บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียบางชนิดของสารสกัดจากเมล็ดลำไย ซึ่งทำการสกัดสารออกฤทธิ์จากเมล็ดลำไยโดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม มีลักษณะเหนียว หนืด และมีส่วนของน้ำมันเคลือบอยู่บนผิวหน้าของสารสกัด เมื่อพิจารณาผลผลิต พบว่า สารสกัดเอทานอลให้ผลผลิตเท่ากับ 4.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าให้ปริมาณผลผลิตค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูง จึงสามารถสกัดสารที่มีขั้วสูงซึ่งเป็นสารองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ภายในเมล็ดของลำไยออกมาได้ดี เช่น tannins, sterol, polyphenol, flavonoids, polyacetylenes, terpenoid และ alkaloids (อัฐญาพร ชัยชมภู, 2555)

เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดลำไยมาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ *E. coli* ATCC 25922, *B. subtilis* TISTR 1248, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *S. aureus* ATCC 25923 และ *K. pneumonia*e TISTR 1867 ด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่าสารสกัดจากเมล็ดลำไยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. aeruginosa* ATCC 27853 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923, และ *B. subtilis* TISTR 1248 ตามลำดับ สามารถสังเกตได้ว่า สารสกัดจากเมล็ดลำไยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารสำคัญที่ได้จากการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเมล็ดลำไย เป็นกลุ่มที่มีขั้วสูง ซึ่งสารเหล่านี้สามารถทำลายชั้นไขมันที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ชั้นนอก (Outer membrane) ในแบคทีเรียแกรมลบได้ ส่งผลให้ผนังเซลล์เกิดรูรั่ว หรือผนังเซลล์แตก องค์ประกอบภายในเซลล์จึงไหลออกมาทำให้แบคทีเรียถูกยับยั้งการเจริญ หรือจากการที่ผนังเซลล์เกิดรูขึ้นทำให้สารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในเมล็ดลำไยสามารถเข้าไปยับยั้ง รบกวนการทำงาน หรือทำลายองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ การจับหรือเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ หรือสารสำคัญในเมล็ดลำไยอาจจับกับโปรตีน หรือสารพันธุกรรมของแบคทีเรีย ส่งผลให้แบคทีเรียมีการเจริญผิดปกติ เซลล์ถูกทำลายและตายในที่สุด เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Shan (2007) ที่พบว่าสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก (Phenolic compounds) ซึ่งเป็นสารสำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ในเมล็ดลำไยมีความสำคัญต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Rangkadilok และคณะ (2012) พบว่าสารสกัดของเมล็ดลำไยประกอบด้วยสารประกอบพอลีฟินอลิกในกลุ่มคอริลาจิน(Corilagin) และแกลลิก (Gallic) ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E.coli*, *Salmonella* serotype Typhimurium, *P. aeruginosa, S. aureus* และ *S. mutans* นอกจากนี้สารสกัดจากเปลือกเมล็ดลำไยยังประกอบด้วย flavonoids และ courmarins

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ อาทิ *Acinetobacter anitratus*, *Proteus mirabilis* เป็นต้น (เดช อมรทิพย์วงศ์, 2547) ในขณะที่รายงานวิจัยของ Bhat และคณะ ในปี 2014 พบว่าสารสกัดจากเมล็ดลิ้นจี่และเมล็ดเงาะ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบประกอบด้วย lipopolysaccharide ที่จำกัดความสามารถในการแพร่ของสารที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ซึ่งผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกไม่มีชั้นนี้ ทำให้สารระเหยหรือสารสกัดเข้าไปทำปฏิกิริยาโดยตรงกับเซลล์ ก่อให้เกิดการเพิ่มการซึมผ่านของไอออนและการรั่วไหลของสารประกอบภายในเซลล์ที่สำคัญ อีกทั้งยังลดประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์แบคทีเรีย (Zhao et al., 2001) เมื่อนำผลของสารสกัดจากเมล็ดลำไยเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะ gentamicin พบว่ายาปฏิชีวนะ gentamicin สามารถยับยั้งเชื้อทดสอบได้ดีกว่าสารสกัดจากเมล็ดลำไย เนื่องจากยาปฏิชีวนะ gentamicin มีกลไกการยับยั้งแบคทีเรียโดยการจับกับ lipopolysaccharide ที่ผนังเซลล์และสารต่าง ๆ ที่มีประจุลบ เช่น DNA และ phospholipid ของแบคทีเรีย ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ในขณะที่สารสกัดจากเมล็ดลำไยเป็นสารสกัดหยาบ จึงมีสารหลายชนิดที่ถูกสกัดออกมาได้ ซึ่งสารเหล่านี้อาจมีผลในการรบกวนชั้นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ หรืออาจไปยับยั้งการสร้างสารพันธุกรรมของแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียทดสอบไม่สามารถเจริญได้ หรืออาจเป็นไปได้ว่าสารสำคัญที่ถูกสกัดออกมานั้นอาจรบกวนหรือต้านการทำงานกันเอง (Antagonistic) จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพต่ำกว่ายาปฏิชีวนะ gentamicin ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Kim และคณะ (1995) และ Nychas (1995) ที่รายงานว่ากลไกในการออกฤทธิ์ของสารต้านจุลินทรีย์ต่อเซลล์แบคทีเรียมีความแตกต่างกัน ซึ่งสารต้านจุลินทรีย์จะไปจับที่ผิวของเซลล์ และสารต้านจุลินทรีย์สามารถซึมผ่านไปยังตำแหน่งสำคัญของเซลล์ เช่น ทำให้สารต้านจุลินทรีย์ไปรบกวนชั้น phospholipid bilayer ของเยื่อหุ้มเซลล์ สูญเสียส่วนประกอบที่อยู่ในเซลล์ ทำลายเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงานและการสังเคราะห์ส่วนประกอบโครงสร้างเซลล์ ยับยั้งสารพันธุกรรมที่อยู่ในเซลล์ นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจากเมล็ดลำไยไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *K. pneumoniae* TISTR 1867 ได้ เมื่อพิจารณาโครงสร้างของ *K. pneumoniae* TISTR 1867 ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่มีส่วนของแคปซูลหนาห่อหุ้มตัวเซลล์เอาไว้ จึงอาจทำให้สารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในสารสกัดจากเมล็ดลำไยไม่สามารถผ่านเข้าไปออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวได้

การศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบด้วยวิธี broth dilution แสดงถึงค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (MBC) เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดลำไยมาทดสอบกับเชื้อทดสอบทั้ง 4 ชนิด คือ *E.coli* ATCC 25922, *B. subtilis* TISTR 1248, *P. aeroginosa* ATCC 27853 และ *S. aureus* ATCC 25923 ซึ่งให้ผลบวกกับการทดสอบด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่า สารสกัด

จากเมล็ดลำไยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. subtilis* TISTR 1248 ได้ดีที่สุดเนื่องจากแสดงค่า MIC และ MBC ต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจากเมล็ดลำไยสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากวิธีในการหาค่า MIC สารสกัดจากเมล็ดลำไยจะสัมผัสกับเชื้อทดสอบโดยตรง ทำให้สารสกัดจากเมล็ดลำไยสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่า เนื่องจากสารสกัดจากเมล็ดลำไยไม่ได้แพร่ผ่านตัวกลางเหมือนวิธี paper disc diffusion ทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในลำไยสามารถเข้ายับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ประสิทธิภาพมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบจะมี outer membrane ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันเซลล์ของแบคทีเรีย ไม่ให้สารเคมีหรือเอนไซม์ (Enzyme) ต่าง ๆ จากภายนอกเข้าไปทำลายเซลล์ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2547; Cock, 2009) ซึ่งชั้นของ outer membrane ที่ซับซ้อนและมีปริมาณโปรตีนและไขมันมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก จึงส่งผลให้แบคทีเรียแกรมลบทนต่อยาต้านจุลชีพได้ดี (Helander et al., 1998) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kalemba และ Kunicka ในปี 2003 ซึ่งมีการรายงานว่า สารต้านจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบประกอบด้วยชั้นผนังเซลล์ และ cytoplasmic membrane ทำให้ cytoplasm เกิดการรั่วและเกิดการจับกลุ่ม (Coagulation) ได้ง่าย

จากการศึกษาความสามารถของน้ำยาล้างจานที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่า น้ำยาล้างจานที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเมล็ดลำไยทั้ง 5 สูตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบได้ ดังนั้น การที่น้ำยาล้างจานสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ อาจเป็นเพราะส่วนประกอบของน้ำยาล้างจานเป็นสารเคมีที่มีสารในการทำความสะอาด ได้แก่ sodium lauryl ether sulfate (SLES) ซึ่งเป็นสารเคมี มีคุณสมบัติเป็นด่าง ช่วยในการชำระล้าง รวมทั้ง linear alkylbenzene sulfonate ที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารขจัดคราบไขมัน เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนช่วยให้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบได้ดี (มูลนิธิกสิกรรม, 2550) อย่างไรก็ตาม น้ำยาล้างจานที่ไม่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเมล็ดลำไยมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีกว่าน้ำยาล้างจานที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเมล็ดลำไย อาจเป็นเพราะเมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดลำไยไปผสมกับสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของน้ำยาล้างจานที่มีความหนืด ทำให้สารสกัดจากเมล็ดลำไยถูกเคลือบหรือห่อหุ้มไว้ หรือลดอัตราการแพร่ของสารออกฤทธิ์ไปยังเชื้อทดสอบ ทำให้ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อเกิดขึ้นน้อยกว่าน้ำยาล้างจานที่ไม่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเมล็ดลำไย นอกจากนี้เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจานที่มีส่วนผสมของสารสกัดเมล็ดลำไยไปทดสอบความพึงพอใจกับอาสาสมัคร พบว่า น้ำยาล้างจานที่ผสมสารสกัดจากเมล็ดลำไยในสูตรที่ 4 ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากส่วนผสมในสูตรนี้มีความหนืดและมีฟองใกล้เคียงกับน้ำยาล้างจานตามท้องตลาด

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและความเป็นไปได้เบื้องต้นในการนำสารหรือผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่เหลือทิ้งจำพวก เปลือกและเมล็ดลำไย มาใช้ให้เกิดประโยชน์และนำมา

ประยุกต์ใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค เช่น *B. subtilis*, *S. aureus*, *E.coli* และ *P. aeroginosa* แม้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจะไม่เท่ากับยาปฏิชีวนะก็ตาม แต่เนื่องจากสารสกัดจากธรรมชาติ หาได้ง่าย ราคาถูก ปลูกเองได้ และมีผลข้างเคียงน้อย (พัชรีญา สมาธิ และคณะ, 2552) รวมทั้งสารสกัดจากเมล็ดลำไยสามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ ดังนั้น ควรมีการนำสารสกัดจากเมล็ดลำไยไปทำการแยกองค์ประกอบทางเคมีเพื่อวิเคราะห์ชนิดของสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อว่าเป็นสารชนิดใด และใช้กลไกใดในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ซึ่งจะนำไปสู่การจำแนกสาระสำคัญที่มีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพ และสามารถนำองค์ความรู้มาพัฒนาผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้นในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียต่อหน่วยเวลาของสารสกัดเมล็ดลำไยที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากสารสำคัญมีความสามารถแพร่ผ่านตัวกลางคืออาหารเลี้ยงเชื้อได้แตกต่างกัน โดยสารที่มีขนาดเล็กจะสามารถเคลื่อนที่ออกมายับยั้งการเจริญของเชื้อได้เร็วกว่าสารที่มีขนาดใหญ่จึงส่งผลให้เชื้อถูกยับยั้งได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้นการทำ time killed curve จึงมีประโยชน์ต่อการกำหนดความเข้มข้นของสารสกัดในผลิตภัณฑ์ กำหนดขนาดยา (Dose) และระยะเวลาการให้ยา (Dose interval) นอกจากนั้นการศึกษาช่วงเวลาที่สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดเป็นอีกแนวทางในการศึกษาการเสริมฤทธิ์ของยาหรือสารสกัดได้อย่างดี (ปวีนา สนธิสมบัติ, 2550) นอกจากนี้ควรมีการศึกษาองค์ประกอบที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในเมล็ดลำไยที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และควรศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในระยะยาว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี