

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาจำแนกได้ดังนี้

1. พืชสมุนไพร
2. อาหารทะเลแปรรูป

1. พืชสมุนไพร

พืชสมุนไพร หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยา ส่วนยาสมุนไพร หมายถึง ยาที่ได้จากส่วนของพืช สัตว์และแร่ ซึ่งยังมีได้ผสมปรุงหรือแปรสภาพ ส่วนการนำมาใช้อาจดัดแปลงรูปลักษณะของสมุนไพรให้ใช้ได้สะดวกขึ้น เช่น นำมาหั่นให้มีขนาดเล็กกลง หรือนำมาบดเป็นผง เป็นต้น (สมภพ ประธานธรรารักษ์ และพร้อมจิต ศรีลัมพ์, 2552)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่บริเวณเขตร้อนชื้น ซึ่งมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสูง ส่งผลให้ประเทศไทยถือว่าเป็นแหล่งทรัพยากรทางด้านชีวภาพที่มีความหลากหลาย ยิ่งไปกว่านั้นประเทศไทยยังมีมรดกทางวัฒนธรรมที่เป็นศาสตร์ที่ล้ำลึกและทรงคุณค่า นั่นคือศาสตร์แห่งการใช้สมุนไพรในการรักษาโรคซึ่งถูกถ่ายทอดมารุ่นแล้วรุ่นเล่า (รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล และคณะ, 2542) ประกอบกับในปัจจุบันการใช้สมุนไพรได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการวิจัยเพื่อมุ่งพัฒนาศักยภาพการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระยะยาว และสามารถผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อส่งออกจำหน่ายต่างประเทศได้อีกด้วย (นิจศิริ รังษีเรือง และธวัชชัย มังคละคุปต์, 2547)

1) สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพร จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1) สารปฐมภูมิ สารชนิดนี้เป็นสารที่พบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงทุกชนิด ซึ่งเป็นสารที่ได้จากกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืช เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เม็ดสี (Pigment) และเกลืออนินทรีย์ (Inorganic salt) เป็นต้น

1.2) สารทุติยภูมิ เป็นสารที่พบได้แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด รวมทั้งมีคุณลักษณะที่จำเพาะและพิเศษแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสาร ยกตัวอย่างเช่น สารประกอบอัลคาลอย (Alkaloid) แอนทราควิโนน (Anthraquinone) และน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) เป็นต้น (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, 2544)

2) ข้อดีของการใช้สมุนไพร

2.1) มีความเป็นพิษต่ำ เนื่องจากสมุนไพรส่วนมากมีฤทธิ์อ่อน ก่อให้เกิดอาการเป็นพิษหรืออาการข้างเคียงได้น้อยกว่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน

2.2) ค่าใช้จ่ายน้อย เพราะสมุนไพรเป็นพืชประจำถิ่นที่หาได้ง่ายและสามารถปลูกได้อย่างง่ายดาย ส่งผลให้สมุนไพรมีราคาที่ถูกกว่ายาแผนปัจจุบันเป็นอย่างมาก

2.3) เป็นที่พึงของคนในชนบทที่ห่างไกล ตามปกติแล้วประชาชนในพื้นที่ชนบทมักเดินทางมารักษาในโรงพยาบาลหรือสถานบริการทางการแพทย์ได้ไม่สะดวกนัก แต่หากมีการใช้สมุนไพรในท้องถิ่นก็จะสามารถรักษาโรคพื้นฐานได้ เช่น อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องผูกและอุจจาระร่วง เป็นต้น

2.4) ปีนการป้องกันการขาดแคลนยาแผนปัจจุบันในสภาวะคับขัน เนื่องจากยาแผนปัจจุบันมักต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ส่งผลให้หากเกิดภาวะขาดแคลนหรือสภาวะสงครามย่อมทำให้การขนส่งเป็นไปได้อย่างย่ำแย่ลำบาก (วันดี กฤษณพันธ์, 2541)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันพืชสมุนไพรหลายชนิดถูกนำมาใช้ในเป็นส่วนประกอบของอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติของอาหาร รวมทั้งยังนิยมนำมาใช้เป็นยารักษาโรคและเป็นสารกันเสียในอาหารอีกด้วย (Shan et al., 2007) โดยสารที่เป็นองค์ประกอบของพืชสมุนไพรที่ได้รับความสนใจในการศึกษาเป็นอย่างมาก คือ สารกลุ่มโพลีฟีนอลซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีกลไกการออกฤทธิ์ที่หลากหลาย โดยสารกลุ่มโพลีฟีนอลที่ถูกนำมาศึกษาถึงฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติด้านต่าง ๆ มากที่สุด คือ แทนนินและฟลาโวนอยด์ (Ahmad and Beg, 2001; Machado et al., 2003; Naz et al., 2007; Shan et al., 2007) จากการศึกษาพบว่าการบริโภคเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของแทนนิน ซึ่งส่วนมากพบในชาสามารถรักษาอาการป่วยได้ (Cowan, 1999) โดยแทนนินเป็นสารประกอบกลุ่มฟีนอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นสารที่พบได้ในพืชหลายชนิด ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ (Machado et al., 2003; Voravuthikunchai et al., 2004) พืชสมุนไพรที่พบสารประกอบชนิดนี้ เช่น ผลเปลือกและรากของทับทิม ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นยาแผนโบราณสำหรับรักษาโรคบิดและโรคอุจจาระร่วง (Ahmad and Beg, 2001; Braga et al., 2005; Voravuthikunchai et al., 2005; Reddy et al., 2007) ในประเทศเยเมนและประเทศต่าง ๆ บนคาบสมุทรอาหรับ นำเปลือกทับทิมที่แห้งมาใช้ในการรักษาอาการอุจจาระร่วง อาการปวดท้องและใช้เป็นยาสมานแผลได้ (Voravuthikunchai et al., 2005)

จากงานวิจัยหลายฉบับได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ดังนี้

พนมพร ภาณุทัต และสาวิตรี วาญญูไพศาล (2543) ศึกษาความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของเครื่องเทศและสมุนไพรไทยจำนวน 19 ชนิด โดยเทคนิค Agar diffusion method พบว่ามีเพียงหัวหอม (*Allium cepa* Linn.) กระเทียม (*Allium sativum* Linn.) พริก (*Capiscum* sp.) หมากรุก (*Areca catechu*) และใบฝรั่ง (*Psidium guajava* Linn.) มีความสามารถในการยับยั้ง *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* เมื่อนำพืชเครื่องเทศและสมุนไพรดังกล่าวทั้งในรูปแบบสารสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์มาศึกษาเพิ่มเติมกับเชื้อแบคทีเรียอีก 5 ชนิด พร้อมทั้งหาค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (Minimum Inhibitory Concentrations; MIC) พบว่าสารสกัดจากหมากรุกและใบฝรั่งมีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดที่แตกต่างจากสารสกัดกระเทียม ค่า MIC ของสารสกัดจากหมากรุกและใบฝรั่งอยู่ระหว่าง 62.5-500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อมาจึงได้ทดสอบการผสมสารสกัดระหว่างกระเทียมกับหมากรุก และกระเทียมกับใบฝรั่ง

เพื่อศึกษาขีดความสามารถในการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์แบคทีเรียที่มีผลยับยั้ง พบว่าสารสกัดผสมมีศักยภาพในการยับยั้งแบคทีเรียได้มากสายพันธุ์ขึ้นและไม่มีผลขัดขวางประสิทธิภาพซึ่งกันและกัน นอกจากนี้สารสกัดใบฝรั่งที่ผ่านความร้อนแล้วยังคงคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย

สุชาติา ไชยสวัสดิ์ และสุรัชย์ แก้วบุญเรือง (2551) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคในสมุนไพรไทย 5 ชนิด ประกอบด้วย พริก (*Capsicum frutescens* Linn.) ใบมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) หอมแดง (*Allium cepa* Linn.) ขิง (*Zingiber officinale* Rose) และขมิ้นขาว (*Curcuma mangga* Valetton & Zijp) ในรูปน้ำคั้นสด (สารสกัดสด) และสารสกัดน้ำมันโดยใช้แอลกอฮอล์สกัด เพื่อนำมาทดสอบเบื้องต้นในการหาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 2 ชนิด คือ *S. aureus* และ *Salmonella typhi* ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด มีศักยภาพสูงในการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่นำมาศึกษา จึงทำการศึกษาต่อโดยนำสารสกัดสดและสารสกัดน้ำมันของสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด มาศึกษาในฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคต่อ *S. aureus* และ *S. typhi* โดยวิธี Agar disc diffusion ผลการศึกษาค้นพบว่า สมุนไพรไทยที่นำมาศึกษาทั้ง 5 ชนิด มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแตกต่างกันโดยสารสกัดสดจากขมิ้นขาวแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* แต่ไม่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. typhi* และสารสกัดสดของพริก ใบมะกรูด ขิงและหอมแดง ไม่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิด ในขณะที่สารสกัดน้ำมันของสมุนไพรทุกชนิดแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* โดยใบมะกรูดและขมิ้นขาวแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อในระดับสูง ในขณะที่สมุนไพรอีก 3 ชนิด แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อในระดับปานกลาง และสารสกัดน้ำมันของสมุนไพรทุกชนิดแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. typhi* ในระดับปานกลาง ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า สารสกัดน้ำมันของสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด มีศักยภาพสูงในการต้านเชื้อก่อโรค 2 ชนิดที่นำมาศึกษา โดยใบมะกรูดและขมิ้นขาวมีศักยภาพสูงในการต้านเชื้อ *S. aureus* ในขณะที่สารสกัดสดของขมิ้นขาวเท่านั้นที่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* ในขณะที่สมุนไพรชนิดอื่นไม่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ โดยพบว่าสารสกัดน้ำมันมีศักยภาพสูงกว่าสารสกัดสด ซึ่งคณะผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษารายละเอียดของสมุนไพรเหล่านี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นยารักษาโรคต่อไปในอนาคต

สุชาติา ไชยสวัสดิ์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาสมุนไพรที่ใช้ในครัวไทย 15 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย ผักชี (*Coriandrum sativa* Linn.) หอมแดง (*Allium cepa* Linn.) ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) ใบมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ผิวมะนาว (*Citrus aurantifolia* Swingle) พริกชี้หนู (*Capsicum frutescens* Linn.) ขมิ้น (*Curcuma longa* Linn.) โหระพา (*Ocimum basilicum* var. *thyrsiflora*) กะเพรา (*Ocimum sanctum* Linn.) มะระขี้นก (*Momordica charantia* Linn.) ผิวมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) มะเขือพวง (*Solanum torvum* Sw.) และลูกยอ (*Morinda citrifolia*) มาคั้นน้ำสดและสกัดน้ำมัน เพื่อทดลองและศึกษาฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ขั้นต้น พบว่าสมุนไพรในครัวไทยที่นำมาศึกษา 6 ชนิดคือ ขิง หอมแดง ข่า ใบมะกรูด ผิวมะนาว และผิวมะกรูด มีศักยภาพสูงในการต้านจุลินทรีย์ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรค จึงนำสมุนไพรทั้ง 6 ชนิด มาทำการศึกษาต่อโดยการนำน้ำคั้นสดและน้ำมันสกัดมาศึกษาฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์เบื้องต้น โดยวิธี Agar diffusion ในเชื้อก่อโรค 3 ชนิด คือ *Bacillus cereus*, *Salmonella typhi* และ *S. aureus* ผลการศึกษพบว่า สมุนไพรเกือบทุกชนิดมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *B. cereus* และ *S. aureus* เฉพาะสารสกัดขิงเท่านั้นที่ไม่แสดงฤทธิ์ต้าน

S. typhi โดยน้ำมันสกัดแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อได้ดีกว่าน้ำมันสด จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าผิวมะกรูดหอมแดงและผิวมะนาวเป็นสมุนไพรในครัวไทยที่ใช้ประกอบอาหารมีศักยภาพสูงในการต้านเชื้อก่อโรค 3 ชนิดที่นำมาศึกษา ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ศึกษาถึงองค์ประกอบหลักและสารสกัดที่เหมาะสมเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเป็นยารักษาโรคต่อไป

พีรพัฒน์ สุพรรณพันธุ์ และคณะ (2553) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชสมุนไพรที่ผลิตเป็นการค้าจำนวน 2 ชนิด คือ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) และกระเทียม (*Allium sativum* Linn.) เปรียบเทียบกับสารสมุนไพรสกัดสดจำนวน 6 ชนิด (ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) กระเทียม (*Allium sativum* Linn.) ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) พริก (*Capsicum frutescens* Linn.) และใบมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.)) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล 99.8% ในอัตราส่วนสมุนไพร 1 มิลลิกรัมต่อเมทานอล 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางเป็น 3 ระดับความเข้มข้น (20, 100 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และนำไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อต่อยาเมทธิซิลลิน (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; MRSA) และ *S. aureus* ที่ไวต่อยาเมทธิซิลลิน (Methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*; MSSA) กลุ่มละ 20 ไอโซเลท ด้วยวิธี Disk diffusion ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดพืชสมุนไพรที่ผลิตเป็นการค้าจากขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเจริญของ MRSA และ MSSA เท่ากับ 10% และ 5% ตามลำดับ จากจำนวน MRSA 20 ไอโซเลทและ MSSA กลุ่มละ 20 ไอโซเลท และสารสกัดพืชสมุนไพรที่ผลิตเป็นการค้าจากกระเทียมและสารสมุนไพรสกัดสดจากขมิ้นชัน กระเทียม ขิง ข่า พริก และใบมะกรูด ไม่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ MRSA และ MSSA ดังนั้นจากผลการศึกษาพบว่าสารสกัดพืชสมุนไพรสำเร็จรูปจากขมิ้นชันมีความสามารถในการยับยั้ง MRSA และ MSSA ได้บางสายพันธุ์

Lopez et al. (2003) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของสารสกัดหยาบของสมุนไพรจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ลูกใต้ใบแห้ง (*Phyllanthus niruri*; DPN) ลูกใต้ใบสด (FPB) และพลูแห้ง (*Piper betle*; DPB) ที่สกัดด้วยเอทานอลในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารจำนวน 3 ชนิด คือ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella derby* และจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* spp., *Saccharomyces cerevisiae* และ *Aspergillus niger* ผลการศึกษาศักยภาพที่เรียกโดยใช้เทคนิค Disc diffusion assay พบว่าสารสกัดพลูแห้ง มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบทุกชนิด ส่วนสารสกัดลูกใต้ใบสดสามารถยับยั้ง *S. aureus* และ *Lactobacillus* spp. ได้ และ *Lactobacillus* spp. เป็นแบคทีเรียที่ยับยั้งได้โดยสารสกัดลูกใต้ใบแห้ง ต่อจากนั้นทำการศึกษาค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (Minimum Inhibitory Concentrations; MIC) ของสารสกัดด้วยวิธี Agar dilution พบว่าสารสกัดลูกใต้ใบแห้งมีค่า MIC อยู่ในช่วง 160-10,240 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) โดยพบว่า *S. cerevisiae* มีความไวมากที่สุดและ *B. subtilis* มีความไวที่น้อยที่สุดต่อสารสกัดลูกใต้ใบแห้ง ทั้งสารสกัดลูกใต้ใบแห้งและสดที่ความเข้มข้นสูงสุดคือ 10,240 ppm ไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบ

Dupont et al. (2006) ได้ทำการศึกษาศักยภาพการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดพืชสมุนไพรในประเทศออสเตรเลียจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ มะนาวเมอร์เทิล (*Backhousia citriodora*) ยี่หว่า

(*Anetholea anisata*) เปลือกมะนาว (*Eucalyptus staigerana*) หมากฝรั่งสตรอเบอร์รี่ (*Eucalyptus olida*) และบุขมิ้นท์ (*Prostanthera incisa*) ที่สกัดด้วยน้ำ เอทานอล และเฮกเซน ต่อแบคทีเรียในอาหารจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhimurium* และ *Staphylococcus aureus* ด้วยเทคนิค Microtitre broth microdilution โดยพบว่าสารสกัดพืชสมุนไพรทุกชนิดที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ยับยั้งต่ำหรือไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้ ยกเว้น *S. aureus* โดยความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* (Minimum Inhibitory Concentrations; MIC) ของสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำของสารสกัดพืชสมุนไพรทุกชนิดมีค่าค่อนข้างสูง (15.6-125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ยกเว้นสารสกัดจากบุขมิ้นท์ นอกจากนี้สารสกัดของพืชสมุนไพรทุกชนิดที่สกัดด้วยเอทานอลและเฮกเซนมีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียที่นำมาทดสอบไม่แตกต่างกัน จากการศึกษพบว่า *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่มีความไวต่อสารที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด โดยมีค่า MIC เท่ากับ 7.8-125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ *E. coli* และ *L. monocytogenes* ให้ผลในทางตรงข้ามกันคือพบว่ามีสารสกัดพืชสมุนไพรเพียง 5 ชนิด จากสารสกัดพืชสมุนไพรทุกชนิดรวมกันจำนวน 15 สารสกัด ที่ยับยั้งเชื้อก่อโรคเหล่านี้ สารสกัดจากสมุนไพรพื้นเมืองของออสเตรเลียที่ใช้ในการศึกษานี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอาหารเพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษาหรือส่งเสริมความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

Weerakkody et al. (2010) รายงานการเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารต้านจุลินทรีย์ระหว่างสารสกัดจากเครื่องเทศและสมุนไพร 4 ชนิดที่ไม่นิยมใช้ ประกอบด้วย โกรรกา (*Garcinia quaesita*) ชิง (*Alpinia galanga*) เปลือกมะนาว (*Eucalyptus staigerana*) และพริกไทยภูเขา (*Tasmannia lanceolata*) และเครื่องเทศและสมุนไพรที่นิยมใช้ 3 ชนิด ได้แก่ พริกไทย (*Piper nigrum*) โรสแมรี่ (*Rosmarinus officinalis*) และออริกาโน (*Oreganum vulgare*) โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ น้ำ เอทานอลและเฮกเซน นำมาทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์กับแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* และ *Staphylococcus aureus* โดยใช้เทคนิค Agar disc diffusion และ Broth dilution assays ผลการทดลองพบว่าตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเครื่องเทศและสมุนไพร ยกเว้นสารสกัดพริกไทย ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งน้อยหรือไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเลย โดยทั่วไปสารสกัดจากเครื่องเทศและสมุนไพรมีประสิทธิภาพในการต้านแบคทีเรียแกรมบวกมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ สารสกัดจากสมุนไพรและเครื่องเทศที่ไม่นิยมใช้มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งแบคทีเรียโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสกัดชิงที่สกัดด้วยเฮกเซนและเอทานอล และสารสกัดเปลือกมะนาวที่สกัดด้วยเอทานอล และน้ำมีฤทธิ์ยับยั้ง *S. aureus* และ/หรือ *L. monocytogenes* ได้ดี นอกจากนั้นค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Minimum Inhibitory Concentrations; MIC) ที่ศึกษาด้วยเทคนิค Broth dilution และค่าบริเวณยับยั้งที่ศึกษาด้วยเทคนิค Disk diffusion ไม่ได้มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก (r^2 อยู่ระหว่าง 0.10-0.70) ดังนั้นจึงเป็นการชี้ให้เห็นว่าการเลือกเพียงหนึ่งวิธีสำหรับการทดสอบสารต้านจุลินทรีย์อาจก่อให้เกิดข้อสรุปที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ยังได้วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากเครื่องเทศและสมุนไพรแต่ละชนิดเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์และระดับของสารกลุ่มฟีนอล ซึ่งพบว่าไม่มีความสัมพันธ์

กัน การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่ไม่นิยมใช้มีศักยภาพในการต้านจุลินทรีย์ต่อแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร การศึกษานี้ได้บ่งชี้ว่าฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ในสมุนไพรและเครื่องเทศบางชนิดอาจเกิดจากสารอื่นที่ไม่ใช่สารกลุ่มฟีนอล

2. อาหารทะเลแปรรูป

อาหารทะเลแปรรูปมีมากมายหลายชนิด อาทิ ปลา กุ้ง หอย ปู หมึกและสาหร่ายทะเล เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันอาหารทะเลเป็นผลิตภัณฑ์อาหารยอดนิยมทั่วโลกเลยทีเดียว นอกจากจะมีรสอร่อยแล้วยังเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ ธาตุอาหารบางอย่างที่สำคัญและจำเป็นสำหรับมนุษย์หาได้เฉพาะในอาหารทะเลเท่านั้น เช่น ธาตุไอโอดีน เป็นต้น (ศรีสมร คงพันธุ์ และมณี สุวรรณผ่อง, 2533) ซึ่งการแปรรูปอาหารทะเลส่วนใหญ่ของคนไทยมักใช้กระบวนการหมักด้วยเกลือและการตากแห้ง ยกตัวอย่างเช่น เยื่อเคยหรือกะปิ อันเป็นเครื่องปรุงรสหลักของสังคมไทย รวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหารทะเลอื่นที่มีลักษณะเค็มและแห้ง ได้แก่ ปลาเค็ม ปลาแห้ง กุ้งแห้ง หอยแห้งและหมึกแห้ง เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ล้วนเป็นสัญลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยวตามชายทะเลของประเทศไทย เช่น ชลบุรีและระยอง เป็นต้น (ชมพู ยิ้มโต, 2550)

แต่อย่างไรก็ตามการบริโภคอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปสามารถก่อให้เกิดโรคได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เกิดจากการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร ยกตัวอย่างเช่น *V. parahaemolyticus* และ *V. cholerae* เป็นต้น โดย *V. parahaemolyticus* เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบอย่างรุนแรงจากการบริโภคอาหารทะเลดิบ โดยจะแสดงอาการหลังการบริโภคอาหารประมาณ 15 ชั่วโมง ในประเทศญี่ปุ่นแบคทีเรียชนิดนี้เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษถึงร้อยละ 50-70 (สุบัณฑิต นิมรรัตน์, 2551; Wittman and Flick, 1995; Munn, 2004) สำหรับ *V. cholerae* เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคอหิวาตกโรค ซึ่งทำให้เกิดโรคเฉพาะคนเท่านั้น โดยผู้ป่วยจะแสดงอาการคลื่นไส้ อาเจียน ถ่ายเหลวจนถึงอุจจาระร่วง ส่งผลให้ร่างกายเกิดสภาวะขาดน้ำและเกลือแร่ (สุบัณฑิต นิมรรัตน์, 2551; Hosseini et al., 2003) โดยไม่นานมานี้สำนักงานป้องกันควบคุมโรค (2551) ได้ตรวจพบผู้ป่วยที่มีอาการของโรคอหิวาตกโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารทะเลที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และจากข้อมูลของสำนักกระบาดวิทยาพบว่า *V. parahaemolyticus* เป็นสาเหตุอันดับ 1 ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษคิดเป็นร้อยละ 56, 56, 58, 60, 61 และ 78 ของผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษทั้งหมดในปี พ.ศ. 2540-2545 ตามลำดับ (ศรีวรรณนา ทัศนายนนท์, 2554)

นอกจากนี้งานวิจัยหลายฉบับได้ทำการศึกษากการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคและแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนี้

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ และคณะ (2532) ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาและเคมีของกุ้งแห้งที่จำหน่ายทั่วไป พบว่ากุ้งแห้งมีจำนวนจุลินทรีย์ปนเปื้อนค่อนข้างสูง มีกลิ่นแอมโมเนียและมีปริมาณรังควัตถุแอสตาแซนทีนต่ำ กุ้งแห้งส่วนใหญ่มีความชื้นค่อนข้างสูงถึง 30% – 50% มีกลิ่นแอมโมเนีย จึงทำให้ค่าความเป็นกรดต่ำสูง มีค่าประมาณ 8.00 – 8.4 มีค่าปริมาณน้ำที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ

ของจุลินทรีย์ในช่วง 0.72 - 0.78 และมีปริมาณเกลือสูงถึง 9% - 13% และจากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด *S. aureus* และเชื้อรามีค่าเท่ากับ 5.00×10^5 , 1.00×10^2 และ 5.00×10 CFU/g ตามลำดับ แต่ไม่พบ *E. coli* และ *Salmonella* sp. ในตัวอย่างกุ้งแห้ง

สินหทัย สมบูรณ์ยิ่ง (2545) ได้ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกหวานปรุงรสที่จำหน่ายในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี จำนวน 4 ตัวอย่าง ในเดือนตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2544 โดยเก็บตัวอย่างจาก 4 ร้าน ร้านละ 10 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด จำนวนเชื้อรา *E. coli* และแบคทีเรียก่อโรค คือ *S. aureus*, *Salmonella* sp. และ *Clostridium perfringens* พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมึกหวานปรุงรสไม่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเลขที่ มอก.972-2533 เนื่องจากมีเชื้อราเกินกำหนด และพบ *E. coli* เกินกำหนด 1 ตัวอย่าง แต่ไม่พบแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าวในตัวอย่าง

สุบัณฑิต นิมรัตน์ และคณะ (2553ก) ศึกษาถึงการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มและแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีในผลิตภัณฑ์หมึกแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีจำนวน 21 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษา (คิดเป็น 100%) โดยอาหารทะเลแห้งที่มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มมากที่สุดคือ หมึกกะตอย มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ $1.97 \pm 0.16 \times 10^9$ CFU/g และพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีจำนวน 3 ตัวอย่าง (คิดเป็น 12.5%) โดยอาหารทะเลแห้งที่มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีมากที่สุดคือ หมึกไข่ มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ $1.70 \pm 0.21 \times 10^4$ CFU/g เมื่อนำมาจำแนกชนิดของแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มในผลิตภัณฑ์หมึกแห้ง พบแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus* มากที่สุด รองลงมาคือ *Micrococcus* และ *Bacillus* ตามลำดับ ส่วนแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีที่จำแนกได้คือ *Proteus*, *Enterobacter* และ *Klebsiella* ดังนั้นควรมีการติดตามตรวจสอบและตระหนักถึงความปลอดภัยของอาหารเป็นระยะ โดยเฉพาะการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอาหารที่บริโภคในแต่ละวันและผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งออก

สุบัณฑิต นิมรัตน์ และคณะ (2553ข) ศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรโทรปในอาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรีจำนวน 29 ตัวอย่าง พบว่าอาหารทะเลแห้งมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรโทรปอยู่ในช่วง $6.00 \pm 2.00 \times 10^2$ ถึง $4.40 \pm 1.22 \times 10^9$ CFU/g โดยพบมากที่สุดในตัวอย่างเป็นหมึกกะตอยแห้ง และพบน้อยที่สุดในตัวอย่างหนวดหมึกซุบน้ำเชื่อม เมื่อนำมาจำแนกชนิดของแบคทีเรีย พบแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus* มากที่สุด รองลงมาคือ *Bacillus* และ *Micrococcus* นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Corynebacterium* spp., *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. ozaenae*, *Listeria* spp. และ *Proteus mirabilis* ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังและตรวจติดตามการปนเปื้อนของแบคทีเรีย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งที่วางจำหน่ายในจังหวัดชลบุรีมีคุณภาพทางจุลินทรีย์มากยิ่งขึ้น

Ayulo et al. (1994) ทำการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาและความปลอดภัยของอาหารทะเลที่จับได้จากบริเวณชายฝั่งของรัฐซานตา คาทารินาและจำหน่ายในเมืองฟลอเรียวโนโปลิส ประเทศบราซิล จากการตรวจคุณภาพปลา *Acoupa blanc* (*Cynoscion leirarchus*) ทั้งที่อยู่ในรูปของปลาสดและแปรรูป กุ้งขาว (*Peneaus paulensis*) หอย (*Anomalocardia brasiliensis*)

หอย Blue mussel (*Mytilus edulis*) และปูม้า (*Callinectes sapidus*) จากตลาดจำนวน 175 ตัวอย่าง จากการศึกษพบว่า ในตัวอย่าง 175 ตัวอย่างตรวจพบ *S. aureus* จำนวน 35 ตัวอย่าง คิดเป็น 20% และจากตัวอย่างเนื้อหอยคิดเป็น 60% และพบว่า *S. aureus* จำนวน 109 สายพันธุ์ มีจำนวน 9 สายพันธุ์ที่ผลิตเอนเทอโรทอกซิน ได้แก่ เอนเทอโรทอกซินเอจำนวน 4 สายพันธุ์ เอนเทอโรทอกซินดีจำนวน 1 สายพันธุ์และเอนเทอโรทอกซินเอบี 4 สายพันธุ์ จากการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าควรมีการจัดการเอาใจใส่ในระหว่างการจัดสัตว์น้ำและหลังการจัดสัตว์น้ำที่ได้ เพื่อลดการปนเปื้อนแบคทีเรียของปลาและอาหารทะเล

Jeyasekaran et al. (2004) ศึกษาการเก็บรักษาปลาบรึม (*Lethrinus miniatus*) โดยใช้ น้ำแข็งแห้ง 20% ร่วมกับน้ำแข็ง 50% พบว่าเป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการเก็บรักษาได้ถึง 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องเติมน้ำแข็งเพิ่ม โดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง 10^4 - 10^7 CFU/g ในขณะที่แบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิต่ำมีปริมาณ 10^2 - 10^4 CFU/g ปริมาณแบคทีเรียแลคติกอยู่ในช่วง 10^1 - 10^2 CFU/g แบคทีเรียที่ผลิตก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ตรวจพบที่เวลา 6 ชั่วโมง โดยมีปริมาณ 10^2 CFU/g แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการเจริญและรีดิวซ์ซัลไฟท์ไม่แสดงแนวโน้มที่สอดคล้องกัน

Immanuel et al. (2006) รายงานว่าปริมาณแบคทีเรียในทางเดินอาหารของกุ้งมังกรที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นในกระบวนการขนส่งมีค่าเท่ากับ 8.12-8.17 Log cfu/ml และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 14 ชั่วโมง ของการขนส่ง โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียมีค่าสูงสุด (6.23%) ใน ชั่วโมงที่ 2 ของการขนส่ง ซึ่งแบคทีเรียที่พบในทางเดินอาหารของกุ้งมังกรตลอดระยะเวลาการขนส่ง ได้แก่ *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus circulans*, *Escherichia coli*, *Photobacterium damsela*, *Flexibacter columnare*, *Micrococcus luteus* และ *Enterobacter aerogenes* ยกเว้น *Corynebacterium xerosis* ที่พบ 12 ชั่วโมงแรกของการขนส่งเท่านั้น

Lalitha and Surendran (2006) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณและชนิดของแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มที่เจริญที่อุณหภูมิปานกลาง และแบคทีเรียที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำในกุ้งก้ามกรามที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น พบว่ากุ้งก้ามกรามมีปริมาณแบคทีเรียดังกล่าวเท่ากับ 4.5-7, 4.3-7.4 และ 3-7.1 Log cfu/g ตามลำดับ โดยแบคทีเรียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 26 วัน ซึ่งแบคทีเรียที่ตรวจพบในกุ้งก้ามกราม ได้แก่ *Aeromonas*, *Shewanella putrefaciens*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Cytophaga*, *Enterococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium* และ *Bacillus*