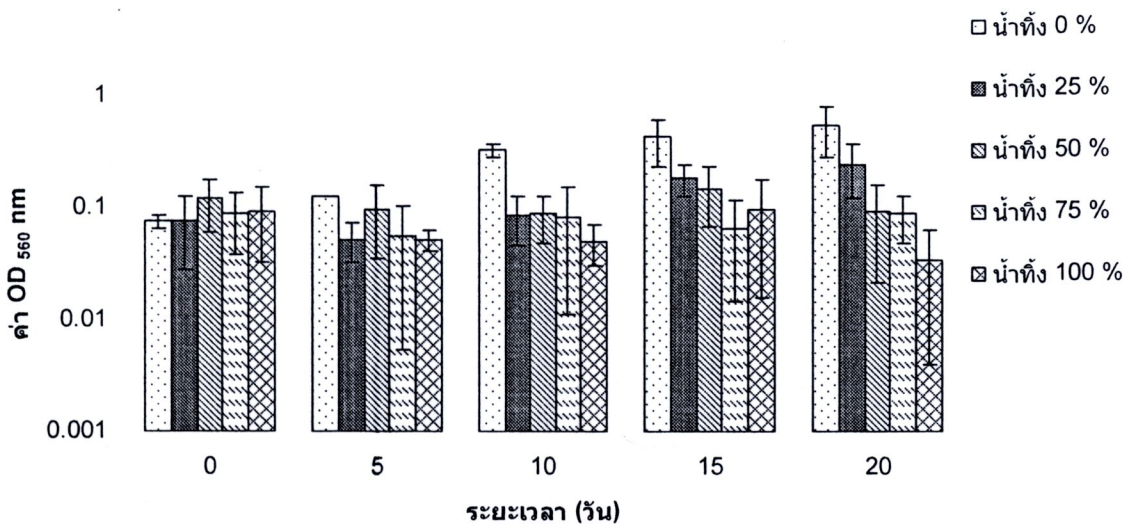


บทที่ 4

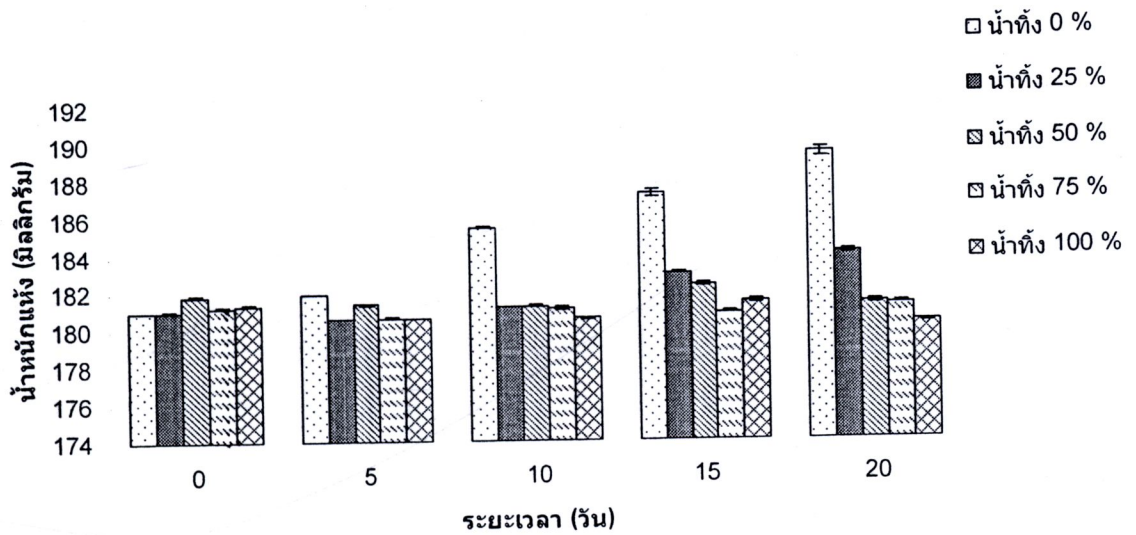
ผลการวิจัย

ผลการทดลองที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลีนาที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

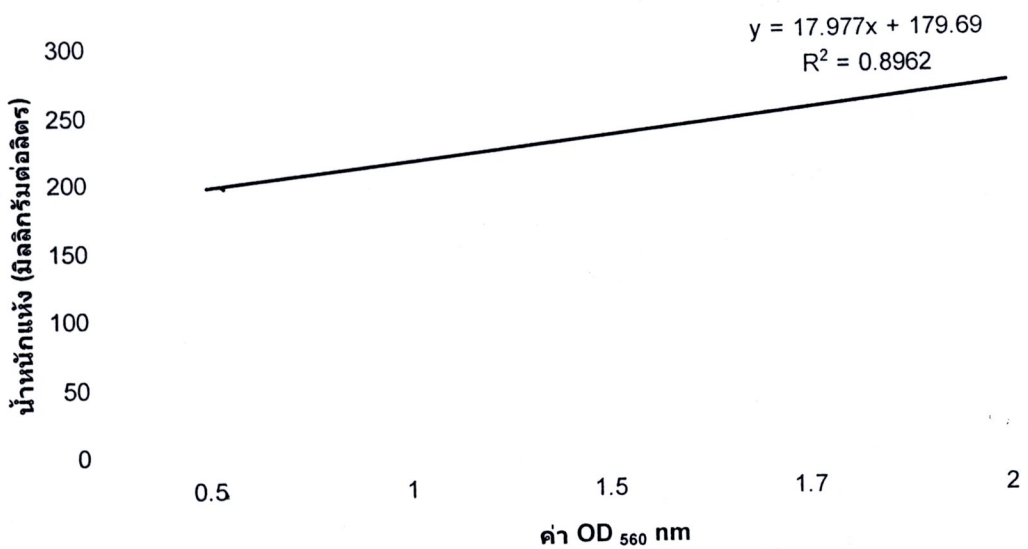
ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลีนา ที่เพาะเลี้ยงในระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้งต่างกัน โดยวัดการเจริญเติบโตในรูปของค่า OD_{560} สาหร่ายสไปรูลีนาสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้นน้ำทิ้ง 25 % มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นคือ 0.07 ± 0.01 น้ำหนักแห้งมีค่าเท่ากับ 181.08 mg เพิ่มขึ้นเป็น 0.24 ± 0.12 น้ำหนักแห้งมีค่าเท่ากับ 184.04 mg ในระยะเวลาเพาะเลี้ยงนาน 20 วัน ซึ่งมีความแตกต่างจากสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 75 และ 100 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังแสดงในภาพที่ 4- 5 และตารางที่ 11, 30 (ภาคผนวก ก และ ง)



ภาพที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลีนาโดยวัดค่า OD ที่ 560 นาโนเมตร



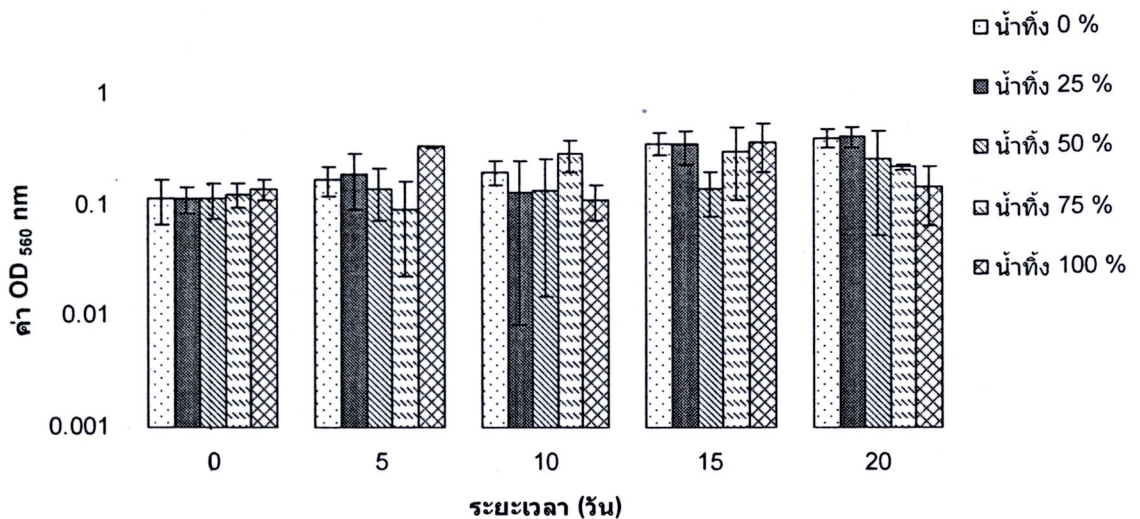
ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลีนาโดยวัดค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม)



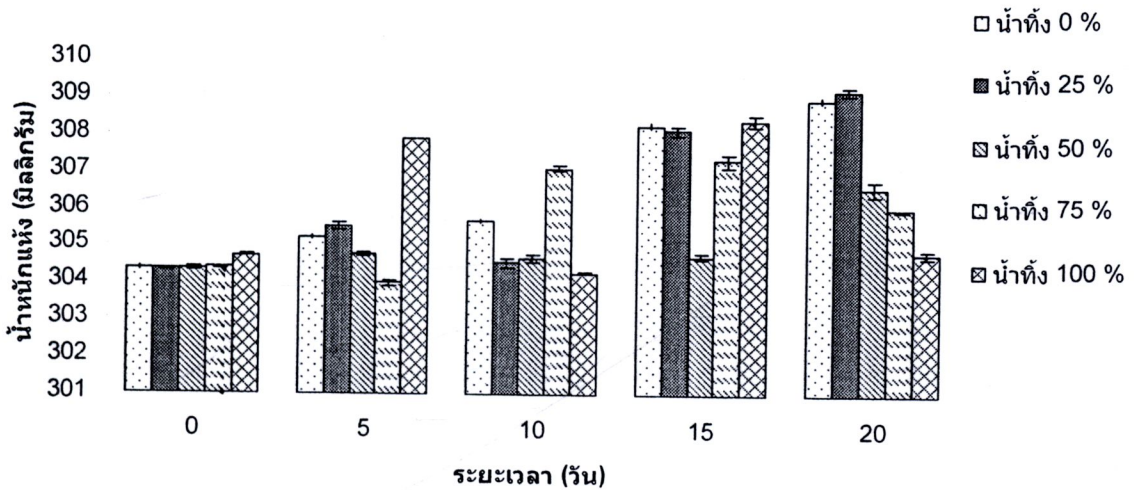
ภาพที่ 6 แสดงกราฟมาตรฐาน OD₅₆₀ ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 5 ระดับ

ผลการทดลองที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลา ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

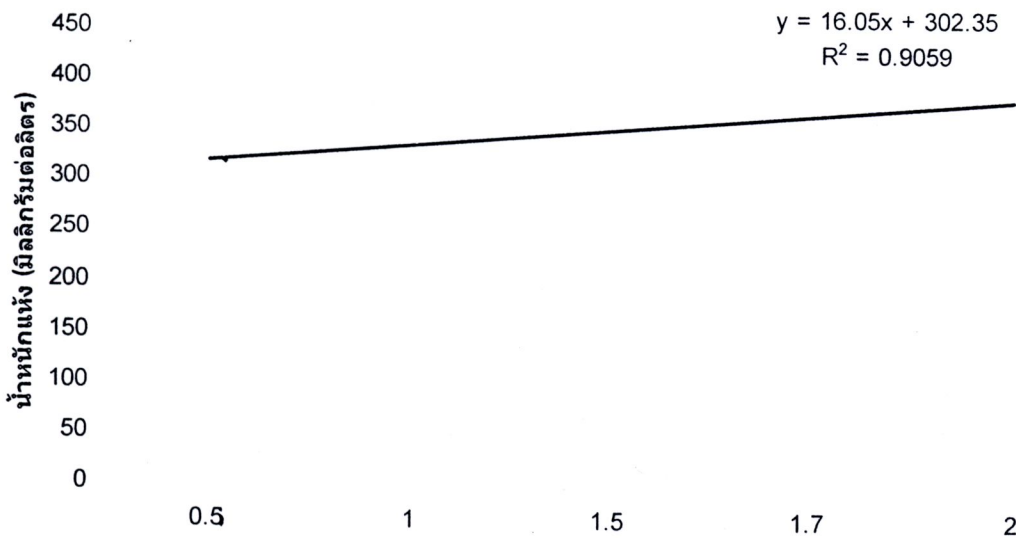
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลา ที่เพาะเลี้ยงในระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้งต่างกัน โดยวัดการเจริญเติบโตในรูปของค่า OD₅₆₀ สาหร่ายคลอเรลลาสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำทิ้งทุกๆความเข้มข้น แต่น้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้น 25 % พบว่าสาหร่ายคลอเรลลาสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเริ่มต้น 0.11 ± 0.03 น้ำหนักแห้งมีค่าเท่ากับ 304.35 mg เพิ่มขึ้นเป็น 0.41 ± 0.10 น้ำหนักแห้งมีค่าเท่ากับ 309.20 mg ในระยะเวลาเพาะเลี้ยงนาน 20 วัน ซึ่งมีความแตกต่างจากสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 75 และ 100 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังแสดงในภาพที่ 7 - 8 และตารางที่ 12, 31 (ภาคผนวก ก และ ง)



ภาพที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลาโดยวัดค่า OD ที่ 560 นาโนเมตร



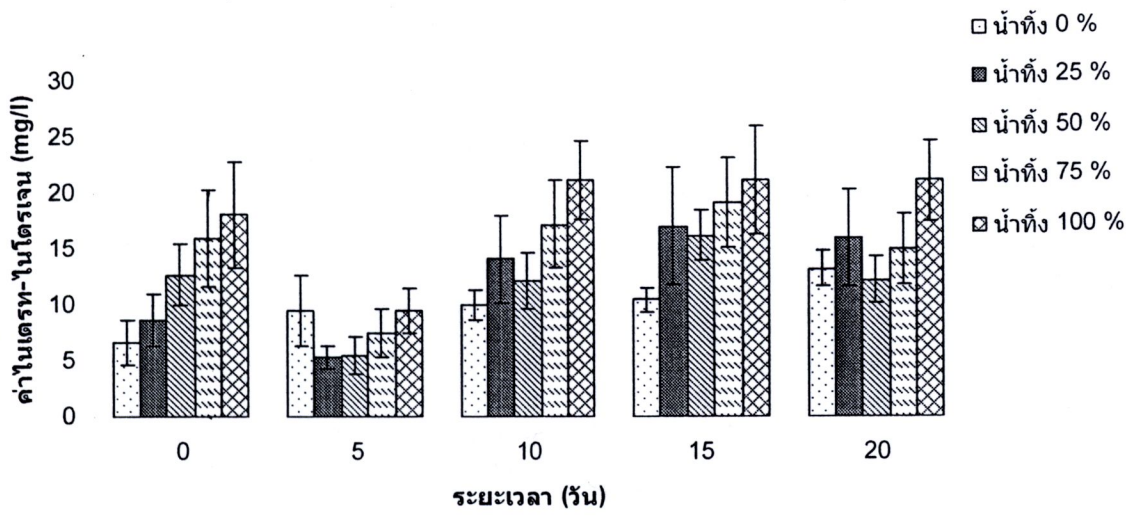
ภาพที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลาโดยวัดค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม)



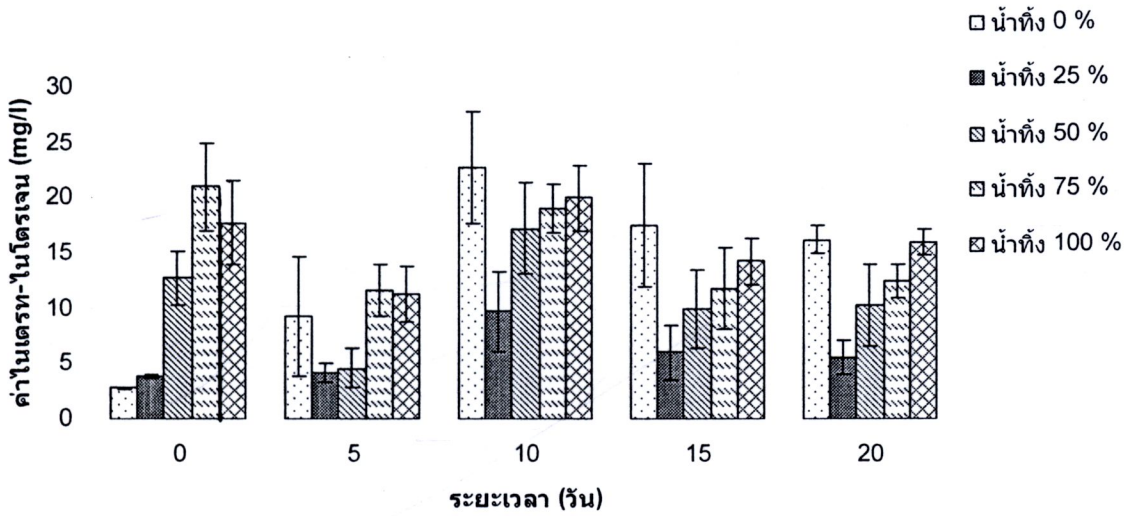
ภาพที่ 9 แสดงกราฟมาตรฐาน OD₅₆₀ ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 5 ระดับ

ผลการทดลองที่ 3 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการ
เพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา และหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา

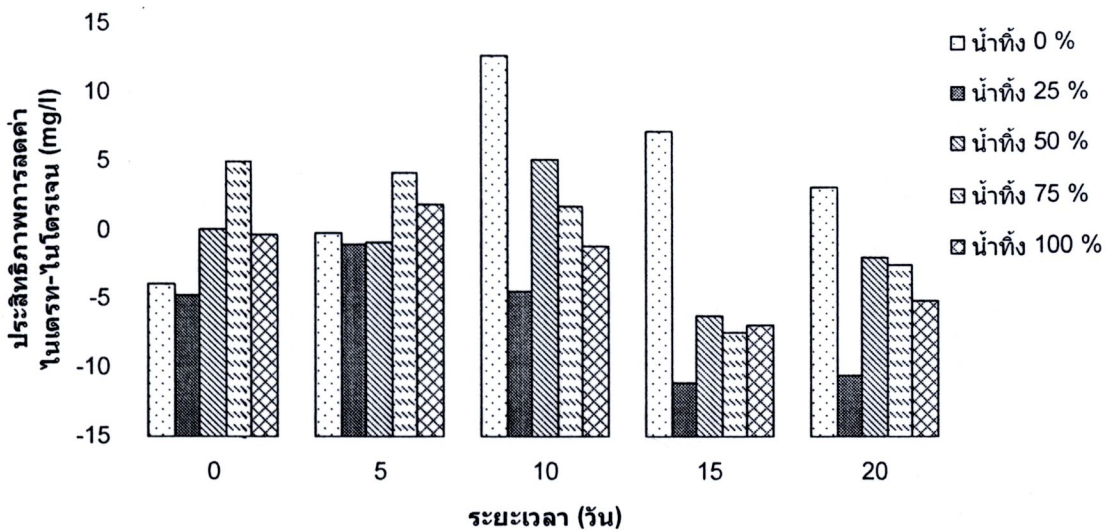
เมื่อพิจารณาค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 สาหร่ายสไปรูลีนาสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 25% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจนเริ่มต้น 16.00 ± 4.30 mg/l ลดลงเหลือ 5.50 ± 1.50 mg/l ประสิทธิภาพการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 10.5 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 10-12 และตารางที่ 13, 21 และ 25 (ภาคผนวก ก) สำหรับค่าฟอสฟอรัสรวม พบว่าสาหร่ายสไปรูลีนาสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 100 % เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ค่าฟอสฟอรัสรวมเริ่มต้น 19.50 ± 2.77 mg/l ลดลงเหลือ 5.8 ± 0.64 mg/l ประสิทธิภาพการลดค่าฟอสฟอรัสรวมมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 13.70 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 13-15 และตารางที่ 14, 23 และ 27 (ภาคผนวก ก)



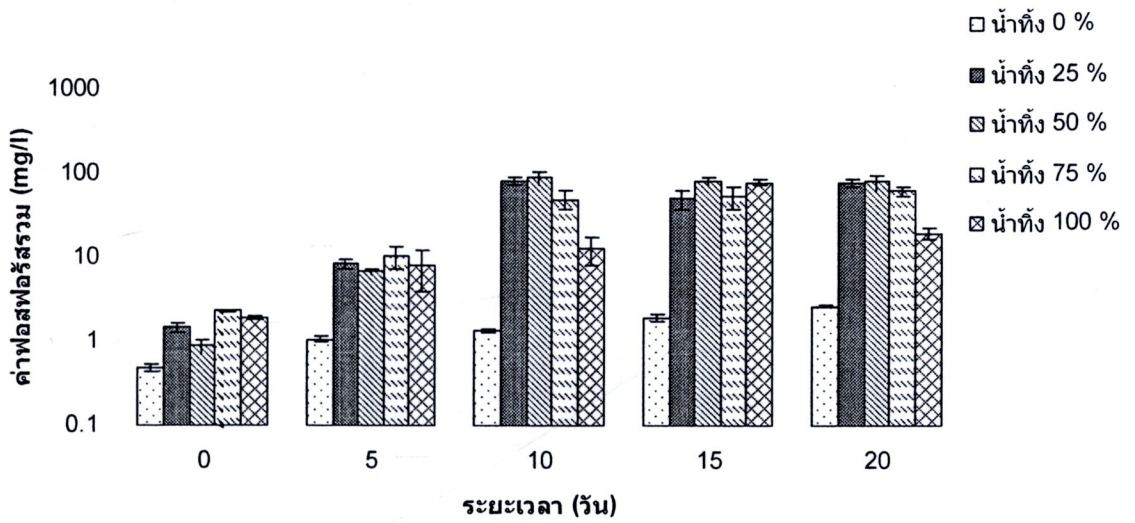
ภาพที่ 10 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำทิ้งในชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยง
สาหร่ายสไปรูลีนา



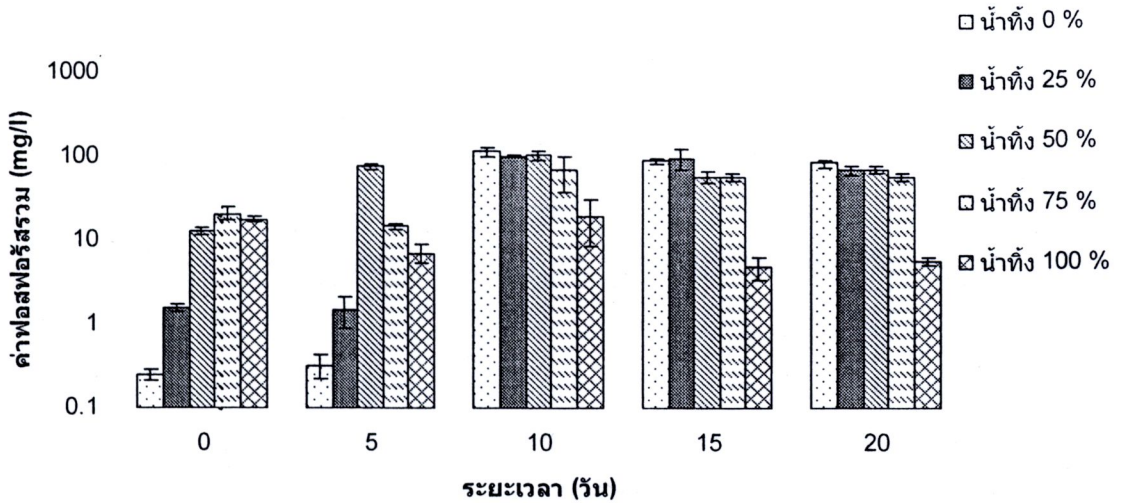
ภาพที่ 11 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา



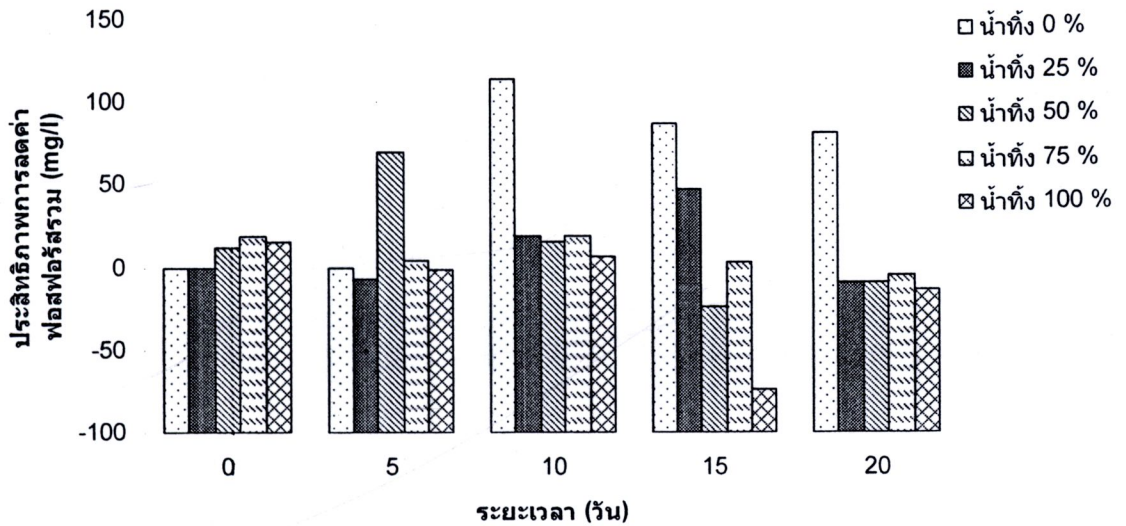
ภาพที่ 12 ประสิทธิภาพของสาหร่ายสไปรูลีนาในการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจน



ภาพที่ 13 ค่าฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า



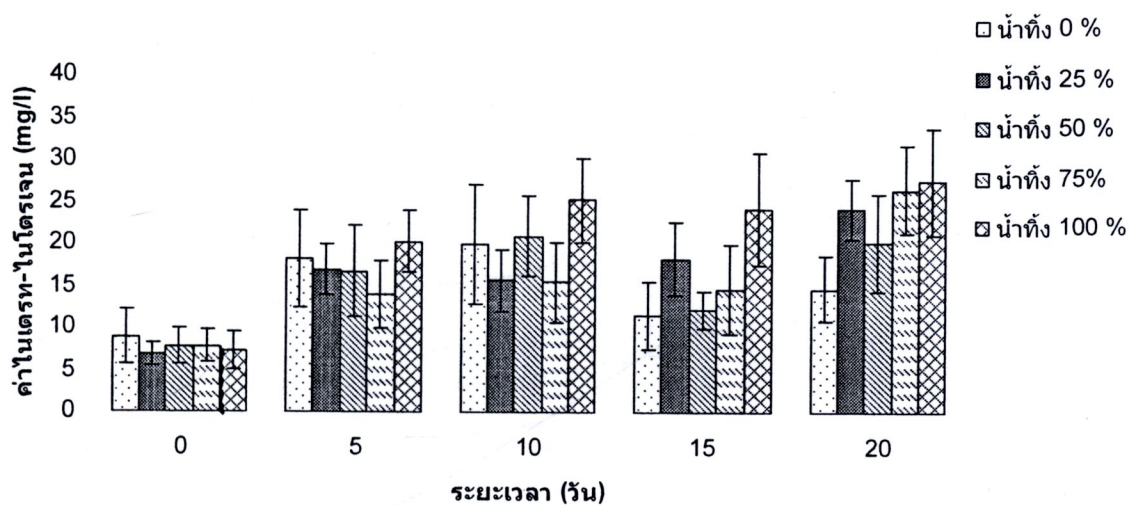
ภาพที่ 14 ค่าฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า



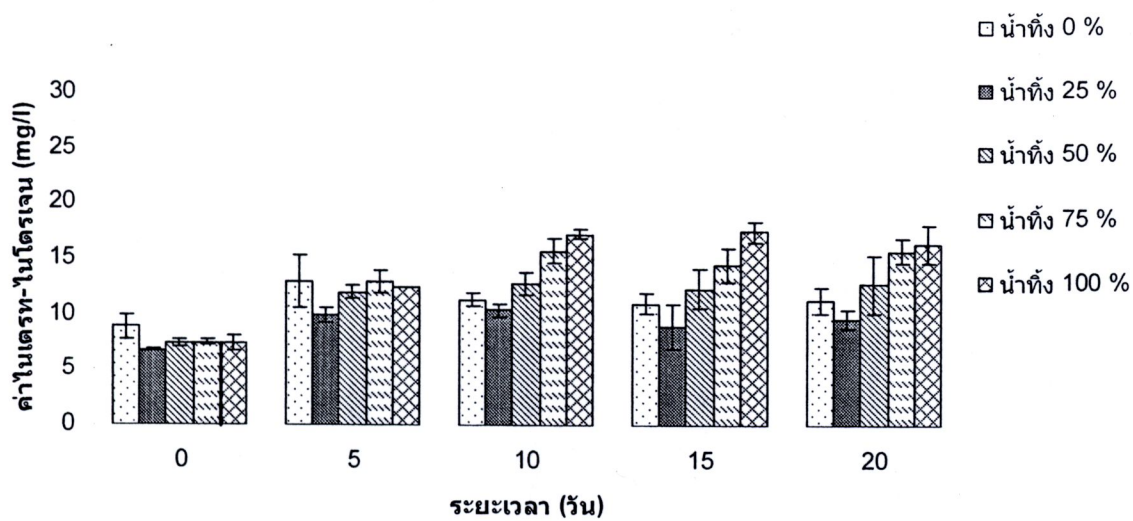
ภาพที่ 15 ประสิทธิภาพของสาหร่ายสไปรูลีนาในการลดค่าฟอสฟอรัสรวม

ผลการทดลองที่ 4 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา และหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

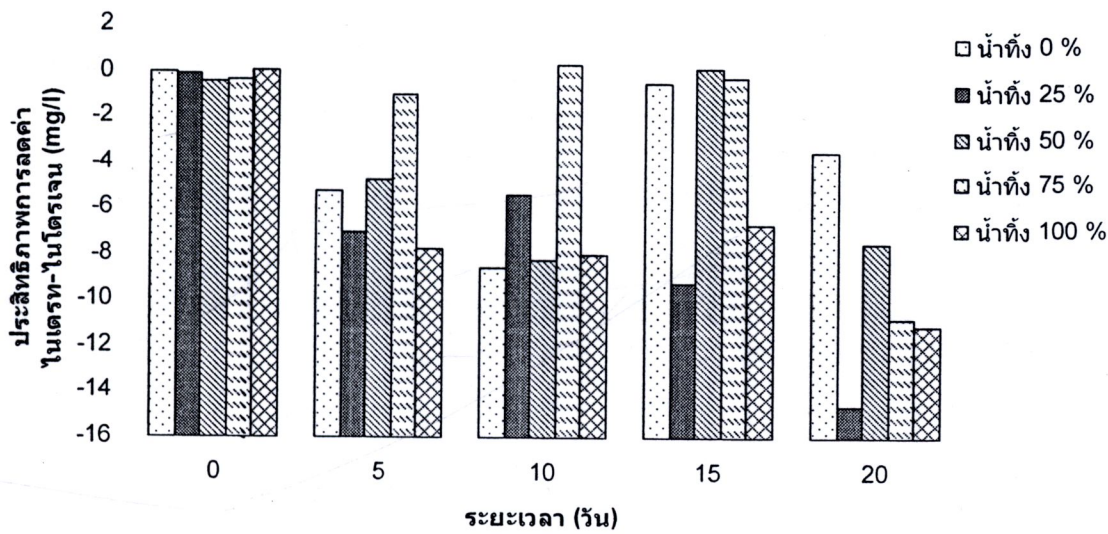
เมื่อพิจารณาค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่า เมื่อสิ้นสุดในการทดลองในวันที่ 20 สาหร่ายคลอเรลลาสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 25 % เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนเริ่มต้น 24.25 ± 3.49 mg/l ลดลงเหลือ 9.62 ± 0.89 mg/l ประสิทธิภาพการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 14.62 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 16-18 และตารางที่ 13, 22 และ 26 (ภาคผนวก ก) สำหรับค่าฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้ง พบว่าสาหร่ายคลอเรลลาสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 100% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าค่าฟอสฟอรัสรวมเริ่มต้น 16.75 ± 6.75 mg/l ลดลงเหลือ 3.37 ± 0.82 mg/l ประสิทธิภาพการลดค่าฟอสฟอรัสรวมมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 13.37 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 19-21 และตารางที่ 14, 24 และ 28 (ภาคผนวก ก)



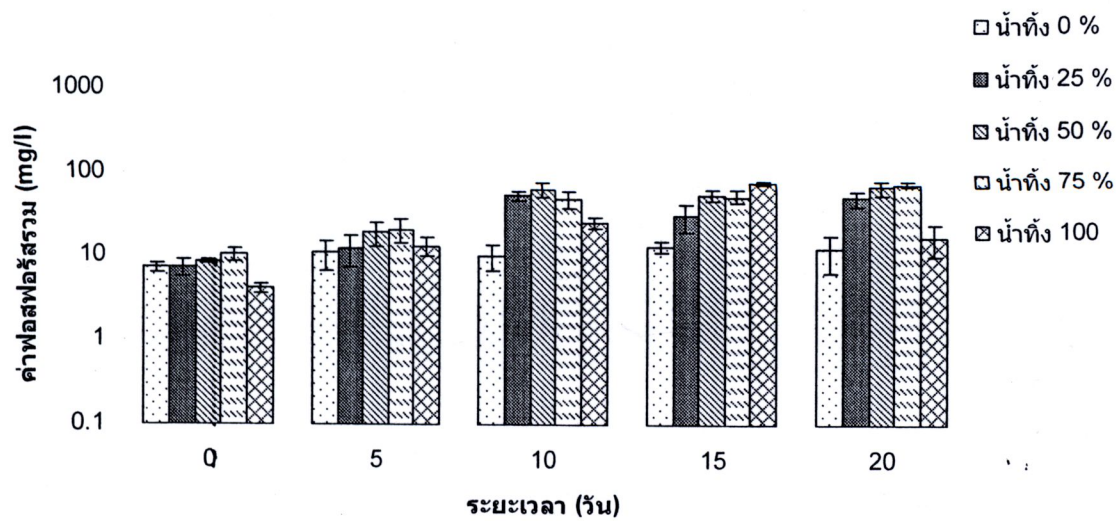
ภาพที่ 16 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา



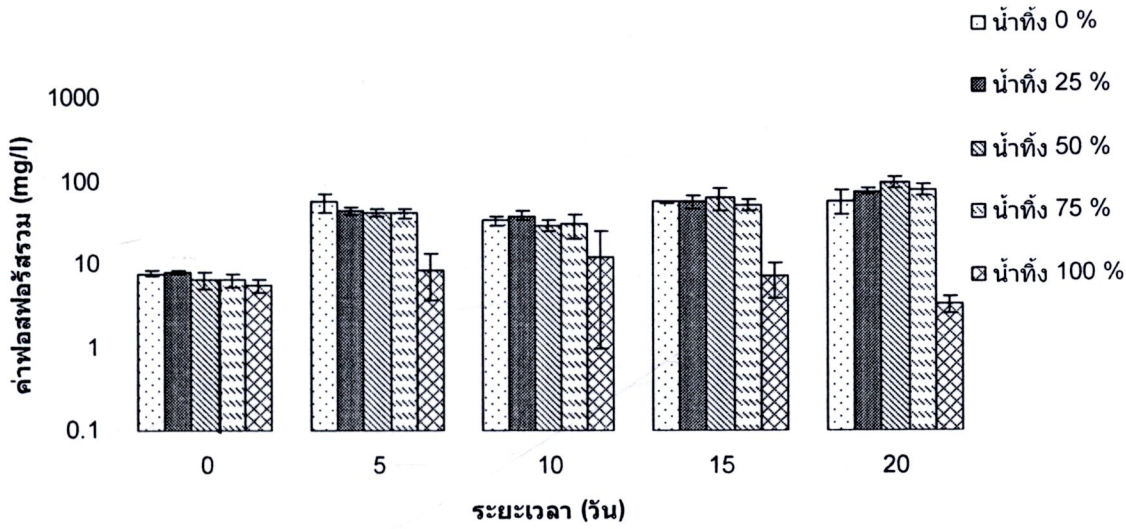
ภาพที่ 17 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา



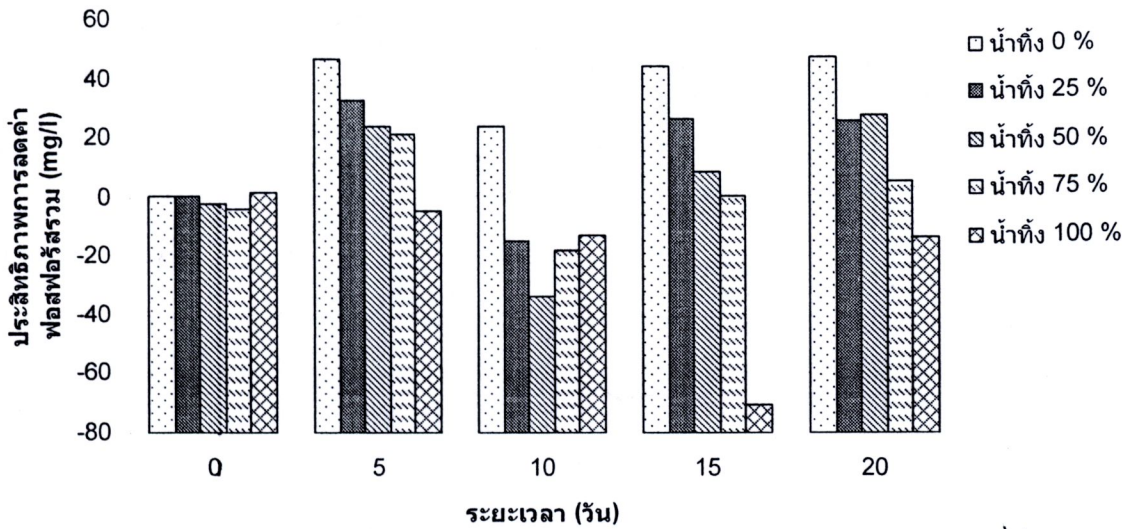
ภาพที่ 18 ประสิทธิภาพของสาหร่ายคลอเรลลาในการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจน



ภาพที่ 19 ค่าฟอสฟอรัสรวมของน้ำต้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา



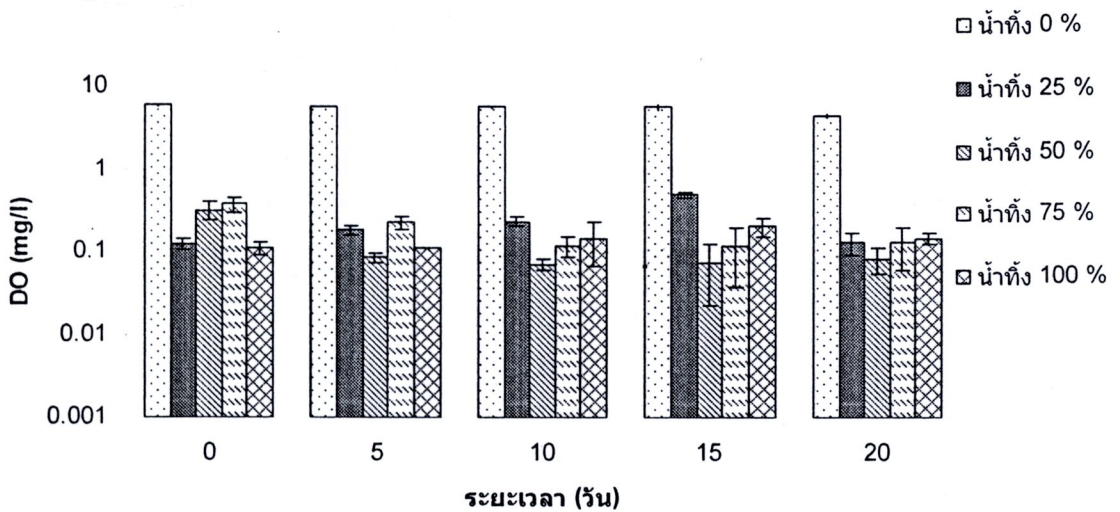
ภาพที่ 20 ค่าฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา



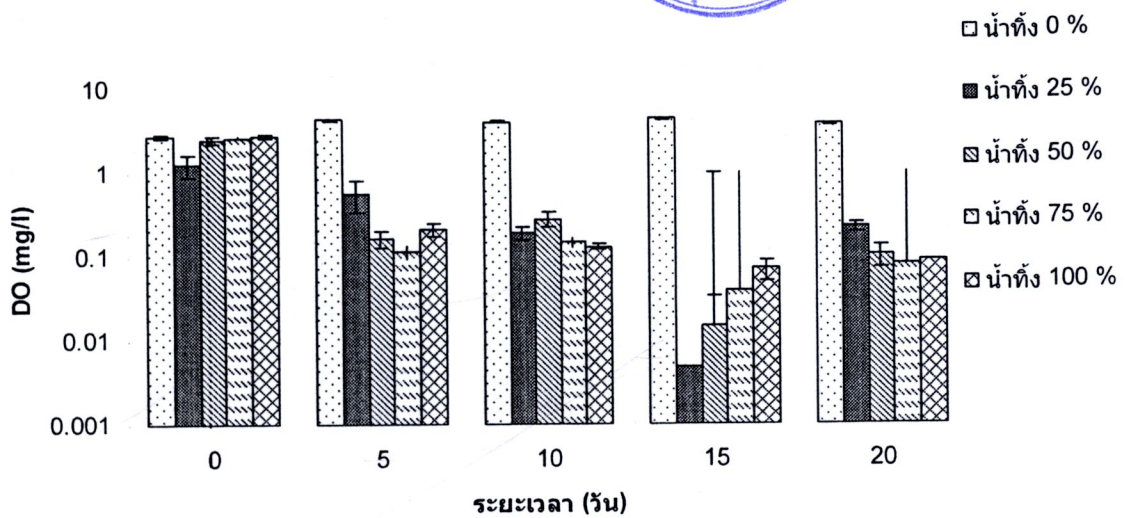
ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพของสาหร่ายคลอเรลลาในการลดค่าฟอสฟอรัสรวม

ผลการทดลองที่ 5 ค่า DO ของน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาและ
สาหร่ายคลอเรลลา

จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า DO ในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาที่ความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 น้ำทิ้งทุกๆความเข้มข้นมีค่าลดลง แต่ที่ระดับความเข้มข้นน้ำทิ้ง 25 % และ 100 % มีค่า DO เพิ่มขึ้น ซึ่งที่น้ำทิ้งความเข้มข้น 25 % มีค่า DO เริ่มต้น 0.12 ± 0.02 mg/l เพิ่มขึ้นเป็น 0.13 ± 0.04 mg/l และน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 % มีค่า DO เริ่มต้น 0.13 ± 0.07 mg/l เพิ่มขึ้นเป็น 0.14 ± 0.02 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 22 และตารางที่ 15 (ภาคผนวก ก) สำหรับ DO ในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 น้ำทิ้งทุกๆความเข้มข้นมีค่า DO ลดลงทุกความเข้มข้น ดังแสดงในภาพที่ 23 และตารางที่ 15 (ภาคผนวก ก)



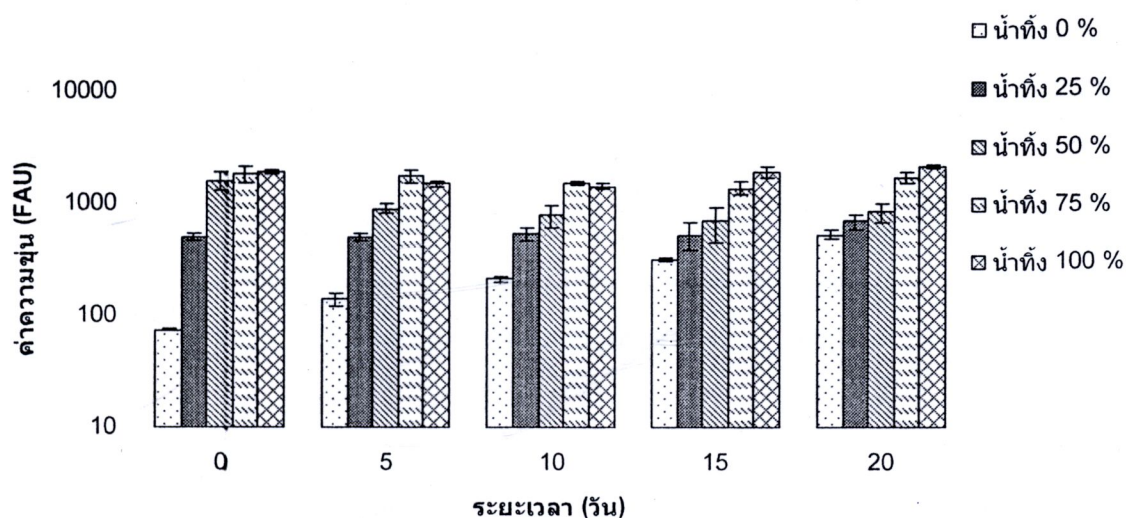
ภาพที่ 22 ค่า DO ของน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา



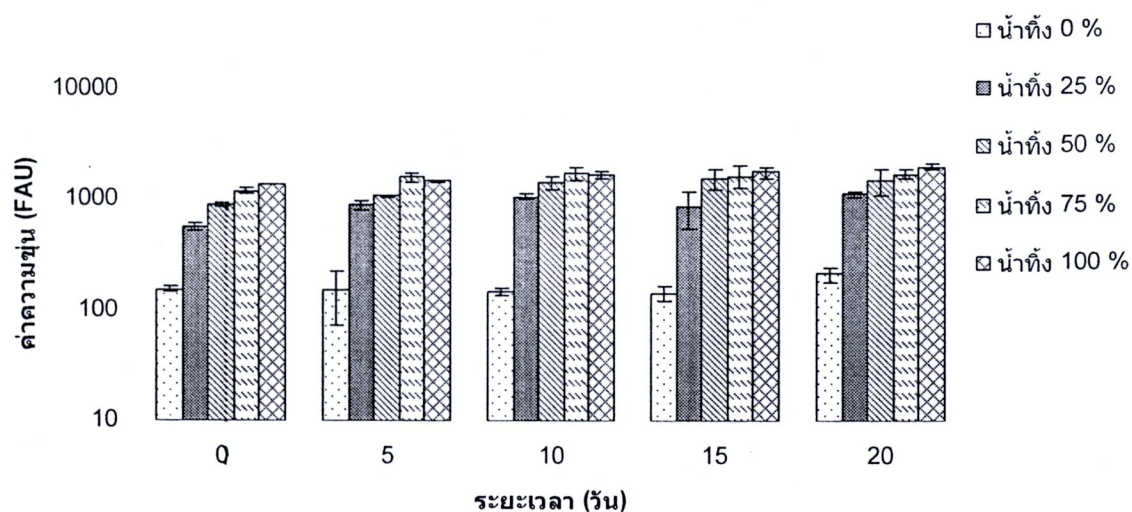
ภาพที่ 23 ค่า DO ของน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

ผลการทดลองที่ 6 ค่าความขุ่นจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความขุ่นในน้ำทิ้ง หลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า และคลอเรลลาที่ความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 น้ำทิ้งทุกๆความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้น และความขุ่นที่ดีที่สุดคือน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้น 25 % มีค่าเริ่มต้น 509 ± 36.52 FAU เพิ่มขึ้นเป็น 695 ± 113.24 FAU และ 560 ± 46.32 FAU เพิ่มขึ้นเป็น 1120 ± 62.24 FAU ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 24, 25 และตารางที่ 16 (ภาคผนวก ก)



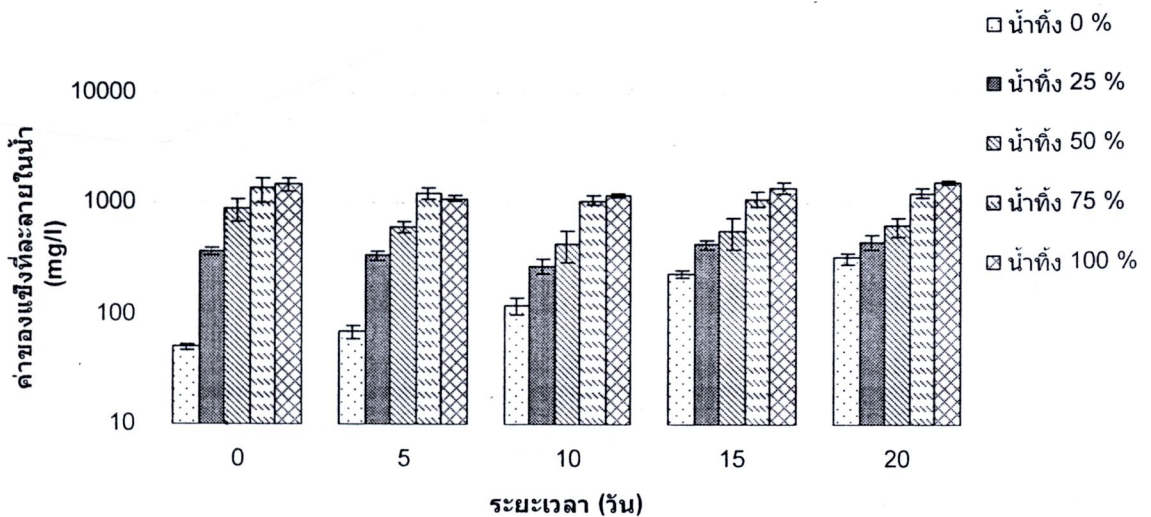
ภาพที่ 24 ค่าความชุ่มของน้ำถึงหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า



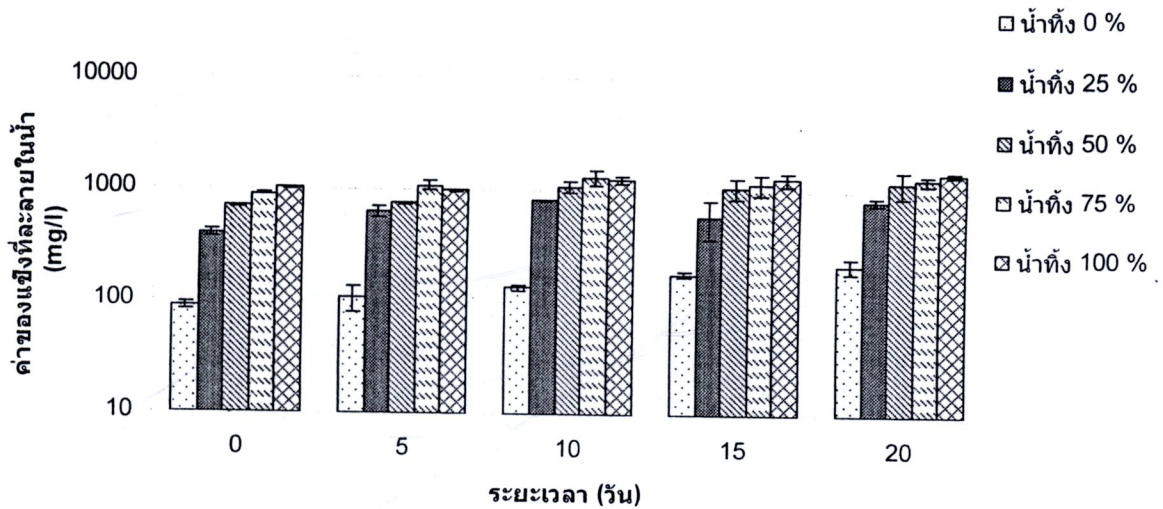
ภาพที่ 25 ค่าความชุ่มของน้ำถึงหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

ผลการทดลองที่ 7 ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจิ้นหลังเพาะเลี้ยงสาหร่าย
สไปรูลไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้ง หลังเพาะเลี้ยงสาหร่าย
สไปรูลไลน่า และคลอเรลลาที่ความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
ในวันที่ 20 น้ำทิ้งทุกๆความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้น และค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้งที่ดีที่สุดคือ ที่ระดับ
ความเข้มข้น 25 % เริ่มต้นมีค่า 368 ± 25.71 mg/l เพิ่มขึ้นเป็น 455 ± 66.52 mg/l และ 401 ± 31.38 mg/l
เพิ่มขึ้นเป็น 823 ± 57.04 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 26,27 และตารางที่ 17 (ภาคผนวก ก)



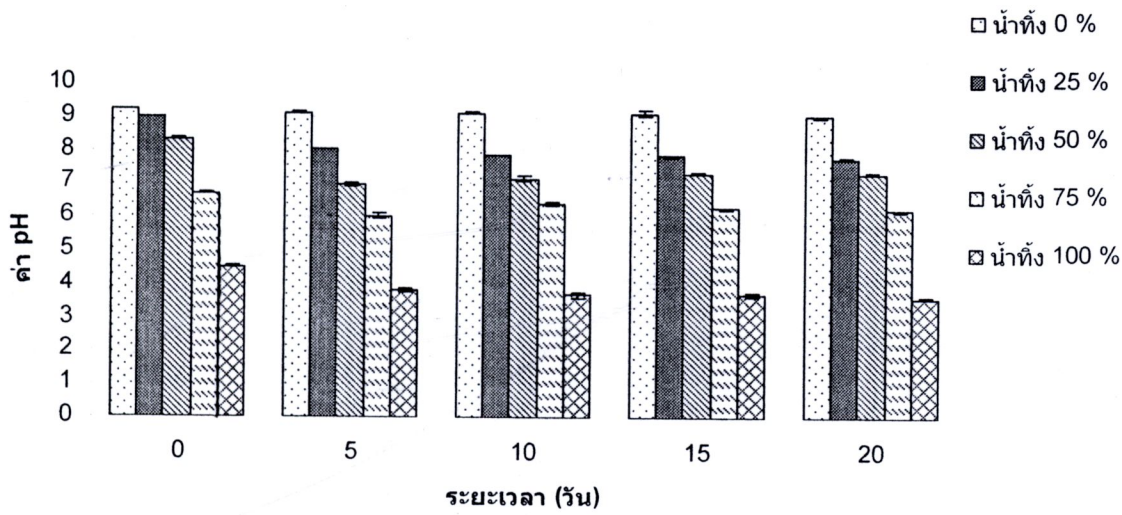
ภาพที่ 26 ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลไลน่า



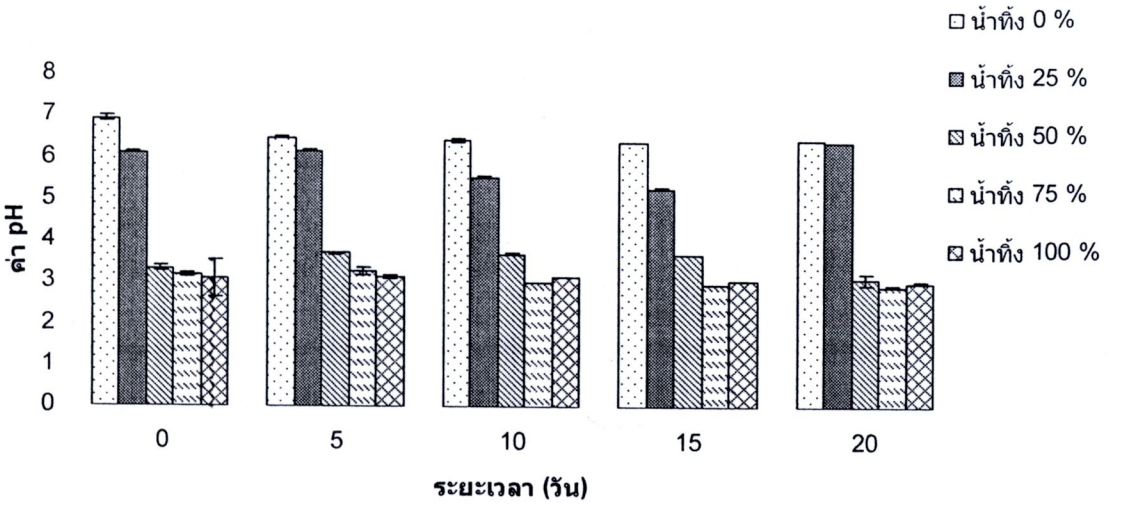
ภาพที่ 27 ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำตึงหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

ผลการทดลองที่ 8 ค่า pH จากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในน้ำตึงหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า ที่ความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 น้ำตึงทุกๆความเข้มข้นมีค่าลดลง ดังแสดงในภาพที่ 28 และตารางที่ 18 (ภาคผนวก ก) สำหรับค่า pH เมื่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา พบว่า ทุกๆความเข้มข้นมีค่าลดลง แต่ที่ระดับความเข้มข้นน้ำตึง 25 % มีค่า pH เพิ่มขึ้น คือเริ่มต้น 6.13 ± 0.04 เพิ่มขึ้นเป็น 6.36 ± 0.00 ดังแสดงในภาพที่ 29 และตารางที่ 18 (ภาคผนวก ก)



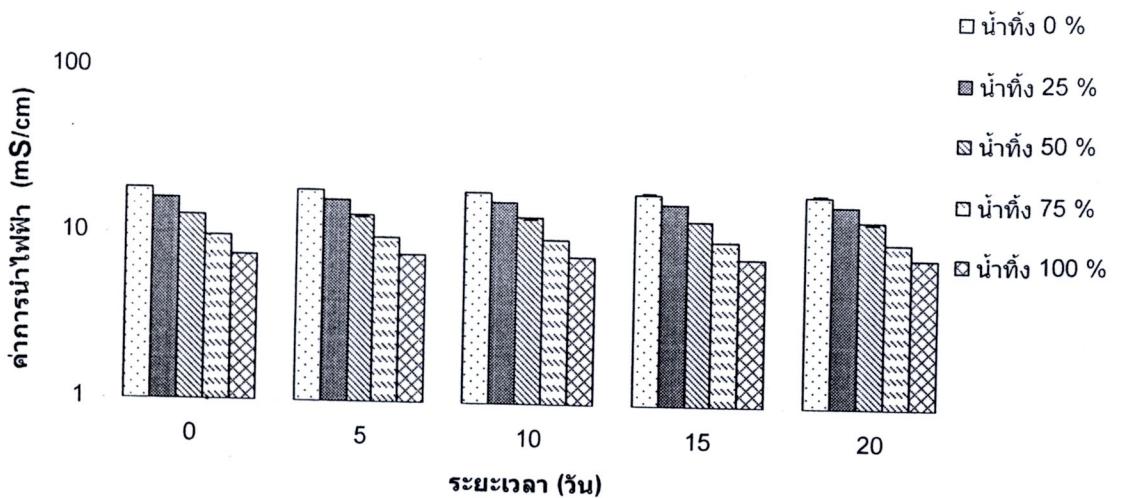
ภาพที่ 28 ค่า pH ในน้ำต้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า



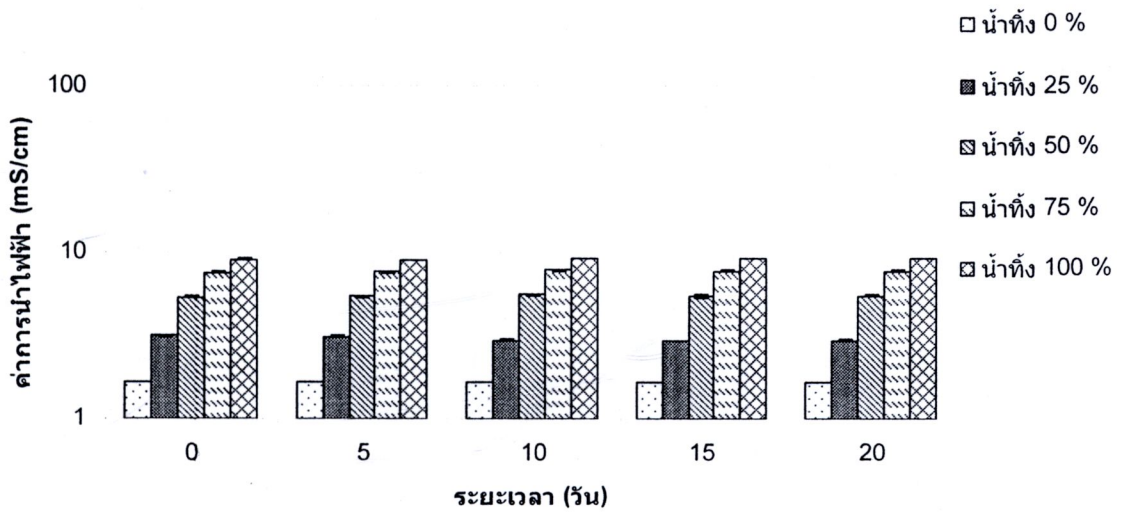
ภาพที่ 29 ค่า pH ในน้ำต้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

ผลการทดลองที่ 9 ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจินหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา
และสาหร่ายคลอเรลลา

พิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้ง หลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาในน้ำทิ้ง ระดับความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 น้ำทิ้งทุกๆ ความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้นน้ำทิ้ง 75 % มีค่าการนำไฟฟ้าลดลง ซึ่งมีค่าเริ่มต้น 9.76 ± 0.01 mS/cm ลดลงเหลือ 9.74 ± 0.03 mS/cm ดังแสดงในภาพที่ 30 และตารางที่ 19 (ภาคผนวก ก) สำหรับค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งเมื่อเพาะเลี้ยงคลอเรลลา พบว่า น้ำทิ้งทุกๆ ความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้นน้ำทิ้ง 25 % มีค่าการนำไฟฟ้าลดลง ซึ่งมีค่าเริ่มต้น 3.17 ± 0.02 mS/cm ลดลงเหลือ 2.98 ± 0.03 mS/cm ดังแสดงในภาพที่ 31 และตารางที่ 19 (ภาคผนวก ก)



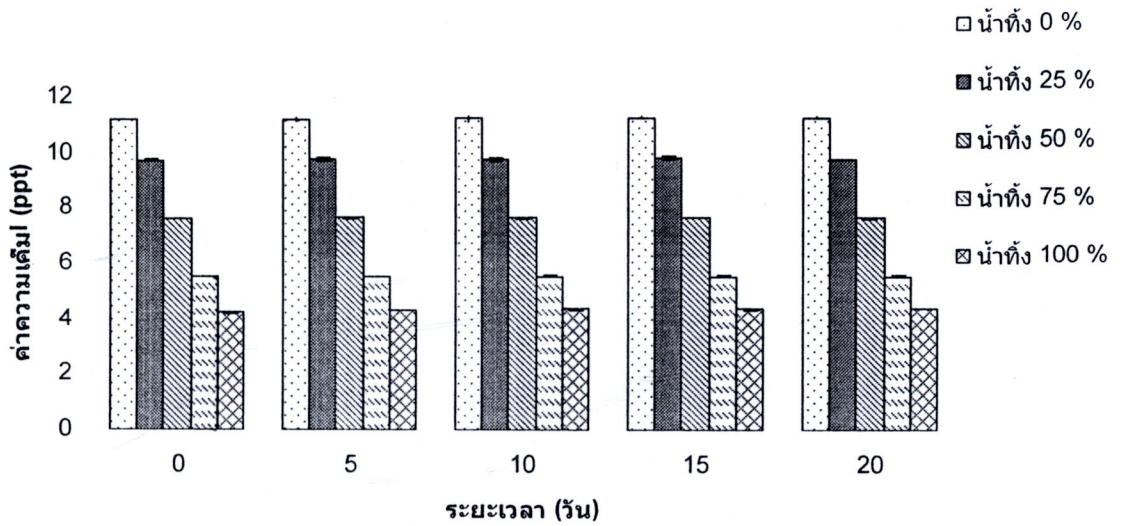
ภาพที่ 30 ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา



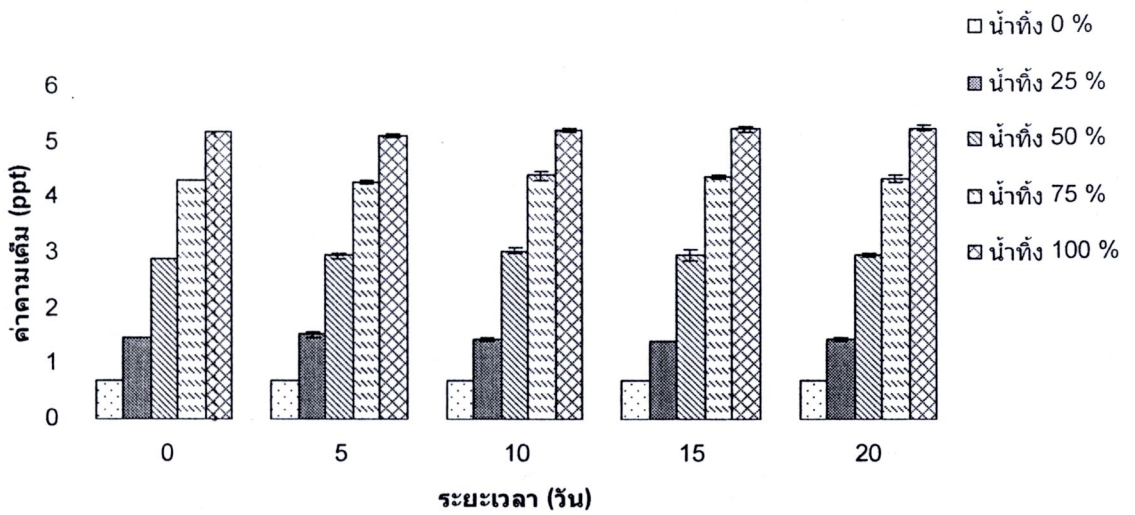
ภาพที่ 31 ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

ผลการทดลองที่ 10 ค่าความเค็มของน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา และสาหร่ายคลอเรลลา

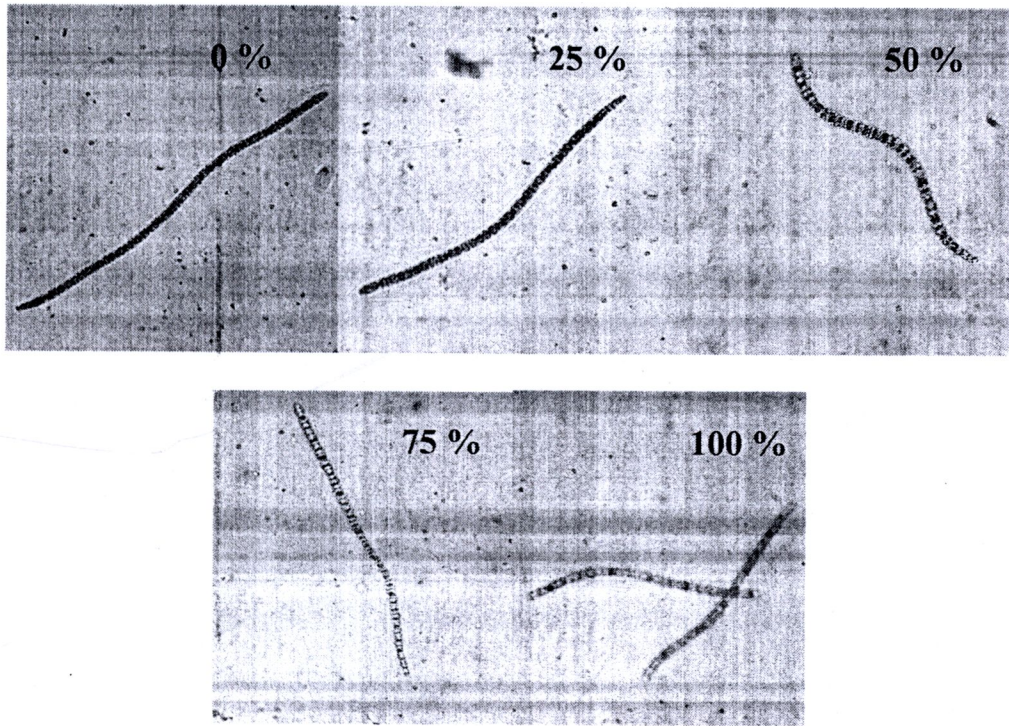
จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มในน้ำทิ้ง หลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาในน้ำทิ้งระดับความเข้มข้น 0 25 50 75 และ 100 % พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 20 น้ำทิ้งทุกๆ ความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 32 และตารางที่ 20 (ภาคผนวก ก) สำหรับค่าความเค็มในน้ำทิ้งเมื่อเพาะเลี้ยงคลอเรลลา พบว่าน้ำทิ้งทุกๆ ความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้นน้ำทิ้ง 25 % มีค่าความเค็มลดลง ซึ่งมีค่าเริ่มต้น 1.50 ± 0.00 ppt ลดลงเหลือ 1.45 ± 0.05 ppt ดังแสดงในภาพที่ 33 และตารางที่ 20 (ภาคผนวก ก)



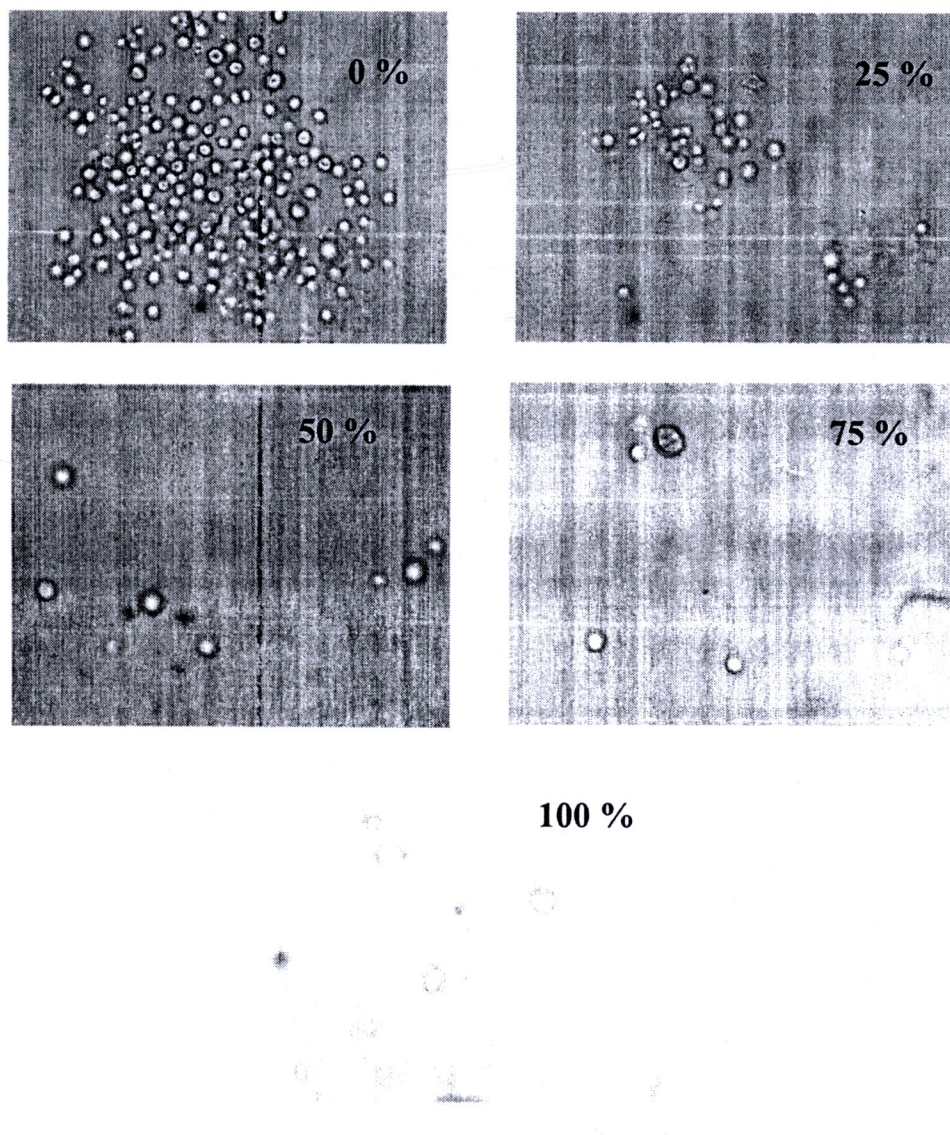
ภาพที่ 32 ค่าความเค็มในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า



ภาพที่ 33 ค่าความเค็มในน้ำทิ้งหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา



ภาพที่ 34 ลักษณะของสาหร่ายสไปรูลิน่าในน้ำที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 25 50 75 และ 100 % หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลานาน 20 วัน (กำลังขยาย 40 เท่า)



ภาพที่ 35 ลักษณะของสาหร่ายคลอเรลลาในน้ำที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 25 50 75 และ 100 % หลังการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลานาน 20 วัน (กำลังขยาย 40 เท่า)