

## บทที่ 4

### สรุปผลการทดลอง

จากการสกัดผิวส้ม 7 ชนิดด้วยเอธิลอะซิเตตและการกลั่นด้วยไอน้ำ พบว่าผิวมะกรูดจะให้เปอร์เซ็นต์ผลได้สูงสุดจากสารสกัดและน้ำมันหอมระเหยคือ 2.56 และ 0.97 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ สารสกัดเอธิลอะซิเตตมีกิจกรรมการยับยั้งจุลินทรีย์สูงกว่าน้ำมันหอมระเหยจากผิวส้ม ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดต่อการยับยั้ง *S. cerevisiae* var. *sake* ที่ให้ผลการยับยั้งได้เท่ากับสารสกัดเอธิลอะซิเตต

การยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดให้ผลการยับยั้งได้ในช่วงกว้างคือสามารถยับยั้งได้ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์และรา โดยสามารถยับยั้ง *S. cerevisiae* var. *sake* และ *B. cereus* ได้ดีที่สุด ที่ค่า MIC เท่ากับ 0.28 และ 0.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ค่า MBC เท่ากันคือ 0.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่จะไม่พบการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบคือ *Salmonella* sp. และ *E. coli* O157 : H7 DMST 12743 นอกจากนี้สารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวส้มอื่น ๆ คือ ส้มโอ ส้มเขียว และส้มโชกุนมีกิจกรรมการยับยั้ง *A. fumigatus* TISTR 3180 ได้ดีที่สุดที่ค่า MIC เท่ากับ 0.56, 0.28 และ 0.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งผิวส้มทั้งสามชนิดนี้มีกิจกรรมในการยับยั้งเชื้อราได้ดีกว่าเชื้อแบคทีเรีย

จากการวิเคราะห์หาส่วนประกอบเชิงคุณภาพของสารสกัดเอธิลอะซิเตตและน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดด้วย GC-MS พบว่าสารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดมีสารประกอบจำนวน 13 ชนิด สารประกอบหลักคือ limonene (31.64 เปอร์เซ็นต์) สารประกอบรองคือ citronellal (25.99 เปอร์เซ็นต์) และ  $\beta$ -pinene (6.83 เปอร์เซ็นต์) ส่วนน้ำมันหอมระเหยมีสารประกอบจำนวน 8 ชนิด สารประกอบหลักคือ  $\beta$ -pinene (30.48 เปอร์เซ็นต์) สารประกอบรองคือ sabinene (22.75 เปอร์เซ็นต์) และ citronellal (15.66 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ได้นำ limonene และ citronellal มาทดสอบกิจกรรมการยับยั้งจุลินทรีย์และสปอร์ของ *B. cereus* ซึ่งสารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดมีการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีกว่า limonene และ citronellal รวมทั้งสามารถทำลายสปอร์ของ *B. cereus* ได้ที่ค่า MIC และ MBC เท่ากันคือ 1.13 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

กิจกรรมการยับยั้งจุลินทรีย์เมื่อศึกษาภายใต้สภาวะที่มีพีเอช ความร้อน และองค์ประกอบของอาหารเข้ามาเกี่ยวข้องพบว่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อการยับยั้ง สารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดพีเอช 4.5 จะยับยั้ง *S. aureus* และ *B. cereus* ที่ค่า MIC และ MBC เท่ากันคือ 0.28 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสามารถยับยั้ง *Salmonella* sp. และ *E. coli* O157 : H7 DMST 12743 ได้ด้วย เมื่อนำ

สารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดผ่านความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ (72, 100 และ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที) พบว่าที่ 72 องศาเซลเซียส ลดกิจกรรมการยับยั้งของ *L. monocytogenes*, *C. albicans* และ *A. fumigatus* TISTR 3180 แต่จะไม่มีผลต่อ *S. aureus*, *S. cerevisiae* var. *sake* และ *B. cereus* และที่ความร้อน 100 และ 121 องศาเซลเซียส จะทำลายกิจกรรมการยับยั้งของ จุลินทรีย์ ส่วนประกอบของอาหาร โดยเฉพาะไขมันจะลดกิจกรรมการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดเอธิลอะซิเตตต่อจุลินทรีย์ทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบ แป้งสาลีลดการยับยั้ง *S. aureus*, *S. cerevisiae* var. *sake* และ *L. monocytogenes* แต่ไม่มีผลต่อการยับยั้ง *B. cereus* และ *A. fumigatus* TISTR 3180 ส่วนหางนมจะลดการยับยั้ง *S. cerevisiae* var. *sake* และ *L. monocytogenes* แต่จะไม่มีผลต่อ *S. aureus*, *B. cereus*, *C. albicans* และ *A. fumigatus* TISTR 3180

สารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดที่ความเข้มข้น 0.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถลดจำนวน *B. cereus* จาก 5.23 Log CFU ต่อมิลลิลิตร ถึง 3.14 Log CFU ต่อมิลลิลิตร ได้ภายในเวลา 9 ชั่วโมง โดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผนังเซลล์ทำให้ผนังเซลล์ฉีกขาด

สารสกัดเอธิลอะซิเตตจากผิวมะกรูดสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งช่องปาก ปากมดลูก และเต้านม แต่จะไม่ยับยั้งเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ สาร citronellal ยับยั้งเซลล์มะเร็งช่องปากเท่านั้น และ limonene จะไม่ยับยั้งเซลล์มะเร็งชนิดใดเลย

ศักยภาพของสารสกัดเอธิลอะซิเตตสามารถนำมาประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ซึ่งนอกจากจะช่วยในเรื่องการยับยั้งจุลินทรีย์แล้วยังมีกลิ่น รสเป็นที่ยอมรับ และเนื่องจากสารสกัดเอธิลอะซิเตตมีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็งด้วยแล้วจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาเป็นยารักษาโรคมะเร็ง

### ข้อเสนอแนะ

1. สารสกัดเอธิลอะซิเตดจากผิวส้มโอ ส้มเขียว และส้มโชกุนมีกิจกรรมในการยับยั้งเชื้อราได้ดี จึงควรนำไปทดสอบกิจกรรมการยับยั้งกับเชื้อราชนิดอื่น ๆ และสามารถนำไปประยุกต์ในอาหารในการเป็นสารถนอมอาหารพวกธัญพืชต่าง ๆ ได้
2. ควรจะมีการใช้สารสกัดหรือน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิดร่วมกันหรืออาจใช้ร่วมกับพวก chelating agents เช่น ethylenediaminetetra acetic acid หรือ polyethyleneglycol โดยเฉพาะเมื่อใช้กับอาหารที่มีองค์ประกอบของไขมันสูง
3. สารสกัดและน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้มมีศักยภาพที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นส่วนประกอบของยา นอกจากนี้คุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์แล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสาร antioxidant ลดการเกิดอนุมูลอิสระ ป้องกันโรคมะเร็ง และโรคหลอดเลือดหัวใจ
4. ให้มีการพัฒนาสารที่มีกิจกรรมในการยับยั้งเป็นสารเดี่ยว ๆ