1. บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคโดยทั่วไปเนื่องจากมีรสชาติดีประกอบอาหารได้หลายชนิดราคาดีเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ในภาวะเศรษฐกิจของประเทศกำลังชะลอตัวการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะช่วยทำให้เกิดงานและอาชีพที่เกี่ยวข้องมากมายอีกทั้งยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญเพราะมีราคาค่อนข้างสูง สามารถนำเงินตราจากต่างประเทศเข้ามาฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศ แต่ในปัจจุบันการการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ซบเซาลงมากเนื่องจากราคาของกุ้งกุลาดำตกต่ำลง เนื่องจากในต้นปี 2545 สหภาพยุโรปตรวจพบสารตกค้างของยาปฏิชีวนะในสิ้นค้ากุ้งสดแช่เย็นจากประเทศไทยซึ่งได้สร้างความเสียหายต่อธุรกิจการส่งออกกุ้งไทยอย่างมาก ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับกุ้งกุลาดำเพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตของกุ้งกุลาดำในรูปแบบต่าง ๆ โดยการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะทางชีวภาพ เช่น การเสริมจุลินทรีย์ลงในอาหารกุ้งเพื่อส่งเสริมให้กุ้งมีสุขภาพดีแข็งแรงและมีความสามารถในการต้านทานโรคสูงเพื่อลดการใช้ยาปฏิชีวนะ การศึกษาแบคทีเรียแลกติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำในกุ้งที่แข็งแรงจะมีจุลินทรีย์บางสายพันธุ์ครองพื้นที่ในระบบทางเดินอาหารเสมอในขณะที่กุ้งอ่อนแอหรือป่วยจะไม่มีจุลินทรีย์ดังกล่าวหรือมีน้อยมากทั้งนี้ การยึดครองพื้นที่จะช่วยป้องกันการติดเชื้อได้ดียิ่งขึ้น (สุรศักดิ์, 2544) บทบาทของแบคทีเรียแลกติกจากข้อมูลมีการศึกษาพบว่าแบคทีเรียแลกติกเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญที่มีคุณสมบัติดังกล่าวแบคทีเรียแลกติกจัดอยู่ใน Family *Lactobacillaceae* แบคทีเรียแลกติกแต่ละชนิด สามารถปรับตัวเพื่อการเจริญภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างได้อย่างกว้างขวางจึงทำให้สามารถพบเชื้อกลุ่มนี้ทั้งในคนและสัตว์โดยเฉพาะบริเวณช่องปาก ลำไส้ rumen vagina และพบได้ในแมลง พืช ผลิตภัณฑ์จากพืช รวมทั้งเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (สมบูรณ์, 2538) บทบาทของแบคทีเรียแลกติกต่อการเลี้ยงกุ้ง คือ ช่วยรักษาสมดุลภายในระบบทางเดินอาหารโดยไปครอบครอง

พื้นที่ในระบบทางเดินอาหารกันไม่ให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคเข้ามาเจริญเติบโตได้โดยการสร้างสภาวะที่เป็นกรดในระบบทางเดินอาหารทั้งยังกระตุ้นให้เกิดหรือเพิ่มภูมิคุ้มกันบางชนิดภายในซึ่งเป็นแบบไม่จำเพาะเจาะจง (สมชาย, 2542) และยังสามารถสร้างสารประเภทแบคเทอริโอซิน (Bacteriocin) ที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มอื่น นอกจากนี้แบคทีเรียแลกติกยังมีคุณสมบัติในการเป็นโปรไบโอติก (Probiotic) ซึ่ง Verschuere *et al*., 2000 ได้ให้ความหมายของคำว่าโปรไบโอติกที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำ คือ กลุ่มจุลินทรีย์มีชีวิตที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสัตว์เจ้าบ้าน (host) โดยมีความสัมพันธ์กับสัตว์เจ้าบ้านหรือกลุ่มจุลินทรีย์อื่น ๆ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพอาหารหรือกระตุ้นให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้น ช่วยเสริมให้สัตว์เจ้าบ้านมีความสามารถในการต้านทานโรคและช่วยปรับสภาพสิ่งแวดล้อมของสัตว์เจ้าบ้าน ในปัจจุบันได้มีการนำโปรไบโอติกมาใช้ในการแก้ปัญหาโรคสัตว์น้ำซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากในอดีตมักจะใช้วัคซีนและยาปฏิชีวนะซึ่งจะได้ผลดีในระยะแรกเท่านั้น และมีผลเสียในเรื่องของสารตกค้างทั้งในสัตว์เลี้ยงและสิ่งแวดล้อม

การวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาแบคทีเรียแลกติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งคาดว่าแบคทีเรียแลกติกที่คัดเลือกได้จะช่วยส่งเสริมสุขภาพของกุ้ง ป้องกันการเป็นโรคและสามารถลดการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน

การตรวจเอกสาร

กุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำ (*Penaues monodon*) มีชื่อสามัญว่า Black tiger prawn หรือ Giant tiger prawn หรือ Live grass prawn ชื่อไทยว่า กุ้งกุลาดำ กุ้งกุลา กุ้งกะลา กุ้งเสือดำ กุ้งเสือ กุ้งลาย

อนุกรมวิธานของกุ้งกุลาดำ

Phylum Arthropoda

Class Crustacia

Subclass Malacostraca

Order Decapoda

Suborder Dendrobranchiae

Superfamily Penaeoidea

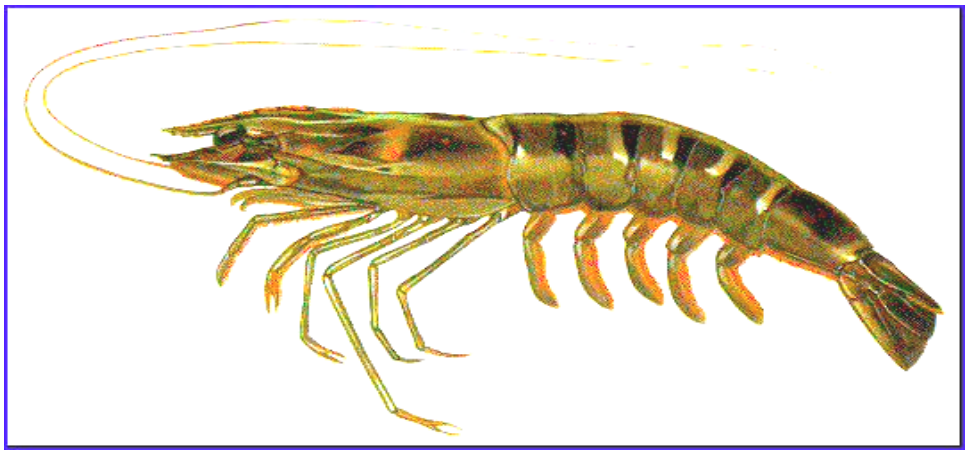
Family Penaeidae

กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งที่มีขนาดใหญ่โดยมีถิ่นอาศัยอยู่ในน่านน้ำแถบประเทศไต้หวัน ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย และ อินเดีย

ลักษณะทั่วไป

กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทะเลที่มีขนาดใหญ่ ตัวเต็มวัยมีขนาดยาว 15 - 18 เซ็นติเมตร หนัก 60 – 130 กรัม โดยมีเวลาในการเติบโตทั้งหมด 6 - 7 เดือน กุ้งกุลาดำที่โตเต็มวัยจะมีการลอกคราบทุก ๆ 12-21 วัน ใช้เวลาในการลอกคราบแต่ละครั้งประมาณ 5 วัน จะมีสีสันสดใส ผิวเป็นมัน เปลือกหัวเกลี้ยง ลำตัวสีแดงอมน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มมีลายพาดขวางสีขาวสลับดำที่หลังประมาณ 9 ลาย หนวดยาวมีสีเทาปนเขียวหรือน้ำตาล ไม่มีลายชัดเจน ส่วนของระยางค์มักจะมีสีน้ำตาลและมีขนอ่อน (fringing setae) สีแดงอยู่โดยรอบขาเดินมีสีแดงปนดำ ขาว่ายน้ำมีสีน้ำตาลปนน้ำเงินโคนสีขาว (รูปที่ 1) อย่างไรก็

ตามสีของกุ้งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมและการปรับตัวเช่น มักจะพบว่ากุ้งกุลาดำในเขตน้ำกร่อยที่ไม่ลึกนักมักจะมีสีน้ำตาลเข้มหรือกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อมักจะมีสีจางซีดนอกจากนี้ พบว่าสีของกุ้งจะเปลี่ยนแปลงตามระยะการลอกคราบเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและสรีระจึงทำให้กระบวนการสร้างและสะสมเม็ดสีเปลี่ยนแปลงไป จะเห็นว่ากุ้งที่ลอกคราบใหม่ ๆ สีจะซีดไม่สดหรือกุ้งที่กำลังลอกคราบสีจะจางลงกว่าปกติ กุ้งกุลาดำสามารถเลี้ยงได้ดีในบ่อทุกสภาพสามารถปรับเข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำบ่อได้เร็วสามารถทนอยู่ได้ในน้ำที่มีความเค็มค่อนข้างกว้างตั้งแต่ 0.2 - 70 ส่วนในพัน (ppt) แต่จะโตเร็วในบ่อที่มีช่วงความเค็มระหว่าง 15 - 30 ppt หากินตามพื้นบ่อกินอาหารได้ทุกเวลากินอาหารจำพวกพืชและสัตว์ทั้งที่ตายแล้วและยังมีชีวิตชอบหมกตัวและชอบอยู่ตามหน้าดิน สามารถเพาะเลี้ยงและแพร่พันธุ์ได้โดยอาศัยพ่อแม่พันธุ์จากทะเลหรือบ่อ (วัลลพ, 2532)



รูปที่ 1 ลักษณะของกุ้งกุลาดำ

ระบบการกินและการย่อยอาหาร

การทำงานของระบบนี้เริ่มต้นจากการที่เครื่องรับสารเคมี (chemoreceptor) ซึ่งอยู่บริเวณหนวดทำงานโดยอวัยวะนี้จะไวต่อกลิ่นโปรตีน โดยเฉพาะกรดอะมิโนมากที่สุด การใช้อวัยวะรับสารเคมีนี้มีความสำคัญยิ่งกว่าการเห็น การสัมผัส หรือการใช้ความรู้สึกอื่น ๆ จากการทดสอบพบว่ามีความไวต่อกรดอะมิโนพวก taurine มากที่สุด รองลงมา

ได้แก่ โปรตีน แป้ง และกรดไขมันดังนั้นสารที่สกัดจากเนื้อปลาทะเล ปลาหมึก และกุ้งจะกระตุ้นเครื่องรับสารเคมีได้ดีกว่าสารอื่น ๆ การกระดิกหนวดมักแสดงให้เห็นว่ามีกลิ่นอาหารมากระทบเครื่องรับการกระดิกนั้นเพื่อช่วยเตรียมเครื่องรับและเสริมการทำงานของเซลล์รับสารเคมี ซึ่งพบเซลล์เหล่านี้ได้ตามบริเวณก้ามและส่วนปากเมื่อมีการสัมผัสสารเคมีจะมีการเคลื่อนไหวและจับอาหารไว้ได้ อาหารจะถูกนำเข้าปากโดยใช้ก้ามเล็กคู่ที่ 1 และ 2 และอวัยวะบริเวณปากกับขาจะทำงานร่วมกันเพื่อนำอาหารไปยังช่องปากแล้วใช้เขี้ยวหรือสำเภากุ้งฉีกบดให้เล็กลงแล้วส่งเข้าสู่หลอดอาหารต่อไป และกากอาหารจะออกทางทวารหนักในที่สุด

ระบบการย่อยอาหารในกุ้งแบ่งออกเป็น 3 ตอน (ศิริเพ็ญ, 2528)

1. ทางเดินอาหารตอนต้น (Stomodeum หรือ Fore gut) เริ่มตั้งแต่ปากถึงกระเพาะ ด้านในบุด้วยสารไคติน เกิดจากชั้นเอคโตเดิร์มทางเดินอาหารตอนต้นนี้ประกอบด้วย

1.1 ปากอยู่ระหว่างเขี้ยว (mandible) ทั้ง 2 มีริมฝีปากบนนุ่ม ๆ (labrum) และริมฝีปากกลาง (labium) ล้อมรอบไว้

1.2 หลอดอาหารสั้น ๆ มีผนังหนา มีเยื่อบุเซลล์เป็นทรงกระบอก ประกอบด้วยกระเพาะ (stomach หรือ proventiculus) มีกระเพาะขนาดใหญ่ผนังบางและแบ่งเป็น 2 ตอน กระพุ้งใหญ่ตอนหน้าเรียก คาร์ดิแอก แชมเบอร์ (cardiac chamber) ซึ่งเป็นทางเดินอาหารตอนต้น พื้นล่างของกระเพาะตอนนี้มีโครงแข็งภายในเห็นเป็นกล้ามเนื้อแข็งเป็นสันขึ้นมาทำหน้าที่ช่วยบดอาหารคล้ายฟันเรียก แกสตริกมิล หรือ ไคตินัส ทีช (gastric mill or chitinous teeth) ทำหน้าที่ในการบดเคี้ยวอาหารคลุกเคล้า และแยกส่วนย่อยของอาหาร กระเพาะอาหารตอนต้นมีผนังที่มีไคตินมากกระพุ้งเล็กตอนหลังเรียก ไพโลริกแชมเบอร์ (pyloric chamber) เป็นส่วนที่เจริญมาจากชั้นเอนโดเดิร์ม

2. ทางเดินอาหารตอนกลาง (Mesenteron หรือ Midgut) คือ ไพโลริก แชมเบอร์นั่นเองกระเพาะตอนนี้ฝังอยู่ในมันกุ้ง

3. ทางเดินอาหารตอนปลาย (Proctodeum หรือ Hind gut) คือลำไส้ซึ่งต่อจากไพโลริกแชมเบอร์ ลงไปเป็นท่อเล็ก ๆ บุด้วยเอคโทเดิร์ม ลำไส้ตอนต้นฝังอยู่ในมันกุ้ง

แล้ววิ่งพาดอยู่เหนือกล้ามเนื้อเฟลเซอร์ (felsor) ทางด้านหลังของลำไส้มีเส้นเลือดดอร์ซัลแอบโดมินัล อาร์เทอรี่ (dorsal abdominal artery) วิ่งขนานไปถึงหาง ปลายลำไส้เปิดสู่ทวารหนักซึ่งอยู่กลางหางด้านท้อง ลำไส้กุ้งชาวบ้านมักเรียกกันว่า ขี้กุ้ง เพราะมักมีกากอาหารดำ ๆ ติดอยู่ ตับอ่อน (hepatopancreas) หรือเรามักเรียกว่า มันกุ้ง จะมีลักษณะสีเหลืองปนแสด อ่อนนุ่ม ขนาดใหญ่อยู่ส่วนอกเกือบเต็มหมด มีหลอดเล็ก ๆ มากมายทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย หน้าที่อีกอย่างคือเก็บอาหาร ดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วหลังจากร่างกายเหลือใช้แล้วเก็บไว้

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ (วัลลภ, 2532)

1. อุณหภูมิ (Temperature) กุ้งกุลาดำต้องการอุณหภูมิสำหรับการเจริญเติบโตระหว่าง 25 - 30 °C กุ้งเป็นสัตว์เลือดเย็นจึงไม่สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้เหมือนสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามธรรมชาติจะไม่มีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดมากเกินไปจะทำให้การกินอาหารและเจริญเติบโตของกุ้งลดลง

2. ความเค็มของน้ำ (Salinity) ความเค็ม หมายถึงปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ที่ละลายในน้ำ ความเค็มที่กุ้งกุลาดำเจริญเติบโตได้ดีจะอยู่ในช่วง 15 - 30 ppt ในกรณีที่น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งมีความเค็มสูงกว่าความเค็มของเลือดในตัวกุ้งน้ำภายในตัวกุ้งจะซึมออกจากตัวกุ้งตลอดเวลาทำให้กุ้งสูญเสียน้ำจนกุ้งตาย แต่กุ้งจะแก้ปัญหาได้โดยดื่มน้ำเค็มเข้าทางปาก น้ำจืดส่วนหนึ่งจะถูกดึงกลับเข้าไปทดแทนน้ำในร่างกายทำให้กุ้งมีชีวิตอยู่ได้ ส่วนในกรณีที่น้ำในนากุ้งมีความเค็มต่ำกว่าความเค็มในเลือดกุ้ง น้ำภายนอกจะไหลเข้าตัวกุ้งทำให้เลือดในตัวกุ้งจางลงและตายในที่สุด กุ้งจะมีชีวิตอยู่ได้โดยการขับน้ำส่วนเกินออกจากร่างกายเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของเลือดให้คงที่ทำให้กุ้งมีชีวิตอยู่ได้การปรับความเค็มจะต้องปรับแบบค่อยเป็นค่อยไปและกุ้งจะโตช้าลงเมื่อความเค็มสูงกว่า 25 ppt และถ้าความเค็มเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะทำให้กุ้งตายได้

3. ออกซิเจน (Oxygen) เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเลี้ยงกุ้งเพราะกุ้งจะใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจและออกซิเจนยังช่วยในการย่อยสลายเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายต่าง ๆ ของกุ้งด้วย ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีความสำคัญต่อกุ้งโดยที่กุ้งต้องการปริมาณ

ออกซิเจนในน้ำไม่น้อยกว่า 3 - 5 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งขนาดเล็กต้องการออกซิเจนมากกว่ากุ้งขนาดใหญ่ กุ้งที่มีขนาด 0.1 - 0.5 กรัม จะใช้ออกซิเจนชั่วโมงละประมาณ 1 - 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนกุ้งขนาด 10 - 20 กรัม ใช้ออกซิเจนประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อ ชั่วโมง และกุ้งจะใช้ออกซิเจนสูงในระยะที่ลอกคราบ Boyd (1989) อ้างโดย จันทร์จิรา (2544) ถ้าในน้ำมีออกซิเจนน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งจะไม่กินอาหารลดการเคลื่อนไหวลง กล้ามเนื้อในส่วนหางของกุ้งจะเป็นสีขาวและอาจตายได้

4. ความเป็นกรด–ด่าง (pH) พีเอชที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งมีค่าระหว่าง 7.5 - 8.5 ซึ่งเป็นระดับพีเอชของน้ำทะเลทั่วไปและเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยปกติพีเอชจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่พีเอชจะเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเกิดการเน่าสลายของอาหารที่ตกค้าง หรือมีการเกิดของแพลงก์ตอนพืชมาก เพราะถ้ามีแพลงก์ตอนพืชมากจะทำให้พีเอชสูงตามไปด้วย ความเป็นกรด – ด่างจะมีการเปลี่ยนแปลงมากในช่วงวันซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการลอกคราบของกุ้ง

5. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นในบ่อกุ้งโดยแบคทีเรีย ได้แก่ *Thiobacillus chromatin*, *Sulfolobus thermothrix*, *Clostridium nitrificans*, *Bacillus megaterium* (นงลักษณ์ และ ปรีชา, 2544) เป็นตัวกลางดึงเอาออกซิเจนออกไปทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซนี้จะมีกลิ่นเหมือนไข่เน่าเกิดจากการสะสมของมูลสัตว์น้ำและเศษอาหารที่เหลือตามพื้นบ่อ ถ้ามีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มีมากเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพิษต่อสัตว์น้ำทำให้กุ้งเสียการทรงตัวและตายในที่สุด

6. แอมโมเนีย (NH_3) เกิดจากการขับถ่ายของเสียจากสัตว์และการเน่าสลายของเศษอาหารที่ตกค้างในบ่อ แอมโมเนียในบ่อกุ้งมีอยู่ในรูปของก๊าซแอมโมเนียและในรูปของแอมโมเนียมไอออน แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำคือก๊าซแอมโมเนียจะเพิ่มเมื่อพีเอชของน้ำสูง ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะสูงตามไปด้วย ปริมาณของแอมโมเนียในบ่อกุ้งไม่ควรสูงกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีปริมาณแอมโมเนียจะแสดงถึงความไม่สมดุลของแอมโมเนียในน้ำ และขาดระบบการกรองน้ำที่ดีหรือการให้อาหารแก่สัตว์น้ำมากเกินไป หรือการปล่อยสัตว์น้ำในอัตราที่หนาแน่นทำให้กระบวนการกำจัดสารอินทรีย์แอมโมเนียเป็นไปได้ยากทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียต่อคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณแอมโมเนียที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

ระดับแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	คุณภาพน้ำ
0	ดีมาก
0.25	อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้
1.5	เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
3.0	ทำให้สัตว์น้ำบางชนิดตายทันที
5.0	ทำให้สัตว์น้ำตายทันที

7. ไนไตรท์ (NO^-_2) เป็นสารกึ่งกลางที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในการเปลี่ยนแอมโมเนียที่เป็นพิษเป็นไนเตรทที่ไม่เป็นพิษ ถ้าปริมาณไนไตรท์ในน้ำมากเกินไปจะทำอันตรายต่อสัตว์น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ ทำให้สัตว์น้ำมีสีซีดลงและติดเชื้อได้ง่าย ปริมาณไนไตรท์ในบ่อกุ้งไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าอยู่ในระดับ 0.1 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่าการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำไม่เร็วพอคือ เกิดจากการเลี้ยงที่หนาแน่นการให้อาหารมากเกินไป หรือมีระบบการกรองน้ำไม่ดีทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

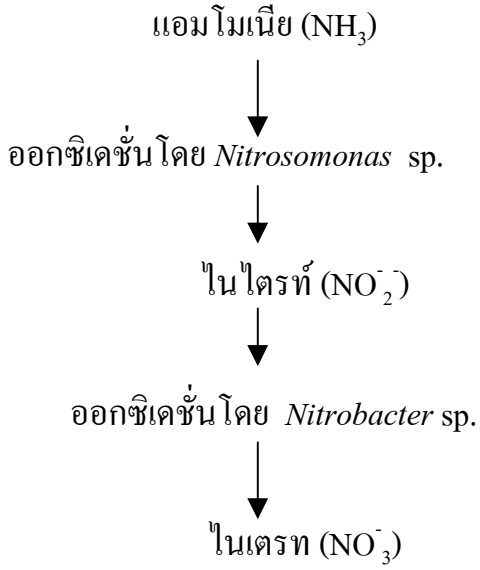
8. ไนเตรท (NO^-_3) เป็นสารที่ได้จากการสลายสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนโดยใช้ออกซิเจน ขั้นตอนของปฏิกริยาการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจนเป็นดังนี้

โปรตีน,กรดอะมิโน

↓

ย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ *Clostridium histolyticum* , *C. porogenes*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Bacillus* และ *Actinomyces* (นงลักษณ์ และ ปรีชา, 2545)

↓



ในสภาพปกติของปฏิกริยานี้แอมโมเนียและไนไตรท์จะมีปริมาณน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จะมีปริมาณไนเตรทสะสมอยู่ กระบวนการที่ทำให้ไนเตรทเพิ่มขึ้นคือ มีการสลายตัวของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์เพิ่มขึ้น มีการให้อาหารมากเกินไป มีการใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน ไนเตรทจะไม่เกิดอันตรายกับสัตว์น้ำมากเมื่อเทียบกับแอมโมเนียและไนไตรท์แต่ไนเตรทจะทำให้สุขภาพสัตว์น้ำไม่ดี ปริมาณไนเตรทที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณไนเตรทที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

ระดับไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	คุณภาพน้ำ
0.0 – 12.5	ดีมาก
12.5 – 25.0	ปานกลาง ควรเปลี่ยนน้ำบ้าง
25.0 – 50.0	ไม่ดีเริ่มมีมลภาวะต้องเปลี่ยนน้ำ
มากกว่า 50	จำเป็นต้องเปลี่ยนน้ำ

9. ธาตุอาหารในน้ำ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและพวกซิลิกา ธาตุอาหารเหล่านี้จะเป็นตัวเร่งให้แพลงก์ตอนต่าง ๆ ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วและช่วยปรับสภาพน้ำให้อยู่ในคุณภาพดี

10. ความขุ่นใสของน้ำ ในบ่อเลี้ยงไม่ควรมีความขุ่นเกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะถ้ามีความขุ่นมากทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งลดลง

11. สภาพพื้นบ่อ เมื่อเลี้ยงกุ้งนาน ๆ จะมีเศษอาหารที่เหลือและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ จะหมักหมมตามพื้นบ่อ ถ้าทิ้งไว้จะมีกลิ่นเหม็นและเป็นพิษต่อกุ้ง ควรแก้ไขโดยการดูแลควบคุมการให้อาหารไม่ให้ในปริมาณที่มากเกินไป

โรคติดเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในบ่อกุ้ง

สาเหตุที่เกิดจากแบคทีเรีย

1. โรคเสี้ยนดำ ลักษณะอาการคล้ายเสี้ยนดำทิ่มแทงในกล้ามเนื้อ สาเหตุเกิดจากแบคทีเรีย *Vibrio vulnificus* ที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติและพบตามปกติในตัวกุ้ง จะทำอันตรายต่อกุ้งเมื่อสภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมและกุ้งเกิดบาดแผลขึ้นโดยเชื้อเข้าสู่ตัวกุ้งแล้วถูกกระบวนการป้องกันตัวกุ้งเอามาห่อหุ้มไว้จนเป็น เสี้ยนดำ

การป้องกัน ตรวจสอบดูว่ากุ้งเริ่มมีจุดดำหรือเสี้ยนดำอยู่ตามเปลือกหรือไม่ ในช่วงแรกที่พบหากมีการกระตุ้นให้กุ้งลอกคราบเสี้ยนดำจะหลุดออกไปพร้อมคราบ หรือใช้สารปฏิชีวนะในการรักษาด้วย แต่ถ้าปล่อยไว้เสี้ยนดำฝังลึกเข้าไปในเนื้อกุ้งแล้วจะไม่สามารถแก้ไขได้ ส่วนแนวทางป้องกัน คือ รักษาความเค็มให้มากกว่า 20 ppt และหลีกเลี่ยงการเลี้ยงอย่างหนาแน่น (วัลลภ, 2532)

2. โรคเหงือกกร่อน หางเปื่อย ขาเปื่อยดำ หรือเปลือกเปื่อยดำ สาเหตุเกิดจากแบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio* sp. อาการของโรคพบว่าบริเวณที่ติดแบคทีเรียจะมีสีน้ำตาลและสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นสีดำเปลือกกุ้งบริเวณนั้นจะเปื่อยกร่อนเป็นบริเวณกว้างขึ้น ถ้าเป็นระยางค์หาง ขา หรือ หนวดจะเปื่อยกุดทีละน้อย ๆ ถ้าเป็นมาก ๆ จะตายได้

การป้องกัน ปรับปรุงคุณภาพน้ำและใช้สารปฏิชีวนะในการรักษาร่วมด้วย (วัลลภ, 2532)

3. โรคตายเดือน โรคนี้มักเกิดขึ้นในกรณีสภาพบ่อไม่ดี มีสาหร่ายตามก้นบ่อมากในระยะแรก ๆ ของการเลี้ยงกุ้ง ต่อมาสาหร่ายจะตายและเน่าสลายหากกุ้งอยู่บริเวณนั้นนาน ๆ โดยเฉพาะหลังการลอกคราบจะทำให้กุ้งติดแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio* sp.ได้ เมื่อกุ้งติดแบคทีเรียจะทำให้เปลือกเกิดเป็นแผล และแบคทีเรียจะผ่านเข้าไปถึงกล้ามเนื้อ ต่อมาจะเข้าไปในระบบเลือด ทำให้กุ้งตายได้

การป้องกัน ควรปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดี และอาจต้องใช้สารปฏิชีวนะช่วยในการกำจัดโรค (พรเลิศ และคณะ, 2537)

4. โรคเรืองแสง อาการของโรคนี้คือ ลูกกุ้งอ่อนแอไม่ค่อยว่ายน้ำ ลอยขอบบ่อ ไม่กินอาหาร ตัวหลวม สีลำตัวขุ่น ซี่เหงือกมีสีดำ ตับอักเสบ ตับอ่อนสีซีดลง ระยะแรก ๆ สัตว์เริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง แล้วจะขุ่นขาว ถ้าเป็นในระยะ Mysis ลำตัวจะหักงอ ในกรณีที่กุ้งติดเชื้อมาก ๆ ลูกกุ้งจะจมลงไปอยู่ก้นบ่อและตายภายในระยะเวลา 1 - 2 วัน ช่วงที่มีการระบาดมากโดยเฉพาะในขณะที่มีน้ำเค็มสูง 20 - 30 ppt (www. Nicaonline.com/disease.htm.) สาเหตุเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* สังเกตดูลูกกุ้งที่ป่วยหรือตายในเวลากลางคืน ขณะที่ปิดไฟฟ้าและทำให้สายตาชินกับความมืด แล้วมองลงไปในบ่อกุ้งที่มีแสงสลัวจะเห็นจุดสีเขียวเล็ก ๆ ระยิบระยับคล้ายแสงหิ่งห้อยลอยขึ้นลงตามการเคลื่อนไหวของลูกกุ้ง เมื่อนำกุ้งที่เรืองแสงมาทำการเพาะเลี้ยงในอาหาร TCBS จะมี *Vibrio harveyi* เจริญและเรืองแสงสีเขียวเจริญบนอาหาร TCBS

การป้องกัน ทำลายแบคทีเรียในน้ำที่ต้องการใช้เลี้ยงกุ้งโดยใช้คลอรีน ฟอร์มาลีน ถ้ากุ้งที่ติดเชื้อมากเกษตรกรมักใช้คลอแรมฟินิคอลในการรักษา ซึ่งปัจจุบันเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้มีการกีดกันทางการค้า (ลิลา, 2530)

สาเหตุเกิดจากไวรัส

1. โมโนดอน แบคคิวโลไวรัส หรือ MBV (Monodon Baculovirus or MBV) พบครั้งแรกที่ประเทศไต้หวันในปี 2524 และระบาดในหลายประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย (www.Kungthai.com/virus.html) ไวรัสเอ็มบีวีจะพบได้ทุกระยะของการเลี้ยงกุ้ง แต่พบมากในกุ้งระยะ PL20 จนถึงอายุ 3 เดือน ระยะที่มีผลกระทบมากที่

สุดคือกุ้งในระยะวัยอ่อน กุ้งในบ่อเลี้ยงที่มีเชื้อเอ็มบีวีอยู่อาจไม่แสดงอาการป่วยให้เห็นชัดเจนจะเกิดร่วมกับการติดเชื้ออื่น ๆ จะพบลูกกุ้งมีสีเข้มมากกว่าปกติกินอาหารน้อย แคระแกรน แต่เมื่อสภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงกุ้งเกิดความเครียด กุ้งจะตายได้ และถ้ามีการติดแบคทีเรียด้วยจะทำให้เกิด ความเสียหายมาก โรคที่เกิดจากไวรัสชนิดนี้สามารถติดต่อได้ทางขี้กุ้ง หรือกินซากกุ้งที่เป็นโรค

การป้องกันและการแก้ไข วิธีที่ดีที่สุดคือ ควรมีการคัดเลือกกุ้งก่อนนำมาเลี้ยง (จิราพร, 2537)

2. เฮปพาโตแพนคริเอติก พาโว-ไลค์ไวรัส หรือ HPV (Hepatopancreatic Parvo-like virus) ไวรัสชนิดนี้พบว่าระบาดในกุ้งกุลาดำในช่วงต้นปี 2537 และพบการติดเชื้อชนิดนี้ในกุ้งที่มีอายุเดือนครึ่งขึ้นไป กุ้งที่ติดเชื้อจะกินอาหารลดลง ตับอ่อนจะบวมโต กุ้งไม่โตและจะตายไป มักจะพบแบคทีเรียเส้นสาย (Filamentious bacteria) เกาะตามระยางค์ ทำให้กุ้งตายมากขึ้น

การแก้ไขและการป้องกัน ยังไม่มียาหรือสารเคมีใด ๆ ที่รักษาโรคที่เกิดจากไวรัส ได้มีการศึกษาเพื่อผลิตวัคซีนให้กุ้งเกิดภูมิคุ้มกันโรค อย่างไรก็ตามวิธีป้องกันที่ดีที่สุด คือ มีการจัดการบ่อที่ดี ควบคุมคุณภาพน้ำ ป้องกันให้กุ้งเครียดน้อยที่สุด คัดเลือกพันธุ์กุ้งที่ปลอดโรคมีสุขภาพดีและแข็งแรง (จิราพร, 2537)

3. ไวรัสหัวเหลือง (Yellow-head Baculovirus หรือ YBV) เป็นไวรัสที่มีความรุนแรงมาก สามารถติดเชื้อได้ทั้งบริเวณเหงือก ต่อมน้ำเหลือง อวัยวะสร้างเม็ดเลือดและเม็ดเลือด ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งอย่างมาก ในประเทศไทยพบการระบาดตั้งแต่ปี 2535 ในภาคใต้และแพร่กระจายไปในหลายจังหวัด (www..Kungthai.com/virus.html) จะพบไวรัส YBV ได้ในกุ้งตั้งแต่ปล่อยลงเลี้ยงจนถึงจับขาย ลักษณะอาการ คือ กุ้งจะกินอาหารมากขึ้นอย่างผิดปกติในระยะแรก และค่อย ๆ ลดลง กุ้งจะลอยอยู่ผิวหน้าน้ำ ไม่มีแรงดีดตัว บริเวณส่วนหัวจะมีสีเหลือง โดยเฉพาะตับและ ตับอ่อนจะบวมและมีสีเหลือง เหงือกจะเป็นสีเหลือง และสุดท้ายกุ้งจะตายอย่างรวดเร็ว โดยจะมีอัตราการตายสูงมากภายใน 3 - 4 วันและตายหมดภายใน 5 วัน หลังการตรวจพบอาการครั้งแรก (www..Kungthai.com/virus.html) พบมากในกุ้งที่มีอายุ 50 - 70 วัน

การป้องกันและการแก้ไข ไม่มียาหรือสารเคมีที่จะรักษาโรคกุ้งหัวเหลืองได้ ดังนั้นการป้องกันที่ดีคือ มีการจัดการบ่อที่ดี คัดเลือกพันธุ์กุ้งที่มีความแข็งแรง และให้อาหารที่มีคุณภาพดี (จิราพร, 2537) กำจัดพาหะของโรค เช่น กุ้ง ปู และน้ำที่ใช้ควรผ่านการฆ่าเชื้อ (www.Kungthai.com/virus.html)

4. วีเชพไวรัส หรือ VV (V shaped virus) พบไวรัสนี้ในช่วงต้นปี 2537 มีขนาดเล็กกว่าไวรัสวายบีวี ลักษณะอาการคือกุ้งจะทยอยกันขึ้นมาตาย และพบแบคทีเรียบริเวณกล้ามเนื้อ ตับและตับอ่อนร่วมด้วย

การป้องกันและการแก้ไข ไม่มียาหรือสารเคมีที่ใช้รักษาโรคที่เกิดจากไวรัสได้ การป้องกันเน้นการจัดการบ่อที่ดี เลี้ยงพันธุ์กุ้งที่แข็งแรงให้อาหารที่มีคุณภาพจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด (จิราพร, 2537)

5. ไวรัสตัวแดงดวงขาว (Systemic Ectodermal and Mesodermal Baculovirus หรือ SEMBV) พบไวรัสชนิดนี้ระบาดอย่างกว้างขวางในทวีปเอเชีย เช่น ฟิลิปินส์ เคยมีการรายงานการเกิดโรคดังกล่าวในช่วงปี 2528 - 2529 และยังพบต่อเนื่องมาเรื่อย ๆ แต่อาการของโรคไม่รุนแรง ประเทศที่พบว่ากุ้งป่วยเป็นโรคตัวแดงจุดขาว และมีอาการรุนแรงมากได้แก่ประเทศญี่ปุ่น อินโดนีเซีย จีน และอินเดีย (พรเลิศ, 2534) ในประเทศไทยในช่วงปลายปี 2537 ทางภาคะวันออกแถบจังหวัดจันทบุรี และตราด ภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดนครศรีธรรมราช และ ปัตตานี ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ได้แก่ จังหวัดตรัง (www.Kungthai.com/virus.html) ลักษณะอาการ คือ กุ้งที่ติดเชื้อไวรัสจะมีอาการจุดขาว ในเนื้อเยื่อใต้ชั้นเปลือกที่บริเวณส่วนหัว กุ้งบางตัวอาจมีสีแดง แต่ส่วนใหญ่จะมีสีปกติ จะว่ายอยู่ผิวน้ำ เกยขอบบ่อ อ่อนแอ กินอาหารน้อยลง ลอกคราบไม่ออก ตัวนิ่ม (www.Kungthai.com/virus.html) จะพบไวรัสชนิดนี้ได้ในกุ้งทุกระยะ กุ้งที่ติดเชื้อไวรัสนี้มีอัตราการตาย 80 - 100% จะตายหมดบ่อภายใน 7 - 10 วัน

การป้องกันและการแก้ไข ป้องกันไม่ให้ตัวพาหะ เช่น ปูชนิดต่าง ๆ นก แมลง นำไวรัสตัวแดงดวงขาวปะปนเข้ามาในระบบการเพาะเลี้ยง ควรจะมีการจัดการสภาพแวดล้อมในบ่อให้เหมาะสม (เปี่ยมศักดิ์, 2539)

แบคทีเรียประจำถิ่นในระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำ

Dempse และ Kitting (1987) ศึกษาแบคทีเรียบริเวณทางเดินอาหารจากตัวกุ้งสีน้ำตาล (*Penaeus aztecus*) พบว่ามี 7 สกุล คือ *Vibrio* sp., *Chromobacterium* sp., *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp., *Phothobacterium* sp., *Cytophage* sp. และ *Flavobacterium* sp.

Dempsey, Kitting และ Rosson (1989) ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่แยกได้จากตัวอย่างกุ้งสีน้ำตาล (*Penaeus aztecus*) บริเวณทางเดินอาหาร มีจำนวน 7.5×10^6 – 2.6×10^7 CFU/g และสามารถจำแนกได้ 5 สกุล คือ *Vibrio* sp., *Alcaligenes* sp., *Aeromonas* sp., *Chromobacterium* sp., และ *Pseudomonas* sp.,

ภัทราพร และคณะ (2533) ตรวจนับแบคทีเรียทั้งหมดที่แยกได้จากตัวอย่างกุ้งกุลาดำ (*Panaeus monodon*) บริเวณทางเดินอาหารพบจำนวนแบคทีเรีย 7.5×10^6 – 1.3×10^7 CFU/g และแบคทีเรียทั้งหมดที่แยกได้จำแนกได้ 9 สกุลคือ *Aeromonas* sp., *Arizona* sp., *Enterobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Plesiomonas* sp., *Pseudomonas* sp., *Serratia* sp., *Vibrio* sp., และ *Yersinia* sp.

รัตน์ชัย และ วิวัฒน์ (2531) ศึกษาแบคทีเรียในทางเดินอาหารกุ้งกุลาดำพบว่าจัดอยู่ในสกุล *Vibrio* sp., *Aeromonas* sp., *Pseudomonas* sp.,

เศรษฐเกียรติ และคณะ (2533) ศึกษาแบคทีเรียในทางเดินอาหารกุ้งกุลาดำพ่อ - แม่พันธุ์จากทะเลอันดามัน พบว่าแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบจัดอยู่ในสกุล *Vibrio* sp., ได้แก่ *Vibrio alginolyticus*, *V. parahaemoyticus*, *V. cholera* และ *V. vulnificus*

วรรนิภา (2539) ศึกษาแบคทีเรียที่แยกได้จากบริเวณทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำและน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งพบว่ามีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในทางเดินอาหารกุ้งได้ 1.2×10^6 - 3.4×10^7 CFU/g และในน้ำมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด 1.0×10^4 - 4.4×10^5 CFU/ml และพบว่าสามารถจำแนกแบคทีเรียประจำถิ่นในทางเดินอาหารได้ 6 สกุล คือ *Bacillus* sp., *Vibrio* sp., *Aeromonas* sp., *Pseudomonas* sp., *Klebsiella* sp., และ *Staphylococcus* sp.

ลิลา (2540) ศึกษาแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่ามีปริมาณแบคทีเรียรวมอยู่ในน้ำ 10^2 - 10^4 CFU/ml และพบว่ากลุ่มแบคทีเรียที่พบในน้ำทะเลและพบในบ่อเลี้ยงกุ้ง

กุลาดำได้แก่ *Vibrio* sp., *Pseudomonas* sp., *Aeromonas* sp., *Acinetobacter* sp., *Flavobacterium* sp., *Moraxela* sp., *Plesiomonas* sp. พบว่า *Vibrio* sp. มีปริมาณสูงสุด คือ 10^2 - 10^3 cell/ml โดยพบ *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. cholerae* มากในน้ำทะเลและนอกจากนี้ยังพบ *V. damsela*, *V. fluvialis* และ *V. vulnificus* ในปริมาณที่ไม่สูงนัก

Cahill (1990) พบว่าแบคทีเรียที่พบในสิ่งแวดล้อมในน้ำมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบของจุลินทรีย์ประจำถิ่นในลำไส้ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่มาจากสิ่งแวดล้อมและอาหาร ซึ่งจุลินทรีย์สามารถอยู่รอดและเพิ่มจำนวนได้ในลำไส้

โปรไบโอติก (probiotic)

นิยามโปรไบโอติก

โปรไบโอติก ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในงานวิจัยของทางวิทยาศาสตร์ของ Lilly และ Stillwell (1965) กล่าวถึงสารที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งขับออกมาและช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการทำงานที่ตรงข้ามกับการทำงานของยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่จะทำลายจุลินทรีย์เกือบทุกชนิดและมีผู้ให้คำนิยามอื่น ๆ อีกคือ

Parker (1974) ได้ให้คำนิยาม คือ สิ่งมีชีวิตและสารเคมีที่มีผลต่อสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้

Fuller (1989) ให้คำนิยาม คือ อาหารเสริมซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยอยู่ สามารถปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย

Havenaar และ Hius (1992) ให้ความหมายของโปรไบโอติกว่าหมายถึงจุลินทรีย์ทั้งชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดที่ให้กับสัตว์แล้วส่งผลดีต่อตัวสัตว์เอง

Verschuere *et al*. (2000) ได้ให้ความหมายของคำว่าโปรไบโอติกที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำ คือ กลุ่มจุลินทรีย์มีชีวิตที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสัตว์เจ้าเรือนโดยมีความสัมพันธ์กับสัตว์เจ้าเรือนหรือกลุ่มจุลินทรีย์อื่น ๆ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพอาหารหรือ

กระตุ้นให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้น ช่วยเสริมให้สัตว์เจ้าเรือนมีความสามารถในการต้านทานโรคและช่วยปรับสภาพสิ่งแวดล้อมของสัตว์เจ้าเรือน

บทบาทของโปรไบโอติกเมื่ออยู่ในร่างกายคนหรือสัตว์ (นวลจันทร์, 2533; เกรียงศักดิ์, 2535 ; ธนาคาร และจิรศักดิ์, 2536; Fuller, 1989 และ Gibson and Roberfroid, 1995 อ้างโดย กิจการ, 2544)

1. เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และมีผลลดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีโทษ

2. สร้างสารปฏิชีวนะซึ่งควบคุมกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโรคได้

3. การสร้างกรดแลกติกทำให้กระเพาะอาหารมีสภาพเป็นกรดจึงเกิดการย่อยและการใช้ประโยชน์จากสารอาหารต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (กิจการ, 2544) และปรับสภาพของระบบทางเดินอาหารให้อยู่ในสภาพที่แบคทีเรียโคลิฟอร์มเจริญได้ยาก

4. แย่งจับกับเยื่อบุลำไส้ ทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคมาจับกับเยื่อบุลำไส้ไม่ได้จึงทำให้ไม่แสดงอาการของโรค

5. ลดการสังเคราะห์เอมีนในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งโดยปกติสารพวกเอมีนจะเป็นพิษ คือทำให้การนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง แต่ถ้าสารเอมีนถูกยับยั้งการสังเคราะห์ จะทำให้สามารถนำอาหารไปใช้ได้มากขึ้น

6. สร้างเอนไซม์หลายชนิดที่ร่างกายสร้างไม่ได้ เช่น เบต้า-กาแลกโตซิเดส เพคติเนส และ เซลูเลส

7. กระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคในระบบทางเดินอาหารให้สูงขึ้น

8. สามารถสร้างสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ เช่น กรดไขมัน กรดอะมิโน และวิตามิน

9. กระตุ้นทำให้เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซท์หรือแมคโครฟาร์จมารวมตัวกันซึ่งแมคโครฟาร์จจะเป็นตัวทำลายเชื้อโรค

โปรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหมายถึง การเติมจุลินทรีย์ ลงสู่ถังหรือบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ จุลินทรีย์ที่ดีหรือโปรไบโอติกจะไปเปลี่ยนแปลงชนิด หรือแทนที่แบคทีเรียก่อให้เกิดโรคในน้ำและในตะกอนดิน เพิ่มความหลากหลายของจำนวนจุลินทรีย์ และ

ทำให้สัตว์น้ำมีสุขภาพดีขึ้น Moriaty *et al*. (1997) อ้างโดย กิจการ (2544) รวมทั้งสามารถเจริญในระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำได้ (Cahill, 1990; Gastsoupe, 1999 และ Gram *et al*., 1999) การทำงานของโปรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. ลดความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส
3. ส่งเสริมการเจริญของสาหร่ายที่มีประโยชน์และยับยั้งการเจริญของสาหร่ายที่เป็นพิษ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน
4. ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจน
5. ควบคุมความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยการสร้างเอนไซม์บางชนิด (exoenzyme) ที่ทำให้ความเป็นพิษของสารดังกล่าวลดลง
6. ทนต่อเชื้อโรคและมีอัตราการอยู่รอดสูง
7. เพิ่มปริมาณอาหารมีชีวิต เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)
8. ช่วยส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันให้ดีขึ้น
9. ปรับปรุงคุณภาพน้ำทำให้น้ำที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมมีการปนเปื้อนน้อยลงอาจมีการสร้างสารยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค
10. โปรไบโอติกบางชนิด เช่น *Bacillus* sp. สร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ เช่น พอลิเมอร์ ทำให้สามารถเจริญในน้ำได้ดีกว่าเชื้อโรค เช่น *Vibrio* sp. ที่ไม่สร้างเอนไซม์

แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติในการเป็นโปรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้แก่ *Bifidobacterium* sp., *Bacillus* sp. (Moriaty and Body, 1998) *Pseudomonas*, *Lactobacillus* sp. ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio* บางสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติก เช่น *V. alginolyticus* (Austin *et al*., 1995) *V. pelagius* (Ringo and Gastesoupe, 1998)

ตารางที่ 3 แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ที่เป็นโปรไบโอติก

ชนิดแบคทีเรีย	สายพันธุ์ที่นิยมใช้
แบคทีเรีย	
Bacillus sp.	*B. coagulan*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. toysi*, *B. stearothermophilus*,
Bacteroides sp.	*B. amylophilus*, *B.capillousus*, *B. ruminocola*, *B. suis*
Bifidobacterium sp.	*B. thermophilum*, *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*
Lactobacillus sp.	*L. acidophilus*, *L. bifidus*, *L. brevis*, L. *bulgaricus*, *L.casei*, *L. rerterii*, *L.ellobiosus*, *L. colinoides*, *L. corvatus*, *L. delbruekii*, *L. fermentum*, *L. lactis*, *L. plantarum*, *L. ruminis*, *L. vitulinus*
Leuconostoc sp.	*L. cromoris*, *L. dextranicum*, *L. lactis*, *L. mesenteroides*
Pediococcus sp.	*P. acidophilus*, *P. halopilus*, *P. pentosaecus*, *P. cereisiea*, *P. acidilacticii*
Propionibacterium sp.	*P. freudenreichii*, *P. shermanii*
Streptococcus sp.	*S. cremoris*, *S. diacetyl*, *S. faecium*, *S. intermedius*, *S. lactis, S. thermophilus*
Clostridium sp.	*C. butyridium*
Enterococcus sp.	*Enterococcus* sp.
Escherichia coli	*E. coli*

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ยีสต์	
Sacharomyces sp.	*Sacharomyces cerevisieae*
Candida sp.	*Candida pentoiepessi* (*Torulopsis bovina*)
รา	
Aspergillus sp.	*Aspergillus oryzae*
	Aspergillus niger

ที่มา : ดัดแปลงจาก วรรณี (2535)

โปรไบโอติกที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ควรเป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสัตว์ที่ได้รับโปรไบโอติก เช่น เพิ่มการเจริญเติบโตของสัตว์ หรือ ต้านทานการเกิดโรคในสัตว์ (Fuller , 1989)

2. ไม่เป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรค (Fuller , 1989 และ เกรียงศักดิ์, 2535)

3. เป็นเซลล์ที่มีชีวิต และเพิ่มจำนวนได้มาก (Fuller , 1989)

4. สามารถมีชีวิตอยู่รอดและทำงานได้ในกระเพาะอาหาร (Fuller , 1989)

5. มีความคงทนและสามารถรอดชีวิตได้ในสภาพการเก็บรักษาและในขณะทำการทดลอง (Fuller , 1989 และ เกรียงศักดิ์, 2535)

6. ทนต่อกรดโดยเฉพาะกรดจากน้ำย่อยหรือจากกระเพาะอาหาร (เกรียงศักดิ์, 2535)

7. สร้างกรดแลกติกได้ (เกรียงศักดิ์, 2535)

8. มีการเจริญเติบโตที่ช่วงอุณหภูมิกว้างคือ 20-60°C (เกรียงศักดิ์, 2535)

9. มีคุณสมบัติในการเจริญเติบโตรวดเร็ว คือ ต้องใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนน้อย (generation time) ต่ำและมีความสามารถในการมีชีวิตอยู่ได้ในลำไส้สัตว์ (เกรียงศักดิ์, 2535)

10. ทนต่อยาปฏิชีวนะได้หลายชนิดซึ่งมักพบหรือใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ (เกรียงศักดิ์, 2535)

11. ต้องไม่มีคุณสมบัติในการถ่ายทอดกรรมพันธุ์การต้านยา (เกรียงศักดิ์, 2535)

12. ไม่ก่อให้เกิดหรือสร้างสารพิษซึ่งสามารถตกค้างในเนื้อสัตว์ (เกรียงศักดิ์, 2535)

13. สามารถสร้าง Bacteriocin (เกรียงศักดิ์, 2535)

14. ช่วยย่อยสลายกากอาหารแล้วให้ผลผลิตเป็นกรดอะมิโน กรดไขมัน และวิตามิน (เกรียงศักดิ์, 2535)

กลไกการทำงานของโปรไบโอติก

ความสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร จะทำให้เกิดการพัฒนาในลำไส้เล็ก ทำให้คนและสัตว์มีความสามารถในการต้านทานโรค โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับทางเดินอาหาร โดยปกติในสัตว์มักมีการเปลี่ยนแปลงจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารซึ่งเกิดมาจากสภาพแวดล้อมและอาหารที่กินเข้าไป ดังนั้นปัจจัยสำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องต่อการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์นั้น ได้แก่ การสุขาภิบาล การใช้สารปฏิชีวนะ และความเครียด ซึ่งความเครียดของสัตว์เกิดขึ้นได้เสมอ เช่น ความเครียดเกิดจากการเปลี่ยนอาหาร การขนย้าย อากาศและสภาพแวดล้อม จากการวิจัยพบว่าขณะที่สัตว์เกิดความเครียดจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ จะมีผลทำให้แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะโคลิฟอร์ม แต่การเจริญของ *Lactobacillus* spp. ลดลงซึ่งมีผลทำให้สัตว์เกิดอาการท้องร่วงหรือโรคขี้ไหล ดังนั้นการใช้โปรไบโอติกจึงสามารถลดการสูญเสียเนื่องจากสามารถควบคุมปริมาณของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคได้ (เกรียงศักดิ์, 2535)

กลไกการทำงานของโปรไบโอติกรายงานว่าเมื่อให้สัตว์กินเข้าไปแล้ว โปรไบโอติกจะผ่านกระเพาะเข้าไปเจริญเติบโตหรือเกาะติดกับผนังลำไส้เล็กทุกส่วน

โดยเฉพาะการแทรกตัวอยู่ที่ร่องผนัง (villi) ของลำไส้มีการย่อยสลายของกากอาหารแล้วสร้างกรดแลกติก ซึ่งกรดแลกติคจะทำลายหรือยับยั้งตัวก่อโรค การเกาะติดของแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติกจะแพร่กระจายทุกพื้นที่ทำให้ปิดกั้นการเกาะติดของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น แบคทีเรียและไวรัส การที่มันแปลกปลอมจะดึงดูดให้แมคโครฟาร์จเดินทางมามากจึงเป็นการกระตุ้นให้มีระบบภูมิคุ้มกันเฉพาะแห่งได้ดีขึ้น และนอกจากนี้โปรไบโอติคยังมีความสามาถในการผลิตสารซึ่งจำเป็นต่อสัตว์ เช่น กรดอะมิโน กรดแลคติก และวิตามิน และยังสามารถสร้างสารปฏิชีวนะอ่อน ๆ ในการทำลายจุลินทรีย์ตัวก่อโรคได้ดีอีกด้วย (เกรียงศักดิ์, 2535)

การผลิตสารยับยั้ง

โดยปกติการยับยั้งเชื้อก่อโรคอาจเกิดจากปัจจัยเดียวหรือ หรือเกิดจากการทำงานร่วมกัน เช่น antibiotic, bacteriocin, siderophores, lysozymes, protease, H_2O_2 และการเปลี่ยนแปลง pH โดยกรดแลกติกที่ผลิตโดยกรดอินทรีย์ (Sugita *et al*., 1997) โดยจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobacillus* และ *Streptococcus* เป็นปัจจัยหนึ่งในหลาย ๆ ปัจจัยที่เป็นประโยชน์ในการทำงานของจุลชีพเหล่านี้โดยการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในระบบทางเดินอาหารของกุ้งให้คงที่ (มนตรี และ เกศินี , 2546) จากรายงานฤทธิ์การยับยั้งของแบคทีเรียแลกติก โดยแบคเทอริโอซินจะไม่จำเพาะแต่แบคทีเรียแกรมบวกเท่านั้นยังสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในสัตว์น้ำจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำแบคทีเรียแลกติกมาใช้เป็นโปรไบโอติกในสัตว์น้ำ (Verschuere *et al*., 2000) จากการรายงานของ Nair *et al*. (1985) เสนอว่า marine bacteria สามารถผลิต bacteriolytic enzyme ต่อต้าน *V. parahaemolyticus* และต่อมา Imada *et al*. (1985) ได้แยกและศึกษาสมบัติของ *Alteromonas* sp. สายพันธุ์ B-10-31 ที่แยกจากน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งของญี่ปุ่น ซึ่งสามารถผลิตสารยับยั้ง alkaline protease ที่เรียกว่า Monastatin และเมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยการทำบริสุทธิ์และทำให้เข้มข้นขึ้นพบว่า Monastatin แสดงการยับยั้ง protease จาก *Aeromonas hydrophila* และ thiol protease จาก *V. anguillarum* ซึ่งทั้งคู่เป็นเชื้อก่อโรคในปลา จากการรายงานของ Westerdahl *et al*.(1991)ได้แยกแบคทีเรียที่มีความสามารถยับยั้ง *V. anguillarum* ได้จาก

ลำไส้ของปลา turbot (*Scophthalmus maxinus*) และ จากการรายงานของ Sugita *et al*. (1997) พบว่าแบคทีเรียที่พบได้ในลำไส้ปลาสามารถผลิตสารยับยั้งการบุกรุกของแบคทีเรียก่อโรคในลำไส้ปลาได้จึงได้แยก *Vibrio* sp. NM 10 จากลำไส้ของปลา spotnape ponyfish (*Leiognathus nuchalis*) ซึ่ง *Vibrio* sp. NM 10 มีฤทธิ์ยับยั้ง Pasteurella K-III ก่อโรค Pasteurellosis ในปลา ซึ่ง *Vibrio* sp. NM 10 สามารถผลิตสารยับยั้ง Pasteurella K-III ได้ดีเมื่อเจริญที่ 20°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอาหารแข็ง 1/5 PYBG โดยเตรียมกับ 50% น้ำทะเลที่ pH 7.5-9 และสารยับยั้งนี้ไม่ถูกทำลายด้วยความร้อน และเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 5 kDa

การแย่งกันเกาะบริเวณทางเดินอาหาร

การแย่งเกาะบริเวณลำไส้เป็นกลไกหนึ่งที่สามารถป้องกันการเจริญของเชื้อก่อโรคบริเวณลำไส้หรือบริเวณเนื้อเยื่ออื่น ๆ ซึ่งเป็นที่รู้ดีว่าความสามารถในการเกาะที่บริเวณด้านในของเนื้อเยื่อหรือบริเวณผิวเป็นคุณสมบัติที่มีความจำเป็นของแบคทีเรียในลำไส้ของปลา (Olsson *et al*., 1992; Onarheim *et al*., 1990 และ Westerdahl *et al*., 1991) ดังนั้นแบคทีเรียจะอยู่ในลำไส้ได้ชั่วคราวและจะหายไปจากลำไส้ทันทีเมื่อถูกบุกรุกจะยังคงเหลือแบคทีเรียอยู่จำนวนเพียงเล็กน้อยที่สามารถอยู่ได้เนื่องจากมีความสัมพันธ์เป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่นซึ่งจะมีความจำเพาะกับสัตว์เจ้าเรือนนั้น ๆ (Sugita *et al*., 1997) ซึ่งโปรไบโอติกจะมีบทบาทในการขัดขวางเชื้อก่อโรคจากการเกาะติดหรือรวมตัวกันในบริเวณทางเดินอาหารหรือมีบทบาทในการป้องกันการเกาะติดโดยตรงของเชื้อก่อโรคกับผนังของระบบทางเดินอาหาร

เสริมภูมิคุ้มกัน

กุ้งกุลาดำมีระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะเจาะจง คือ ไม่สามารถจดจำสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกายได้ และจะตอบสนองช้ากว่าการสร้างแอนติบอดีในสัตว์ชั้นสูง โดยพบว่ามีการตอบสนองของเซลล์และสารน้ำ (Cellular and humoral responses) เช่น ไลโซไซม์ (lysozyme) จากการรายงานของ Pouwels *et al*. (1996) พบว่าแบคทีเรียแลกติกช่วยกระตุ้น specific antibody หลังจากติดเชื้อโดยจากการรายงานของ

Rengpipat, 2000 พบว่า การอยู่รอดของกุ้งกุลาดำที่ได้รับ *Bacillus* S11 เป็นระยะเวลา 90 วันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับ *Bacillus* S11 พบว่ากลุ่มที่ได้รับ *Bacillus* S11 มีประสิทธิภาพ phagocytic activity เพิ่มขึ้นโดยวัดจากค่า % phagocytosis และ phagocytosis index (PI) ซึ่งพบว่า ค่า PI จะสูงกว่าในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญและจากการรายงานผลของโปรไบโอติกต่อระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งกุลาดำโดย www.Kungthai.com/aps11.html พบว่าในกุ้งกุลาดำที่ได้รับโปรไบโอติกจะมีจำนวน เม็ดเลือด และค่า % phagocytosis phagocytosis index สูงกว่ากุ้งกลุ่มควบคุมและพบว่าค่า ฟีนอลออกซิเดส (phenoloxidase) และ ค่า Antibacterial activity ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ฟีนอลออกซิเดส คือ เอนไซม์ที่ส่งผลให้เกิดกระบวนการเมลาไนซ์เซชั่น (melanization) ตอบสนองต่อปรสิตที่เข้ามาในร่างกาย (กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546)

การใช้จุลินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นโปรไบโอติกเสริมในอาหารสัตว์แทนการใช้สารปฏิชีวนะ

Parker (1974) และ Fuller (1989) ได้รวบรวมทำการศึกษาการใช้โปรไบโอติกแทนสารปฏิชีวนะและได้รวบรวมความแตกต่างของสมบัติและกลไกการออกฤทธิ์ของโปรไบโอติกและสารปฏิชีวนะ (ตารางที่ 4) ซึ่งในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำปัญหาใหญ่ที่ทำให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวคือการป้องกันและควบคุมโรคที่ทำให้เกิดปัญหาได้แก่โรคที่เกิดจากเชื้อ Vibrio (Vibriosis) จะใช้ยาหรือสารปฏิชีวนะซึ่งเมื่อใช้ไปได้ระยะหนึ่งจะประสบปัญหาการดื้อยา ทำให้การรักษาทำได้ยากมากขึ้นจำเป็นต้องมีการเพิ่มปริมาณการใช้ยามากขึ้นกว่าที่เคยใช้ในระยะแรกของการเลี้ยง การใช้ยาไม่สามารถรักษาอาการป่วยที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียได้เลย ปัญหาอุบัติการดื้อยาของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคโดยเชื้อแบคทีเรียจะปรับตัวให้สามารถทนต่อยาหรือสารปฏิชีวนะได้มากขึ้นซึ่งสาเหตุของการเกิดอุบัติการดื้อยามาจากการใช้ยาหรือสารปฏิชีวนะไม่ถูกต้องในการป้องกันและรักษาโรค มีการใช้ยาเพื่อป้องกันในระยะที่กุ้งยังไม่ป่วยทำให้มีการใช้ยาบ่อยเกินไป การใช้ยามากเกินไปซึ่งการใช้ยาปฏิชีวนะดังกล่าวจะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับตับและตับอ่อนซึ่งทำหน้าที่กำจัดสารแปลกปลอม

ออกจากร่างกายของกุ้ง การใช้ยาหรือสารปฏิชีวนะมากเกินไปทำให้เกิดการฝ่อของตับ ทำให้หน้าที่อื่น ๆ ของตับเช่น การสร้างน้ำย่อย การสะสมสารอาหารเพื่อการดำรงชีวิต ด้อยลงไปด้วย สารปฏิชีวนะที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะไม่ใช้สารปฏิชีวนะผสมในอาหารกุ้ง แต่จะให้กุ้งกินโดยตรง หรือ ละลายน้ำแช่ลูกกุ้งเพื่อการรักษาโรคที่ติดเชื้อแบคทีเรีย สารปฏิชีวนะที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและเกิดสารตกค้างได้แก่ Oxytetracycline, Chloramphenicol, Nitrofuran และ Sulfa drug เป็นต้น การใช้ยาไม่ถูกวิธีนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองและไม่ได้ผลในการรักษาแล้วยังก่อให้เกิดปัญหาการดื้อยาของแบคทีเรียและปัญหาสารตกค้างในเนื้อกุ้งซึ่งเป็นปัญหาในการส่งออกกุ้งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ (www.Kungthai.com/aps11.html)

ในปัจจุบันได้มีการนำโปรไบโอติกมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์เช่น หมู ไก่ และในสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในปลา (Joborn *et al*., 1997; Gildberg and Mikkelsen, 1998; Robertson *et al*., 2000 และ Nikoskelainen *et al*., 2001) และหอย (Douillet and Lagdon,1994; Riquelme *et al*.,1997 และ Gibson *et al*.,1998) ขณะที่การศึกษาในกุ้งกุลาดำยังมีการรายงานอยู่น้อย (Rengpipat *et al*.,1998 และ Moriaty,1998) เนื่องจากการใช้สารปฏิชีวนะได้ก่อให้เกิดผลเสียดังที่กล่าวมาข้างต้น จุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้เสริมในอาหารสัตว์ควรใช้จุลินทรีย์ที่เป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่น (Normal flora) ของสัตว์ชนิดนั้น (Kenworthy, 1973) ซึ่งจะทำให้แบคทีเรียโปรไบโอติกสามารถปรับตัวได้ดีและจะต้องมีสมบัติการเป็นโปรไบโอติกที่ดี ซึ่งจะทำให้สัตว์ที่ได้รับโปรไบโอติกมีสุขภาพดี มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและสามารถต้านทานการเกิดโรคติดเชื้อได้

รางที่ 4 สมบัติและกลไกการออกฤทธิ์ของโปรไบโอติกและสารปฏิชีวนะ

โปรไบโอติก	สารปฏิชีวนะ
สมบัติ	**สมบัติ**
1. เป็นสิ่งมีชีวิต	1. เป็นสารเคมีบริสุทธิ์
2. ไม่ดูดซึมในทางเดินอาหาร	2. ดูดซึมได้ในทางเดินอาหาร
3. เพิ่มการเจริญและประสิทธิภาพในการใช้อาหาร	3. เพิ่มการเจริญและประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
4. ไม่มีการหลงเหลือในเนื้อเยื่อ	4. หลงเหลือได้ในเนื้อเยื่อ
5. ไม่ก่อให้เกิดเชื้อกลายพันธุ์หรือดื้อยา	5. อาจทำให้เชื้ออื่นเกิดการกลายพันธุ์และดื้อยา
กลไกการออกฤทธิ์	**กลไกการออกฤทธิ์**
1. ให้ฤทธิ์ต้านเชื้อเฉพาะที่	1. ให้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อได้ทั่วร่างกายและออกฤทธิ์ต่อเชื้อต่าง ๆ ได้มากขึ้น
2. เจริญได้ในทางเดินอาหารและแข่งการเจริญกับเชื้อก่อโรคได้	2. ขัดขวางการสังเคราะห์ผนังเซลล์ DNA RNA และ โปรตีน

แบคทีเรียแลกติก (Lactic acid bacteria)

ลักษณะทั่วไป

แบคทีเรียแลกติกเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม หรือรูปท่อน ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ (Axelsson, 1993) จัดอยู่ใน family *Lactobacillaceae* ซึ่งมี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือกลุ่ม homofermentative และกลุ่ม heterofermentative โดยกลุ่มแรกสามารถสร้างกรดแลกติกจากน้ำตาลกลูโคส หรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 ตัวชนิดอื่น ๆ ให้ได้กรดแลกติกประมาณ 95% ที่เหลือเป็นกรดอะซิติกและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีกเล็กน้อย จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่

Lactobacillus, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Enterococcus* และ *Vagococcus* ส่วนแบคทีเรียกลุ่มหลังสามารถใช้น้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 ตัวได้กรดแลกติกประมาณ 50% และได้กรดอะซิติกรวมทั้งเอทธานอลประมาณ 20 – 50% ได้แก่ *Leuconostoc*, *Carnobacterium* และ *Lactobacillus* สามารถเจริญได้ในบริเวณที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนแบคทีเรียแลกติกส่วนใหญ่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (microaerophile) บางชนิดเป็นพวกไม่ต้องการอากาศอย่างยิ่ง (strickly anaerobe) เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่ได้รับพลังงานจากการหมักโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Frazier and Westhoff, 1997) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ในช่วง 30-40 $^{\circ}$C ช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ในช่วง 5.58-6.20 แต่โดยทั่วไปเจริญได้ที่ pH ≤ 5 อัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นกลาง หรือด่าง (Salminen and Wright, 1993)

แหล่งที่พบ

เนื่องจากแบคทีเรียแลกติกแต่ละ species สามารถปรับตัวเพื่อเจริญเติบโตภายใต้สภาวะแวดล้อมได้แตกต่างกันจึงทำให้พบเชื้อกลุ่มนี้กระจายทั่วไปทั้งในคนและสัตว์ โดยเฉพาะบริเวณช่องปาก ลำไส้ rumen vagina และพบในแมลง พืชและผลิตภัณฑ์ของพืช เช่น ผิวใบ ผัก ผลไม้ รากต้นไม้ ธัญพืชและหญ้าหมัก (Salminen and Wright, 1993 และ สมบูรณ์, 2538) รวมทั้งพบในเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ ผลิตภัณฑ์นม อาหารหมักดองต่าง ๆ และเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (นภา, 2522)

ความต้องการสารอาหาร

ความต้องการสารอาหารของแบคทีเรียแลกติกซึ่งแบคทีเรียแลกติกต้องการอาหารพิเศษหรือเฉพาะในการเจริญเติบโต (fastidious microorganism) เช่น กรดอะมิโนเป็นแหล่งไนโตรเจน จะเจริญได้น้อยมากหากไม่มีแหล่งไนโตรเจนซึ่งแบคทีเรียแลกติกต้องการ serine และ arginine และยังต้องการ yeast extract เป็นแหล่งวิตามิน (ไบโอติน และ ไรโบฟลาวิน) (Tittsler *et al*., 1952) และวิตามินที่แบคทีเรียแลกติกใช้ในการเจริญเติบโตได้แก่ thiamine (B1), riboflavine (B2), pyridoxin (B6), folic acid

(B9), cyanocobalamine (B12) และ nicotinic acid (Salminen and Wright, 1993) รวมทั้งต้องการ peptone, magnesium, manganese, acetate และ Tween 80 การแยก *Lactobacillus*, *Pediococci* และ *Leuconostoc* อาหารเลี้ยงเชื้อที่นิยมใช้ได้แก่อาหารแข็ง de Mon Rogosa Sharpe (MRS) ที่มีองค์ประกอบของอาหารที่สมบูรณ์ (สมบูรณ์, 2538) แต่อย่างไรก็ตามได้มีผู้ใช้อาหารแข็งอื่น ๆ ด้วยเช่นอาหารแข็ง GYP (glucose yeast peptone) โดยอรนุช (2530) ได้ใช้อาหารชนิดนี้ในการแยกแบคทีเรียแลกติกจากแหนม

การจัดจำแนก

แบคทีเรียแลกติกสามารถจัดจำแนกเป็นสกุลต่าง ๆ ได้ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะรูปแบบการหมักกลูโคส การใช้น้ำตาลชนิดต่าง ๆ การสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกลูโคส การเจริญที่อุณหภูมิต่าง ๆ การผลิตกรดแลกติก การเจริญที่มีเกลือความเข้มข้นสูงและการทนต่อเกลือหรือด่าง (Axelsson, 1993)

Stiles and Holzapfel (1997) ได้แบ่งแบคทีเรียแลกติกโดยการพิสูจน์เอกลักษณ์จากคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ 11 สกุลได้แก่ *Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Oneococcus, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus, Vagococcus* และ *Weissella*

การผลิตสารยับยั้งของแบคทีเรียแลกติก

กรดแลกติก (Lactic acid)

แบคทีเรียแลกติกทุกสายพันธุ์สามารถสร้างกรดแลกติกได้โดยการเปลี่ยนน้ำตาลในอาหารให้เป็นกรดแลกติก ทำให้ pH ของอาหารลดลง มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งแบคทีเรียแลกติกสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ (Helander *et al.*, 1997)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogenperoxide)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นสารที่ได้จากกระบวนการแมทาบอลิซึมในระหว่างการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแลกติกทุกสายพันธุ์ (Helander *et al.*, 1997) และจะสะสมเพิ่มขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อเนื่องจากแบคทีเรียแลกติกไม่มีเอนไซม์คะตะเลส แบคทีเรียแลกติกจึงสามารถสร้าง H_2O_2 ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

ไดอะซิทิล (Diacetyl)

เป็นผลผลิตสุดท้ายที่ได้กระบวนการเมทาบอลิซึมของ *Lactococcus* spp. ไดอะซิทิลเป็นสารที่ให้กลิ่นเฉพาะในผลิตภัณฑ์นมหมัก และมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลายชนิดที่ความเข้มข้น 300 - 1,000 ppm (Helander *et al*., 1997) ที่ความเข้มข้น 200 μg/ml ยับยั้งการเจริญของยีสต์และแบคทีเรียแกรมลบที่ความเข้มข้น 300 μg/ml สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกที่ไม่ใช่แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก ส่วนแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกจะถูกยับยั้งที่ความเข้มข้นสูงกว่า 350 μg/ml

แบคเทอริโอซิน (Bacteriocin)

แบคเทอริโอซิน คือ สารเปปไทด์ หรือสารประกอบโปรตีนโมเลกุลใหญ่ที่สร้างจากแบคทีเรีย มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอื่นที่มีสายพันธุ์ใกล้เคียงกับแบคทีเรียที่ผลิตแบคเทอริโอซิน หรือสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอื่นที่มีความไวต่อแบคเทอริโอซิน แบคทีเรียแลกติกที่สามารถผลิตแบคเทอริโอซินได้แก่ *Lactobacillus fermentum*, *L. heveticus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *Pediococcus acidilactici* และ *P. pentosaceus* สำหรับแบคเทอริโอซินที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางคือ Nisin ซึ่งผลิตโดย *Lactococcus lactis* ซึ่งปัจจุบันใช้เป็น preservative มากกว่า 50 ประเทศ เนื่องจาก Nisin มีประสิทธิภาพในการต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้หลายชนิด แต่ไม่ยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ ยีสต์และเชื้อรา อาหารที่มีการนำ Nisin ไปใช้ได้แก่ เนยแข็ง นม โยเกิร์ต เครื่องดื่มที่หมัก ผลิตภัณฑ์เนื้อ ปลา และผักบรรจุกระป๋อง (Helander *et al*., 1997) แบคทีเรียแลกติกบางสายพันธุ์สามารถต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบได้แก่ *Vibrio anguillarum*, *V. salmonicida* และ *Proteus vulgaris* (Strom, 1993 และ Ringo and Gastesoupe, 1988) และพบว่า *Carnocin* ที่ผลิตจาก

Carnobacterium piscicola มีประสิทธิภาพในการต่อต้าน *Aeromonas hydrophila* (Lewis *et al*., 1991)

รูทีรีน (Reuterin)

รูทีรีนเป็นสารที่ไม่ใช่โปรตีนแต่เป็น β-hydroxy propionaldehyde ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ละลายน้ำได้ดีปานกลาง ได้จากแบคทีเรียพวก *Lactobacillus reuterin* (Helander *et al*., 1997) รูทีรีนสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบ ยีสต์ ราโปรโตซัว และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Listeria* และ *Clostridium*

บทบาทของแบคทีเรียแลกติกที่มีคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติก

1. การเข้าครองพื้นที่

Conway (1996) อ้างโดย Ringo และ Gastesoupe (1998) พบว่ากลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารสามารถ colonise ได้ในลำไส้ได้นานและมีอัตราในการเพิ่มจำนวนสูงกว่าอัตราที่ปล่อย จุลินทรีย์ออกนอกตัว และพบว่าแบคทีเรียแลกติกจะ colonise ที่บริเวณลำไส้ของสัตว์บก (terrestrial animal) และเป็น normal flora ที่สำคัญ จากการรายงานของ Gildberg และ Mikkelsen (1998) พบว่าในส่วนท้ายของกระเพาะอาหารของ Atlantic cod ระยะ juveniles จะพบ *C. divergen* ในปริมาณที่สูงกว่าในลำไส้ นอกจากนี้ Strom และ Ringo (1993) และ Joborn *et al*. (1997) พบว่าแบคทีเรียแลกติกสามารถอยู่รอดได้ในลำไส้ของปลาทั้งในระยะตัวอ่อนและระยะ juveniles

2. การยึดเกาะเมือกบุผนังลำไส้

Lactobacilli สามารถเกาะที่ผนังลำไส้ได้และพบว่าแบคทีเรียแลกติกในสัตว์เลือดเย็น (endothermic animal) จะมีความจำเพาะเจาะจงต่อทางเดินอาหารของ host ซึ่งแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากสัตว์ฟันแทะไม่สามารถเกาะได้ในทางเดินอาหารของไก่ (Fuller, 1989) Spencer และ Chesson (1994) อ้างโดย Ringo และ Gastesoupe

(1998) เสนอว่า *Lactobacillus* spp. สามารถยับยั้งการเกาะของ *E. coli* ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับ Jin *et al*. (1996) ที่พบว่าการลดลงของ *Salmonella* spp. ในลำไส้ของไก่สามารถลดลงได้โดย *Lactobacillus* spp. และ Owehand และ Conway (1996) แยกเชื้อและศึกษาคุณสมบัติของสารที่ผลิตโดย *L. fermemtum* ที่สามารถยับยั้งการเกาะของ *E. coli* ที่เยื่อบุเมือกบริเวณลำไส้เล็ก ต่อมา Olsson, (1995) และ Joborn *et al*. (1997) พบว่าแบคทีเรียแลกติกสามารถเกาะได้ที่เนื้อเยื่อของทางเดินอาหารของปลาและจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการชี้ให้เห็นว่า *Carnobacterium* sp. สามารถเกาะได้ที่เยื่อบุบริเวณลำไส้ของ rainbow trout แต่กลไกในการเกาะไม่มีความจำเพาะและถือว่าการแย่งกันเกาะที่บริเวณ receptors บนเยื่อบุบริเวณลำไส้กับเชื้อก่อโรคเป็นผลมาจากคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติก (Montes and Pugh, 1993)

3. ฤทธิ์การต่อต้าน

แบคทีเรียที่ colonise ในทางเดินอาหารของปลาสามารถผลิตกรดแลกติกซึ่งสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค ดังนั้นจึงเป็นการป้องกัน host จากโรคที่มีสาเหตุมาจาก toxin ที่ผลิตมาจาก proteolytic bacteria ซึ่งแบคทีเรียแลกติกสามารถผลิตสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของของเชื้อก่อโรคได้เช่น bacteriocin, H_2O_2 และ lactic acid และจากการศึกษาพบว่าแบคเทอริโอซิน สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคได้แก่ *Listeria monocytogenes, Aeromonas hydrophila* และ *Staphylococcus aureus* (Lewis *et al*.,1991) จากการรายงานของ Pilet *et al*. (1995) พบว่าแบคเทอริโอซินที่แยกจาก *C. piscicola* และ *C. divergens* สามารถยับยั้งการเจริญ *L. monocytogenes* ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Strom (1988) อ้างโดย Ringo และ Gastesoupe (1998) ที่แยก *C. divergens* จากปลา salmon ในระยะตัวอ่อน ซึ่งพบว่า *C. divergens* สามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคในปลา เช่น *V. anguillarum* , *V. salmonicida* และ *Proteus vulgaris* และมีการรายงานไว้หลายรายงานเกี่ยวกับแบคทีเรียแลกติกที่สามารถเชื้อก่อโรคในปลาที่เป็นแกรมบวกและยังรวมไปถึงเชื้อจุลินทรีย์แกรมลบด้วย จากการศึกษาของ Lewis *et al*. (1991) พบว่า Carnocin จาก *C. piscicola* มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้ง *Aeromonas hydrophila* ได้น้อยกว่ายับยั้ง *L. monocytogenes*

4. การเหนี่ยวนำในสิ่งมีชีวิต

Gastisoupe, 1993 พบว่า *Lactobacillus* และ *Carnobacterium* สายพันธุ์ที่แยกได้จากโรติเฟอร์สามารถเพิ่มความต้านทานให้แก่ตัวอ่อนของปลา turbot ต่อเชื้อก่อโรคซึ่งได้แก่ *Vibrio* sp. ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Gilberg *et al*. (1995) พบว่าการเติม freeze-dried ของ *C. divergens* ที่มีความเข้มข้น 10^5 CFU ลงไปผสมในอาหารไม่สามารถต้านทานต่อการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคโดย *Aeromonas hydrophila* ในลูกปลา salmon แต่สามารถลดอัตราการตายของลูกปลา Atlantic cod เมื่อเหนี่ยวนำให้เกิดโรคโดย *V. anguillarum*

จุลินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นโปรไบโอติกกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สินธิ และ ลิลา (2541) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรไบโอติกที่ผลิตจาก *Bacillus* ที่แยกได้จากผิวดินและพื้นบ่อเลี้ยงกุ้ง นำไปใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่ากุ้งที่ได้รับโปรไบโอติกจะมีอัตราการรอดตาย น้ำหนัก ความยาวและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรไบโอติก

Nogami and Maeda (1992) ได้คัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ *Thalassobacter utilis* PM–4 จากน้ำทะเลเติมลงในบ่อเลี้ยงปูสีน้ำเงิน (blue crab) ในความเข้มข้น 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร พบว่าปูสีน้ำเงินมีอัตราการรอดตาย 27.2 % เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการรอดตายเพียง 6.8% และพบว่า PM – 4 สามารถยับยั้งการเจริญของ *V. anguillarum* ได้

Gatesoupe (1991) เติมแบคทีเรียแลกติกในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์พบว่า *Lactobacillus* 2 สายพันธุ์คือ *L. plantarum* และ *L. helveticus* ให้ผลในการเพิ่มจำนวนความหนาแน่นของโรติเฟอร์อย่างมีนัยสำคัญและพบว่า *L. plantarum* มีประสิทธิภาพดีกว่า *L. helveticus* ในขณะที่ *Streptococcus thermophilus* ให้ผลในการเพิ่มจำนวนความหนาแน่นของโรติเฟอร์อย่างไม่มีนัยสำคัญและพบว่าจำนวนของ aerobic bacteria ในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเติม *L. plantarum* และพบว่าการเจริญของ *Aeromonas salmonicida* ในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์สามารถถูกยับยั้งโดย *L. plantarum*

Garcia-de-la-Banda *et al.* (1992) อ้างโดย Bruno *et al*. (2000) มีการใช้ *Streptococcus lactis* และ *Lactobacillus bulgaricus* เป็นอาหารเลี้ยงโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียเพื่อให้เกิด Bioencapsulation เพื่อใช้เลี้ยงตัวอ่อนของปลา turbot พบว่าตัวอ่อนของปลา turbot มีอัตราการอยู่รอดสูงกว่ากลุ่มควบคุมถึง 6 เท่า

Maeda และ Liao (1992) รายงานว่าเมื่อเติมแบคทีเรียที่แยกได้จากดินจำนวน 10^7 เซลล์/มิลลิลิตร ลงในบ่ออนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ พบว่าทำให้มีอัตราการรอดและการลอกคราบดีกว่าชุดควบคุม

Garriques และ Wyban (1993) ทดลองเติมโปรไบโอติกแบคทีเรียในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่ากุ้งกุลาดำที่ได้มีขนาดใหญ่และไม่พบแบคทีเรียสะท้อนแสง (*V. harveyi*)

Garriques และ Arevalo (1995) อ้างโดย Bruno *et al.* (2000) คัดเลือก *Vibrio alginolyticus* จากน้ำทะเลเพื่อนำไปใช้ในการเพาะฟักตัวอ่อนของกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) พบว่าไม่มีการตายของกุ้งขาวเมื่อมีการทดสอบโดยวิธี challenge pathogenicity test พบว่ามีอัตราการรอดตายสูงถึง 90.1% กลุ่มที่ได้รับ antimicrobial มีอัตราการรอดตาย 83.8% ส่วนกลุ่มควบคุมมีอัตราการรอดตาย 74.5% ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกันกับการทดลอง Austin *et al*. (1995) และ Garriques และ Arevalo (1995) เสนอว่า *V. alginolyticus* อาจจะมีคุณสมบัติในการป้องกันการก่อโรคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

Austin *et al*. (1995) รายงานว่า *V. alginolyticus* ที่แยกได้จากส่วนท้องของกุ้งเป็นโปรไบโอติกแบคทีเรียที่สามารถลดการก่อโรคที่เกิดจาก *Aeromonass samonicida, V. anguillarum* และ *V. ordalii* ในปลาแซลมอน พบว่ากลุ่มที่ได้รับโปรไบโอติกมีอัตราการรอดตายเพิ่มขึ้นจาก 10% เป็น 20% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรไบโอติก

Zherdmant *et al*. (1997) รายงานว่าโปรไบโอติกแบคทีเรียที่ความเข้มข้น 10^3 CFU / ml สามารถป้องกันการติดเชื้อในกุ้งขาวได้

Maeda (1988) พบว่าการเติม “soil extract” ให้แก่ไดอะตอมเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เติม “soil extract” พบว่ากุ้งกุลาดำกลุ่มที่ได้รับ “soil extract” มีอัตราการรอดตายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Haryanii และ Tsumura (1998) อ้างโดย กิจการ และคณะ (2544) พบว่าเมื่อใช้แบคทีเรียสายพันธุ์ BY-9 ที่มีเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU / ml เติมลงในถังที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับ BY-9 พบว่าทำให้จำนวนของ *Vibrio* ลดลง และกุ้งมีอัตราการรอดตายถึง 46.11% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่อัตราการรอดตายเพียง 10.57%

Gibson *et al*. (1998) รายงานว่าเมื่อใช้ *Aeromonas media* สายพันธุ์ 199 ซึ่งสามารถผลิตแบคเทอริโอซินได้ จำนวน 10^4 cell/ml สามารถป้องกันการตายจากการติดเชื้อ *V. tubiashi* ในหอยนางรม (*Crassostrea gigas*)

Gildberg *et al*. (1998) ศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญของปลาคอดที่ได้รับอาหารที่ได้มีการผสมกับแบคทีเรียแลกติกคือ *Carnobacterium divergens* ที่แยกได้จากเครื่องในปลาคอด สามารถยับยั้งการเจริญของ *V. anguillarum*

Gram *et al*. (1999) บันทึกว่า *Pseudomonas fluorescens* สายพันธุ์ AH 2 สามารถลดอัตราการตายของปลา rainbow trout ที่ติดเชื้อโดย *V. anguillarum* พบว่ามีอัตราการตาย 32% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีอัตราการตายถึง 47%

Rengpipat *et al*. (1998) พบว่า *Bacillus* S11 สามารถใช้เพื่อป้องกันการเกิดโรคเรืองแสงที่ระบาดในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำซึ่งเกิดจากแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio harveyi* และ Rengpipat *et al*. (2000) ได้ศึกษาการอยู่รอดและและการเจริญของกุ้งกุลาดำที่ได้รับ

Bacillus S11 เป็นเวลา 90 วันซึ่งช่วยเพิ่มการเจริญและการอยู่รอดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับ *Bacillus* S11

ดังนั้นการนำแบคทีเรียแลกติกมาประยุกต์ใช้เป็นโปรไบโอติกในการเลี้ยงสัตว์น้ำจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ควรให้ความสนใจอย่างแท้จริง ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งคัดเลือกแบคทีเรียแลกติกจากระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำที่มีคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติกเพื่อนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความแตกต่างของแบคทีเรียแลกติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำปกติและเป็นโรคทั้งในเชิงปริมาณและชนิดของแบคทีเรียแลกติก
2. คัดเลือกแบคทีเรียแลกติกที่มีคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติก
3. ศึกษาการเจริญและอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำเมื่อผสมแบคทีเรียแลกติกชนิดต่าง ๆ ที่คัดเลือกได้ลงในอาหารกุ้ง

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการแยกเชื้อแบคทีเรียแลกติกจากระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำ เทียบเคียงชนิดของแบคทีเรียแลกติก ทดสอบคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติกของแบคทีเรียแลกติกในห้องปฏิบัติการ เช่นความสามารถในการทนต่อกรด ความสามารถในการย่อยโปรตีน ไขมัน แป้ง การเจริญในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน ความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคต่าง ๆ รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญของแบคทีเรียแลกติกและสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารยับยั้งของแบคทีเรียแลกติก การหาค่า MIC และ MBC และการนำโปรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกไปใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้คาดว่าจะได้แบคทีเรียแลกติกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิตและรายได้แก่เกษตรกรเนื่องจากโปรไบโอติกช่วยส่งเสริมสุขภาพของกุ้งป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ก่อโรคจับกับเยื่อบุลำไส้ลดการเป็นโรค ซึ่งจะช่วยเพิ่มช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้แก่เกษตรกร