

ผลการทดลอง

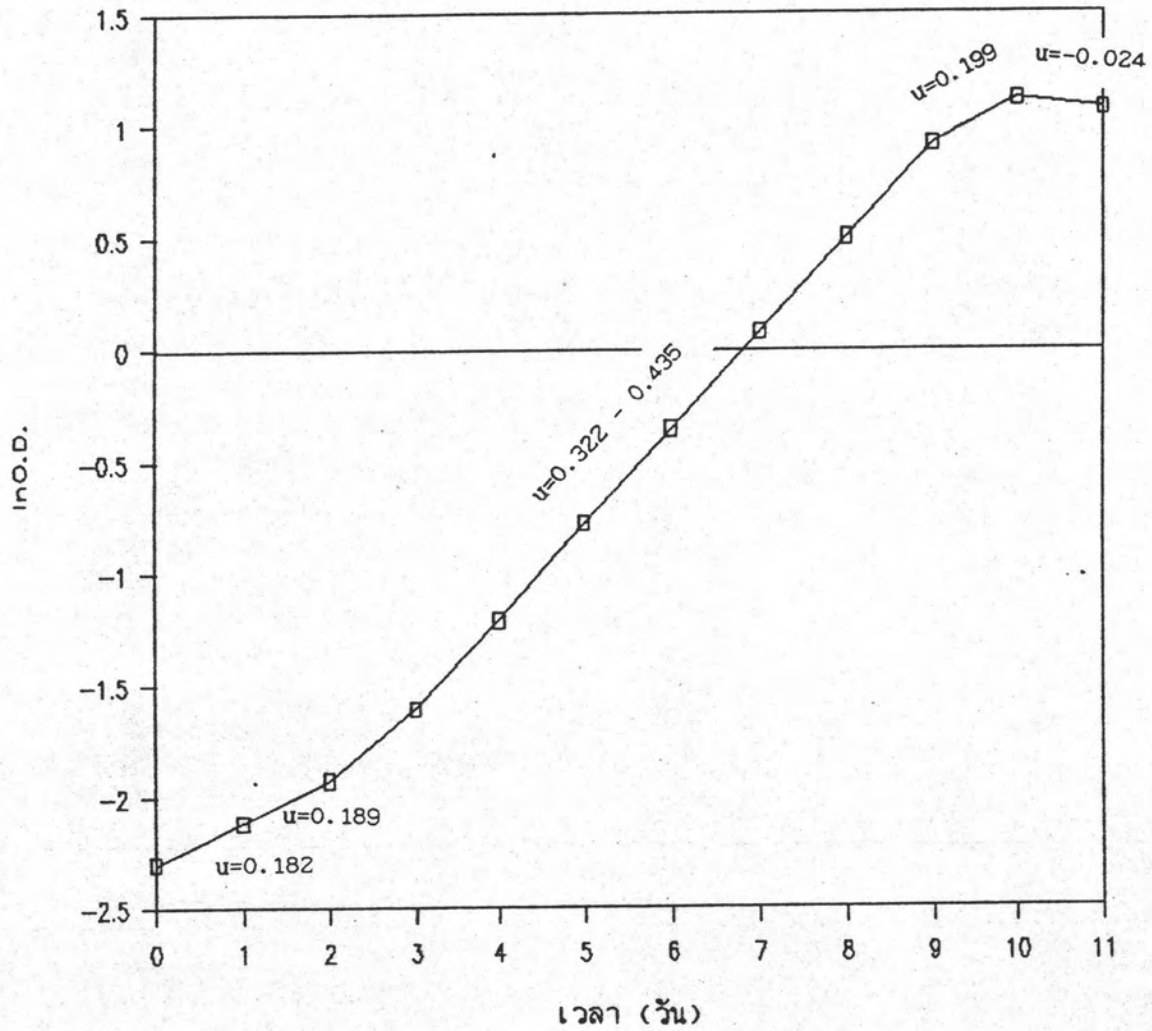
4.1 การหาระยะเวลาการเพาะเลี้ยงและความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้นที่เหมาะสม

ในการทดลองเลี้ยงสาหร่ายโดยเริ่มต้นที่ O.D. เท่ากับ 0.1 และทำการตรวจวัด O.D. ของสาหร่ายทุกวัน (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-1) แล้วนำค่า O.D. มาเขียนกราฟแสดงการเจริญเติบโตดังแสดงในภาพที่ 4.1 และคำนวณหาค่าอัตราการเจริญเติบโต (ภาคผนวก จ ตารางที่ จ-1) เพื่อหาช่วงเวลาที่ยอดสาหร่ายมีการเจริญเติบโตในระยะ exponential จะเห็นว่าในช่วงเริ่มต้นขณะที่ ค่า O.D. ของสาหร่ายเท่ากับ 0.1 ถึง 0.145 อัตราการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ คือประมาณ 0.182 ถึง 0.189 O.D. ต่อวัน แต่หลังจากนั้นในวันที่ 3 ถึง วันที่ 9 ของการทดลองเมื่อ O.D. มีค่ามากกว่า 0.145 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายมีค่าสูงคือมีค่าระหว่าง 0.322 ถึง 0.435 O.D. ต่อวัน จากนั้นในวันที่ 10 การเจริญเติบโตต่อวันของสาหร่ายจะลดลงและลดลงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 11 คือมีค่าอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ -0.042 เท่านั้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเริ่มต้นเพื่อให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงสุดต่อวันคือ ที่ O.D. มากกว่า 0.145 และเวลาที่เหมาะสมในการติดตามการเจริญเติบโตของสาหร่ายประมาณ 5 วัน ทั้งนี้เพราะการเจริญเติบโตของสาหร่ายในช่วง exponential เป็นระยะที่สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการเลี้ยงไม่เป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตได้ ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงเริ่มเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่ค่า O.D. เท่ากับ 0.30 ± 0.05 และใช้ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง 5 วัน

4.2 การศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง4.2.1 การปรับและขยายพันธุ์สาหร่ายในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ระดับต่าง ๆ

ในการปรับสาหร่ายที่เดิมอยู่ในอาหารสูตรที่ 1 ซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัมต่อลิตร และขยายพันธุ์สาหร่ายไปยังอาหารสูตรที่ 2 3 และ 4 ซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์ 10 20 และ 30 กรัมต่อลิตรตามลำดับ โดยค่อยๆปรับสาหร่ายให้ไปอยู่ในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์สูงขึ้นทีละ 10 กรัมต่อลิตร ตามหัวข้อที่ 3.2.2.1 (การปรับและขยายพันธุ์สาหร่ายเกลียวทองในอาหาร



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง
 หมายถึง : u หมายถึง อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย

ที่มีโซเดียมคลอไรด์ระดับต่างๆ) เมื่อถึงขั้นตอนที่ 4 จึงมีสาหร่ายอยู่ในอาหารครบทั้ง 4 สูตร จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-2) และนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย (ภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-2) เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายในแต่ละขั้นตอน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1 ภาพที่ 4.2 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายในอาหารแต่ละสูตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการทดลองที่ทุกระดับโซเดียมคลอไรด์ทั้ง 4 ขั้นตอน

4.2.2 การศึกษาผลของ โซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง
จากการศึกษาผลของ โซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองดังรายละเอียดตามข้อ 3.2.2.2 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.2.2.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-3) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายในอาหาร 4 สูตร โดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 ผลการศึกษาพบว่าในรอบที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 สูงกว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 2 3 และ 4 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนรอบที่ 2 สาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด สูงกว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 2 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 3 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างจากอาหารสูตรที่ 1 ส่วนสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ก็ยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ต่ำกว่าอาหารสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ

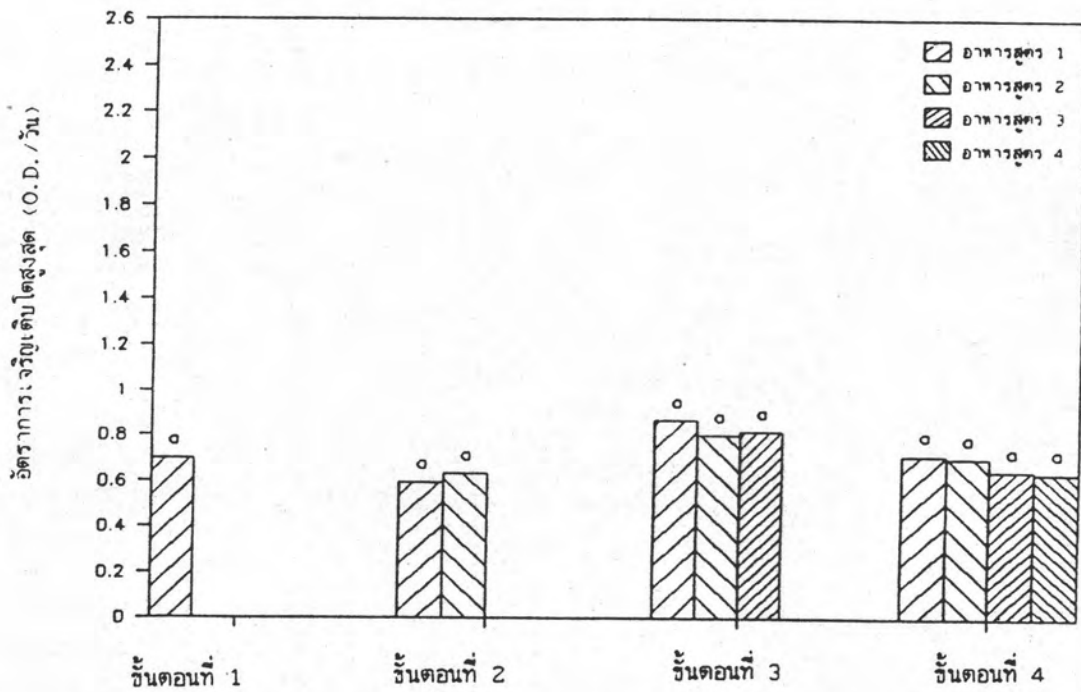
เมื่อนำค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด และต่างกับอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างจากสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 2

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตรแสดงในภาพที่ 4.4 พบว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ใกล้เคียงกันทั้ง 3 รอบและ

ตารางที่ 4.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองชั้นปรับและขยายพันธุ์
สาหร่ายในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ระดับต่างๆ (O.D./วัน)

ขั้นตอนที่	ขวดที่	อาหารสูตร			
		1	2	3	4
1	1	0.693			
	2	0.723			
	3	0.693			
	เฉลี่ย	0.703			
2	1	0.572	0.678		
	2	0.619	0.633		
	3	0.604	0.601		
	เฉลี่ย	0.598	0.637		
3	1	0.785	0.788	0.807	
	2	0.889	0.818	0.852	
	3	0.833	0.803	0.792	
	เฉลี่ย	0.866	0.803	0.817	
4	1	0.723	0.738	0.628	0.678
	2	0.752	0.662	0.664	0.633
	3	0.678	0.717	0.664	0.617
	เฉลี่ย	0.718	0.607	0.652	0.643

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-2



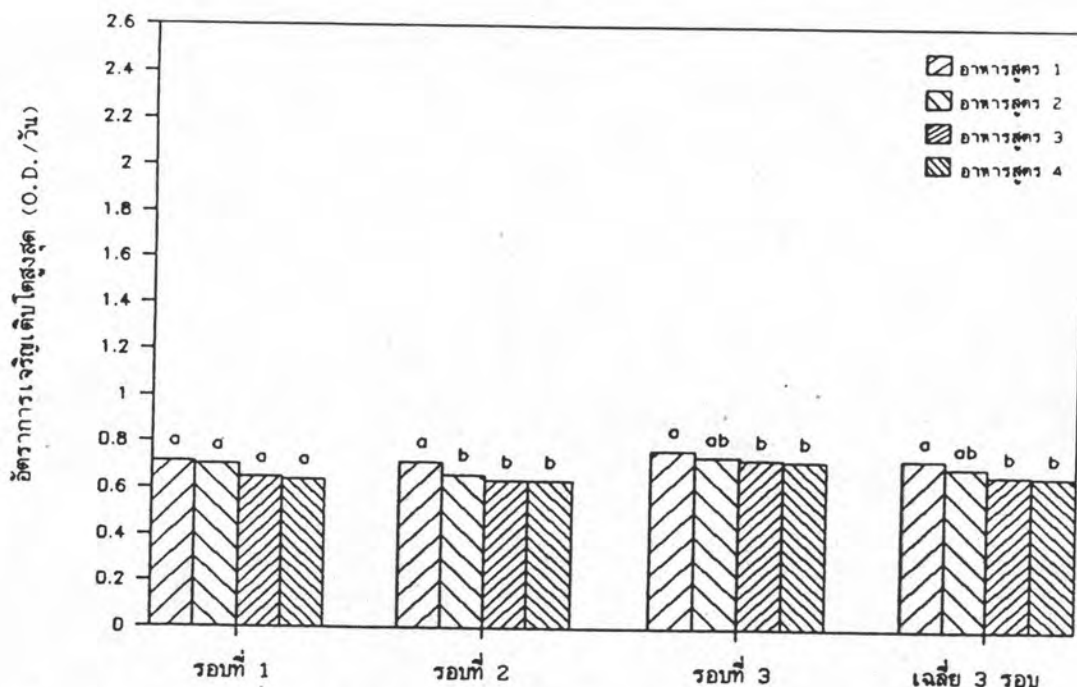
ภาพที่ 4.2 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของสาหร่ายเกลียวทอง ขึ้นการปรับและขยายสาหร่าย ในอาหารที่มีความเค็มระดับต่างๆ

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

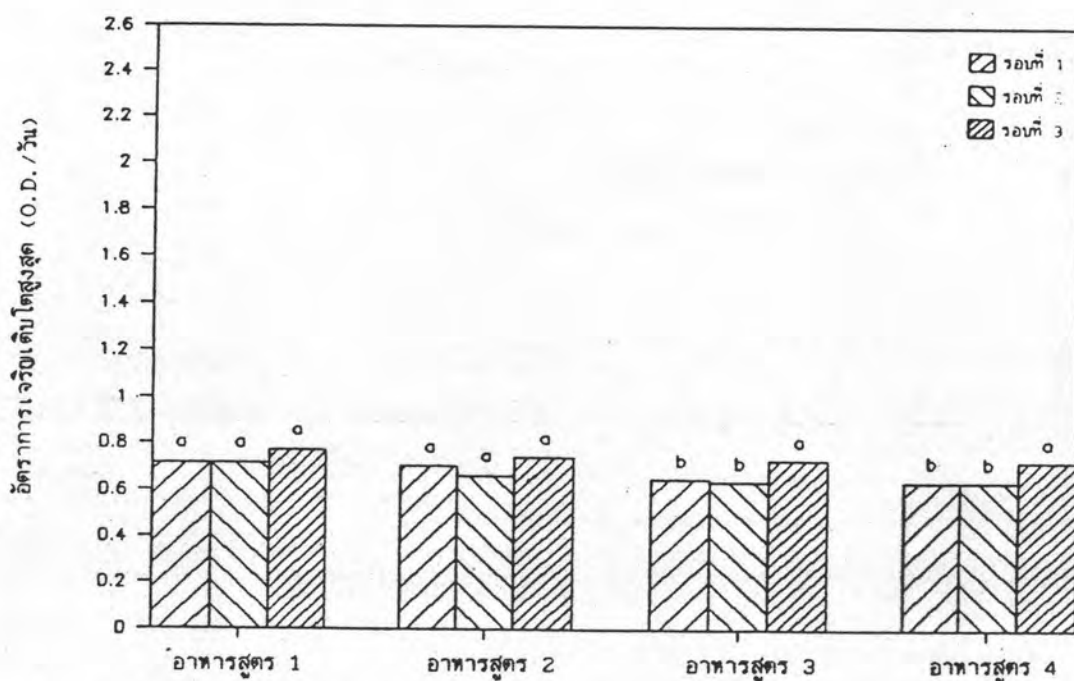
ตารางที่ 4.2 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร
4 สูตร(O.D./วัน)

รอบที่	ขวดที่	อาหารสูตร			
		1	2	3	4
1	1	0.723	0.738	0.628	0.678
	2	0.752	0.662	0.664	0.633
	3	0.678	0.717	0.664	0.617
	เฉลี่ย	0.718	0.706	0.652	0.643
2	1	0.708	0.649	0.626	0.653
	2	0.752	0.634	0.633	0.631
	3	0.693	0.709	0.663	0.631
	เฉลี่ย	0.718	0.664	0.641	0.638
3	1	0.788	0.756	0.722	0.727
	2	0.773	0.756	0.736	0.710
	3	0.758	0.709	0.732	0.744
	เฉลี่ย	0.773	0.740	0.730	0.727
เฉลี่ย 3 รอบ		0.736	0.703	0.674	0.669

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-3



ภาพที่ 4.3 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.4 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในรอบที่ 3 สูงกว่ารอบที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตร จากการทดลอง 3 รอบ (ภาพที่ 4.5) แสดงว่าการเจริญเติบโตในระยะ exponential เกิดขึ้นในช่วง 48 ชั่วโมงแรก

4.2.2.2 ผลผลิตของสาหร่าย

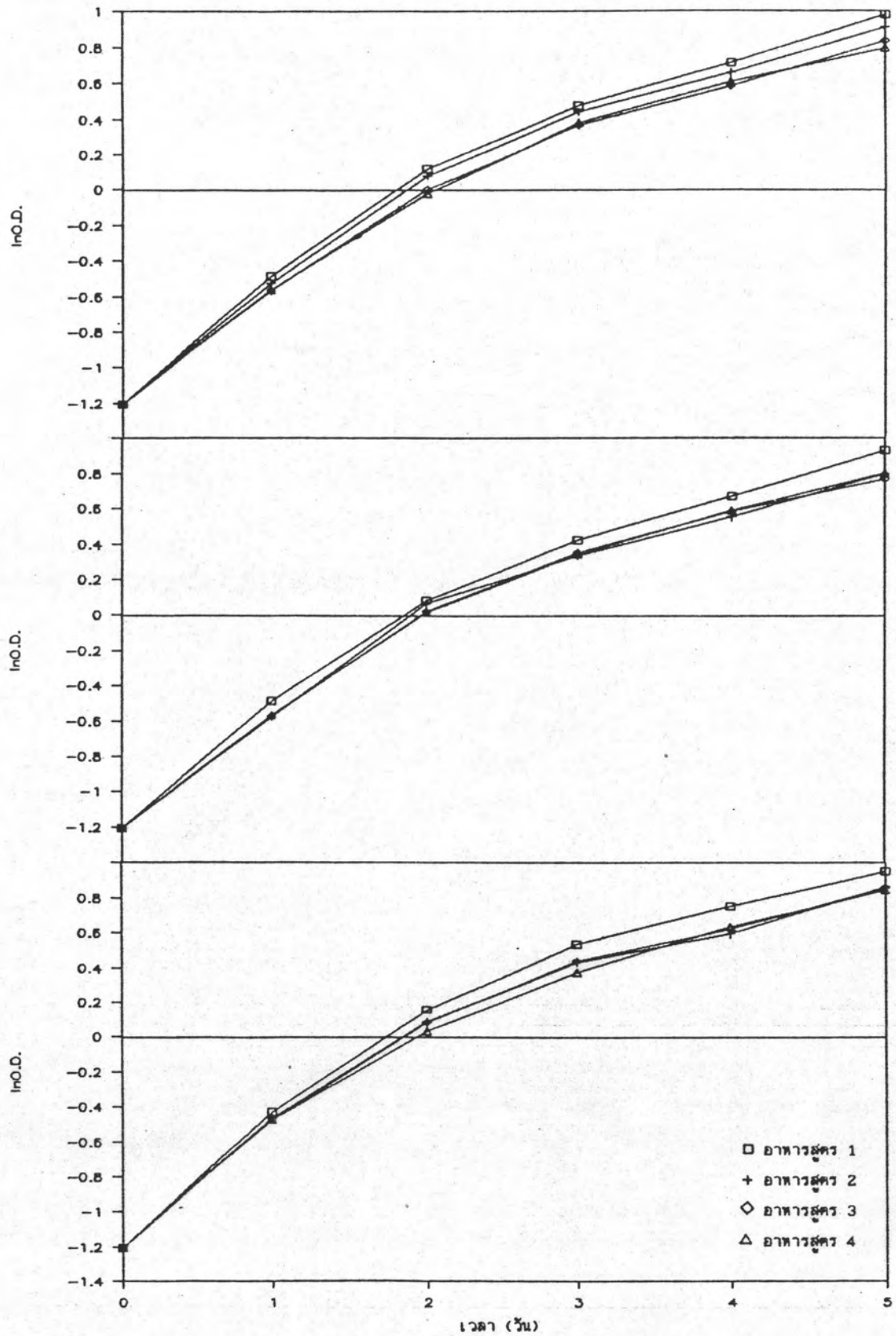
จากการหาน้ำหนักแห้งของสาหร่ายในวันแรก และวันสุดท้ายในของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ ผลแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-10 แล้วคำนวณหาผลผลิตของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3 ภาพที่ 4.6 พบว่าสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตรมีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติในการทดลองรอบที่ 1 และ 3 แต่ในรอบที่ 2 เฉพาะสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 4 เท่านั้นที่มีผลผลิตสูงกว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบ มาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าผลผลิตของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ผลผลิตของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 4 2 และ 3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลผลิตของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตรในอาหารทั้ง 4 สูตร

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิต ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตรอาหาร แสดงในภาพที่ 4.7 พบมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 4 ที่ผลผลิตในรอบที่ 2 สูงกว่ารอบที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายในวันแรก และวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-17 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4 ภาพที่ 4.8 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 ต่ำกว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญในรอบแรกเท่านั้น ส่วนในรอบที่ 2 และ 3 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และสำหรับสาหร่ายคู่อื่นๆ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ

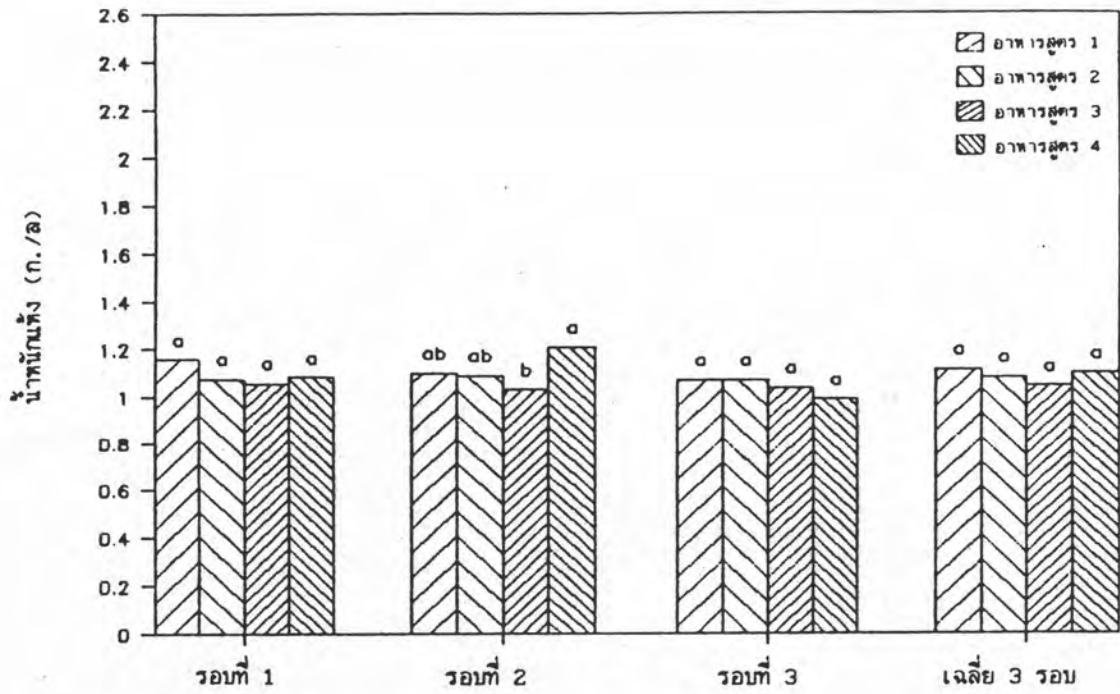


ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

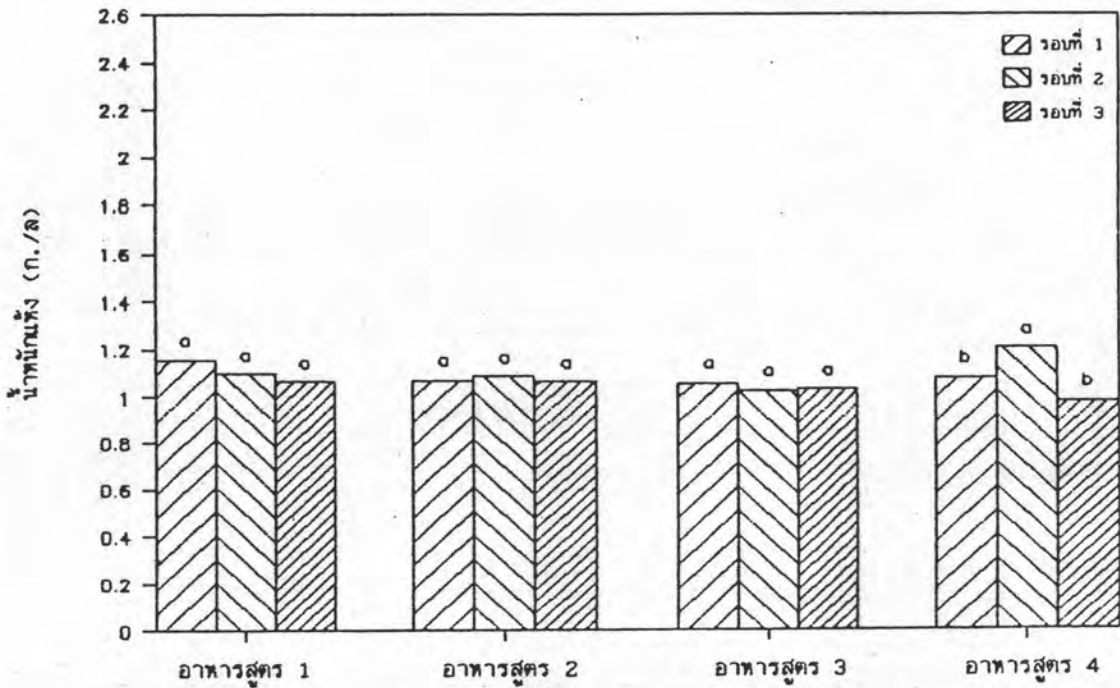
ตารางที่ 4.3 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร 4 สูตร (มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	อาหารสูตร			
		1	2	3	4
1	1	1202	1120	1046	996
	2	1136	1068	1184	1128
	3	1118	1026	936	1112
	เฉลี่ย	1152	1071	1055	1079
2	1	1138	1100	914	1262
	2	1122	1108	1026	1130
	3	1026	1046	1130	1216
	เฉลี่ย	1095	1085	1023	1203
3	1	1012	1110	978	1038
	2	1116	1062	1098	936
	3	1064	1024	1016	972
	เฉลี่ย	1064	1065	1031	982
เฉลี่ย 3 รอบ		1104	1074	1036	1088

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-17



ภาพที่ 4.6 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ในการทดลอง 3 รอบ



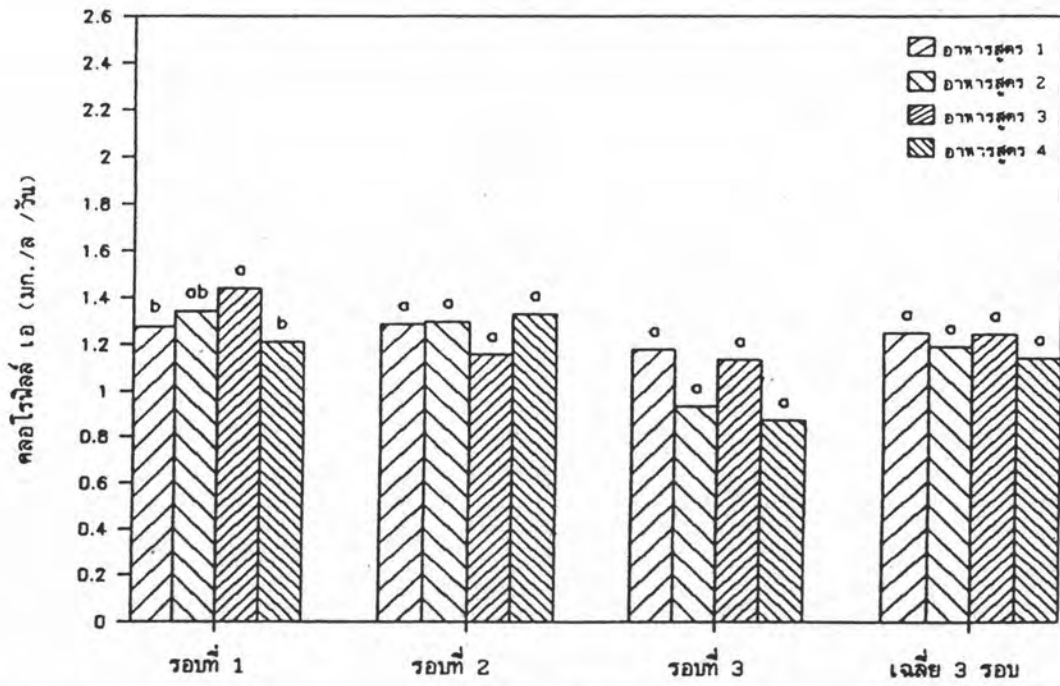
ภาพที่ 4.7 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

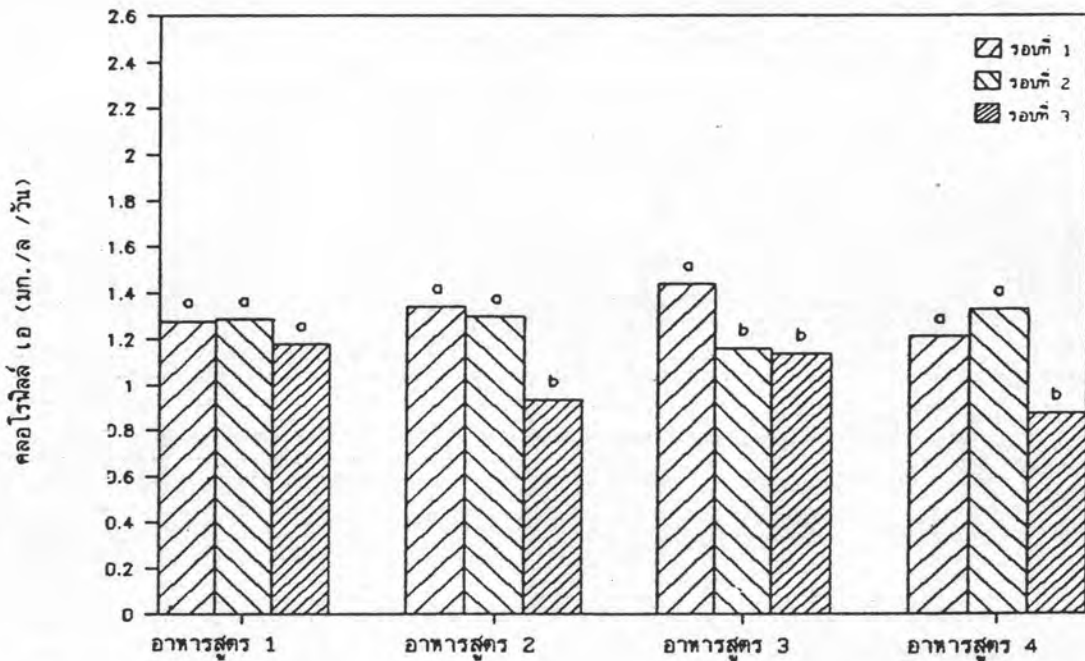
ตารางที่ 4.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร
4 สูตร (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	อาหารสูตร			
		1	2	3	4
1	1	1.250	1.372	1.369	1.172
	2	1.246	1.303	1.553	1.285
	3	1.332	1.342	1.384	1.169
	เฉลี่ย	1.276	1.339	1.435	1.209
2	1	1.450	1.389	1.016	1.445
	2	1.050	1.283	1.289	1.236
	3	1.353	1.215	1.167	1.307
	เฉลี่ย	1.284	1.296	1.157	1.329
3	1	1.249	0.641	1.204	0.937
	2	1.086	1.121	1.102	0.812
	3	1.192	1.036	1.096	0.867
	เฉลี่ย	1.176	0.933	1.134	0.872
เฉลี่ย 3 รอบ		1.245	1.189	1.242	1.137

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-17



ภาพที่ 4.8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของสาหร่ายในอาหารแต่ละสูตรในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 2 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตร

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตรอาหาร แสดงในภาพที่ 4.9 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 2 และ 4 มีแนวโน้มคล้ายกันคือปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบที่ 3 สาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 เท่านั้นที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 1 สูงกว่ารอบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2.2.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่าย

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 พบว่าตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ ความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของอาหารสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่อาหารสูตรที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ และเมื่อนำอาหารดังกล่าวไปเลี้ยงสาหร่ายเป็นเวลา 5 วัน พบว่าความเป็นกรด-ด่าง สุดท้ายมีแนวโน้มเช่นเดียวกับขณะเริ่มต้น

4.2.2.5 ขนาดและรูปร่างของสาหร่าย

ผลการวัดขนาดและรูปร่างของสาหร่าย แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 พบว่า trichome ของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 4 มีความยาวมากที่สุดตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ รองลงมาได้แก่สาหร่ายในอาหารสูตรที่ 3 2 และ 1 ตามลำดับ

ระยะห่างระหว่างเกลียว ในรอบแรกสาหร่ายจากอาหารสูตรที่ 1 และ 2 มีความยาวใกล้เคียงกัน และยาวกว่าสาหร่ายจากอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกัน ส่วนในรอบที่ 2 สาหร่ายเชื้อที่ 2 3 และ 4 มีระยะห่างระหว่างเกลียวใกล้เคียงกันและสั้นกว่าสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 3 พบว่าระยะห่างระหว่างเกลียวในอาหารทั้ง 4 สูตร มีแนวโน้มใกล้เคียงกันมากขึ้น

ตารางที่ 4.5 ความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง 4 สูตร
(เฉลี่ยจาก 3 ซวด)

รอบที่	pH	อาหารสูตร			
		1	2	3	4
1	pH เริ่มต้น	8.53	8.42	8.32	8.27
	pH สุดท้าย	10.33	10.20	10.17	10.11
2	pH เริ่มต้น	8.35	8.22	8.15	8.02
	pH สุดท้าย	10.26	10.15	10.03	10.12
3	pH เริ่มต้น	8.34	8.16	8.15	7.96
	pH สุดท้าย	10.22	10.12	10.04	10.00

ตารางที่ 4.6 ขนาด trichome ของสาหร่ายเกลียวทองในอาหาร 4 สูตร (ไมครอน)

รอบที่	ลักษณะที่วัด	อาหารสูตร			
		1	2	3	4
1	ความยาว	410	586	595	659
	ระยะห่างระหว่างเกลียว	115	114	104	101
	เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว	42	39	34	28
2	ความยาว	412	582	619	650
	ระยะห่างระหว่างเกลียว	100	80	79	83
	เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว	34	33	33	32
3	ความยาว	430	591	638	650
	ระยะห่างระหว่างเกลียว	76	73	76	76
	เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว	35	34	33	31

เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนเฉพาะรอบแรกของการทดลองเท่านั้น โดยพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวของสาหร่ายในอาหารสูตรที่ 1 ยาวที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายในอาหารสูตรที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ และเมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 2 และ 3 พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวของสาหร่ายในอาหารทั้ง 4 สูตรมีความยาวใกล้เคียงกัน

4.3 การใช้น้ำเค็มจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง

4.3.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและการคัดเลือกของตัวอย่างน้ำ

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของตัวอย่างน้ำทั้ง 11 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ตัวอย่างน้ำที่คัดเลือกในการทดลองได้แก่

1. บ่อน้ำบาดาล บ้านบวร ตำบลแดงใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
2. อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ ตำบลบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม
3. บ่อน้ำบาดาล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 4.8

4.3.2 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง
จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง ซึ่งมีค่าคลอรีนดี 3.8 กรัมต่อลิตร และมีความกระด้างรวม 855 มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณในรูป CaCO_3 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.2.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-4) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-4 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญในการทดลองรอบที่ 1 แต่เมื่อเลี้ยงในรอบที่ 2 กลับไม่พบความแตกต่างระหว่างสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ และจะพบความแตกต่างอีกครั้งในการทดลองรอบที่ 3 โดยพบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 เพียงเชื้อเดียวเท่านั้นที่ยังคงมีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันสูงกว่าสาหร่ายเชื้อที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสาหร่ายคู่อื่นๆ อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อ

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของตัวอย่างน้ำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ของประเทศไทย

ตัวอย่างน้ำ	ความเป็นกรด-ด่าง	ความเป็นต่างรวม (มก./ลิตร as CaCO ₃)	ความกระด้างรวม	คลอรีนิตี (กรัม/ลิตร)
1	8.05	683	855	3.8
2	6.87	102	1,570	2.5
3	7.02	361	790	0.8
4	6.65	219	2,340	4.8
5	6.98	305	2,380	2.9
6	*	*	*	*
7	*	*	*	*
8	8.05	462	445	1.0
9	8.15	403	310	1.0
10	*	*	*	*
11	6.85	1,101	761	12.3

หมายเหตุ : ตัวอย่างน้ำที่ 1 หมายถึง น้ำบาดาล บ้านบวร จังหวัดขอนแก่น
 ตัวอย่างน้ำที่ 2 หมายถึง น้ำบาดาล บ้านโนนสูง จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 3 หมายถึง น้ำบาดาล วัดบ้านหนองคู จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 4 หมายถึง น้ำบาดาล วัดโนนศรี จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 5 หมายถึง น้ำบาดาล บ้านลุมพุก จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 6 หมายถึง น้ำบาดาล วัดท่าเลียบวังบัว จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 7 หมายถึง น้ำบาดาล วัดพิไชยาราม จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 8 หมายถึง น้ำบาดาล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
 ตัวอย่างน้ำที่ 9 หมายถึง น้ำบาดาล โรงเรียนแกเปะ จังหวัดกาฬสินธุ์
 ตัวอย่างน้ำที่ 10 หมายถึง น้ำบาดาล บ้านดอนตู จังหวัดมหาสารคาม
 ตัวอย่างน้ำที่ 11 หมายถึง อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม
 * หมายถึง ตัวอย่างน้ำที่ไม่สามารถเก็บได้ เนื่องจาก คันโยกสูบน้ำเสีย หรือน้ำเค็มมากจึงปิดบ่อ

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง

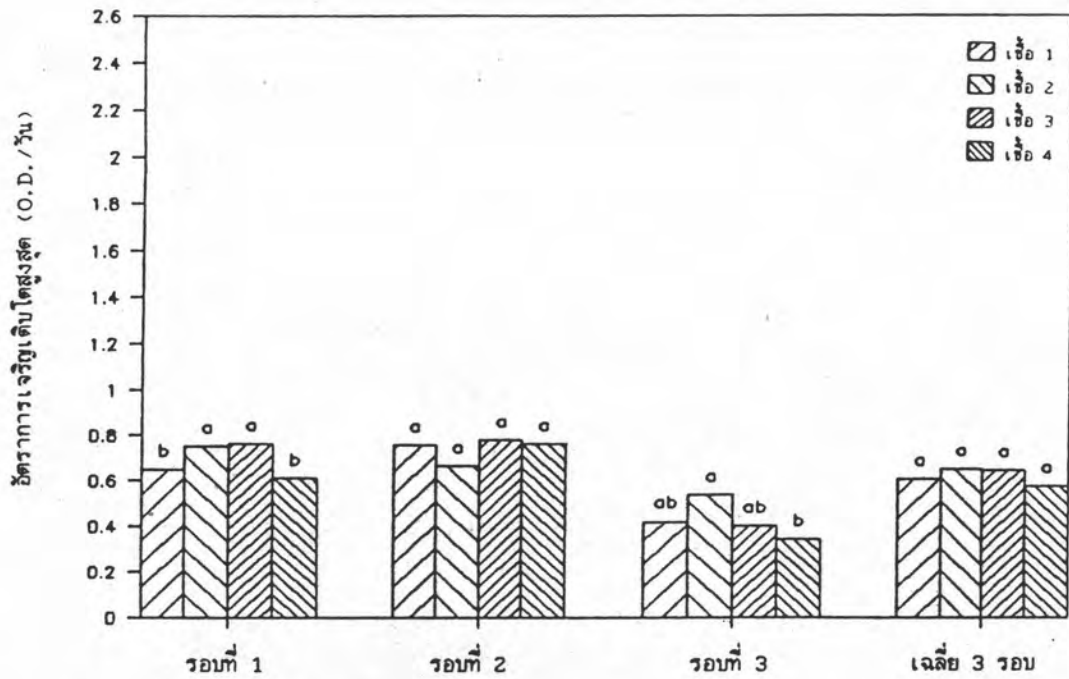
คุณสมบัติของน้ำ	ตัวอย่างน้ำที่ 1	ตัวอย่างน้ำที่ 2	ตัวอย่างน้ำที่ 3
คลอไรด์ (กรัม/ลิตร)	3.8	12.3	1.0
ความกระด้างรวม (มก./ล as CaCO ₃)	855	761	445
ความกระด้างจาก แคลเซียม(มก./ล as CaCO ₃)	371	532	351
ความกระด้างจาก แมกนีเซียม(มก./ล as CaCO ₃)	484	229	95
ซิลเฟต (มก./ล)	41	49	13
ฟอสเฟต (มก./ล)	NS	NS	NS
ไนเตรท (มก./ล)	0.69	0.79	0.34
เหล็ก (มก./ล)	0.00	3.11	0.00
โซเดียม (มก./ล)	39.20	152.40	7.60
โพแทสเซียม (มก./ล)	857	400	51

