บทที่ 4
ผลการวิจัย

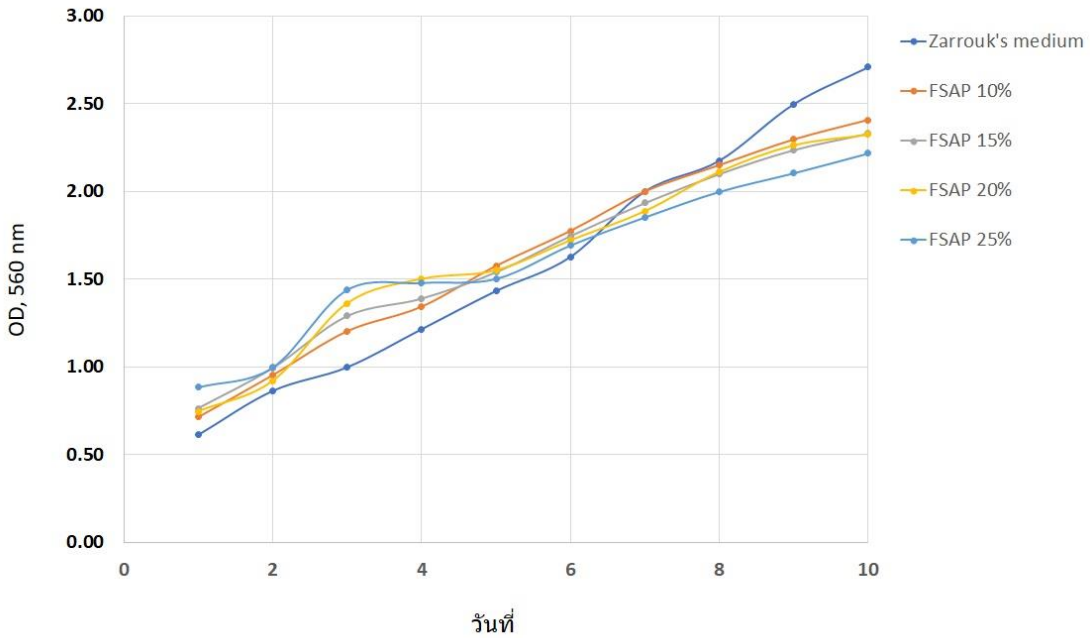
การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณไฟโคไซยานินของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณไฟโคไซยานิน ของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

1. การเจริญเติบโต

หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยเริ่มต้น 0.50 เป็นเวลา 10 วัน พบว่าความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 1 จนถึงวันที่ 10 ของการทดลอง โดยในช่วง 6 วันแรกของการทดลองสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยต่ำกว่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น แต่เริ่มมีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยสูงกว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น ในวันที่ 7 จนสิ้นสุดการทดลอง และความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่ำที่สุดตั้งแต่วันที่ 5 จนสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 4.1)

ในวันที่ 10 ของการทดลอง พบว่าความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 2.709 $\pm$ 1.456 และสูงกว่าเลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น มีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคและตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ (FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ตารางที่ 4.1 ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm)
Zarrouk's medium	2.709 ± 1.456^{a}
FSAP 10%	2.408 ± 0.029^{b}
FSAP 15%	2.333 ± 0.219^{b}
FSAP 20%	2.325 ± 0.181^{b}
FSAP 25%	2.218 ± 0.259^{b}

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. น้ำหนักแห้ง

หลังจากทำการเพาะเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงที่สุด 1.01 กรัม/ลิตร สูงกว่าสไปรูลิน่าในชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน พบว่าสไปรูลิน่าในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค ยังคงมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงที่สุด 2.38 กรัม/ลิตร และสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสไปรูลิน่าในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้นต่าง ๆ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้ง 2 ช่วงเวลา (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักแห้ง (เฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk's medium	1.01 ± 0.37^{a}	2.38 ± 0.30^{a}
FSAP 10%	0.73 ± 0.18^{a}	1.54 ± 0.17^{b}
FSAP 15%	0.76 ± 0.20^{a}	1.39 ± 0.19^{b}
FSAP 20%	0.80 ± 0.02^{a}	1.21 ± 0.30^{b}
FSAP 25%	0.63 ± 0.14^{a}	1.11 ± 0.24^{b}

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ปริมาณรงควัตถุ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าในทุกชุดการทดลองมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 11.46 – 13.87 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน กลับพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอสูงที่สุด และสูงกว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำระดับความเข้มข้น 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	คลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk's medium	12.07 ± 1.81[a]	20.00 ± 1.92[a]
FSAP 10%	13.87 ± 1.54[a]	16.21 ± 0.64[ab]
FSAP 15%	12.38 ± 1.31[a]	15.17 ± 0.67[b]
FSAP 20%	11.88 ± 3.11[a]	16.23 ± 3.13[ab]
FSAP 25%	11.46 ± 0.70[a]	13.92 ± 2.50[b]

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 ปริมาณแคโรทีนอยด์ หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าในทุกชุดการทดลองมีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.24-4.01 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน กลับพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงที่สุด และสูงกว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแคโรทีนอยด์ในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.4)

3.3 ปริมาณไฟโคไซยานิน หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าในทุกชุดการทดลองมีปริมาณไฟโคไซยานินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 12.11-13.29 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน กลับพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีปริมาณไฟโคไซยานินสูงที่สุด และสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ปริมาณไฟโคไซยานินในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk's medium	3.24 ± 0.30[a]	7.11 ± 2.41[a]
FSAP 10%	3.92 ± 0.81[a]	4.77 ± 0.21[b]
FSAP 15%	4.01 ± 0.19[a]	4.53 ± 0.24[b]
FSAP 20%	3.38 ± 1.03[a]	4.34 ± 0.45[b]
FSAP 25%	3.43 ± 0.06[a]	3.95 ± 0.36[b]

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณไฟโคไซยานิน (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ไฟโคไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk's medium	13.29 ± 3.26[a]	22.69 ± 1.82[a]
FSAP 10%	13.25 ± 0.73[a]	18.73 ± 0.47[b]
FSAP 15%	12.11 ± 1.72[a]	18.92 ± 0.87[b]
FSAP 20%	12.63 ± 4.95[a]	17.81 ± 1.95[b]
FSAP 25%	13.03 ± 3.56[a]	15.96 ± 3.24[b]

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ปริมาณโปรตีนของสไปรูลิน่า

หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าจนครบ 10 วัน พบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยสูงที่สุด 53.71 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณโปรตีน (เฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลินาเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)
Zarrouk's medium	53.71 ± 4.95^{a}
FSAP 10%	42.03 ± 0.51^{b}
FSAP 15%	42.21 ± 4.67^{b}
FSAP 20%	43.12 ± 1.28^{b}
FSAP 25%	45.67 ± 3.09^{b}

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ตลอดระยะเวลาของการทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่า พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 28.52 - 28.61 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 9.41-9.77 (ตารางที่ 4.7)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการศึกษาพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำทุกระดับความเข้มข้น มีการเจริญเติบโตโดยความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) น้ำหนักแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอยด์ ไฟโคไซยานิน และปริมาณโปรตีน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) จึงเลือกใช้น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มาดำเนินการทดลองในการทดลองที่ 2 ต่อไป เนื่องจากใช้น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำปริมาณน้อยที่สุดแต่ให้ผลไม่แตกต่างจากน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความเข้มข้นมากกว่า

ตารางที่ 4.7 อุณหภูมิและความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในการเลี้ยงสไปรูลิน่าด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในสัดส่วนต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)		
	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
Zarrouk's medium	28.8	28.3	29.3	9.77	9.54	9.86
FSAP 10%	28.9	28.3	29.7	9.48	9.22	9.58
FSAP 15%	28.9	28.7	29.7	9.47	9.20	9.58
FSAP 20%	28.9	28.7	29.3	9.45	9.15	9.61
FSAP 25%	28.9	28.3	29.7	9.41	9.13	9.54

หมายเหตุ FASP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณไฟโคไซยานิน ของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

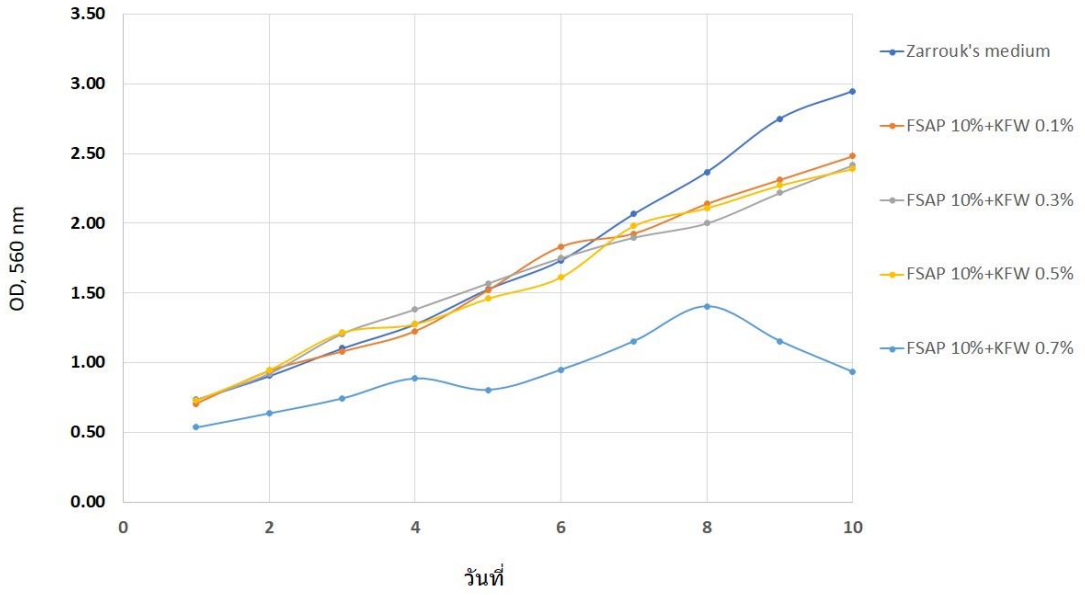
จากการทดลองที่ 1 น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ถูกนำมาใช้ในการทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าร่วมกับน้ำหมักเคยในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามที่กำหนดไว้ ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. การเจริญเติบโต

หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยเริ่มต้น 0.55 เป็นเวลา 10 วัน พบว่าความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.1, 0.3, 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 1 จนถึงวันที่ 10 ของการทดลอง ส่วนสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 07 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ย ต่ำกว่าทุกชุดการทดลองอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่วันที่ 1 นอกจากนี้ยังมีค่าลดลงตั้งแต่วันที่ 9 ของการทดลอง ในชุดการทดลองอื่น ๆ ในช่วง 6 วันแรกของการทดลอง พบว่าสไปรูลิน่ามีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ในอาหารสูตรซาร์รุคเริ่มมีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยสูงที่สุดตั้งแต่วันที่ 7 จนสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 4.2)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ในวันที่ 10 ของการทดลอง ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 2.947 ± 0.023 และสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ต่ำที่สุด และต่ำว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.8)



ภาพที่ 4.2 ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) เฉลี่ยของสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคและน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ (FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และ KWF หมายถึง น้ำหมักเคย)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. น้ำหนักแห้ง

หลังจากทำการเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงที่สุด 1.08 กรัม/ลิตร และสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนสไปรูลิน่าในชุดการทดลองอื่นมีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.8 ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm) (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	ความหนาแน่นเซลล์ (OD, 560nm)
Zarrouk' medium	2.947 ± 0.023[a]
FSAP 10% + KFW 0.1%	2.482 ± 0.117[b]
FSAP 10% + KFW 0.3%	2.418 ± 0.173[b]
FSAP 10% + KFW 0.5%	2.390 ± 0.111[b]
FSAP 10% + KFW 0.7%	0.934 ± 0.073[c]

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักแห้ง (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลิน่าที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk' medium	1.08 ± 0.31[a]	2.48 ± 0.09[a]
FSAP 10% + KFW 0.1%	0.73 ± 0.15[ab]	1.80 ± 0.18[b]
FSAP 10% + KFW 0.3%	0.76 ± 0.10[ab]	1.90 ± 0.27[b]
FSAP 10% + KFW 0.5%	0.78 ± 0.08[ab]	1.90 ± 0.42[b]
FSAP 10% + KFW 0.7%	0.47 ± 0.20[b]	1.02 ± 0.12[c]

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. ปริมาณรงควัตถุ

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเฉลี่ยต่ำที่สุด 3.20 มิลลิกรัม/ลิตร และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอเฉลี่ยในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.05 – 11.10 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน กลับพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเฉลี่ยสูงที่สุด 18.89 มิลลิกรัม/ลิตร และสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าทุกชุดการทดลองอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (เฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลินาเพาะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	คลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk' medium	11.10 ± 0.87^{a}	18.89 ± 0.54^{a}
FSAP 10% + KFW 0.1%	11.58 ± 1.87^{a}	15.64 ± 1.23^{b}
FSAP 10% + KFW 0.3%	10.81 ± 1.39^{a}	13.82 ± 1.35^{bc}
FSAP 10% + KFW 0.5%	10.05 ± 1.24^{a}	12.85 ± 0.67^{c}
FSAP 10% + KFW 0.7%	3.20 ± 1.69^{b}	3.75 ± 0.54^{d}

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.2 ปริมาณแคโรทีนอยด์ หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน สไปรูลิน่าในที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยสูงที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสูตรซาร์รุค ส่วนสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ของต่ำที่สุด และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน กลับพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงที่สุด และสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ปริมาณแคโรทีนอยด์ในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ต่ำที่สุด และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลินาเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk' medium	3.09 ± 0.05^{a}	5.23 ± 0.25^{a}
FSAP 10% + KFW 0.1%	3.39 ± 0.38^{a}	4.40 ± 0.64^{b}
FSAP 10% + KFW 0.3%	3.25 ± 0.22^{a}	3.99 ± 0.32^{bc}
FSAP 10% + KFW 0.5%	2.59 ± 0.16^{b}	3.41 ± 0.51^{c}
FSAP 10% + KFW 0.7%	1.18 ± 0.26^{c}	1.26 ± 0.29^{d}

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.3 ปริมาณไฟโคไซยานิน หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าผ่านไป 5 วัน พบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคย 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไฟโคไซยานินเฉลี่ยต่ำที่สุด 1.17 มิลลิกรัม/ลิตร และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไฟโคไซยานินอยู่ในช่วง 14.70 – 17.24 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบ 10 วัน กลับพบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีปริมาณไฟโคไซยานินสูงที่สุด และสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ปริมาณไฟโคไซยานินในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ต่ำที่สุด และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.12) ปริมาณไฟโคไซยานินในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้นน 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณไฟโคไซยานิน (เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลินาเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ไฟโคไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	วันที่ 5	วันที่ 10
Zarrouk' medium	16.06 ± 2.03^{a}	26.73 ± 2.60^{a}
FSAP 10% + KFW 0.1%	14.70 ± 1.36^{a}	17.51 ± 1.56^{b}
FSAP 10% + KFW 0.3%	14.82 ± 1.71^{a}	19.31 ± 1.64^{b}
FSAP 10% + KFW 0.5%	17.24 ± 2.07^{a}	19.91 ± 0.97^{b}
FSAP 10% + KFW 0.7%	1.17 ± 0.41^{b}	4.96 ± 1.54^{c}

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. ปริมาณโปรตีนของสไปรูลิน่า

หลังจากทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่าจนครบ 10 วัน พบว่าสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรซาร์รุคมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยสูงที่สุด 57.98 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณโปรตีนในสไปรูลิน่าทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้ สูงกว่าที่พบในชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปริมาณโปรตีนในสไปรูลิน่าที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ต่ำที่สุด และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ปริมาณโปรตีน (เฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของสไปรูลินาเพาะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)
Zarrouk' medium	57.98 ± 1.63^{a}
FSAP 10% + KFW 0.1%	44.32 ± 1.32^{b}
FSAP 10% + KFW 0.3%	46.39 ± 3.67^{b}
FSAP 10% + KFW 0.5%	56.98 ± 4.78^{a}
FSAP 10% + KFW 0.7%	30.54 ± 1.12^{c}

หมายเหตุ 1. FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย
2. อักษรกำกับค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ตลอดระยะเวลาของการทดลองเลี้ยงสไปรูลิน่า พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 26.79 – 26.86 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 9.11 – 10.57 (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 อุณหภูมิและความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในการเพาะเลี้ยงสไปรูลิน่าด้วยอาหารสูตรซาร์รุค และน้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำหมักเคยในสัดส่วนต่าง ๆ เป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)		
	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
Zarrouk' medium	28.9	28.7	29.7	10.22	9.57	10.55
FSAP 10% + KFW 0.1%	28.8	28.7	29.0	10.12	9.41	10.57
FSAP 10% + KFW 0.3%	29.1	29.0	29.7	9.97	9.40	10.27
FSAP 10% + KFW 0.5%	29.1	28.7	29.7	9.87	9.30	10.18
FSAP 10% + KFW 0.7%	29.1	28.7	29.7	9.69	9.11	10.05

หมายเหตุ FSAP หมายถึง น้ำหมักตะกอนของเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ, KFW หมายถึง น้ำหมักเคย

RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี