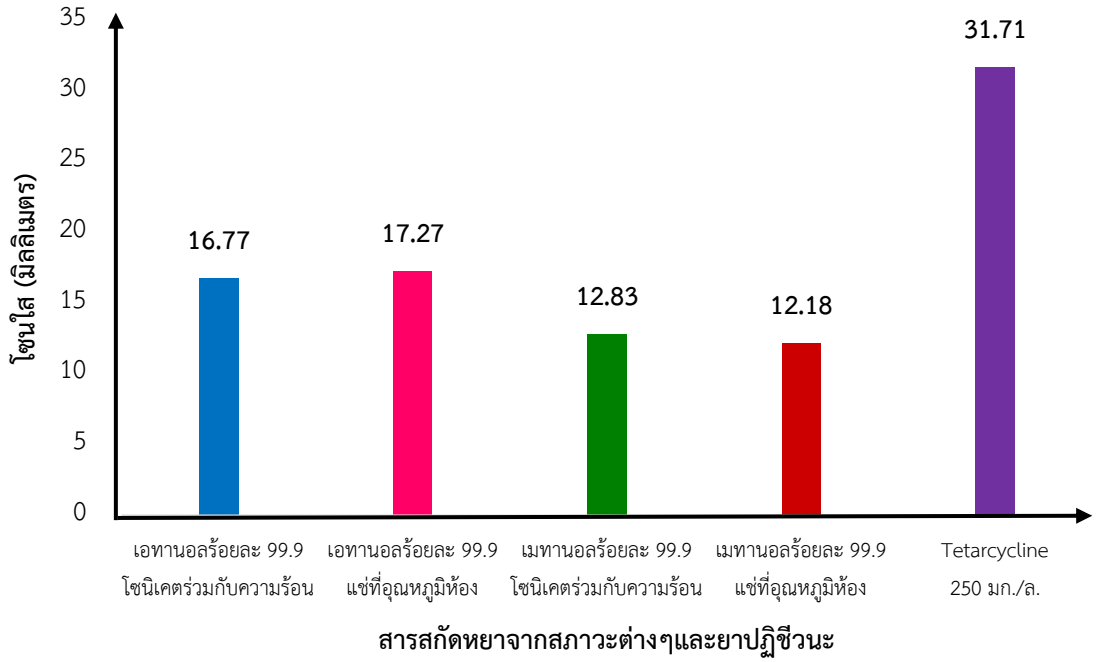
ตารางที่ 25 แสดงโซนยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆและตัวควบคุม	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**
	B. cereus
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	16.77 ± 0.19^{b}
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	17.27 ± 0.24^{b}
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	12.83 ± 0.71^{c}
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	12.18 ± 1.78^{c}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.	31.71 ± 0.78^{a}
เอทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{d}
เมทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{d}
Mueller Hinton agar	0.00 ± 0.00^{d}

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± S.D.), (a>b>c>d) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 44 โซนการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* จากสารสกัดหยาบข่าความเข้มข้น 298 มก./ก. ขนาดของจุกคอร์ก 5 มม. (a) เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน (b) เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง (c) เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน (d) เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง และ ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ (e) เอทานอลร้อยละ 99.9 (f) เมทานอลร้อยละ 99.9 (g) ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. และ (h) MHB



ภาพที่ 45 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

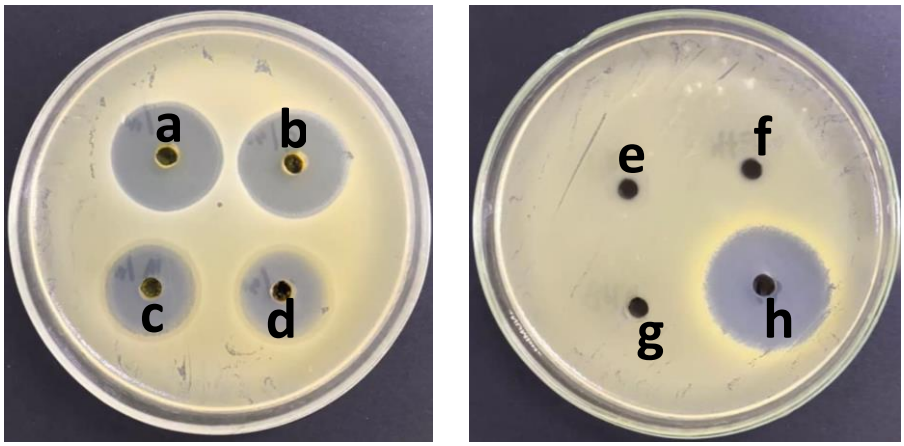
เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธี Agar Well Diffusion บนอาหาร MHA ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ ทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* โดยใช้สารสกัดหยาบจากข่าความเข้มข้น 298 มก./ก. โดยพบว่าสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วย เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ในอุณหภูมิห้อง สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยมีความกว้างของโซนใส เท่ากับ 28.94 มม. รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วย เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ในอุณหภูมิห้อง เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. และเมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 26.79, 26.68, 25.86 และ 25.81 มม.ตามลำดับ ดังตารางที่ 26 และภาพที่ 46, 47 โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลอง พบว่า การแช่ด้วยเอทานอลร้อยละ 99.9 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ได้ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ รองเดช ตั้งตระการพงษ์ (2556) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย จึงพวก Terpenes และ Terpenoid ซึ่งเป็นสารประกอบที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ ตัวอย่างเช่น Borneol, Zingiberene, Cineol, Comphor, Curcumin เป็นต้น ซึ่งมีผลให้

การทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพและเกิดการรั่วไหลของสารองค์ประกอบที่อยู่ในเซลล์ มีผลทำให้แบคทีเรียนั้นถูกทำลาย

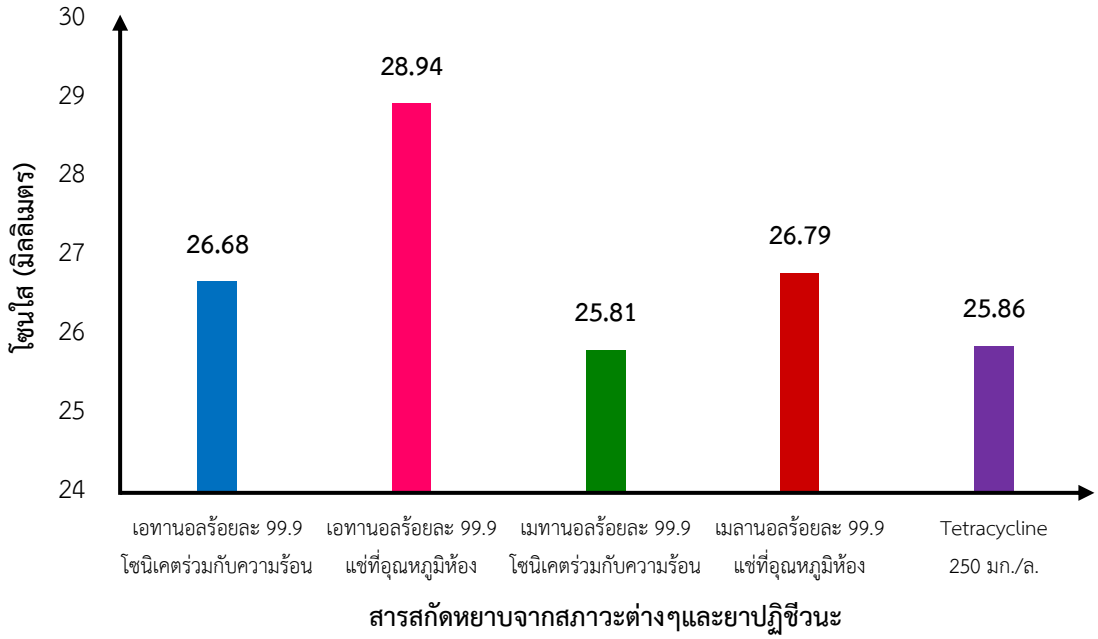
ตารางที่ 26 แสดงโซนยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆและตัวควบคุม	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**
	S. aureus
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	26.68 ± 0.82^{b}
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	28.94 ± 0.81^{a}
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	25.81 ± 0.32^{b}
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	26.79 ± 0.59^{b}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.	25.86 ± 0.40^{b}
เอทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{c}
เมทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{c}
Mueller Hinton agar	0.00 ± 0.00^{c}

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± S.D.), (a>b>c) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 46 โซนการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบข่าความเข้มข้น 298 มก./ก. ขนาดของจุกคอร์ก 5 มม. (a) เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง (b) เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน c) เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง (d) เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน และตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ (e) เมทานอลร้อยละ 99.9 (f) เอทานอลร้อยละ 99.9 (g) MHB และ (h) ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.



ภาพที่ 47 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

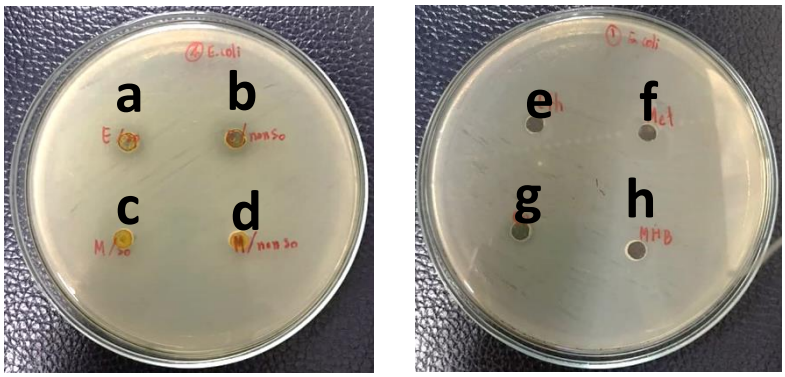
เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Escherichia coli* ด้วยวิธี Agar Well Diffusion บนอาหาร MHA ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ ทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* โดยใช้สารสกัดหยาบจากข่าความเข้าข้น 298 มก./ก. โดยพบว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วย เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ในอุณหภูมิห้อง สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีความกว้างของโซนใส เท่ากับ 9.29 มม. รองลงมาคือยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. และเอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 6.39 และ 5.82 มม.ตามลำดับ ดังตารางที่ 27 และภาพที่ 48,49 แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลองนี้ จะพบว่าเอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อนยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้น้อยกว่าเอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ในอุณหภูมิห้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนิดา เมืองโคตร (2560) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิการคั่วต่อฤทธิ์ต้านเชื้อรา *Aspergillus niger* ของสารสกัดจากกระเทียม (70 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที) และหอมแดง (70 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที) และพริกแห้ง (90 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที) ด้วยปิโตรเลียม อีเทอร์ โดยทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยด้วยวิธี Agar Dilution Method และการงอกของสปอร์ด้วยวิธี Broth Dilution Method (BDM) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 0.5 และ 1.0 (w/v) รวมทั้งการทดสอบค่า Minimum inhibitory concentration on spore

germination (MIC) และ Minimum fungicidal concentrationon spore germination (MFC) ด้วยวิธี BDM พบว่า เมื่ออุณหภูมิการคั่วเพิ่มขึ้นฤทธิ์ของสารสกัดกระเทียมและหอมแดงต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ลดลง

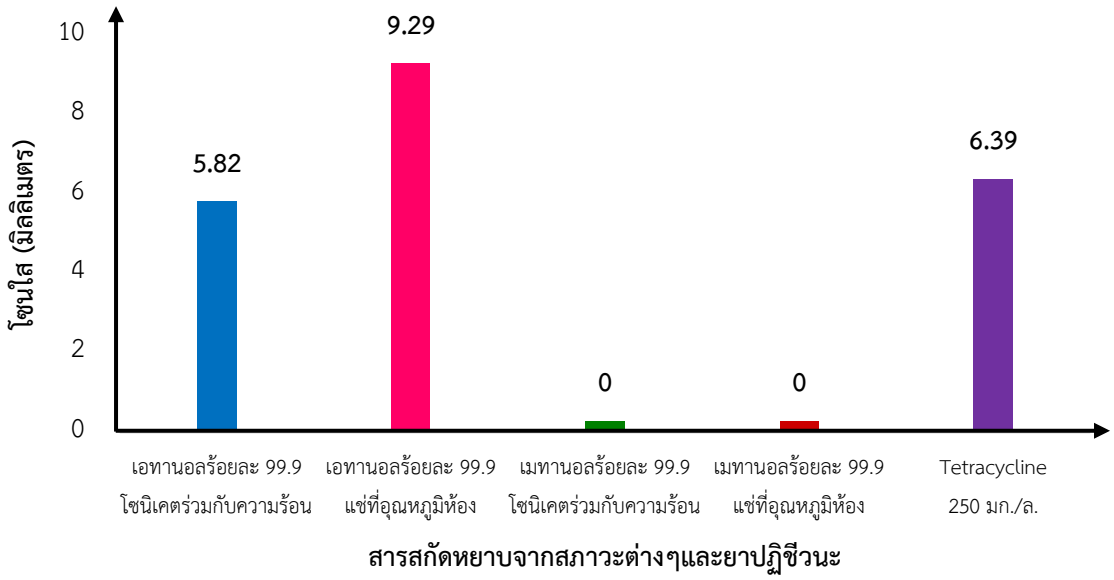
ตารางที่ 27 แสดงโซนยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆและตัวควบคุม	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**
	E. coli
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	5.82 ± 0.30^{c}
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	9.29 ± 0.30^{a}
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	0.00 ± 0.00^{d}
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	0.00 ± 0.00^{d}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.	6.39 ± 0.22^{b}
เอทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{d}
เมทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{d}
Mueller Hinton agar	0.00 ± 0.00^{d}

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± S.D.), (a>b>c>d) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 48 โซนการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* จากสารสกัดหยาบความเข้มข้น 298 มก./ก. ขนาดของจุกคอร์ก 5 มม. (a) เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน (b) เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง (c) เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน (d) เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง และ ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ (e) เอทานอลร้อยละ 99.9 (f) เมทานอลร้อยละ 99.9 (g) ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. และ (h) MHB



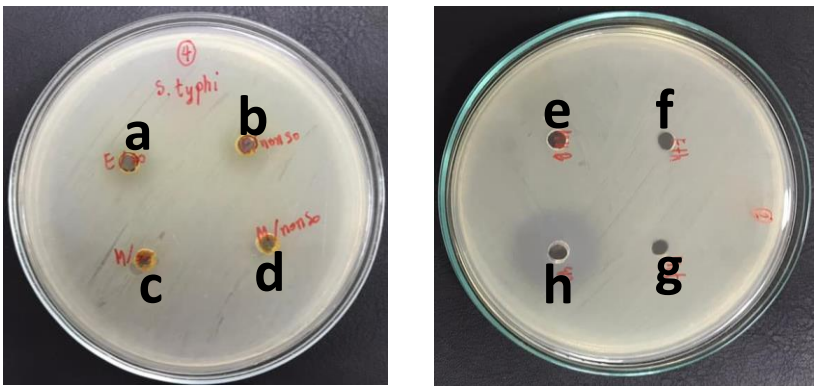
ภาพที่ 49 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

เมื่อทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนใสในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Salmonella* Typhi ด้วยวิธี Agar Well Diffusion บนอาหาร MHA ทำการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ ทำการเปรียบเทียบความกว้างของโซนในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S.* Typhi โดยใช้สารสกัดหยาบจากข่าความเข้มข้น 298 มก./ก. และเปรียบเทียบกับ ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. โดยพบว่ายาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. สามารถยับยั้งเชื้อ *S.*Typhi ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยมีความกว้างของโซนใส เท่ากับ 22.20 มม. รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วย เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อนและเอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ในอุณหภูมิห้อง โดยมีความกว้างของโซนใสเท่ากับ 12.44 และ 12.04 มม.ตามลำดับดังตารางที่ 28 และภาพที่ 50, 51 พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลอง พบว่า ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. เป็นยาที่มีโซนการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Typhi ได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของสรวณีย์ วิริยะอัครเดชา (2561) ได้กล่าวไว้ว่ายาปฏิชีวนะ Tetracycline เป็นยารุ่นแรกในกลุ่มควิโนโลนที่สังเคราะห์ขึ้นมา เพื่อใช้ในการรักษาการติดเชื้อจากแบคทีเรียแกรมลบ ออกฤทธิ์หยุดการเจริญเติบโตของเชื้อโดยการยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน โดยจับกับ Ribosome 30s ออกฤทธิ์ทั้งแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวก

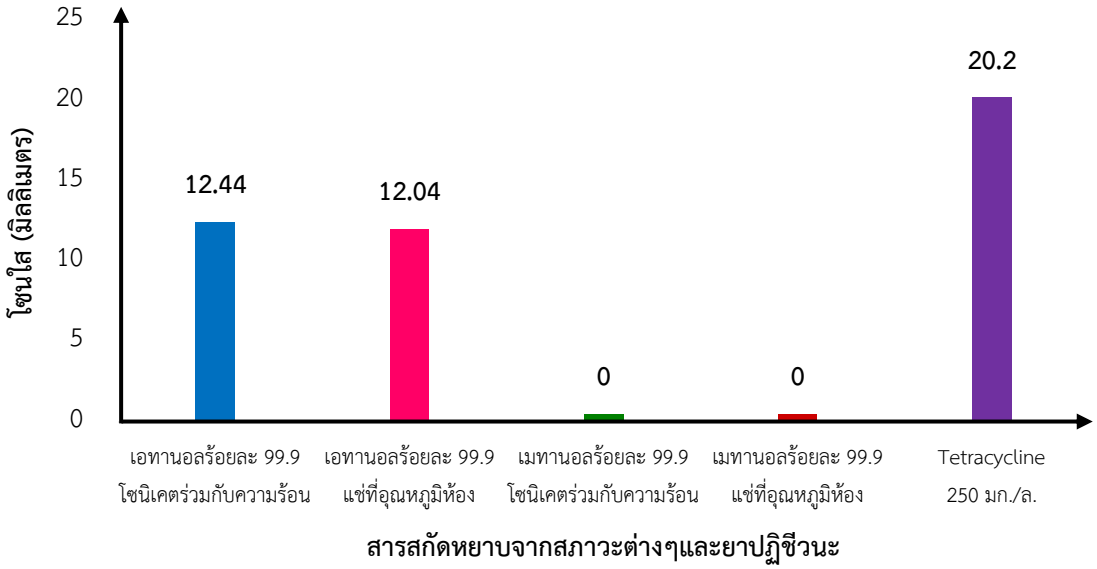
ตารางที่ 28 แสดงโซนยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Typhi จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆและตัวควบคุม	เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)
	***S.* Typhi**
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	12.44 ± 0.21^{b}
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	12.04 ± 0.34^{b}
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	0.00 ± 0.00^{c}
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	0.00 ± 0.00^{c}
Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.	22.20 ± 0.40^{a}
เอทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{c}
เมทานอลร้อยละ 99.9	0.00 ± 0.00^{c}
Mueller Hinton agar	0.00 ± 0.00^{c}

หมายเหตุ หลุมทดสอบขนาด 5 มม. แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± S.D.), (a>b>c) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 50 โซนการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Typhi จากสารสกัดหยาบข่าความเข้มข้น 298 มก./ก.. ขนาดของจุกคอร์ก 5 มม. (a) เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน (b) เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง (c) เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน (d) เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง และ ตัวควบคุม 4 ชนิด ได้แก่ (e) เอทานอลร้อยละ 99.9 (f) เมทานอลร้อยละ 99.9 (g) MHB และ (h) ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล



ภาพที่ 51 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Typhi จากสารสกัดหยาบจากข่าและตัวควบคุมเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 298 มก./ก.

จากผลการทดลองแสดงประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 4 ชนิดด้วยวิธี Agar Well Diffusion เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดที่ใช้ในตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9 และวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อน

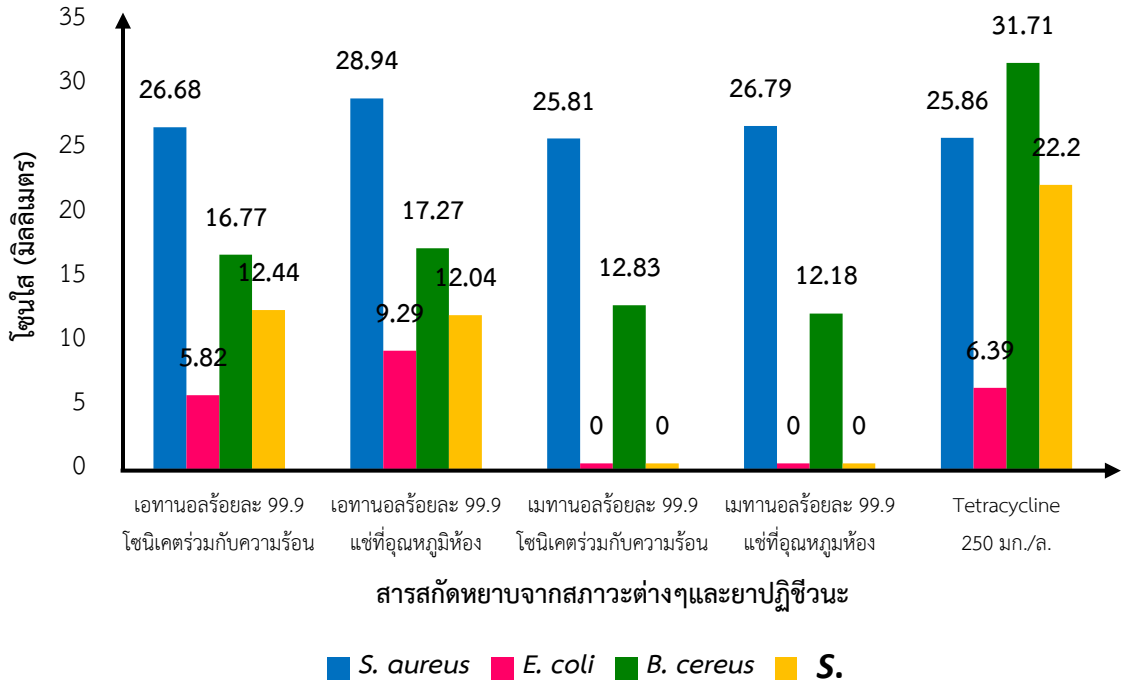
และวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้อง กับตัวควบคุม โดยมีเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi พบว่า เชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* ถูกยับยั้งการเจริญได้ดีที่สุดเมื่อใช้สารสกัดหยาบจาก เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง ส่วน *B. cereus* และ *S.* Typhi จะถูกยับยั้งได้ดีที่สุดเมื่อใช้ ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) รองลงมา สารสกัดหยาบจาก เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน และเอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ ดังตารางที่ 29 และภาพที่ 52 จะพบว่า ยาปฏิชีวนะ Tetracycline และสารสกัดหยาบจะยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรายวรรณ นวเลิศปัญญา (2554) โดยกล่าวไว้ว่าการโซนิเคตที่ใช้ความถี่น้อยเกินไป ไม่สารมารถชะสารออกฤทธิ์ออกมาได้ และประกอบกับความร้อนที่ใช้ในการสกัด อาจทำให้สารออกฤทธิ์บางชนิดสลายตัวไปได้

ตารางที่ 29 แสดงโซนยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากข่าที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เอทานอลร้อละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9 และวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อนและวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้อง กับตัวควบคุม

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆและตัวควบคุม	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean $\pm$ S.D. (มม.)**			
	S. aureus	***E. coli***	***B. cereus***	***S.* Typhi**
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	$26.68 \pm 0.82^{B,a}$	$5.82 \pm 0.30^{C,d}$	$16.77 \pm 0.19^{B,b}$	$12.44 \pm 0.21^{B,c}$
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	$28.94 \pm 0.81^{A,a}$	$9.29 \pm 0.30^{A,d}$	$17.27 \pm 0.24^{B,b}$	$12.04 \pm 0.34^{B,c}$
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	$25.81 \pm 0.32^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,c}$	$12.83 \pm 0.71^{C,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,c}$
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	$26.79 \pm 0.59^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,c}$	$12.18 \pm 1.78^{C,b}$	$0.00 \pm 0.00^{C,c}$
Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.	$25.86 \pm 0.40^{B,b}$	$6.39 \pm 0.22^{B,d}$	$31.71 \pm 0.78^{A,a}$	$22.20 \pm 0.40^{A,c}$
เอทานอลร้อยละ 99.9	$0.00 \pm 0.00^{C,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,a}$	$0.00 \pm 0.00^{C,a}$
เมทานอลร้อยละ 99.9	$0.00 \pm 0.00^{C,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,a}$	$0.00 \pm 0.00^{C,a}$
Mueller Hinton agar	$0.00 \pm 0.00^{C,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,a}$	$0.00 \pm 0.00^{D,a}$	$0.00 \pm 0.00^{C,a}$

หมายเหตุ อักษร A,B,C,D แสดงการเปรียบเทียบในแนวตั้ง

อักษร a,b,c,d แสดงการเปรียบเทียบในแนวนอน



ภาพที่ 52 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจาการสกัดหยาบจากข่าที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เอทานอลร้อละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9 และวิธีการสกัดที่แตกต่างกันได้แก่ วิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อนและวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้องและตัวควบคุม

จากผลการทดลองแสดงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 4 ชนิดด้วยวิธี Agar Well Diffusion เมื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อนและวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi วิธีการสกัดโดยการแช่ที่อุณหภูมิห้อง สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus, B. cereus* และ *E. coli* ได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) รองลงมา คือ การใช้เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน ดังตารางที่ 30 และภาพที่ 53 และเมื่อใช้ตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 99.9 ไม่พบความแตกต่างกันในวิธีการสกัด แต่พบว่าสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่ใช้วิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี ไม่สามารถยับยั้งการเจริญแบคทีเรียแกรบลบได้เลย อาจเกิดจาก เมทานอลร้อยละ 99.9 ไม่สามารถชะเอาสารออกฤทธิ์ ที่ยับยั้งแกรมลบออกมาได้ สอดคล้องกับวิจัยของ จิราภรณ์ บุราคร (2554) โดยผลการทดลองพบว่า สารสกัดหยาบ

จากตระกูล Zingiberaceae ที่สกัดด้วยเมทานอลไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบ มีความซับซ้อนมากกว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียแกรมลบจึงถูกทำลายได้ยากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก

ตารางที่ 30 แสดงโซนยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากข่าที่ใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อนและวิธีการแช่ในอุณหภูมิห้อง

1. ตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 99.9 ที่ใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

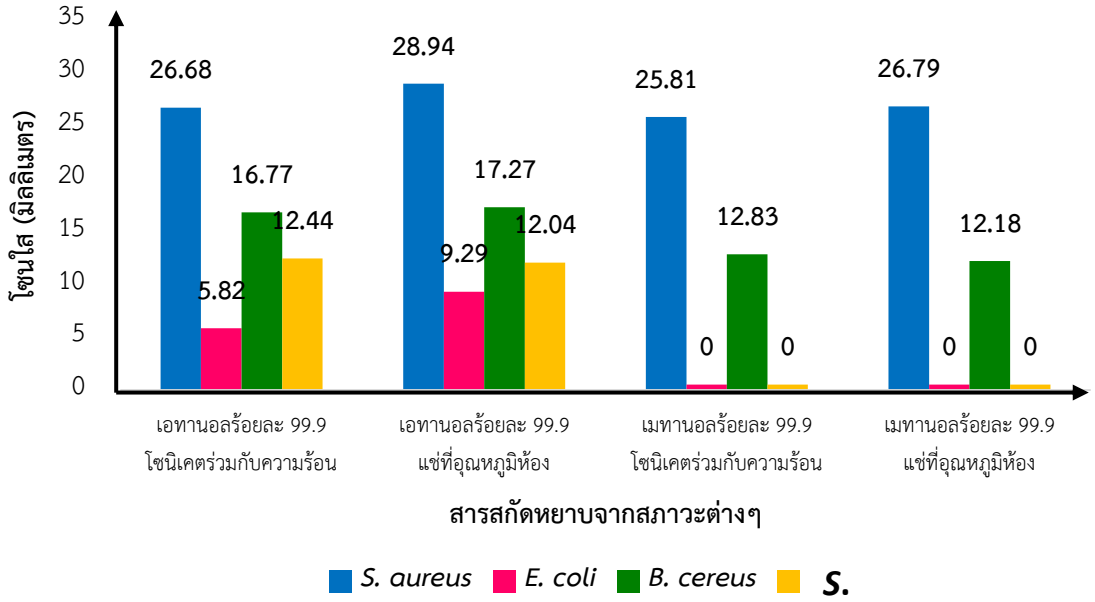
สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**			
	S. aureus	***E. coli***	***B. cereus***	***S.* Typhi**
เอทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	$26.68 \pm 0.82^{B,a}$	$5.82 \pm 0.30^{B,d}$	$16.77 \pm 0.19^{B,b}$	$12.44 \pm 0.21^{A,c}$
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	$28.94 \pm 0.81^{A,a}$	$9.29 \pm 0.30^{A,d}$	$17.27 \pm 0.24^{A,b}$	$12.04 \pm 0.34^{A,c}$

2. ตัวทำละลายเมทานอลร้อยละ 99.9 ที่ใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)**			
	S. aureus	***E. coli***	***B. cereus***	***S.* Typhi**
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	$25.81 \pm 0.32^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{A,c}$	$12.83 \pm 0.71^{A,b}$	$0.00 \pm 0.00^{A,c}$
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	$26.79 \pm 0.59^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{A,c}$	$12.18 \pm 1.78^{A,b}$	$0.00 \pm 0.00^{A,c}$

หมายเหตุ อักษร A,B,C,D แสดงการเปรียบเทียบในแนวตั้ง

อักษร a,b,c,d แสดงการเปรียบเทียบในแนวนอน



ภาพที่ 53 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากข่าที่ใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อนและวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้อง

จากผลการทดลองแสดงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 4 ชนิดด้วยวิธี Agar Well Diffusion เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9 โดยมีเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi ดังตารางที่ 31 และภาพที่ 54 พบว่า การใช้เอทานอลร้อยละ 99.9 ในการสกัดหยาบจากข่าสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ดังนั้นควรเลือกใช้เอทานอลร้อยละ 99.9 ในการสกัดหยาบจากข่าเพื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ บุราคร (2554) ได้ทำการทดลองเปรียบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากสมุนไพรที่ใช้เอทานอลเปรียบเทียบกับเมทานอลเป็นตัวทำละลาย โดยผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากสมุนไพรที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบและ จากงานวิจัยของ Aida Maryam (2017) ได้กล่าวไว้ว่า สารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเมทานอลมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระ และสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเอทานอลมีฤทธ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบได้

ตารางที่ 31 แสดงโซนยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากข่าที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9

1. ตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่การสกัดด้วยวิธีการโซนิเคตร่วมกับความร้อน

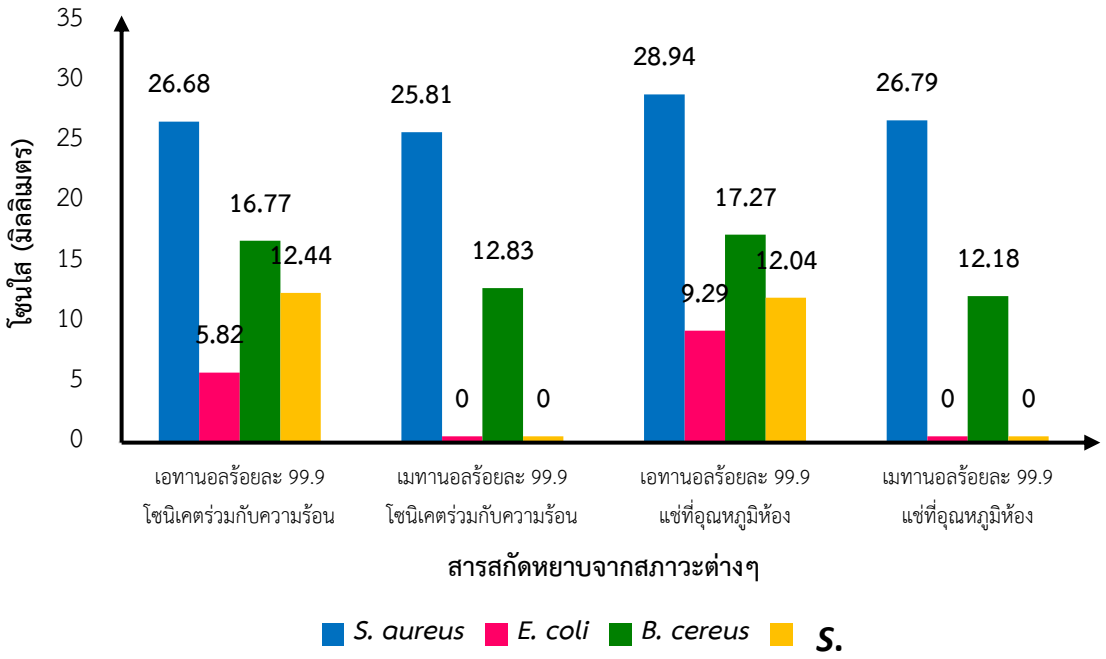
สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D (มม.)**			
	S. aureus	***E. coli***	***B. cereus***	***S.* Typhi**
เอทานอลร้อละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	$26.68 \pm 0.82^{A,a}$	$5.82 \pm 0.30^{A,d}$	$16.77 \pm 0.19^{A,b}$	$12.44 \pm 0.21^{A,c}$
เมทานอลร้อยละ 99.9 โซนิเคตร่วมกับความร้อน	$25.81 \pm 0.32^{A,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$12.83 \pm 0.71^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$

2. ตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่การสกัดด้วยวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้อง

สารสกัดหยาบจากสภาวะต่างๆ	**เชื้อที่ใช้ทดสอบ / ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D (มม.)**			
	S. aureus	***E. coli***	***B. cereus***	***S.* Typhi**
เอทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	$28.94 \pm 0.81^{A,a}$	$9.29 \pm 0.30^{A,d}$	$17.27 \pm 0.24^{A,b}$	$12.04 \pm 0.34^{A.c}$
เมทานอลร้อยละ 99.9 แช่ที่อุณหภูมิห้อง	$26.79 \pm 0.59^{B,a}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$	$12.18 \pm 1.78^{B,b}$	$0.00 \pm 0.00^{B,c}$

หมายเหตุ อักษร A,B,C,D แสดงการเปรียบเทียบในแนวตั้ง

อักษร a,b,c,d แสดงการเปรียบเทียบในแนวนอน



ภาพที่ 54 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากข่าที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 99.9 และเมทานอลร้อยละ 99.9

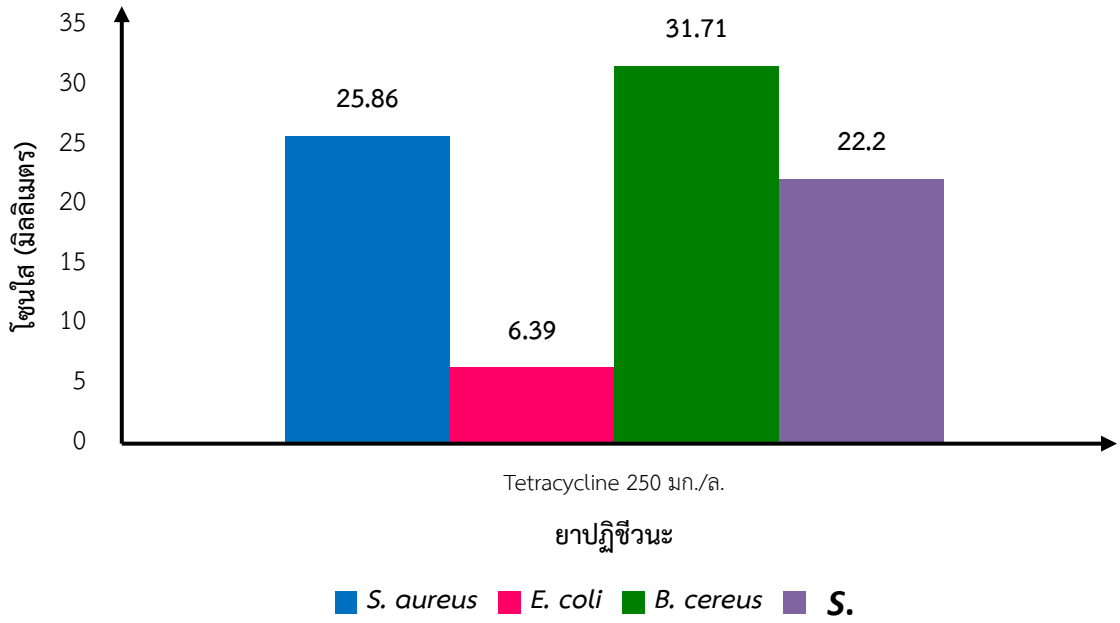
จากผลการทดลองแสดงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 4 ชนิดด้วยวิธี Agar Well Diffusion เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. ในการยับยังเชื้อแบคทีเรียโดยมีเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi พบว่า เชื้อแบคทีเรีย *B. cereus* มีความกว้างของโซนใสดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) รองลงมา *S. aureus*, *S.* Typhi และ *E. coli* ตามลำดับ ดังตารางที่ 32 และ ภาพที่ 55 ซึ่งกลไกการออกฤทธิ์ของยาปฏิชีวนะ Tetracycline จะออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างโปรตีน และสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบได้ สอดคล้องกับ วุฒินันท์ จตุพศ (2549) ซึ่งได้กล่าวว่าแบคทีเรียแกรมบวกจะสามารถยับยั้งได้ดีกว่า เกิดจากผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก สอดคล้องกับ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2563) กล่าวไว้ว่า ผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบมีความแตกต่างกัน โดยผนังเซลล์แกรมบวกจะมีชั้นเพปทิโดไกลแคนที่หนากว่าและมีพันธะของ Teichoic acid แต่ผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบประกอบไปด้วยชั้นนอกที่ติดกับเพปทิโดไกลแคน คือชั้นของลิโพโปรตีน (Lipoprotein) ฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) และสารพอลิเมอร์ คือ ลิโพพอลิแซ็กคาไรด์ (Lipopolysaccharide) ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบ เป็น Endotoxin ที่พบเฉพาะในผนังเซลล์ของแกรมลบเท่านั้น ชั้นนอกสุดของผนังเซลล์หรือ Outer Envelope หรือ Outer Membrane โดยมี

โครงสร้างที่ซับซ้อนมากและประกอบด้วยแอนติเจนที่เหนี่ยวนำการสร้างแอนติบอดี้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม นอกจากนั้นชั้นนอกสุดนี้ยังทำหน้าที่ป้องกันสารเคมีที่เป็นพิษไม่ให้เข้าสู่ภายในเซลล์

ตารางที่ 32 แสดงโซนยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. ในการยับยั้งเชื้อ 4 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi

เชื้อที่ใช้ทดสอบ	**Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล.**
	ความกว้างของโซนใส Mean ± S.D. (มม.)
S. aureus	25.86 ± 0.40^{B}
E. coli	6.39 ± 0.22^{D}
B. cereus	31.71 ± 0.78^{A}
***S.* Typhi**	22.20 ± 0.40^{C}

หมายเหตุ อักษร A,B,C,D แสดงการเปรียบเทียบในแนวตั้ง



ภาพที่ 55 เปรียบเทียบโซนการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 250 มก./ล. ในการยับยั้งเชื้อ 4 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella* Typhi