เอกสารวิชาการฉบับที่ ๕/๒๕๖๒

Technical Paper No. 5/2019

ผลของการใช้แลคโตบาซิลลัสและมันเทศต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบเลือดของปลานิล

Effects of *Lactobacillus plantarum* and Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) on Growth Performance and Hematological Aspects of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

รจวรรณ จดชัยภูมิ

Rojjawan Jodchaiyaphum

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

กรมประมง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Aquaculture Research and Development Division

Department of Fisheries

Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๕/๒๕๖๒

Technical Paper No. 5/2019

ผลของการใช้แลคโตบาซิลลัสและมันเทศต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบเลือดของปลานิล

Effects of *Lactobacillus plantarum* and Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) on Growth Performance and Hematological Aspects of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

รจวรรณ จดชัยภูมิ

Rojjawan Jodchaiyaphum

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสระบุรี

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

กรมประมง

Saraburi Inland Aquaculture Research and Development Center

Inland Aquaculture Research and Development Division

Department of Fisheries

๒๕๖๒

2019

รหัสทะเบียนวิจัย ๕๗-๐๕๒๘-๕๗๐๗๓

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	5
1.การวางแผนการทดลอง	5
2.วิธีการทดลอง	5
3.การวิเคราะห์ข้อมูล	8
ผลการศึกษา	9
1.การเจริญเติบโต	9
2.ค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีในเลือดบางประการ	19
3.คุณสมบัติของน้ำ	25
สรุปและวิจารณ์ผล	27
ข้อเสนอแนะ	28
คำขอบคุณ	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	32

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน	10
2	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	11
3	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	12
4	น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	13
5	อัตราการแลกเนื้อของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	14
6	ประสิทธิภาพของอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	15
7	อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	16
8	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร (กรัมต่อโปรตีน 1 กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	17
9	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน	18
10	ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	19
11	ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง ($x10^6$ เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน	20
12	ค่าปริมาณเม็ดเลือดขาว ($x10^3$ เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน	21
13	ค่าโปรตีนในเลือด (กรัมต่อเดซิลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	22
14	ค่าปริมาณกลูโคสในเลือด (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน	23
15	ค่าปริมาณไลโซไซม์ (ยูนิตต่อนาที) ในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	24
16	คุณภาพน้ำเฉลี่ยในถังทดลองของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	25

ตารางผนวกที่		
1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	32

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	10
2	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของความยาวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	11
3	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	12
4	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของน้ำหนักเพิ่มต่อวันของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	13
5	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของอัตราการแลกเนื้อของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	14
6	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของประสิทธิภาพของอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	15
7	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของอัตราการกินอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	16
8	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	17
9	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของอัตราการรอดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	18
10	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	19
11	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	20
12	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	21
13	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าโปรตีนในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	22
14	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณกลูโคสในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	23

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณไลโซไซม์ในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	24
16	คุณภาพน้ำเฉลี่ยในถังทดลองของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน	26

ภาพภาคผนวกที่

1	*Lactobacillus plantarum* รหัสประจำสายพันธุ์ TISTR 1465	33
2	การเขี่ยเชื้อแบคทีเรีย	33
3	มันเทศ *Ipomoea batatas*	33
4	มันเทศอบแห้งบดละเอียด	33
5	การเตรียมอาหารทดลอง	33
6	การผึ่งอาหารทดลองก่อนนำไปใช้	33
7	การชั่งน้ำหนักอาหารในแต่ละชุดการทดลอง	34
8	การชั่งวัดการเจริญเติบโต	34
9	การเก็บตัวอย่างเลือดปลานิล	34
10	ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัสร่วมกับมันเทศ	34
11	แผนผังบ่อทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัสร่วมกับมันเทศ	34

ผลของการใช้แลคโตบาซิลลัสและมันเทศต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบเลือดของปลานิล

รจวรรณ จดชัยภูมิ
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสระบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้แลคโตบาซิลลัส และมันเทศต่อการเจริญเติบโต และโลหิตวิทยาบางประการของปลานิล โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ที่มี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ คือ ปัจจัยที่ 1 ปริมาณแลคโตบาซิลลัส 3 ระดับ (10^4, 10^8 และ 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม) ปัจจัยที่ 2 ปริมาณมันเทศ 3 ระดับ (2.5, 5 และ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) โดยทดลองในถังพลาสติกที่มีปริมาตรน้ำ 500 ลิตร โดยเลี้ยงปลานิลที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 50±0.56 กรัม และความยาวเริ่มต้น 14.46±0.08 เซนติเมตร ในอัตราถังละ 20 ตัว ให้อากาศและเปิดน้ำไหลผ่านตลอดเป็นเวลา 150 วัน

ผลการทดลองพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 696.03±3.40 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 33.93±0.08 เซนติเมตร และมีผลทำให้ปลามีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร ดีที่สุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร 21.48±0.11 กรัมต่อโปรตีน 1 กรัม ด้านสุขภาพของปลาพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีผลทำให้ปลามีค่าโปรตีนในเลือดสูง โดยมีค่าเท่ากับ 4.60±0.10 กรัมต่อเดซิลิตร และด้านการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งทำให้ค่าซีรัมไลโซไซม์มีปริมาณเพิ่มขึ้นที่ดีที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 29.45±0.95 ยูนิตต่อนาที จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ และการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันของปลานิล

<u>คำสำคัญ</u> : แลคโตบาซิลลัส มันเทศ โลหิตวิทยา ปลานิล

*ผู้รับผิดชอบ: 102 หมู่.7 ตำบลบ้านหมอ อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี 18130
e-mail : r_fisheries@hotmail.com

Effects of *Lactobacillus plantarum* and Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) on Growth Performance and Hematological Aspects of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Rojjawan Jodchaiyaphum
Saraburi Inland Aquaculture Research and Development Center

Abstract

Effects of *Lactobacillus plantarum* and sweet potato on growth and some hematological aspects of Nile tilapia were studied by factorial method in completely randomized design. There were 2 factors with 3 replications as follow, the first factor was a three-level *Lactobacillus plantarum* (10^4, 10^8, and 10^{12} CFU/g), the second factor was a three-level sweet potato (2.5, 5 and 7.5 g/kg). The experiment was conducted in plastic containers with 500 liter of water. Twenty fish with average initial weight of 50±0.56 g and initial length of 14.46±0.08 cm were stocked under water flow-through system and aeration for 150 days.

Results showed that fish fed by the combination of *Lactobacillus plantarum* 10^{12} CFU/g and sweet potato 7.5 g/kg showed the highest growth with average final weight of 696.03±3.40 g and final length of 33.93±0.08 cm and sinigficantly higher than other treatments ($p<0.05$) and showed the highest protein utilization of 21.48±0.11 g/g protein and the best health with the protein in blood 4.60±0.10 g/dL and inducing the non specific immune responses (lysozyme) showed the highest 29.45±0.95 unit/min which was significantly higher than the others treatments. The study concluded that fish fed by the combination of *Lactobacillus plantarum* 10^{12} CFU/g and sweet potato 7.5 g/kg is optimum for promoting growth performances, health and non specific immune responses of fish.

Key words: *Lactobacillus plantarum*, sweet potato, growth and hematological aspects, tilapia

*Corresponding author: 102 Village No. 7 Banmo Sub-district, Banmo District, Saraburi Province 18130
e-mail : r_fisheries@hotmail.com

คำนำ

ปลานิล *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) เป็นปลาน้ำจืดที่มีศักยภาพในด้านการเพาะเลี้ยงสูง ผลผลิตที่ได้ส่วนมากได้จากการเลี้ยงมากกว่าการจับจากธรรมชาติ ปลานิลสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในอุณหภูมิน้ำ 10-40 องศาเซลเซียส และสามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพที่ถูกกักขังในที่แคบ เช่น บ่อเลี้ยงหรือกระชังได้ โดยสามารถเจริญเติบโตได้ดีเหมือนในธรรมชาติ ปัจจุบันปลานิลเป็นปลาน้ำจืด ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก เนื่องจากตลาดทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศมีความต้องการสูง การส่งออกปลานิลมีทั้งรูปแบบปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง เนื้อปลาแบบฟิลเล่สด หรือแช่เย็น และผลิตภัณฑ์ แปรรูปอื่นๆ ตลาดสหภาพยุโรปมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 66 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด รองลงมาในกลุ่มตะวันออกกลาง และตลาดสหรัฐอเมริกา สัดส่วนร้อยละ 16 และ 6 ตามลำดับ (เบญจมาศ, 2551)

ปัจจุบันการเลี้ยงปลานิล ยังคงประสบปัญหาการตายเนื่องจากการเกิดโรค เมื่อมีการเลี้ยงปลานิลเพิ่มมากขึ้น และเป็นการเลี้ยงแบบหนาแน่นทำให้เกิดปัญหาด้านโรคขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับการจัดการการเลี้ยงที่ไม่เหมาะสม เช่น การปล่อยปลาต่อหน่วยพื้นที่มากเกินไป การให้อาหารในปริมาณที่มากเกินความต้องการของปลา คุณสมบัติของน้ำในบริเวณที่เลี้ยงปลาไม่เหมาะสม เป็นต้น สาเหตุดังกล่าวเป็นผลให้ปลาเกิดความเครียด อ่อนแอ เกิดโรคต่าง ๆ ได้ง่าย โรคที่พบในปลานิลแยกออกได้เป็นกลุ่มต่างๆ เช่น โรคที่เกิดจากปรสิต เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อไวรัส บางครั้งตายแบบไม่ทราบสาเหตุ หรือคุณภาพน้ำ ทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิต และได้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน เกษตรกรส่วนใหญ่มักแก้ปัญหาปลานิลที่เกิดโรคต่างๆ ด้วยการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมี ซึ่งการแก้ปัญหาโดยใช้ยาและสารเคมีต่างๆ ไม่ถูกวิธีอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาการตกค้างของยาในเนื้อสัตว์น้ำ และสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบการดื้อยาของเชื้อที่ก่อโรค ทำให้ยากแก่การควบคุมและรักษา และก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ได้อีก การแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถทำได้โดยผู้เลี้ยงปลาหันมาสนใจเกี่ยวกับการใช้สารเสริมสุขภาพ หรือสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ ซึ่งสารเหล่านี้จะเข้ามามีบทบาทในการกระตุ้นการทำงาน ทั้งระบบภูมิคุ้มกันที่อาศัยเซลล์และระบบภูมิคุ้มกันแบบสารนำ ให้สัตว์น้ำพร้อมที่จะรับมือกับเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม (Smith *et al*., 2007) การแก้ปัญหาตรงจุดนี้มีการเน้นให้ความสำคัญต่อการดูแลโดยให้อาหารที่ดีขึ้น ปรับปรุงคุณภาพน้ำ และลดความหนาแน่นของการเลี้ยง การใช้วัคซีน และการควบคุมปัจจัยการเลี้ยงต่าง ๆ ด้วยจุลชีววิทยาแทน Robertson *et al*. (2000) ได้เน้นใช้แบคทีเรียโปรไบโอติกแต่ละชนิด ที่มีผลต่อแบคทีเรียชนิดอื่นในลำไส้ โปรไบโอติก (probiotic) คือจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับในปริมาณที่เพียงพอ จะทำให้เกิดผลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ การเสริมอาหารสัตว์น้ำด้วยโปรไบโอติก เป็นการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิต สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสัตว์น้ำเสริมในอาหารที่ใช้ในการเลี้ยง เพื่อทำหน้าที่ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ให้เหมาะสมในการทำงาน และสัตว์น้ำสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีขึ้น (ฤทธิ์, 2539) โปรไบโอติกยังมีประสิทธิภาพในการป้องกัน ลดอาการของโรคติดเชื้อในทางเดินอาหาร นอกจากนี้อาจมีบทบาทสำคัญในการรักษาภาวะภูมิแพ้ เสริมสร้างการพัฒนาระบบภูมิคุ้มกัน ตลอดจนการรักษาและป้องกันโรคต่างๆ อีกหลายโรค (พีร์, 2551) โปรไบโอติกที่นิยมใช้ในการเลี้ยงสัตว์ คือแบคทีเรียในกลุ่มแลกติก เช่น *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp. และ Bifidobacterium เป็นต้น แต่การใช้โปรไบโอติก โดยตรงมีข้อจำกัดเพราะอาจจะต้องเสริมในปริมาณที่มาก เพื่อชดเชยกับจำนวนจุลินทรีย์ ที่อาจถูกทำลายไประหว่างที่ผ่านเข้าไปเจอสภาวะที่ไม่เหมาะสม ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ เช่น สภาวะกรดแก่ในกระเพาะอาหาร น้ำดีในลำไส้เล็กส่วนต้น ดังนั้นจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่คงเหลือผ่านไปถึงลำไส้ใหญ่ จึงมีจำนวนน้อยกว่าเมื่อเริ่มต้นหรืออาจจะทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งการที่ต้องใส่โปรไบโอติกเข้าไปในอาหารสัตว์ในปริมาณมากนั้น ก็ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นแก่เกษตรกรด้วย แนวทางที่น่าสนใจที่ช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาจากการใช้โปรไบโอติก เป็นอาหารเสริมเพื่อเพิ่มผลผลิตของสัตว์ ก็คือ

การใช้สารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โปรไบโอติกแทน เรียกสารประเภทนี้ว่าสารพรีไบโอติก (prebiotics)

พรีไบโอติก (prebiotic) หมายถึง ใยอาหาร ที่รับประทานเข้าไปแล้วไม่ถูกย่อยและดูดซึมโดยกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก สามารถผ่านลงไป ยังลำไส้ใหญ่ เพื่อไปเลี้ยงหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่ทำให้แบคทีเรียชนิดที่มีผลเสียต่อสุขภาพลดจำนวนลง (เอกลักษณ์, 2552) ทำให้ลำไส้เกิดความสมดุลย์ และยังช่วยในการผลิตสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ที่เป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) อีกด้วยนอกจากนั้นแล้วพรีไบโอติกบางชนิด ยังมีตำแหน่งจับจำเพาะสำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) เช่น Salmonella และ *E. coli* ทำให้สามารถขับแบคทีเรียที่เป็นอันตรายเหล่านี้ ออกจากระบบทางเดินอาหารไปกับอุจจาระได้ โดยทั่วไปพรีไบโอติกคืออาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต แป้ง และน้ำตาล ชนิดเฉพาะซึ่งเรียกว่า โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) ซึ่งยังแยกเป็นชนิดย่อยๆได้อีกหลายชนิด ที่นำมาใช้บ่อย คือ ชนิดฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide, FOS) และอินูลิน (inulin) อาหารพรีไบโอติกเป็นอาหารสร้างจากพืชทุกชนิดแต่แตกต่างกันในสายพันธ์ย่อยๆ และในปริมาณที่มีมาก หรือโดยทั่วไปมักเป็นแป้งและน้ำน้ำตาลที่พืชสะสมไว้ในหัว

มันเทศ (*Ipomoea batatas)* จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ มีการพาะปลูกทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีคุณค่าทางอาหารสูง และราคาถูก มันเทศเป็นพืชที่มีศักยภาพในการเป็นพรีไบโอติก เพื่อใช้เป็นวัตถุเติมในอาหารสัตว์ (นิรัญญา, 2550) มันเทศเป็นพรีไบโอติกที่สามารถทนต่อการย่อยของกรดในกระเพาะอาหารและลงสู่ลำไส้ใหญ่ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง และไม่ถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก เพื่อที่จุลินทรีย์ประจำถิ่นที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ สามารถใช้สารเหล่านี้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน (Gibson, 2004)

Gibson and Roberfroid (1995) กล่าวว่า ซินไบโอติก (synbiotic) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรวมกันของแบคทีเรียโปรไบโอติกและสารพรีไบโอติก ซึ่งจะมีผลการส่งเสริมการเจริญเติบโต และการรอดชีวิตของแบคทีเรียโปรไบโอติกในทางเดินอาหาร การนำแลคโตบาซิลัสและมันเทศ มาใช้ในปริมาณที่เหมาะสมผสมในอาหารที่เลี้ยงปลาเรียกว่าซินไบโอติก ทำให้การเลี้ยงปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโต มีอัตราการรอดตายที่ดี มีระบบภูมิคุ้มกันที่ดีขึ้น และมีระบบการย่อยและการขับถ่ายที่ดี อีกทั้งช่วยต้านจุลินทรีย์ก่อโรคในสัตว์น้ำ รวมไปถึงการลดใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงปลานิล อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ข้อมูลทีได้จากการศึกษาเกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงปลานิล และนำไปใช้เป็นแนวทางการเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามโครงการอาหารปลอดภัยได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แลคโตบาซิลลัสร่วมกับมันเทศ โดยศึกษาประสิทธิภาพ และอัตราที่เหมาะสมของแลคโตบาซิลลัส ร่วมกับมันเทศต่ออัตราการเจริญเติบโต และระบบภูมิคุ้มกันโรคของปลานิล

วิธีดำเนินการ

1.การวางแผนการทดลอง

1.1 วางแผนการทดลองแบบ 3x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) โดยมี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัย A ปริมาณแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus plantarum*) 3 ระดับ ดังนี้

a_1 แลคโตบาซิลลัส 10^4 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม

a_2 แลคโตบาซิลลัส 10^8 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม

a_3 แลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม

ปัจจัย B ปริมาณมันเทศ 3 ระดับ ดังนี้

b_1 มันเทศ 2.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

b_2 มันเทศ 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

b_3 มันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดแม่ฮ่องสอน ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนกันยายน 2557

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมปลาทดลอง

เตรียมปลานิลที่มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 10 กรัม ที่ได้จากการเพาะพันธุ์รุ่นเดียวกัน นำมาเลี้ยงในบ่อคอนกรีตขนาด 50 ตารางเมตร โดยให้อาหารที่มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. ใช้ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 2 เดือน ปลานิลมีขนาดน้ำหนักประมาณ 50 กรัม หลังจากนั้นทำการคัดเลือกปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เพื่อนำมาทดลองโดยปลาเริ่มต้นการทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ย 50±0.56 กรัม และมีความยาวเฉลี่ย 14.46±0.08 เซนติเมตร สุ่มปลาที่คัดเลือกใส่ในถังไฟเบอร์กลาส 20 ตัวต่อถัง และสุ่มวัดค่าโลหิตวิทยาเบื้องต้น จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ ของปลาทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง ก่อนทำการทดลองให้อาหารที่ผสมแลคโตบาซิลลัส ร่วมกับมันเทศอบแห้งบดละเอียด

2.2 การเตรียมถังทดลอง

ใช้ถังเหลี่ยมผลิตจากพลาสติก (polyethylene) กว้าง 96 เซนติเมตร ยาว 122 เซนติเมตร สูง 68 เซนติเมตร โดยใช้ปริมาตรน้ำ 500 ลิตร จำนวน 27 ใบ ทุกถังมีหัวทรายให้อากาศถังละ 2 อัน และเปิดน้ำไหลผ่าน ตลอดระยะเวลาการทดลอง

2.3 การเตรียมอาหารทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ใช้แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสสายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* รหัสประจำสายพันธุ์ TISTR 1465 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย การเตรียมเชื้อแลคโตบาซิลลัสจากหลอดเชื้อแห้งแข็ง โดยการใช้พาสเจอร์ปิเปต (pasteur pipette) แบบพลาสติกช่วงปลายแคบ ดูดอาหารเหลว De Man Rogosa and Sharpe (MRS broth) ประมาณ 0.4 มิลลิลิตร จากปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอด

แลคโตบาซิลลัส เพื่อละลายสารผสมแลคโตบาซิลลัสในหลอด ดูดสารละลายผสมแลคโตบาซิลลัสทั้งหมดพร้อมเขี่ยกระดาษรหัสเชื้อใส่ลงในหลอดอาหารเหลว MRS broth หลอดเดิม จากนั้นหยดสารละลายเซลล์แลคโตบาซิลลัสลงบนอาหารแข็ง MRS Agar 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 หยด ใช้ห่วงเหล็ก (loop) เขี่ยกระจายเชื้อ (streak plate) หลังจากนั้นนำไปบ่มเชื้อที่ตู้บ่มเชื้อ (incubator) โดยบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้เป็นโคโลนีเดี่ยว นำเซลล์ของแลคโตบาซิลลัส มาเจือจางด้วยสารละลายน้ำเกลือปลอดเชื้อ 0.85 เปอร์เซ็นต์ จนได้ที่ระดับความเข้มข้น 10^4 10^8 และ 10^{12} CFU ต่อ ml ตามลำดับ

การเตรียมมันเทศเพื่อเป็นส่วนผสมในอาหาร ดัดแปลงมาจากสาโรจน์ (2555) โดยนำมันเทศมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบโดยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำมันเทศที่ได้ไปบดให้ละเอียด เพื่อใช้ผสมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป ซึ่งการนำมาอบเพื่อสะดวกในการเก็บรักษา และเก็บไว้ใช้ได้ตลอดการทดลอง

การผสมอาหารทดลองด้วยแลคโตบาซิลลัส และมันเทศในอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเตรียมอาหารทุกสัปดาห์ ๆ ละ 1 ครั้ง วิธีเตรียมอาหารสำหรับการทดลองวิธีการดัดแปลงมาจาก ปวเรศวร์ และคณะ (2551) โดยเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว MRS ปริมาตร 2 ลิตร บ่มที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเหวี่ยงที่ 8,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสทิ้งเติมอาหารเหลว MRS 1 ลิตร แล้วฉีดพ่นบนอาหารเม็ดสำเร็จรูป จำนวน 3 กิโลกรัม ให้ได้ปริมาณแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส ตามชุดการทดลอง นำมันเทศบดละเอียดจำนวนตามชุดการทดลอง ผสมกับแป้งอัลฟา (alpha starch) 30 กรัม นำไปคลุกอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ฉีดพ่นด้วยแลคโตบาซิลลัสโดยคลุกเคล้าให้ทั่ว จากนั้นผึ่งในที่ร่มให้แห้ง นำไปบรรจุถุง และเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำอาหารที่ผสมส่งตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ที่สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กรมประมง

2.3 การให้อาหารทดลองและการเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังทดลอง

ให้อาหารสำเร็จรูปโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 32 ไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 กากไม่มากกว่าร้อยละ 6 ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 12 ผสมด้วยแลคโตบาซิลลัส และมันเทศในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ตามชุดการทดลองโดยให้กิน 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา วันละ 2 ครั้ง เวลา 8.00 น. และ เวลา 16.00 น. และงดให้อาหารในวันที่สุ่มชั่งวัดน้ำหนัก และความยาวของปลา ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน ในระหว่างการทดลองทำการดูดตะกอนก้นถัง และเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังทดลองทุกวัน ครั้งละ 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำในบ่อ และเปิดน้ำไหลผ่าน

2.4 การเก็บและศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีในเลือดบางประการ

วิเคราะห์องค์ประกอบเลือดเดือนละ 1 ครั้ง โดยสุ่มตัวอย่างปลา 10 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละชุดการทดลองมาทดสอบการตอบสนองทางระบบภูมิคุ้มกันโรค โดยนำปลานิลมาทำการสลบด้วยน้ำมันกานพลูที่ความเข้มข้น 80 ส่วนในล้านส่วน นำปลาที่สุ่มชั่งน้ำหนัก และวัดความยาว นำหลอดฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร เข็มเบอร์ 25 G ซึ่งในกระบอกฉีดยามีสารป้องกันเลือดแข็งตัว (1 เปอร์เซ็นต์ของ EDTA) ทำการเจาะเลือดปลาที่บริเวณคอดหางตัวละ 1.0 มิลลิลิตร เพื่อใช้สำหรับทำการศึกษาองค์ประกอบเลือด วิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (haematocrit)

วัดปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น โดยใช้วิธี Micro-Hematocrit method ทำการบรรจุเลือดปลาในหลอด capillary tube ที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดไว้ที่ผิวด้านใน บรรจุเลือดปลาปริมาณ 2 ใน 3 ของความยาวหลอด แล้วอุดปลายด้านหนึ่งด้วยดินน้ำมัน ทิ้งให้เลือดแข็งตัวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมง นำหลอดไปปั่นตกตะกอนที่ความเร็วประมาณ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมดที่วัดได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมดที่ตกตะกอน}}{\text{ปริมาณเลือดทั้งหมด}} \times 100$$

2.4.2 ปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมด

การนับปริมาณเม็ดเลือดแดงโดยการเจือจางเลือดปลา ในสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด 5 เปอร์เซ็นต์ EDTA ในอัตราส่วน 1:200 หยดตัวอย่างเลือดที่เจือจางลงในสไลด์นับเม็ดเลือด (haemacytometer) นับจำนวนเม็ดเลือดแดง ในช่องพื้นที่ใหญ่ตรงกลางนับ 5 ช่องเล็กที่มุมบน ล่าง ซ้าย ขวา และตรงกลาง คำนวณปริมาณเม็ดเลือดแดงทั้งหมดที่ได้จากสูตร (บุญศรี, 2555)

จำนวนเม็ดเลือดแดงทั้งหมด (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร) = จำนวนเม็ดเลือดแดง x 10000

2.4.3 ปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด

การนับปริมาณเม็ดเลือดขาว โดยการนำเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด มาเจือจางด้วยน้ำยา dacie's solution ในอัตราส่วน 1 ต่อ 20 นับจำนวนเม็ดเลือดขาวทั้งหมด ในช่องพื้นที่ใหญ่ขนาด ที่มีความกว้างและยาว 1 มม. นับ 4 ช่องที่มุมบน ล่าง ซ้าย ขวา คำนวณปริมาณเม็ดเลือดขาวที่ได้จากสูตร (บุญศรี, 2555)

ปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด (เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร) = จำนวนเม็ดเลือดขาว x 50

2.4.4 ปริมาณโปรตีนในเลือด (serum protein) วิเคราะห์โดยวิธี Biuret-Blank หน่วยวัดเป็น กรัมต่อเดซิลิตร

2.4.5 ปริมาณกลูโคสในเลือด (serum glucose) วิเคราะห์โดยวิธี Hexokinase method หน่วยวัดเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

2.4.6 ปริมาณไลโซไซม์ในเลือด (serum lysozyme) วิเคราะห์โดยวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Parry *et al.* (1965) หน่วยวัดเป็น ยูนิตต่อนาที

เก็บเลือดที่บริเวณคอดหางเพื่อส่งตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ระดับกลูโคส และปริมาณไลโซไซม์ในน้ำเลือด ที่หน่วยชันสูตรโรคสัตว์ ศูนย์บริการสุขภาพสัตว์คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2.5 การเก็บข้อมูล

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลานิลที่ทดลองเดือนละ 2 ครั้ง ถังละ 50 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต เก็บเลือดของปลานิลทดลองเดือนละ 1 ครั้ง ถังละ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาค่าโลหิตวิทยา และค่าเคมีในเลือดบางประการ ของปลาในแต่ละชุดการทดลอง

2.6 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำในถังทดลองวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เวลา 06.00-08.00 น. โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

อุณหภูมิน้ำโดยใช้ Thermometer หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) ตรวจวัดด้วยเครื่อง DO meter ยี่ห้อ HACH รุ่น sension 6 หน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ยี่ห้อ Eutech รุ่น cyber scan pH 510

ค่าความกระด้าง (hardness) วิเคราะห์ด้วยวิธีไตเตรท ตามวิธีของไมตรีและจารุวรรณ (2528) หน่วยวัดเป็น mg/l as $CaCO_3$

ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) วิเคราะห์ด้วยวิธีไตเตรท ตามวิธีของไมตรีและจารุวรรณ (2528) หน่วยวัดเป็น mg/l as $CaCO_3$

แอมโมเนียรวม (total ammonia) วิเคราะห์ด้วยวิธี Distillation Method ตรวจวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/2800 หน่วยวัดเป็น mg NH_3-N/l

ไนไตรท์ (nitrite) วิเคราะห์ด้วยวิธี Diazotization method ตรวจวัดด้วยเครื่อง Spectrophoto meter ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/2800 หน่วยวัดเป็น mg NO_2^--N/l

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของปลาต่ออาหารทดลองดังนี้

3.1 น้ำหนักเฉลี่ย (average weight; กรัม) และ

3.2 ความยาวเฉลี่ย (average length; เซนติเมตร)

3.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (percent weight gain; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

3.4 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average dairy growth; กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาการเลี้ยง}}$$

3.5 อัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

3.6 ประสิทธิภาพของอาหาร (feed efficiency)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}$$

3.7 อัตราการกินอาหาร (feed intake; เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน}}{(\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}+\text{น้ำหนักปลาสุดท้าย})/2} \times 100$$

3.8 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร (protein consumption; กรัมต่อตัว)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินต่อตัว x โปรตีนในอาหาร}}{100}$$

3.9 อัตราการรอด (survival rate; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเหลือเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

นำผลที่ได้ไปทดสอบอิทธิพลของ 2 ปัจจัย และอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างปัจจัยด้วยวิธี Two-way ANOVA เพื่อดูผลกระทบของปัจจัยต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรม R (วีระศักดิ์, 2561)

ผลการศึกษา

การทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป ที่ผสมแลคโตบาซิลลัสระดับความเข้มข้นต่างๆกัน 3 ระดับคือ 10^4, 10^8 และ 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศระดับความเข้มข้นต่างๆกัน 3 ระดับ คือ 2.5, 5 และ 7.5 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 150 วัน มีผลการทดลองดังนี้

1. การเจริญเติบโต

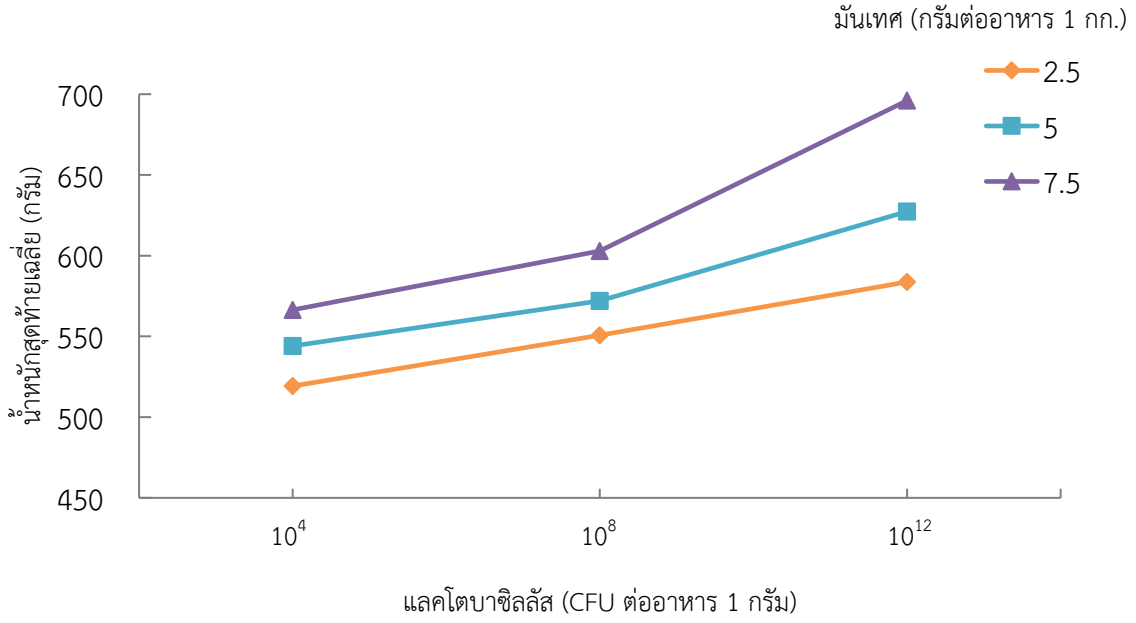
1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 696.03±3.40 กรัม (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	519.26±2.92^g	544.06±1.76^f	566.41±4.81^e	543.25±23.59
10^8	550.67±8.50^f	572.05±1.76^e	602.97±1.44^c	575.23±26.30
10^{12}	583.72±11.41^d	627.32±1.04^b	696.03±3.40^a	635.69±56.62
Mean±SD	551.22±32.23	581.14±42.37	621.81±66.83	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

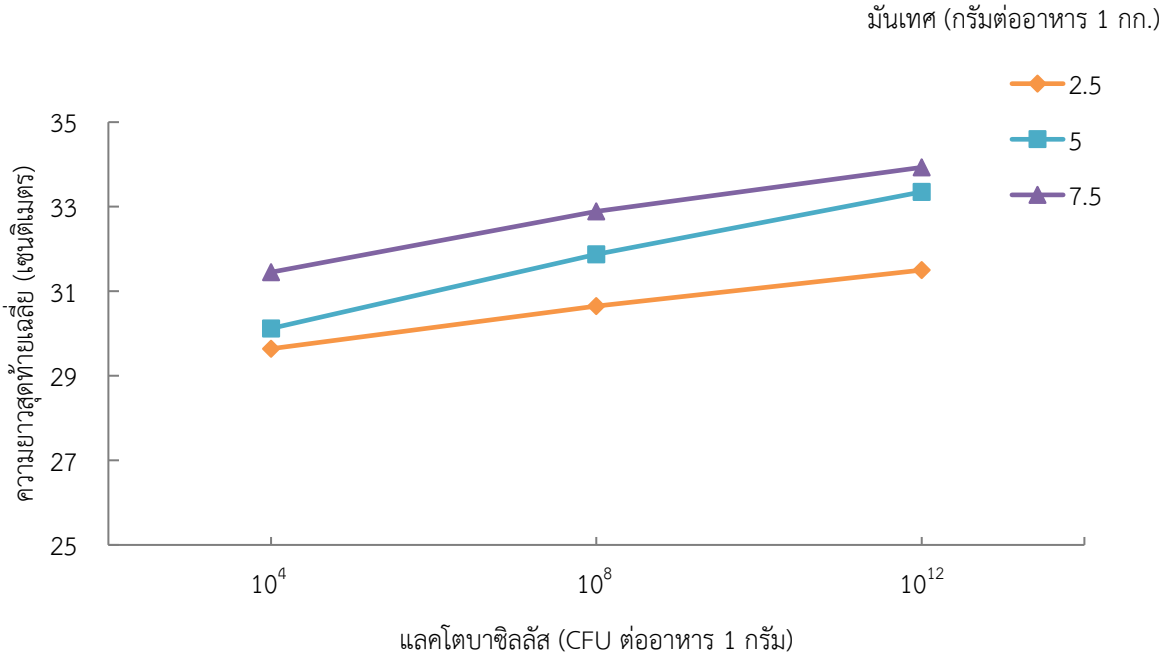
1.2 ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อความยาวสุดท้ายเฉลี่ยของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ย สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีมีค่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ย 33.93±0.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	29.64±0.03^{e}	30.12±0.08^{de}	31.45±0.23^{c}	30.40±0.94
10^8	30.65±0.57^{d}	31.87±0.40^{c}	32.89±0.12^{b}	31.80±1.12
10^{12}	31.50±0.54^{c}	33.35±0.15^{b}	33.93±0.08^{a}	32.93±1.27
Mean±SD	30.60±0.93	31.78±1.62	32.76±1.25	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของความยาวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

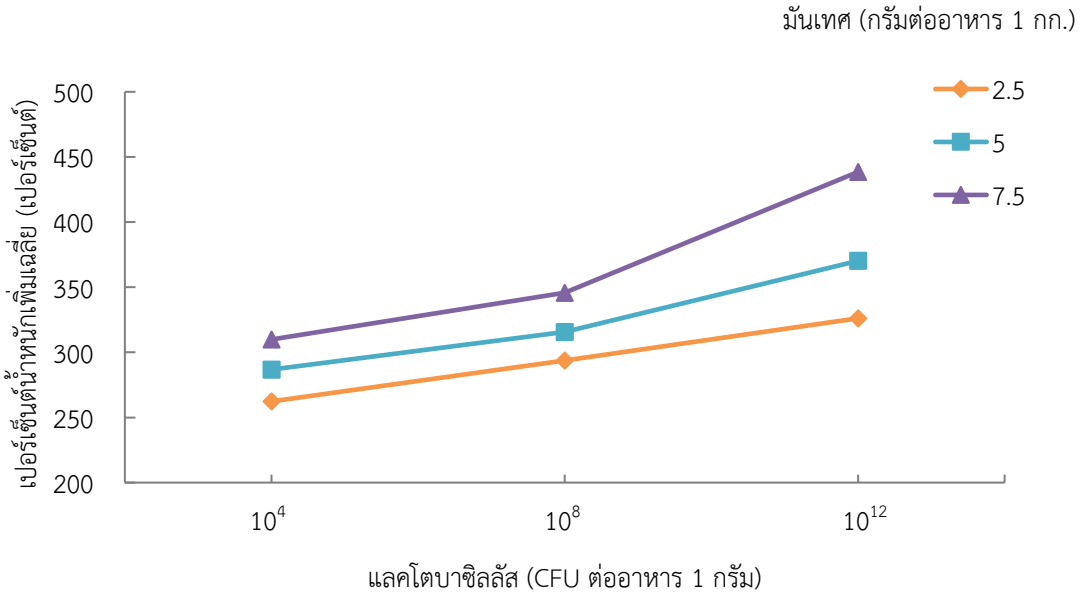
1.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 438.49±3.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	262.33±3.91^{g}	286.76±2.23^{f}	309.87±5.01^{e}	286.32±23.77
10^8	293.78±8.27^{f}	315.67±2.08^{e}	345.71±2.08^{c}	318.39±26.07
10^{12}	326.11±12.10^{d}	370.23±1.51^{b}	438.49±3.32^{a}	378.28±56.62
Mean±SD	294.07±31.89	324.22±42.39	364.69±66.38	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 3 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

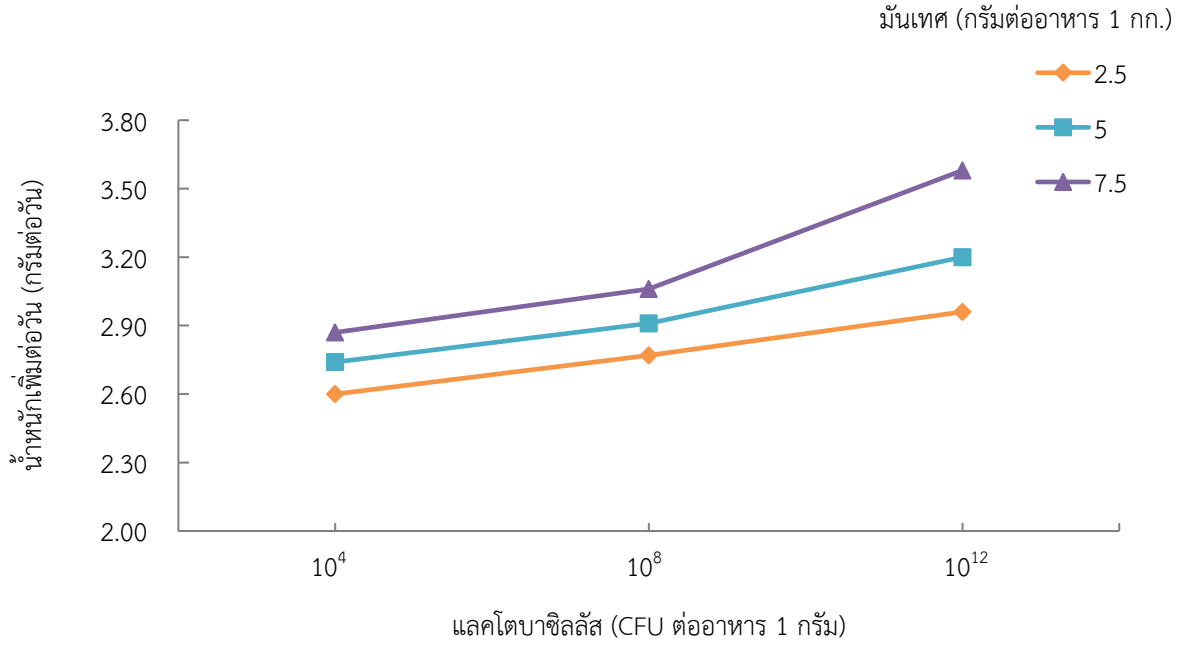
1.4 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักเพิ่มต่อวันของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน 3.58±0.02 กรัมต่อวัน (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 4 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	2.60±0.02^{g}	2.74±0.01^{f}	2.87±0.02^{e}	2.73±0.13
10^8	2.77±0.05^{f}	2.91±0.02^{de}	3.06±0.01^{c}	2.91±0.15
10^{12}	2.96±0.06^{d}	3.20±0.01^{b}	3.58±0.02^{a}	3.24±0.31
Mean±SD	2.78±0.18	2.95±0.23	3.17±0.37	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของน้ำหนักเพิ่มต่อวันของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

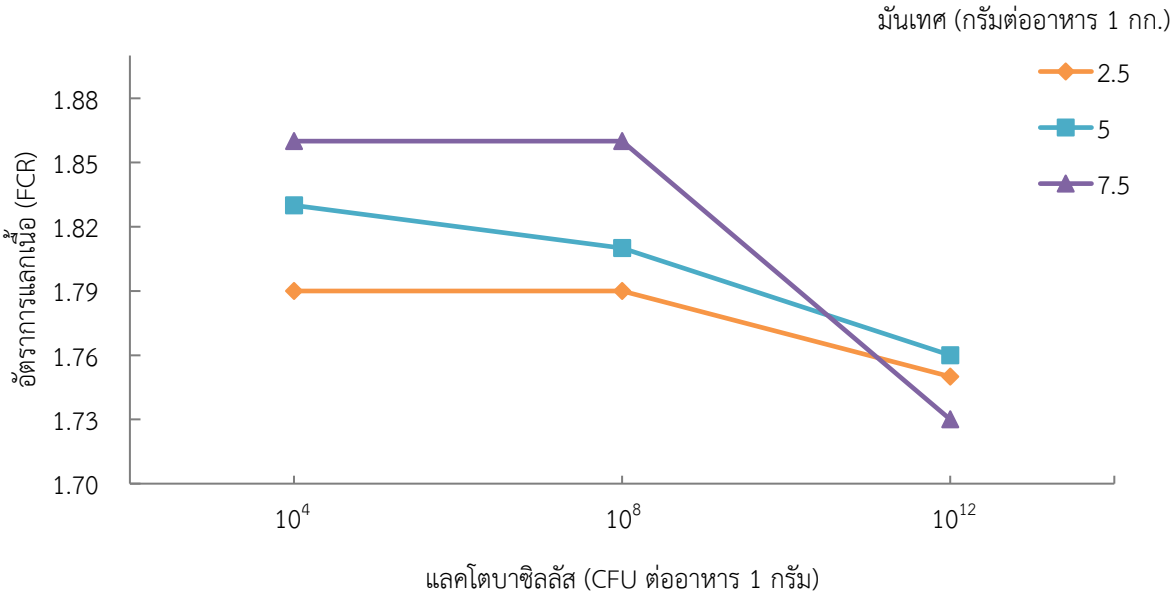
2. อัตราการแลกเนื้อ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าหลังจากทดลองเป็นเวลา 150 วัน พบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัสและระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่ออัตราการแลกเนื้อของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีอัตราการแลกเนื้อ 1.73±0.01 (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5)

ตารางที่ 5 อัตราการแลกเนื้อของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	1.79±0.02^{c}	1.83±0.01^{b}	1.86±0.02^{a}	1.83±0.03
10^8	1.79±0.02^{cd}	1.81±0.01^{bc}	1.86±0.02^{a}	1.82±0.04
10^{12}	1.75±0.02^{ef}	1.76±0.00^{de}	1.73±0.01^{f}	1.75±0.02
Mean±SD	1.78±0.02	1.80±0.04	1.82±0.08	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของอัตราการแลกเนื้อของปลานิล ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

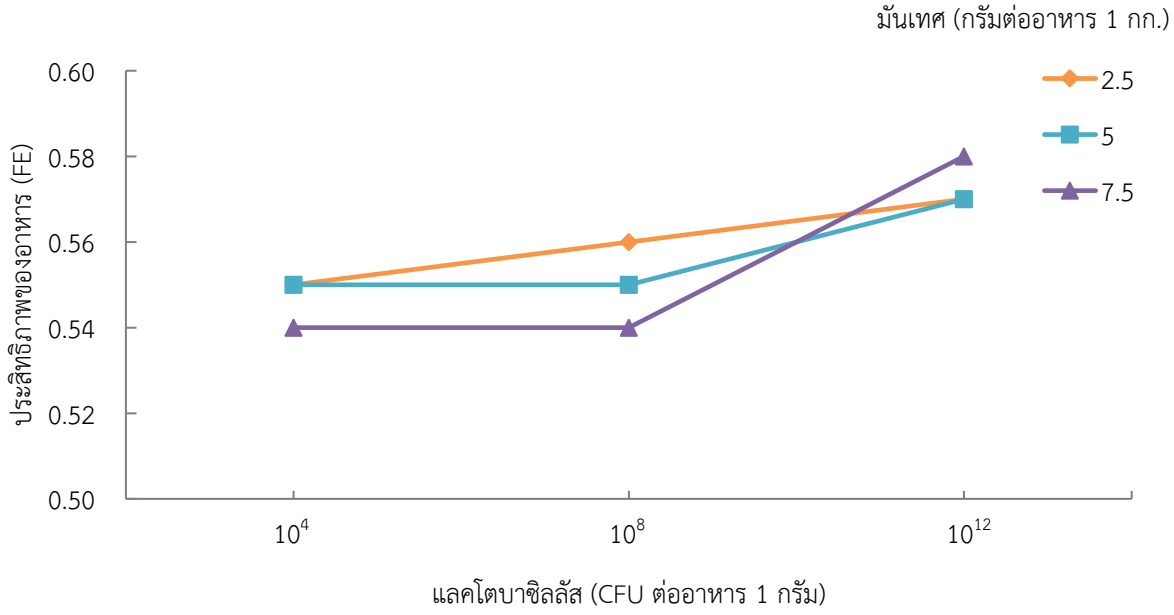
3. ประสิทธิภาพของอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศ มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของอาหารของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 2.5, 5 และ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพของอาหาร แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีประสิทธิภาพของอาหาร 0.57±0.01, 0.57±0.00 และ 0.58±0.01 ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 6)

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	0.55±0.01^b	0.55±0.00^b	0.54±0.01^c	0.55±0.01
10^8	0.56±0.01^b	0.55±0.01^b	0.54±0.01^c	0.55±0.01
10^{12}	0.57±0.01^a	0.57±0.00^a	0.58±0.01^a	0.57±0.00
Mean±SD	0.56±0.01	0.56±0.01	0.55±0.02	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของประสิทธิภาพของอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

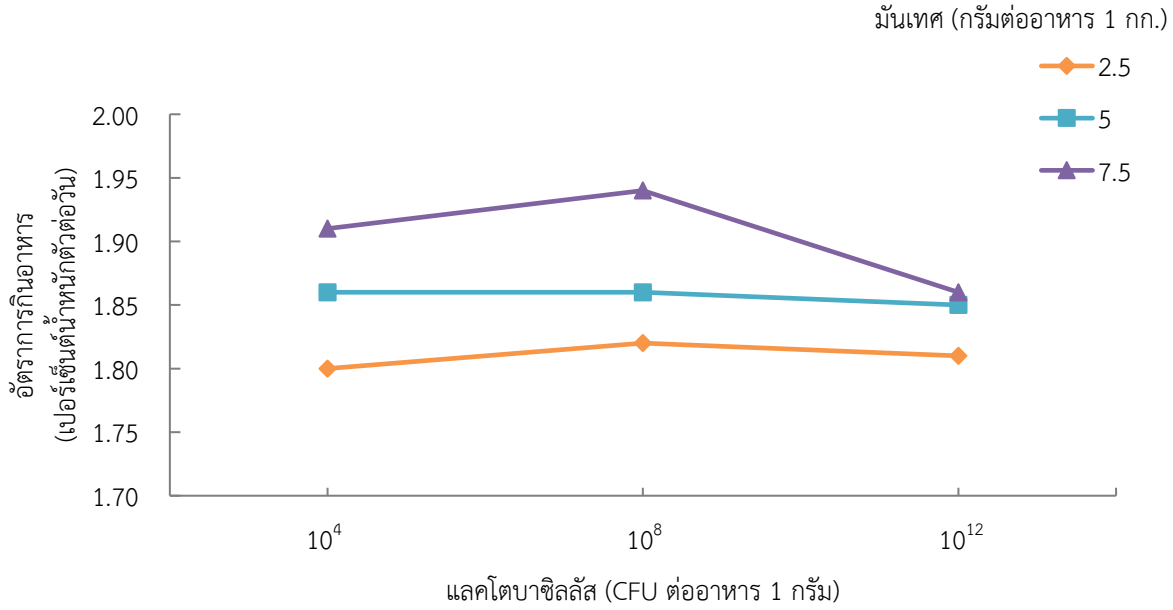
4. อัตราการกินอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่ออัตราการกินอาหารของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^8 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการกินอาหารสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีอัตราการกินอาหาร 1.94±0.02 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 7 อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร1กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร1กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	1.80±0.02^{d}	1.86±0.01^{c}	1.91±0.02^{b}	1.86±0.06
10^8	1.82±0.02^{d}	1.86±0.01^{c}	1.94±0.02^{a}	1.88±0.06
10^{12}	1.81±0.02^{d}	1.85±0.00^{c}	1.86±0.01^{c}	1.84±0.03
Mean±SD	1.81±0.01	1.86±0.01	1.90±0.04	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของอัตราการกินอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

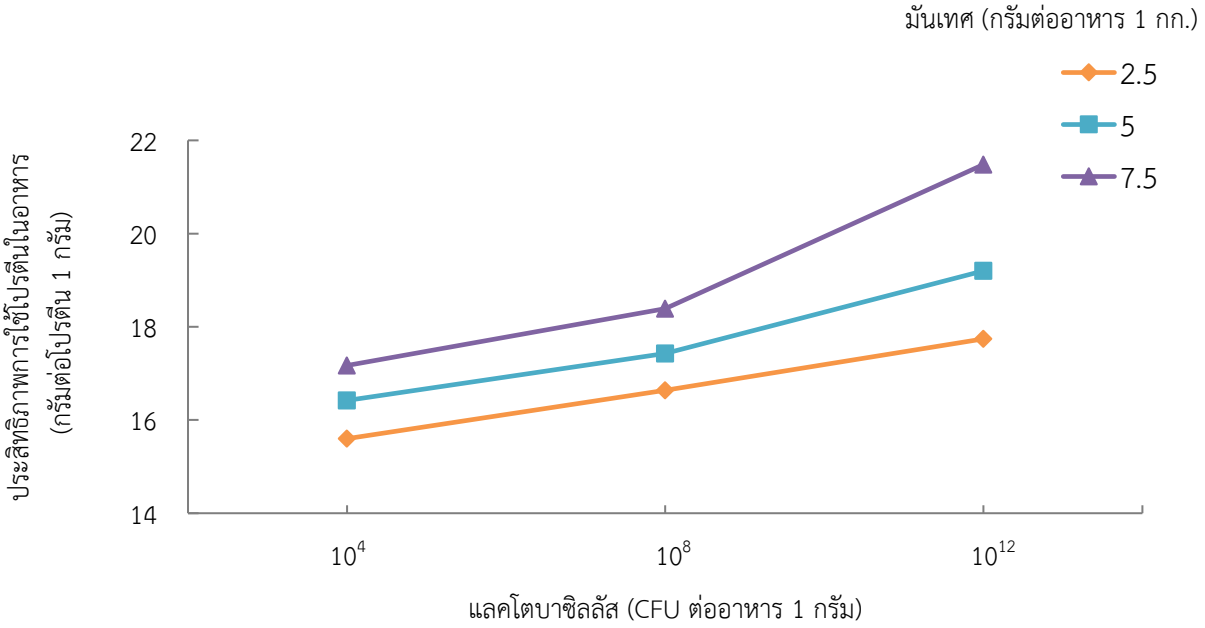
5. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหารของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัสและมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร 21.48±0.11 กรัมต่อโปรตีน 1 กรัม (ตารางที่ 8 และภาพที่ 8)

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร (กรัมต่อโปรตีน 1 กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	15.60±0.11^{g}	16.42±0.06^{f}	17.17±0.16^{e}	16.39±0.79
10^8	16.64±0.28^{f}	17.43±0.12^{de}	18.39±0.05^{c}	17.49±0.87
10^{12}	17.74±0.39^{d}	19.20±0.04^{b}	21.48±0.11^{a}	19.47±1.89
Mean±SD	16.66±1.07	17.68±1.41	19.01±2.23	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 8 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหารของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

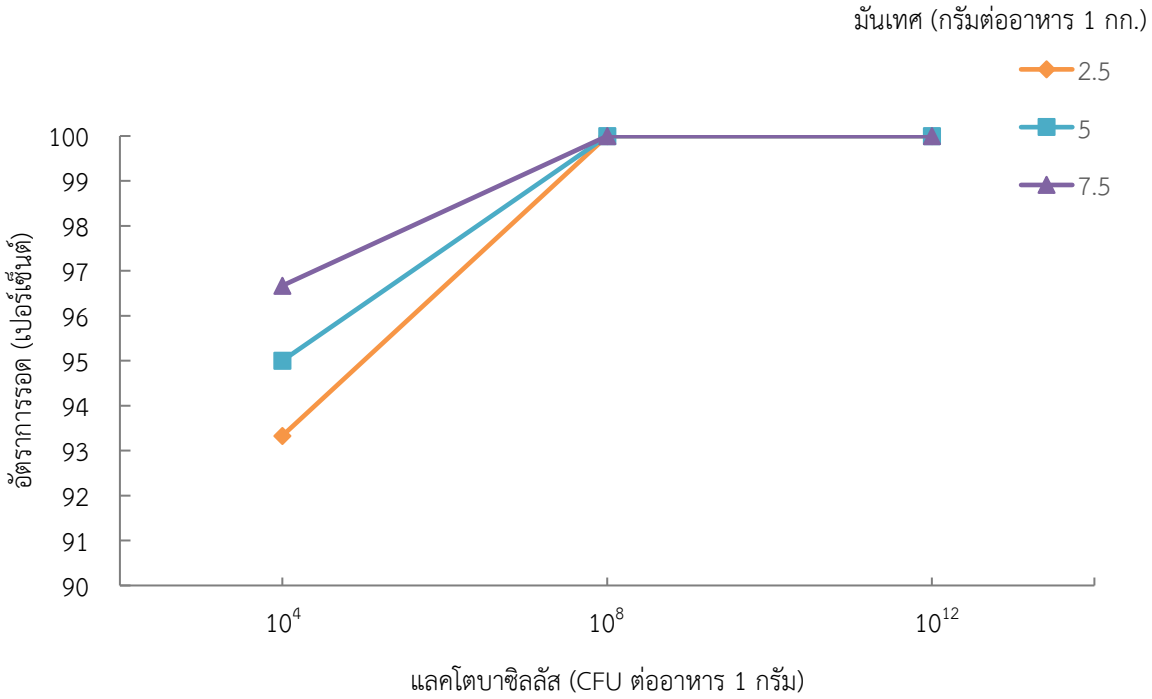
6. อัตราการรอด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่ออัตราการรอดของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^8 และ 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 2.5, 5 และ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการรอด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีอัตราการรอด 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 9)

ตารางที่ 9 อัตราการรอดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	93.33±2.89^{c}	95.00±0.00^{bc}	96.67±2.89^{b}	95.00±1.67
10^8	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00
10^{12}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00
Mean±SD	97.78±3.85	98.33±2.89	98.89±1.92	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 9 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของอัตราการรอดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

7.ค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีในเลือดบางประการ

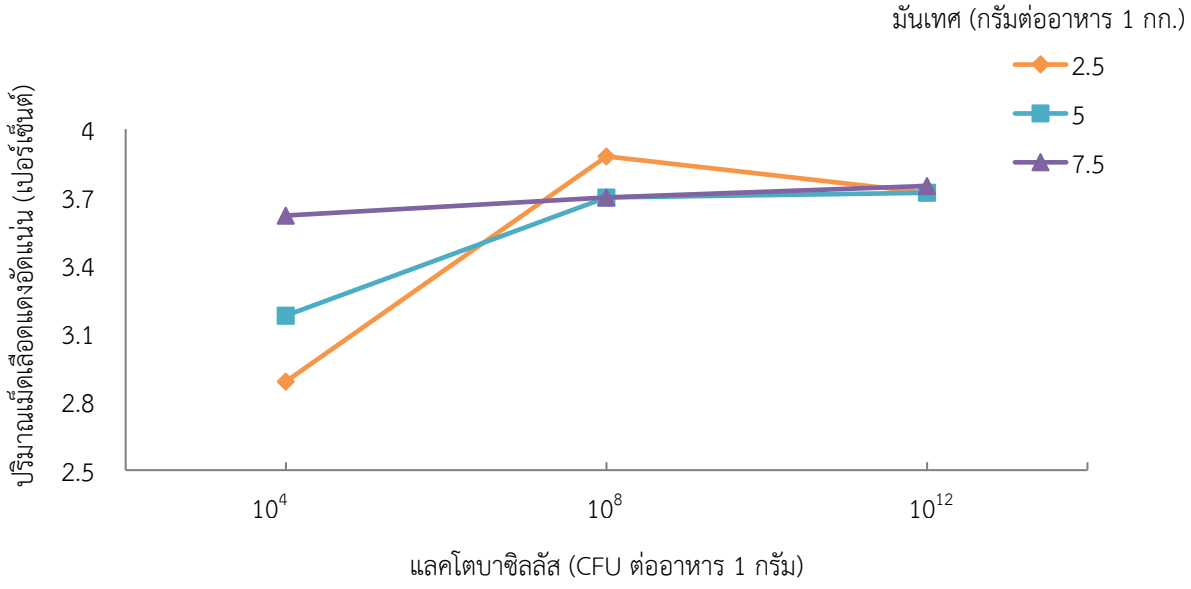
7.1 ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 5 และ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นมากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น 45.00±2.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	31.00±2.00^{f}	31.67±2.08^{f}	31.67±2.08^{f}	31.44±0.38
10^8	35.00±2.00^{e}	37.67±1.53^{de}	40.33±0.58^{cd}	37.67±2.67
10^{12}	41.00±1.00^{bc}	43.67±1.53^{ab}	45.00±2.00^{a}	43.22±2.04
Mean±SD	35.67±5.03	37.67±6.00	39.00±6.77	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 10 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

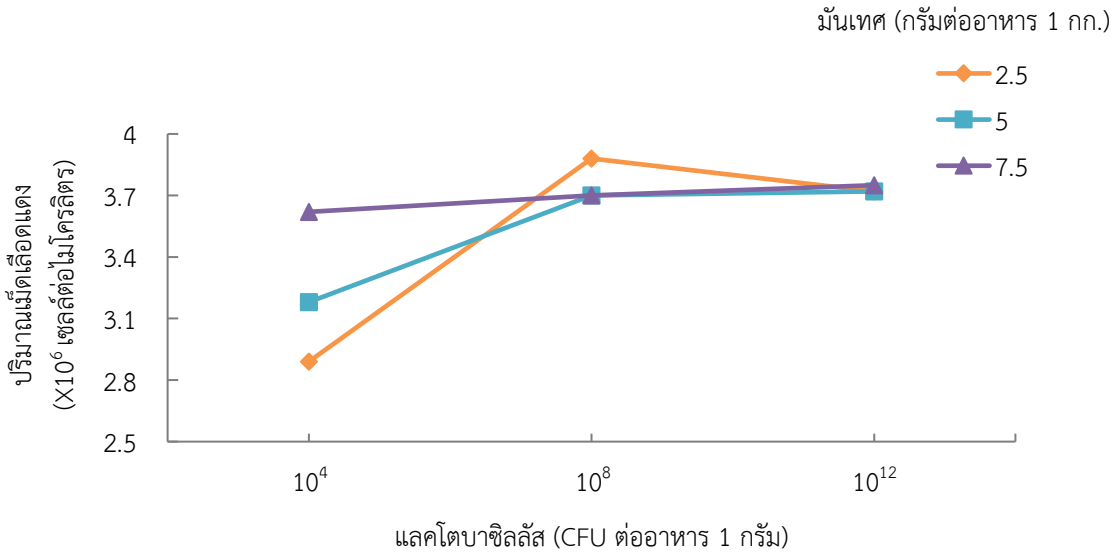
7.2 ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^8 ร่วมกับมันเทศ 2.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^8 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และ 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 2.5, 5 และ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แต่ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^8 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 2.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงมากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง $3.88\pm0.05\times10^6$ เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 11 ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดง ($\times10^6$ เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	2.89 ± 0.09^{d}	3.18 ± 0.16^{c}	3.62 ± 0.16^{b}	3.23±0.37
10^8	3.88 ± 0.05^{a}	3.70 ± 0.07^{b}	3.70 ± 0.06^{ab}	3.76±0.10
10^{12}	3.72 ± 0.03^{ab}	3.72 ± 0.09^{ab}	3.75 ± 0.13^{ab}	3.73±0.02
Mean±SD	3.49±0.53	3.53±0.31	3.69±0.07	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 11 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

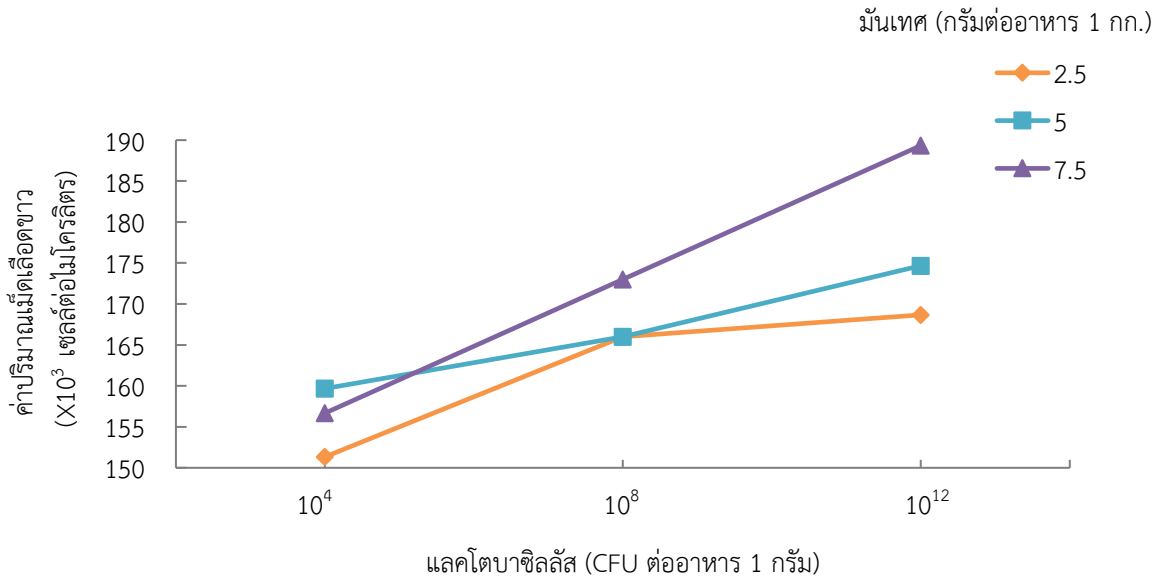
7.3 ค่าปริมาณเม็ดเลือดขาว

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^8 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 2.5, 5 และ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวมากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปริมาณเม็ดเลือดขาว $189.35\pm16.00 \times 10^3$ เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร (ตารางที่ 12 และ ภาพที่ 12)

ตารางที่ 12 ค่าปริมาณเม็ดเลือดขาว ($x10^3$ เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	151.85 ± 9.50^b	159.55 ± 8.00^b	156.55 ± 10.50^b	155.98±3.88
10^8	166.00 ± 9.00^b	166.00 ± 8.00^b	173.05 ± 12.50^{ab}	168.35±4.07
10^{12}	168.50 ± 13.00^{ab}	174.90 ± 17.00^{ab}	189.35 ± 16.00^a	177.58±10.68
Mean±SD	162.12±8.98	166.82±7.71	172.98±16.40	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 12 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

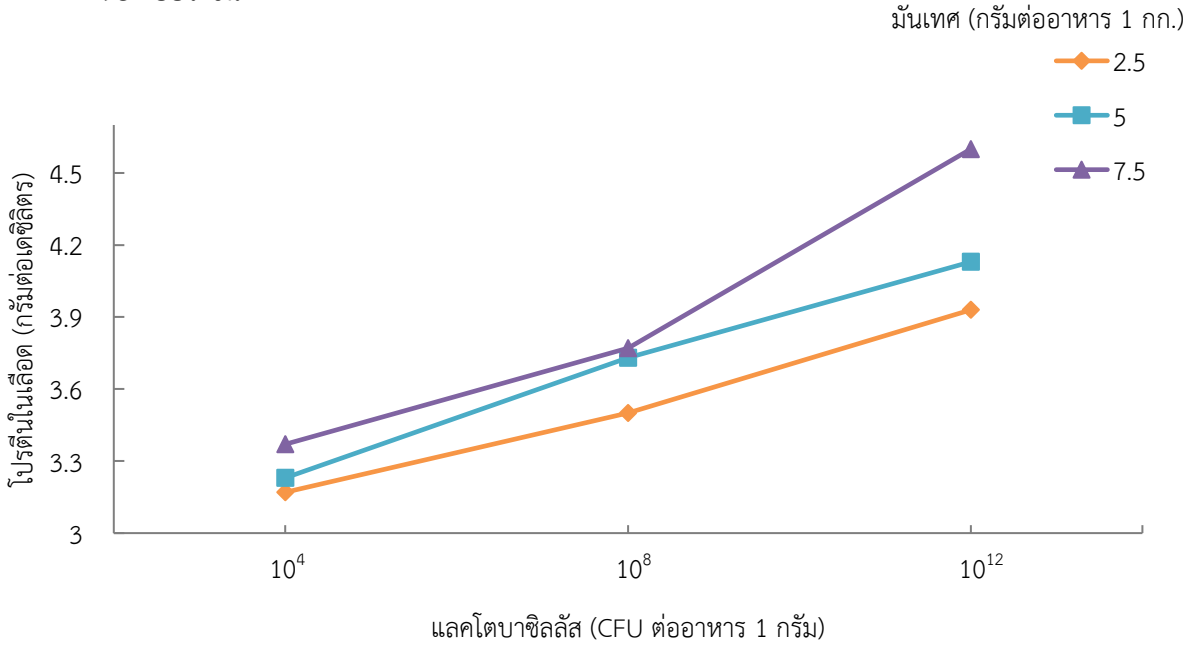
7.4 ค่าปริมาณโปรตีนในเลือด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณโปรตีนในเลือดของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณโปรตีนในเลือดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปริมาณโปรตีนในเลือด 4.60±0.10 กรัมต่อเดซิลิตร (ตารางที่ 13 และภาพที่ 13)

ตารางที่ 13 ค่าโปรตีนในเลือด (กรัมต่อเดซิลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	3.17±0.06^{g}	3.23±0.06^{g}	3.37±0.06^{f}	3.26±0.10
10^8	3.50±0.10^{e}	3.73±0.06^{d}	3.77±0.06^{d}	3.67±0.15
10^{12}	3.93±0.06^{c}	4.13±0.06^{b}	4.60±0.10^{a}	4.22±0.34
Mean±SD	3.53±0.38	3.70±0.45	3.91±0.63	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 13 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าโปรตีนในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

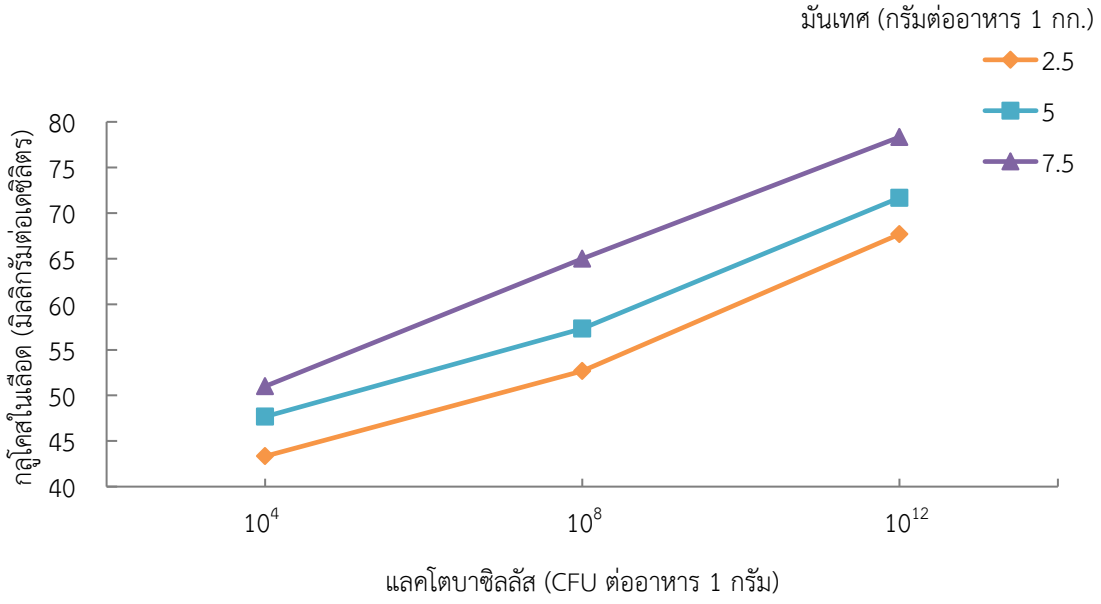
7.5 ค่าปริมาณกลูโคสในเลือด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณกลูโคสในเลือดของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณกลูโคสในเลือดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปริมาณกลูโคสในเลือด 78.33±1.53 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (ตารางที่ 14 และภาพที่ 14)

ตารางที่ 14 ค่าปริมาณกลูโคสในเลือด (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	43.33±0.58^h	47.67±0.58^g	51.00±1.00^f	47.33±3.84
10^8	52.67±0.58^f	57.33±1.15^e	65.00±1.00^d	58.33±6.23
10^{12}	67.67±1.53^c	71.67±1.53^b	78.33±1.53^a	72.56±5.39
Mean±SD	54.56±12.28	58.89±12.08	64.78±13.67	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณกลูโคสในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

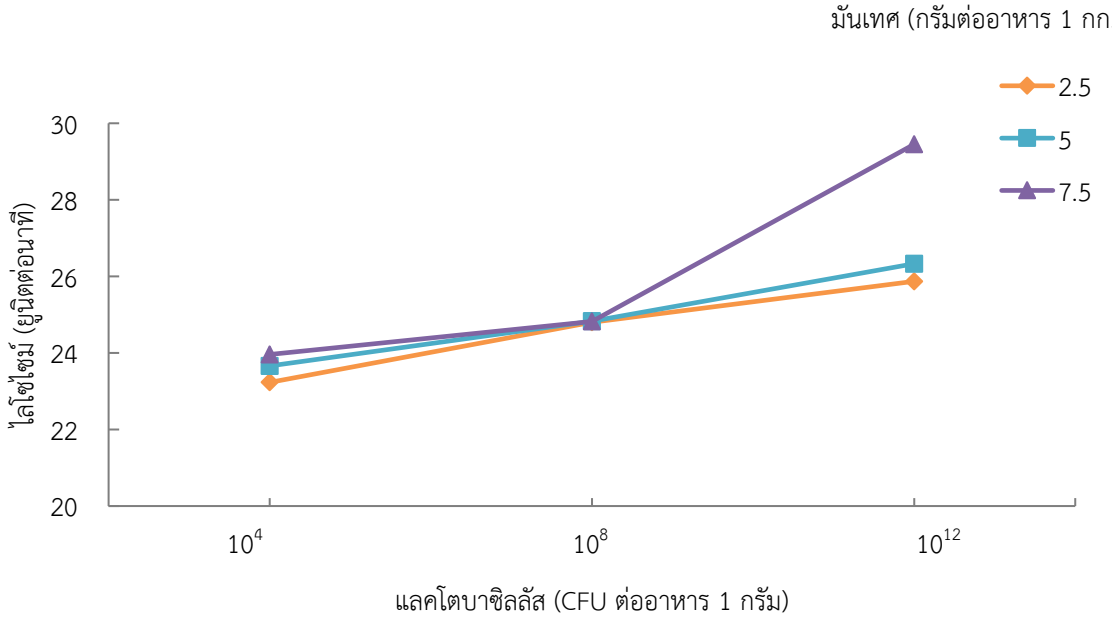
7.6 ค่าปริมาณไลโซไซม์ในเลือด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระดับของแลคโตบาซิลลัส และระดับของมันเทศมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณไลโซไซม์ในเลือดของปลานิล ($p<0.05$) และพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ($p<0.05$) โดยพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าปริมาณไลโซไซม์ในเลือดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าปริมาณไลโซไซม์ในเลือด 29.45±0.95 ยูนิตต่อนาที (ตารางที่ 15 และภาพที่ 15)

ตารางที่ 15 ค่าปริมาณไลโซไซม์ (ยูนิตต่อนาที) ในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)			Mean±SD
	2.5	5	7.5	
10^4	23.23±1.04^{c}	23.66±0.59^{c}	23.96±0.14^{c}	23.62±0.37
10^8	24.80±0.43^{bc}	24.83±0.39^{bc}	24.82±0.24^{bc}	24.82±0.01
10^{12}	25.87±1.28^{b}	26.33±1.77^{b}	29.45±0.95^{a}	27.22±1.95
Mean±SD	24.63±1.33	24.94±1.34	26.08±2.95	

หมายเหตุ ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



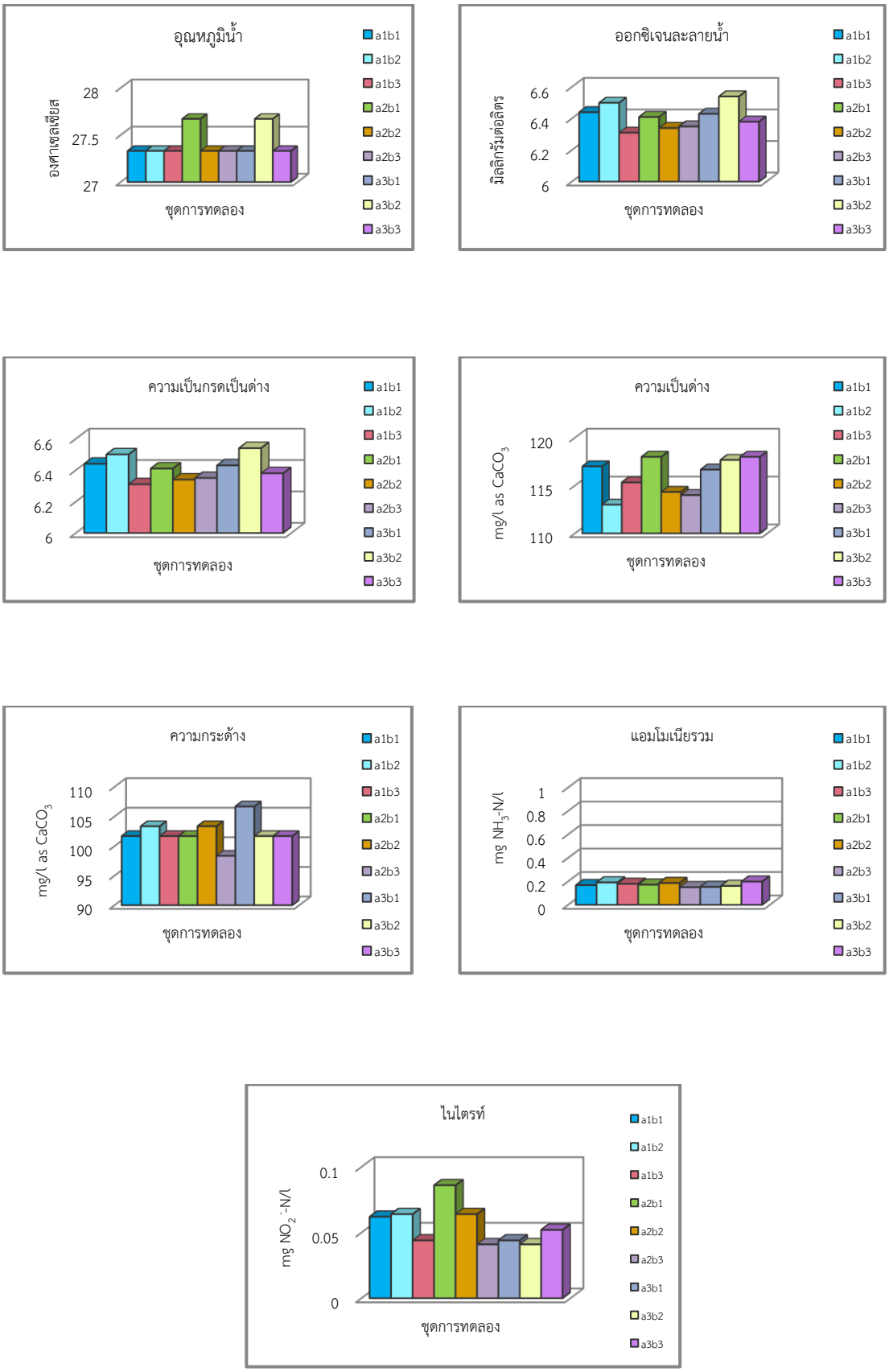
ภาพที่ 15 ผลของแลคโตบาซิลลัส และ มันเทศ ที่มีอิทธิพลร่วมต่อกันของค่าปริมาณไลโซไซม์ในเลือดของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

3. คุณสมบัติของน้ำ

คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยในถังทดลองที่เลี้ยงปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ผสม แลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นระยะเวลา 150 วัน พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 27.33-27.67 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 6.23-6.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.4-7.53 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 113.0-118.0 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้างอยู่ในช่วง 98.33-106.67 mg/l as $CaCO_3$ ปริมาณแอมโมเนียรวมอยู่ในช่วง 0.150-0.198 mg NH_3-N/l และ ปริมาณไนไตรท์อยู่ในช่วง 0.041-0.086 mg NO_2^--N/l (ภาพที่ 16 และตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 คุณภาพน้ำเฉลี่ยในถังทดลองของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

ชุดการทดลอง	ค่าพารามิเตอร์						
	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ความเป็นด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	แอมโมเนียรวม (mg NH3-N/l)	ไนไตรท์ (mg NO_2^--N/l)
a1b1	27.33±0.58	6.44±0.40	7.40±0.10	117.00±3.00	101.67±7.6	0.168±0.05	0.062±0.029
a1b2	27.33±1.15	6.50±0.29	7.47±0.15	113.00±3.61	103.33±5.77	0.191±0.071	0.064±0.046
a1b3	27.33±0.58	6.31±0.23	7.43±0.15	115.33±3.51	101.67±7.64	0.179±0.056	0.044±0.044
a2b1	27.67±0.58	6.41±0.07	7.43±0.12	118.00±2.65	101.67±7.64	0.172±0.039	0.086±0.006
a2b2	27.33±0.58	6.34±0.16	7.43±0.15	114.33±4.04	103.33±5.77	0.186±0.060	0.064±0.038
a2b3	27.33±1.15	6.35±0.42	7.53±0.25	114.00±3.61	98.33±2.89	0.150±0.065	0.041±0.044
a3b1	27.33±0.58	6.43±0.35	7.47±0.15	116.67±4.04	106.67±5.77	0.153±0.058	0.044±0.044
a3b2	27.67±0.58	6.54±0.23	7.47±0.15	117.67±2.52	101.67±7.64	0.161±0.040	0.041±0.038
a3b3	27.33±1.15	6.38±0.35	7.53±0.15	118.00±2.65	101.67±7.64	0.198±0.020	0.052±0.042



ภาพที่ 16 คุณภาพน้ำเฉลี่ยในถังทดลองของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 150 วัน

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดลองเลี้ยงปลานิล ด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมด้วยแลคโตบาซิลลัสและมันเทศ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 150 วัน พบว่าการใช้ปริมาณแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5กรัมต่ออาหาร กิโลกรัม 1 มีผลทำให้ปลามีการเจริญเติบโตแตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมด้วยแลคโตบาซิลลัสและมันเทศที่ระดับอื่นๆ และยังมีค่าการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยพบอิทธิพลร่วมระหว่างแลคโตบาซิลลัสและมันเทศ ต่อพารามิเตอร์ที่ใช้วัดผลทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับงานทดลองของผู้วิจัยอื่น ๆ พบว่าการใช้ปริมาณแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม นี้สูงกว่าการวิจัยของ Wenshu *et al*. (2017) ซึ่งทำการศึกษาผลการใช้แลคโตบาซิลลัส ร่วมกับฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ห่วงโซ่สั้น ผลการทดลองพบว่า ปลานิลที่ได้รับแบคทีเรียระดับความเข้มข้น 10^{8} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ห่วงโซ่สั้น 1 มิลลิกรัมต่อกรัม มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด Abid *et al*. (2013) ทำการทดลองเสริมแบคทีเรียพีดิคอกคัส และ ฟรุคโตลิโกแซคคาไรด์ ในอาหารสำหรับการทดลองเลี้ยงปลาแซลมอน ผลการทดลองพบว่าปลาแซลมอนที่ได้รับแบคทีเรียระดับความเข้มข้น 10^{6} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับพรีไบโอติก 3.5 กรัม และ 7 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโต ลำไส้มีวิลไลสูงขึ้น และกิจกรรมของไลโซไซม์ในซีรัมสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากรายงานผลการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ระดับของแบคทีเรียอยู่ในช่วงกว้าง มีความแตกต่างกันเพราะค่าดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับอีกหลายปัจจัย เช่น ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณวัตถุดิบพลังงานอื่น ๆ ในอาหาร รวมถึงความสามารถในการใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตในอาหารของปลา (ตารางผนวกที่ 1) เมื่อในอาหารมีพลังงานที่เพียงพอต่อความต้องการของปลา จะทำให้โปรตีนที่ปลาที่ได้รับ ถูกใช้เพื่อการเจริญเติบโตอย่างแท้จริง

ด้านสุขภาพของปลานั้นพบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปผสมปริมาณแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีผลทำให้ปลามีสุขภาพดีที่สุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าโปรตีนในเลือดสูง โดยมีค่าเท่ากับ 4.60±0.10 กรัมต่อเดซิลิตร และด้านการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันพบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งทำให้ค่าซีรัมไลโซไซม์มีปริมาณเพิ่มขึ้นที่ดีที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 29.45±0.95 ยูนิตต่อนาที ค่าโปรตีนในเลือด และค่าซีรัมไลโซไซม์เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับของแลคโตบาซิลลัส และมันเทศ ในอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และปลานิลที่กินอาหารสำเร็จรูปผสมปริมาณแลคโตบาซิลลัส ร่วมกับมันเทศ ในระดับสูงมีค่าโปรตีนในเลือด และค่าซีรัมไลโซไซม์ เมื่อเปรียบเทียบกับแลคโตบาซิลลัส และมันเทศในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่าการใช้แลคโตบาซิลลัส และมันเทศ เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการกระตุ้นการเพิ่มปริมาณองค์ประกอบเลือด และระบบภูมิคุ้มกันดังกล่าว ซึ่งผลการทดลองใกล้เคียงกับ Hassaan *et al.* (2014) ทำการทดลองเสริมแบคทีเรียบาซิลลัส ที่ระดับความเข้มข้น 10^{6} CFU ต่ออาหาร 1 กรัมและยีสต์ ลงในอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพื่อใช้เลี้ยงปลานิล ผลการทดลองพบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารทดลอง มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และค่าโลหิตวิทยาเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) HienVan *et al.* (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้โซเดียมอัลจิเนต 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และ *Lactobacillus plantarum* ที่ระดับ 10^{8} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ในการตอบสนองทางระบบภูมิคุ้มกันความต้านทานต่อโรค และการเจริญเติบโตของปลานิล เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมเป็นระยะเวลา 60 วัน มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตสูงสุด ในปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร symbiotic เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า โซเดียมอัลจิเนต และ *Lactobacillus plantarum* สามารถเป็นเอนไซม์กระตุ้นภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตของปลานิลได้ และไลโซไซม์ที่เพิ่มขึ้นสามารถต้านเชื้อจุลชีพด้วย

การทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ปลานิลที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส ร่วมกับมันเทศทุกระดับมีปริมาณเม็ดเลือดแดงที่สูงกว่าเกณฑ์ปกติ ซึ่งอยู่ในช่วง 2.89±0.09 – 3.88±0.05x10^6 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ซึ่งเกณฑ์ปกติของปริมาณเม็ดเลือดแดงของปลานิลมีค่า 1.91–2.38 x10^6 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร และมีปริมาณเม็ดเลือดขาวที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งอยู่ในช่วง 151.85±9.87 – 189.35±16.44x10^3 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ซึ่งเกณฑ์ปกติของปริมาณเม็ดเลือดขาวของปลานิลมีค่า 108.67–238.00x10^3 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร (Kefas *et al.,* 2015) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Hoseinifar *et al.* (2014) ทดลองใช้ *Lactobacillus lactis* ในปลาเปอร์เซียน สเตอร์เจียน *Acipenser persicus* การเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดขาวที่มีมากเมื่อเกิดการติดเชื้อจะสามารถทำลายเชื้อได้ดีกว่าปลาที่มีปริมาณเม็ดเลือดขาวน้อย ขบวนการจับกินส่งแปลกปลอมที่เกิดขึ้นจะอาศัยการทำงานของเซลล์เม็ดเลือด หากปริมาณเม็ดเลือดสูงขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพ การทำงานของขบวนการจับกินสูงขึ้นด้วย (Ortuno *et al.,* 2000)

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิลพบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 26.67-27.33 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.23-6.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 7.40-7.53 ความเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 113-118 mg/l as $CaCO_3$ แอมโมเนียรวม มีค่าอยู่ในช่วง 0.150-0.198 mg NH_3-N/l และปริมาณไนไตรท์มีค่าอยู่ในช่วง 0.041-0.086 mg NO_2^--N/l ซึ่งอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ไมตรี, 2530; มั่นสิน และไพพรรณ, 2544) ถังที่ใช้ในการทดลองมีการติดตั้งระบบให้อากาศและเปิดน้ำไหลผ่านตลอดเวลา ทำให้คุณสมบัติของน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ตามที่ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) มั่นสิน และไพพรรณ (2544) ได้ระบุว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่ควรน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียในน้ำไม่ควรเกิน 0.02 mg NH_3-N/l ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-9.0 ความเป็นด่างของน้ำมีค่า 100-120 mg/l as $CaCO_3$ และความกระด้างมีค่า 75-150 mg/l as $CaCO_3$

ผลจากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัส 10^{12} CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ร่วมกับมันเทศ 7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ และการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อพลาสติก และการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการทำงานร่วมกันของซินไบโอติก มีส่วนช่วยสามารถทำให้ปลานิลมีภูมิคุ้มกันเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิผลของซินไบโอติก จำเป็นต้องมีการศึกษาการใช้โปรไบโอติก และพรีไบโอติก ที่มีประสิทธิภาพร่วมกัน และระดับที่มากขึ้น ที่สามารถใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพิ่มเติม เพื่อในอนาคตซินไบโอติกจะเป็นอีกทางเลือกที่ดีให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ โดยสามารถลดต้นทุนการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อที่ก่อโรค ลดสารตกค้างและปัญหาการดื้อยาของสัตว์น้ำ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพืชด้านการเกษตรในท้องถิ่น ที่สามารถนำมาใช้เป็นพรีไบโอติกได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่สนับสนุนสายพันธุ์แบคทีเรียที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ นายอาคม ชุ่มธิ นายพงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต และนางสาวจินตนา โตธนะโภคา ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการวางแผนการวิจัย และการจัดทำเอกสารวิชาการ ขอขอบคุณนางสาวจุฬารณ์ ชูแก้ว นางชลธิชา พิชคำ และ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดแม่ฮ่องสอน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ เอื้อพิพัฒน์. 2551. ปลานิลสัตว์เศรษฐกิจใหม่ของไทย. สารวิจัยธุรกิจ ปีที่ 12 ฉบับที่ 17. ฝ่ายวิจัยธุรกิจสายงานบริหารความเสี่ยงและบริษัทภิบาล บมจ.ธนาคารกรุงไทย. 7 หน้า.

บุญศรี มหากิตติคุณ. 2555. การนับจำนวนเม็ดเลือดขาวและเม็ดเลือดแดง. เข้าถึงได้จาก http://www.microscopy.ahs.chula.ac.th/newmicros/lecture/rbcwbccount.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2555.

พีร์ เหมะรัชตะ. 2551. ความสำคัญของ Probiotics ต่อการแพทย์. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 52:3 หน้า 193–204.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2530. เกณฑ์คุณสมบัติของน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75/2530. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 38 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 113 น.

นิรัญญา บุญติ้น. 2550. การคัดเลือกโปรไบโอติกจากสัตว์ทะเล และการใช้สารสกัดจากพืชหัวเป็นพรีไบโอติก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 126 หน้า.

ปวเรศวร์ อินทุเศรษฐ, ศศิวิมล ปิติพรชัย, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล, บดินทร์ อิทธิพงษ์ และ สิริรัตน์ จงฤทธิพร. 2551. การใช้แบคทีเรียแลคติคเป็นโปรไบโอติคในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2551. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 17 หน้า.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณสมบัติของน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 319 หน้า.

วีระศักดิ์ ปัญญาพรวิทยา. 2561. การวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนแบบการทดลองที่มีการใช้สัตว์ด้วยโปรแกรม R. คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.

ฤทธิ์ วัฒนชัยยิ่งเจริญ. 2539. โปรไบโอติค. ศรีนครินทร์วิโรฒเภสัชสาร 1(1) : 35-42.

สมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.

สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2555. ผลิตภัณฑ์จากแก่นตะวัน. ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการหมัก, ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เข้าถึงได้จาก http://www.agro.ku.ac.th/file/substance/16/product.PDF. สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2555.

เอกลักษณ์ ทวีโรจนกุล. 2552. Probiotic&Prebiotic คู่หูกู้วิกฤติโรคในระบบทางเดินอาหาร. Technology Promotion Magazine 203 : 66-72.

Abid, A., S. J. Davies, P. Waines, M. Emery, M. Castex, G. Gioacchini, O. Carnevali, R. Bickerdik , J. Romero and D. L. Merrifield. 2013. Dietary synbiotic application modulates Atlantic salmon (*Salmo salar*) intestinal microbial communities and intestinal immunity. *Fish & Shellfish Immunology* 35 : 1948-1956.

Gibson, G. R. and M. B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota : introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* 125 : 1401-1412.

Gibson, G. R. 2004. Prebiotic. *J. Gastroenterol. Suppl*. 18 : 287-298.

Hassaan, M. S., M. A. Soltan and M. M. R. Ghonemy. 2014. Effect of synbiotics between *Bacillus licheniformis* and yeast extract on growth, hematological and biochemical indices of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Research* 40 : 199–208.

Doan, H. V., S. H. Hoseinifar, W. Tapingkae, S. Tongsiri and P. Khamtavee. 2016. Combined administration of low molecular weight sodium alginate boosted immunomodulatory, disease resistance and growth enhancing effects of *Lactobacillus plantarum* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology* 58 : 678-685.

Hoseinifar, S. H., E. Ringo, A. S. Masouleh and M. A. Esteban. 2014. Probiotic, prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. *Rev Aquacul.* 6 : 114.

Ghasempour, P., M. Javaheri, A. Taghavi, S. Ziaei-nejad and M. Pourfarhadi. 2015. Effect of synbiotic dietary supplementation on survival, growth performance, and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Czech J. Anim. Sci*. 60 : 224-232.

Kefas, M., K. A. Abubakar And A. Ja'afaru. 2015. Haematological indices of tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Geriyo, Yola, Adamawa State, Nigeria. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 3(1) : 9-14.

Ortuno, J., M. A. Esteban and J. Meseguer. 2000. High dietary intake of alpha-tocopherol acetate enhances the non-specific immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish and Shellfish Immunology* 10 : 293–307.

Parry, R. M., R. C. Chandau and R. M. Shahani. 1965. A rapid and sensitive assay of muramidase. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 119 : 384-386.

Robertson, P. A. W., C. Odowd, P. Williams and B. Austin. 2000. Use of *Carnobacterium sp*. As a probiotic for Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout, *Oncorhyncus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture* 185 : 235-243.

Smith, V. J., M. O. Fernandes, G. D. Kemp and C. Hauton. 2007. Crustins Enigmatic WAP domain-containing antibacterial proteins from crustaceans. Elsevier Editorial System(tm) for Developmental & Comparative Immunology Manuscript Draft : 07 p 179.

Liu, W., W. Wang, C. Ran, S. He, Y. Yang and Z. Zhou . 2017. Effects of dietary scFOS and lactobacilli on survival, growth, and disease resistance of hybrid tilapia. *Aquaculture* 470 : 50–55.

Zhang, Q., H. Ma, K. Mai, W. Zhang, Z. Liufu and W. Xu. 2010. Interaction of dietary *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide on the growth performance, non-specific immunity of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. *Fish & Shellfish Immunology* 29 : 204-211.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

แลคโตบาซิลลัส (CFU ต่ออาหาร 1 กรัม)	10^4			10^8			10^{12}		
มันเทศ (กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)	2.5	5	7.5	2.5	5	7.5	2.5	5	7.5
โปรตีน	28.52	27.30	26.71	29.05	27.63	25.83	28.91	26.76	24.89
ไขมัน	4.57	4.17	4.30	5.20	4.11	4.80	4.87	4.88	4.41
กาก	4.41	4.18	3.95	4.21	4.68	4.26	4.43	4.40	3.94
เถ้า	8.71	8.53	8.40	9.06	8.53	8.03	9.02	8.41	7.82
ความชื้น	9.26	9.32	9.22	9.01	9.36	9.68	9.02	9.54	9.94
ผลจากการคำนวณ									
คาร์โบไฮเดรต (NFE)	44.53	46.5	47.42	43.47	45.69	47.4	43.75	46.01	49
GE (กิโลแคลอรี่ต่ออาหาร 100 กรัม)	387.01	384.45	386.13	391.59	382.42	385.81	388.84	386.09	383.40

หมายเหตุ ค่าวิเคราะห์อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด (as feed basis)

<u>วิธีทดสอบ</u>

ความชื้น AOAC Official Method 930.15 (2012)

โปรตีน In-house Method : Based on AOAC Official Method 2001.11 (2012)

ไขมัน In-house Method : Based on AOAC Official Method 2003.05 (2012)

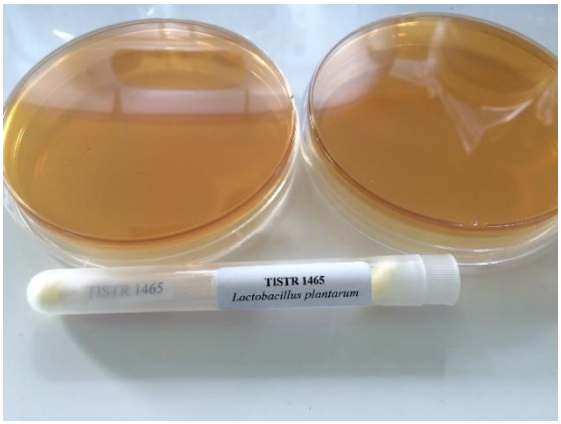
กาก In-house Method : Based on ISO 6865 : 2000

เถ้า AOAC Official Method 942.05 (2012)

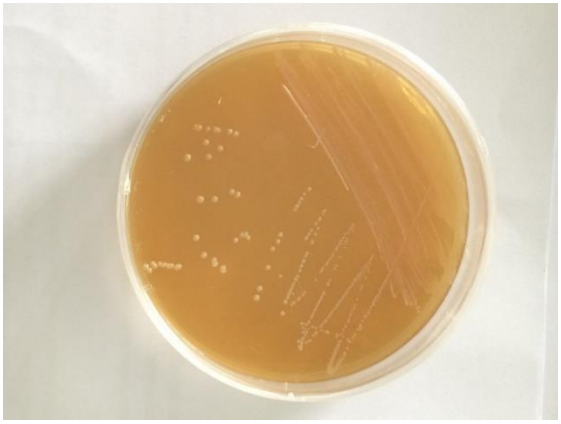
<u>วิธีคำนวณ</u> ค่า nitrogen free extracts (NFE) ใช้วิธีคำนวณตาม Olvera-Novoa *et al*. (1994) ค่าพลังงานรวม (gross enery,GE) ใช้วิธีคำนวณตาม NRC (1993) โดยมีสูตรดังนี้

$$\% \text{ NFE} = 100 - (\%\text{ความชื้น} + \%\text{โปรตีน} + \%\text{ไขมัน} + \%\text{กาก} + \%\text{เถ้า})$$

$$\text{GE (kcal/100g)} = (\%\text{โปรตีน} \times 5.64) + (\%\text{ไขมัน} \times 9.44) + (\%\text{คาร์โบไฮเดรต} \times 2.5)$$



ภาพภาคผนวกที่ 1 แบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum* รหัสประจำสายพันธุ์ TISTR 1465



ภาพภาคผนวกที่ 2 การเขี่ยเชื้อแบคทีเรีย

ภาพภาคผนวกที่ 3 มันเทศ *Ipomoea batatas*

ภาพภาคผนวกที่ 4 มันเทศอบแห้งบดละเอียด

ภาพภาคผนวกที่ 5 การเตรียมอาหารทดลอง

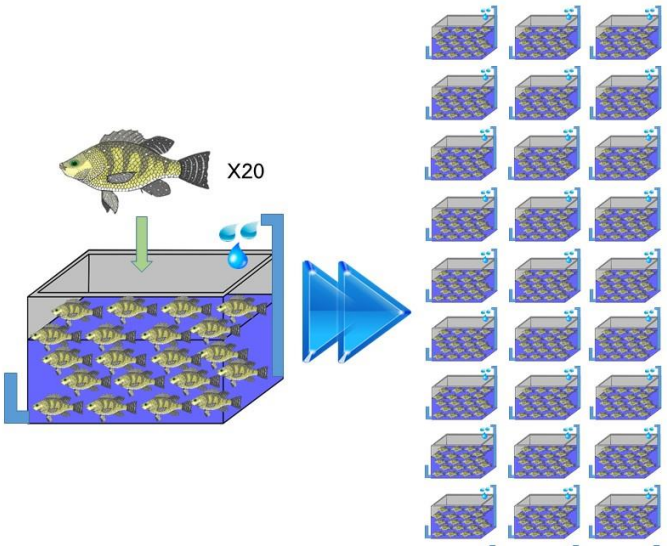
ภาพภาคผนวกที่ 6 การผึ่งอาหารทดลองก่อนนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 7 การชั่งน้ำหนักอาหารในแต่ละชุดการทดลอง

ภาพภาคผนวกที่ 8 การชั่งวัดการเจริญเติบโต

ภาพภาคผนวกที่ 9 การเก็บตัวอย่างเลือดปลานิล

ภาพภาคผนวกที่ 10 ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแลคโตบาซิลลัสร่วมกับมันเทศ



ภาพภาคผนวกที่ 11 แผนผังบ่อทดลองเลี้ยงปลานิลอาหารทดลองด้วยแลคโตบาซิลลัส ร่วมกับมันเทศในอาหารเม็ดสำเร็จรูป