

## ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบสมุนไพรต่อการยับยั้งการเติบโตของเชื้อไวรัส ในกุ้งกุลาดำ

### Efficacy of Crude Herbal Extracts on Growth Inhibition of *Vibrio* spp. in Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius)

#### คำนำ

แบคทีเรียก่อโรคในกุ้งกุลาดำที่สำคัญได้แก่ *Vibrio parahaemolyticus* และ *Vibrio harveyi* แบคทีเรียเหล่านี้ก่อปัญหาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำต้องพึ่งพาการใช้สารเคมีเช่น สารปฏิชีวนะในการแก้ปัญหา ป้องกัน และรักษาโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย เมื่อใช้สารปฏิชีวนะต่อเนื่องกันนานจะเกิดปัญหาการดื้อยาของแบคทีเรียก่อโรค ทำให้การใช้สารปฏิชีวนะนั้นไม่ได้ผล และต้องการใช้สารในปริมาณเพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งหันไปใช้สารที่ห้ามใช้กับกุ้ง เช่น ยาคลอแรมฟินิคอล และกลุ่มอนุพันธ์ไนโตรฟูแรนส่งผลกระทบต่อเรื่องสารตกค้างในกุ้ง จนเกิดปัญหาในการส่งออก ดังนั้นในปัจจุบันการควบคุมแบคทีเรียก่อโรคจึงมุ่งหาสารควบคุมชีวภาพได้แก่ สารสกัดสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียก่อโรคโดยตรง หรือการใช้กระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งทางเลือกเหล่านี้เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อให้สามารถเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบความสำเร็จควบคู่กับมาตรฐานความปลอดภัยในสินค้าส่งออก กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่งของประเทศไทย เป็นที่นิยมบริโภคของตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศอเมริกา ญี่ปุ่น และกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป กุ้งกุลาดำจึงเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้เข้าประเทศเป็นอันดับหนึ่งของสัตว์น้ำทั้งหมด ประเทศไทยสามารถส่งออกกุ้งกุลาดำเป็นอันดับหนึ่งของโลกติดต่อกันมาตั้งแต่ปี 2532

พืชสมุนไพรและเครื่องเทศเป็นพืชที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งทางด้านยารักษาโรค การปรุงแต่งกลิ่น รสชาติ และสีของอาหาร และเครื่องดื่ม อีกทั้งยังเป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอาง น้ำหอม ปัจจุบันสมุนไพรที่มีสมบัติด้านการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งในคนและสัตว์ซึ่งเริ่มได้รับความนิยมกันมากขึ้น เนื่องจากมีราคาถูกและมีผลข้างเคียงน้อยกว่า เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติ (วิจิตร, 2536) เช่น การใช้ใบฝรั่งรักษาโรคท้องร่วง กระเพราใช้รักษาโรคท้องร่วง วัณโรค ท้องอืด และบอระเพ็ด ใช้รักษาโรคไข้จับสั่น แผลหนอง รวมทั้งฝี เป็นต้น (นันทนา, 2535)

นอกจากสมุนไพรจะสามารถรักษาโรคในคนแล้ว ยังมีการทดลองใช้สมุนไพรทดแทนสารปฏิชีวนะรักษาโรคสัตว์น้ำด้วย โดยเฉพาะการรักษาโรคกุ้งกุลาดำ มีการศึกษาผลของสมุนไพรในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น สารสกัดหยาบจากสมุนไพรมีฤทธิ์ในการยับยั้ง *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhi, *S. Enteritidis*, *S. Para A*, *S. Typhimurium* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ในกุ้งกุลาดำแช่แข็ง (หยาดรุ้ง, 2544) หรือสารสกัดจากมะระขี้นกและใบฝรั่งมีความสามารถในการยับยั้งการเติบโตของ *Vibrio* spp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งกุลาดำ (สถาพร และคณะ, 2539)

การใช้สมุนไพรทดแทนยาปฏิชีวนะในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงเป็นเรื่องที่น่าจะเป็นไปได้อย่างยิ่ง โดยเฉพาะในธุรกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งต้องใช้พื้นที่ชายทะเลที่เต็มไปด้วยการปนเปื้อนของ *Vibrio* spp. และเชื้อก่อโรคอื่นๆ ซึ่งอาจจะเป็นแนวทางในการช่วยลดปัญหาการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและยังลดปัญหาการขาดดุลการค้ากับต่างประเทศที่เป็นผู้ผลิตยาปฏิชีวนะได้อีกวิธีหนึ่งด้วย หรือเป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อให้สามารถเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบผลสำเร็จควบคู่กับมาตรฐานความปลอดภัยของสินค้าส่งออก ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสารสกัดของพืชสมุนไพรหลายชนิดมีสมบัติยับยั้ง *Vibrio* spp. โดยวิธี well assay และให้ค่าบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) เป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นจึงเห็นว่าพืชสมุนไพรไทยมีศักยภาพด้านการยับยั้งโรคกุ้งและมีความจำเป็นที่ควรจะศึกษาเพื่อคัดเลือกพืชสมุนไพรไทยและชนิดของสารออกฤทธิ์สำคัญในพืชสมุนไพรนั้น และทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*in vivo*) ในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการใช้ในการทดสอบระดับภาคสนามต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งการเติบโตของ *Vibrio* spp.
2. เพื่อค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดสมุนไพรที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ *Vibrio* spp.
3. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารจากสมุนไพร
4. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดสมุนไพรกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระดับการทดลอง

## การตรวจเอกสาร

### 1. กุ้งกุลาดำ ( *Penaeus monodon* Fabricius )

กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทะเลที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในน่านน้ำเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีลำตัวเกลี้ยง (glabrous) เปลือกหุ้มมีหนามที่บริเวณหัวและตับ (antennal and hepatic spines) สันบริเวณลำตัว (hepatic carina) เป็นเส้นตรงอยู่ในแนวราบ กริมี่ฟันด้านบน 7-8 ซี่ ด้านล่าง 3 ซี่ ลำตัวค่อนข้างแดง และมีแถบสีเข้มพาดขวางขาวายน้ำสีน้ำตาลปนน้ำเงิน มีขนรอบๆ สีแดง ถ้าอยู่ในบริเวณน้ำกร่อยหรือในบ่อเลี้ยงสีตัวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม บางครั้งเกือบดำ (Motoh, 1989)

กุ้งกุลาดำมีชื่อสามัญว่า Black tiger shrimp และชื่อวิทยาศาสตร์ *Penaeus monodon* ลักษณะทั่วไปของกุ้งกุลาดำได้แก่ ลำตัวเป็นข้อปล้องทั้งหมดมี 19 ปล้อง แต่ละปล้องมีระยางค์ 1 คู่ ลำตัวของกุ้งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ หัว ออก และลำตัว ส่วนหัวมีปล้องมีระยางค์ 5 คู่ สองคู่แรกเป็นหมวดใช้ในการสัมผัส ระยางค์คู่ที่สามคือ แมนดิเบิล (mandible) ทำหน้าที่ในการขบเคี้ยวอาหาร ส่วนคู่ที่สี่และคู่ที่ห้า เรียกว่าแมกซิลลา (maxilla) มีหน้าที่ช่วยในการกินอาหาร ส่วนอกมี 8 ปล้อง ได้แก่ ปล้องที่ 6-13 มีระยางค์ 8 คู่ ระยางค์สามคู่แรก (ระยางค์คู่ที่ 6, 7 และ 8) เรียกว่าแมกซิลลิเป็ด (maxilliped) มีหน้าที่ช่วยในการกินอาหาร ระยางค์คู่ที่ 9, 10 และ 11 มีลักษณะเป็นก้าม ระยางค์สามคู่นี้ทำหน้าที่ในการจับอาหารเข้าปากหรือป้องกันตัวเมื่อมีภัย ส่วนระยางค์คู่ที่ 12 และ 13 ใช้เป็นขาสำหรับเดินเคลื่อนไหวยและทำความสะอาดลำตัว ส่วนลำตัวมี 6 ปล้องมีระยางค์ 6 คู่ ระยางค์คู่ที่ 14, 15, 16, 17 และ 18 มีลักษณะคล้ายใบพาย ใช้สำหรับว่ายน้ำ ระยางค์คู่ที่ 19 หรือหางประกอบด้วยแพนหางและหางรูปใบพัดยกขึ้นลงได้ (บรรจง, 2521)

### ถิ่นอาศัย

ได้แก่ น่านน้ำแถบใต้หวัน ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ พบมากที่ออสเตรเลีย อินเดีย ชอบอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำลึกห่างจากชายฝั่ง ชอบพื้นที่เป็นดินทราย ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี โดยเฉพาะบริเวณที่มีความเค็มต่ำ เช่น ป่าชายเลน

## อนุกรมวิธานของกุ้งกุลาดำ (SEAFDEC, 1988)

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Order Decapoda

Suborder Natantia

Infraorder Penaeoidea

Family Penaeidae Rafinesque, 1815

Genus *Penaeus* Fabricius, 1798

Subgenus *Penaeus*

Species *monodon*

## วงชีพของกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำมีอายุประมาณ 12-18 เดือน วางไข่ในทะเลลึกประมาณ 15-30 เมตร ใกล้พื้นท้องทะเล ผสมพันธุ์ในเวลากลางคืน โดยตัวผู้จะปล่อยน้ำเชื้อเก็บไว้ในถุงเก็บน้ำเชื้อของกุ้งตัวเมียเพื่อรอโอกาสผสมกับไข่ ไข่แก่และสุกเต็มที่จะถูกขับออกมาทางช่องเปิดตรงโคนขาคู่ที่ 3 และผสมกับน้ำเชื้อตัวผู้ซึ่งไหลออกจากถุงเก็บน้ำเชื้อทางรูเปิดเล็กๆ ที่บริเวณขาเดินคู่ที่ 4 ของตัวเมีย ไข่กุ้งกุลาดำมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.25 มิลลิเมตร โดยทั่วไปจะจมอยู่ตามพื้นที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส ไข่ที่ผสมแล้วจะเจริญและฟักเป็นตัว ภายในเวลา 15 ชั่วโมง กุ้งกุลาดำวัยอ่อนจะอาศัยและเจริญเติบโตตามบริเวณชายฝั่ง จนกระทั่งโตเต็มวัยก็จะกลับสู่ทะเลเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป (บรรจง, 2521)

## การลอกคราบ

กุ้งกุลาดำต้องลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต การลอกคราบของกุ้งกุลาดำแต่ละครั้งอยู่ภายใต้การควบคุมของประสาทส่วนกลางและฮอร์โมนที่ Y-organ (ประจวบ, 2533) การลอกคราบขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างเช่น วัย อาหาร อุณหภูมิ โดยทั่วไปกุ้งจะลอกคราบช้าลงเมื่อมีอายุมากขึ้น กุ้ง

กุลาดำขนาด 50-75 กรัม ตัวเมียจะลอกคราบทุกๆ 18-21 วัน ส่วนตัวผู้จะลอกคราบทุกระยะ 23-30 วัน (บรรจง, 2521)

### วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกุ้งกุลาดำ

1. ระยะ nauplius เป็นลูกกุ้งที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ มีขนาดเล็กมาก (0.27-0.31 มิลลิเมตร) เปลี่ยนแปลงรูปร่าง 6 ครั้ง ภายใน 40-50 ชั่วโมง (โดยการลอกคราบ) ซึ่งจะถือเป็นระยะ N1-N6 เคลื่อนไหวโดยใช้ระยางค์ (antennal propulsion) ระยะยังไม่กินอาหารแต่ได้อาหารจากถุงอาหารที่ติดตัวมา ลูกกุ้งระยะนี้มักจะจมอยู่ที่พื้น

2. ระยะ Zoea ลูกกุ้งมีลำตัวยาวขึ้น หัวโต ค่อยๆ ลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำและเริ่มกินอาหาร ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชเล็กๆ มีการลอกคราบ 3 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน ซึ่งถือเป็นระยะ Z1-Z3 เคลื่อนไหวโดยใช้ระยางค์และส่วนอก (antennal and thoracic propulsion) มีอวัยวะภายในที่เจริญขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ตับและตับอ่อน (hepatopancreas) และหัวใจ (heart) ส่วนอวัยวะภายนอกจะเห็นกริยื่นแหลม ตาจะยาวขึ้นเปลือกคลุมหัวออกมา มีก้านตายาว มี maxillipeds ครบทั้ง 3 อัน และเจริญเต็มที่

3. ระยะ Mysis ระยะนี้มีการพัฒนารูปร่างและระยางค์ต่างๆ จนมีลักษณะคล้ายพ่อแม่ มองเห็นส่วนหัวและท้องแยกกันได้ชัด หนวดคู่แรกมีการแบ่งปล้องชัดเจน และที่ส่วนปลายจะแยกออกเป็น 2 เส้น มีการลอกคราบ 3 ครั้ง ในช่วงระยะเวลา 5-7 วัน ซึ่งถือเป็นระยะ M1-M3 มีปล้องท้อง 6 ปล้อง ขาดินเริ่มมีข้อปล้องชัดเจน มองเห็นขาว่ายน้ำ เริ่มกินอาหารที่เป็นพวกแพลงก์ตอนสัตว์

4. ระยะ Postlarva เป็นระยะตัวอ่อนขั้นสุดท้าย ลูกกุ้งระยะนี้จะมีขาเดิน 3 คู่แรกมองเห็นเป็นก้ามชัดเจน หางแคบเข้า ลำตัวใส มีเส้นสีน้ำตาลพาดยาวจากบริเวณหนวดถึงหาง ปล้องท้องปล้องที่ 6 (Sixth abdominal segment) จะยาวกว่าปล้องหัว (carapace) เล็กน้อย มีระยางค์ครบเหมือนกุ้งเต็มวัย ลูกกุ้งระยะ Postlarva จะมีวิวัฒนาการแบ่งได้ 25 ระยะ ใช้เวลา 25 วัน อาศัยบริเวณป่าชายเลน อีกประมาณ 3-4 เดือน ก็เป็นกุ้งวัยอ่อน เมื่ออายุได้ประมาณ 6 เดือน ก็จะอพยพลงทะเลเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป

## 2. *Vibrio* spp.

*Vibrio* spp. จัดอยู่ในครอบครัว (family) Vibrionaceae (Buamann *et al.*, 1971) ซึ่งมีหลายสายพันธุ์ (strain) และหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคทั้งในคนและสัตว์ทะเล โดยเฉพาะโรค bacterial septicemia ในกุ้งกุลาดำของประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Anderson *et al.*, 1988) *Vibrio* spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีโครงสร้างของ DNA ประกอบด้วย Guanine และ Cytosine 38-51 เปอร์เซ็นต์ มีรูปร่างเป็นท่อนโค้ง (curved rods) หรือตรงขนาด  $0.3-0.5 \times 1.4-2.6$  ไมโครเมตร (Ingis *et al.*, 1993) เคลื่อนตัวด้วยแส้เพียงหนึ่งเส้น (polar flagellum) แส้มีถุงหุ้มอีกชั้น (sheathed flagella) ไม่สร้างสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดและไม่สร้างสปอร์ (ขจร และคณะ, 2536) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ คือ 18-37 องศาเซลเซียส สามารถเจริญได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไปที่มีการเติมเกลือ 1.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ (ชลอ, 2528) แต่ลักษณะโคโลนีที่เห็นไม่แตกต่างจากแบคทีเรียกลุ่มอื่น ทำให้ยากในการจำแนกชนิด จึงมีอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะ (selective media) ของแบคทีเรียในน้ำ (aquatic bacteria) คือ อาหารแข็ง Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose (TCBS) ซึ่งจะแยกลักษณะโคโลนีได้หลังจากเพาะเลี้ยงบน TCBS เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ที่ 35 องศาเซลเซียส กลุ่ม *Vibrio* spp. ที่สามารถใช้น้ำตาลซูโครสได้จะมีโคโลนีขนาดปานกลาง ขอบเรียบ ทึบแสง ขอบโคโลนีเห็นเป็นสีเหลืองบน TCBS agar ส่วนกลุ่มที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลซูโครสจะให้โคโลนีสีเขียวมะกอก (olive-green) (นันทนะ, 2537) *Vibrio* spp. เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) และสามารถใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารและให้พลังงาน (chemoorganotrophs) ไวต่อสารประกอบ vibriostat 2,4-diamino-6, 7-diisopropyl pteridine phosphate (0/129) และ novobiocin ให้ผลบวกต่อปฏิกิริยาออกซิเดส ในการใช้น้ำตาลกลูโคสให้กรด และส่วนใหญ่ไม่ให้อำนาจ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนไนเตรดได้อีกด้วย (Ingis *et al.*, 1993)

*Vibrio* spp. เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในน้ำกร่อย หรือบริเวณแหล่งน้ำที่มีค่าความเค็มช่วงกว้าง ดังนั้นจึงสามารถพบ *Vibrio* spp. ในบ่อเลี้ยงกุ้ง เพ็ญศรีและโสภณ (2540) ได้ทำการศึกษาปริมาณแบคทีเรียรวมและ *Vibrio* spp. รวมในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา และในคลองธรรมชาติ บริเวณที่มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างหนาแน่นในจังหวัดสตูล พบว่ามีปริมาณ *Vibrio* spp. ในบ่อเลี้ยงกุ้งและในคลองธรรมชาติอยู่ระหว่าง  $1.09 \times 10^2 - 5.5 \times 10^3$  cfu/ml (ลิลา และคณะ, 2539) นอกจากนี้ยังพบว่า การเลี้ยงกุ้งที่มี *Vibrio* spp. ตั้งแต่  $10^3$  cfu/ml ขึ้นไป มักจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กุ้งเกิดโรค ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำในบ่อ เนื่องจาก *Vibrio* spp. เป็นแบคทีเรียแบบฉวยโอกาส

(opportunistic bacteria) (ชลอ, 2530) ถ้าคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมและการเลี้ยงที่หนาแน่นเกินไป ทำให้กุ้งเกิดความเครียดส่งผลให้กุ้งไม่แข็งแรง *Vibrio* spp. ก็จะฉวยโอกาสเข้าทำอันตรายกุ้ง เป็นผลให้กุ้งป่วยและตายได้ ลักษณะเช่นนี้เป็นการเกิดโรคแบบทุติยภูมิ (secondary infection) โดยมีปัจจัยเสริมในการเกิดโรค คือเชื้อจะต้องมีความรุนแรงต่อกุ้งและขึ้นกับชนิดของเชื้อด้วย *Vibrio* spp. บางสายพันธุ์จะทำให้เกิดโรคต่อเมื่อกุ้งเครียดหรืออ่อนแอมากจากลักษณะการติดโรคแบบทุติยภูมินี้เป็นสาเหตุให้กุ้งมีอัตราการตายอย่างรุนแรง (Liao *et al.*, 1992) ผลการสำรวจชนิดของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณอ่าวไทย ในช่วงปี ค.ศ. 1988-1990 พบว่า กุ้งที่เป็นโรคมิสาเหตุมาจาก *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. damsela*, *V. alginolyticus* และแบคทีเรียชนิดอื่น (Nash *et al.*, 1992) แต่จากผลการศึกษาของ Ruangpan (1995) ที่ทำการศึกษาเรื่องเดียวกันในประเทศไทย พบอีก 4 ชนิด คือ *V. harveyi*, *V. fluvialis* biovar I, *V. cholerae* non 01 และ *V. fischeri* เช่นเดียวกับ วารินทร์ และคณะ (2537) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียฟลอราของลูกกุ้งกุลาดำระยะ nauplius V-VI ถึง post larva II กับแบคทีเรียฟลอราของน้ำในบ่ออนุบาลและอาหารก็พบว่าแบคทีเรียที่ถูกตรวจพบจากภายนอกและภายในของลูกกุ้งเกือบทั้งหมดอยู่ในสกุล *Vibrio*

#### ชนิดของ *Vibrio* spp. ที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งกุลาดำ

1. *Vibrio anguillarum* มีรูปร่างเป็นแท่งตรงหรือโค้ง ขนาด  $0.5 \times 1.0 - 2.0$  ไมโครเมตร ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ด้วยเส้น 1 เส้น ไม่สร้างกรดและไม่สร้างสารสี เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไปที่มีเกลือ 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ (Egusa, 1992) เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในปลาชนิดแรกที่สามารถแยกได้ภายในห้องปฏิบัติการ โดยแยกได้จากปลาไหล ในปี ค.ศ. 1974 และยังเป็นแบคทีเรียชนิดแรกที่ได้ระบุชื่อลงไปใน The European Literature อีกด้วย (Frerichs and Millar, 1993) *V. anguillarum* เป็นแบคทีเรียที่ทำให้ปลาทะเลและปลาน้ำกร่อยทั่วไปเป็นโรค โดยเฉพาะแหล่งที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและในทะเล ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปลาเป็นโรคไวรัสโอซิส (vibriosis) ถ้ามีอยู่ในตัวปลาหรือรอบๆ ตัวปลาในไม่ช้าจะทำให้เกิดโรคได้

2. *Vibrio parahaemolyticus* มีลักษณะเป็นโคโลนีสีเขียวยาวแท่งสั้น (short rod) ดิคลีแกรมลบ เคลื่อนที่ได้ ออกซิเดสเป็นบวกสามารถเจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีอากาศ เจริญได้ในระดับความเข้มข้นของเกลือตั้งแต่ 3-10 เปอร์เซ็นต์ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Broth (TSB) ที่มีค่า pH ระหว่าง 5-11 แต่ที่ pH 7.2 เหมาะที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต

(สถาพรและอุษณีย์, 2535) และการศึกษาของเกรียงศักดิ์และคณะ (2524 ก) พบว่าการแพร่กระจายของเชื้อนี้ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนของทะเลอันดามัน เชื่อมีการแพร่กระจายทั่วไปตามแนวชายฝั่งของบริเวณที่ศึกษา โดยเฉพาะในตะกอนดิน และยังพบทั่วไปตามธรรมชาติจากน้ำทะเล และสัตว์ทะเล เช่น กุ้ง หอย ปู นอกจากนี้ Escartan and Sinolinding (1996) ได้ทำการศึกษาโรค vibriosis ในกุ้งกุลาดำในบ่อเลี้ยง พบว่า *V. parahaemolyticus* เป็นชนิดที่พบมากที่สุดถึง 82.9 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Ruangpan and Kitao (1991) ที่พบว่ากุ้งที่เป็นโรค 204 ตัวอย่างนั้นสามารถแยกเชื้อได้เป็น *Vibrio* spp. 83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วย *V. parahaemolyticus* 47 เปอร์เซ็นต์ และ *V. vulnificus* 36 เปอร์เซ็นต์ และจากการแยกเชื้อ vibrio จากตับและตับอ่อนของกุ้งกุลาดำที่ป่วยเป็นโรคจากฟาร์มกุ้งทั่วประเทศ พบว่าเป็น *V. parahaemolyticus* มากที่สุดคือ 27.03 เปอร์เซ็นต์ (อมรชัย, 2536) นอกจากนี้ *V. parahaemolyticus* ยังก่อให้เกิดการตายอย่างสูงใน brown shrimp ที่จับได้ในอ่าว Galveston อีกด้วย (Sinderman, 1977) ผลการศึกษาของเกรียงศักดิ์และคณะ (2522) ยังได้รายงานว่า จากอาหารทะเล 276 ตัวอย่าง พบ *V. parahaemolyticus* 8.28 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS พบเชื้อคิดเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ จากอาหารทะเล 110 ตัวอย่าง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Leistner และ 35 เปอร์เซ็นต์ จากอาหารทะเล 106 ตัวอย่าง โดยใช้อาหารเลี้ยง Sakazaki ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Leangtongkum *et al.* (1983) ที่พบว่า *V. parahaemolyticus* เป็นชนิดเด่น (dominant species) จากการสุ่มตัวอย่าง 52 ตัวอย่างจากกุ้ง ปลา หมึก และปู เช่นเดียวกับการพบ *V. parahaemolyticus* ในหอย 4 ชนิด คือ หอยลาย หอยแครง หอยกะพง และหอยแมลงภู่ (เกรียงศักดิ์และคณะ, 2524 ข) นอกจากนี้ *V. parahaemolyticus* ยังเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดโรคท้องร่วงในคน ซึ่งโรคติดเชื้อชนิดนี้จะพบได้ตลอดปี สามารถตรวจพบเชื้อชนิดนี้ในหอยมากกว่าสัตว์ทะเลชนิดอื่น (ชลอ, 2528)

3. *Vibrio harveyi* เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างเป็นแท่งสั้น เคลื่อนไหวด้วย polar flagellum ผลิตเอนไซม์ catalase, cytochrome oxidase, amylase, gelatinase, lipase และสามารถย่อย lysis และ ornithine แต่ไม่สามารถย่อย arginine ให้กรดจากการใช้เซลล์ไฮโปโอส กลูโคส ซูโครส ทรีฮาโลส ฟรุคโตส, มอลโตส, ราฟฟิโนส และกาแลคโตส แต่ไม่ให้กรดจากการใช้ อะราบินโนส อินโนซิทอล และแลคโตส สามารถเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถเติบโตที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และสามารถเติบโตในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ 1.6 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีความไวต่อ Vibriostatic agent (0/129) (Austin and Austin, 1993) *V. harveyi* จะมีปะปนในน้ำทะเล แต่ถ้ามีอยู่ในปริมาณสูงจะสามารถก่อให้เกิดโรคกุ้งเรืองแสงหรือโรคเพชรพลอย เมื่อเกิดโรคนี้ ลูกกุ้งจะอ่อนแอไม่ว่ายน้ำ ไม่กินอาหาร ตัวขุนขาว จะสังเกตลูกกุ้งในเวลากลางคืนที่

มีคตินิทไม่มีแสง จะเห็นแสงสีเขียวลอยขึ้นลงตามการเคลื่อนไหวของน้ำ ซึ่งเป็นลูกกุ้งที่ตายและใกล้ตาย เมื่อนำกุ้งเรืองแสงมาเขี่ยลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MSWC หรือ LM บ่มไว้ประมาณ 12-18 ชั่วโมง จะมีกลุ่มแบคทีเรียเรืองแสงขึ้นบนอาหารนั้น (ลิลา, 2529) โรคเรืองแสงทำอันตรายต่อกุ้งเศรษฐกิจ จำพวกกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguensis*) กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) และกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ในช่วงลูกกุ้งวัยอ่อนระยะ nauplius จะมีความไวมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะ mysis และ post larva จะมีความทนทานดีกว่า (ปภาศิริ, 2538) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของคารุณี และคณะ (2530) สำหรับแหล่งที่พบ *V. harveyi* ในตัวกุ้งมากที่สุดได้แก่บริเวณ midgut ที่อยู่ในตัวแม่กุ้ง ซึ่งมันจะหลุดออกมาพร้อมกับไข่ ในระหว่างที่มีการผสมพันธุ์วางไข่ (Lavilla – Pitogo *et al.*, 1992) Abraham and Manley (1995) ยังได้รายงานถึงการติด *V. harveyi* ของกุ้งขาวลายเสือ (*P. indicus*) ในประเทศอินเดีย ส่วนในกุ้งมัลลาย (*P. japonicus*) ก็พบการติดเชื้อเช่นกันในประเทศไต้หวัน (Liu *et al.*, 1996) สำหรับประเทศไทยมีรายงานการตรวจพบการติด *V. harveyi* ครั้งแรกในระยะ nauplius ของกุ้งแชบ๊วย (*P. merguensis*) (คารุณี และคณะ, 2530)

4. *Vibrio vulnificus* เป็นแบคทีเรียดิสแกรมลบ รูปร่างเป็นแท่งสั้น เคลื่อนที่ได้ด้วยเส้นสร้างสารสีเขียวบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS อุณหภูมิที่เหมาะสม 30-35 องศาเซลเซียส ความเค็ม 10-20 ppm สามารถเจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเกลือ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์ catalase, cytochrome oxidase, orthonitrophenyl galactocidase, lysine decarboxylase, decarboxylase tryptophane desaminase และ gelatinase ไม่ผลิตเอนไซม์ arginine dehydrogenase และ urease สามารถใช้น้ำตาลกลูโคส แมนนิทอล และ amygdalin ไม่ใช้น้ำตาล อินโนซิทอล แรมโนส ซูโครส มีลาบินอส และอะราบินอส ไม่สามารถเปลี่ยนไนไตรท์ ( $\text{NO}_2^-$ ) เป็น ไนเตรท ( $\text{NO}_3^-$ ) ได้ DNA ประกอบด้วย guanine และ cytosine 45.7 – 47.8 เปอร์เซ็นต์ (Austin and Austin, 1993)

*V. vulnificus* สามารถพบได้ทั่วไปในทะเลและบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะบริเวณฝั่งของอ่าว นอกจากนี้ ยังพบว่ามีความสูงในหอยนางรมที่อาศัยอยู่ในบริเวณเหล่านี้ด้วย (Tamplin and Capers, 1992) Smith and Markel (1982) ยังพบว่า *V. vulnificus* นั้น สามารถสร้างเอนไซม์ collagenase มาสลายคอลลาเจน (collagen) ได้ ดังนั้นการที่เชื้อสามารถแทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อได้อาจเนื่องมาจากฤทธิ์ของเอนไซม์ collagenase ที่ย่อยสลายคอลลาเจนในเนื้อเยื่อ ทำให้เห็นลักษณะเป็นเส้นฝงในกล้ามเนื้อกุ้ง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานที่พบในประเทศไทย โดยชลอ (2531) พบโรคเส้นดำในกุ้งขนาดใหญ่ก่อนจับขาย โดยมีสาเหตุมาจาก *V. vulnificus* เช่นกัน การพบโรคนี้นักพบ

ในช่วงฤดูฝน ทำให้น้ำในนาุ้งมีสภาพค่อนข้างจัด ทั้งสภาพการเลี้ยงที่หนาแน่น โดยมักพบโรคในบ่อเลี้ยงที่มีความเค็มต่ำกว่า 10 ppt

5. *Vibrio damsela* เป็น facultative anaerobic bacteria ย้อมติดสีแกรมลบ เคลื่อนที่ได้เล็กน้อย สามารถเจริญได้อาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการผสมโซเดียมคลอไรด์ 1-6 เปอร์เซ็นต์ สร้างกรดจาก D-glucose แต่ไม่สร้างจาก D-adonitol, cellobiose, dulcitol, erythritol, melibiose, raffinose, L-rhamnose, D-sorbitol, trehalose หรือ D-xylose DNA ประกอบด้วย guanine และ cytosine 43 เปอร์เซ็นต์ (Austin and Austin, 1993) Renault *et al.* (1994) รายงานว่าพบ *V. damsela* ซึ่งเป็นสาเหตุการตายของปลากะพงขาวที่มีการเพาะเลี้ยงในตาฮิติ (Tahiti) เป็นครั้งแรก และยังสามารถแยก *V. damsela* ได้จากฟาร์มปลา rainbow trout ในเดนมาร์กเป็นครั้งแรก (Pedersen *et al.*, 1997)

6. *Vibrio alginolyticus* มีรูปร่างเป็นแท่งตรงหรือโค้ง เป็นแบคทีเรียแกรมลบพบในตัวอย่างกุ้งแช่บ๊วย (*Penaeus indicus*) จากบ่อเลี้ยงในบริเวณใกล้ๆ Tuticorin ของอินเดียที่เกิดโรคระบาดในช่วงเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 1992 นั้น พบว่า *V. alginolyticus* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรคระบาดในครั้งนี้ (Abraham and Shanmugan, 1996) ในช่วงฤดูร้อนปี ค.ศ. 1993 ที่ประเทศอิหร่าน ได้เกิดโรค white spotted syndrome (WSS) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการตายของกุ้งมัลลาย ที่เลี้ยงอยู่เป็นจำนวนมาก จากการตรวจสอบพบว่า *V. alginolyticus* มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย (Lee *et al.*, 1996 a) เช่นเดียวกับใน ปี ค.ศ. 1994 ประเทศอิหร่านก็พบลักษณะเช่นเดียวกันนี้กับกุ้งกุลาดำ (Lee *et al.*, 1996 b) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Karunasagar *et al.* (1998) ที่พบ *V. alginolyticus* ในกุ้งกุลาดำ ที่เลี้ยงบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของอินเดียในระหว่างกลางปี ค.ศ. 1994 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการระบาดของโรค White spot ด้วย นอกจากนี้ จากการตรวจสอบตัวอย่างอาหารทะเลและปลา 330 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นอาหารสด 149 ตัวอย่าง และอาหารที่ผ่านกรรมวิธีการประกอบอาหารแล้ว 181 ตัวอย่าง ในระหว่างเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 1994 และมีนาคม ปี ค.ศ. 1996 ที่ประเทศเยอรมัน ก็สามารถตรวจพบ *V. alginolyticus* ในตัวอย่างด้วยเช่นกัน (Janssen, 1996)

### 3. สารประกอบในพืชสมุนไพร

สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพร จำแนกได้เป็น 2 พวกหลักได้แก่ สารเมแทบอลิไต์ปฐมภูมิ (primary metabolite) และ สารเมแทบอลิไต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite)

- สารเมแทบอลิไต์ปฐมภูมิ (primary metabolite) เป็นสารที่มีอยู่ในพืชชั้นสูงทั่วไป พบในพืชทุกชนิด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เม็ดสี (pigment) และเกลืออนินทรีย์ (inorganic salt) เป็นต้น

- สารเมแทบอลิไต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) เป็นสารประกอบที่มีลักษณะค่อนข้างพิเศษ พบต่างกันในพืชแต่ละชนิด คาดหมายว่าเกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ที่มีเอนไซม์ (enzyme) เข้าร่วม สารประกอบประเภทนี้มีอัลคาลอยด์ (alkaloid) แอนทราควิโนน (anthraquinone) น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นต้น ส่วนใหญ่พวกสารเมแทบอลิไต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) จะมีสรรพคุณทางยา จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าสารเมแทบอลิไต์ปฐมภูมิ (primary metabolite) บางตัวก็ออกฤทธิ์ในการรักษาโรคได้เช่นกัน และยังมีข้อสังเกตอีกว่า สารประกอบที่มีฤทธิ์ทางยาในพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง อาจมีใช้เพียงตัวเดียว อาจมีหลายตัวก็ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจถ่องแท้ จึงจะสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ทางยามาใช้ได้

สารประกอบในพืชสมุนไพรมีมากมายหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวถึงบางส่วนที่สำคัญเท่านั้น

#### 3.1 คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โดยไฮโดรเจนและออกซิเจนมักจะพบในสัดส่วน 2:1 เป็นกลุ่มสารที่พบได้ทั้งในพืชและสัตว์ คาร์โบไฮเดรตในพืชสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงและเก็บสะสมไว้ ซึ่งจะถูกนำมาใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ คาร์โบไฮเดรตและอนุพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตที่นำมาใช้ประโยชน์ในทางเภสัชกรรม (รัตน, 2547) เช่น

- แป้งใช้เป็นสารช่วยเพิ่มปริมาณและสารช่วยการแตกตัวยาเม็ด (disintegrating agent)
- กัมอะคาเซียและกัมทรากาคานซ์ เป็นสารที่ต้นไม้อั้วสร้างขึ้นเมื่อได้รับอันตรายหรือเป็นผลจากต้นอะคาเซีย และต้นแอสตรากาลุส อะคาเซียใช้เป็นสารช่วยแขวนตะกอน สารช่วยยึดเกาะในยาเม็ด ทำให้ชุ่มคอ

## 2. ไขมัน (lipid)

ไขมันเป็นเอสเตอร์ (ester) ที่เกิดจากกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว จับกับแอลกอฮอล์ นำมาใช้เป็นอาหารหรือใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรม (รัตนา, 2547) เช่น

- น้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันข้าวโพดใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับยาฉีดและใช้เตรียมอิมัลชัน (emulsion)
- น้ำมันมะกอกใช้เป็นสารหล่อลื่น (emollient) และใช้เป็นยาระบาย
- น้ำมันข้าวโพดใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับยาฉีด ใช้เตรียมอิมัลชัน และใช้เป็นอาหารเป็นต้น

### 3.2 น้ำมันหอมระเหย (volatile oil หรือ essential oil)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่อยู่ในพืชพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล กลีบเลี้ยง เป็นต้น มีลักษณะเป็นน้ำมันที่มีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิธรรมดา เบาลกว่าน้ำ ไม่มีสี แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นานๆ อาจถูกออกซิไดส์ (oxidised) ทำให้สีเข้มขึ้น จึงต้องเก็บไว้ในขวดสีชาที่ปิดสนิท น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยส่วนประกอบทางเคมีที่ซับซ้อน ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ น้ำมันนี้เป็นส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิด มักเป็นส่วนประกอบของพืชสมุนไพรที่เป็นเครื่องเทศ สมบัติทางเภสัชวิทยา มักเป็นด้านขับลมและฆ่าเชื้อโรคและเชื้อรา พบในพืชสมุนไพร เช่น กระเทียม ขิง ข่า ตะไคร้ มะกรูด โพล และขมิ้น เป็นต้น และน้ำมันหอมระเหย การทำงานของสารต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดจากพืชหลายชนิดอยู่ในรูปเป็นสารที่ให้กลิ่นรสในอาหาร และในเครื่องดื่ม (Beuchat and Golden, 1989) ในทางการค่าน้ำมันหอมระเหยได้จากกระบวนการกลั่น ซึ่งมีทั้งการกลั่นด้วยไอน้ำและการกลั่นแบบสุญญากาศ พืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยและนำมารักษาโรค เช่น น้ำมันกานพลู (clove oil) จากดอกกานพลู (*Syzygium aromaticum* L.) ในวงศ์มอร์ทาซีอี (Myrtaceae) ใช้บรรเทาอาการปวดฟัน มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ หรือน้ำมัน

ไพลจากเหง้าไพล (*Zingiber cassumnar*) ในวงศ์ขิงขมิ้นเบอราซีอี (Zingiberaceae) มีฤทธิ์ลดอาการ  
อักเสบ ฟกช้ำ แก้เคล็ดขัดยอก เป็นต้น

ตัวอย่างสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีน้ำมันหอมระเหยและสามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่

- ไทมอล (thymol; 5-methyl-2-(1-methylethyl) phenol) จากไทม์ (thyme) และออ  
ริกาโน (oregano)
- ซินนามิก อัลดีไฮด์ (cinnamic aldehyde; 3-phenyl-2-propenal) จากอบเชย  
(cinnamon)
- ยูจีนอล (eugenol; 2-methoxy-4-(2-propenyl) phenol) จากกานพลู (clove) และ  
ใบพลู (วาทีนี, 2546)
- วานิลลิน (vanillin; (4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde)) จากเมล็ดวานิลลา  
(vanilla)

#### 1. อัลคาลอยด์ (alkaloids)

อัลคาลอยด์เป็นสารประกอบกลุ่มใหญ่มากที่สุดกลุ่มหนึ่งที่ได้มีการศึกษากันอย่าง  
กว้างขวาง พบมากในพืชชั้นสูง เป็นสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ (organic nitrogen compounds)  
สมบัติทั่วไปของอัลคาลอยด์ คือ มักมีรสขม มีฤทธิ์เป็นด่าง ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำ  
ละลายอินทรีย์ (organic solvents) มีคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่อ  
มนุษย์และสัตว์แตกต่างกันมาก (รัตน, 2547) สมบัติของอัลคาลอยด์ ได้แก่

- มีฤทธิ์ยับยั้งการเติบโตของเชื้อมาลาเรีย เช่น ควินิน (quinine) จากเปลือกชิงโคนา  
(*Cinchona succirubra* Pav.) ใช้รักษาไข้มาลาเรียจากเชื้อพลาสโมเดียมฟาลซิพารัม (*Plasmodium*  
*falciparum*) ซึ่งคือตัวยาสังเคราะห์คลอโรควิน (chloroquine)
- มีฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหาร เช่น อะโทรปีน (atropine) จากต้นเบลลาดอนนา  
(*Atropa belladonna*) มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบ จึงใช้เป็นยารักษาแผลในกระเพาะ  
อาหารและลำไส้โดยใช้ร่วมกับยาลดกรด (antacid)

- ใช้ต้านมะเร็ง (antitumor) เช่น วิบลาสทีนซัลเฟต (vinblastine sulfate) และวินคริสทีนซัลเฟต (vincristine sulfate) จากลำต้นเหนือดินของแพงพวยฝรั่ง (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.)
- ฤทธิ์ระงับอาการปวด (analgesic) เช่น มอร์ฟีน (morphine) จากยางฝิ่น (*Papaver somniferum* L.) ใช้ระงับอาการปวดต่างๆ และใช้กับผู้ป่วยโรคมะเร็งระยะสุดท้าย แต่มีฤทธิ์เสพติด

## 5. ไกลโคไซด์ (Glycoside)

ไกลโคไซด์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบมากในพืชสมุนไพรที่มีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยส่วนอะไกลโคน (aglycone) หรือจีนิน (genin) และส่วนที่เป็นน้ำตาลหรืออนุพันธ์น้ำตาลหรือเรียกว่า ส่วนไกลโคน (glycone) จัดเป็นสารกลุ่มใหญ่อีกกลุ่มหนึ่งที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นยาอย่างกว้างขวาง และบางชนิดก็มีพิษ โดยทั่วไปไกลโคไซด์จะละลายได้ในตัวทำละลายมีขั้ว ขึ้นกับจำนวนและชนิดน้ำตาลของโครงสร้างไกลโคนของไกลโคไซด์ เมื่อทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) จะเกิดการสลายพันธะที่เชื่อมต่อระหว่างอะไกลโคนและไกลโคน ปกติอะไกลโคนของไกลโคไซด์มีโครงสร้างแตกต่างกันหลายแบบและนิยมใช้เป็นหลักการจำแนกประเภทของไกลโคไซด์ ทำให้มีสมบัติทางเภสัชวิทยาของไกลโคไซด์ที่ต่างกัน ไกลโคไซด์แบ่งได้เป็นหลายประเภท เช่น cardiac glycoside มีฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อหัวใจ และระบบการไหลเวียนของโลหิต เช่น สารในใบยี่โถ anthraquinone glycoside มีฤทธิ์เป็นยาระบาย (laxative) ยาฆ่าเชื้อ (antibiotic) และสีย้อม สารนี้มีในใบชุมเห็ดเทศ เมล็ดชุมเห็ดเทศ ใบจี่เหล็ก และใบมะขามแขก เป็นต้น saponin glycoside เมื่อเขย่ากับน้ำจะได้ฟองคล้ายสบู่ มักใช้เป็นสารตั้งต้นการผลิตยา ประเภทสเตอรอยด์ เช่น ลูกประคำดีควาย flavonoid glycoside เป็นสีที่พบในดอกและผลของพืช ทำเป็นสีย้อมหรือสีแต่งอาหาร บางชนิดใช้เป็นยา เช่น สารสีในดอกอัญชัน

## 6. แทนนิน (Tannin)

แทนนินเป็นสารพอลิฟีนอล (polyphenol) มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน พบได้ในพืชหลายชนิด มีรสฝาด มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนและสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ มีฤทธิ์สมานและฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ใช้ในการอุตสาหกรรมฟอกหนัง สมุนไพรที่มีแทนนินเช่น เปลือกทับทิม (มาลิน, 2538) ใบฝรั่ง เนื้อของกล้วยน้ำว้าดิบ นอกจากนี้แทนนินยังพบได้ในเปลือกไม้และ

เนื้อไม้ แทนนินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) และ คอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannins) (ประเชิญ, 2530) ตัวอย่าง ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนินหรืออาจเรียกว่า ไพโรแกลลอล (pyrogallol) แทนนินจากไม้ก่อ (chestnut) ไม้ส้มอ (myrobalan) ผลโอค (valonia) และเนื้อไม้โอค (oak wood) ส่วนคอนเดนซ์แทนนินซึ่งอาจเรียกว่า แคเทชอล (catechol) เช่น แทนนินจากเคบราโช (quebracho) ไม้ชายเลน (mangrove) และเปลือกไม้โอค (oak bark)

ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) เป็นเอสเทอร์ (esters) ระหว่างน้ำตาลหนึ่งโมเลกุลกับกรดพอลิฟีนอลลิคาร์บอกซิลิก (polyphenolic carboxylic acids) อีกหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งโมเลกุลน้ำตาลส่วนใหญ่ที่พบมักเป็นกลูโคส การเชื่อมกันแบบเอสเทอร์นี้ทำให้แทนนินสามารถไฮโดรไลซ์แยกออกได้ด้วยกรด ค้าง หรือเอนไซม์บางชนิด แทนนินประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ แกลโลแทนนิน (gallo tannins) และเอลลาจิทแทนนิน (ellagi tannins) โดยแทนนินชนิดแรกเมื่อถูกไฮโดรไลซ์แล้วจะให้กรดแกลลิก (gallic acid) ส่วนแทนนินชนิดหลังเมื่อถูกไฮโดรไลซ์จะให้กรดเอลลาจิก (ellagic acid) โดยปกติไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) จัดเป็นสารอสัณฐานที่ดูดน้ำ (amorphous hygroscopic substance) มีสีน้ำตาลแกมเหลืองสามารถละลายได้ในน้ำ เกิดเป็นสารแขวนลอยได้มากกว่าเป็นสารละลายสีทั้งยังสามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์แบบมีขั้ว (polar) ได้บ้าง แต่ไม่สามารถละลายในตัวทำละลายแบบไม่มีขั้ว (non-polar) เช่น คลอโรฟอร์ม และเบนซีน

คอนเดนซ์แทนนินเป็นสารที่มีโมเลกุลสลับซับซ้อนมาก จัดอยู่ในประเภทโพลีเมอร์ิกพอลิฟีนอล (polymeric polyphenols) มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 1,000 ขึ้นไป ประกอบด้วย พอลิไฮดรอลิก ฟีนอล (polyhydric phenols) ซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วย C-C linkage ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่างได้ แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน น้ำ แอลกอฮอล์ และอะซิโตน

## 7. กรดอินทรีย์

ส่วนมากพบในผลไม้ สามารถแบ่งกรดอินทรีย์ได้เป็นแต่ละประเภท ดังนี้

กรดซิตริก (citric acid) พบในผลไม้หลายชนิด โดยเฉพาะผลไม้ตระกูลส้ม Murdock (1950) ศึกษาพบว่ากรดซิตริกสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดแฟลตซาวร์ (flat sour) ในน้ำ

มะเขือเทศได้ ต่อมา Fabian and Graham (1953) ได้ศึกษาพบว่ากรดซิตริกมีประสิทธิภาพมากกว่า กรดอะซิติกและกรดแลคติกในการยับยั้งแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิสูง (thermophilic bacteria) นอกจากนั้นกรดซิตริกยังมีประสิทธิภาพในการลดจำนวน *Salmonella* บนซากของสัตว์ปีกได้ (Thomson *et al.*, 1967) และเมื่อผสมกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) เข้าด้วยกันจะสามารถยับยั้งการเจริญและการผลิตสารพิษของ *Clostridium botulinum* type B ในมันฝรั่งต้มที่บรรจุในถุงสุญญากาศ (Notermans *et al.*, 1985)

กรดซักซินิก (succinic acid) เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ พบในแอสพาราแกัส (asparagus) บรอกเคอรี (broccoli) หัวผักกาดหวาน (sugar beets) มีการศึกษาพบว่ากรดซักซินิกสามารถยับยั้งแบคทีเรียและใช้ในการลดปริมาณจุลินทรีย์บนซากของสัตว์ปีก (Cox *et al.*, 1974)

กรดมาลิก (malic acid) พบในผลไม้และผัก สามารถยับยั้งยีสต์และแบคทีเรียบางชนิด (Beuchat and Golden, 1989)

กรดทาร์ทาริก (tartaric) พบในผลไม้ เช่น องุ่นและแอปเปิ้ล ฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของกรดนี้มาจากการลดค่าความเป็นกรดต่าง (Beuchat and Golden, 1989)

กรดเบนโซอิก (benzoic acid) พบในแครนเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ พลัม พ룬 อบเชย กานพลู ใช้ในรูปโซเดียมเบนโซเอต เหมาะกับอาหารและเครื่องดื่มที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 4.5 ใช้ครั้งแรกเป็นสารต้านรา (antifungal agent) ในผลไม้และน้ำผลไม้ นอกจากนี้ยังใช้ในผลิตภัณฑ์จากผลไม้ เบเกอรี่ และมาการีน โดยกรดเบนโซอิกจะป้องกันเซลล์ของจุลินทรีย์ไม่ให้ใช้กรดอะมิโน (Beuchat and Golden, 1989)

#### 8. ไฟโตอะเล็กซินส์ (phytoalexins)

ไฟโตอะเล็กซินส์ คือสารประกอบที่มีโมเลกุลต่ำ สังเคราะห์โดยพืชชั้นสูงที่มีการตอบสนองต่อบาดแผล การติดเชื้อหรือเมื่อผ่านกระบวนการต่างๆ ดังนั้นจึงไม่สามารถพบในเนื้อเยื่อของพืชที่เซลล์แข็งแรง สมบูรณ์ พบได้จากพืชประเภท ถั่ว มันฝรั่ง พริกไทย มะพร้าว องุ่น และแครอท สารไฟโตอะเล็กซินส์ เป็นสารต้านจุลินทรีย์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางเพราะมีสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียและเชื้อราได้ (Cutter, 2000)

## 9. สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound)

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) ส่วนใหญ่คือ สารที่เป็นรงควัตถุและสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเม็ดสี (pigment and related compound) ได้แก่

- แอนโทไซยานิน (anthocyanin) พบมากในพืช ดอกไม้และผลไม้ ซึ่งมีการรายงานว่า pelargonidin 3-monoglucoside และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแตกตัวสามารถยับยั้งการเติบโตของ *E. coli* และ *S. aureus* ได้ (Beuchat and Golden, 1989)

- คลอโรฟิลล์ (chlorophylls) คลอโรฟิลล์ a และ b พบในพืช สามารถยับยั้งการเติบโตของ *Bacillus subtilis*, *E. coli* และ *Pseudomonas fluorescens* ได้ (Beuchat and Golden, 1989)

- ฮิวมูโลนส์ (humulones) และลูปูโลนส์ (lupulones) พบในดอกตูมของดอกฮอป ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมทำเบียร์เพื่อให้เกิดกลิ่นรสขม มีสารที่ต้านการเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยที่แบคทีเรียแกรมลบและราทนต่อสารทั้งสองนี้ได้มากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (Beuchat and Golden, 1989)

- อนุพันธ์ของกรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxy cinnamic acid derivative) พบในผักผลไม้ เมล็ดข้าวและถั่ว ซึ่งสารต้านจุลินทรีย์คือ caffeic, chlorogenic, p- coumaric, ferulic และ quinic acid แบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียแกรมลบ ราและยีสต์ ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียนั้นจะมีความไวต่อสารประกอบนี้ (Davidson and Brannen, 1981)

- โอลิวโรเฟน (oleuropein) เป็นสารประกอบฟีนอลของ ethyl acetate ที่สกัดจากมะกอก สามารถยับยั้ง *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* และราได้ (Juven and Henis, 1970)

- คาเฟอิก (caffeic: 1,3,7 - trimethylxanthin) สารนี้พบใน กาแฟ โกโก้ ยับยั้งการเติบโตของ *Aspergillus* spp. *Penicillium* spp. และ *L. plantarum* (Beuchat and Golden, 1989)

- เทโอฟีลลีน (teophyllin) และ เทโอโบรอิน (theobromine) พบในชามีผลในการฆ่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *S. Typhimurium*, *E. coli* , *S. aureus* และ *B. cereus* (Beuchat and Golden, 1989)

#### 10. เทอร์พีนอยด์ (terpenoids)

เทอร์พีนอยด์ เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยหน่วยที่เรียกว่า หน่วยไอโซพรีน (isoprene units) ซึ่งเป็นโซ่แขนง (branch chain) ของคาร์บอน 5 ตัว มีพันธะไม่อิ่มตัว (unsaturated bonds) 2 พันธะ ดังนั้นในบางครั้งอาจเรียกไอโซพรีนอยด์ (isoprenoids) โครงสร้างของสารประกอบกลุ่มเทอร์พีนอยด์สร้างขึ้นมาจากหน่วยไอโซพรีนที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกันแบบหัวไปหาง ทำให้มีรูปแบบของวงแหวนต่างๆ กัน จำนวนของหน่วยไอโซพรีนที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกันใช้ในการแบ่งประเภทของสารเทอร์พีนอยด์ สารประกอบเทอร์พีนอยด์จะพบอยู่ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในพืชชั้นสูง เป็นกลุ่มสารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย ปัจจุบันจึงได้รับความสนใจมาก นอกจากนี้ยังพบเป็นองค์ประกอบในสารประกอบที่เกิดจากภาวะเครียด (stress compounds) หรือสารที่สร้างขึ้นเป็นพิษเมื่อพืชได้รับอันตราย เช่น ไฟโตอเล็กซิน (phytoalexins) ซึ่งปัจจุบันสารพวกนี้มีความสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา

ดังที่ได้กล่าวข้างต้น พืชสมุนไพรประกอบด้วยสารประกอบทางเคมีหลายชนิด แต่ละส่วนของพืชสมุนไพรที่มีสารประกอบที่แตกต่างกัน ชนิดของสารประกอบในพืชที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้แสดงในตารางที่ 1 สารเหล่านั้นเป็นตัวกำหนดสรรพคุณของพืชสมุนไพร ชนิดและปริมาณของสารจะแปรตามชนิดของพันธุ์สมุนไพร สภาพแวดล้อมที่ปลูกและช่วงเวลาที่เก็บพืชสมุนไพร นักวิทยาศาสตร์ได้นำความรู้และวิธีการทางเคมีมาค้นคว้าวิจัย สารเคมีที่มีฤทธิ์ในพืชสมุนไพร ทำให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้าง ลักษณะวิธี การสกัด การจำแนกและการตรวจสอบสารเหล่านั้น เพื่อให้ได้ยาที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการรักษาโรค นอกจากนี้ยังใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์มาค้นคว้าสมุนไพร ด้านเภสัชวิทยา พิษวิทยา การพัฒนารูปแบบยา การทดสอบทางเภสัชจลนศาสตร์และการวิจัยทางคลินิกอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ยาที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการรักษาโรค

ตารางที่ 1 ชนิดของสารประกอบจากพืชที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์

| Scientific name                 | Compound              | Class                                 | Acitivity                                                                             |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Pimenta dioica</i>           | Eugenol               | Essential oil                         | General                                                                               |
| <i>Aegle marmelos</i>           | Essential oil         | Terpenoid                             | Fungi                                                                                 |
| <i>Berberis vulgaris</i>        | Berberine             | Alkaloid                              | Bacteria, Protozoa                                                                    |
| <i>Ocimum basilicum</i>         | Essential oil         | Terpenoids                            | <i>Salmonella</i> , bacteria                                                          |
| <i>Laurus nobilis</i>           | Essential oil         | Terpenoids                            | Bacteria, fungi                                                                       |
| <i>Piper betel</i>              | Catechols,<br>eugenol | Essential oil                         | General                                                                               |
| <i>Piper nigrum</i>             | Piperine              | Alkaloid                              | Fungi,<br><i>Lactobacillus</i> ,<br><i>Micrococcus</i> , <i>E.coli</i>                |
| <i>Vaccinium</i> spp.           | fructose              | Monosaccharide                        | E. coli                                                                               |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | Terebinthone          | Terpenoids                            | General                                                                               |
| <i>Barosma setulina</i>         | Essential oil         | Terpenoids,<br>Polyacetylene, tannins | General<br>Bacteria, fungi,<br>viruses                                                |
| <i>Ranunculus bulbosus</i>      | Protoanemonin         | Lactone                               | General                                                                               |
| <i>Anacardium pulsatilla</i>    | Salicylic acids       | Polyphenols                           | Bacteria, fungi                                                                       |
| <i>Cinnamomum verum</i>         | Anthemic acid         | Phenolic acid                         | <i>M. tuberculosis</i> , <i>S.</i><br><i>Typhimurium</i> , <i>S.</i><br><i>taures</i> |
| <i>Capsicum annuum</i>          | Capsaicin             | Terpenoid                             | Bacteria                                                                              |
| <i>Syzygium aromaticum</i>      | Eugenol               | Terpenoid                             | General                                                                               |
| <i>Anethum graveolens</i>       | Essential oil         | Terpenoid                             | Bacteria                                                                              |
| <i>Eucalytus globulus</i>       | Tannin                | Polyphenol                            | Bacteria, viruses                                                                     |

ที่มา: Cowan (1999)

ตารางที่ 1 (ต่อ) ชนิดของสารประกอบจากพืชที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์

| Scientific name               | Compound                 | Class            | Acitivity                                                  |
|-------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------------------------------------------|
| <i>Hydrastis canadensis</i>   | Berberine,<br>hydrastine | Alkaloids        | Bacteria, <i>Giardia duodenale</i>                         |
| <i>Camellia sinensis</i>      | Catechin                 | Flavonoid        | General, <i>Shigella</i> ,<br><i>Vibrio</i>                |
| <i>Cannabis sativa</i>        | -Resercyclic acid        | Organic acid     | Bacteria, viruses                                          |
| <i>Lawsonia inermis</i>       | Gallic acid              | Phenolic         | <i>S. aureus</i>                                           |
| <i>Humulus lupulus</i>        | Lupulone,<br>humulone    | Phenolic acids   | General                                                    |
| <i>Rabdosia trichocarpa</i>   | Trichorabdal A           | Terpene          | <i>Helicobacter pylori</i>                                 |
| <i>Millettia thonningii</i>   | Alpinumisoflavoe         | Flavone          | Schistosoma                                                |
| <i>Aloysia triphylla</i>      | Essential oil            | Terpenoid        | <i>E. coli</i> , <i>M. tuberculosis</i> , <i>S. aureus</i> |
| <i>Glycyrrhiza glabra</i>     | Glabrol                  | Phenolic alcohol | <i>S. aureus</i> , <i>M. tuberculosis</i>                  |
| <i>Olea europaea</i>          | Hexanal                  | Aldehyde         | General                                                    |
| <i>Allium cepa</i>            | Allicin                  | Sulfoxide        | Bacteria, Candida                                          |
| <i>Mahonia aquifolia</i>      | Berberine                | Alkaloid         | Plasmodium                                                 |
| <i>Mentha piperita</i>        | Menthol                  | Terpenoid        | General                                                    |
| <i>Lophophora williamsii</i>  | Mescaline                | Alkaloid         | General                                                    |
| <i>Rauvolfia serpentina</i>   | Reserpine                | Alkaloid         | General                                                    |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | Essential oil            | Terpenoid        | General                                                    |
| <i>Onbrychis viciifolia</i>   | Tannins                  | Polyphenols      | Ruminal bacteria                                           |

ที่มา : Cowan (1999)

#### 4. การยับยั้งจุลินทรีย์โดยใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ

บัญญัติ (2518) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเทศ 27 ชนิด ที่มีผลต่อการเติบโตของแบคทีเรีย 23 สายพันธุ์ ยีสต์ 2 สายพันธุ์ และรา 8 สายพันธุ์ พบว่ากานพลูเป็นเครื่องเทศที่ยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรีย ยีสต์และราได้ดีที่สุด ส่วนขมิ้นขาวยับยั้งการเติบโตของยีสต์ ใบแมงลักยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียในขณะที่พริกไทยขาว ในสระระแห่นยับยั้งการเติบโตเฉพาะราเท่านั้น สำหรับกระเทียมสามารถยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียได้ดีกว่าราและยีสต์ ระหว่างแบคทีเรียด้วยกันพบว่า *E. coli* ถูกยับยั้งการเติบโตได้ดีกว่าเชื้ออื่นๆ ที่ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยตั้งแต่ 15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป นอกจากนั้นยังให้ผลดีในการยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureus*, *B. megaterium*, *Streptococcus* sp. และรา เช่น *Curvularia* sp., *Mucor* sp. และ *Fusarium* sp. เป็นต้น ขณะเดียวกันก็สามารถกระตุ้นการเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดที่ใช้ในการทดลองได้เช่น กระเทียมที่ไม่สกัดน้ำมันจะกระตุ้นการเติบโตของ *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Cunninghamella* sp. ยกเว้น *Aspergillus* sp. ซึ่งเมื่อใช้กระเทียมที่ความเข้มข้นต่ำๆ จะกระตุ้นการสร้างสปอร์ แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการงอกของสปอร์ได้

นภา และกรรมกร (2526) ได้ศึกษาความสามารถในการต้านแบคทีเรียของน้ำกระเทียมโดยใช้กระเทียมพันธุ์พื้นเมืองของไทย พบว่าน้ำกระเทียมสามารถยับยั้งการเติบโตของ *E. coli* โดยความสามารถในการต้านการเติบโตของแบคทีเรียของน้ำกระเทียมนั้นจะมีความคงทนในสารละลายที่เป็นกรดมากกว่าในสารละลายที่เป็นด่าง นอกจากนี้อุณหภูมิก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้น้ำกระเทียมสามารถยับยั้งได้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิ 37 และ 50 องศาเซลเซียส มีความสามารถในการยับยั้งได้ใกล้เคียงกับน้ำกระเทียมคั้นสด แต่ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะทำลายความสามารถในการต้านแบคทีเรียอย่างสมบูรณ์ สำหรับความไวในการยับยั้งของน้ำกระเทียมคั้นสดจะมีความไวเท่ากับปริมาณยาเพนนิซิลิน G จำนวน 62.75 มิลลิกรัม และจากผลการศาสตร์ของการยับยั้งได้ผลว่า น้ำกระเทียมเป็น bacteriostatic มากกว่า bacteriocidal การแยกสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำกระเทียมบนใบโอโครมาโทแกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีค่า Retardation factor ( $R_f$ ) เท่ากับ  $0.329 \pm 0.22$  และที่มีค่า  $R_f$  เท่ากับ  $0.455 \pm 0.023$  ซึ่งสารเคมีทั้งสองชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรีย

ชัยวัฒน์ (2528) ได้นำพืชสมุนไพรและเครื่องเทศรวม 16 ชนิด มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของราในสกุล *Aspergillus* พบว่าสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเติบโตของ *Aspergillus* คือ ใบพลู รองลงมาได้แก่กานพลู และยังพบว่าสมุนไพรบางชนิดส่งเสริมการเติบโตของเชื้อราด้วย คือ หนุมานประสาทยาย จีเหล็ก เจตมูลเพลิงแดง และพลึงกาสา

ธีรพร (2538) ศึกษาประสิทธิภาพของกระเทียมและน้ำมันกานพลูในการยับยั้งการเติบโตของ *S. Typhimurium* และ *S. aureus* ในไก่สดแช่เย็น พบว่ากระเทียมผงที่ผลิตเองและน้ำมันกานพลูให้ผลดีที่สุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดในอาหารเลี้ยงเชื้อ และเมื่อใช้เครื่องเทศผสมระหว่างกระเทียมผงที่ผลิตเอง 3 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันกานพลู 0.1 เปอร์เซ็นต์ จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดในอาหารเลี้ยงเชื้อมากกว่าการใช้กระเทียมผงที่ผลิตเองหรือน้ำมันกานพลูเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อนำไปใช้กับไก่แช่เย็นพบว่าการใช้กระเทียมผงที่ผลิตเอง น้ำมันกานพลู และเครื่องเทศผสมให้ผลในการยับยั้งน้อยกว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าไก่ทอดผสมกระเทียมผงที่ผลิตเองได้รับการยอมรับสูงที่สุด แต่ผู้บริโภคไม่ยอมรับไก่ทอดที่ผสมเครื่องเทศผสมระหว่างกระเทียมผงที่ผลิตเองและน้ำมันกานพลู และเมื่อนำกระเทียมผงที่ผลิตเอง น้ำมันกานพลู และเครื่องเทศผสมมาใช้ยืดอายุการเก็บรักษาไก่สดแช่เย็นที่อุณหภูมิ 7-10 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บได้มากกว่าไก่ที่ไม่ได้ใส่เครื่องเทศ

มาลิน และคณะ (2538) ได้ทดสอบการยับยั้งการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดละลายน้ำจากเปลือกผลทับทิม พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์เทียบเท่ากับใช้กรดแทนนิก 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออยู่ในสารละลายความเป็นกรดต่ำสูงขึ้นสารสกัดจะมีสีเข้มขึ้น แต่มีประสิทธิผลในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ลดลง และประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ของสารสกัดจะหมดไปเมื่อในอาหารเลี้ยงเชื้อผสมเลือด 5 เปอร์เซ็นต์ การเก็บสารสกัดละลายน้ำจากเปลือกทับทิมนาน 12 เดือน ที่ 0 - 50 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ หรือประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์

ศรีกาญจนา (2541) ศึกษาการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรีย *Listeria monocytogenes* โดยใช้สารสกัดหยาบของพืชสมุนไพรไทย 39 ชนิด พบว่าสารสกัดหยาบจากกระชาย (galangale) แก่นขนุน (jackfruit heartwood) ดอกจันทน์เทศ (mace) เจตมูลเพลิงแดง (leadwort หรือ Rose coloured) ชะเอมเทศ (licorice) ฝางเสน (sappan) และมะขามแขก (indian senna) สามารถยับยั้งแบคทีเรียนี้ได้ โดยความเข้มข้นต่ำสุดของแก่นขนุนคือ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ดอกจันทน์เทศและ

หะเอมเทศใช้ความเข้มข้นมากถึง 5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม แต่ยังไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียนี้ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อศึกษาผลของความเป็นกรดต่างและอุณหภูมิต่อความสามารถของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการเติบโต พบว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งจะลดลงเมื่อค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเลี้ยงเชื้อเพิ่มขึ้น ในขณะที่การบ่มเชื้อที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียสจะทำให้สารสกัดมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสและ 45 องศาเซลเซียส

สุมาลี (2530) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ เทียนบ้าน ดาวเรือง ปีกแมลงสาบ กระดัง และใบบัวบก โดยใช้ น้ำ และเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัดใช้วิธีแช่เย็น และวิธีสกัดแบบต่อเนื่อง แล้วนำมาทดสอบการยับยั้งการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดหนอง 3 ชนิด คือ *S. aureus*,  $\alpha$ -haemolytic *Streptococcus* group A และ *Pseudomonas aeruginosa* พบว่าสารสกัดเทียนบ้านในเอทานอลยับยั้งการเติบโตของ *S. aureus* และ *Streptococcus* ได้ดีที่สุด อีกทั้งการใช้วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องให้ผลดีกว่าวิธีการแช่เย็น นอกจากนี้พบว่า น้ำคั้นของดอกดาวเรืองและต้นปีกแมลงสาบสามารถยับยั้งการเติบโตของ *P. aeruginosa* อีกด้วย

Karapinar and Aktug (1987) ได้ทดสอบฤทธิ์ของ thymol, eugenol, menthol และ anethole ในการยับยั้งการเติบโตของ *Salmonella Typhimurium*, *S. aureus* และ *V. parahaemolyticus* พบว่า eugenol มีฤทธิ์ยับยั้งการเติบโตของเชื้อเหล่านี้สูงที่สุด รองลงมาคือ thymol, anethole และ menthol ตามลำดับ

Tassou et al. (1995) ได้ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากใบสะระแหน่ (*Mentha piperita*) ต่อการเติบโตของ *S. Enteritidis* และ *L. monocytogenes* ในอาหารเลี้ยงเชื้อและตัวอย่างอาหารที่มีพีเอช 4.5, 5.0 และ 6.8 ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบสะระแหน่ในอาหารขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย ความเป็นกรดต่างของอาหาร องค์ประกอบของอาหาร อุณหภูมิที่เก็บและธรรมชาติของเชื้อจุลินทรีย์

Alzoreky and Nakahara (2003) ศึกษาความสามารถของสารสกัดจากพืชที่กินได้จากจีน ญี่ปุ่น ไทย และเยอรมัน ในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อ *B. cereus*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* และ *S. infantis* ซึ่งค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดของสารสกัดของพืชที่มีต่อแบคทีเรียเหล่านี้เป็น

165-2,640 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสารสกัดจาก *Azadirachta indica*, *Cinnamomum cassia*, *Rumex nervosus*, *Ruta graveolens*, *Thymus serpyllum* และ *Zingiber officinale* จะยับยั้งการเติบโตของ *B. cereus* ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้น 165- 660 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ *E. coli* และ *S. infantis* จะถูกยับยั้งด้วย *Cinnamomum cassia* เพียงชนิดเดียวที่ความเข้มข้นสูงถึง 2,640 มิลลิกรัมต่อลิตร

Elgayyar *et al.* (2001) ได้ศึกษาความสามารถของน้ำมันหอมระเหยของพืชสมุนไพรและเครื่องเทศเพื่อควบคุมการเติบโตของจุลินทรีย์โดยใช้แผ่นยาปฏิชีวนะเป็นตัวควบคุม พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากออริกาโน (*oregano*) จะให้ผลการยับยั้งสูงสุดและมีบริเวณยับยั้งประมาณ 70-80 มิลลิเมตร ซึ่งค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ทำให้จุลินทรีย์ตายประมาณ 8 ส่วนในล้านส่วน สำหรับ *coriander* และ *basil* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157 : H7 แบคทีเรียอื่นๆ และราที่ใช้ในการทดสอบซึ่งจะให้ค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ทำให้จุลินทรีย์ตายเป็น 25-50 ppm และมีบริเวณยับยั้งประมาณ 25 มิลลิเมตรแต่น้ำมันหอมระเหยของ *anise* จะยับยั้งการเติบโตของราได้ดีกว่าแบคทีเรีย และในปี 2003 Sagdic และ Ozcan ได้ศึกษาความสามารถของสารสกัดของเครื่องเทศที่ได้จากการกลั่น ในการยับยั้งเติบโตของแบคทีเรีย 15 สายพันธุ์ พบว่าออริกาโนและซัมเมอร์ซาวอรี (*summer savory*) สามารถยับยั้งเติบโตของแบคทีเรีย ดังนี้ *B. amyloliquefaciens* ATCC 23842, *B. brevis* FMC3, *B. cereus* FMC 19, *B. subtilis* var. *niger* ATCC 10, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157 : H7 ATCC 33150, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Proteus vulgaris* FMC 1, *S. Enteritidis*, *S. Gallinarum*, *S. Typhimurium*, *S. aureus* ATCC 2392, *S. aureus* ATCC 28213, *Y. enterocolitica* ATCC 1501

Duffy and Power (2001) ได้ศึกษาสมบัติของสารสกัดของพืชในประเทศจีนด้วยสารละลายผสมระหว่างเอทิลแอลกอฮอล์และน้ำในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ พบว่าสารสกัดของ *licorice* (*Glyerrhizae uralensis*) จะมีค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ยับยั้งการเติบโตของ *B. subtilis* เป็น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ในขณะที่สารสกัดจาก *goldthread rhizoe* และ *skullcap root* จะมีค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดในการยับยั้งการเติบโตของ *B. cereus* ที่ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร สำหรับ *E. coli* จะถูกยับยั้งด้วย *goldthread rhizoe* และ *skullcap root* ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร

Sinlapasuwan (1981) ได้ใช้ตัวทำลายชนิดต่างๆ เช่น ปีโตรเลียมอีเธอร์ ไดเอทิลอีเธอร์ และน้ำกลั่นเพื่อสกัดสารจากพืชสมุนไพร 15 ชนิด และนำสารที่สกัดได้มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียในตระกูล *Enterobacteriaceae* 8 สายพันธุ์ พบว่าสารสกัดจากพลู

สามารถยับยั้งการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบทั้งหมดได้ ส่วนสารสกัดจากพื้งกาสา มีผลต่อ *E. coli*, *Shigella flexneri*, *Erwinia* sp., *Serratia marcescens* และสารสกัดจากหนุมาน ประสานกายมีผลต่อ *Erwinia* sp. สำหรับสารสกัดจากขี้เหล็กนั้นพบว่าไม่มีผลในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากพลูที่สกัดด้วยไดเอทิลอีเธอร์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดจากพลูที่สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ตามลำดับ ต่อมา Tappayuthpijarn *et al.* (1982) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบพลูมีประสิทธิภาพยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียได้ โดยเฉพาะ *S. aureus* และ *E. coli*

Pongpan *et al.* (1982) ได้นำพืชสมุนไพรจำนวน 206 ชนิด มาสกัดสารโดยใช้แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ คลอโรฟอร์ม และปิโตรเลียมอีเธอร์ เป็นตัวทำละลายนำสารสกัดที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ 7 ชนิด พบว่าสารที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์มีประสิทธิภาพยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม และปิโตรเลียมอีเธอร์ ตามลำดับ สำหรับสารสกัดพืชสมุนไพรที่สามารถยับยั้งการเติบโตได้ดีที่สุดคือ สารสกัดเจตมูลเพลิงแดง ซึ่งสามารถยับยั้งการเติบโตของ *S. aureus*, *B. subtilis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Candida albicans*, *S. Typhi* และ *Shigella flexneri* ได้

## 5. การใช้สมุนไพรในสัตว์น้ำ

ปัจจุบันได้มีการนำสมุนไพรมาใช้ทดแทนสารเคมีมากขึ้น มีการศึกษาการใช้ดีเบส ซึ่งประกอบด้วยสารสกัดจากพญายอ ลูกใต้ใบ และกรดฮิวมิก ใช้แก้ปัญหาในบ่อกุ้ง ในกุ้งป่วยจากไวรัสโรคตัวแดงดวงขาว (สารจากพญายอ) โรคหัวเหลือง (สารสกัดลูกใต้ใบ) และน้ำกระด้างเกินไปจนหินปูนเกาะตัวกุ้ง (กรดฮิวมิก) ซึ่งการใช้ดีเบสทำให้เกิดผลดีนั้น เนื่องจากดีเบสจะมีฤทธิ์ทำลายความกระด้างของน้ำ เพราะสภาวะที่น้ำมีความกระด้างสูงมาก ในช่วง pH สูงเกิน 8.5 กุ้งจะไม่ค่อยเติบโตและลอกคราบไม่ออก สาเหตุจากแร่ธาตุในน้ำไม่สามารถแตกตัว นอกจากนี้ดีเบสยังมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อไวรัสตัวแดงดวงขาว โรคหัวเหลือง ดังนั้นดีเบสมีผลทำให้กุ้งลอกคราบดีขึ้น กินอาหารได้มากขึ้นและแข็งแรงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากกุ้งจะสามารถดูดซึมสมุนไพรพญายอและลูกใต้ใบ เข้าไปใช้ทางเหงือกและเปลือกได้อย่างรวดเร็ว กุ้งจึงแข็งแรงขึ้น (ดีพร้อม, 2540)

สถาพร และคณะ (2536) ได้ศึกษาการออกฤทธิ์ต้านไวรัส (antiviral activity) ที่ทำให้เกิดโรคในตัวกุ้ง จากสรรพคุณในยาแผนโบราณที่ใช้พญายอในการรักษาโรคเรื้อรังและงูสวัด จึงได้ทำการสกัดใบพญายอด้วยเอทานอลร้อนภายใต้เครื่องซอกท์เลท (Soxhlet) แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปศึกษาสมบัติในการทำลายเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหัวเหลือง (YBV) โดยผสม YBV ที่เจือจาง 1:10000 กับสารสกัดจากใบพญายอที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ซึ่งละลายใน Lobster haemolymph medium (LHM) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปฉีดกุ้งกุลาดำจากนั้นสังเกตอัตราการตายของกุ้งกุลาดำเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ผสมสารสกัด ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบพญายอมีฤทธิ์ในการทำลายไวรัส YBV โดยความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถทำลาย YBV มีค่าเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ค่า  $LD_{50}$  ของสารสกัดต่อกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 15 มีค่าสูงถึง  $2468 \pm 7.8$  ppm ซึ่งแสดงว่าสารนี้มีพิษต่อกุ้งน้อยมาก นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากใบพญายอมีผลกระตุ้นให้กระบวนฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) ในกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้นด้วย จากผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสารสกัดพญายอ เพื่อใช้ในการควบคุมโรคหัวเหลืองในกุ้งกุลาดำต่อไป

สถาพร และคณะ (2539) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้ง *Vibrio* spp. 10 สายพันธุ์ ที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งกุลาดำ ได้แก่ กระเพราแดง (*Ocimum Sanctum*) กระเพราขาว (*O. sanctum*) ชุมเห็ดเทศ (*Cassia alata*) ชิงช้าชาลี (*Tinospora cordifolia*) กะเม็ง (*Eclipta alba*) บอระเพ็ด (*Tinospora paniculata*) ฝรั่ง (*Psidium guajava*) พญายอ (*Clinacanthus nutans*) ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata*) มะระจีนก (*Momordica charantina*) ก้างปลาเครือ (*Phyllanthus reticulatus*) ธรณีสาร (*P. pulcher*) มะขม (*P. acidus*) และลูกใต้ใบ 3 ชนิด คือ *P. amarus*, *P. debelis* และ *P. urinaria* การทดสอบสารสกัดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเติบโตของแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์ ผลการทดสอบพบว่าสมุนไพรอยู่ 11 ชนิดที่มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในกุ้งกุลาดำได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่แตกต่างกันตามความเข้มข้นที่ไม่เท่ากัน สมุนไพรที่น่าสนใจมี 2 ชนิด ได้แก่ ใบฝรั่งและมะระจีนก เนื่องจากสามารถยับยั้งเชื้อได้แม้จะใช้สารสกัดในระดับความเข้มข้นต่ำเพียง 625 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมะระจีนกใช้ความเข้มข้น 1,250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ข้อแตกต่างของสมุนไพรทั้งสองคือ ใบฝรั่งสามารถยับยั้งเชื้อได้ด้วยความเข้มข้นต่ำกว่ามะระจีนก ในขณะที่มะระจีนกยับยั้งเชื้อได้เปอร์เซ็นต์สูงกว่าใบฝรั่งที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำสมุนไพรทั้งสองชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในการป้องกันและรักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียต่อไป

อัญญา (2546) ทดลองใช้พญาขอในการเลี้ยงกุ้ง โดยให้สารสกัดวันละ 2 ครั้งเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพยาธิสภาพของกุ้งกุลาดำเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าทั้งเหงือกและตับของกุ้งที่ใช้สมุนไพรและเลี้ยงแบบปกติ นั้น ไม่มีความแตกต่างกันและเมื่อศึกษาด้านฟาโกไซโตซิส พบว่าในชุดควบคุมสามารถกำจัดสิ่งแปลกปลอมได้ 31.16 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มที่ใช้พญาขอมีค่าเท่ากับ 39.12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ชุดควบคุมมีค่าลดลงเหลือ 9.7 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กุ้งที่ได้รับพญาขอมีค่าลดลงเหลือ 12.50 เปอร์เซ็นต์ แต่จากผลการฤทธิ์ของสารสกัดลดลงจะฉีดสารสกัดเข้าไปในกุ้งตลอดเวลาไม่ได้จึงทำการเปลี่ยนเป็นวิธีการป้อนแทน โดยใช้สารสกัดลูกได้ใบ ซึ่งพบว่าในชุดควบคุม ภายใน 7 วัน สามารถกำจัดสิ่งแปลกปลอมมีค่าเท่ากับ 15.41 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สารสกัดลูกได้ใบที่ใช้ในบ่อดินมีค่าเท่ากับ 34.76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความแตกต่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน ชุดควบคุมยังคงเดิม คือกุ้งกินอาหารตามปกติ 13.05 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ลูกได้ใบใน 14 วัน นั้นจะกินอาหารคิดเป็น 37.89 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นข้อดีของสมุนไพรก็มีสมบัติกระตุ้นให้กุ้งเกิดภูมิคุ้มกันที่แข็งแรงขึ้น

การใช้สารสกัดจากพืชทะเลทรายคือ *Yucca schidigera* มีส่วนประกอบสำคัญคือ โกลโคคอมโพเนนซ์ (glycocomponents) โครงสร้างเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาล โดยมีสมบัติพิเศษคือสามารถทำปฏิกิริยาจับกับไนโตรเจนจากสารประกอบไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ไนไตรท์ ( $\text{NO}_2^-$ ) และเปลี่ยนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนไนโตรเจนที่ไม่มีพิษต่อกุ้ง ไม่สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนกลับมาสู่แหล่งน้ำได้อีก แต่แพลงก์ตอนสามารถย่อยสลายสารสกัดและนำไปเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ จึงถือว่าสามารถสลายตัวได้ในสิ่งแวดล้อมโดยสิ่งมีชีวิตนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเติบโต (วิกิตำนา, 2546)

Immanuel *et al.* (2004) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรและสาหร่ายทะเลทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Ricinus communis* (T1), *Phyllanthus niruri* (T2), *Leucus aspera* (T3), *Manihot esculenta* (T4), *Ulva lactuca* (T5) และ *Sargassum wightii* (T6) ต่อการยับยั้ง *Vibrio parahaemolyticus* โดยสารสกัดที่ใช้จะอยู่ในรูปผงนำไปทำ bioencapsulation ในอาร์ทีเมียเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้ง ผลการทดลองพบว่าการเลี้ยงกุ้งในชุดควบคุมที่ไม่มีการเติม *V. parahaemolyticus* และให้อาร์ทีเมียที่ไม่ผสมสารสกัดเป็นอาหาร (C1) พบว่าอัตราการรอดชีวิตของกุ้งเท่ากับ 86.10 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการเจริญจำเพาะเท่ากับ 2.87 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของจุลินทรีย์ต่ำสุด ส่วนการเพาะเลี้ยงกุ้งในชุดควบคุม ที่มีการเติม *V. parahaemolyticus* และมีการให้อาร์ทีเมียที่ไม่ได้ผสมสารสกัดเป็นอาหาร (C2) จะมีอัตราการรอดชีวิตเท่ากับ 24.44 เปอร์เซ็นต์

และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.11 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามีปริมาณแบคทีเรียสูงสุดสำหรับผลการทดลองเลี้ยงกุ้งโดยให้อาหารที่ผสมสารสกัดสมุนไพรและสารสกัดจากสาหร่ายทะเลในอาร์ทีเมีย พบว่าจะมีอัตราการรอดชีวิตอยู่ในช่วง 43.33-58.88 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการเติบโตจำเพาะ 1.46-2.15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ *V. parahaemolyticus* ลดลง จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดสมุนไพรจาก *R. communis* (T1) ให้ผลดีกว่าสารสกัดสมุนไพรและสาหร่ายทะเลชนิดอื่น