

7. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

7.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ด้วยเทคนิค Agar well diffusion assay พบว่าสารสกัดสมุนไพรชนิด A ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 80 สามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือกลุ่มของสารสกัดสะระแหน่ มะนาว พริกและขิง และกลุ่มที่มีฤทธิ์ยับยั้งน้อยที่สุดคือสารสกัดมะกรูด ตะไคร้ กระเทียม ขมิ้นชันและพริกไทย

2. จากการศึกษาประสิทธิภาพโพโรไบโอติกกลุ่ม *Bacillus* sp. 5 สายพันธุ์ของเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมในรูปแบบส่วนผสมพบว่า รูปแบบส่วนผสมของ *Bacillus* BUU 004 เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ที่แยกได้จากอาหารทะเลแห้ง โดยพบว่ามีประสิทธิภาพการยับยั้ง *S. aureus* ได้จำนวน 22 ไอโซเลต (73.33%) และมีค่าดัชนีการยับยั้ง *S. aureus* ตั้งแต่ 1+ ถึง 6+

7.2 อภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องเทศและสมุนไพรไทยจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ สมุนไพรชนิด A มะกรูด สะระแหน่ มะนาว กระเทียม ตะไคร้ พริก ขิง พริกไทยและขมิ้น เนื่องจากเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารและมีรายงานถึงฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร (อัญชัน ชุนหะหิรัณย์ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, ม.ป.ป.; Shan et al., 2007; Vuddhakul et al., 2007) โดยพบว่าสมุนไพรชนิด A มีความสามารถในการควบคุม *S. aureus* ได้ดีที่สุดและจะทำการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

ส่วนสารสกัดสะระแหน่ พริก ขิงและมะนาวเป็นสารสกัดอีกกลุ่มหนึ่งที่มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ได้บางไอโซเลต คือ 19S, 20T และ 22V ซึ่งแตกต่างจากสารสกัดสมุนไพรชนิด A ที่สามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพทุกไอโซเลต แสดงให้เห็นว่าสารสกัดเหล่านี้มีกลไกการยับยั้ง *S. aureus* ที่แตกต่างจากสารสกัดสมุนไพรชนิด A ซึ่งการรายงานหลายฉบับก่อนหน้านี้พบว่าสารสกัดสะระแหน่ พริก ขิงและมะนาวมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียหลายชนิด รวมทั้ง *S. aureus* ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของอัญชัน ชุนหะหิรัณย์ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (ม.ป.ป.) รายงานว่าสารสกัดสะระแหน่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* และ *E. coli* ได้ ซึ่งการยับยั้งเกิดจากสาร Limonene และ Menthol (ดวงฤดี หวันหนู และคณะ, 2553)

การศึกษาของ Oonmetta-aree et al. (2006) ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดขิงมีฤทธิ์ในการยับยั้ง *S. aureus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งยังพบว่าสารสกัดจากขิงที่สกัดด้วยเอทานอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดอื่น คือ *Bacillus* sp., *E. coli* และ *Salmonella* sp. (Akoachere et al., 2002; Onyeagba et al., 2004) ซึ่งการยับยั้งเกิดขึ้นจากน้ำมันหอมระเหยที่มีสารพวกน้ำมันชัน (Oleo-resin) คือ จินเจอรอล (Gingerol) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ขิงมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย (Nelson and Reginald, 2007)

สำหรับสารสกัดพริกก็มีรายงานการยับยั้งแบคทีเรียเช่นเดียวกัน โดยสารแคปไซซินเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบมากในสารสกัดจากพริก สารสกัดชนิดนี้มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* (พนมพร ภาณุทัต และสาวิตรี วาัญญไพศาล, 2543; Siripongvutikorn et al., 2005) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดพริกสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียอื่นได้ คือ *Bacillus cereus*, *B. subtilis*,

Acinetobacter lwoffii และ *Vibrio cholerae* (ภัค ไทยชนะ, 2547) ส่วนสารสกัดมะนาวพบว่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* รวมทั้งสามารถยับยั้ง *E. coli* และ *V. parahaemolyticus* (Vuddhakul et al., 2007) อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichophyllum mentagrophyte* ที่ทำให้เกิดโรคกลากและเชื้อยีสต์ *Candida albicans* ได้ (สมพร ภูติยานันต์, 2551)

แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในครั้งนี้นี้มีความแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้บางฉบับ กล่าวคือสารสกัดตะไคร้ ใบมะกรูด กระเทียม ขมิ้นชันและพริกไทยในการศึกษาในครั้งนี้นี้มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ได้น้อย ในขณะที่ Naik et al. (2010) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มี ประสิทธิภาพในการต่อต้าน *S. aureus* และแบคทีเรียชนิดอื่น ได้แก่ *E. coli*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Klebsiella pneumoniae* และ *Pseudomonas aeruginosa* รวมทั้งรายงานของ Wannissorn et al. (2005) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อที่ก่อโรค ในระบบทางเดินอาหาร 4 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157, *Campylobacter jejuni* และ *Clostridium perferingens* นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงสาร เคอร์คูมิน (Curcumin) ในขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* และยับยั้งแบคทีเรียชนิด อื่น ได้แก่ *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis* และ *B. subtilis* (Apisariyakul et al., 1995; Gul et al., 2004) อีกทั้งสารเคอร์คูมินสามารถยับยั้ง *Helicobacter pylori* ได้อีก ด้วย (Mahady et al., 2002)

สำหรับสารสกัดกระเทียมซึ่งพบว่ามีสารประกอบคือ Diallyl sulphide (DAS) และ Diallyl disulphide (DADS) มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *S. aureus* ทั้งสายพันธุ์ที่ไวต่อยาเมทิซิลลิน (MSSA) และ สายพันธุ์ที่ดื้อต่อยาเมทิซิลลิน (MRSA) (Betoni et al., 2006; Tsao et al., 2003) และสามารถ ยับยั้งแบคทีเรียชนิดอื่น ได้แก่ *E. coli* O157, *Salmonella enteritidis* และยีสต์ *Candida albicans* ได้ (Sasaki et al., 1999) และพบว่าสารสกัดน้ำมันใบมะกรูดมีประสิทธิภาพสูงในการ ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* (สุชาดา ไชยสวัสดิ์ และสุรัชย์ แก้วบุญเรือง, 2551) รวมทั้งสารสกัดน้ำมัน ผิวมะกรูดยังสามารถยับยั้ง *B. cereus* ในข้าวหุงสุกได้ (นวลจันทร์ ใจใส และสุภาพร ลำเลิศธน, 2550) และสารสกัดพริกไทยที่สกัดด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการต่อต้าน *S. aureus* ที่ดื้อต่อยา เพนิซิลลิน จี (Penicillin G) ได้ (Perez and Anesini, 1994)

ซึ่งฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียที่แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ยกตัวอย่างเช่น สารสกัดที่นำมาทดสอบผ่านการใช้อุลตราซาวด์หรือใช้สารที่สกัดที่ไม่สามารถละลาย สารออกฤทธิ์ออกมาได้จึงทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ลดลง (Betoni et al., 2006) นอกจากนี้อายุของพืช วิธีการสกัดและกระบวนการทำแห้งสมุนไพร (Amadioha and Obi, 1999; Obinna et al., 2009) มีผลต่อความคงตัวและการสูญเสียของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ (Obinna et al., 2009)

สมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ในอาหารทะเลแห้งในการศึกษารุ่นนี้คือ สารสกัดสมุนไพรชนิด A ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารกันเสียทางเลือกชนิดใหม่ที่มี ประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *S. aureus* เพื่อความ ปลอดภัยต่อผู้บริโภคแทนการใช้สารกันเสียสังเคราะห์ได้ในอนาคต

ส่วนอีกทางเลือกของยาชนิดใหม่ ได้แก่ แบคทีเรีย ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้อีก 1 ส่วน ได้ทำการศึกษาถึงการควบคุม *S. aureus* ด้วยแบคทีเรียโพรไบโอติกทั้ง 5 สายพันธุ์พบว่า แบคทีเรียโพรไบโอติกทั้ง 5 สายพันธุ์มีประสิทธิภาพยับยั้ง *S. aureus* ได้และมีความแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าส่วนโสมของเพียง 1 สายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้ คือ *Bacillus* BUU 004 โดยสามารถยับยั้งได้จำนวน 22 ไอโซเลท คิดเป็น 73.33% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่า *Bacillus* บางสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ยกตัวอย่างเช่น รายงานของ Al-Janabi (2006) ที่พบว่าส่วนโสมของ *B. licheniformis* มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ได้ นอกจากนี้สามารถยับยั้งแบคทีเรียชนิดอื่น ได้แก่ Non hemolytic Streptococci, Beta-hemolytic Streptococci และ *B. cereus* ในการศึกษาของ He et al. (2006) พบว่าส่วนโสมของ *B. licheniformis* ZJU12 สามารถยับยั้ง *S. aureus* ทั้งสายพันธุ์ไวต่อเมทิซิลลินและสายพันธุ์ดื้อต่อเมทิซิลลิน นอกจากรายงานที่กล่าวมาในข้างต้นพบว่ายังมี *Bacillus* สายพันธุ์อื่น ๆ ที่สามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้ ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Patel et al. (2009) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งของแบคทีเรียโพรไบโอติก *Bacillus* 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus* สายพันธุ์ DET6, *Bacillus* สายพันธุ์ JHT3 และ *Bacillus* สายพันธุ์ DET9 ที่แยกได้จากอาหาร พบว่า *Bacillus* ทุกสายพันธุ์สามารถยับยั้ง *S. aureus* ได้ และจากการศึกษาของ Zheng and Slavik (1999) รายงานว่า *B. subtilis* สามารถผลิตแบคเทอริโอซินที่มีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* ATCC 6538 ได้

ดังนั้นในการศึกษารั้งนี้พบว่าทั้งสมุนไพรชนิด A และ *Bacillus* BUU 004 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* ที่แยกได้จากอาหารทะเลแห้ง ดังนั้นควรจะมีการนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสมุนไพรชนิด A และแบคทีเรียโพรไบโอติกชนิดนี้มาพัฒนาเพื่อใช้ในด้านอุตสาหกรรมอาหารทะเลแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต