การตรวจเอกสาร

ปลานิล (Nile tilapia) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง ในวงศ์ปลาหมอสี (Cichlidae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oreochromis niloticus* (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2556ก) (ภาพที่ 1) เป็นปลาที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย และได้รับความนิยมในการเพาะเลี้ยงอย่างกว้างขวาง เพราะสามารถขยายพันธุ์ได้เองในบ่อเลี้ยง ให้ลูกดก เลี้ยงง่าย และเจริญเติบโตเร็ว ปัจจุบันมีความต้องการบริโภคปลานิลทั้งตลาดในท้องถิ่น ในเมือง หรือแม้กระทั่งตลาดในต่างประเทศ ได้เพิ่มปริมาณมากขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรได้ปลานิลสายพันธุ์ดีมาเลี้ยง กรมประมงจึงได้ดำเนินการปรับปรุงสายพันธุ์ปลานิลในด้านต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต ปริมาณความดกของไข่ ผลผลิต และความด้านทานโรค เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อผู้เลี้ยงปลานิลจะได้มีความมั่นใจในการเลี้ยงปลานิล เพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค (อุดม, 2549)

ภาพที่ 1 ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)
ที่มา: นงเยาว์ (2550)

การดำรงชีวิตของปลานิล

ตามธรรมชาติแล้วปลานิลชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง (ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์) ตามแม่น้ำ ลำคลอง บึง ทะเลสาบ ที่เป็นแหล่งน้ำจืด แต่สามารถนำไปเลี้ยงในบริเวณที่เป็นน้ำกร่อยได้เนื่องจากมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกว้างมาก คือตั้งแต่ 11-42 องศาเซลเซียส แต่ในอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ปลานิลปรับตัว และเจริญเติบโตได้ไม่ดี ทั้งนี้เป็นเพราะถิ่นกำเนิดของปลาชนิดนี้อยู่ในเขตร้อน ส่วนความทนทานของปลานิลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยเจริญเติบโตได้ดีในช่วงระดับ pH 6.5-8.5 ปลานิลจะเริ่มตาย ในน้ำที่ระดับ pH 6.5-5.5 เฉลี่ย 10 เปอร์เซ็นต์ ระดับ pH

5.5-4.5 เฉลี่ย 70 เปอร์เซ็นต์ และตายหมดที่ pH 4.5-3.5 นอกจากนี้ ปลานิลยังมีความทนทานต่อความเค็มของน้ำ กล่าวคือ ปลานิลสามารถอยู่ได้ปกติในน้ำที่มีความเค็มสูงสุด 20 ppm ซึ่งปลานิลนับเป็นปลาที่เหมาะสมจะนำมาเลี้ยงในบ่อได้เป็นอย่างดี

นิสัยการกินอาหาร

ปลานิลสามารถกินได้ทั้งสัตว์ และพืชรวมทั้งซากพืชที่เน่าเปื่อย รวมทั้ง สาหร่าย โรติเฟอร์ สัตว์หน้าดิน และแพลงค์ตอนสัตว์ เช่น ตัวอ่อนของแมลงน้ำ และไรน้ำกินตั้งแต่ระดับผิวน้ำไปถึงพื้นท้องน้ำ นอกจากนี้สามารถฝึกให้ปลานิลกินอาหารเม็ด หรืออาหารผสม และเศษอาหารได้ง่าย (อุดม, 2549)

การเพาะเลี้ยงปลานิล

การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ให้ผลผลิตสูง ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั่วไป อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ที่ไม่มีที่ดินทำกินสามารถหันมาเลี้ยงปลาได้ หากปล่อยปลาในอัตราที่เหมาะสม จะทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น สามารถช่วยลดระยะเวลาการเลี้ยงให้สั้นลงได้ นอกจากนี้ยังสะดวกในการดูแลจัดการการเคลื่อนย้าย รวมทั้งการเก็บเกี่ยวผลผลิต และมีการลงทุนต่ำกว่ารูปแบบการเลี้ยงอื่นๆ ในขณะที่ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูง อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงปลานิลในกระชัง อาจจะมีข้อเสียอยู่บ้าง เช่น ปัญหาโรคพยาธิที่มากับน้ำ ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนั้นยังอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อม หากไม่มีการคำนึงถึงปริมาณ และที่ตั้งของกระชัง ตลอดจนความเหมาะสมของลำน้ำ (นิตยสารการเกษตร, 2550)

การให้อาหาร และการจัดการระหว่างการเลี้ยง

การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาแบบพัฒนา (Intensive) หรือกึ่งพัฒนา (Semi-intensive) เน้นการให้อาหารเพื่อเร่งผลผลิต และการเจริญเติบโต จึงควรจะใช้อาหารที่มีคุณค่าทางโปรตีนค่อนข้างสูง และเหมาะสมกับความต้องการของปลาแต่ละขนาด ปัจจัยที่สำคัญควรนำมาประกอบการพิจารณาเกี่ยวกับการให้อาหารปลาในกระชัง ได้แก่

1. ระดับโปรตีนในอาหาร ปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปลานิลที่มีอายุต่างกันจะแตกต่างกัน สำหรับลูกปลาวัยอ่อน (Juvenile) และลูกปลานิ้ว (Fingerling) จะต้องการอาหารทีมีระดับโปรตีนประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ แต่ในปลาใหญ่จะต้องการอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 25–30 เปอร์เซ็นต์

2. เวลาในการให้อาหาร เนื่องจากปลานิลจะกินอาหารได้ดี เมื่อมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูง จะเป็นช่วงเวลากลางวันดังนั้น ส่วนใหญ่จึงควรให้อาหารในช่วงเวลาดังกล่าว

3. ความถี่ในการให้อาหาร ปลานิลเป็นปลาที่ไม่มีกระเพาะอาหารจริงจึงสามารถกินอาหารได้ทีละน้อย และมีการย่อยอาหารที่ค่อนข้างช้า การให้อาหารครั้งละมากๆ จะทำให้สูญเสียอาหาร และก่อให้เกิดสภาวะน้ำเสียได้ ดังนั้น เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารเม็ดสูงสุดจึงควรให้อาหารแต่น้อย แต่ให้บ่อยๆ โดยความถี่ที่เหมาะสม คือ ปริมาณ 4-5 ครั้งต่อวัน จะช่วยเร่งการเจริญเติบโต และทำให้ผลตอบแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์สูงสุด

4. อัตราการให้อาหาร ปริมาณอาหารที่ให้ปลากินจะขึ้นอยู่กับขนาดของปลา และอุณหภูมิ หากอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น จะทำให้อัตราการกินอาหารของปลาสูงขึ้นตามไปด้วย อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ควรให้อาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักปลา สำหรับปลาขนาดเล็กในปลารุ่น อัตราการให้อาหารจะลดลงเหลือ ประมาณ 6-8 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับปลาใหญ่ อัตราการให้อาหารจะเหลือเพียง ประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์

5. การจัดการระหว่างการเลี้ยง ควรมีการตรวจสอบกระชังเพื่อซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดทุกๆ สัปดาห์ รวมทั้งสุ่มปลามาตรวจสอบน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารที่ให้ได้อย่างเหมาะสม

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นข้อควรคำนึงอีกประการหนึ่งสำหรับการจัดการ การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากการเลี้ยงในกระชังควรคำนึงถึงขนาดของปลา และปริมาณที่ตลาดต้องการ (สถาบันวิจัย และพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ, 2540)

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิล

คุณสมบัติของน้ำที่จะนำมาใช้ในการเลี้ยงปลา นับว่ามีความสำคัญเพราะเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตของปลา หากปลาได้อาศัยอยู่ในน้ำที่มีคุณสมบัติดีมีความเหมาะสม ก็จะทำให้ปลาดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นปกติ การเจริญเติบโตดี มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ปราศจากโรค และปรสิต ดังนั้น การเลี้ยงปลาให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น ควรคำนึงถึงการจัดการ ให้น้ำในบ่อมีคุณสมบัติที่ดี และมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาเป็นสำคัญ สำหรับคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลามีดังนี้ (ศูนย์วิจัย และพัฒนาประมงน้ำจืดตาก, 2553)

อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำจะมีผลต่อกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกายของปลาเป็นอย่างมาก เช่น การกินอาหาร การย่อยอาหารของปลา การเคลื่อนไหว การหายใจ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโต

นอกจากนี้ยังมีผลต่อปฏิกิริยาย่อยสลายอินทรีย์สารของแบคทีเรียในน้ำด้วย ซึ่งทั้งหมดนี้ จะมีผลโดยตรงต่อปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตทั้งสิ้น ปลานิลสามารถทนต่อระดับอุณหภูมิได้ในช่วงกว้างคือ ตั้งแต่ 21.1- 42.0 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิน้ำต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส ปลานิลจะอยู่ได้ไม่นาน และทำให้ตายได้ ปลานิลจะไม่กินอาหาร และไม่เจริญเติบโต เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส และจะไม่วางไข่ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการวางไข่ อยู่ระหว่าง 26-29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต อยู่ระหว่าง 19-28 องศาเซลเซียส (อุดม, 2549)

ความเป็นกรดด่าง (pH)

บริเวณที่สร้าง บริเวณดินเปรี้ยวมักจะทำให้น้ำในบ่อเป็นกรด ในบ่อเลี้ยงปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงของ pH ในรอบวันโดยแพลงค์ตอนพืช และพืชน้ำใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน ทำให้ค่า pH สูงขึ้น ส่วนในเวลากลางคืน มีเฉพาะการหายใจ พืชคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา จึงทำให้ค่า pH ลดลง น้ำที่เหมาะต่อการเลี้ยงปลาไม่ควรเปลี่ยนแปลงของ pH เกินกว่า 2 หน่อยในรอบวัน และน้ำที่มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5-8.5 ก่อนพระอาทิตย์ขึ้น เป็นที่เหมาะแก่การเลี้ยงปลามากที่สุด ส่วนในช่วง pH 4-6 และ 9-11 ปลาจะเจริญเติบโตช้า และอ่อนแอ เพราะในน้ำที่เป็นด่างมากปลาจะตาย และถ้าเป็นกรดปลาจะไม่อยากกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโตลดลง และมีความต้านทานต่อโรคต่ำ อ่อนแอ และเป็นโรคง่าย แต่โดยทั่วไปปลานิลสามารถอาศัยอยู่ได้ในระดับ pH ตั้งแต่ 7.2-8.3 หรือในช่วงเช้า pH 7 และช่วงบ่าย pH 10 ก็สามารถอาศัยอยู่ได้

อย่างไรก็ตาม การพิจารณาถึงผลของ pH ต่อปลานั้น นอกจากผลโดยตรงแล้วจะต้องพิจารณาถึงผลโดยอ้อมควบคู่กันไปด้วย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำจะไปมีผลต่อความเป็นพิษของสารพิษชนิดอื่นๆ ด้วย เช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น (อุดม, 2549)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีความสำคัญมากที่สุดในการเลี้ยงปลา เนื่องจากปลาต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลามีค่าตั้งแต่ 3 ppm ขึ้นไป (วัดในตอนเช้ามืด) หากในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำเกินไป ปลาก็จะลอยหัวขึ้นมาใช้ออกซิเจนจากผิวน้ำ และอากาศ ซึ่งส่งผลให้ปลาเกิดอาการเครียด และการเจริญเติบโตลดลง

ปัญหาการขาดออกซิเจนมักจะเกิดในบ่อที่มีสารอินทรีย์สะสมอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้อาจมาจากเศษเหลือของอาหาร ของเสียจากปลา ตะกอนสารอินทรีย์ที่ติดมากับน้ำ และแพลงค์ตอนพืชที่ตายลง ซึ่งจุดวิกฤตในการเกิดปัญหาการขาดออกซิเจน มักจะเป็นในช่วงเช้ามืดที่ยังไม่มีการสังเคราะห์แสง (อุดม, 2549)

ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างหมายถึง ความเข้มข้นของสารประกอบพวกด่างที่มีอยู่ในน้ำ โดยมีปฏิกิริยาสมดุลกับแคลเซียมคาร์บอเนต ระดับค่าความเป็นด่าง และความกระด้างที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาอยู่ระหว่าง 20-300 ppm ถ้าหากต่ำกว่านี้สามารถทำให้เพิ่มขึ้นโดยการใช้ปูนขาว โดยทั่วไปบ่อเลี้ยงปลาที่มีน้ำเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ควรมีค่าความเป็นด่าง สูงกว่า 100 ppm (อุดม, 2549)

แอมโมเนีย (NH_3)

ปริมาณแอมโมเนีย (Ammonia) ในบ่อปลาได้มาจากการถ่ายของเสียจากตัวปลา และจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยแบคทีเรีย ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิของน้ำจะเป็นตัวควบคุมอัตราการแตกตัวของแอมโมเนีย คือ ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงจะทำให้แอมโมเนียแบบที่ไม่แตกตัวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อปลา ถ้าอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของแอมโมเนียทั้งหมดอาจสูงถึง 3.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้โดยไม่เป็นพิษต่อปลา ในน้ำที่มีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7 แต่ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างสูงถึง 9 แอมโมเนีย ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 0.054 มิลลิกรัมต่อลิตร มิฉะนั้นแล้วปลาอาจเป็นอันตรายเนื่องจากพิษของแอมโมเนีย (มั่นสิน และไพพรรณ, 2536)

โรค และการป้องกันโรค

การเลี้ยงปลาในปัจจุบันปัญหาที่สร้างความเสียหายให้แก่ผู้เลี้ยงอยู่เสมอ คือ ปัญหาปลาเป็นโรค โรคที่เกิดกับปลานั้นหมายถึง พวกไวรัส แบคทีเรีย สัตว์เซลล์เดียว และพวกหนอนที่อันตรายต่อปลาโดยตรง โดยเข้าทำลายอวัยวะของปลา เช่น ไต ตับ และยังทำลายอวัยวะภายนอก เช่น เหงือก และลำตัวของปลาอีกด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดโรค และตายในเวลาต่อมา นอกจากนี้โรคปลา ยังเกิดขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อม และอาหารได้อีกทางหนึ่งด้วย ในการเกิดโรคของปลาในแต่ละครั้ง โดยเฉพาะอย่างที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย จะสร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรไม่มากก็น้อย ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการที่ผู้เลี้ยงจะรู้ว่าปลาเป็นโรคก็ต่อเมื่อปลาตายลอยขึ้นมาให้เห็น เมื่อปล่อยให้ปลาเป็น

โรคแล้ว การรักษาต้องใช้เวลา และในระยะที่ทำการรักษาอยู่นั้น ย่อมมีการสูญเสียปลาไปด้วย วิธีที่ดีที่สุด คือ การกำจัดต้นเหตุต่างๆ ที่ทำให้ปลาเป็นโรค ดังนั้น การแก้ไขหาวิธีการ ที่จะไม่ให้ปลาเกิดโรคดีกว่า ที่จะปล่อยให้ปลาเกิดโรคแล้วทำการรักษา เพราะการนอกจากจะไม่ค่อยได้ผลแล้วยังทำให้ต้องสูญเสียปลาที่เลี้ยง และเงินทุนอีกมาก (อุดม, 2549)

สาเหตุของการเกิดโรค

สาเหตุที่ทำให้ปลาเป็นโรคนั้นมีอยู่หลายประการ ได้แก่

1. น้ำ เป็นสาเหตุให้ปลาเกิดโรค คือ น้ำเสียเช่น น้ำมีกลิ่นเหม็น มีออกซิเจนน้อยไม่พอกับความต้องการของปลา หรือน้ำมีคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป สาเหตุที่ทำให้น้ำเสียอาจมาจากการปล่อยปลาลงเลี้ยงในบ่อหนาแน่นเกินไป ให้อาหารมากเกินไปจนอาหารที่เหลือนั้นบูดเน่า หรืออาจจะเกิดจากของเสีย หรืออาจจะเกิดจากของเสียที่ปลาถ่ายออกมาแล้วสะสมกันอยู่มากๆ เนื่องจากไม่มีการถ่ายเทน้ำในบ่อจนเกิดการเน่าเสีย ในกรณีที่น้ำเสียมากๆ จนทำให้ออกซิเจนในน้ำไม่มีเลย จะทำให้ปลาตายได้ หากช่วยเหลือไม่ทัน นอกจากนี้น้ำที่มีความเป็นกรด หรือเป็นด่างมากเกินไปมีส่วนทำให้ลูกปลาตายได้ทันที หรือทำให้ลูกปลาเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียได้ หรือการเจริญเติบโตของปลาไม่เป็นไปตามปกติ

2. ความบอบช้ำ อาจเกิดจากบาดแผลที่เกิดขึ้นในระหว่างการจับ หรือการขนย้าย ซึ่งจะทำให้ปลาอ่อนแอรับเอาเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราได้ง่าย โดยเฉพาะลูกปลาที่ต้องขนย้ายในระยะทางไกลๆ โดยใช้ถุงพลาสติก หรือถัง ไม่ควรใส่ปลาจนหนาแน่นเกินไป เพราะปลาอาจบอบช้ำมาก ร่างกายอ่อนเพลีย และมีโอกาสตายได้ในเวลาต่อมาดังนั้น ในขณะลำเลียงควรใส่เกลือในปริมาณ 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือใส่ยาเหลืองเข้มข้น 1-3 ppm อาจช่วยลดอัตราการตายได้ และที่สำคัญ ก่อนปล่อยปลาลงเลี้ยงในบ่อควรระวังว่าอุณหภูมิในถุง กับน้ำในบ่อไม่ควรแตกต่างกันมากนัก

3. ความหนาแน่นของปลา การปล่อยหนาแน่นนั้นอาจไม่มีปัญหาในระยะที่ปลายังมีขนาดเล็กอยู่ แต่เมื่อปลามีขนาดใหญ่ขึ้นความหนาแน่นของปลาก็เพิ่มขึ้น ทำให้ออกซิเจนไม่พอกับความต้องการของปลา น้ำเสียได้ง่ายทั้งนี้เพราะปลาทุกตัวต้องใช้ออกซิเจนในการหาย และขณะเดียวกันก็ต้องถ่ายของเสียเช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมูลปลาที่ออกมาด้วย ซึ่งเมื่อมีปลามากของเสียที่ถ่ายออกมาก็มากเช่นเดียวกัน เมื่อสภาพไม่ดีแล้ว ปลาก็จะไม่ค่อยกินอาหาร การเจริญเติบโตไม่ดี และยังทำให้ปลาไม่ค่อยแข็งแรง เกิดโรคได้ง่าย ฉะนั้น ควรปล่อยปลาลงเลี้ยงในอัตราที่เหมาะสมที่สุด (มั่นสิน และไพพรรณ, 2536)

4. โรคที่เกิดจากปรสิต ปรสิตเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคในสัตว์น้ำ เนื่องจากปรสิตส่วนมากสามารถเข้าสู่ปลาได้โดยตรง หรืออาจแฝงตัวมากับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ที่ปลากินเป็นอาหารได้ดังนั้น การกำจัด และการป้องกันปรสิตเหล่านั้น ไม่ให้เข้ามาสู่ตัวปลา ปรสิตที่พบในปลามีตั้งแต่สัตว์เซลล์เดียวขนาดเล็ก หนอนพยาธิ ไปจนถึงปรสิตเปลือกแข็งที่มีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งในแต่ละกลุ่ม จะมีความจำเพาะเจาะจงกับชนิดของปลาแตกต่างกันไป ปรสิตบางชนิดมีความจำเพาะเจาะจงกับปลาเจ้าบ้านมาก พบได้ในปลาเพียงไม่กี่ชนิด ในขณะที่ปรสิดบางชนิดมีความจำเพาะเจาะจงกับเจ้าบ้านน้อยมาก สามารถพบได้ในปลาหลายชนิด ทำให้การกระจายของปรสิตมีความแตกต่างกันไป และส่งผลต่อการเกิดโรคในปลาแตกต่างกันด้วย การศึกษาเกี่ยวกับปรสิตที่พบในปลานิล และก่อให้เกิดโรคส่วนใหญ่จะเป็นปรสิตที่พบเกาะอยู่ภายนอก ส่วนปรสิตภายในพบน้อย และไม่ค่อยมีผลกระทบต่อสุขภาพของปลานิล ตัวปรสิตที่เกิดกับปลามีอยู่หลายชนิด ซึ่งจะเกาะติดตามตัวปลา พบได้ทั้งภายนอก และภายใน บางชนิดก็ทำให้ปลาตายโดยตรง บางชนิดทำให้ปลามีบาดแผล เจ็บปวดระคายเคือง อ่อนแอ เสียการทรงตัว และมีบางชนิดถ้าเกิดขึ้นมากๆ จะทำให้ปลาไม่เจริญเติบโต และทำให้เกิดปัญหาต่อการเลี้ยงปลานิลได้

5. โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลส่วนใหญ่ มักประสบปัญหาการตายของปลาที่รุนแรงในปลาขนาดใหญ่อายุตั้งแต่ 3-4 เดือน หรือขนาดตั้งแต่ 200-800 กรัม ซึ่งการตายของปลามักจะเกิดในช่วงหน้าร้อนไปจนถึงต้นฤดูฝน นับตั้งแต่เดือนมีนาคมจนถึงเดือนกรกฎาคมของทุกปี ลักษณะอาการของปลาที่เริ่มแสดงความผิดปกติ จะกินอาหารน้อยลง เมื่อเวลาผ่านไป 3-4 วัน ปลาบางส่วนจะเริ่มว่ายน้ำเชื่องช้าที่ผิวน้ำ ลำตัวอาจมีสีคล้ำ หรือมีบาดแผลตามผิวหนัง ครีบ และเกล็ด บางตัวครีบหู ครีบอก ครีบหางกร่อน และตกเลือดบริเวณโคนครีบ ท้องบวมน้ำเล็กน้อย บางตัวแสดงอาการตาโปน หรือตาขุ่นออกมา (ภาพที่ 2) บางครั้ง จะพบร่วมกับการว่ายน้ำควงสว่านไร้ทิศทางที่บริเวณผิวน้ำ ในปลาที่เลี้ยงในบ่อดิน ปลาที่ป่วยส่วนใหญ่จะลอย และเริ่มทยอยแสดงอาการความผิดปกติดังกล่าว และทยอยตายโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณท้ายบ่อ (ภาพที่ 3) อัตราการตายอาจสูงถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ หรือปลาที่เลี้ยงในกระชัง อัตราการตายอาจสูงถึง 85-90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 5-7 วัน นับตั้งแต่ปลาแสดงอาการ เมื่อทำการผ่าตรวจดูความผิดปกติภายในช่องท้องพบว่า มีน้ำสีเหลืองทะลักออกมา ตับมีสีซีด เกิดการตกเลือด และอักเสบ ถุงน้ำดีและม้ามบวมโตมาก

ภาพที่ 2 การตายของปลาที่มีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae*
ที่มา: ประพันธ์ศักดิ์ และนนทวิทย์, (2555)

ภาพที่ 3 การตายของปลาที่มีสาเหตุมาจากเชื้อโรคที่กำลังระบาดอยู่ในปัจจุบัน
ที่มา: ประพันธ์ศักดิ์ และนนทวิทย์, (2555)

การตรวจวินิจฉัยโรคในห้องปฏิบัติการเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae* เกษตรกรส่วนใหญ่พยายามใช้ยาปฏิชีวนะ และสารเคมีบางชนิดในการรักษา แต่ไม่สามารถหยุดยั้งการตายของปลาได้ โดยปลายังแสดงการตายต่อเนื่อง และรุนแรง จนเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดทุนอย่างหนัก นอกจากติดเชื้อ *Streptococcus* แล้วยังพบว่า มีเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่น ที่ส่งผลให้ปลาเกิดโรคได้เช่น

โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas* sp. ก่อให้เกิดโรค Bacteria Hemorrhagic Septicemia หรือ Motile *Aeromonas septicemia* โรคเกล็ดตั้งพอง โรคตกเลือด โรคท้องบวม โรคที่เกิดจากเชื้อนี้พบได้ในปลาน้ำจืดทั่วโลก เชื้อนี้จะแพร่กระจายอยู่ในน้ำจืดทั่วไป และพบมากในน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์มาก การติดเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้มักเป็นการติดเชื้อแบบแทรกซ้อน (Secondary infection) อาการอาจมีความแตกต่างกันไปตามชนิดปลา อาการโดยทั่วไปคือ ปลาจะไม่กินอาหาร เฉื่อย สูญเสียการทรงตัว ครีบหลุดกร่อน เกิดบาดแผล และบางครั้งพบเชื้อราพวก *Saprolegnia* sp. เกาะที่บาดแผล ปลาที่ติดโรคอาจมีการสะสมของเหลวจนท้องบวมน้ำ บางครั้งจะเห็นเกล็ดปลาตั้งพองขึ้น ตาโปน

โรคติดเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus* spp. ปลานิลที่ติดเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จะมีตาขุ่นขาว ว่ายน้ำช้าๆ ลอยนิ่งๆ รอบๆ ช่องขับถ่ายจะบวมแดง โดยส่วนใหญ่ปลาที่ติดเชื้อแบคทีเรียนี้ จะมีผลต่อตา ปลาจะเกิดการตาโปน หรือตกเลือดบริเวณตา มักพบระบาดในฤดูหนาว

โรคตัวด่าง *Flexibacter columnarie* พบในปลานิลที่เลี้ยงในน้ำจืด ส่วนปลานิลที่เลี้ยงในน้ำกร่อยจะเป็นชนิด *F.maritimus* โรคนี้มักจะพบในช่วงที่อากาศมีการเปลี่ยนแปลงกะทันหัน ในช่วงอากาศเย็น ในช่วงฝนตกหนัก และหลังจากการขนย้ายปลา ปลาที่พบมักจะมีอาการตัวด่าง มักตายในเวลาอันรวดเร็ว ถ้าไม่ได้มีการรักษาทันทีปลาจะตายหมดบ่อภายใน 24 -48 ชั่วโมง

แนวทางการป้องกันปัญหาการเกิดโรค

เพื่อให้การป้องกันโรค เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีหลักในการปฏิบัติดังต่อไปนี้ (อุดม, 2549)

1. เน้นการจัดการในช่วงวิกฤติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่อากาศร้อน ฝนตกติดต่อกันหลายวัน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงฉับพลัน น้ำหลาก หรือน้ำนิ่งเป็นเวลานาน โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนต่อฤดูฝน และช่วงปลายฝนต้นหนาว เกษตรกรสามารถป้องกันการระบาดของโรคโดยการเสริมวิตามินที่จำเป็นเช่น วิตามินซี (3-5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) ร่วมกับการให้ยาปฏิชีวนะ (3-5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) ติดต่อกันเป็นเวลา 5-7 วัน จนกว่าสภาวะอากาศจะกลับเข้าสู่ปกติ

2. ลด หรืออย่าปล่อยปลาในอัตราที่หนาแน่นสูง หรือหลีกเลี่ยงการเลี้ยงปลาในบางช่วงเวลา โดยเฉพาะการเลี้ยงในช่วงระยะเวลาวิกฤติ เนื่องจากปลาจะมีความเสี่ยงสูงมากต่อการ

เกิดโรค นอกจากนี้การปล่อยปลาในอัตราที่หนาแน่นต่ำจะช่วยให้ การจัดการสภาพการเลี้ยงได้ง่ายขึ้น

3. ระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ หากเป็นไปได้ควรดิดตั้งเครื่องให้อากาศเพื่อเดิมอากาศในน้ำอย่างต่อเนื่อง ให้เพียงพอต่อความต้องการของปลา โดยเฉพาะช่วงเวลากลางคืนจนถึงช่วงเช้าตรู่ และช่วงฟ้าปิดติดต่อกันหลายวัน

4. เพิ่มแหล่งของเกลือแร่ให้แก่ปลา โดยการเติมเกลือแกง เนื่องจากในช่วงระยะเวลาวิกฤติปลาส่วนใหญ่จะเกิดความเครียดได้ง่าย และอาจส่งผลให้ปลาสูญเสียระบบควบคุมสมดุลของน้ำ และเกลือแร่ การให้เกลือแกงจะเป็นการชดเชยเกลือที่สูญเสียไป ระหว่างเกิดความเครียด ทำให้ระบบต่างๆ ของร่างกายปลาสามารถทำงานต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง วิธีการเติมควรใส่เกลือในถุงผ้าแขวนไว้เป็นจุดๆ ให้เกลือละลายออกมาช้าๆ ตามขอบบ่อ หรือกระชังให้ติดต่อกันจนสภาพแวดล้อมของการเลี้ยงกลับเข้าสู่ภาวะปกติ

5. อย่าใช้ยา หรือสารเคมีมากเกินไป เนื่องจากจะเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงแล้ว การใช้ยาดังกล่าวยังมีผลทำให้เชื้อโรคเกิดการดื้อยา ทำให้เมื่อเกิดโรคแล้วอาจส่งผลให้การใช้ยา และสารเคมีดังกล่าวไม่สามารถใช้ในการควบคุมโรคได้

6. สาเหตุที่แท้จริงของการเกิดโรค โดยการนำตัวอย่างปลาป่วยส่งให้หน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบเพื่อทำการตรวจวินิจฉัยให้ทันท่วงที โดยปลาที่จะนำส่งตรวจนั้นต้องอยู่ในสภาพที่มีชีวิตเท่านั้น จึงจะทำให้การตรวจวินิจฉัยสามารถทำได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำที่สุด

7. นำปลาที่เป็นโรคออกจากพื้นที่บ่อเลี้ยง หรือกระชัง โดยการนำไปฝัง เผาทำลาย หรือใช้ความร้อนที่ใช้การประกอบอาหาร จะเป็นการลด หรือตัดวงจรของการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้ โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาในบ่อดินขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าปลาเป็นโรคส่วนใหญ่ จะว่ายลอยบริเวณท้ายบ่อ (ประพันธ์ศักดิ์ และนทวิทย์, 2555)

จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์

ปลานิลที่มีคุณภาพดี ต้องมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค การพัฒนาระบบการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกร เพื่อช่วยลดต้นทุนให้น้อยที่สุด การลดต้นทุนไม่ได้อยู่ที่การเลือกซื้อลูกปลานิลที่มีราคาถูก ลดอาหาร หรือประหยัดค่าไฟฟ้า แต่เป็นการลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในการเลี้ยงด้วยวิธีการต่างๆ แนวทางหนึ่ง ที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตคือ การเลี้ยงในระบบโปรไบโอติกส์ฟาร์มมิ่ง (เสนอ, 2547)

โปรไบโอติกส์ เป็นเทคโนโลยีชีวภาพในการใช้จุลินทรีย์ หรือแบคทีเรียที่มาจากธรรมชาติไม่เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อม มาใช้ในการเลี้ยงปลานิล ทดแทนการใช้สารเคมี ด้วยหลักการการใช้

จุลินทรีย์ที่ดีไปควบคุมจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ ในปลานิลควบคู่ไปกับการจัดการสภาพแวดล้อมภายในบ่อปลานิล ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นมิตรต่อปลานิล เพื่อสร้างภูมิคุ้มกัน และป้องกันไม่ให้ปลานิลที่เลี้ยงเกิดโรค แทนการรักษาด้วยยาหรือสารเคมีเมื่อปลานิลเกิดอาการแล้ว การเลี้ยงในระบบนี้ ยังมีความจำเป็นที่จะต้องป้องกันโรคที่อาจจะเข้ามาจากภายนอก สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงจะผสมกับจุลินทรีย์ที่เหมาะสม เพื่อปรับสมดุลระบบทางเดินอาหาร เท่ากับเป็นการแย่งพื้นที่แบคทีเรียที่เป็นอันตรายในลำไส้ ช่วยให้การย่อยอาหารดีขึ้น ประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีขึ้น ของเสียที่ขับถ่ายออกก็มีปริมาณน้อยลง ทำให้ได้ผลผลิตปลานิลที่มีสุขภาพแข็งแรง ขณะเดียวกัน ในระบบโปรไบโอติกส์ ยังมีการนำแบคทีเรียที่เหมาะสมมาใช้ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายของเสีย และอินทรีย์สารภายในบ่อ ทำให้ปลานิลมีอาหารธรรมชาติเพิ่มขึ้น และช่วยให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำอยู่ในสภาพคงที่ ปลานิลจะไม่เครียด และสามารถเติบโตได้อย่างแข็งแรง ซึ่งผลการเลี้ยงด้วยระบบนี้ จะมีความเสียหายน้อยมาก (เสนอ, 2547)

โปรไบโอติกส์ ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกในรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของ Lilly และ Stillwell ในปี ค.ศ. 1965 เพื่อกล่าวถึง สารที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งขับออกมา และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการทำงานที่ตรงข้าม กับการทำงานของยาปฏิชีวนะ ที่จะทำลายจุลินทรีย์เกือบทุกชนิด ในปี ค.ศ. 1974 Parker ได้ให้คำจำกัดความโปรไบโอติกส์คือ สิ่งมีชีวิต และสารเคมีที่มีผลต่อสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 Fuller อธิบายคำว่าโปรไบโอติกส์คือ อาหารเสริม ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิต สามารถก่อประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยอยู่ โดยการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย จนในที่สุดปี ค.ศ. 1992 Havenaar และ Veid ได้ขยายคำจำกัดความของโปรไบโอติกส์ว่า จะต้องประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งอาจมีเพียงชนิดเดียว หรือเป็นส่วนผสมของจุลินทรีย์หลายชนิด ที่สามารถไปปรับปรุงคุณสมบัติของจุลินทรีย์ตั้งเดิม ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์นั้น โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจอยู่ในรูปของเซลล์แห้งจากขบวนการระเหิดแห้ง (Freeze-Dried Cells) หรืออยู่ในรูปผลิตภัณฑ์หมัก ซึ่งนอกจากไปส่งเสริมการเจริญเติบโตแล้ว ยังทำให้คน และสัตว์มีสุขภาพดีขึ้นด้วย และ โปรไบโอติกส์ไม่ได้จำกัดการใช้ เฉพาะในระบบทางเดินอาหารเท่านั้น ยังอาจไปมีผลต่อระบบอื่นๆ เช่น ทางเดินหายใจส่วนต้น หรือระบบปัสสาวะ และระบบสืบพันธุ์ (Bic Chemical CO.,LTD, 2012)

จุลินทรีย์ที่เป็นโปรไบโอติกส์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพ ทำให้เกิดสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคโดยมีกลไกการหลั่งสารหลายชนิดออกมาต่อต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันเพื่อต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคไม่ให้เจริญเติบโตภายในลำไส้ได้ (สุญาณี, 2549)

คุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถนำมาเป็นโปรไบโอติกส์ คือ

1. ระบุปริมาณแบคทีเรียจำเพาะขั้นต่ำ (เช่น CFU/g) ที่จะทำให้จุลินทรีย์เป็นประโยชน์ ในระบบทางเดินอาหาร สามารถเกาะติดได้อย่างถาวร (Permanent colonization หรือ Establishment)

2. เชื้อเริ่มต้นจะต้องแห้ง

3. เชื้อเริ่มต้นจะต้องมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่ผันแปรได้

4. เชื้อเริ่มต้นจะต้องมีการกระตุ้นในสัตว์มีการตอบสนองในระดับที่เหมาะสมกับปริมาณที่ได้รับ (พุทรา, 2549)

แนวคิดในการใช้โปรไบโอติกส์ในสัตว์ ในระบบทางเดินอาหารจะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่หลายชนิด จุลินทรีย์แต่ละชนิดก็มีการทำงานที่แตกต่างกัน เพื่อการเจริญเติบโต และมีการขยายจำนวนให้มากขึ้น ทำให้สัดส่วนของเชื้อจุลินทรีย์ และปริมาณสารที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดที่ผลิตขึ้นมีความแตกต่างกัน ส่งผลต่อความอยู่รอดของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ และสุขภาพของสัตว์ (Host) ซึ่งมีทั้งประโยชน์ และโทษ ในสภาพการเลี้ยงสัตว์โดยทั่วไป มักจะทำให้สัตว์เกิดความเครียด เนื่องจากสภาพอากาศ การเลี้ยงรวมกันอย่างหนาแน่น การใช้ยาวัคซีน การเปลี่ยนอาหาร การขนย้าย หรือความเครียดอื่นๆ ล้วนส่งผลให้สัดส่วนของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคพร้อมๆ กับการลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ลดลง ผลก็คือ สัตว์จะโตช้า กินอาหารลดลง หรือระบบภูมิคุ้มกันโรคลดลง การเติมโปรไบโอติกส์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติค (Lactic acids forming bacteria หรือ LAB) ลงในอาหารในปริมาณที่มากพอ จะทำให้เกิดผลดีต่อสมรรถนะการผลิต และสุขภาพของสัตว์โดยโปรไบโอติกส์ เหล่านี้จะมีบทบาทดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ก่อโรค โดยการแย่งพื้นที่ในการยึดเกาะ แย่งอาหาร และปรับสภาพแวดล้อมในระบบทางเดินอาหารให้เหมาะสม อันเป็นการช่วยลดสารพิษที่เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเหล่านั้นผลิตขึ้นมา

2. ผลิตสารด้านการเจริญเติบโต

3. ผลิตเอนไซม์ ที่มีผลในการทำลายสารพิษในอาหาร หรือที่เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผลิตขึ้นมา

4. กระตุ้นระบบภูมิคุ้มในการต้านทานเชื้อก่อโรคในสัตว์

5. ผลิตเอนไซม์ช่วยย่อยอาหารเพิ่มเติมให้แก่สัตว์

บทบาทของเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ในระบบทางเดินอาหาร

การเติมโปรไบโอติกส์ลงในอาหารสัตว์ จึงมีผลคล้ายกับการเติมยาปฏิชีวนะในแง่ของการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ และเนื่องจากโปรไบโอติกส์ เป็นแบคทีเรียที่ได้จากธรรมชาติ จึงมีความปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง จึงมีแนวโน้มว่าโปรไบโอติกส์ จะเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ทดแทนยาปฏิชีวนะต่อไปในอนาคต (Bic Chemical CO., LTD, 2012) แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร มีทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน และใช้ออกซิเจน ในการเจริญเติบโตทั้งนี้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในกระเพาะอาหารส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่ใช้ออกซิเจนในการเติบโต และมีปริมาณน้อยกว่า10^3 CFU/g ปริมาณสูงสุดของเชื้อจุลินทรีย์จะพบในลำไส้ใหญ่ โดยแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้จะมีประมาณ 10^{14} CFU/g ซึ่งมากกว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในร่างกายถึง 10 เท่า

เนื่องด้วยอาหารจะเคลื่อนที่ผ่านกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กอย่างรวดเร็ว (4-6 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ผ่านลำไส้ใหญ่ จะใช้เวลาประมาณ 48-70 ชั่วโมง (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ Host) ทำให้ในลำไส้ใหญ่มีปริมาณ และเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับสภาวะที่ค่อนข้างเป็นกลาง และลำไส้ใหญ่มีสภาวะการดูดซึมต่ำ จึงเป็นการช่วยส่งเสริมให้เชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้เจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนมากขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ จะเป็นประเภทที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต และได้พลังงานมาจากการหมัก ซึ่งสารที่ได้จากการหมักมาจากการย่อยคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในลำไส้เล็ก เมื่ออาหารเคลื่อนที่มาสู่ตอนปลายของลำไส้ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกรดอะมิโนที่เหลือ จะกลายเป็นแหล่งพลังงานของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่

แบคทีเรียแลคติกที่จัดเป็นโปรไบโอติกส์มีความสามารถในการทนกรดได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อย่างเช่น *Lactobacillus* สายพันธุ์ BFE 1058 และ 1061 พบว่า ทนต่อพีเอชต่ำได้ดีกว่าสายพันธุ์ BFE 1059 ระดับ พีเอชในระบบทางเดินอาหาร ก็มีผลต่อการเหลือรอดไปถึงลำไส้ใหญ่พบว่า ระดับพีเอชที่เป็นกรดสูงจะส่งผลให้การเหลือรอดไปถึงลำไส้ใหญ่ของแบคทีเรียได้น้อย เช่น แบคทีเรีย *Lactobacillus gassei* มีการเจริญที่พีเอช 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เมื่อบ่มเป็นเวลา 5 ชั่วโมง (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2554)

กลไกการทำงานของโปรไบโอติกส์

เมื่อเจ้าบ้าน (Host) ได้รับโปรไบโอติกส์เข้าไปแล้ว มันจะผ่านกระเพาะเข้าไปเจริญเติบโตหรือเกาะติดกับผนังลำไส้เล็กทุกส่วน โดยเฉพาะการแทรกตัวอยู่ตามร่องวิไล (Villi) ของลำไส้เล็ก

มีการย่อยสลายกากอาหารแล้วสร้างกรดแลกติก กรดแลกติกจะทำลาย หรือยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค การเกาะติดของจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ จะแพร่กระจายทุกพื้นที่ ทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ไม่มีพื้นที่สำหรับการเกาะติดการรับจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์เข้าไป เป็นสิ่งแปลกปลอมจะดึงดูดพวกแมคโคฟาร์จ จึงเป็นการกระตุ้นให้มีภูมิคุ้มได้ดียิ่งขึ้นโปรไบโอติกส์แท้จริงแล้วเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติแล้ว ส่วนหนึ่งอยู่ในระบบทางเดินอาหาร จุลินทรีย์เหล่านี้มีความสามารถในการต่อต้านการยึดเกาะของเชื้อจุลินทรีย์ใหม่ เยื่อบุผนังลำไส้ โดยกระบวนการที่เรียกว่า Competitive exclusion หรือ Colonization resistance กลไกการต่อต้านการเกาะของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใหม่ โดยเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะถิ่น นอกจากจะขัดขวางการยึดเกาะของจุลินทรีย์ก่อโรค โดยตรงแล้วจุลินทรีย์เฉพาะถิ่นในทางเดินอาหาร ยังผลิตสาร ซึ่งเป็นพิษต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าไปใหม่ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ กรดน้ำดีอิสระเช่น Deoxycholic acid ซึ่งสารเหล่านี้ช่วยป้องกันการยึดเกาะ และตั้งถิ่นฐาน (Colonization) ของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคส่วนใหญ่ จากปัญหาการปนเปื้อนเชื้อ *Samonella* sp. ในผลิตภัณฑ์สัตว์ ทำให้สัตว์ได้รับเชื้อชนิดนี้เข้าไปมาก จึงเกิดแนวคิดที่จะนำโปรไบโอติกส์มายับยั้งเชื้อ *Samonella* sp.ในระบบทางเดินอาหารโดยนอกจากนี้จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ยัง มีความสารมารถในการผลิตสาร ซึ่งจำเป็นต่อเจ้าบ้านเช่น กรดอะมิโน กรดแลกติก และวิตามิน เพื่อรักษาความสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร จึงทำให้คน และสัตว์มีความสามารถในการต้านทานจุลินทรีย์ก่อโรคโดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร ซึ่งในการสร้างความสมดุลนี้เรียกว่า แบคทีเรียแอนตาโกนิซึม (Bacterial Antagonism) หรือโคโลไนเซชั่น รีสีสแตนส์ (Colonization resistance) ซึ่งจะมีผลทำให้เกิด ยูไบโอซีส (Eubiosis) เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้จะทำให้ระบบการย่อยอาหาร และการดูดซึมดีขึ้นตามปกติ ในการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร จะเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อม และอาหารที่กินเข้าไป การใช้สารปฏิชีวนะ และความเครียด ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ จะมีผลทำให้เกิดแบคทีเรียก่อโรคเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะ โคลิฟอร์ม ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ สามารถลดอาการดังกล่าวได้โดยการทำงานดังนี้

1. สามารถสร้างกรดโดยเฉพาะกรดแลกติกได้ ซึ่งกรดที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้

2. สร้างสารบางชนิดที่ออกฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ที่เรียกว่า Bacteriocin

3. สามารถเจริญเติบโตในลำไส้ และแพร่กระจายยึดเกาะกับผนังของลำไส้ป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเจริญเติบโตได้

4. สามารถกระตุ้นให้ร่างกายสร้างสาร Antibody ขึ้นได้โดยเฉพาะที่เรียกว่า Local immunity

5. สร้างสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายของคน และสัตว์ เช่น กรดไขมัน กรดอะมิโน และวิตามิน

6. สามารถกระตุ้น ให้เกิดเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซท์ หรือแมคโครฟาร์จ มารวมตัวกัน ซึ่งแมคโครฟาร์จ จะเป็นตัวทำลายเชื้อโรค (ไบโอเทค, 2554)

โปรไบโอติกส์ ผลิตสารต้านการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ สารต้านเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ที่โปรไบโอติกส์ผลิตขึ้นมามี Bacteriocins, Bacteriocin-like substances และสารยับยั้งอื่น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และกรดอินทรีย์บางชนิด ตัวอย่างเช่น Bacteriocins ที่จุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobacillus* สร้างขึ้น ออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยตรง ส่วนกรดอินทรีย์โดยเฉพาะกรดไขมันที่ระเหยได้เช่น กรดแลคติค อะซีติค โพรพิออนนิค และบิวทีริค นอกจากจะช่วยลด pH ของลำไส้ และไส้ติ่งลง ให้ไม่เหมาะสมสำหรับการขยายตัวของเชื้อจุลินทรีย์ใหม่แล้ว กรดที่ยังไม่ไอออนไนซ์ ยังมีผลในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียอย่างชะงัดด้วย

โปรไบโอติกส์ จะกระตุ้นให้เกิดภูมิต้านทานของโรคสัตว์ กลไกการกระตุ้นในสัตว์เกิดภูมิต้านทานโรคของสัตว์ยังไม่แน่นอนนัก แต่เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าโปรไบโอติกส์ช่วยกระตุ้นภูมิต้านทานโรคของสัตว์ ทั้งในแง่เพิ่มความต้านทานโรคโดยตัวสัตว์เอง (Non-specific defence mechanisms of the hosts) และในแง่การกระตุ้นทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (Immune system) โดยโปรไบโอติกส์จะไปกระตุ้นการทำงานของ แมคโครฟาร์จ และเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการกินเซลล์ที่แปลกปลอม และกระตุ้นการทำงานของ Immunocompetent cell เช่น ลิมโฟไซต์ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Cell-mediated immune โดยไม่มีการหลั่ง Antibodies รวมทั้งกระตุ้นการทำงานของ Secretory Immune System โดยการหลั่ง Antibodies เช่น IgA ออกมาจับเชื้อจุลินทรีย์แปลกปลอมไม่ให้เกาะกับเซลล์บุผนังลำไส้เล็กได้

โปรไบโอติกส์ ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติค แหล่งที่มาของจุลินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์นั้น *Enterococcus* spp. พบในลำไส้ของสัตว์ ยีสต์ *Saccharomyces cerivisiae* และ *Candida pintolopesii* เชื้อรา *Aspergillus niger* จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ส่วนใหญ่จะเจาะจงในการเจริญเติบโตในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ที่เป็นที่มาของเชื้อ (Host Specific) แต่ก็มีเช่นกัน ที่สามารถเติบโตในสัตว์ต่างชนิดได้ หรือจุลินทรีย์ที่เพาะเลี้ยงในห้องทดลองการเติบโตในสัตว์หลาย Species ได้ส่วนมากโปรไบโอติกส์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะมีจุลินทรีย์หลายชนิดผสมกันอยู่ และอาจอยู่ในรูปผง เม็ด Granule หรือรูปแป้งเปียก การให้สัตว์กิน อาจจะทำโดยการกรอกให้สัตว์กินโดยตรง หรือผสมกับอาหาร เติมในน้ำ คุณสมบัติของ

โปรไบโอติกส์ที่ดี จะต้องเตรียมให้ได้เชื้อเป็นที่สามารถมีชีวิตอยู่ในสภาพการเก็บรักษาตามปกติ และต้องสามารถคงอยู่ในทางเดินอาหารสัตว์ รวมทั้งต้องให้ผลที่เป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์ด้วย การเติมโปรไบโอติกส์ในบางกรณี ต้องมีการเติมหลายครั้ง หรือให้กินติดต่อกันไประยะหนึ่งเพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์สร้างสารปฏิชีวนะ และมีการยึดเกาะกับเยื่อบุผนังลำไส้ได้อย่างถาวร (Bic Chemical CO.,LTD, 2012)

มีการศึกษาชนิด และสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์พบว่า มีจุลินทรีย์มากถึง 1,014 เซลล์ บนผิวของร่างกาย และในทางระบบเดินอาหาร จากพฤติกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้สามารถแบ่งเชื้อจุลินทรีย์ตามพฤติกรรมของมันได้ 4 กลุ่มดังนี้

กลุ่มแรก เป็นกลุ่มก่อโรค ซึ่งปกติมักไม่อยู่ในทางเดินอาหาร แต่ถ้าเข้ามาในทางเดินอาหารมากพอจะก่อโรค เช่น *Vibrio cholerae, Shigella* sp., *Salmonella* sp.

กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มฉวยโอกาสก่อการอักเสบ หากมีการเสียสมดุลเช่นได้ยาปฏิชีวนะทำลายเชื้อดีๆให้ลดลง เชื้อกลุ่มนี้กลายเป็นเชื้อหมู่มาก ก็จะฉวยโอกาสก่อโรคได้แก่ *Pseudomonas* sp., *Staphylococci, Proteus* sp., *Clostridium* sp., *Veillonellae* sp. เชื้อกลุ่มนี้ใช้โปรตีนเป็นอาหาร

กลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มที่อยู่กลางๆ อาจฉวยโอกาสก่อโรค หรือทำหน้าที่ป้องกันได้ ได้แก่ *Escherichia coli, Streptococci, Bacteroides* sp. และ *Enterococci* กลุ่มนี้ใช้ทั้งแป้ง และโปรตีนเป็นอาหาร

กลุ่มที่สี่ เป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่ปกป้องระบบทางเดินอาหาร ถือว่าเป็นจุลินทรีย์สุขภาพได้แก่ เชื้อ *Bifidobacteria* sp., *Lactobacilli* sp. และ *Eubacteria* sp. กลุ่มนี้หมักใยอาหารที่ไม่ย่อยที่ลำไส้ส่วนบนเช่น พวกแป้งย่อยยาก (Resistant starch) โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides) และ อินูลิน (Inulin) (วันดี, 2551)

การเสียสมดุลของระบบนิเวศในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลง และทำให้เกิดโรค ระบบนิเวศในระบบทางเดินอาหาร ถ้ามีความสมดุลจะลดปัญหาดังกล่าวลงได้ วิธีทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่ภาวะสมดุลคือ การทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำได้ 2 วิธี ได้แก่

วิธีแรก คือ เสริมจุลินทรีย์ลงในอาหาร

วิธีที่สอง คือ ให้อาหารกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในเยื่อบุผนังลำไส้ ให้เจริญเติบโตได้สมดุลกับเชื้อกลุ่มอื่นๆ (พุทรา, 2549)

บทบาทด้านการป้องกันโรค และภูมิคุ้มกัน

ในผนังลำไส้มีเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งเซลล์จะต้องแยกแยะให้ออกว่าเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ดี หรือเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ภายใต้เซลล์เยื่อบุผนังลำไส้ยังมีเยื่อน้ำเหลือง เรียกว่า Gut Associated Lymphoid Tissue (GALT) เป็นเซลล์ทำหน้าที่สอดแนม (Sensor) สามารถบอกได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์นั้นเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ดี หรือไหม จะไม่ผลิตสารต้านทานมากำจัด แต่ถ้าเป็นเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ก็จะสร้าง Secretory IgA ออกมากำจัดเชื้อดี มีการยึดเกาะกับเยื่อบุผนังลำไส้ มีการสร้างเมือกหยุดยับยั้ง แย่งพื้นที่ในการเกาะจับของเชื้อก่อโรคบริเวณผนังลำไส้ นอกจากนี้ยังมีกระบวนการผลิตสารของเชื้อจุลินทรีย์บริเวณเยื่อบุลำไส้ (Bacterial-epithelial cross talk) มีผลดังนี้

1. กระตุ้นการสร้างเยื่อเมือกให้ชั้นเยื่อเมือกหนาขึ้น และมีคุณภาพเฉพาะสำหรับล่อให้เชื้อไวรัสโรต้า (Pseudoreceptor) จับแทนๆ ที่จะจับที่เซลล์เยื่อบุผนังลำไส้
2. กระตุ้นเม็ดเลือดขาวให้เคลื่อนไหวมายังตำแหน่งที่เชื้อโรครุกล้ำเข้ามาสู่ Host
3. กระตุ้นเม็ดเลือดขาวให้จับกินแบคทีเรีย
4. ทำให้เนื้อเยื่อที่อักเสบบรรเทาลง
5. ซ่อมแซมเซลล์ที่บาดเจ็บให้ฟื้นตัว

กลไกการยับยั้งเชื้อก่อโรคของแบคทีเรียโปรไบโอติกส์

1. เมื่อสัตว์น้ำกินจุลินทรีย์เช่น แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติกส์เข้าไป แบคทีเรียนั้นจะแพร่พันธุ์ และก่อตัวที่ผิวทางเดินอาหาร เป็นผลให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งสัตว์เข้าไปภายหลังเจริญ และเกาะที่ผนังลำไส้ได้ยากขึ้น

2. Lactic acid bacteria จะสร้างกรดอินทรีย์ และไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นผลให้ค่า pH ในระบบทางเดินอาหารเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งผลดังกล่าวไม่เหมาะสม กับการคงตัว หรือการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดโรค (Tramer 1966, Gilliand 1977)

3. การสร้างเอมไซม์ แบคทีเรียบางชนิด เช่น *Laactobacilli* สร้างแล็กเทส และ อะไมเลส (Sen and Chakrabarty 1984.) ทำให้ร่างกายได้รับเอมไซม์มากขึ้น เป็นผลทำให้การย่อยอาหารดีขึ้น โดยมีการทำงานเป็นแบบพึ่งพาอาศัยกัน และกัน ของเอมไซน์ในทางเดินอาหาร และกระบวนการย่อยอาหาร

4. การสร้างวิตามินบี เป็นที่ทราบว่าจุลินทรีย์เป็นโปรไบโอติกส์สามารถสร้างวิตามินบีหลายชนิดในทางเดินอาหาร ทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์ดีขึ้น เนื่องจากมีส่วนเกี่ยวข้องกับการ

สังเคราะห์ กรดอะมิโน การสร้างสารโปรตีน และยังเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง

5. ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อโรค โดยการให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์แรกเกิดจำนวนมาก อาจช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และช่วยขจัด หรือควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

6. เป็นตัวกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันที่ไม่เฉพาะเจาะจง โดยกระตุ้นภูมิต้านทานบางชนิดทางเดินอาหาร

ยีสต์บางชนิด ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพ มีโปรตีนสูง ยีสต์บางชนิดใช้เป็น โปรไบโอติกส์ คือ *Saccharomyces boulardii* ซึ่งเป็นเชื้อที่ไม่ก่อโรค สามารถอยู่ได้ในสภาวะที่เป็นกรดในกระเพาะอาหาร ซึ่งส่งเสริมระบบการย่อยอาหาร และสามารถอาศัยอยู่ร่วมกับแบคทีเรียเจ้าถิ่นได้

การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ และการทดสอบประสิทธิภาพ

ควรมีการทดสอบความปลอดภัยของโปรไบโอติกส์ ในระดับห้องปฏิบัติการก่อนการศึกษาคุณสมบัติด้านอื่นๆ

วงใส (Clear zone) คือบริเวณที่สารต้านจุลินทรีย์สามารถยับยั้ง หรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทำให้เกิดบริเวณใสๆ คือ เชื้อไม่สามารถเจริญเติบโตได้ อติภัทร และคณะ (2546) ศึกษาแบคทีเรียโปรไบโอติกส์ในการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus plantarum* CR1T5 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเชื้อจุลินทรีย์ โปรไบโอติกส์ที่ดี เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในปลานิล *Aeromonas caviae, A. hydrophila* และ *Streptococcus* sp. ที่ใช้ในการทดสอบได้ (Gaon, 2002)

ตัวอย่างโปรไบโอติกส์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2547)

1. *Lactobacilli*

1.1 *L. acidophilus*

1.2 *L. casei*

1.3 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

1.4 *L. reuteri*

1.5 *L. brevis*

1.6 *L. rhamnosus*

2. Gram-positive cocci

2.1 *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

2.2 *Streptococcus salivarius* subsp.*thermophilus*

2.3 *Enterococcus faecium*

3. Bifidobacteria

3.1 *B. bifidum*

3.2 *B. adolescentis*

3.3 *B. animalis*

3.4 *B. infantis*

3.5 *B. longum*

3.6 *B. thermophilum* (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2554)

จุลินทรีย์ที่สามารถใช้เป็นโปรไบโอดิกส์ได้จะต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีระดับ (GRAS: Generally Recommgnized as Safe) ต่อมนุษย์ และสัตว์ ต้องแสดงให้เห็นผลที่ดีกว่า การไม่เติมโปรไบโอดิกส์ได้ชัดเจน

การทดสอบคุณสมบัติความเป็นโปรไบโอติกส์

เท่าที่มีรายงาน การทดสอบส่วนใหญ่เป็นการทดสอบกับโปรไบโอติกส์ที่เป็นแบคทีเรียกรดแลคติก โดยทดสอบความสามารถต่างๆ ดังนี้ (อัจฉรา, 2547)

ความสามารถในการทนกรด-ด่าง

กระบวนการเมแทบอลิซึมของสารต่างๆในร่างกาย จะให้คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแหล่งของ H^+ ที่สำคัญที่สุดของร่างกาย เพราะมีการสร้างออกมาตลอดเวลา นอกจากนี้ในภาวะที่มีการอดอาหาร จะมีการสลายไขมันมาก มีการสร้างคีโทนบอดีมากขึ้น ทำให้ร่างกายเป็นกรดมาก การควบคุมภาวะกรด - ด่างด้วยวิธีทางเคมี (Chemical regulation of acid - base balane) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าบัฟเฟอริง (Buffering) ระบบบัฟเฟอร์ จะป้องกันการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดและด่างของร่างกายไม่ให้รวดเร็วเกินไปกรด และด่าง บัฟเฟอร์ ประกอบด้วยกรดอ่อน เป็นคู่ๆ ซึ่งจะแตกตัว (Ionized) ได้เกลือของกรด หรือด่างอย่างเดียวกัน ทำให้กรดแก่ หรือด่างแก่เจือจางลง สภาวะที่แบคทีเรียที่มีประโยชน์สามารถเพิ่มจำนวน และทำงานได้ดีคือ ที่ระดับความเป็นกรดเล็กน้อยที่ pH 5.9 ถึง 6.9 ซึ่งสภาวะนี้ถือว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียใน

ระบบทางเดินอาหาร (หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์, 2556) แบคทีเรีย กลุ่ม แลกโตบาซิลไล และบิฟีโดแบคทีเรีย จะช่วยสร้างกรดแลกติค ทำให้สภาพในลำไส้ใหญ่กลายเป็นกรด จึงควบคุมแบคทีเรียก่อโรคไม่ให้เจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้สุขภาพของลำไส้ใหญ่ดีขึ้น เมื่อแบคทีเรียกินน้ำตาลเชิงซ้อนจะเกิดกรดไขมันสายสั้นๆ ที่สำคัญได้แก่ กรดอะซิติก กรดโปรปริโอนิก และกรดบิวทีริก เมื่อเป็นดังนี้ สภาพภายในลำไส้ใหญ่ ก็จะกลายเป็นกรด ทำให้แบคทีเรียก่อโรคเจริญเติบโตไม่ได้ในขณะเดียวกันสภาพความเป็นกรดของลำไส้ใหญ่จะทำให้การดูดซึมของเกลือแร่สำคัญบางตัวเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุเหล็ก เป็นต้น ทำให้กระดูกแข็งแรงขึ้น และมีผลต่อการสร้างเม็ดเลือด (ไบโอฟูด, 2556)

ความสามารถในการเกาะติดของแบคทีเรีย

การได้รับแบคทีเรียโปรไบโอติกส์เข้าไปเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่โดยตรง ในลำไส้ใหญ่มีการยึดเกาะของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ เช่น บิฟีโดแบคทีเรีย แลคโตบาซิลลัส และแบคทีเรียก่อโรค เช่น อีโคไล และคลอสตริเดียม ในสภาวะที่ร่างกายมีสุขภาพดี สัดส่วนของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ ต้องมีอย่างน้อย 15 เปอร์เซ็นต์ และแบคทีเรียก่อโรค ต้องมีไม่เกิน 85 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปแบคทีเรียในลำไส้จะมีการควบคุมจำนวนซึ่งกัน และกันไม่ให้แบคทีเรียชนิดใดชนิดหนึ่งมีมากเกินไป จนเป็นอันตรายต่อร่างกาย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น การควบคุมของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ขึ้นอยู่กับอาหาร โดยเฉพาะปัจจุบันนี้พบว่าแบคทีเรียที่มีประโยชน์ ในร่างกายมีจำนวนลดลง เช่น การใช้ยาปฏิชีมากเกินไป ก็มีผลต่อการควบคุมจำนวนของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ หรือสภาวะที่เรียกกันว่า ดีสไบโอซีส (Dysbiosis) (ไบโอฟูด, 2556)

การเกิด Hemolysis

Hemolysis คือ การแตกตัวของเซลล์เม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นผลมาจากการดิตเชื้อแบคทีเรีย ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ ทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงแตก เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเชื้อบนอาหาร Blood agar (ใช้จำแนกกลุ่มแบคทีเรีย) วิธีการนี้นิยมใช้จำแนกแบคทีเรียกลุ่ม *Streptococcus* หรือ *Staphylococcus* แบคทีเรียเหล่านี้ จะทำการสร้างสาร Hemolysin ซึ่งทำให้เม็ดเลือดแดงแตก (วิกิพีเดียสารานุกรม, 2556ข)

โดยปฏิกิริยาการแตกตัวของเซลล์เม็ดเลือดแดงแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. Alpha hemolysis (α-hemolysis) เมื่อเม็ดเลือดแดงแตกจะมีสีเขียวคล้ำที่เกิดจากฮีโมไลซิน ทำปฏิกิริยากับ Blood agar มีการสร้าง Enzyme สำหรับเปลี่ยน Fe^{2+} ใน

Hemoglobin ให้เป็นFe^{3+} Alpha hemolysis คือ Hemolyse แบบไม่สมบูรณ์เม็ดเลือดแดงไม่เกิดการแตกเหมือน (β-hemolysis)

2. Beta hemolysis (β-hemolysis) เม็ดเลือดแดงแตก เรียกว่าสภาวะเม็ดเลือดแดงแตกแบบสมบูรณ์คือ Hemolysis ที่สมบูรณ์ เซลล์ของเม็ดเลือดแดงจะมี Clear zone (สีเหลือง) รอบๆ โคโลนีเอนไซม์ท็อกซินที่ผลิตโดยแบคทีเรีย Streptolysin ซึ่งเป็นสาเหตุของการสลายแบบสมบูรณ์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง

3. Gamma hemolysis คือ การ Hemolyse ไม่สมบูรณ์ เม็ดเลือดแดงแบบสลายไม่หมดก็เลยไม่เกิด Clear zone (Media and Biochem, 2555)

การประยุกต์ใช้โปรไบโอติกส์ในสัตว์น้ำ

โปรไบโอติกส์เป็นตัวกระตุ้นระบบการทำงานของระบบการย่อยของสัตว์น้ำ จึงเป็นเรื่องที่ดีในระบบทางเดินอาหารของหอย และปลาจะมีกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ ที่มีคุณสมบัติในการเจริญเติบโตในสภาวะไร้ออกซิเจน ถึงแม้จะมีการอยู่ร่วมกัน ของแอนแอร์โรบิกแบคทีเรีย ซึ่งอาจจะเป็นสายพันธุ์หลักในลำไส้เล็กของปลากินพืชเขตร้อน ส่วนในปลาทะเล และครัสเตเชียน และหอยสองสองฝาจะมี *Vibrio* และ *Pseudomonas* มากส่วนในปลาน้ำจืดจะมีพวก *Aeromonas, Plesiomonas* และ *Enterobacteriaceae* เป็นสายพันธุ์ที่มีมากดังนั้น การที่จะหาสายพันธุ์ที่เป็นโปรไบติกส์ในสัตว์น้ำย่อมมีความแตกต่างกัน (Sugita et al., 1982)

จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารส่วนมากในสัตว์น้ำ จะอยู่ในสภาวะชั่วคราว เพราะสัตว์น้ำเป็นสัตว์เลือดเย็น ปลาทะเลจะต้องมีระบบการป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากตัว สังเกตได้จากสัตว์พวกกินอาหารแบบกรองกิน เช่น หอยสองฝา ตัวอ่อนกุ้ง เพราะฉะนั้นจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำ อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่วนที่พบในน้ำ และตะกอน เป็นชนิดเดียวกันกับจุลินทรีย์ที่พบในลำไส้ของ *Penaeus japonicus* (Jueliang et al., 2012)

สินธิ และลิลา (2541) รายงานว่า *Bacillus* จำนวน 6 สายพันธ์ที่แยกได้จากผิวดินพื้นก้นบ่อเลี้ยงเปรียบเทียบอัตราการรอดตาย น้ำหนัก และความยาวที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ได้รับโปรไบโอติกส์เป็นเวลา 15, 25, 35, 45 และ 55 วันติดต่อกันพบว่า โปรไบโอติกส์ *Bacillus* sp. PO_{27} เป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยพบอัตราการรอดตายมีค่าสูงในทุกชุดการทดลองคือ 95.32, 92.00, 82.00, 76.66 และ 75.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับโปรไบโอติกส์เป็นเวลา 15, 25, 35, 45 และ 55 วันตามลำดับ โดยมีค่าอัตราการรอด ตั้งแต่ 25.00 ถึง 53.26 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โปรไบโอติกส์สายพันธุ์ PO_{26} และ

PO_{25} ให้อัตรารอดรองลงมาตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพในด้านการเพิ่มน้ำหนัก และการเจริญเติบโตนั้นพบว่า โปรไบโอติกส์สายพันธุ์ PO_{26} และ PO_{27} จะให้ผลสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยอัตราการเพิ่มของน้ำหนักจะมีค่าสูงในชุดทดลองที่ได้รับโปรไบโอติกส์ติดต่อกันเป็นเวลานาน ส่วนโปรไบโอติกส์จาก *Bacillus* sp.สายพันธุ์อื่นๆ มีประสิทธิภาพต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

จตุพงษ์ และคณะ (2546) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อโปรไบโอติกส์หลายสายพันธุ์โดยเปรียบเทียบอัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา *(Penaeus monodon)* ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ได้รับเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ หลังจากการทดสอบด้วยเชื้อก่อโรค (*Vibrio harveyi* D1526) พบว่า เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโติกส์ที่เตรียมจากเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* , *L. panthallum* , *L. pentosus* , *Enterococcus* และ *Vibrio alginolyticus* เป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ พบว่า ลูกกุ้งมีอัตราการรอดตายที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนเชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์บางชนิด เช่นเชื้อ *Pediococcus* spp. และ *Alteromonas* spp. เป็นสายพันธุ์ที่ให้อัตรารอดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

ทศพร (2547) แยกแลกติกแอซิดแบคทีเรียจากทางเดินอาหารของปลากะพงขาวเพื่อคัดเลือกแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติกส์ ด้วยเทคนิค Agar well diffusion พบว่า 5 ไอโซเลต (LAB-1 - LAB-5) ที่สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aeromonas hydrophila* แบคทีเรียก่อโรคในปลาได้ ความเข้มข้นของ *A. hydrophila* ที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC50) หลังจากที่ปลาได้รับเชื้อแล้ว 72 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.76 $\log_{10}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และที่ 96 และ 120 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.47 และ 7.26 $\log_{10}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร การเลี้ยงปลากะพงขาวในตู้กระจก โดยผสมอาหารกับไอโซเลตที่คัดแยกได้ ให้มีความเข้มข้น 10^7 เซลล์ต่อกรัม ของอาหารพบว่า มีเพียง LAB-4 เท่านั้น ที่มีความสามารถในการเสริมการเจริญเติบโตของปลา และต้านโรคที่เกิดจาก *A. hydrophila* ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อทำการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยใช้ LAB-4 ผสมในอาหารปลาโดยใช้ความเข้มข้น 10^5 และ 10^7 เซลล์ต่อกรัม พบว่าทุกกลุ่มทดลองมีอัตราการรอดชีวิต การเจริญเติบโต และความสามารถในการต้านโรคที่เกิดจาก *A. hydrophila* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ชนกันต์ (2548) ศึกษาจำนวน และชนิดของแบคทีเรียซึ่งแยกจากปลานิลในฟาร์มที่เลี้ยงแบบปกติ และผสมผสานในหมู่บ้านแม่แก้ด สุ่มแยกเชื้อแบคทีเรียจากเหงือก เนื้อ และกระเพาะอาหารของปลานิล การวิเคราะห์พบว่า จำนวนแบคทีเรียที่เจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อจากส่วนต่าง ๆ ของปลานิลจากฟาร์มทั้ง 2 ระบบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) และสามารถจำแนกชนิดของแบคทีเรียได้ 8 ชนิด แบคทีเรียที่พบมากคือ แกรมลบรูปแท่ง (39.53 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่สกุล *Aeromonas* sp., *Salmonella* sp., *Escherichia* sp., *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas* sp.,

และ *Plesiomonas* sp. ส่วนแบคทีเรียแกรมบวกรูปกลม (20.93 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ *Micrococcus* sp. และ *Staphylococcus* sp.

ชัยวุฒิ (2551) ศึกษาการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ ในการบำบัดคุณภาพน้ำ และป้องกันโรคสัตว์น้ำ ในพื้นที่ ที่พบการแพร่ระบาดของโรคที่เกิดจากไวรัสหัวเหลือง ทอราซินโดรมไวรัส และไวรัสตัวแดงดวงขาว ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา โดยผสมจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์กับอาหารเม็ดสำเร็จรูปพบว่า กุ้งมีการเจริญเติบโตดีไม่แสดงอาการป่วยของโรคที่เกิดจากไวรัสทั้ง 3 ชนิด ปริมาณสะสมของ ของเสียในบ่อลดลง และไม่มีกลิ่นเหม็นของเลนหลังจากการจับกุ้ง ที่ไม่ได้ใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกส์ พบการเกิดโรค และหลังการจับกุ้งมีเลนสะสมปริมาณมาก และมีกลิ่นเหม็นรุนแรง

นรสิงห์ และคณะ (2549) ศึกษาชนิด และปริมาณแบคทีเรีย ในระบบทางเดินอาหาร และการประยุกต์ใช้โปรไบโอติกส์ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่า แบคทีเรียในเนื้อกุ้งมี *Aeromonas hydrophila* และ *Enterobacter cloacae* ปริมาณเชื้อที่พบในระบบทางเดินอาหารส่วนต้น และเนื้อกุ้งเท่ากับ $3.6x10^6$, $3.1x10^7$ และ $2.56x10^7$ CFU/g ในน้ำพบแบคทีเรียรวม $4.5x10^4$ CFU/ml จากนั้น นำแบคทีเรียที่เป็นโปรไบโอติกส์ เช่น *Lactobacillus acidophilus, L. casei, L. brevis* และ *L. plantarum* เพื่อมายับยั้งเชื้อ *Vibrio harveyi* และ *V. Parahaemolyticus* แต่ *Lactobacillus* ทั้ง 4 ชนิด ไม่สามารถยับยั้ง *Vibrio*

ปวเรศวร์ และคณะ (2549) ทดสอบความสามารถของแบคทีเรียแลคติคจำนวน 54 สายพันธุ์ ต่อการยับยั้งเชื้อโรคของกุ้งก้ามกราม คือ *Aeromonas sobria* และ *Vibrio alginolyticus* พบว่ามีแบคทีเรียแลคติค 22 สายพันธุ์ ที่สามารถยับยั้งเชื้อโรคดังกล่าวได้ โดยแบคทีเรียแลคติคทั้ง 22 สายพันธุ์นี้เป็น *Lactobacillus plantarum* มีความเหมาะสมในการเป็นโปรไบโอติกส์ พบว่า มี 6 สายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในการเป็นโปรไบโอติกส์ จึงได้คัดเลือกแบคทีเรียดังกล่าว จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ TISTR 541 และ TISTR 543 เพื่อใช้เป็นโปรไบโอติกส์สำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกราม โดยผสมเชื้อดังกล่าวในอาหารสูตรที่ 1 (T1) และ 2 (T2) พบว่า ลูกกุ้งมีความยาวเฉลี่ยดังนี้ 21.45±0.979, 20.66 ± 0.880 และ 21.51±1.457 มิลลิเมตร. ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการรอดเฉลี่ยของลูกกุ้งเป็นดังนี้ 20.03±1.41 20ม, 52±2.09 และ 20.60±0.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คุณสมบัติของน้ำ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 27-33 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.1-7.3

วลัยพร และคณะ (2549) ศึกษาการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติกส์ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม โดยคัดแยกเชื้อจากลำไส้ของสัตว์น้ำจืด ทั้งหมด 267 ไอโซเลทนำเชื้อไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรคในกุ้งก้ามกรามได้แก่ *Aeromonas sobria* และ *Vibrio*

alginolyticus พบว่า เชื้อที่เจริญบนอาหาร MRS จำนวน 54 ไอโซเลท มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในกุ้งก้ามกรามได้ จึงทำการทดสอบคุณสมบัติของเชื้อที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นโปรไบโอติกส์ โดยการทดสอบกับเซลล์เม็ดเลือดแดง การเจริญในความเข้มข้นของเกลือ (NaCl) 0-10 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ความเข้มข้นเกลือน้ำดี 1-7 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ความเป็นกรดด่าง ตั้งแต่ 2 ถึง 10 การเจริญในสภาพที่มี และไม่มีอากาศพบว่า เชื้อแบคทีเรียรหัส LP64, LM64, LM67, LM62-1, LM66 และ LS15 มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติกส์

จิติวัฒนา และคณะ (2550) โรคติดเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* ในกุ้งกรามกรามที่ติดเชื้อแบคทีเรีย *A. hydrophila* ในระยะรุนแรง พบว่ามี อัตราการตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าประมาณ 1.66 X 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร กุ้งที่รอดตายจะมีลักษณะจุดดำที่เปลือก

สุบัณฑิต และคณะ (2550) คัดแยกแบคทีเรียจากผลิตภัณฑ์โปรไบโอติกส์จำนวน 6 ตัวอย่าง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A, B, C, D, E, และ F พบปริมาณแบคทีเรียอยู่ในช่วง 613.3±344.4 ถึง 85,666.7±3,511.9 CFU/g ทุกผลิตภัณฑ์ คือแบคทีเรียสกุล *Bacillus* ผสมกับแบคทีเรียสกุล *Staphylococcus, Micrococcus, Coryneform* และ *Lactic acid bacterium*

สุบัณฑิต และรณชัย (2550) ศึกษาการใช้โปรไบโอติกส์ในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ฟาร์มเพาะพันธุ์ และฟาร์มเลี้ยงในบริเวณภาคตะวันออก จำนวน 70 ฟาร์ม ผลจากการสำรวจพบว่า ผู้ประกอบการฟาร์มเพาะพันธุ์กุ้งกุลาดำจำนวน 35 ฟาร์ม ส่วนใหญ่ไม่มีการใช้โปรไบโอติกส์ (28.57 เปอร์เซ็นต์) การใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่า การใช้โปรไบโอติกส์สามารถช่วยลดการเกิดโรค สุขภาพลูกกุ้งแข็งแรงขึ้น และมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น ส่วนจากการสำรวจฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จำนวน 35 ฟาร์มพบว่า ส่วนใหญ่ (51.43 เปอร์เซ็นต์) ในการสำรวจครั้งนี้มีการใช้โปรไบโอติกส์พบว่า การใช้โปรไบโอติกส์ผสมในอาหารกุ้งมีการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายสูงขึ้น

พันธ์ธิดา และคณะ (2554) นำแบคทีเรียโปรไบโอติกส์มาใช้ทดแทนสารปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ มีวัตถุประสงค์หลักในการแยก และคัดเลือกแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติกส์ ที่แยกได้จากเหงือก และลำไส้ของปลานิล จำนวน 25 ตัว พบว่า เชื้อแบคทีเรียจำนวน 2 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีความสามารถในการทนเกลือน้ำดี การย่อยโปรตีน ไขมัน ทนต่อสภาพความเป็นกรดด่างสูงที่ pH 10 มีความสามารถต้านทานต่อสารปฏิชีวนะได้ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค *Aeromonas hydrophila, Escherichia coli, Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus agalactiae*

รัตนสุดา (2554) ศึกษาการใช้อีเอ็มเป็นโปรไบโอติกส์ในการเลี้ยงปลาโมง ทำการทดลองโดยใช้อีเอ็ม (Effective microorganism, EM) ผสมในอาหารด้วยวิธี และระดับที่แตกต่างกัน 5 ชุด

การทดลองพบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาโมงมีน้ำหนักตัว 15.01-17.06 กรัม น้ำหนักเพิ่ม 4.87 ถึง 6.39 กรัม น้ำหนักตัวเพิ่มต่อวัน 1.06 ถึง 1.21 กรัมต่อวัน อัตราการรอดตาย 91 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการแลกเนื้อ 2.13 ถึง 3.01 การใช้อีเอ็มเป็นโปรไบโอติกส์ ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาโมง

วิลาวัณย์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการเสริมคิว.พี.โปรไบโอติกส์ต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยใช้คิว.พี.โปรไบโอติกส์ผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปลาที่ได้รับคิว.พี.โปรไบโอติกส์ผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูป ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ที่เพิ่มขึ้นสูงสุด คือ86.52±6.217 กรัม ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลพบว่า ปลาที่ได้รับคิว.พี.โปรไบโอติกส์ผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด คือ 2.01±0.116 กรัมต่อวัน ส่วนค่าเฉลี่ยความอุตมสมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตายของปลานิลที่ได้รับคิว.พี.โปรไบโอติกส์ผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่าง 3 ระดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ยุทธพล และนงนุช (2555) ศึกษาผลของการใช้แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* เป็น โปรไบโอดิกส์ ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อวิบริโอในกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) โดยใช้ผลิตภัณฑ์ ชื่อทางการค้า PondSafe ผสมลงในอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 15 พบว่า น้ำหนัก และอัตราการรอดตายกุ้งที่ได้รับอาหารผสมโปรไบโอดิกส์มากกว่าชุดควบคุม (P<0.05) ซึ่งกุ้งที่ได้รับอาหารผสมโปรไบโอติกส์ PondSafe 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักเท่ากับ 0.4652±0.00485 กรัม และอัตราการรอดตายเท่ากับ 82.3±1.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียวิบริโอในกุ้งพบว่า กุ้งที่ได้รับอาหารผสมโปรไบโอดิกส์ มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียวิบริโอน้อยกว่าชุดควบคุม (P<0.05)

ภัทริดา และคณะ (2556.) ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้แบคทีเรีย *Bacillus* spp. 3 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ *B. licheniformis, B. pumilus* และ *B. subtilis* ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค (*Aeromonas hydrophila* ABRCA1 และ *Streptococcus agalactiae* ABRCS1) ในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) โดยวิธี Cross streak method พบว่า *B. licheniformis* สามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *A. hydrophila* ABRCA1 ส่วนเชื้อ *B. licheniformis, B. pumilus* และ *B. subtilis* สามารถเจริญทับโคโลนีของเชื้อ *S. agalactiae* ABRCS1 ได้

Sugita et al. (1982) รายงานว่าในระบบทางเดินอาหารของปลานิล แบคทีเรียที่พบเด่นชัดได้แก่ *Pseudomonas* และ *Aeromonas* ส่วนฟาร์มเลี้ยงแบบผสมผสาน จะพบแบคทีเรียชนิด *Salmonella* sp. และ *Escherichia* sp. เนื่องจากแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้พบอยู่บริเวณทางเดินอาหาร

ของไก่ การศึกษาครั้งนี้มีการตรวจพบแบคทีเรียแกรมบวกจำนวน 2 สกุล ได้แก่ *Micrococcus* sp. และ *Staphylococcus* sp. งานวิจัยที่กล่าวว่า *Micrococcus* sp. เป็นแบคทีเรียสกุลที่พบเด่นชัดในทางเดินอาหารของปลานิล

Byun et al. (1997) ศึกษาประสิทธิภาพของ *Lactobacillus* sp. DS-12 พบว่า *Lactobacillus* sp. DS-12 สามารถใช้เป็นโปรไบโอติกส์ในการเลี้ยงปลาตาเดียวได้ (Paralichthys olivaceus) และ *Lactobacillus* sp. DS-12 ยังทนต่อเกลือน้ำดี และกรด-ด่าง รวมทั้งมีผลต่อการเจริญเติบโตอีกด้วย

Phianphak et al. (1997) ทดลองนำ *Bacillus* ผสมกับอาหารกุ้งเพื่อทำเป็นโปรไบโอติกส์ให้แก่ลูกกุ้งกุลาดำกินในอัตราส่วนต่างๆ กันพบว่า ลูกกุ้งที่ได้รับโปรไบโอติกส์ มีอัตราการรอดตายจากการเหนี่ยวนำให้เกิดโรค *Vibrio harveyi* สูงร้อยละ 100 โดยกุ้งทดลองมีสุขภาพที่แข็งแรงดี และการเจริญเติบโตได้ดี ในขณะที่กลุ่มควบคุม มีอัตรารอดเพียงร้อยละ 26 และมีอาการผิดปกติในตับตับอ่อน และลำไส้

Rengpipat and Wannipa (1998) แยกเชื้อ *Bacillus* สายพันธุ์ S11 ซึ่งใช้เป็นโปรไบโอติกส์ลงในไรสีน้ำตาล (*Artemia* sp.) เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่า การใช้โปรไบโอติกส์จาก *Bacillus* สายพันธุ์ S11 ในการเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว ความยาว ของลูกกุ้ง และอัตราการรอดตายของกลุ่มควบคุมร้อยละ 85 และกลุ่มทดลองร้อยละ 89 เมื่อเหนี่ยวนำให้ลูกกุ้งให้เกิดโรคด้วย *Vibrio harveyi* พบว่า ลูกกุ้งที่ได้รับโปรไบโอติกส์ มีอัตราการรอดตายร้อยละ13 และกลุ่มควบคุมร้อยละ 4

Gomez-Gil. et al. (2000) คัดเลือกแบคทีเรียโปรไบโอติกส์ เพื่อใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีการทดสอบการเลี้ยงในกุ้ง ปู ลอสเตอร์ และปลา ซึ่งแบคทีเรียที่เป็นโปรไบโอติกส์ได้แก่ *Vibrio, Pseudomonas, Bacillus* และ *Lactobacilli* ซึ่งช่วยเพิ่มคุณค่าของสัตว์น้ำ และได้มีการนำมาใช้เลี้ยงในเชิงการค้าเพิ่มมากขึ้น

Al-Harbi et al. (2003) รายงานจำนวนแบคทีเรียที่เจริญได้ในลำไส้ปลานิลลูกผสมมีค่าแตกต่างกันไปตามฤดูกาล โดยพบว่า จำนวนแบคทีเรียในลำไส้ จะมีค่าสูงสุดในฤดูใบไม้ร่วง มีค่าระหว่าง $(3.1\pm1.4)\times10^{8}$ ถึง $(1.3\pm2.2)\times10^{9}$ CFU/g และมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $(8.9\pm1.8)\times10^{5}$ ถึง $(1.3\pm0.9)\times10^{7}$ CFU/g

Anadon et al. (2005) ได้มีการควบคุม และประเมินความปลอดภัยในการใช้โปรไบโอติกส์ในกลุ่มการค้ายุโรป จุลินทรีย์ที่นำมาให้อาหารสัตว์นั้น จะเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Bacillus*, *Entercoccus, Lacobacillus, Pediococcus, Streptococus* และสายพันธุ์ของยีสต์ ได้แก่ *Sacharomyces cerevisiae* และ *Kluyveromyces* ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว จะมีความปลอดภัย และมีผลต่อการยับยั้งสารปฏิชีวนะ และพวก *Bacilli* โดยเฉพาะพวก *B. cereus* ที่จะมีการผลิตสารพิษออกมา

Kitancharoen et al. (2006) ศึกษาเกี่ยวกับใช้วัคซีนเพื่อการป้องกันโรคสเตรปโตคอคโคซิส ในปลานิล การให้วัคซีนจะใช้ วิธีการฉีดโดยเปรียบเทียบการฉีดเข้าช่องท้อง และการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ปลานิลที่ใช้ในการศึกษามีขนาด 230.0±5.7 กรัม วัคซีนที่ใช้ เตรียมจากเชื้อ *Streptococcus agalactiae* สายพันธุ์ KKU 44002 ที่ฆ่าด้วยฟอร์มาลินโดยมีความเข้มข้น $1x10^8$ CFU ต่อมิลลิลิตร โดยฉีดในปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักปลา 100 กรัม จากผลการศึกษาพบว่า ปลาที่ได้รับวัคซีนมีค่าแอนติบอดีไตเตอร์ และอัตรารอดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) และปลาที่ได้รับวัคซีนโดยการฉีดเข้าช่องท้อง มีค่าแอนติบอดีไตเตอร์ และอัตรารอดสูงกว่าปลาที่ได้ รับวัคซีนโดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Pirarat et al. (2006) ศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียโปรไบโอดิกส์ ในการนำมาใช้เป็นอาหารเสริม เพื่อป้องกันการติดเชื้อต่างๆในปลา การตรวจสอบผลการป้องกันของ*Lactobacillus rhamnosus* ต่อเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Edwardsiella tarda* ในการติดเชื้อในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) พบว่า ปลาที่เสริมโปรไบโอดิกส์มีอัตราการตายสะสมต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญของปลาในชุดควบคุม ($P<0.05$)

Planas et al. (2006) ประเมินผลของโปรไบโอติกส์แบคทีเรีย *Roseobacter* ในตัวอ่อนของปลา Turbot ในการติดเชื้อ *Vibrio (Listonella) anguillarum* พบว่า เซลล์ของ *Roseobacter* ไม่เป็นอันตรายต่อตัวอ่อน การตายสะสมของตัวอ่อน เนื่องจากการติดเชื้อ *Vibrio* มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเป็น 80–90 เปอร์เซ็นต์ ใน 10 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอัตราการตายอยู่ในช่วง 60 ต่อ 70 เปอร์เซ็นต์ สามารถตรวจพบเชื้อโปรไบโอดิกส์ *Roseobacter* ในตัวอ่อน โดยวิธี Agar plating และ Immunohistochemistry พบว่า จำนวนแบคทีเรียก่อโรคลดลงเมื่อเสริมอาหารด้วย *Roseobacter*

Yanbo and Zirong (2006) ศึกษาผลของโปรไบโอติกส์ที่ส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมการย่อยของเอนไซม์ในปลาคาร์พ (*Cyprinus carpio*) ซึ่งโปรไบโอติกส์ที่นำมา ทดสอบนั้นแยกได้จากบ่อเลี้ยงปลาคาร์พ ซึ่งพบว่า แบคทีเรียสังเคราะห์แสง และ *Bacillus* sp. นั้น สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มกิจกรรมการย่อยของเอมไซม์ได้มากกว่าตัวควบคุม

Ziaei–Nejad et al. (2006) ศึกษาผลของแบคทีเรียบาซิลลัสที่ใช้เป็นโปรไบโอติกส์ ในกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวกับทางเดินอาหาร การรอดชวิต และการเจริญเติบโต ในกุ้งขาวอินเดีย *Fenneropenaeus indicus* ซึ่งแบคทีเรียบาซิลลัส สามารถเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ การรอดชีวิตและการเจริญเติบโต โดยมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าตัวควบคุม ถึง 11 ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 8 ถึง 22 เปอร์เซ็นต์

Aly et al. (2006) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรไบโอติกส์ (*Bacillus pumilus, B. firmus* และ *Citrobacter freundii*) ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Aeromonas hydrophila* และ *Citrobacter*

freundii ภายหลังการฉีดเชื้อเข้าไปในตัวปลานิล และพบว่าปลามีอัตราการรอดตายมากที่สุดในปลาที่กินอาหารที่ผสม *B. pumilus*

Balcázar et al. (2008) ศึกษาการประเมินความสามารถของเชื้อแบคทีเรียแลคติก (LAB) ที่แยกได้จากปลา เช่น *Lactococcus lactis* CLFP 101, *Lactobacillus plantarum* CLFP 238, และ *Lactobacillus fermentum* CLFP 242 เพื่อยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อก่อโรคในปลาเช่น (*Aeromonas hydrophila, A. salmonicida, Yersinia ruckeri* และ *Vibrio anguillarum*) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยในเมือกภายในลำไส้ ในสภาวะ *In vitro* พบว่า มีเพียง *L. lactis* CLFP 101 ลดการยึดเกาะของเชื้อก่อโรคในปลาได้ทุกชนิด ในขณะที่ *L. plantarum* CLFP 238 ลดการยึดเกาะของ *A. hydrophila* และ *A. salmonicida* ส่วน *L. fermentum* CLFP 242 สามารถลดการยึดเกาะของเชื้อก่อโรคในปลาได้เกือบชนิด ยกเว้นเชื้อ *V. anguillarum*

Vendrell et al. (2008) เสริมโปรไบโอดิกส์ในการควบคุมโรค *Lactococcosis* ในเรนโบว์เทราท์ โดยเสริมโปรไบโอติกส์ *Leuconostoc mesenteroides* CLFP 196 และ *Lactobacillus plantarum* CLFP 238 ที่ความเข้มข้น 10^7 CFU/g เป็นเวลา 30 วัน หลังจากนั้นฉีดเชื้อ *Lactococcus garvieae* พบว่าในปลากลุ่มที่เสริมโปรไบโอดิกส์ มีอัตราการตายลดลงอย่างมีนัยสำคัญเพียง 46-54 เปอร์เซ็นต์ โดยในกลุ่มควบคุมมีอัตราการตาย 78 เปอร์เซ็นต์

Zhou et al. (2009) ศึกษาผลของโปรไบโอติกส์ *Bacillus coagulans* SC8168 ที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งตัววัยอ่อน (*Penaeus vannamei*) คุณภาพน้ำ อัตราการรอดตาย และการทำงานเอนไซม์ย่อยอาหาร ในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ในชุดการทดลองปรับระดับความเข้มข้นเริ่มต้นของ *B. coagulans* SC8168 ดังนี้ 1.0×10^5 CFU/ml $^{-1}$ (T1), 5.0×10^5 CFU/ml $^{-1}$ (T2) และ 1.0×10^6 CFU/ml $^{-1}$ (T3) และชุดควบคุม (ไม่เสริมโปรไบโอดิกส์) โดยเสริมทุกๆ วัน พบว่า อัตราการรอดตายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในอาหารที่เสริมโปรไบโอดิกส์ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง T2 และ T3 ในตัวอ่อนของกุ้ง

Merrifield et al. (2010) ศึกษาการทำงานร่วมกันระหว่างจุลินทรีย์โปรไบโอดิกส์ และอาหารในปลาแซลมอนพบว่า สามารถช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค ยับยั้งการทำงานของ Virulence gene เพิ่มประสิทธิภาพการดอบสนองของภูมิคุ้มกัน รวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการย่อยได้ดียิ่งขึ้น

Zhang et al. (2010) ทดสอบความสัมพันธ์ของโปรไบโอดิกส์ *Bacillus subtilis* และพรีไบโอติกส์ฟรุตโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ภูมิคุ้มกันจุลินทรีย์ภายในลำไส้ และความด้านทานต่อเชื้อโรค *Vibrio splendidus* ของปลิงทะเล (Sea cucumber, *Apostichopus japonicus*) โดยใช้ *B. subtilis* แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0, 1.82 และ$4.95\text{x}10^7$ cfu/g

พบว่า การเสริม *B. subtilis* ในอาหารช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ Total Coelomocytes count (TCC), Phagocytosis และต้านทานเชื้อ *V. splendidus* ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อ Phenoloxidase activity สรุปได้ว่า *B. subtilis* และ FOS ในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน และความต้านทานโรคให้แก่ปลิงทะเล

Dimitroglou et al. (2011) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ภายในลำไส้ และปลาที่เป็นโฮสต์ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้ช่วยป้องกันจุลินทรีย์ก่อโรคภายในระบบทางเดินอาหาร (GI tract) จากการสร้างเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร ศึกษาการใช้โปรไบโอติกส์ในปลาแถบเมดิเตอร์เรเนียน พบว่าจุลินทรีย์โปรไบโอติกส์สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการกินอาหาร ประสิทธิภาพของเอนไซม์ในการย่อยอาหาร เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ การแสดงออกของยีนต้านทานโรค ความทนทานต่อการติดโรค อัตราการรอดของตัวอ่อน รวมทั้งการลดความเครียดในปลา

Essa et al. (2011) ศึกษาระดับของยีสต์ *S. cerevisiae* ที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลา Egyptian African catfish (*Clarias gariepinus*) โดยผสมยีสต์ในอาหารที่ระดับ 0.0, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ทดลองเป็นระยะเวลา 214 วัน พบว่า การผสมยีสต์ในอาหาร ทุกระดับทำให้ปลา Egyptian African catfish มีการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ระดับ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงที่สุด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด ส่วนอัตราการรอดตายไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)