บทที่ 4
ผลและวิจารณ์

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดี ไนเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมดของสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสุราแช่พื้นบ้าน โดยอาศัยหลักการทำงานร่วมกันระหว่างสาหร่ายเกลียวทองและแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยทำการศึกษาปริมาณน้ำเสียและความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายเกลียวทองที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายและมีประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดี ไนเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้สูงสุด

4.1 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน

พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์	ปริมาณ
ค่าซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	1,520-1,640
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	9.509-10.625
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	4.516-5.931
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.131-0.204
ความขุ่น (NTU)	25-28
พีเอช	4.5-5.4

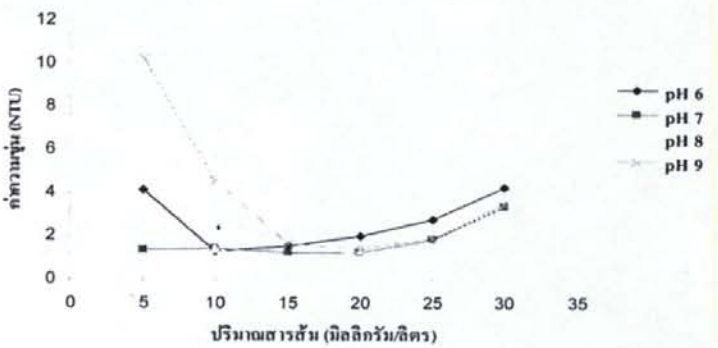
จากตารางที่ 4.1 คุณลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสุราแช่พื้นบ้านพบว่ามีค่าซีโอดี สูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ว่า ค่าซีโอดีมาตรฐานน้ำทิ้งไม่เกิน 120 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษซึ่ง กำหนดค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าไนเตรทไนโตรเจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินกำหนดไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าพีเอชไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ที่ค่าพีเอช 5.5-9.0 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม,2545)

4.2 ศึกษาปริมาณของสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนของแข็งแขวนลอย

เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านมาทำการทดลองตกตะกอนด้วยวิธีทางเคมีวันที่ 8 พ.ย. 2550 เวลา 10.00 น. น้ำเสียความเข้มข้น 100% มีค่าความขุ่นเริ่มต้น 60.25 NTU และน้ำเสียความเข้มข้น 50% มีค่าความขุ่นเริ่มต้นเท่ากับ 25.56 NTU (ตารางผนวกที่ ก.1)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนของแข็งแขวนลอยที่ระดับพีเอชต่างๆ (ความเข้มข้นน้ำเสีย 50%)

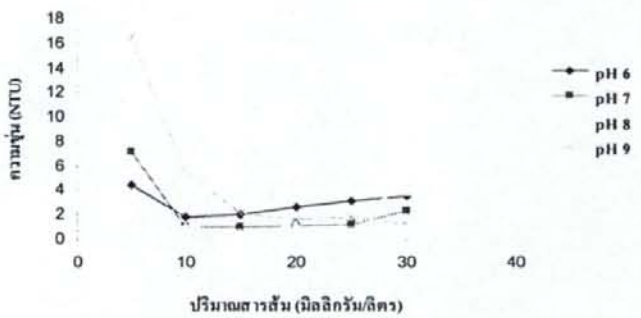
ความเข้มข้นของสารส้ม(มิลลิกรัม/ลิตร)	ความขุ่น(NTU)			
	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
5	4.12	1.38	8.98	10.21
10	1.32	1.39	1.44	4.52
15	1.53	1.21	0.62	1.65
20	2.01	1.21	1.36	1.39
25	2.78	1.85	2.32	1.87
30	4.21	3.37	3.74	3.49



รูปที่ 4.1 ความขุ่นเปรียบเทียบระหว่างค่าพีเอช 6-9 ที่ความเข้มข้นน้ำเสีย 50%

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนของแข็งแขวนลอยที่ระดับพีเอชต่างๆ (ความเข้มข้นน้ำเสีย 100%)

ความเข้มข้นของสารส้ม (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความขุ่น(NTU)			
	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
5	4.5	7.17	10.5	16.5
10	1.83	1.01	1.15	5.52
15	2.05	0.97	0.54	2.16
20	2.58	1.13	1.18	1.6
25	3.12	1.22	2.52	1.78
30	3.53	2.32	3.95	1.23



รูปที่ 4.2 ความขุ่นเปรียบเทียบระหว่างค่าพีเอช 6-9 ที่ความเข้มข้นน้ำเสีย 100%

เนื่องจากน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน มีความขุ่นสูง ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย เพราะตะกอนอาจไปจับกับเซลล์สาหร่ายหรือจะบดบังแสงแดดในการสังเคราะห์แสง ดังนั้นเพื่อเป็นการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอย จึงนำน้ำเสียมาทำการตกตะกอนด้วยวิธีทางเคมี ที่ค่าพีเอชตั้งแต่ 6-9 โดยใช้สารส้มเป็นสารเคมีช่วยในการตกตะกอน เนื่องจากเป็นสารเคมีที่หาง่าย และราคาถูก จากการทดลองพบว่าที่ค่าระดับพีเอชเท่ากับ 8 ปริมาณสารส้มเท่ากับ 15 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถตกตะกอนสารแขวนลอยได้ดีที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 50% และ 100%

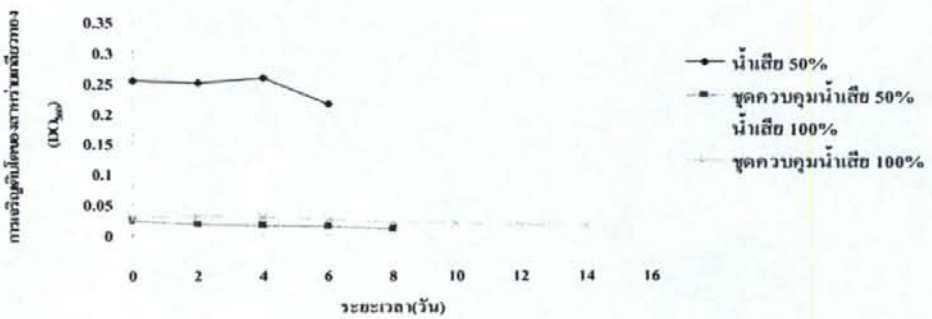
4.3 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียผลิตสุราแช่พื้นบ้าน ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 50% และ 100% ระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน

ตารางที่ 4.4 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน ที่ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่าย 30% (วัดที่OD_{560})

ระยะเวลา (วัน)	ค่า OD_{560} ของสาหร่ายเกลียวทอง			
	น้ำเสีย 50%	ชุดควบคุมน้ำเสีย 50%	น้ำเสีย 100%	ชุดควบคุมน้ำเสีย 100%
0	0.253	0.024	0.328	0.028
2	0.250	0.017	0.317	0.031
4	0.257	0.015	0.330	0.029
6	0.215	0.013	0.327	0.025
8	-	*	0.334	0.021
10	-	-	0.340	0.020
12	-	-	0.330	0.016
14	-	-	0.325	0.015

หมายเหตุ: (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต

(*) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากได้ยุติการศึกษาแล้ว



รูปที่ 4.3 การเจริญเติบโตในน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นน้ำเสีย 50% และ 100%

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่ระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้น 30% และความเข้มข้นของน้ำเสียแตกต่างกัน พบว่าที่ความเข้มข้นของน้ำเสีย 50%

สาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้เพียง 6 วัน ที่ค่า OD_{560} เท่ากับ 0.215 ในขณะที่น้ำเสีย 100% สามารถเจริญเติบโตในน้ำเสียได้ที่ระยะเวลา 14 วัน ที่ค่า OD_{560} เท่ากับ 0.325

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า สาหร่ายเกลียวทองสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน กล่าวคือความเข้มข้นของน้ำเสียที่แตกต่างกันกับระยะเวลาเพาะเลี้ยงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยพบว่าความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีปริมาณมากสาหร่ายจะสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้นานมากกว่าในสภาพที่ความเข้มข้นของน้ำเสียน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากในน้ำเสียที่มีปริมาณเข้มข้น 100% มีปริมาณสารอาหารบางประการที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากกว่า ซึ่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายในช่วง 3 วันแรกของการทดลอง เป็นช่วงที่สาหร่ายเข้าสู่ระยะที่ 1 (lag phase) สาหร่ายจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ เป็นระยะที่ไม่มีการเพิ่มจำนวนเซลล์ หรือมีเซลล์จำนวนหนึ่งตายหรือมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนในสัดส่วนที่เท่ากัน เมื่อผ่านเข้าสู่ระยะที่ 2 (exponential phase) ในช่วงวันต่อมาสาหร่ายจะมีการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้น (กนกกาญจน์, 2547) ซึ่งจะเห็นได้จากสีเขียวที่เข้มขึ้นของสาหร่าย ณ วันที่ 4 ของการทดลอง ค่า OD_{560} ในน้ำเสียเข้มข้น 50% และ 100% มีค่าเท่ากับ 0.257 และ 0.330 ตามลำดับ การเจริญเติบของสาหร่าย ณ วันที่ 4 ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากแบคทีเรียจะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทำให้ได้สารประกอบไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งสาหร่ายจะนำสารประกอบเหล่านี้มาใช้ในการสังเคราะห์แสง ดังนั้นสาหร่ายจึงมีการเจริญเติบโตได้ดี ในการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายจะได้ก๊าซออกซิเจนออกมาเพื่อใช้ในการหายใจของแบคทีเรียและสาหร่าย จึงทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงจากปฏิกิริยาหมุนเวียนดังกล่าว แต่จะพบว่าในวันที่ 6 ของ การทดลองสาหร่ายที่เลี้ยงในน้ำเสียที่ระดับ ความเข้มข้น 50% มีปริมาณลดลง และวันที่ 8 ของการทดลองสาหร่ายที่เลี้ยงในน้ำเสียเข้มข้น 50% ตายหมด แต่ในน้ำเสียเข้มข้น 100% ยังคงเจริญเติบโตเหลืออยู่ อาจเนื่องมาจากปริมาณสารอาหารในน้ำเสียยังคงมีปริมาณเพียงพอต่อจากการนำไปใช้ของสาหร่ายในการเจริญเติบโต

110218

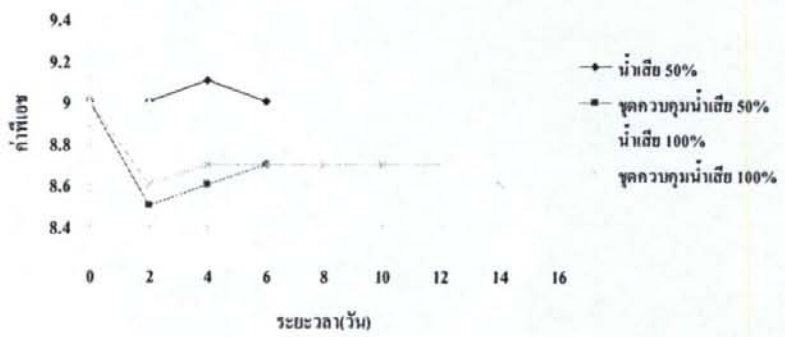
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของสาหร่ายเกลียวทอง 30% ที่ระดับความเข้มข้นน้ำเสียแตกต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าพีเอช			
	น้ำเสีย 50%	ชุดควบคุมน้ำเสีย 50%	น้ำเสีย 100%	ชุดควบคุมน้ำเสีย 100%
0	9.0	9.0	9.0	9.0
2	9.0	8.5	9.0	8.6
4	9.1	8.6	9.2	8.7
6	9.0	8.7	9.3	8.7
8	-	*	9.3	8.7
10	-	*	9.3	8.7
12	-	*	9.3	8.7
14	-	*	9.3	8.6

หมายเหตุ: (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต

(*) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากได้ยุติการศึกษาแล้ว



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของสาหร่ายเกลียวทอง 30% ที่ความเข้มข้นของน้ำเสียต่างกัน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่าเมื่อระยะเวลาเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชในแต่ละชุดการทดลองที่มีสาหร่ายจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าที่น้ำเสียความเข้มข้น 50% ณ วันที่ 6 มีค่าพีเอชเท่ากับ 9 และชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 8.7 ส่วนชุดการทดลองน้ำเสียความเข้มข้น 100% ณ วันที่ 14 มีค่าพีเอชเท่ากับ 9.3 ในขณะที่ชุดควบคุมน้ำเสีย 100% มีค่าพีเอชเท่ากับ 8.6

เมื่อสาหร่ายเกลียวทองมีการเจริญเติบโตค่าพีเอชจะเพิ่มสูงขึ้นจากวันแรกจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ค่าพีเอชจึงมีแนวโน้มคงที่โดยสามารถดูได้อย่างชัดเจนจากการทดลองเลี้ยงในน้ำเสียความเข้มข้น 100% เนื่องมาจากผลการสังเคราะห์แสงและการหายใจของสาหร่าย โดยสาหร่ายจะใช้สารอินทรีย์คาร์บอนต่างๆในการเจริญเติบโตและใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทิ้งเพื่อสร้างอาหาร ซึ่งได้แหล่งคาร์บอนเหล่านี้มาจากการหายใจในเวลากลางคืน จึงมีผลทำให้ค่าพีเอชในช่วงเช้าต่ำและค่อยๆสูงขึ้นในช่วงบ่าย โดยคาร์บอนไดออกไซด์จะได้จากไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ที่แตกตัวมาจากโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และได้คาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาผลาญสารอินทรีย์ในน้ำเสียของแบคทีเรียได้เซลล์ใหม่และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อสาหร่ายใช้คาร์บอนไดออกไซด์ไปในการสังเคราะห์แสงจะทำให้มีสภาพเป็นด่าง(OH^-) เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีค่าพีเอชสูงขึ้น(กนกกาญจน์, 2547; สุดา, 2544)

การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีซึ่งจะเจริญเมื่ออยู่ในสภาวะเป็นด่าง โดยค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในระหว่าง 9-11(กนกกาญจน์, 2547) ดังนั้นค่าพีเอชของน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 จึงต้องมีการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนนำมาเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง ซึ่งค่าพีเอชจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเกลือแร่อื่นๆ รมทั้งมีอิทธิพลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์ของสาหร่ายด้วย (สุมนทิพย์, 2529)

4.4 ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของสาหร่ายเกลียวทอง ในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านที่ความเข้มข้นน้ำเสีย 100% และระดับความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายต่างกัน

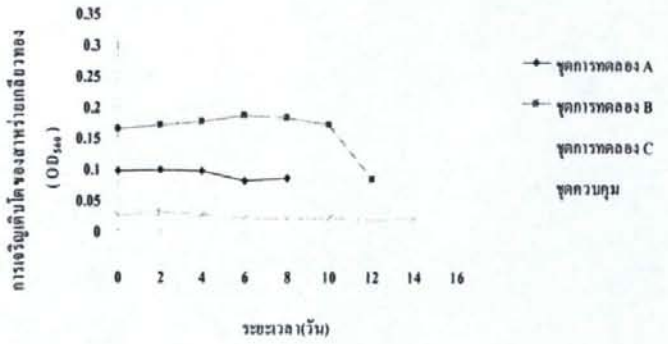
การทดลองเก็บตัวอย่างน้ำเสียวันที่ 5 พ.ย. 2550 เวลา 14.00 น. เมื่อนำมาวัดค่าพารามิเตอร์พบว่าน้ำเสียจากโรงงาน มีค่าซีโอดีเริ่มต้นที่ 1,640 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียไนโตรเจนเท่ากับ 10.625 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าไนเตรทไนโตรเจนเท่ากับ 0.204 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 5.931 มิลลิกรัม/ลิตร และเมื่อนำน้ำเสียมาทำการตกตะกอนทางเคมีในวันที่ 8 พ.ย. 2550 พบว่ามีค่าน้ำเสียก่อนทำการตกตะกอนทางเคมี ซีโอดี เท่ากับ 1,520 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียไนโตรเจนเท่ากับ 10.625 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรทไนโตรเจน เท่ากับ 0.204 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 5.931 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความขุ่นเท่ากับ 25.26 NTU หลังทำการตกตะกอนทางเคมี พบว่ามีค่าซีโอดี เท่ากับ 680 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียไนโตรเจน เท่ากับ 9.850 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรทไนโตรเจน เท่ากับ 0.192 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 5.635 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความขุ่นเท่ากับ 0.54 NTU

4.4.1 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง

ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายต่างกัน (วัดที่ OD_{560})

ระยะเวลา (วัน)	ค่า OD_{560} ของสาหร่ายเกลียวทองที่ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายต่างกัน			
	ชุดการทดลอง A	ชุดการทดลอง B	ชุดการทดลอง C	ชุดควบคุม
0	0.095	0.163	0.328	0.023
2	0.097	0.168	0.317	0.029
4	0.094	0.174	0.330	0.025
6	0.080	0.183	0.327	0.020
8	0.083	0.180	0.334	0.017
10	-	0.169	0.325	0.019
12	-	0.082	0.315	0.015
14	-	-	0.294	0.019

หมายเหตุ A หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 10% C หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 30%
B หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 20% (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต



รูปที่ 4.5 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่ความหนาแน่นของสาหร่ายต่างกัน

การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน (วัดที่OD_{560}) พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้นและระยะเวลาการเพาะเลี้ยงมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยปริมาณสาหร่าย 10% มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยและเริ่มลดปริมาณลงในวันที่ 4 ของการทดลอง และตายหมดในวันที่ 8 ของการทดลอง อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นเริ่มต้นมีค่าต่ำทำให้เซลล์สาหร่ายได้รับแสงมากเกินไป จึงอาจทำให้เซลล์ของสาหร่ายแตกได้(สุธิดา,2544;

Venkataraman, 1983) สำหรับปริมาณสาหร่ายที่ 20% อัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 6 ของการทดลอง และเริ่มมีปริมาณลดลงจนตายหมดในวันที่ 12 ของการทดลอง ส่วนปริมาณสาหร่ายที่ 30 % ปริมาณสาหร่ายจะมีมากที่สุดในวันที่ 8 ของการทดลอง และเริ่มมีปริมาณลดลงจนถึงวันที่ 14 ของการทดลองซึ่งมีค่า OD_{560} เท่ากับ 0.294

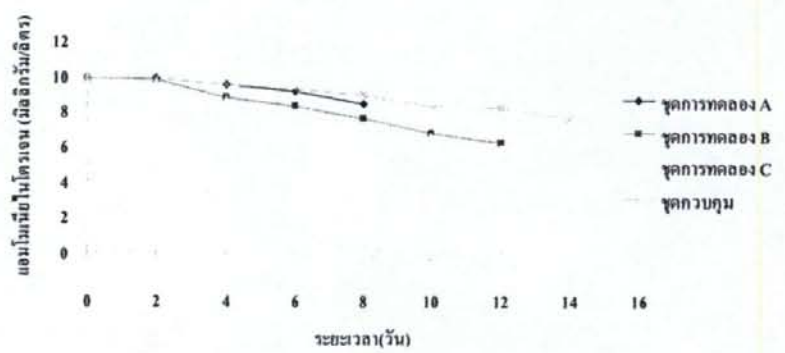
4.4.2 การเปลี่ยนแปลงและประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจน

ก. แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)

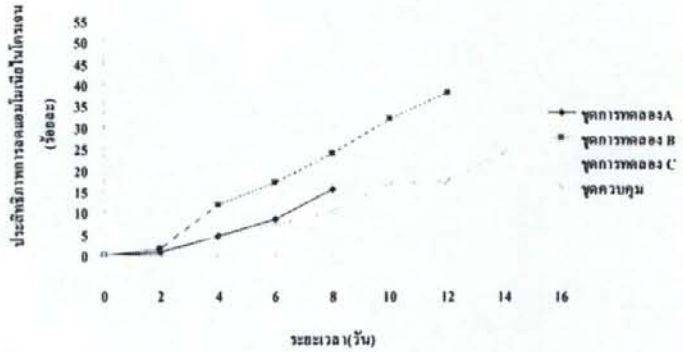
ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่า แอมโมเนียไนโตรเจน ของสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน (มิลลิกรัม/ลิตร) และ (ร้อยละการลด แอมโมเนียไนโตรเจน) ที่ระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน

ระยะเวลา (วัน)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน(มิลลิกรัม/ลิตร), (ร้อยละการลดแอมโมเนียไนโตรเจน)			
	ชุดการทดลอง A	ชุดการทดลอง B	ชุดการทดลอง C	ชุดควบคุม
0	9.850,(0)	9.850,(0)	9.850,(0)	9.850,(0)
2	9.823,(0.73)	9.740,(1.57)	9.553,(3.45)	9.861,(0.34)
4	9.466,(4.34)	8.740,(11.67)	8.587,(13.22)	9.467,(4.33)
6	9.057,(8.45)	8.222,(16.91)	7.820,(20.97)	9.204,(7.01)
8	8.371,(15.40)	7.546,(23.74)	7.042,(28.83)	8.864,(10.42)
10	-	6.729,(32.00)	6.520,(34.11)	8.233,(16.80)
12	-	6.133,(38.12)	5.822,(41.16)	8.176,(17.37)
14	-	-	4.676,(52.74)	7.502,(24.18)

หมายเหตุ A หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 10% C หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 30%
B หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 20% (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่ความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้นต่างกัน



รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียไนโตรเจนที่ความหนาแน่นเริ่มของสาหร่ายต่างกัน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ซึ่งมีบทบาทในแง่ของการสังเคราะห์แสง การหายใจ น้ำหนักแห้งของสาหร่าย และมีหน้าที่เกี่ยวกับขบวนการสร้างและสลายสารต่าง ๆ ภายในเซลล์สาหร่าย สาหร่ายสามารถใช้ไนโตรเจนในรูปของอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร ได้แก่ เกลือแอมโมเนีย (NH^+_4) ไนเตรท (NO_3^-) และไนไตรท์ (NO_2^-) (กนกกาญจน์, 2547) จากการทดลองพบว่า ในช่วง 8 วันแรกของการทดลองชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดแอมโมเนียไนโตรเจนดีที่สุด) รองลงมาคือ ชุดการทดลอง B ชุดการทดลอง A และชุดควบคุม ในวันที่ 10 ของการทดลองชุดการทดลอง A สาหร่ายได้ตายไป จึงสามารถเปรียบเทียบได้เฉพาะ 3 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนได้ดีที่สุด (ประสิทธิภาพการลดแอมโมเนียไนโตรเจนดีที่สุด) รองลงมาคือ ชุดการทดลอง B และชุดควบคุม และในวันที่ 14 ของการทดลอง ชุดการทดลอง B สาหร่ายได้ตายไป จึงสามารถเปรียบเทียบได้เฉพาะ 2 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลอง C มีค่าการเปลี่ยนแปลง(ประสิทธิภาพการลดแอมโมเนียไนโตรเจน) เท่ากับ 4.676มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 52.74) และชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 7.502 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 24.18) โดยสาเหตุที่ในวันสุดท้ายของการทดลองมีเพียงชุดการทดลอง C เท่านั้น อาจเนื่องมาจากมีความหนาแน่นของสาหร่ายมากที่สุด ซึ่งในชุดที่มีความหนาแน่นของสาหร่ายน้อยกว่าเซลล์สาหร่ายได้รับแสงมากเกินไป จึงอาจทำให้เซลล์ของสาหร่ายแตกและตายหมดไปก่อน

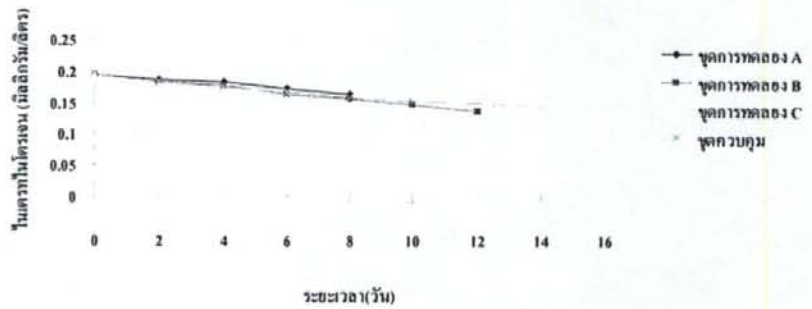
นอกจากนี้พบว่าค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงจากวันแรกที่มีค่าเท่ากับ 9.850 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากสาหร่ายใช้แอมโมเนียไนโตรเจนเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเจริญ(Graham & Wilcox, 2000) และแอมโมเนียส่วนหนึ่งจะระเหยขึ้นสู่บรรยากาศและอีกส่วนหนึ่งเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนจะถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรทโดยขบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของแบคทีเรีย (Bauman, 2009)

ข. ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- - N)

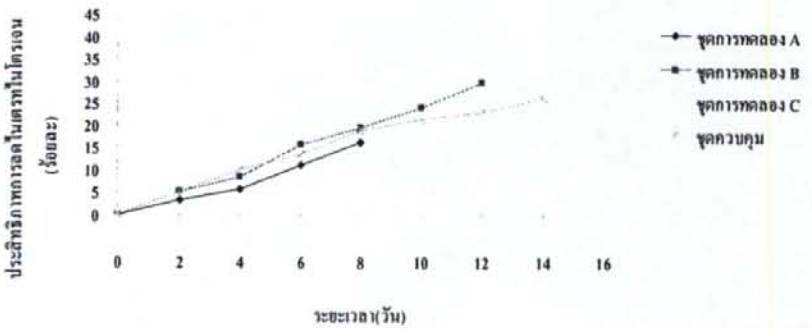
ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรทไนโตรเจนของสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน (มิลลิกรัม/ลิตร) และ (ร้อยละการลด ไนเตรทไนโตรเจน) ที่ระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน

ระยะเวลา (วัน)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทไนโตรเจน(มิลลิกรัม/ลิตร),			
	ชุดการทดลอง A	ชุดการทดลอง B	ชุดการทดลอง C	ชุดควบคุม
0	0.192,(0)	0.192,(0)	0.192,(0)	0.192,(0)
2	0.186,(3.13)	0.182,(5.21)	0.175,(8.85)	0.182,(5.21)
4	0.181,(5.73)	0.176,(8.34)	0.167,(13.02)	0.173,(9.90)
6	0.171,(10.94)	0.162,(15.63)	0.155,(19.27)	0.166,(13.54)
8	0.161,(16.15)	0.155,(19.27)	0.143,(25.52)	0.156,(18.75)
10	-	0.146,(23.96)	0.133,(30.73)	0.151,(21.35)
12	-	0.135, (29.69)	0.121,(36.98)	0.148,(22.92)
14	-	-	0.113,(41.41)	0.142,(26.04)

หมายเหตุ A หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 10% C หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 30%
B หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 20% (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรทไนโตรเจนที่ความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้นต่างกัน



รูปที่ 4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรทไนโตรเจนที่ความหนาแน่นสาหร่ายเริ่มต้นต่างกัน

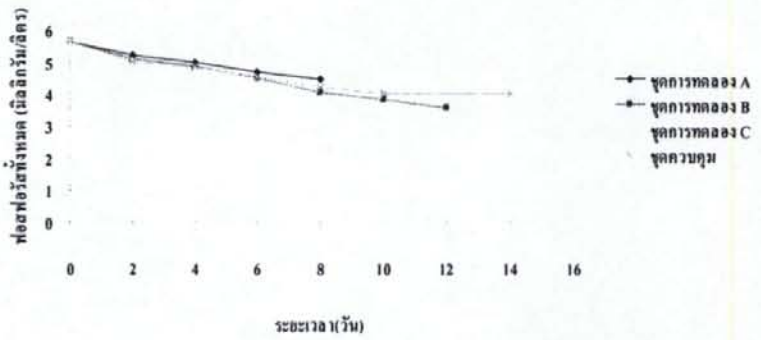
จากการศึกษาค่าไนเตรทไนโตรเจนในวันแรกทุกชุดการทดลองมีค่าไนเตรทไนโตรเจนเท่ากับ 0.192 มิลลิกรัม/ลิตร จากการทดลองพบว่า ในช่วง 4 วันแรกของการทดลองชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดไนเตรทไนโตรเจนดีที่สุด) รองลงมาคือ ชุดควบคุม ที่มีความสามารถในการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนได้เท่ากันหรือใกล้เคียงกับชุดการทดลอง B และชุดการทดลอง A มีความสามารถน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดการทดลอง A และ B มีปริมาณสาหร่ายค่อนข้างน้อยทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ที่มีอยู่ในน้ำเสียยังคงมีอยู่ การใช้ไนเตรทที่อยู่ในน้ำเสียจึงยังแทบไม่ได้เกิดขึ้น เพราะสาหร่ายใช้แอมโมเนียไนโตรเจนมากกว่าไนเตรทไนโตรเจน(Kaplan *et al.*, 1990) ดังนั้นจึงส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในชุดการทดลอง A และ B จึงไม่ดีกว่าชุดควบคุมการทดลอง ซึ่งในชุดควบคุมปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมีค่าลดลงอาจเกิดจากขบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ของแบคทีเรีย ส่วนในช่วงวันที่ 6 และ 8 ของการทดลองพบว่า ชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดไนเตรทไนโตรเจนดีที่สุด) รองลงมาคือ ชุดการทดลอง B ชุดควบคุม และชุดการทดลอง A ซึ่งในช่วงนี้สาหร่ายในชุดการทดลอง B เริ่มมีจำนวนมากขึ้น รวมทั้งปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเริ่มมีปริมาณลดลงสาหร่ายจึงเริ่มมีการใช้ไนโตรเจนจากไนเตรทไนโตรเจนมากขึ้น แต่ชุดการทดลอง A สาหร่ายเริ่มมีจำนวนลดลงจากการตาย ทำให้มีการใช้ไนเตรทไนโตรเจนลดลง สำหรับวันที่ 10 และ 12 ของการทดลอง สาหร่ายในชุดการทดลอง A ตายลง จึงสามารถเปรียบเทียบได้เพียง 3 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดไนเตรทไนโตรเจนดีที่สุด) รองลงมาคือ ชุดการทดลอง B และชุดควบคุม และวันที่ 14 ของการทดลองพบว่าชุดการทดลอง C จะมีความสามารถในการลดปริมาณไนเตรทไนโตรเจนได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลอง C มีค่าการเปลี่ยนแปลง(ประสิทธิภาพการลดไนเตรทไนโตรเจน) เท่ากับ 0.113มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 41.41) และชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.142 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 26.04)

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงและประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

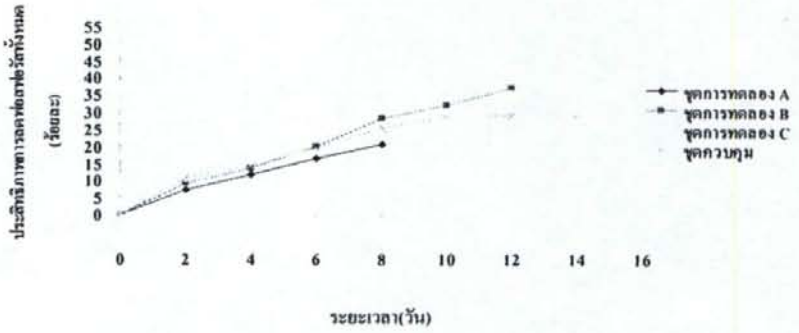
ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ของสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน (มิลลิกรัม/ลิตร) และ (ร้อยละการลดฟอสฟอรัสทั้งหมด) ที่ระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน

ระยะเวลา (วัน)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(มิลลิกรัม/ลิตร), (ร้อยละการลดฟอสฟอรัสทั้งหมด)			
	ชุดการทดลอง A	ชุดการทดลอง B	ชุดการทดลอง C	ชุดควบคุม
0	5.635,(0)	5.635,(0)	5.635,(0)	5.635,(0)
2	5.231,(7.17)	5.118,(9.17)	5.022,(10.88)	5.032,(10.70)
4	4.974,(11.73)	4.868,(13.61)	4.675,(17.04)	4.826,(14.36)
6	4.701,(16.58)	4.511,(19.95)	4.253,(24.53)	4.536,(19.50)
8	4.474,(20.60)	4.044,(28.23)	3.595,(36.20)	4.214,(25.22)
10	-	3.832,(32.00)	3.330,(40.91)	4.014,(28.77)
12	-	3.553,(36.95)	2.996,(46.83)	4.001,(29.00)
14	-	-	2.674,(52.55)	3.997,(29.07)

หมายเหตุ A หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 10% C หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 30%
B หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 20% (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต



รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายต่างกัน



รูปที่ 4.11 ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายต่างกัน

จากการศึกษาการลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของสาหร่ายเกลียวทอง พบว่าวันแรกทุกชุดการทดลองมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 5.635 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดจะลดลง(ประสิทธิภาพการลดฟอสฟอรัสทั้งหมดมีมากขึ้น)เมื่อระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้นของทุกชุดการทดลอง เนื่องจากสาหร่ายสามารถนำฟอสฟอรัสมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารสำคัญรองมาจากคาร์บอนและไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่พืชน้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายที่สุดคือฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำ และแบคทีเรียยังสามารถเปลี่ยนฟอสฟอรัสในรูปอินทรีย์สารที่ละลายน้ำ ให้เป็นออร์โธฟอสเฟตซึ่งพร้อมที่พืชน้ำจะนำไปใช้ได้อีกด้วย (กนกกาญจน์, 2547)

ในช่วง 4 วันแรกของการทดลอง ชุดการทดลอง A และ B มีความสามารถในการลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(ประสิทธิภาพการลดฟอสฟอรัสทั้งหมด)น้อยกว่าชุดควบคุม ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการมีเซลล์สาหร่ายบางส่วนที่ตายแขวนลอยอยู่ในโหลทดลอง เซลล์สาหร่ายเหล่านี้จะกลายเป็นสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นในน้ำเสียทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ซึ่งได้จากองค์ประกอบของสาหร่ายเอง และอาจเนื่องมาจากจำนวนของเซลล์สาหร่ายมีปริมาณน้อยจากการปรับตัวของเซลล์สาหร่ายให้เข้ากับสภาวะของน้ำเสียดังนั้นอัตราการใช้ฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตจึงน้อย ส่วนในวันที่ 6 และ 8 ของการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C มีความสามารถในการลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดฟอสฟอรัสทั้งหมดดีที่สุด) รองลงมาคือชุดการทดลอง B ชุดควบคุม และชุดการทดลอง A ซึ่งสาเหตุที่ชุดการทดลอง A ยังคงมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าชุดควบคุม อาจเป็นเพราะว่าสาหร่ายยังคงมีความหนาแน่นน้อย การปรับตัวของสาหร่ายต่อสภาวะน้ำเสียยังไม่ดี ปริมาณสาหร่ายยังคงมีจำนวนลดลงเมื่อระยะเวลามากขึ้น ดังนั้นการใช้ฟอสเฟตในรูปออโธฟอสเฟตที่ละลายน้ำจึงน้อย และอาจมีสาเหตุจากเซลล์สาหร่ายบางส่วนที่ตายลงจะกลายเป็นสารอินทรีย์ที่ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียมีปริมาณมากกว่าชุดควบคุมนั่นเอง ในวันที่ 10 และ 12 สาหร่ายในชุดการทดลอง A ตายหมด จึงสามารถเปรียบเทียบได้เพียง 3 ชุดการทดลอง

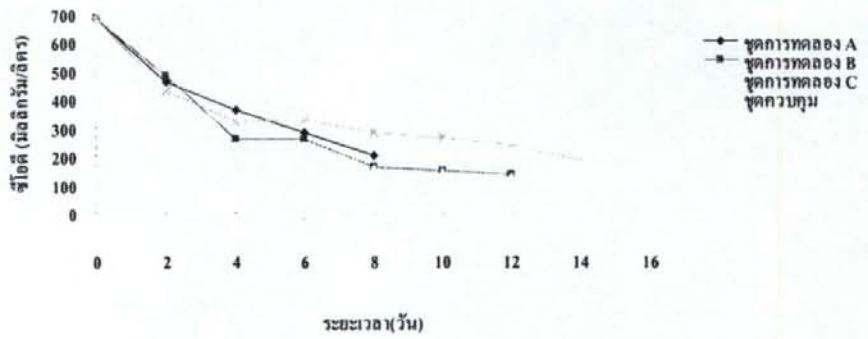
พบว่าชุดการทดลอง C มีความสามารถในการลดปริมาณฟอสฟอรัสได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดฟอสฟอรัสทั้งหมดดีที่สุด) รองลงมาคือชุดการทดลอง B และชุดควบคุม ส่วนในวันที่ 14 ของการทดลองสาหร่ายในชุดการทดลอง B ตายหมด จึงสามารถเปรียบเทียบได้เพียง 2 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C มีความสามารถในการลดปริมาณฟอสฟอรัสได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลอง C มีค่าการเปลี่ยนแปลง(ประสิทธิภาพการลดฟอสฟอรัสทั้งหมด) เท่ากับ 2.674 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 52.55) และชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 3.997 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 29.07)

4.4.4 การเปลี่ยนแปลงและประสิทธิภาพในการลดปริมาณซีโอดี (COD)

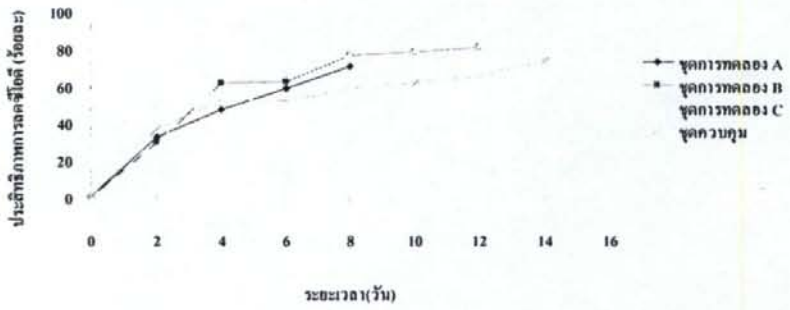
ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี ของสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน (มิลลิกรัม/ลิตร) และ (ร้อยละการลดซีโอดี) ที่ระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน

ระยะเวลา (วัน)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณซีโอดี(มิลลิกรัม/ลิตร), (ร้อยละการลดซีโอดี)			
	ชุดการทดลอง A	ชุดการทดลอง B	ชุดการทดลอง C	ชุดควบคุม
0	680.0,(0)	680,(0)	680.0,(0)	680.0,(0)
2	460.0,(32.35)	480.0,(29.41)	340.0,(50.00)	430.0,(36.77)
4	360.0,(47.06)	260.0,(61.77)	165.0,(75.74)	320.0,(52.94)
6	281.5,(58.60)	259.0,(61.91)	160.0,(76.48)	325.0,(52.21)
8	200.0,(70.59)	160.0,(76.47)	157.5,(76.84)	280.0,(58.82)
10	-	148.0,(78.24)	140.5,(79.34)	261.5,(61.54)
12	-	133.0,(80.44)	123.0,(81.91)	237.5,(65.07)
14	-	-	95.0,(86.03)	183.0,(73.09)

หมายเหตุ A หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 10% C หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 30%
B หมายถึง ความหนาแน่นของสาหร่าย 20% (-) หมายถึง ไม่ได้วัดค่าเนื่องจากสาหร่ายไม่เจริญเติบโต



รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดีที่ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายต่างกัน



รูปที่ 4.13 ประสิทธิภาพการบำบัดค่าซีโอดีที่ความหนาแน่นเริ่มต้นสาหร่ายต่างกัน

จากการศึกษาการลดปริมาณซีโอดีของสาหร่ายเกลียวทองพบว่าค่าซีโอดีจะลดลง (ประสิทธิภาพการลดซีโอดีมีมากขึ้น) เมื่อระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้นของทุกชุดการทดลอง โดยสาหร่ายใช้สารอินทรีย์คาร์บอนในการเจริญเติบโต หรืออาจเนื่องมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำเสียโดยแบคทีเรีย

ในช่วง 4 วันแรกของการทดลองสาหร่ายยังคงมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพของน้ำเสีย เมื่อเข้าวันที่ 6 ของการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C มีความสามารถในการลดค่าซีโอดีได้ดีที่สุด (ประสิทธิภาพการลดซีโอดีดีที่สุด) รองลงมาคือชุดการทดลอง B ชุดการทดลอง A และชุดควบคุม ต่อมาในวันที่ 10 และ 12 ของการทดลองพบว่าสาหร่ายชุดการทดลอง A ได้ตายลง จึงสามารถเปรียบเทียบได้เพียง 3 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C มีความสามารถในการลดค่าซีโอดีได้ดีที่สุด(ประสิทธิภาพการลดซีโอดีดีที่สุด) รองลงมาคือชุดการทดลอง B และชุดควบคุม สำหรับในวันที่ 14 ของการทดลอง สาหร่ายในชุดการทดลอง B ตายหมด จึงสามารถเปรียบเทียบได้เพียง 2 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลอง C มีความสามารถในการลดค่าซีโอดีได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยชุดการทดลอง C มีค่าการเปลี่ยนแปลง(ประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดี) เท่ากับ 9.5 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 86.03) และชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 183.0 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 73.09) ที่เป็นเช่นนี้เพราะชุด

ควบคุมอาศัยการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียในน้ำเสียเท่านั้น ซึ่งต่างจากชุดการทดลองที่มีความหนาแน่นสาหร่ายที่อาศัยการทำงานร่วมกันของแบคทีเรียและสาหร่ายในน้ำเสียโดยสาหร่ายจะนำสารประกอบไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์และการหายใจของแบคทีเรียไปใช้ในกระบวนการการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และสาหร่ายก็จะให้ก๊าซออกซิเจนเพื่อมาใช้ในกระบวนการหายใจของแบคทีเรีย (Oswald, 1998) จึงส่งผลให้ชุดการทดลองที่มีความหนาแน่นสาหร่ายมีประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีสูงกว่าชุดควบคุม

4.5 ศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายในน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้าน

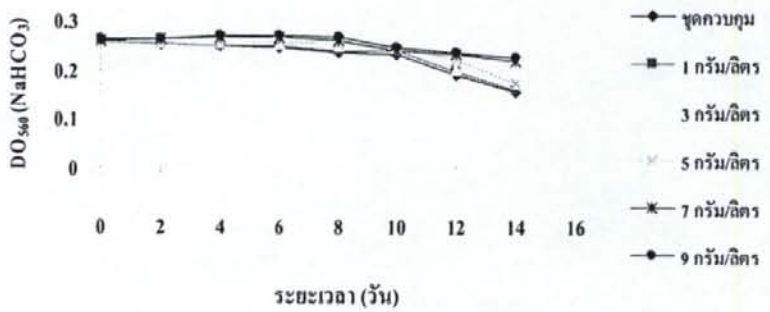
จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของน้ำเสียจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง คือที่ความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 100% เนื่องจากสาหร่ายเกลียวทองสามารถมีชีวิตอยู่ได้ตลอดการทดลอง และมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 50% แม้ว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ไม่มาก เนื่องจากในน้ำเสียที่มาจากโรงงานสุราแช่พื้นบ้านนั้นแม้ว่าจะมีธาตุอาหารอยู่ แต่ก็มีจำนวนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง และเพื่อช่วยให้สาหร่ายสามารถเจริญเติบโตและมีผลผลิตที่ดีมากกว่าเดิม จึงได้ทำการศึกษาปริมาณของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยยึดหลักของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองสำหรับการเพาะเลี้ยงที่ใช้น้ำเสียจากแหล่งต่างๆ โดยใช้สูตรอาหารจากคณะผู้วิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยสูตรที่ใช้คือ $NaHCO_3$ 8.5 กรัม/ลิตร, $NaNO_3$ 1.5 กรัม/ลิตร, K_2HPO_4 0.5 กรัม/ลิตร และปุ๋ย N.P.K. สูตร 16:16:16 0.6 กรัม/ลิตร (จงกล และคณะ, 2546) โดยในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาหาปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมในการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองดังนี้ 1) ศึกษาอิทธิพลของสารในกลุ่มโซเดียมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายด้วยการเติม $NaHCO_3$ และ $NaNO_3$ 2) ศึกษาอิทธิพลของสารในกลุ่มโพรแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ด้วยการเติม K_2HPO_4 และ 3) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ด้วยการเติมปุ๋ย N:P:K สูตร 16:16:16 ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

4.5.1 ผลของ $NaHCO_3$ ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง

ตารางที่ 4.11 ผลของ $NaHCO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่า OD_{560}

ระยะเวลา (วัน)	$NaHCO_3$ (กรัม / ลิตร)					
	0	1	3	5	7	9
0	0.258a	0.254a	0.255a	0.255a	0.259a	0.260a
2	0.251a	0.252a	0.254ab	0.255abc	0.261bc	0.262c
4	0.246a	0.249ab	0.253ab	0.255b	0.264c	0.268c
6	0.245a	0.246ab	0.250bc	0.253c	0.264d	0.268d
8	0.235a	0.238a	0.246ab	0.250b	0.257bc	0.264c
10	0.230a	0.237a	0.240a	0.245a	0.237a	0.245a
12	0.190a	0.195ab	0.198abc	0.221abc	0.230bc	0.234c
14	0.153a	0.157a	0.171a	0.172a	0.218b	0.224b

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

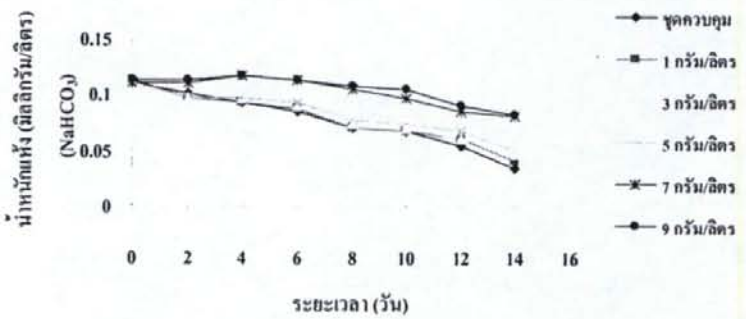


รูปที่ 4.14 ผลของ $NaHCO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่า OD_{560}

ตารางที่ 4.12 ผลของ $NaHCO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม / ลิตร)

ระยะเวลา (วัน)	ระดับ$NaHCO_3$ (กรัม / ลิตร)					
	0	1	3	5	7	9
0	0.110a	0.113a	0.110a	0.110a	0.110a	0.113a
2	0.100a	0.097a	0.097a	0.097a	0.110b	0.113b
4	0.093a	0.093a	0.097a	0.097a	0.117b	0.117b
6	0.084a	0.087ab	0.090ab	0.093b	0.113c	0.113c
8	0.070a	0.070a	0.073a	0.077a	0.104b	0.107b
10	0.067a	0.067a	0.070a	0.073a	0.097b	0.104b
12	0.053a	0.060ab	0.060ab	0.067abc	0.084bc	0.090c
14	0.033a	0.040a	0.047a	0.050a	0.080b	0.082b

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.15 ผลของ $NaHCO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม / ลิตร)

จากการศึกษาเมื่อมีการเติมสารอาหาร $NaHCO_3$ ลงไปในการทดลองเพื่อให้เป็นแหล่งอาหาร พบว่าในช่วงวันที่ 0-6 ชุดการทดลองที่มีสารอาหารมากจะมีการอยู่รอดที่ดีกว่าชุดการทดลองที่มีสารอาหารน้อย โดยชุดการทดลองที่เติม $NaHCO_3$ 7 และ 9 กรัม/ลิตร จะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายเพิ่มขึ้น และเริ่มลดจำนวนลงเนื่องจากสารอาหารเริ่มลดลง เมื่อดูจากค่าน้ำหนักแห้งพบว่าชุดการทดลองที่มีสารอาหารมากจะมีปริมาณน้ำหนักแห้งมากกว่าชุดการทดลองที่มีสารอาหารน้อย โดยชุดการทดลอง $NaHCO_3$ 7 และ 9 กรัม/ลิตร จะมีปริมาณของน้ำหนักแห้งที่ค่อนข้างคงที่ ในช่วงวันที่ 0-6 และเริ่มลดลงจากการที่ปริมาณสารอาหารเริ่มลดลง ส่วนชุดการทดลองที่มีสารอาหารน้อยและชุดควบคุมจะมีการลดลงของน้ำหนักแห้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มการทดลอง เมื่อวิเคราะห์ความ

แตกต่างทางสถิติของค่า OD และน้ำหนักแห้งของสาหร่ายพบว่า ในวันที่ 14 ของการทดลองชุดควบคุม ชุดการทดลอง $NaHCO_3$1, 3 และ 5 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับชุดการทดลอง $NaHCO_3$7 และ 9 กรัม/ลิตร แต่ชุดการทดลอง $NaHCO_3$7 และ 9 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

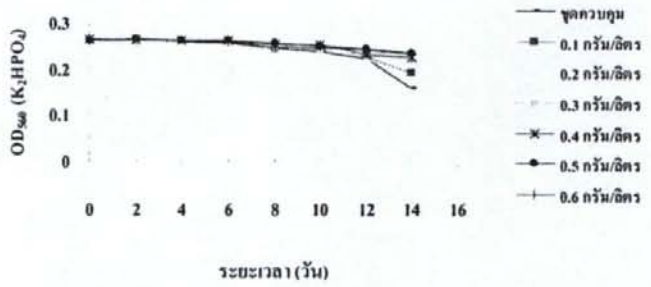
จากการทดลองพบว่า $NaHCO_3$ มีผลต่อการอยู่รอดของสาหร่ายเมื่อมีปริมาณ $NaHCO_3$ เพิ่มมากขึ้น ซึ่ง $NaHCO_3$ เป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงโดยปริมาณ $NaHCO_3$ ที่เหมาะสมของสาหร่ายเกลียวทองควรอยู่ในช่วง 4.5-8.5 กรัม/ลิตร (ยุวดี, 2544) ซึ่งการเติม $NaHCO_3$ ในปริมาณที่เหมาะสมจะเป็นทั้งแหล่งคาร์บอนและรักษาระดับค่าพีเอชให้มากกว่า 8.4 เพื่อปรับสภาพความเป็นด่างให้เหมาะสมกับการเจริญของสาหร่าย (สุธิดา, 2544)

4.5.2 ผลของ K_2HPO_4 ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทอง

ตารางที่ 4.13 ผลของ K_2HPO_4 ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่า OD_{560}

ระยะเวลา (วัน)	ระดับ K_2HPO_4 (กรัม / ลิตร)						
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0	0.261a	0.261a	0.259a	0.260a	0.264a	0.261a	0.261a
2	0.261a	0.261a	0.258a	0.261a	0.259a	0.262a	0.261a
4	0.256a	0.256a	0.259a	0.260a	0.259a	0.260a	0.259a
6	0.254a	0.256ab	0.257ab	0.258b	0.259b	0.259b	0.256ab
8	0.242a	0.243a	0.252c	0.250bc	0.252c	0.254c	0.244ab
10	0.235a	0.238a	0.240a	0.242a	0.242a	0.247a	0.245a
12	0.219a	0.223ab	0.225ab	0.227ab	0.231bc	0.242c	0.239c
14	0.156a	0.190b	0.212c	0.219cd	0.222cde	0.232e	0.229de

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

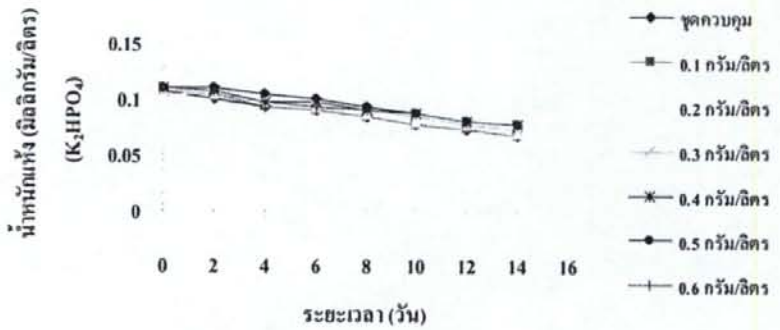


รูปที่ 4.16 ผลของ K_2HPO_4 ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่า OD_{560}

ตารางที่ 4.14 ผลของ K_2HPO_4 ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม / ลิตร)

ระยะเวลา (วัน)	ระดับ K_2HPO_4 (กรัม / ลิตร)						
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0	0.107a	0.107a	0.104a	0.107a	0.110a	0.110a	0.110a
2	0.100a	0.104ab	0.104ab	0.104ab	0.107ab	0.110b	0.107ab
4	0.093a	0.093a	0.097a	0.097a	0.097a	0.104a	0.097a
6	0.090a	0.090a	0.093a	0.093a	0.097ab	0.100b	0.093a
8	0.084a	0.084a	0.087ab	0.090ab	0.090ab	0.093b	0.090ab
10	0.077a	0.077a	0.080ab	0.084ab	0.087b	0.087b	0.087b
12	0.073a	0.073a	0.077ab	0.077ab	0.080b	0.080b	0.080b
14	0.067a	0.067a	0.070ab	0.073ab	0.077b	0.077b	0.077b

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.17 ผลของ K_2HPO_4 ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม / ลิตร)

จากการศึกษาเมื่อมีการเติม K_2HPO_4 ลงไปในการทดลองเพื่อให้เป็นแหล่งอาหาร พบว่าเมื่อดูจากค่า OD สาหร่ายในชุดการทดลองที่มีการเติม K_2HPO_4 ตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.6 กรัม/ลิตร สามารถเจริญอยู่ได้ถึงวันที่ 14 ของการทดลองมากกว่าชุดควบคุม เมื่อดูจากค่าน้ำหนักแห้งพบว่าที่ชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.2 ถึง 0.6 กรัม/ลิตร พบว่ามีน้ำหนักแห้งของสาหร่ายมากกว่าชุดควบคุมและชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.1 กรัม/ลิตร และพบว่าเมื่อมีการเพิ่ม K_2HPO_4 ในปริมาณ 0.6 กรัม/ลิตร สาหร่ายมีการเจริญเติบโตเหลือน้อยกว่าที่ความเข้มข้น 0.5 กรัม/ลิตร เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่า OD และน้ำหนักแห้งของสาหร่ายพบว่าในวันที่ 14 ของการทดลองค่า OD ชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.1 กรัม/ลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับทุกชุดการทดลอง ส่วนชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.4 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.2, 0.3, 0.5 และ 0.6 กรัม/ลิตร แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับชุดควบคุมและชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.1 กรัม/ลิตร ส่วนค่าน้ำหนักแห้ง พบว่าชุดควบคุมและชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าชุดควบคุมและชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.1 กรัม/ลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับชุดการทดลอง K_2HPO_4 0.4, 0.5 และ 0.6 กรัม/ลิตร

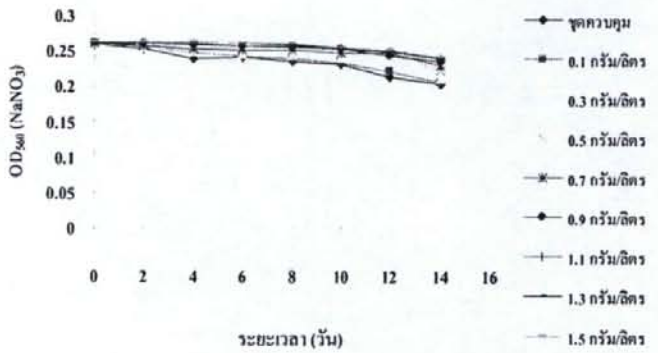
จากการทดลองพบว่า K_2HPO_4 มีผลต่อการเจริญเติบโตหรือการดำรงชีวิตอยู่ของสาหร่าย แต่ถ้ามีการเติม K_2HPO_4 ในปริมาณมากก็ไม่ส่งผลให้มีการเจริญอยู่รอดของสาหร่ายเท่าใดนัก โดยสังเกตดูจากค่า OD และค่าน้ำหนักแห้งของสาหร่ายที่มีค่าไม่แตกต่างกันนัก

4.5.3 ผลของ $NaNO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทอง

ตารางที่ 4.15 ผลของ $NaNO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่า OD_{560}

ระยะเวลา (วัน)	ระดับ$NaNO_3$ (กรัม / ลิตร)								
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5
0	0.258a	0.260a	0.261a	0.259a	0.261a	0.261a	0.258a	0.261a	0.262a
2	0.252a	0.254ab	0.255ab	0.257bc	0.257bc	0.261d	0.260cd	0.262d	0.262d
4	0.238a	0.246b	0.248bc	0.250bc	0.252c	0.259d	0.260d	0.263d	0.262d
6	0.240a	0.243a	0.245ab	0.250bc	0.251bcd	0.256cde	0.257de	0.261e	0.261e
8	0.234a	0.238a	0.245b	0.250bc	0.250bc	0.255cd	0.256cd	0.259d	0.260d
10	0.230a	0.232a	0.240b	0.246c	0.247cd	0.252de	0.253e	0.253e	0.254e
12	0.212a	0.221b	0.234c	0.245de	0.246de	0.243d	0.248de	0.249de	0.251e
14	0.203ab	0.205ab	0.210bc	0.222cd	0.229de	0.234de	0.238ef	0.238ef	0.240f

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

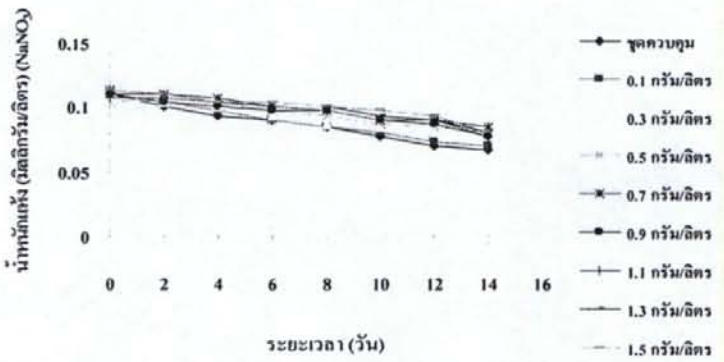


รูปที่ 4.18 ผลของ $NaNO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่า OD_{560}

ตารางที่ 4.16 ผลของ $NaNO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม/ลิตร)

ระยะเวลา (วัน)	ระดับ$NaNO_3$ (กรัม / ลิตร)								
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5
0	0.110ab	0.110ab	0.107ab	0.104a	0.113c	0.110ab	0.107ab	0.110ac	0.113c
2	0.100a	0.104ab	0.104ab	0.107ab	0.110c	0.104ab	0.107ab	0.110c	0.110c
4	0.093a	0.097ab	0.100abc	0.104bc	0.107c	0.100abc	0.104bc	0.104bc	0.104bc
6	0.090a	0.090a	0.093ab	0.097abc	0.100bc	0.097abc	0.100bc	0.104c	0.104c
8	0.084a	0.084a	0.087ab	0.093bc	0.097c	0.097c	0.097c	0.100c	0.100c
10	0.077a	0.080ab	0.084abc	0.087bcd	0.090cde	0.090cde	0.090cde	0.093de	0.097e
12	0.070a	0.073a	0.080b	0.084bc	0.087cd	0.087cd	0.090cd	0.090cd	0.093d
14	0.067a	0.070ab	0.077bc	0.080c	0.084c	0.077bc	0.077bc	0.080c	0.080c

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.19 ผลของ $NaNO_3$ ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม/ลิตร)

จากการศึกษาเมื่อเติม $NaNO_3$ ลงไปในการทดลองเพื่อให้เป็นแหล่งอาหารของสาหร่าย พบว่าค่า OD ของชุดการทดลองที่มีการเติม $NaNO_3$ ปริมาณมากจะมีการลดลงของค่า OD น้อยกว่าชุดการทดลองที่มีการเติม $NaNO_3$ ในปริมาณน้อยและชุดควบคุม ส่วนค่าน้ำหนักแห้งของสาหร่ายจะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันนักโดยปริมาณ $NaNO_3$ ที่ใกล้เคียงกันจะมีค่าน้ำหนักแห้งที่เท่ากัน และพบว่าชุดการทดลองที่มีการเติม $NaNO_3$ จะมีค่าน้ำหนักแห้งของสาหร่ายมากกว่าชุดที่ไม่มีการเติม $NaNO_3$ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่า OD และน้ำหนักแห้งของสาหร่าย ในวันที่ 14 ของการทดลอง พบว่าค่า OD ที่ชุดการทดลอง $NaNO_3$ 1.1, 1.3 และ 1.5 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชุดการทดลอง $NaNO_3$ 0.5, 0.7 และ 0.9 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชุดการทดลอง $NaNO_3$ 0.3 และ 0.7 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชุดควบคุมกับชุดการทดลอง $NaNO_3$ 0.1 กรัม/ลิตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าน้ำหนักแห้งของสาหร่ายพบว่าชุดการทดลอง $NaNO_3$ ตั้งแต่ 0.3 - 1.5 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชุดการทดลองปริมาณ $NaNO_3$ 0.1 และ 0.3 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชุดควบคุมกับชุดการทดลองปริมาณ $NaNO_3$ 0.1 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชุดควบคุมมีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับชุดการทดลอง $NaNO_3$ 0.3 – 1.5 กรัม/ลิตร

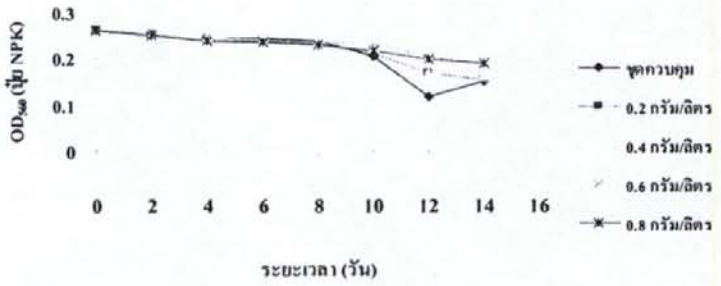
จากการทดลองพบว่า $NaNO_3$ มีผลต่อการอยู่รอดของสาหร่ายเมื่อมีปริมาณ $NaNO_3$ เพิ่มมากขึ้นแต่ถ้ามีการเติม $NaNO_3$ ในปริมาณที่มากจนเกินไปก็ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยสังเกตดูจากค่า OD และค่าน้ำหนักแห้งของสาหร่ายที่มีค่าไม่แตกต่างกันนัก

4.5.4 ผลของปุ๋ย NPK ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทอง

ตารางที่ 4.17 ผลของปุ๋ย NPK ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่า OD_{560}

ระยะเวลา (วัน)	ระดับปุ๋ยNPK (กรัม / ลิตร)				
	0	0.2	0.4	0.6	0.8
0	0.260a	0.261a	0.258a	0.258a	0.260a
2	0.248a	0.253a	0.248a	0.253a	0.250a
4	0.245a	0.241a	0.245a	0.239a	0.238a
6	0.244bc	0.237ab	0.246c	0.241abc	0.235a
8	0.237ab	0.232ab	0.241b	0.234ab	0.229a
10	0.203a	0.210ab	0.221abc	0.230c	0.216b
12	0.118a	0.167b	0.168b	0.205c	0.197c
14	0.151a	0.153a	0.162b	0.189c	0.190c

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

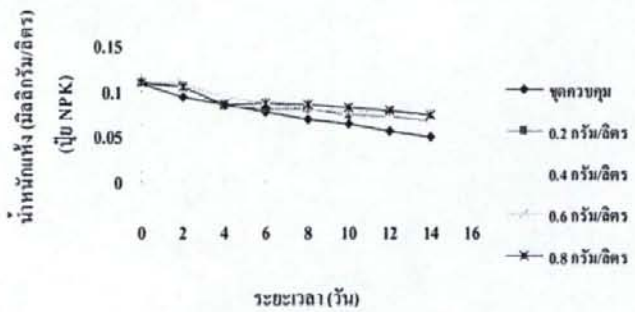


รูปที่ 4.20 ผลของปุ๋ย NPK ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่า OD_{560}

ตารางที่ 4.18 ผลของปุ๋ย NPK ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองในระยะเวลาเพาะเลี้ยง 14 วัน แสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม / ลิตร)

ระยะเวลา (วัน)	ระดับปุ๋ยNPK (กรัม / ลิตร)				
	0	0.2	0.4	0.6	0.8
0	0.107a	0.107a	0.107a	0.110a	0.110a
2	0.093a	0.104ab	0.107b	0.107b	0.104ab
4	0.084a	0.083a	0.094a	0.093a	0.084a
6	0.077a	0.080a	0.090b	0.087b	0.087b
8	0.069a	0.080b	0.084b	0.080b	0.085b
10	0.064a	0.073b	0.080cd	0.076c	0.081d
12	0.056a	0.072b	0.073b	0.076c	0.078c
14	0.049a	0.067b	0.069bc	0.073cd	0.074d

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.21 ผลของปุ๋ย NPK ต่อการเจริญของสาหร่ายเกลียวทองแสดงด้วยค่าน้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัม / ลิตร)

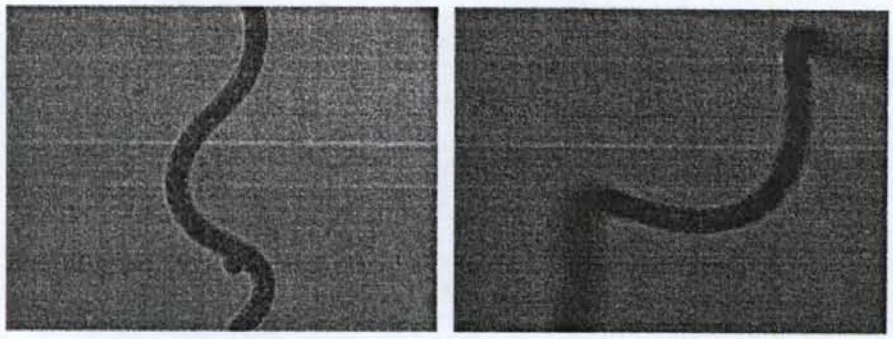
จากการศึกษาเมื่อมีการเติมปุ๋ย NPK ลงไปในการทดลองเพื่อให้เป็นแหล่งอาหารพบว่าค่า OD และน้ำหนักแห้ง ในวันที่ 14 ของชุดการทดลองที่มีการเติมปุ๋ย NPK ปริมาณมากจะมีการลดลงของค่า OD น้อยกว่าชุดการทดลองที่มีการเติมปุ๋ย NPK ในปริมาณน้อยและชุดควบคุม เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่า OD และน้ำหนักแห้งของสาหร่าย ในวันที่ 14 ของการทดลอง พบว่าค่า OD ของชุดควบคุมและชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.2 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.6 และ 0.8 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับชุดควบคุมและชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.2 กรัม/ลิตร และชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.4 กรัม/ลิตร มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับทุกชุดการทดลอง ส่วนน้ำหนักแห้งของสาหร่ายพบว่า ชุดควบคุมมีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับทุกชุดการทดลอง ส่วนชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.2 และ 0.4 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.6 และ 0.8 กรัม/ลิตร สำหรับชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.6 และ 0.8 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชุดการทดลองปุ๋ย NPK 0.4 และ 0.6 กรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดลองพบว่าปุ๋ย NPK มีผลต่อการอยู่รอดของสาหร่ายเมื่อมีปริมาณปุ๋ย NPK เพิ่มมากขึ้น แต่ถ้ามีการเติมปุ๋ย NPK ในปริมาณที่มากจนเกินไปก็ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยสังเกตดูจากค่า OD และน้ำหนักแห้งของสาหร่าย

จากการทดลองในเรื่องของสารอาหารในสภาพกลางแจ้งพบว่า ค่าพีเอชตลอดการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 8.5-10.0 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 6.3-7.1 อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28.9-31.8 องศาเซลเซียส สารอาหารทุกชนิดมีผลต่อการเจริญของสาหร่ายแต่ปริมาณที่ใช้ไม่ควรจะมากจนเกินไปเนื่องจากจะไม่ส่งผลต่อการเจริญของสาหร่ายเท่าใดนัก และยังเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอีกด้วย

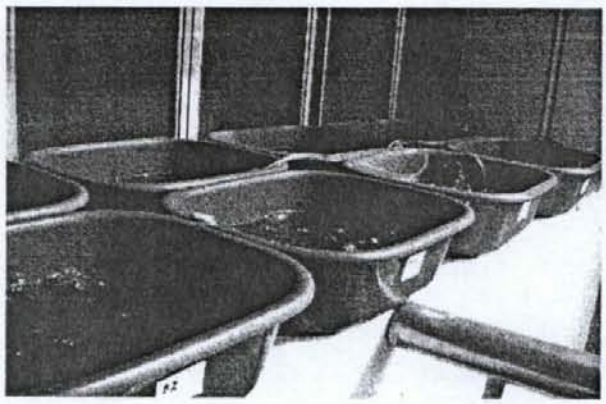
4.5.5 คุณค่าทางโภชนาการ

ได้ทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองจากปริมาณสารอาหารที่คัดเลือกได้จากการทดลองข้างต้นโดยใช้ปริมาณสารอาหารดังนี้ $NaHCO_3$ 7 กรัม/ลิตร K_2HPO_4 0.4 กรัม/ลิตร $NaNO_3$ 1.3 กรัม/ลิตร และปุ๋ย NPK 0.6 กรัม/ลิตร ทำการเพาะเลี้ยง 22 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้นำสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงไปทำการอบแห้งและนำสาหร่ายที่ได้ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการทางโปรตีน พบว่ามีโปรตีน 41.0% ส่วนการเพาะเลี้ยงที่ไม่มีการเติมสารอาหารมีโปรตีน 28.8%



A B

รูปที่ 4.22 ลักษณะของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในสารอาหาร $NaHCO_3$ 7 กรัม/ลิตร K_2HPO_4 0.4 กรัม/ลิตร $NaNO_3$ 1.3 กรัม/ลิตร และปุ๋ย NPK 0.6 กรัม/ลิตร ระยะเวลา 22 วัน



รูปที่ 4.23 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาพกลางแจ้ง