- หมายเหตุ :
1. ตัวอย่างน้ำที่ 1 หมายถึงน้ำจากบ่อนบาดาล บ้านนวร ตำบลแดงใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
 2. ตัวอย่างน้ำที่ 2 หมายถึงน้ำจากอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ ตำบลบรมีอ อำเภอบรมีอ จังหวัดมหาสารคาม
 3. ตัวอย่างน้ำที่ 3 หมายถึงน้ำจากบ่อนบาดาล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

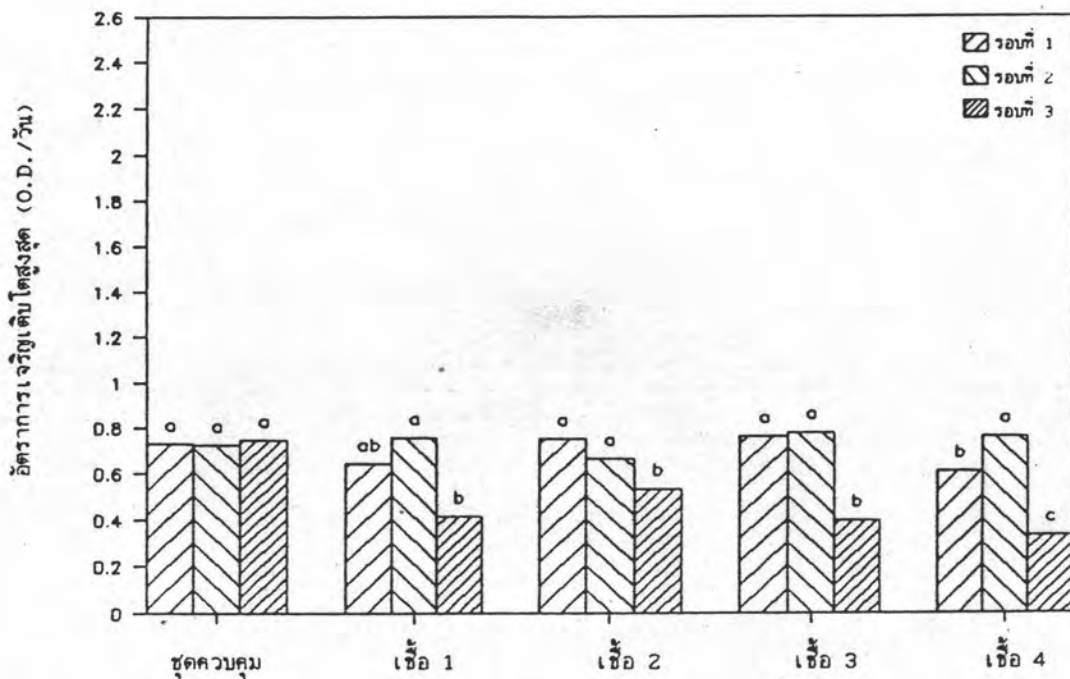
ตารางที่ 4.9 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง (O.D./วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	0.743	0.675	0.687	0.736	0.636
	2	0.728	0.615	0.747	0.807	0.575
	3	0.718	0.646	0.824	0.747	0.618
	เฉลี่ย	0.730	0.645	0.753	0.763	0.610
2	1	0.698	0.786	0.696	0.856	0.822
	2	0.724	0.745	0.629	0.759	0.709
	3	0.757	0.745	0.670	0.740	0.769
	เฉลี่ย	0.726	0.759	0.665	0.785	0.767
3	1	0.710	0.414	0.567	0.436	0.372
	2	0.738	0.452	0.525	0.387	0.309
	3	0.789	0.388	0.525	0.380	0.333
	เฉลี่ย	0.746	0.418	0.539	0.401	0.338
เฉลี่ย 3 รอบ		0.734	0.607	0.652	0.650	0.571

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-4



ภาพที่ 4.10 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.11 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อ ในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันสูงที่สุด และใกล้เคียงกับเชื้อที่ 3 รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 1 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

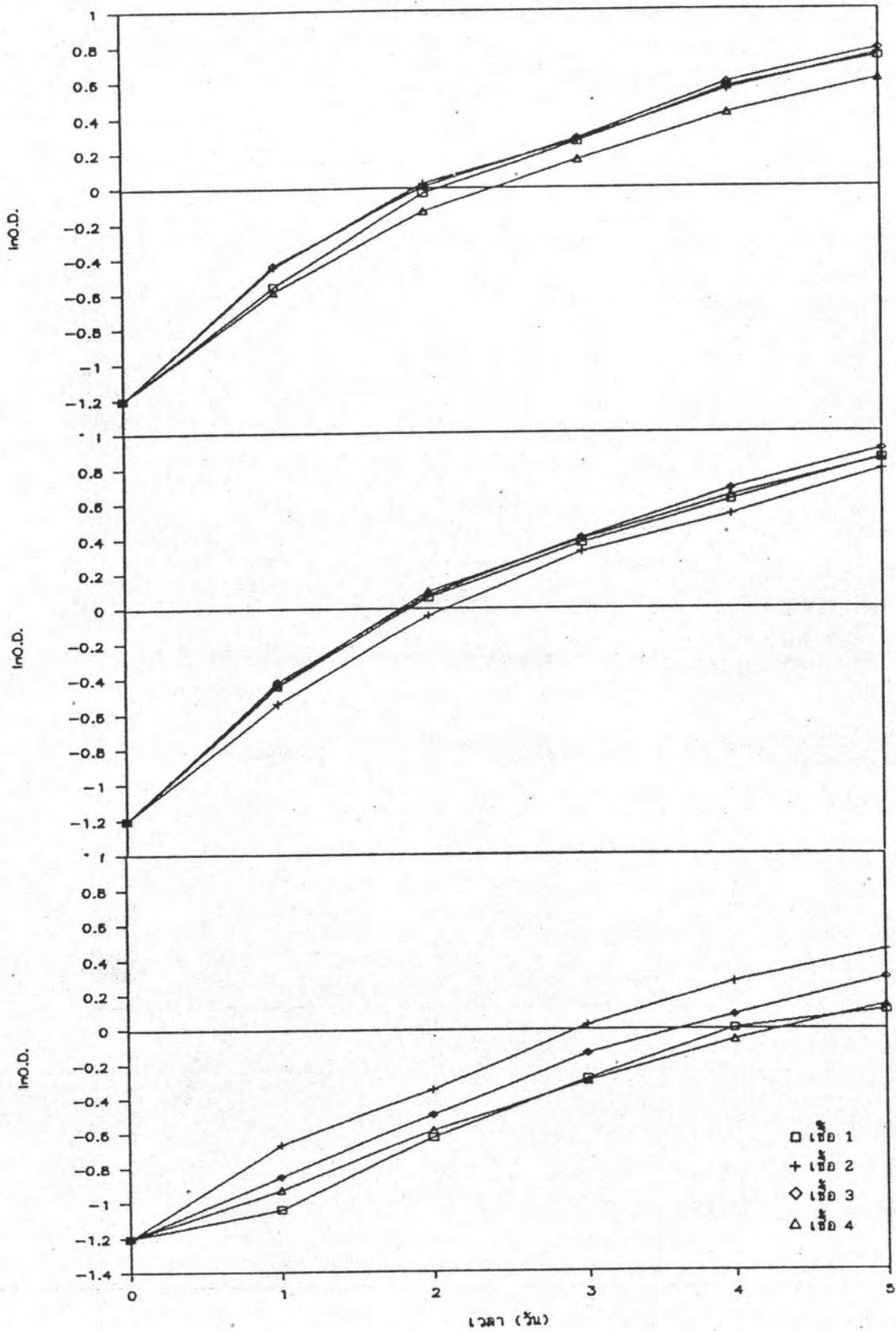
แนวโน้มค่าการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุมแสดง ในภาพที่ 4.11 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุม มีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการเลี้ยงรอบที่ 1 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในรอบที่ 3 ต่ำกว่ารอบที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเฉพาะสาหร่ายเชื้อที่ 4 เท่านั้นที่พบว่า อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในรอบที่ 2 สูงกว่ารอบแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้ออื่นๆพบว่ามีความใกล้เคียงกัน

กราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 (ภาพที่ 4.12) แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตในระยะ exponential เกิดขึ้น ในช่วง 24 ชั่วโมงแรกเท่านั้น และการเจริญเติบโตในรอบที่ 1 และ 2 สาหร่ายมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ส่วนการทดลองในรอบที่ 3 การเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อผันแปรค่อนข้างมาก และช้ากว่ารอบที่ 1 และ 2

4.3.2.2 ผลผลิตของสาหร่าย

จากการหาน้ำหนักแห้งของสาหร่ายที่เลี้ยงในวันแรก และวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ ผลแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-11 แล้วคำนวณหาผลผลิตของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.10 ภาพที่ 4.13 พบว่าตลอดการทดลองในรอบที่ 1 2 และ 3 สาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 มีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบ มาคำนวณค่าเฉลี่ยพบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 4 มีผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 1 3 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างค่าเฉลี่ยของ

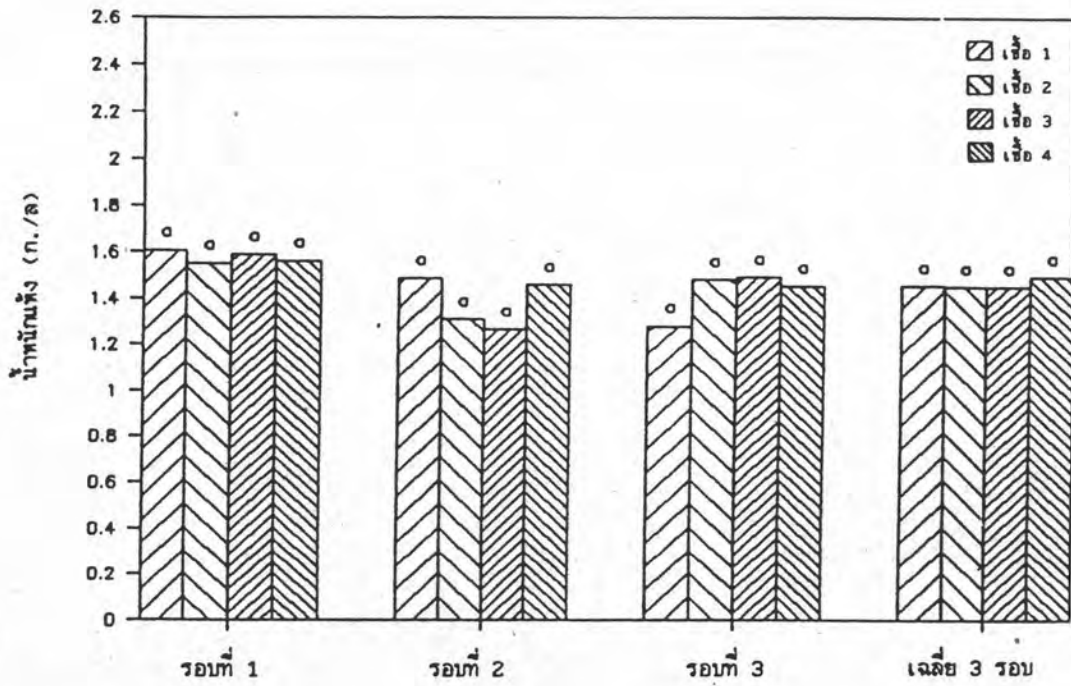


ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

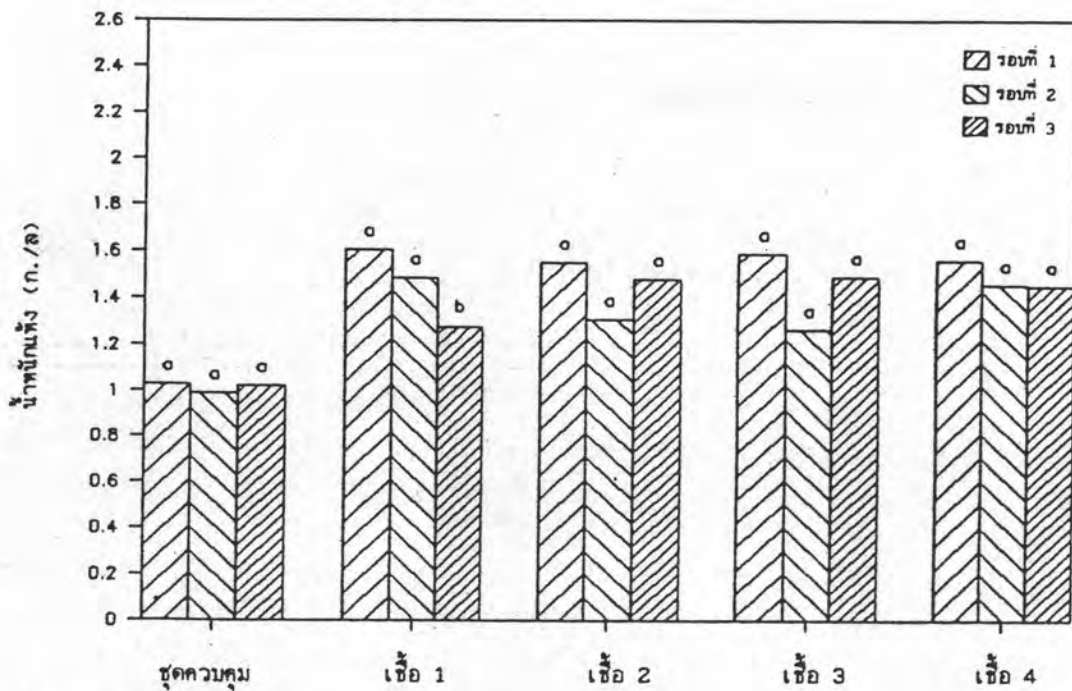
ตารางที่ 4.10 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1076	1640	1372	1468	1706
	2	1028	1568	1600	1820	1606
	3	966	1604	1678	1480	1374
	เฉลี่ย	1023	1604	1550	1589	1562
2	1	954	1558	1438	1598	1684
	2	1008	1486	1198	1182	1152
	3	1000	1414	1290	1006	1540
	เฉลี่ย	987	1486	1309	1262	1459
3	1	1010	1420	1484	1634	1628
	2	956	1212	1588	1446	1322
	3	1088	1196	1370	1390	1408
	เฉลี่ย	1018	1276	1481	1490	1453
เฉลี่ย 3 รอบ		1010	1455	1446	1447	1491

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-11



ภาพที่ 4.13 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้างในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.14 ผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิต ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.14 พบว่าตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ สาหร่ายแต่ละเชื้อมีผลผลิตใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นสาหร่ายเชื้อที่ 1 ซึ่งพบว่าผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ลดลงตามลำดับ และจากการทดสอบทางสถิติพบว่า ผลผลิตในรอบที่ 3 ต่ำกว่ารอบที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายที่เลี้ยงในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-18 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.11 ภาพที่ 4.15 พบว่าในรอบแรกของการทดลองสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุด สูงกว่าสาหร่ายเชื้ออื่นอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 2 4 และ 1 ตามลำดับ โดยสาหร่ายเชื้อที่ 2 เท่านั้นที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าสาหร่ายเชื้อที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ในรอบที่ 2 สาหร่ายเชื้อที่ 1 กลับเป็นเชื้อที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าเชื้ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 2 4 และ 3 ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติพบความแตกต่างระหว่างสาหร่ายเชื้อที่ 2 และเชื้อที่ 4 กับสาหร่ายเชื้อที่ 3 เท่านั้น ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 2 และเชื้อที่ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในรอบที่ 3 สาหร่ายเชื้อที่ 2 กลับเป็นเชื้อที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 3 4 และ 1 ตามลำดับ และจากการทดสอบทางสถิติพบว่าสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

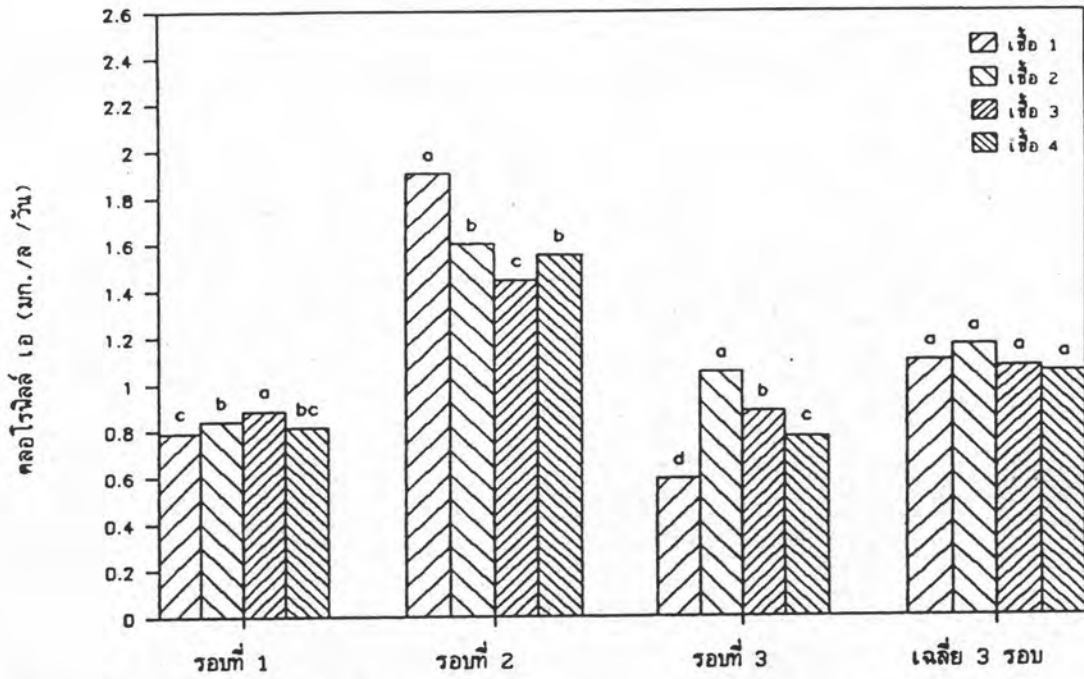
เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 1 3 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.16 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองทั้ง 3 รอบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 มีแนวโน้มเหมือนกัน กล่าวคือ

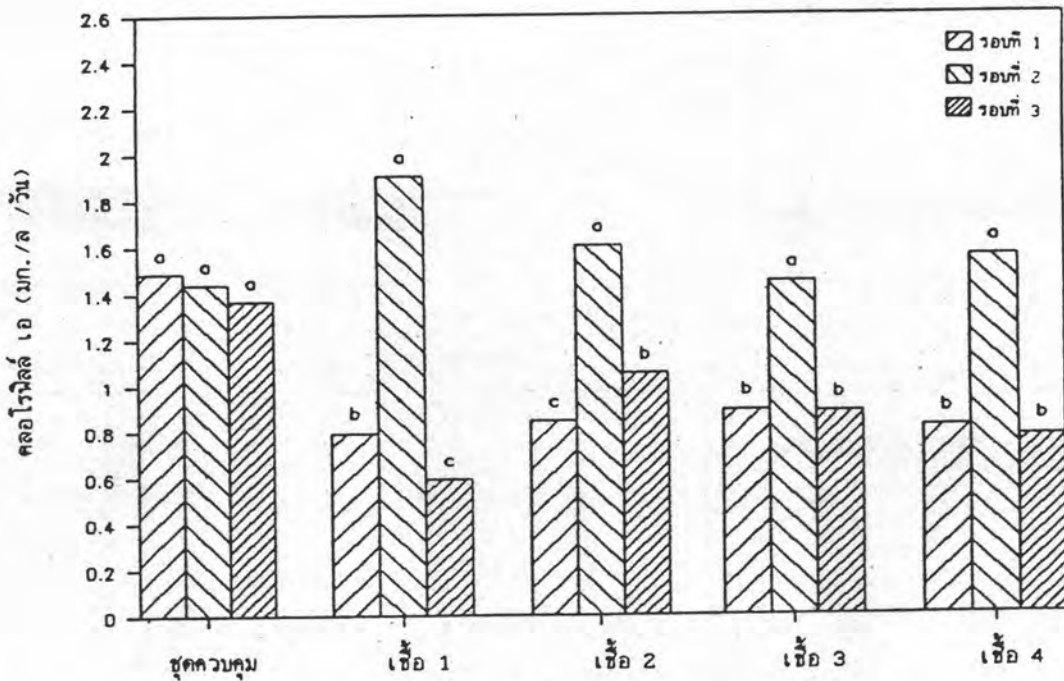
ตารางที่ 4.11 ปริมาณเคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1.405	0.805	0.861	0.912	0.790
	2	1.517	0.783	0.817	0.897	0.825
	3	1.529	0.794	0.839	0.848	0.820
	เฉลี่ย	1.484	0.794	0.839	0.886	0.812
2	1	1.480	1.851	1.509	1.514	1.560
	2	1.340	1.920	1.584	1.407	1.533
	3	1.491	1.933	1.709	1.407	1.559
	เฉลี่ย	1.437	1.901	1.601	1.443	1.551
3	1	1.347	0.657	1.063	0.898	0.755
	2	1.348	0.564	1.022	0.893	0.751
	3	1.412	0.553	1.052	0.853	0.809
	เฉลี่ย	1.369	0.591	1.046	0.881	0.772
เฉลี่ย 3 รอบ		1.387	1.096	1.162	1.070	1.045

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-18



ภาพที่ 4.15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.16 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 2 สูงกว่ารอบที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันสำหรับสาหร่าย เชื้อที่ 3 และ 4 ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน รอบที่ 1 สูงกว่ารอบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงกันข้ามสาหร่ายเชื้อที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 3 กลับสูงกว่ารอบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่าย

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างในวันแรกและวันสุดท้ายในการเลี้ยง แต่ละรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.12

4.3.3 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง

จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง ซึ่งมีค่าคลอรีนดี 3.8 กรัมต่อลิตร และมีความกระด้างรวม 189 มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณในรูป CaCO_3 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.3.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-5) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-5 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง โดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.17 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อในการทดลองแต่ละรอบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการทดลองทั้ง 3 รอบ

เมื่อนำค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายแต่ละเชื้อ ในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าเชื้อที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน สูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.18 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุม สาหร่ายเชื้อ 1 2 3 และ 4 มีแนวโน้มเหมือนกัน

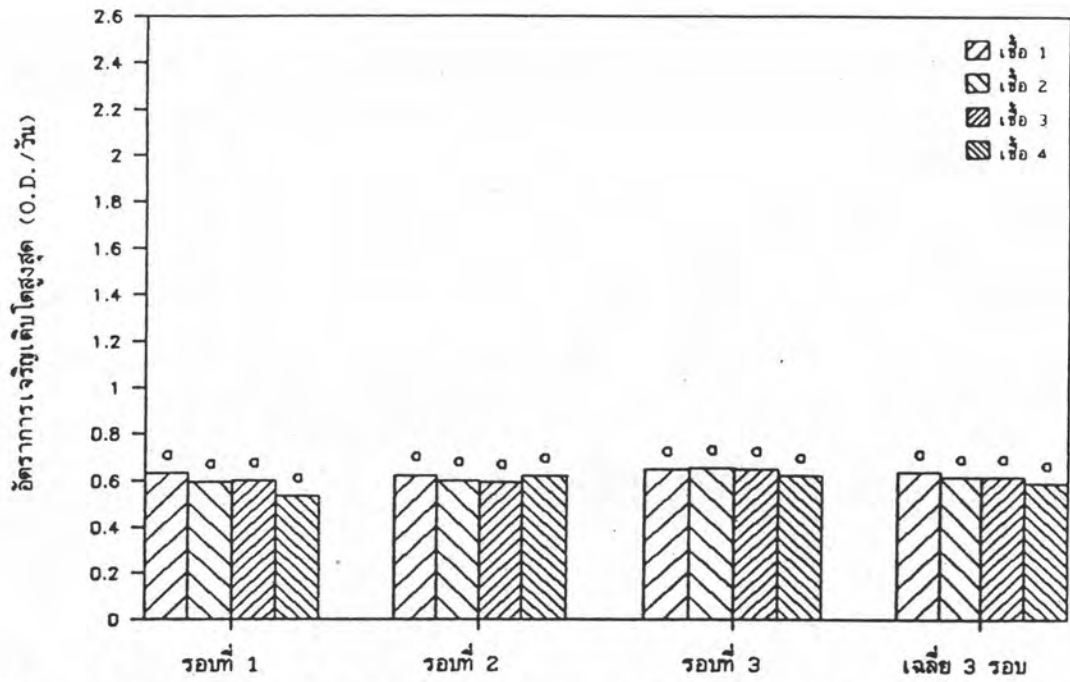
ตารางที่ 4.12 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเกลียวทองที่เตรียมจากตัวอย่างน้ำ
ที่ 1 ก่อนลดความกระด้าง (เฉลี่ยจาก 3 ชุด)

รอบที่	pH	สำหรับเชื้อ				pH เริ่มต้น (เฉลี่ยจาก 3 รอบ)
		1	2	3	4	
1	pH เริ่มต้น	8.30	8.30	8.30	8.30	
	pH สุดท้าย	10.45	10.39	10.41	10.42	
2	pH เริ่มต้น	8.30	8.30	8.30	8.30	
	pH สุดท้าย	10.19	10.10	10.09	10.16	
3	pH เริ่มต้น	8.38	8.38	8.38	8.38	
	pH สุดท้าย	10.11	10.06	10.05	10.01	8.33

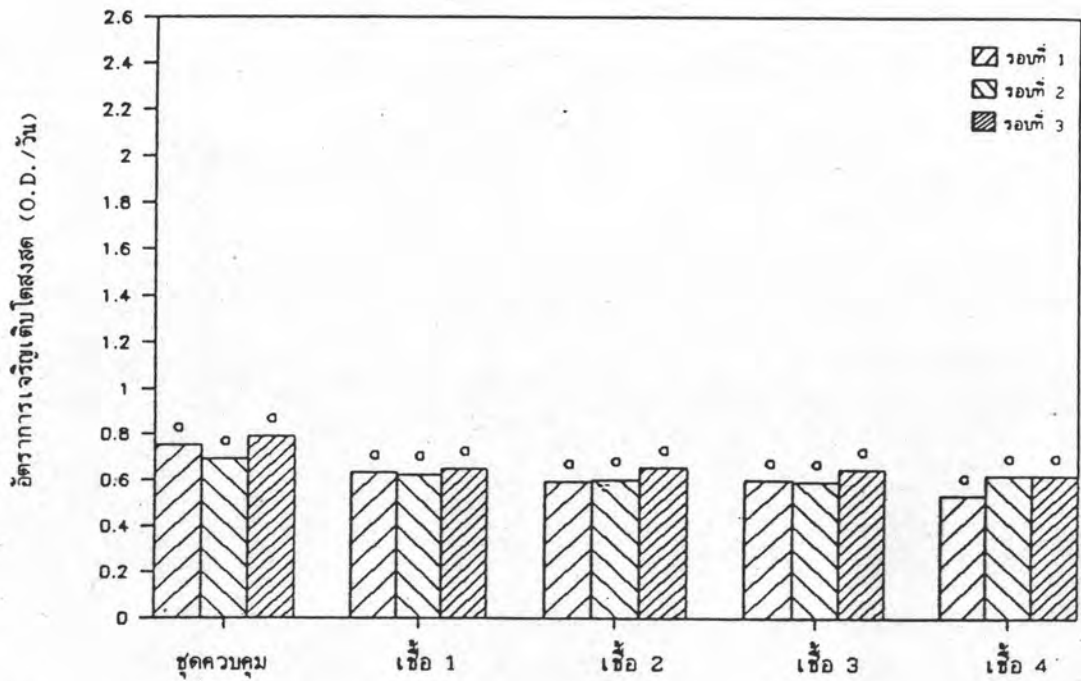
ตารางที่ 4.13 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 1 หลังลดความกระด้าง (O.D./วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	0.721	0.623	0.610	0.605	0.492
	2	0.812	0.584	0.561	0.588	0.536
	3	0.727	0.703	0.612	0.610	0.574
	เฉลี่ย	0.753	0.637	0.594	0.601	0.534
2	1	0.661	0.621	0.564	0.646	0.643
	2	0.744	0.613	0.629	0.622	0.564
	3	0.671	0.644	0.621	0.528	0.658
	เฉลี่ย	0.692	0.626	0.605	0.599	0.622
3	1	0.779	0.686	0.631	0.674	0.559
	2	0.811	0.666	0.671	0.618	0.600
	3	0.788	0.598	0.667	0.666	0.711
	เฉลี่ย	0.793	0.650	0.656	0.653	0.623
เฉลี่ย 3 รอบ		0.746	0.638	0.618	0.617	0.593

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-5



ภาพที่ 4.17 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.18 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

คือ อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในรอบที่ 1 2 และ 3 ใกล้เคียงกันและไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ

กราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ ในตัวอย่างน้ำ 1 หลังลดความกระด้างจากการทดลอง 3 รอบ (ภาพที่ 4.19) พบว่าการเจริญเติบโตในระยะ exponential ยาวกว่าตัวอย่างน้ำ 1 ก่อนลดความกระด้าง โดยพบว่ารอบแรกและรอบที่ 2 จะอยู่ในช่วง 48 ชั่วโมงแรก ส่วนรอบที่ 3 ระยะ exponential จะลดลงคือเหลือเพียง 24 ชั่วโมง

4.3.3.2 ผลผลิตของสาหร่าย

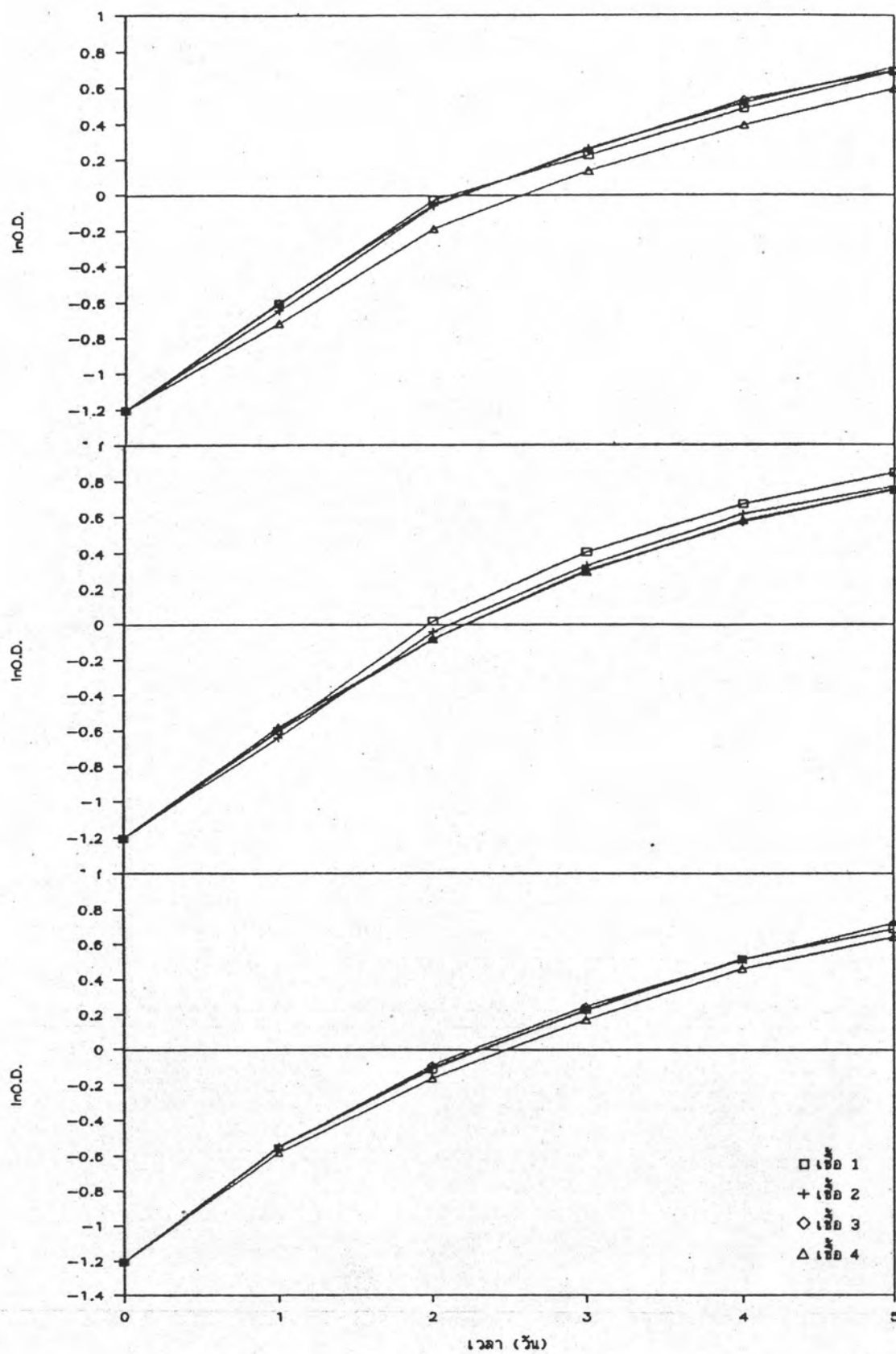
จากการหาน้ำหนักแห้งของสาหร่ายในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ ผลแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-12 แล้วคำนวณหาผลผลิตของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.14 ภาพที่ 4.20 พบว่าตลอดการทดลอง 3 รอบ สาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 มีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 4 2 และ 1 ตามลำดับ แต่จากการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลผลิตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.21 พบว่าการทดลองทั้ง 3 รอบ ผลผลิตของสาหร่ายชุดควบคุม สาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.3.3.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ แสดงในภาค ผนวก ง. ตารางที่ ง-19 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.15 ภาพที่ 4.22 พบว่าในรอบแรกสาหร่ายเชื้อที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าสาหร่ายเชื้ออื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 2 และ 3 กลับพบว่าสาหร่ายทุกเชื้อมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันใกล้เคียง

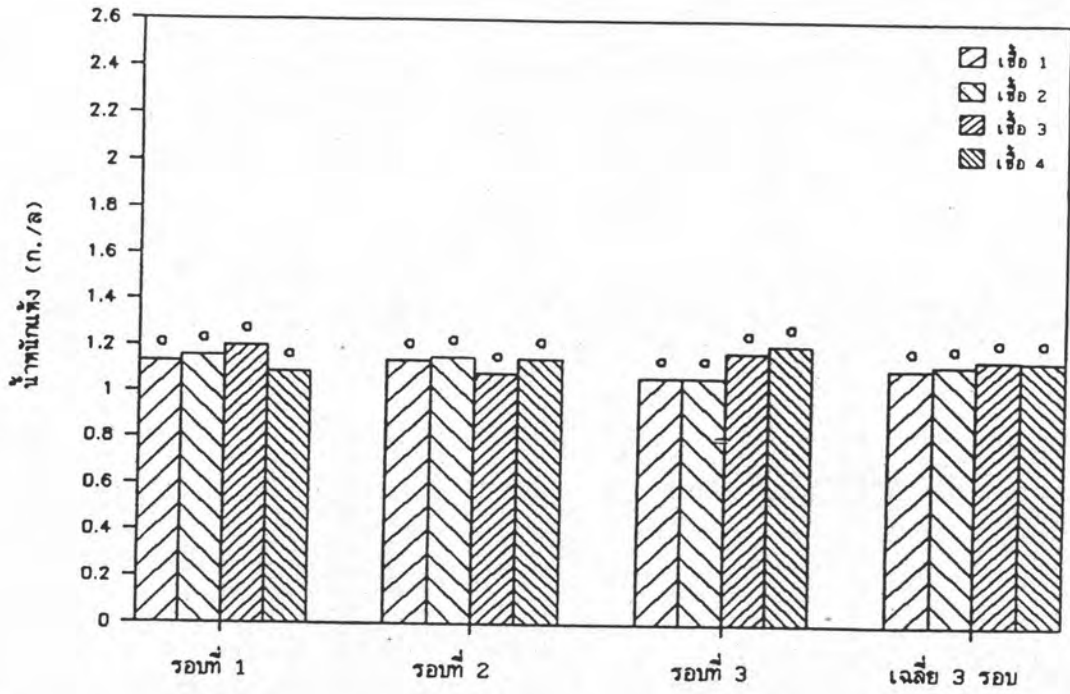


ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้างในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

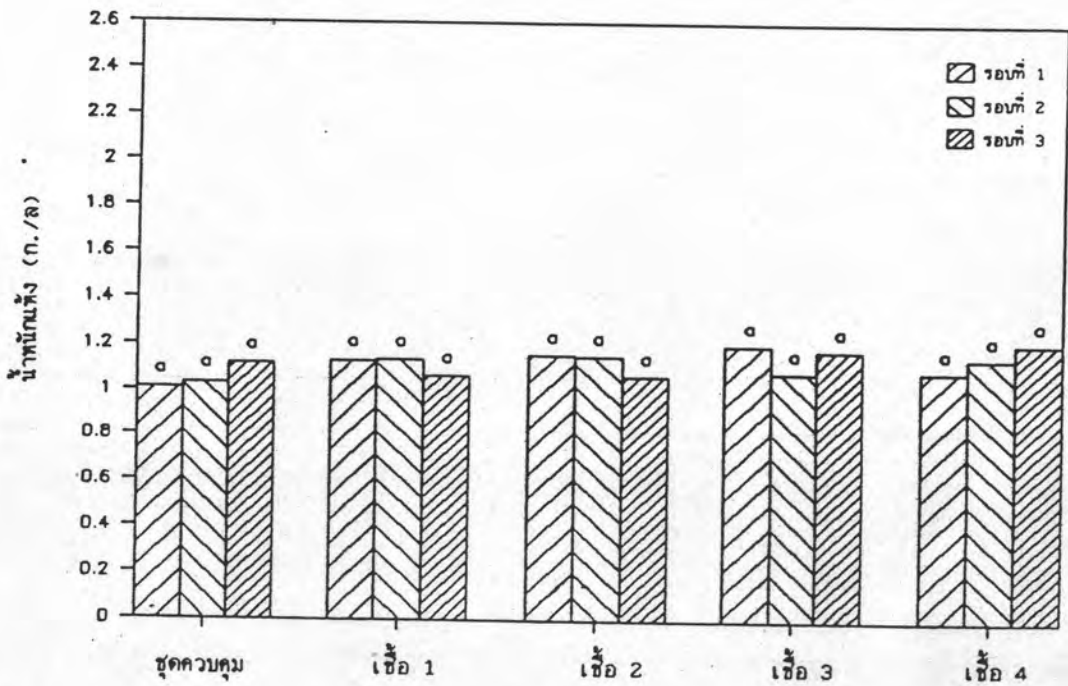
ตารางที่ 4.14 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1034	1212	1232	1204	948
	2	1034	1118	1064	1160	1224
	3	950	1062	1168	1228	1090
	เฉลี่ย	1006	1131	1155	1197	1087
2	1	1016	1134	1064	1172	1150
	2	1032	1094	1276	1084	930
	3	1048	1168	1112	984	1352
	เฉลี่ย	1032	1132	1151	1080	1144
3	1	962	1104	966	1220	974
	2	1342	1080	976	1308	1407
	3	1048	1004	1244	996	1244
	เฉลี่ย	1117	1063	1062	1175	1208
เฉลี่ย 3 รอบ		1052	1108	1122	1151	1147

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-12



ภาพที่ 4.20 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้างในการทดลอง 3 รอบ



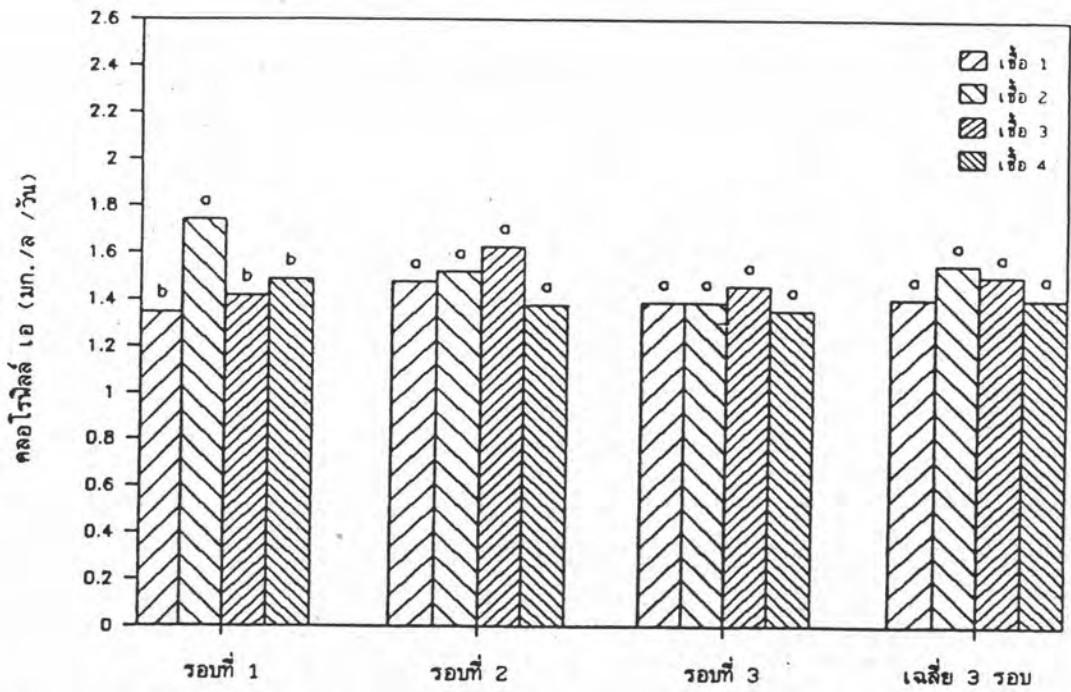
ภาพที่ 4.21 ผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

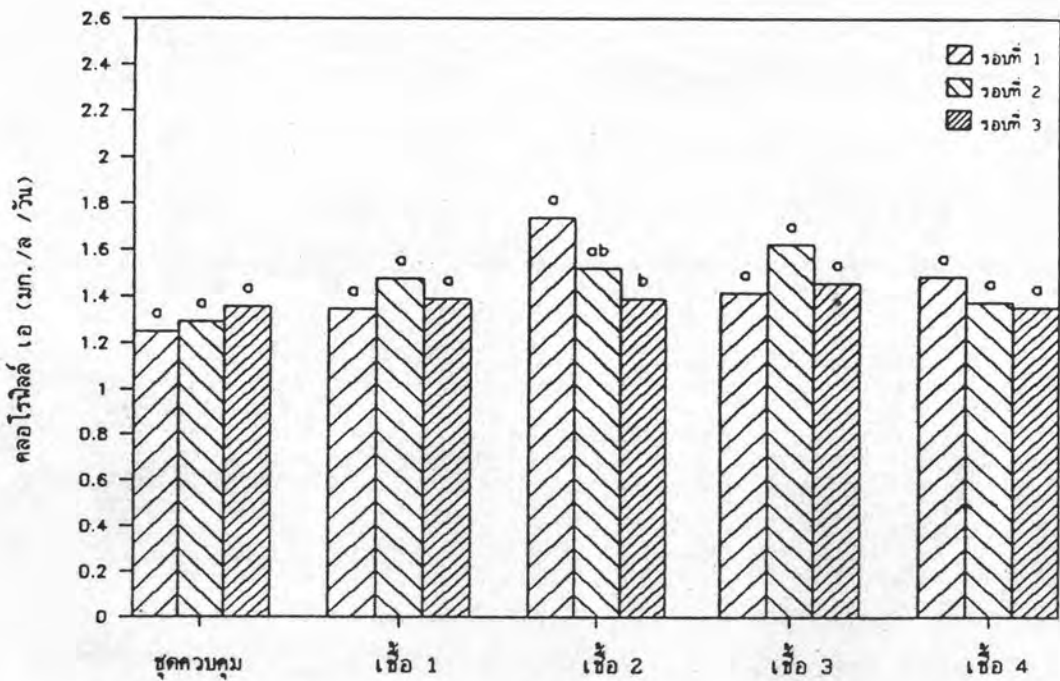
ตารางที่ 4.15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 1 หลังลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1.259	1.405	1.736	1.481	1.414
	2	1.273	1.332	1.609	1.399	1.456
	3	1.200	1.299	1.884	1.371	1.590
	เฉลี่ย	1.244	1.345	1.743	1.417	1.487
2	1	1.279	1.396	1.412	1.754	1.455
	2	1.342	1.483	1.719	1.670	1.253
	3	1.256	1.541	1.418	1.463	1.428
	เฉลี่ย	1.292	1.473	1.516	1.629	1.379
3	1	1.299	1.458	1.320	1.478	1.273
	2	1.416	1.387	1.397	1.432	1.296
	3	1.356	1.322	1.449	1.461	1.500
	เฉลี่ย	1.357	1.389	1.389	1.457	1.356
เฉลี่ย 3 รอบ		1.298	1.403	1.549	1.501	1.407

หมายเหตุ : ค่ามาจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-19



ภาพที่ 4.22 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.23 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 1 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

กัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงสุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 3 4 และ 1 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุมแสดงในภาพที่ 4.23 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุม สาหร่ายเชื้อที่ 1 3 และ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 2 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 สูงกว่ารอบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 2 ไม่แตกต่างจากรอบที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3.2.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่าย

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างในวันแรกและวันสุดท้ายในการเลี้ยงแต่ละรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.16

4.3.4 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง

จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง ซึ่งมีค่าคลอริน์ดี 12.3 กรัมต่อลิตร และมีความกระด้างรวม 761 มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณในรูป CaCO_3 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.4.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-6) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-6 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายในตัวอย่างน้ำ 2 ก่อนลดความกระด้าง โดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.24 พบว่าการอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ในการทดลองทั้ง 3 รอบ ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

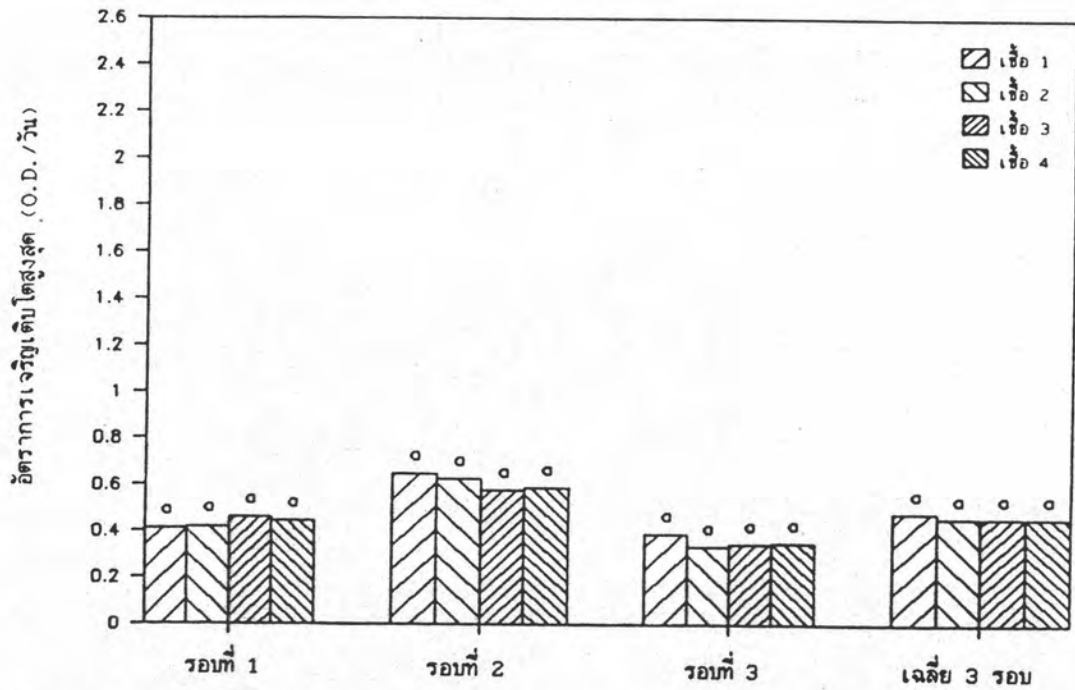
ตารางที่ 4.16 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองที่เตรียมจากตัวอย่างน้ำ
ที่ 1 หลังลดความกระด้าง(เฉลี่ยจาก 3 ชวด)

รอบที่	pH	สาหร่ายเชื้อ				pH เริ่มต้น (เฉลี่ยจาก 3 รอบ)
		1	2	3	4	
1	pH เริ่มต้น	8.25	8.25	8.25	8.25	
	pH สุดท้าย	10.13	10.23	10.17	10.10	
2	pH เริ่มต้น	8.20	8.20	8.20	8.20	
	pH สุดท้าย	10.12	10.15	10.09	10.12	
3	pH เริ่มต้น	8.40	8.40	8.40	8.40	
	pH สุดท้าย	10.04	10.08	10.13	10.11	8.28

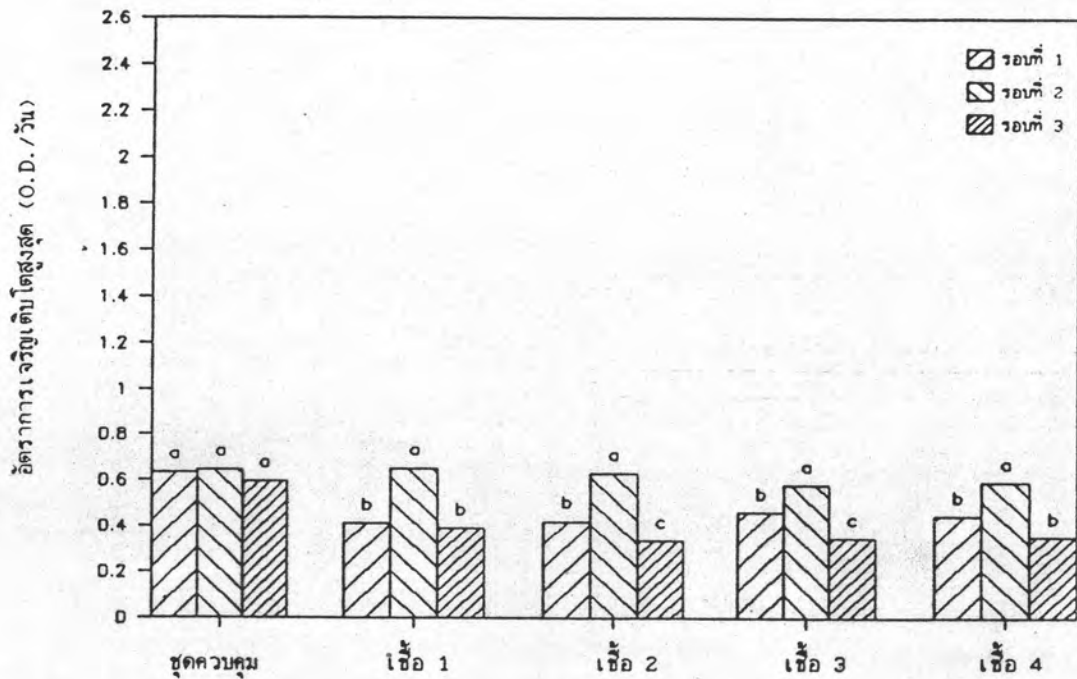
ตารางที่ 4.17 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง (O.D./วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	0.658	0.413	0.424	0.487	0.486
	2	0.634	0.418	0.417	0.458	0.386
	3	0.606	0.413	0.423	0.441	0.464
	เฉลี่ย	0.633	0.415	0.421	0.462	0.445
2	1	0.625	0.566	0.642	0.608	0.551
	2	0.680	0.671	0.643	0.560	0.658
	3	0.637	0.701	0.589	0.566	0.572
	เฉลี่ย	0.647	0.646	0.625	0.578	0.594
3	1	0.625	0.344	0.367	0.334	0.386
	2	0.573	0.375	0.320	0.376	0.331
	3	0.592	0.451	0.331	0.334	0.348
	เฉลี่ย	0.597	0.390	0.339	0.348	0.355
เฉลี่ย 3 รอบ		0.626	0.484	0.462	0.463	0.465

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-6



ภาพที่ 4.24 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.25 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

มีค่า ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

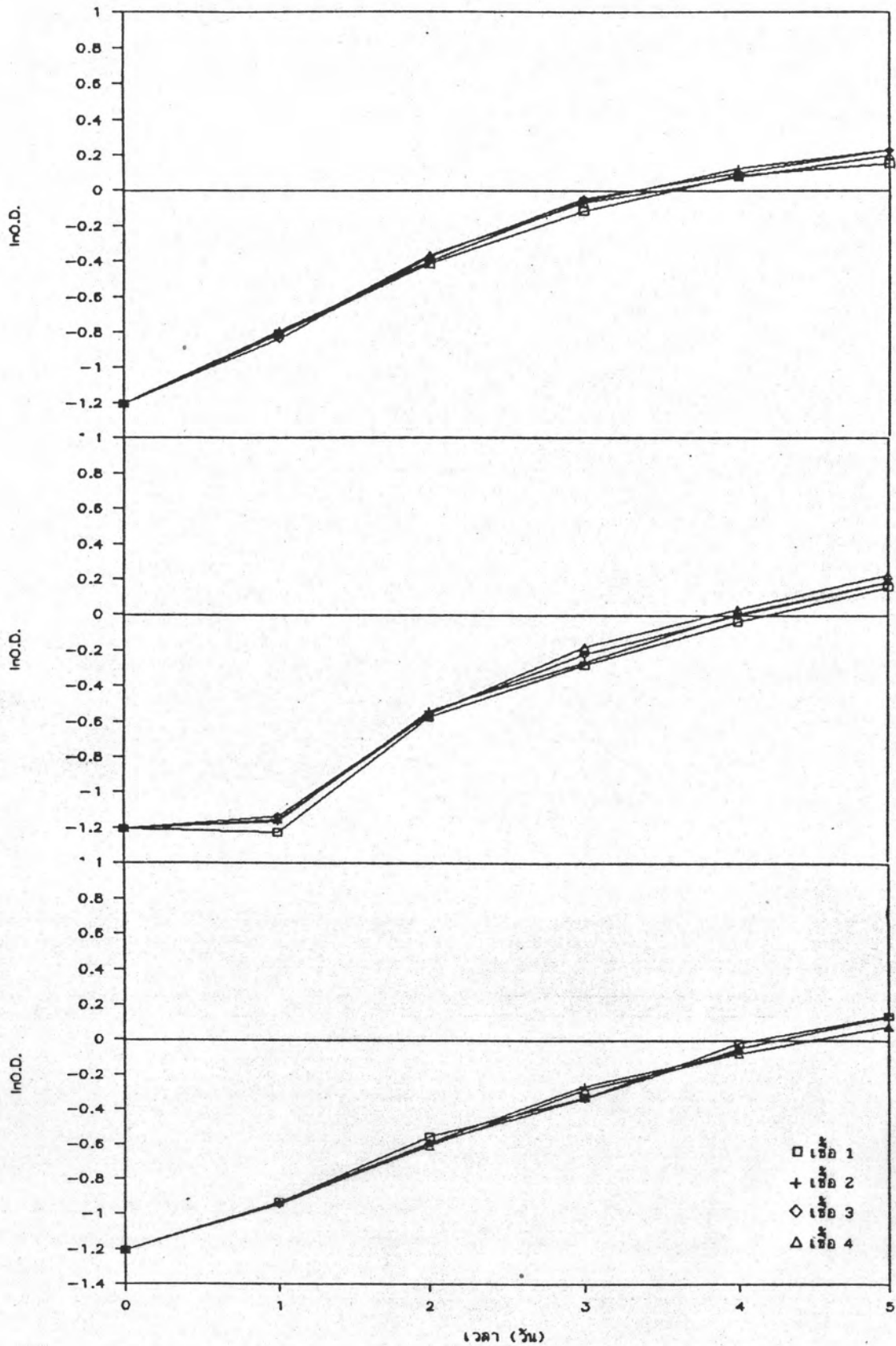
เมื่อนำค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายแต่ละเชื้อ ในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 4 3 และ 2 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบทางสถิติพบว่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายเชื้อทั้ง 4 ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.25 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายชุดควบคุม ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับสาหร่าย 1 2 3 และ 4 มีแนวโน้มคล้ายกันคือ อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในรอบที่ 2 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 2 และ 1 ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติ พบว่าความแตกต่างระหว่าง อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในรอบที่ 1 2 และ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะสาหร่ายเชื้อที่ 2 และ 3 เท่านั้น ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 และ 4 แม้ว่า อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในรอบที่ 1 จะสูงกว่า รอบที่ 2 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 (ภาพที่ 4.26) ในรอบแรกพบว่ามีระยะ exponential ของรอบแรกอยู่ในช่วง 48 ชั่วโมงแรกเมื่อทดลองต่อไปในระยะที่ 2 จะมีระยะ lag phase ใน 24 ชั่วโมงแรกก่อนเข้าสู่ exponential ซึ่งใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ส่วนรอบที่ 3 ระยะ exponential ประมาณ 24 ชั่วโมงแรกเช่นกัน นอกจากนั้นพบว่า การเจริญเติบโตของสาหร่ายในตัวอย่างน้ำ 2 ก่อนลดความกระด้างทั้ง 3 รอบมีค่าใกล้เคียงกันและค่อนข้างต่ำ

4.3.4.2 ผลผลิตของสาหร่าย

จากการหาหน้าหนักแห้งของสาหร่ายที่เลี้ยงในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ ผลแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-13 แล้วคำนวณหาผลผลิตของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.18 ภาพที่ 4.27 พบว่าผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 และ 2 สาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 3 พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีผลผลิตต่ำกว่าสาหร่ายเชื้ออื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างผลผลิตของสาหร่ายเชื้อที่ 2 3 และ 4

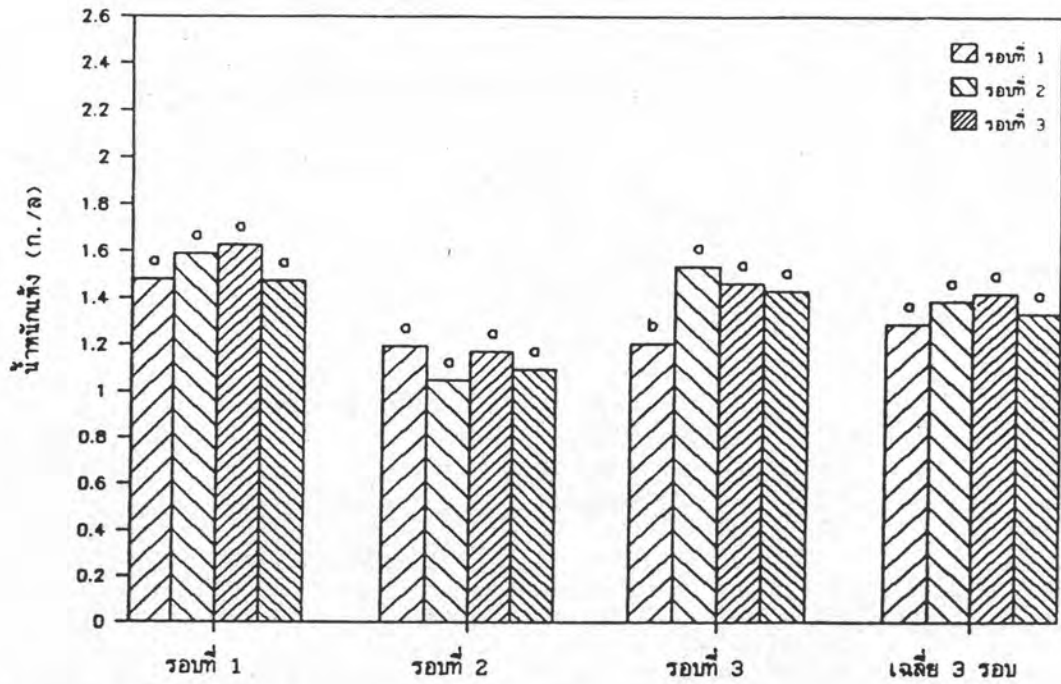


ภาพที่ 4.26 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

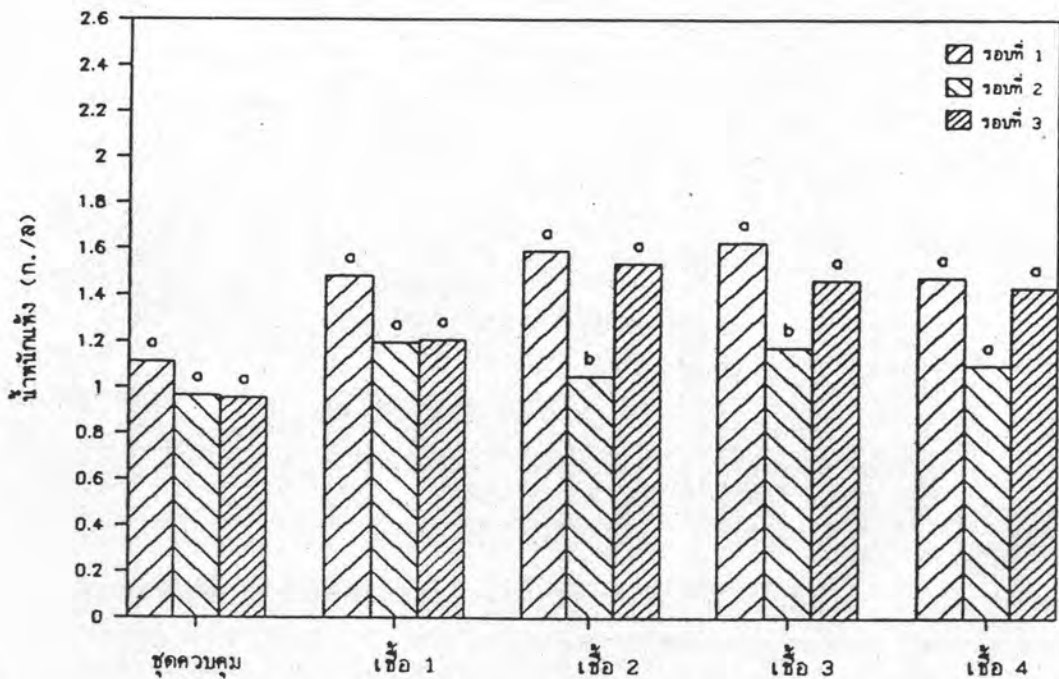
ตารางที่ 4.18 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1213	1238	1650	1754	1396
	2	978	1580	1726	1498	1242
	3	1148	1620	1396	1628	1792
	เฉลี่ย	1113	1479	1591	1627	1477
2	1	1002	1034	1060	1090	1062
	2	884	1238	1020	1250	1130
	3	1012	1308	1052	1170	1098
	เฉลี่ย	966	1193	1044	1170	1097
3	1	702	1266	1522	1470	1604
	2	1126	1138	1586	1358	1380
	3	1042	1210	1490	1562	1308
	เฉลี่ย	957	1205	1533	1463	1431
เฉลี่ย 3 รอบ		1012	1292	1389	1420	1335

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-13



ภาพที่ 4.27 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้างในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.28 ผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละ เชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 2 4 และ 1 ตามลำดับ แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าความแตกต่างดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิต ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.28 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุม สาหร่ายเชื้อที่ 1 และ สาหร่ายเชื้อที่ 4 มีแนวโน้มเหมือนกันคือผลผลิตในการทดลองทั้ง 3 รอบ มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 2 และ 3 ผลผลิตของสาหร่ายในรอบที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่สูงกว่าผลผลิตในรอบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.4.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ แสดงในภาคผนวก ง.ตารางที่ ง-20 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.19 ภาพที่ 4.29 พบว่าในระยะแรกของการทดลอง แม้จะไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ แต่พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันต่ำกว่าเชื้ออื่นๆ ซึ่งจะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในรอบที่ 2 และพบว่าในรอบนี้สาหร่ายเชื้อที่ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุดสูงกว่าสาหร่ายเชื้ออื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีเพียงสาหร่ายเชื้อที่ 1 เท่านั้น ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าเชื้อที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนรอบที่ 3 พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าสาหร่ายเชื้ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

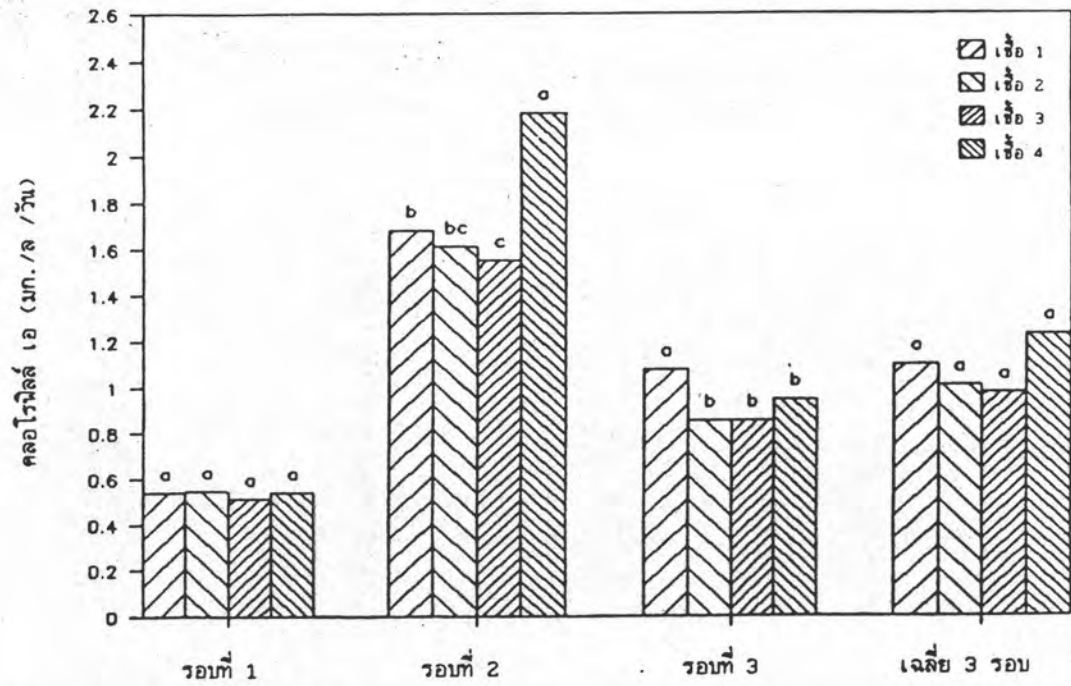
เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละ เชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 4 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่

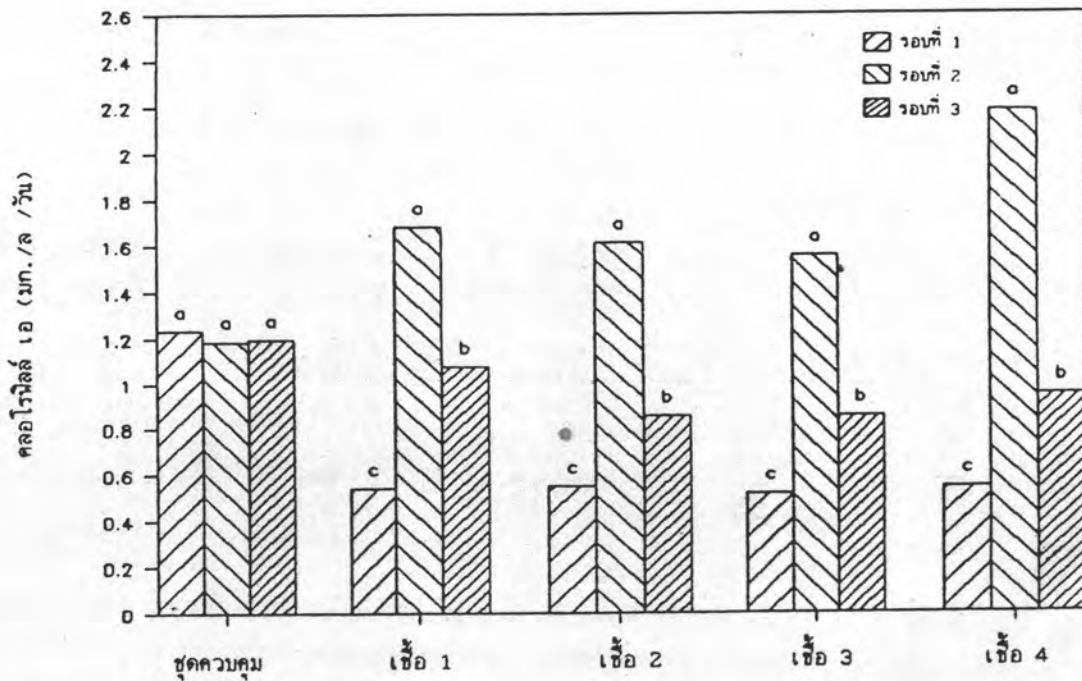
ตารางที่ 4.19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1.239	0.533	0.592	0.478	0.578
	2	1.249	0.555	0.501	0.509	0.489
	3	1.207	0.533	0.554	0.558	0.567
	เฉลี่ย	1.232	0.540	0.549	0.515	0.545
2	1	1.117	1.639	1.623	1.569	2.262
	2	1.251	1.646	1.610	1.570	2.151
	3	1.184	1.751	1.593	1.512	2.129
	เฉลี่ย	1.184	1.679	1.609	1.550	2.181
3	1	1.222	1.122	0.886	0.847	0.920
	2	1.193	1.130	0.873	0.784	0.930
	3	1.164	0.968	0.797	0.921	0.985
	เฉลี่ย	1.193	1.073	0.852	0.851	0.945
เฉลี่ย 3 รอบ		1.203	1.097	1.003	0.972	1.223

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-20



ภาพที่ 4.29 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.30 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

4.30 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 1 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 มีแนวโน้มคล้ายกันคือปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของการทดลองในรอบที่ 1 2 และ 3 แตกต่างกันทางสถิติ โดยเรียงลำดับจากค่ามากไปน้อยดังนี้ คือ รอบที่ 2 3 และ 1

4.3.4.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่าย

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่าง ในวันแรกและวันสุดท้ายในการเลี้ยงแต่ละรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.20

4.3.5 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้างจากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง ซึ่งมีค่าคลอรินิตี้ 12.3 กรัมต่อลิตรและมีความกระด้างรวม 203 มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณในรูป CaCO_3 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.5.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-7) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-7 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง โดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.21 และภาพที่ 4.31 พบว่าตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีค่าต่ำสุด แต่จะแตกต่างจากสาหร่ายเชื้ออื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญในรอบที่ 3 เท่านั้น

เมื่อนำค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีค่าสูงที่สุดรองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 4 2 และ 3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าค่า อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ตลอดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุมแสดงในภาพที่ 4.32 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุมมีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในรอบที่ 1 2 และ 3 ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 มีแนวโน้มคล้ายกัน

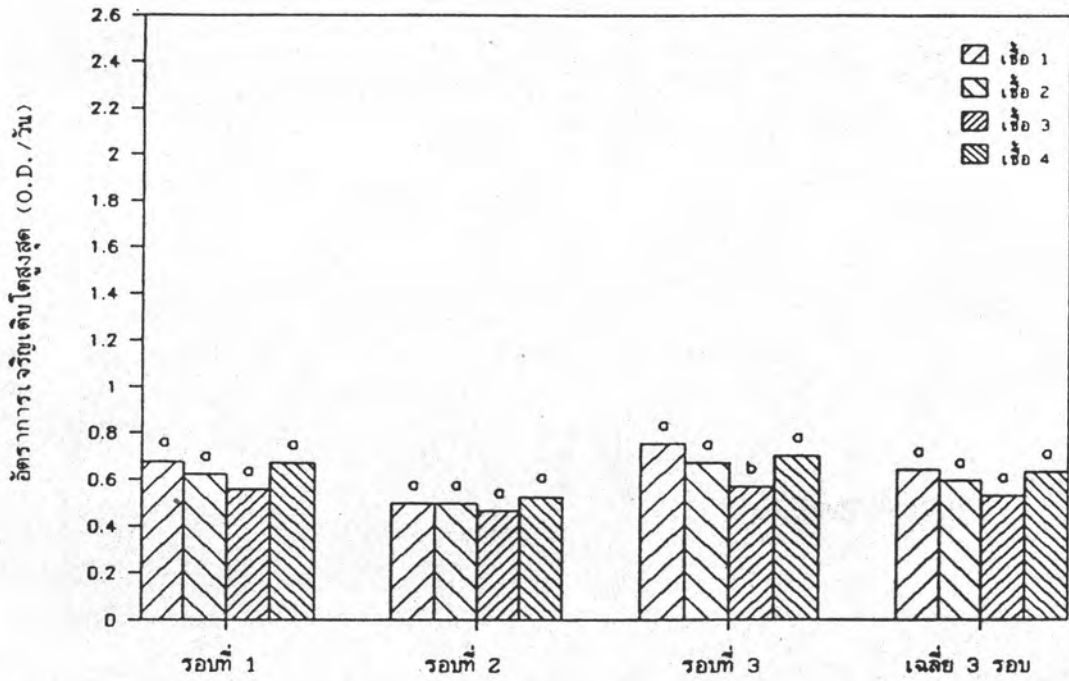
ตารางที่ 4.20 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสำหรับเชื้อเกลียวทองที่เตรียมจากตัวอย่างน้ำ
ที่ 2 ก่อนลดความกระด้าง(เฉลี่ยจาก 3 ชวด)

รอบที่	pH	สำหรับเชื้อ				pH เริ่มต้น (เฉลี่ยจาก 3 รอบ)
		1	2	3	4	
1	pH เริ่มต้น	8.59	8.59	8.59	8.59	
	pH สุดท้าย	10.15	10.22	10.41	10.20	
2	pH เริ่มต้น	7.90	7.90	7.90	7.90	
	pH สุดท้าย	10.27	10.18	10.30	10.29	
3	pH เริ่มต้น	8.23	8.23	8.23	8.23	
	pH สุดท้าย	10.23	10.63	10.60	10.43	8.24

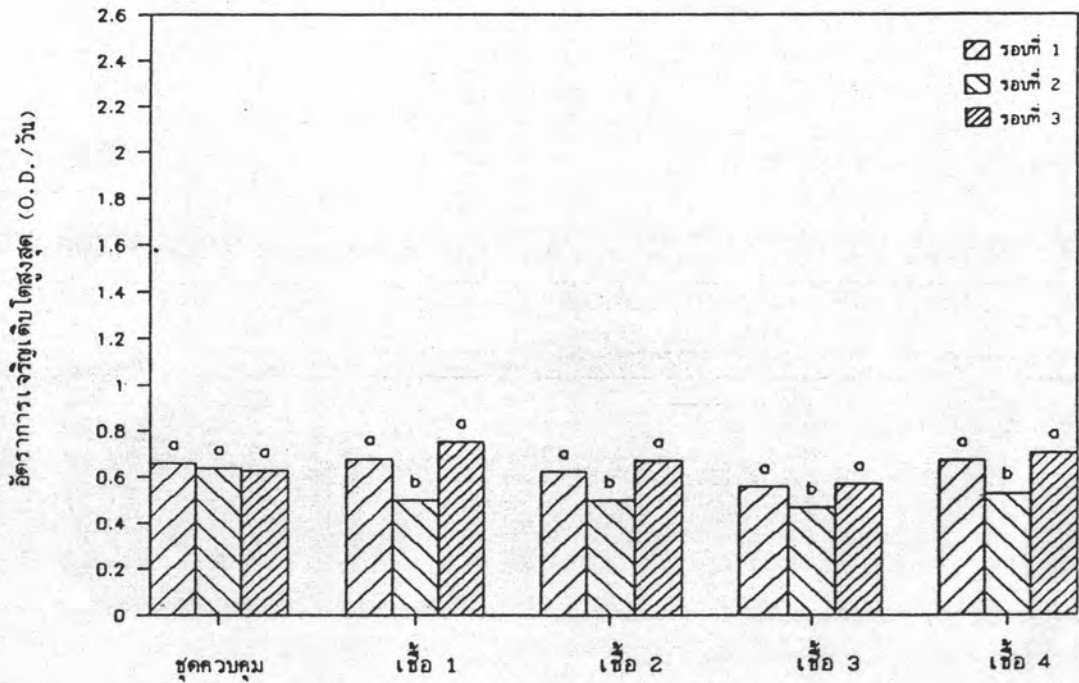
ตารางที่ 4.21 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 2 หลังลดความกระด้าง (O.D./วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	0.591	0.663	0.606	0.593	0.690
	2	0.670	0.781	0.669	0.549	0.723
	3	0.723	0.597	0.597	0.531	0.600
	เฉลี่ย	0.661	0.680	0.624	0.558	0.671
2	1	0.667	0.446	0.474	0.443	0.502
	2	0.595	0.494	0.543	0.487	0.577
	3	0.658	0.563	0.483	0.468	0.507
	เฉลี่ย	0.640	0.501	0.500	0.466	0.529
3	1	0.650	0.789	0.714	0.572	0.726
	2	0.615	0.694	0.698	0.549	0.682
	3	0.625	0.775	0.598	0.586	0.698
	เฉลี่ย	0.630	0.753	0.670	0.569	0.702
เฉลี่ย 3 รอบ		0.644	0.645	0.598	0.531	0.634

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-7



ภาพที่ 4.31 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.32 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๑๐
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

คือ อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในรอบที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าสูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน รอบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ

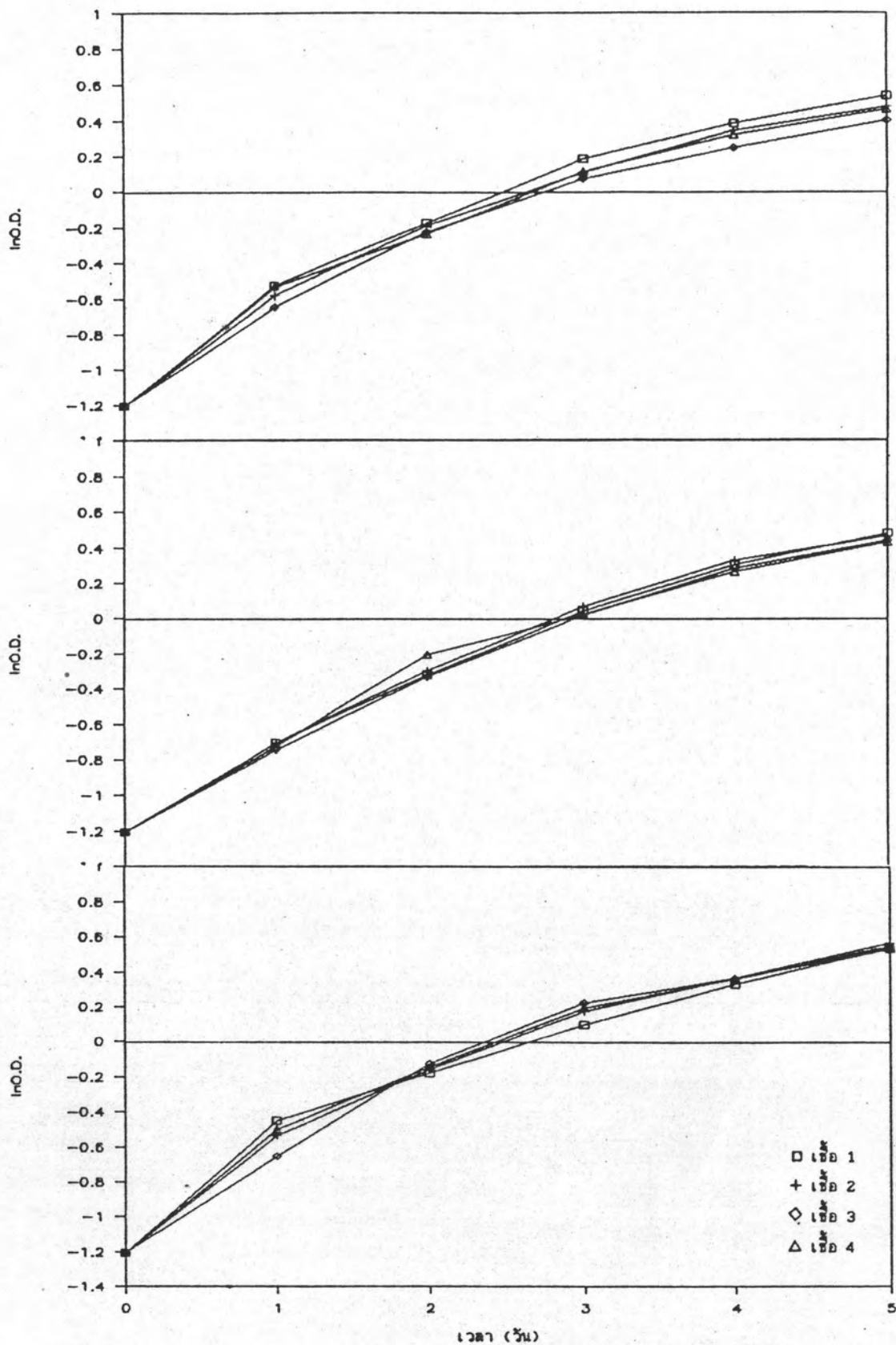
กราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ ในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้างจากการทดลอง 3 รอบ (ภาพที่ 4.33) พบว่ามีระยะ exponential ในช่วง 24 ชั่วโมงแรกทั้ง 3 รอบ กราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อในรอบที่ 1 2 และ 3 มีลักษณะใกล้เคียงกัน มีแต่เฉพาะในรอบที่ 3 เท่านั้นที่สาหร่ายเชื้อที่ 3 มีการเจริญเติบโตในช่วง 2 วันแรกต่ำกว่าสาหร่ายเชื้ออื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด แต่หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะใกล้เคียงกับเชื้ออื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้างมีแนวโน้มสูงกว่าก่อนลดความกระด้าง

4.3.5.2 ผลผลิตของสาหร่าย

จากการหาน้ำหนักแห้งของสาหร่ายในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ ผลแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-14 แล้วคำนวณหาผลผลิตของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.22 ภาพที่ 4.34 พบว่าในการทดลองรอบที่ 1 และ 2 สาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ มีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในรอบที่ 3 สาหร่ายเชื้อที่ 2 ซึ่งเป็นเชื้อที่มีผลผลิตสูงที่สุด มีผลผลิตสูงกว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลผลิตของสาหร่ายคู่อื่นๆ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 มีผลผลิตสูงสุดรองลงมาได้แก่ สาหร่ายเชื้อที่ 1 3 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบทางสถิติแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อมีค่าเฉลี่ยผลผลิตใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิต ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงไว้ในภาพที่ 4.35 พบว่าผลผลิตของสาหร่ายชุดควบคุมในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 ผลผลิตมีแนวโน้มลดลงและแตกต่างกันทางสถิติในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 และสำหรับสาหร่ายเชื้อที่ 2 3 และ 4 มีแนวโน้มเหมือนกันคือ ผลผลิตในรอบแรกสูงกว่ารอบที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และจากการทดสอบทางสถิติพบว่าความแตกต่างระหว่างผลผลิตในรอบแรกกับรอบที่ 2 และ 3 มีนัยสำคัญเฉพาะสาหร่ายเชื้อที่ 2 และ 3 เท่านั้น

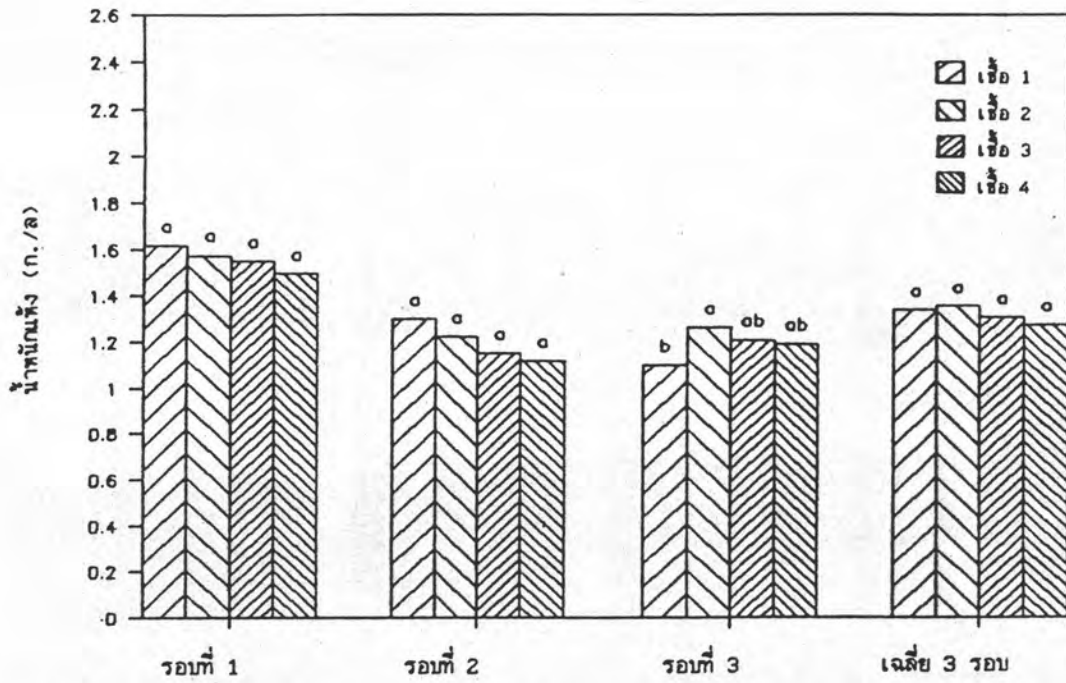


ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

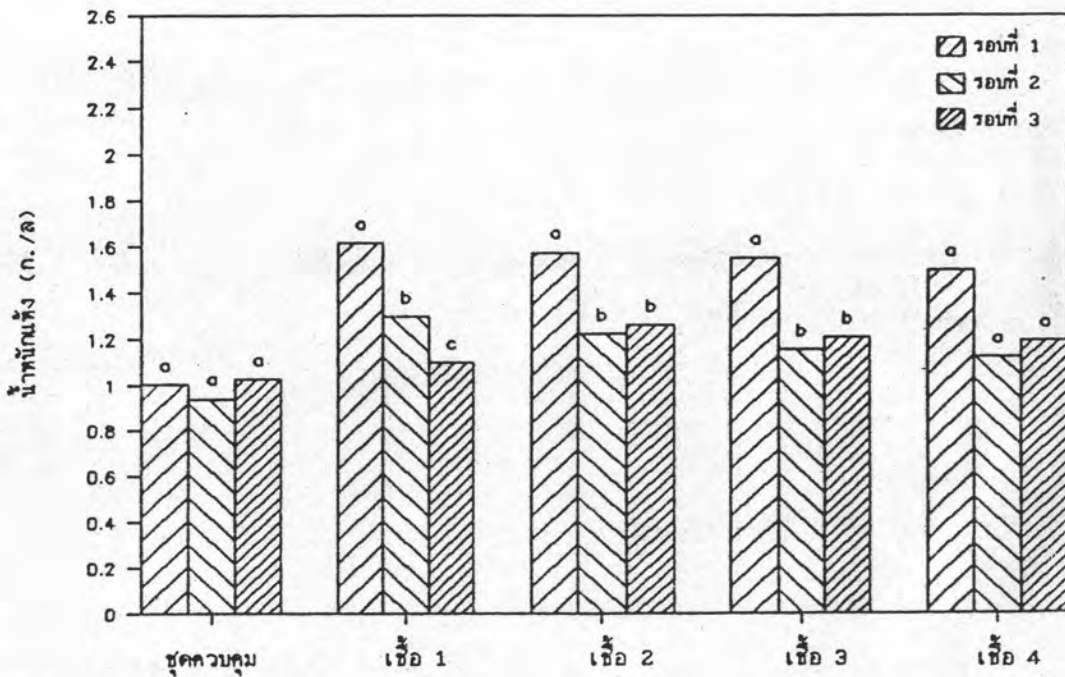
ตารางที่ 4.22 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	976	1560	1446	1474	1746
	2	1004	1680	1646	1686	1510
	3	1036	1604	1634	1486	1238
	เฉลี่ย	1005	1615	1575	1549	1498
2	1	962	1204	1216	1130	994
	2	974	1362	1384	1102	1182
	3	886	1318	1064	1222	1182
	เฉลี่ย	941	1295	1221	1151	1119
3	1	1072	980	1288	1258	1230
	2	1116	1090	1292	1122	1202
	3	884	1218	1192	1234	1130
	เฉลี่ย	1024	1096	1257	1205	1187
เฉลี่ย 3 รอบ		990	1335	1351	1302	1268

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-14



ภาพที่ 4.34 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้างในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.35 ผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

4.3.5.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้างในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ แสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-21 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.23 ภาพที่ 4.36 พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 2 1 และ 3 ตามลำดับ และจากการทดสอบทางสถิติพบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าเชื้อที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น ส่วนสาหร่ายคู่อื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 2 สาหร่ายเชื้อที่ 1 กลับมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงกว่าสาหร่ายเชื้ออื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 3 4 และ 2 ตามลำดับ โดยพบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน สูงกว่าเชื้อที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ เท่านั้น ส่วนรอบที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเชื้อที่ 1 กลับลดลงจนต่ำกว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีค่าใกล้เคียงกับเชื้อที่ 4

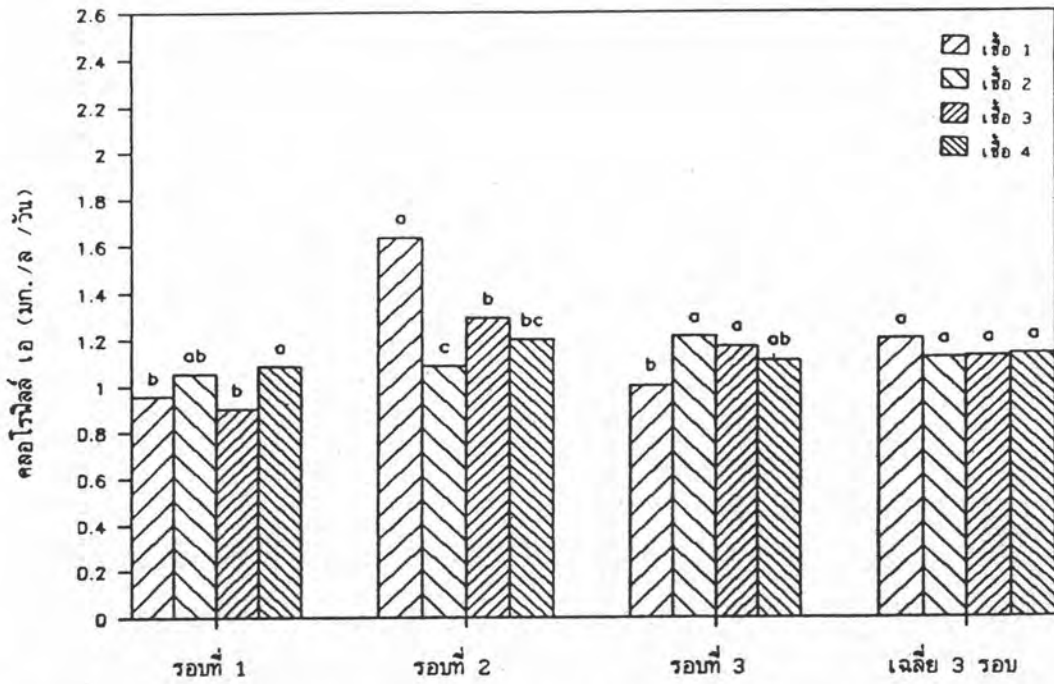
เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีค่าสูงที่สุดรองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 4 3 และ 2 ตามลำดับ แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ ดังกล่าว

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.37 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายชุดควบคุมและสาหร่ายเชื้อ 4 มีแนวโน้มเหมือนกันคือ ไม่แตกต่างทางสถิติในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน และต่ำกว่ารอบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสาหร่ายเชื้อที่ 2 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 1 และ 2 ใกล้เคียงกันและต่ำกว่าการทดลองในรอบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในการทดลองทั้ง 3 รอบ แตกต่างกันทางสถิติ โดยรอบที่ 2 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุด รองลงมาได้แก่การทดลองในรอบที่ 3 และ 1 ตามลำดับ

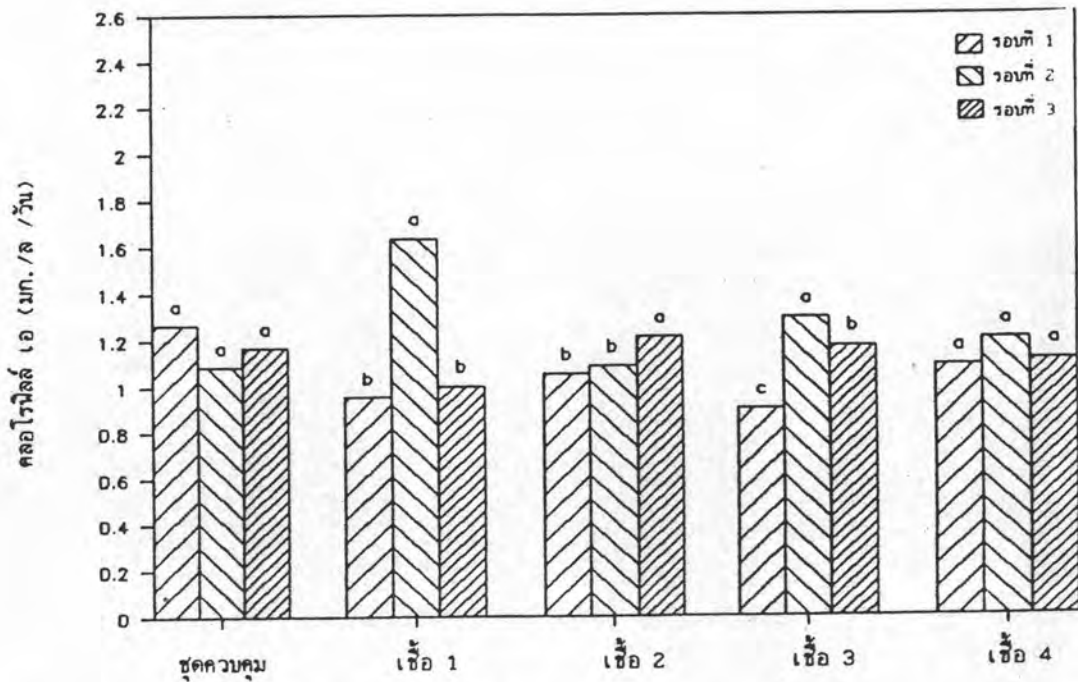
ตารางที่ 4.23 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 2 หลังลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1.282	0.948	1.095	0.943	0.967
	2	1.322	0.933	1.082	0.884	1.171
	3	1.184	0.986	0.978	0.866	1.123
	เฉลี่ย	1.263	0.956	1.052	0.898	1.087
2	1	1.079	1.504	1.057	1.207	1.127
	2	0.917	1.688	1.116	1.303	1.233
	3	1.263	1.712	1.077	1.368	1.237
	เฉลี่ย	1.083	1.635	1.083	1.293	1.199
3	1	1.126	0.878	1.263	1.186	1.102
	2	1.205	1.019	1.220	1.166	1.162
	3	1.167	1.107	1.149	1.155	1.062
	เฉลี่ย	1.166	1.001	1.211	1.169	1.109
เฉลี่ย 3 รอบ		1.172	1.197	1.115	1.120	1.132

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-21



ภาพที่ 4.36 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.37 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 2 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

4.3.5.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสำหรับ
ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างในวันแรกและวันสุดท้ายในการเลี้ยง
แต่ละรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.24

4.3.6 การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง
จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ใน
ตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง ซึ่งมีค่าคลอริด์ 1.0 กรัมต่อลิตรและมีความกระด้างรวม 445
มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณในรูป CaCO_3 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.6.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง.
ตารางที่ ง-8) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาค
ผนวก จ. ตารางที่ จ-8 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่ายในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความ
กระด้าง โดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.25 และภาพที่
4.38 พบว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ
แต่ในการทดลองรอบที่ 3 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีค่าสูงสุด
กว่าเชื้อที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเชื้ออื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อ
ในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่า สาหร่ายเชื้อที่ 3 มีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่
2 1 และ 4 ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด
ต่อวัน ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ใน
การทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม
แสดงในภาพที่ 4.39 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายเชื้อที่ 4 ในรอบแรกมีค่า
สูงกว่ารอบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสาหร่ายชุดควบคุมและสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 และ 3
ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ใกล้เคียงกันไม่แตกต่าง
ทางสถิติ

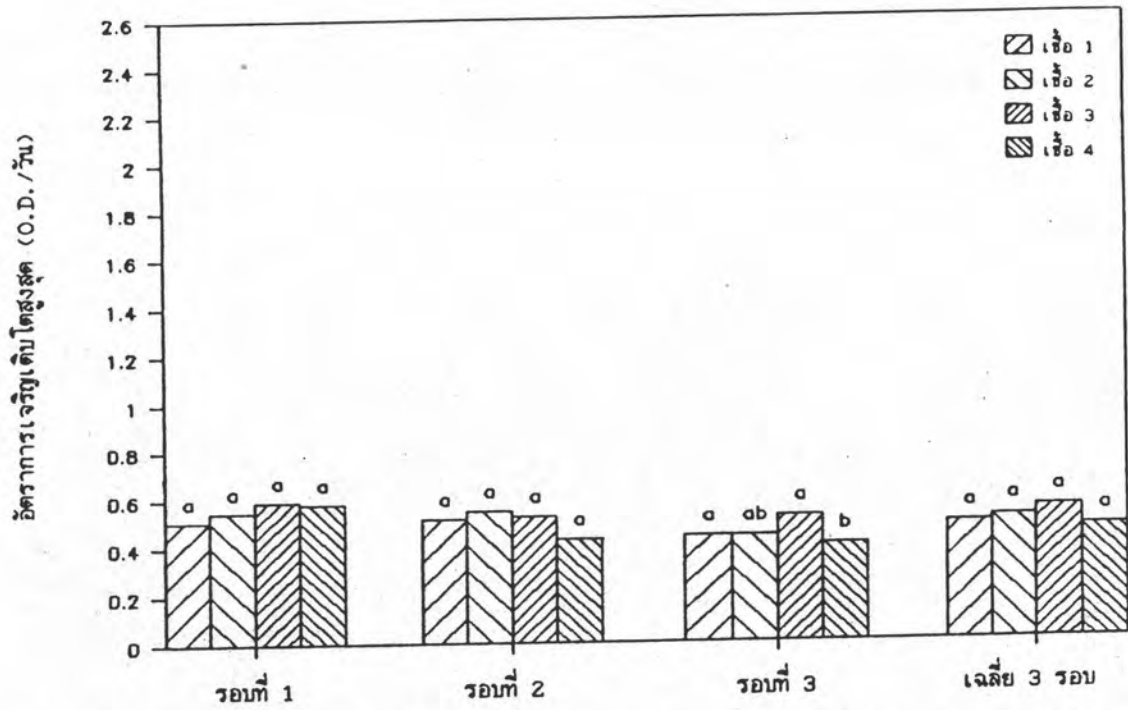
ตารางที่ 4.24 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองที่เตรียมจากตัวอย่างน้ำ
ที่ 2 หลังลดความกระด้าง(เฉลี่ยจาก 3 ชุด)

รอบที่	pH	สาหร่ายเชื้อ				pH เริ่มต้น (เฉลี่ยจาก 3 รอบ)
		1	2	3	4	
1	pH เริ่มต้น	8.16	8.16	8.16	8.16	
	pH สุดท้าย	10.75	10.82	10.56	10.55	
2	pH เริ่มต้น	8.58	8.58	8.58	8.58	
	pH สุดท้าย	10.03	10.04	10.05	10.01	
3	pH เริ่มต้น	8.14	8.14	8.14	8.14	
	pH สุดท้าย	9.98	10.06	10.04	10.12	8.20

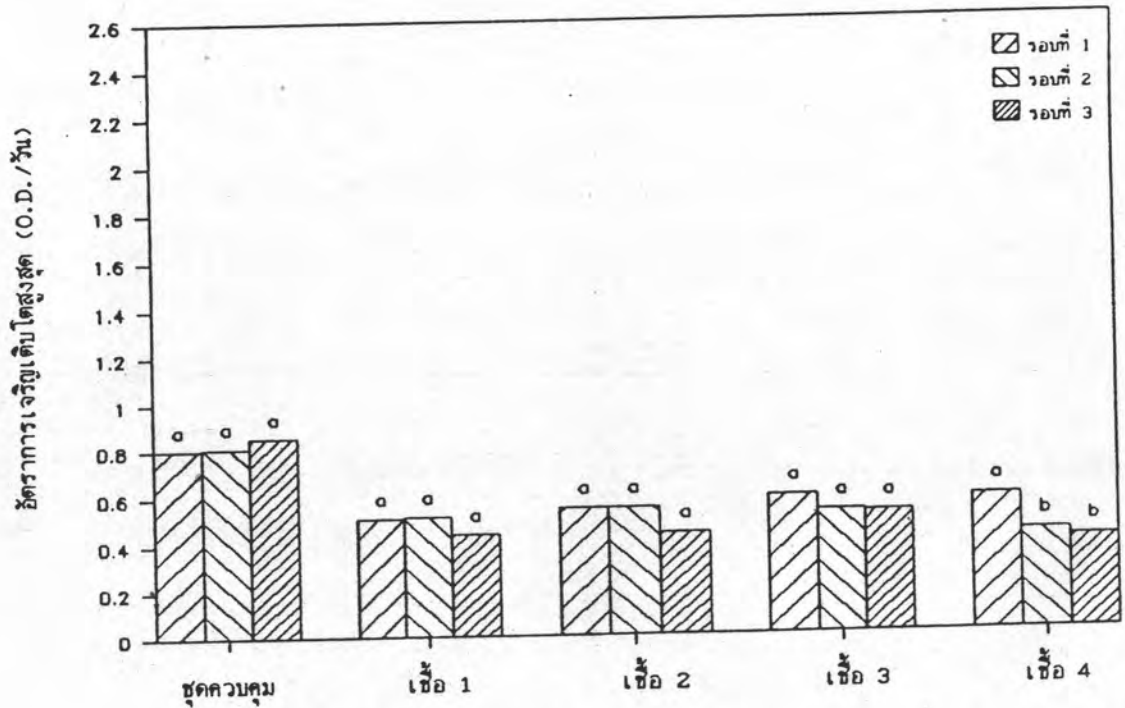
ตารางที่ 4.25 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง (O.D/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	0.786	0.500	0.541	0.611	0.528
	2	0.845	0.553	0.573	0.604	0.607
	3	0.778	0.472	0.530	0.555	0.600
	เฉลี่ย	0.803	0.508	0.548	0.590	0.578
2	1	0.842	0.424	0.548	0.624	0.441
	2	0.801	0.557	0.630	0.491	0.380
	3	0.787	0.565	0.467	0.465	0.470
	เฉลี่ย	0.810	0.515	0.548	0.527	0.430
3	1	0.847	0.454	0.445	0.579	0.348
	2	0.864	0.410	0.396	0.473	0.438
	3	0.839	0.455	0.479	0.510	0.415
	เฉลี่ย	0.850	0.440	0.440	0.521	0.400
เฉลี่ย 3 รอบ		0.821	0.488	0.512	0.456	0.470

หมายเหตุ : ค่าตัวเลขจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-8



ภาพที่ 4.38 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.39 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

เมื่อพิจารณากราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ ที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ ที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง (ภาพที่ 4.40) พบว่ารอบแรกระยะ exponential จะเป็นช่วง 24 ชั่วโมงแรก ส่วนรอบที่ 2 และ 3 สาหร่ายเข้าสู่ระยะ lag เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงก่อนถึง exponential ซึ่งใช้เวลา 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกับรอบแรก

4.3.6.2 ผลผลิตของสาหร่าย

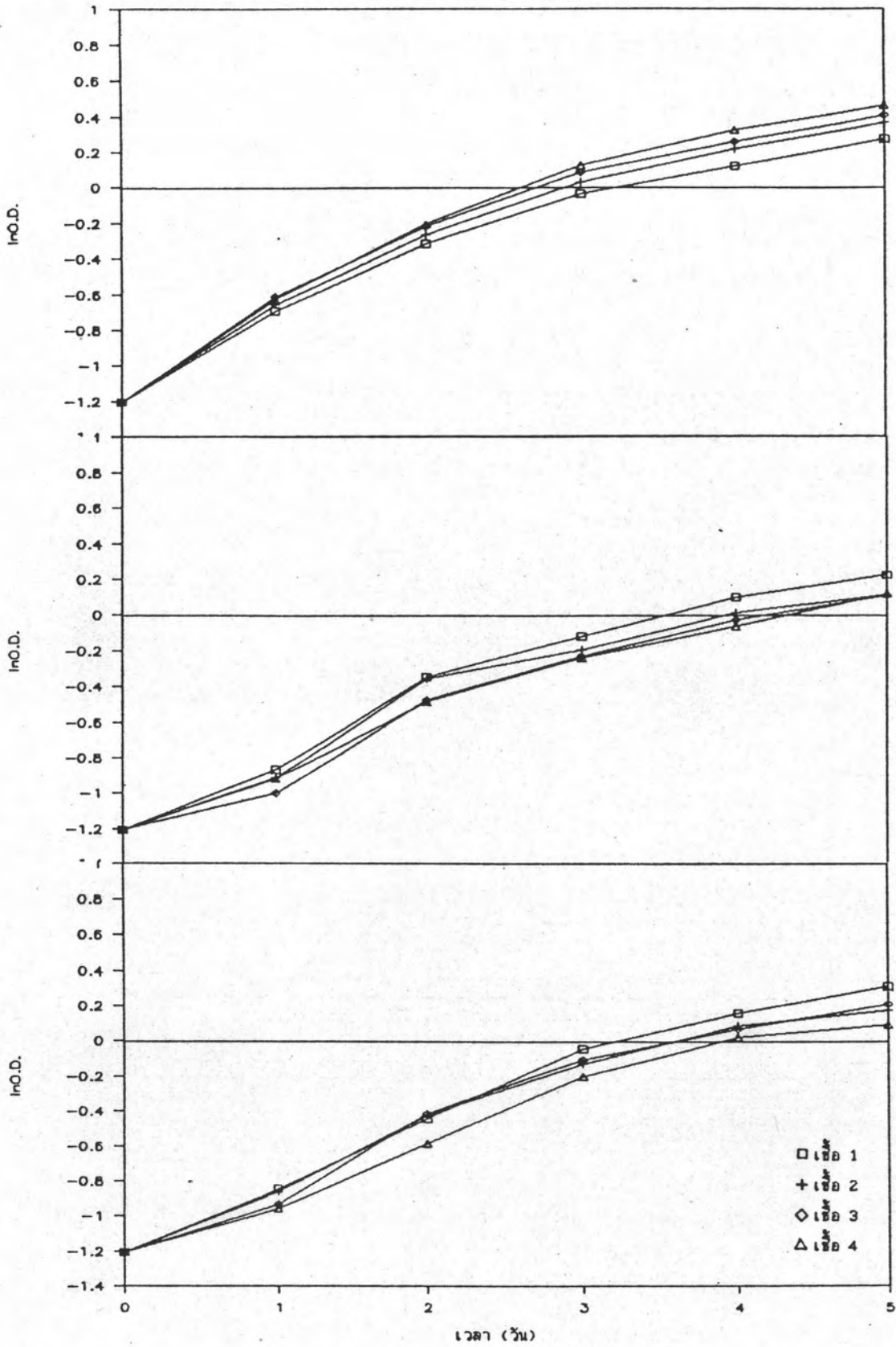
จากการหาน้ำหนักแห้งของสาหร่ายในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงในแต่ละรอบ แสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-15 แล้วคำนวณหาผลผลิตของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.26 ภาพที่ 4.41 พบว่าในรอบแรกของการทดลองสาหร่ายเชื้อที่ 3 และ 4 มีผลผลิตสูงที่สุดและสูงกว่าเชื้อที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากสาหร่ายเชื้อที่ 2 ส่วนในรอบที่ 2 สาหร่ายเชื้อที่ 2 กลับมีผลผลิตสูงกว่าสาหร่ายเชื้ออื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 3 สาหร่ายเชื้อที่ 2 กลับมีผลผลิตต่ำที่สุด ต่ำกว่าสาหร่ายเชื้อที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสาหร่ายเชื้อที่ 1

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 4 1 และ 2 ตามลำดับ แต่จากการทดสอบทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิต ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.42 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุมและสาหร่ายเชื้อที่ 3 มีผลผลิตในการทดลองทั้ง 3 รอบ ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 1 และ 4 มีแนวโน้มเหมือนกันคือ ในรอบแรกและรอบที่ 2 ผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 3 พบว่าผลผลิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสาหร่ายเชื้อที่ 2 ผลผลิตในรอบที่ 2 สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ผลผลิตในรอบที่ 1 และ 3 ตามลำดับ และจากการทดสอบพบว่าผลผลิตของสาหร่ายทั้ง 3 รอบมีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.6.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่าย ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ แสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-22 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.27 ภาพที่ 4.43 พบว่ารอบแรกสาหร่ายเชื้อที่ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน สูงที่สุดและ

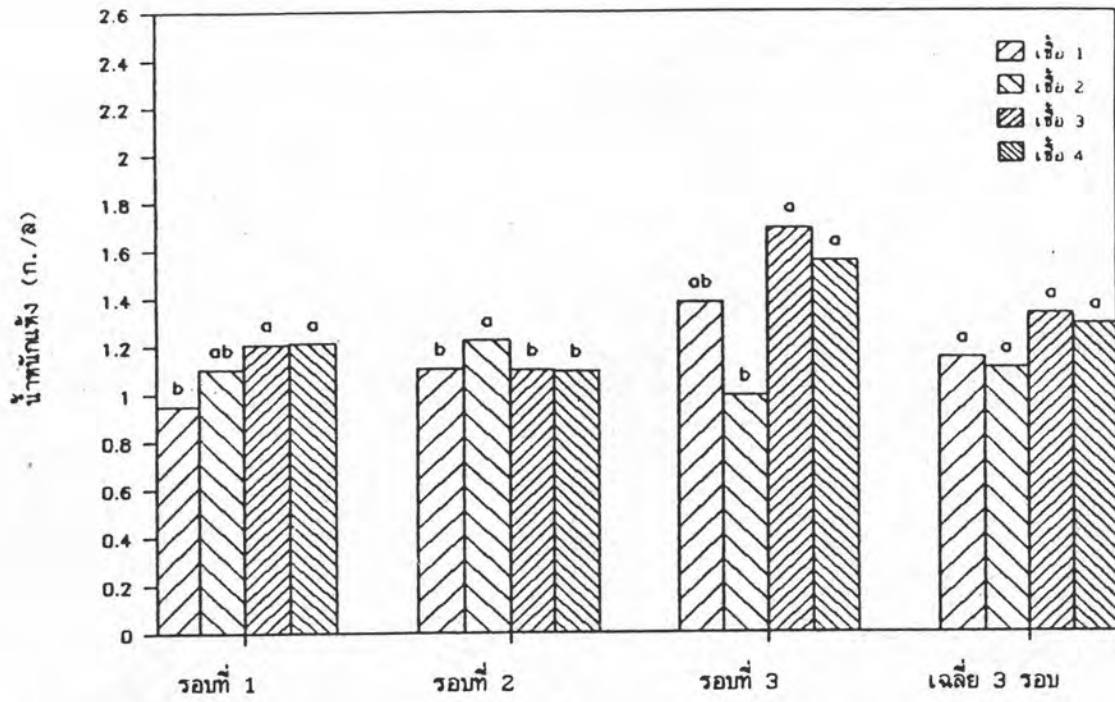


ภาพที่ 4.40 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

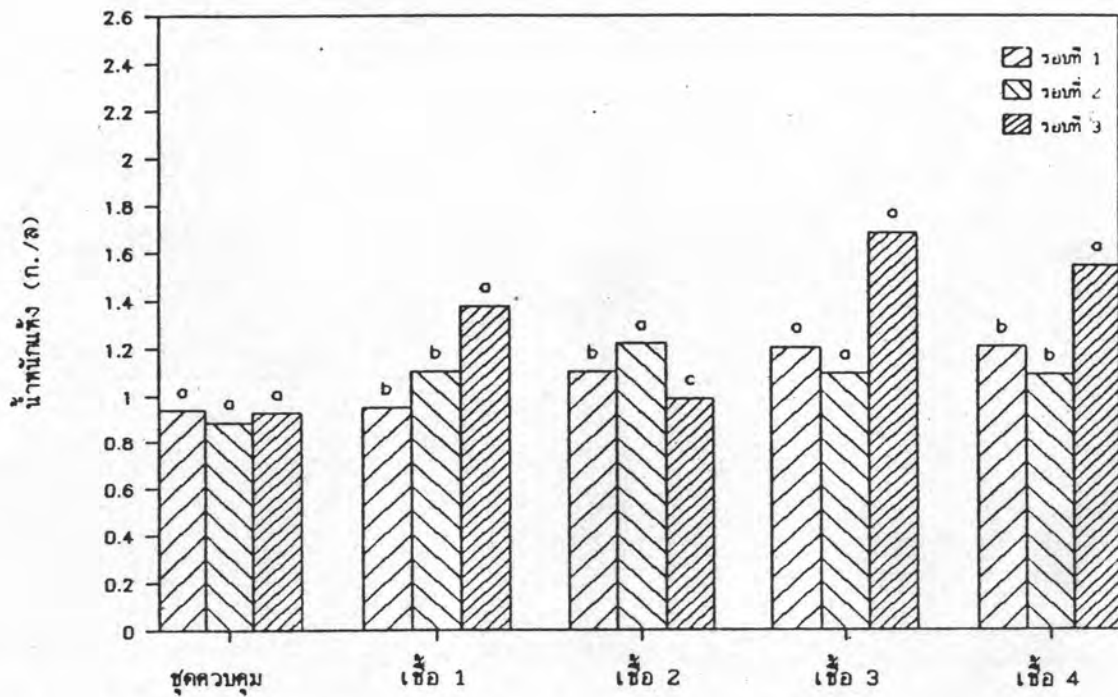
ตารางที่ 4.26 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง
(มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	880	1016	1082	1110	1114
	2	1028	740	1154	1314	1290
	3	900	1088	1074	1194	1222
	เฉลี่ย	936	948	1103	1206	1209
2	1	924	1044	1308	1096	1090
	2	916	1084	1164	1134	1068
	3	820	1180	1188	1058	1112
	เฉลี่ย	887	1103	1220	1096	1090
3	1	938	1338	1002	1194	1452
	2	897	1416	1014	1894	1736
	3	952	1376	946	1980	1472
	เฉลี่ย	929	1377	987	1689	1553
เฉลี่ย 3 รอบ		917	1142	1104	1330	1284

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง.ตารางที่ ง-15



ภาพที่ 4.41 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้างในการทดลอง 3 รอบ



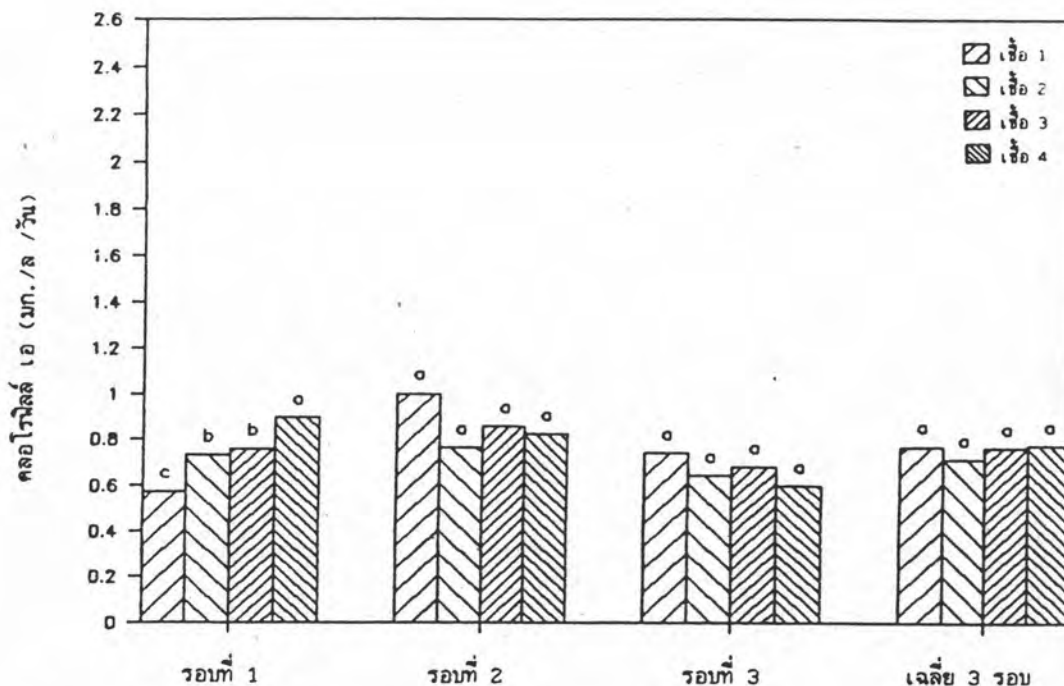
ภาพที่ 4.42 ผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

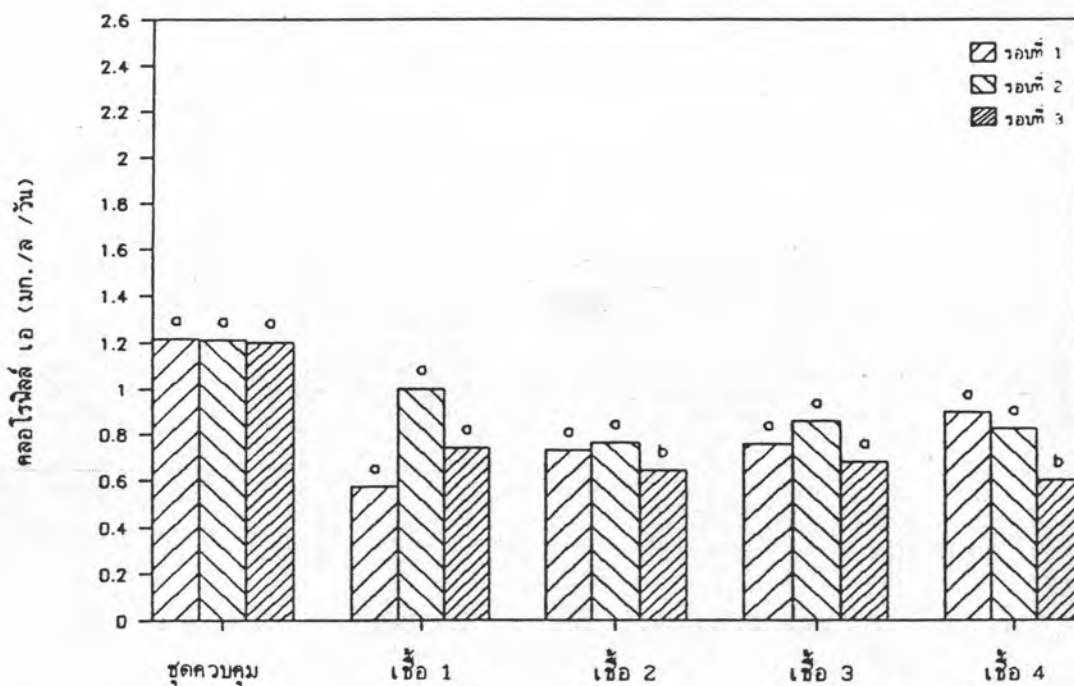
ตารางที่ 4.27 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1.184	0.652	0.713	0.730	0.865
	2	1.244	0.488	0.739	0.792	0.861
	3	1.211	0.583	0.746	0.755	0.959
	เฉลี่ย	1.213	0.574	0.733	0.759	0.895
2	1	1.208	0.918	0.779	0.834	0.691
	2	1.212	0.741	0.772	0.963	1.020
	3	1.213	1.342	0.749	0.773	0.766
	เฉลี่ย	1.211	1.000	0.767	0.857	0.826
3	1	1.182	0.652	0.616	0.748	0.559
	2	1.227	0.674	0.679	0.714	0.675
	3	1.194	0.900	0.647	0.592	0.573
	เฉลี่ย	1.201	0.742	0.647	0.685	0.602
เฉลี่ย 3 รอบ		1.274	0.772	0.716	0.767	0.774

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-22



ภาพที่ 4.43 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.44 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สูงกว่าสำหรับรายเชื้ออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาได้แก่สำหรับรายเชื้อที่ 3 2 และ 1 ตามลำดับ โดยพบว่าสำหรับรายเชื้อที่ 2 และ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันใกล้เคียงกันไม่แตกต่างทางสถิติ แต่สูงกว่าสำหรับรายเชื้อที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปในรอบที่ 2 และ 3 กลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของสำหรับรายทั้ง 4 เชื้อ

เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของสำหรับรายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสำหรับรายเชื้อที่ 4 มีค่าสูงที่สุดรองลงมาได้แก่สำหรับรายเชื้อที่ 1 3 และ 2 ตามลำดับแต่จากการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างระหว่างสำหรับรายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสำหรับรายทั้ง 4 เชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับสำหรับรายชุดควบคุมแสดงในภาพที่ 4.44 พบว่าสำหรับรายชุดควบคุมและสำหรับรายเชื้อที่ 1 และ 3 มีแนวโน้มคล้ายกันคือตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับสำหรับรายเชื้อที่ 2 และ 4 มีแนวโน้มคล้ายกันคือปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 1 และ 2 สูงกว่ารอบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3.6.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสำหรับราย

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างในวันแรกและวันสุดท้ายในการเลี้ยงแต่ละรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.28

4.3.7. การเจริญเติบโตของสำหรับรายเกลียวทองในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้างจากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสำหรับรายเชื้อที่ 1 2 3 และ 4 ในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง มีค่าคลอรินิตี้ 1.0. กรัมต่อลิตรและมีความกระด้างรวม 103 มิลลิกรัมต่อลิตร คำนวณในรูป CaCO_3 พบว่ามีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.7.1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน

จากการวัดความหนาแน่นของสำหรับรายในรูป O.D. (ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-9) แล้วนำค่า O.D. มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. ตารางที่ จ-9 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสำหรับรายในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง โดยใช้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.29 และภาพที่ 4.45 พบว่าในการทดลองทั้ง 3 รอบ สำหรับรายทั้ง 4 เชื้อ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันใกล้เคียง

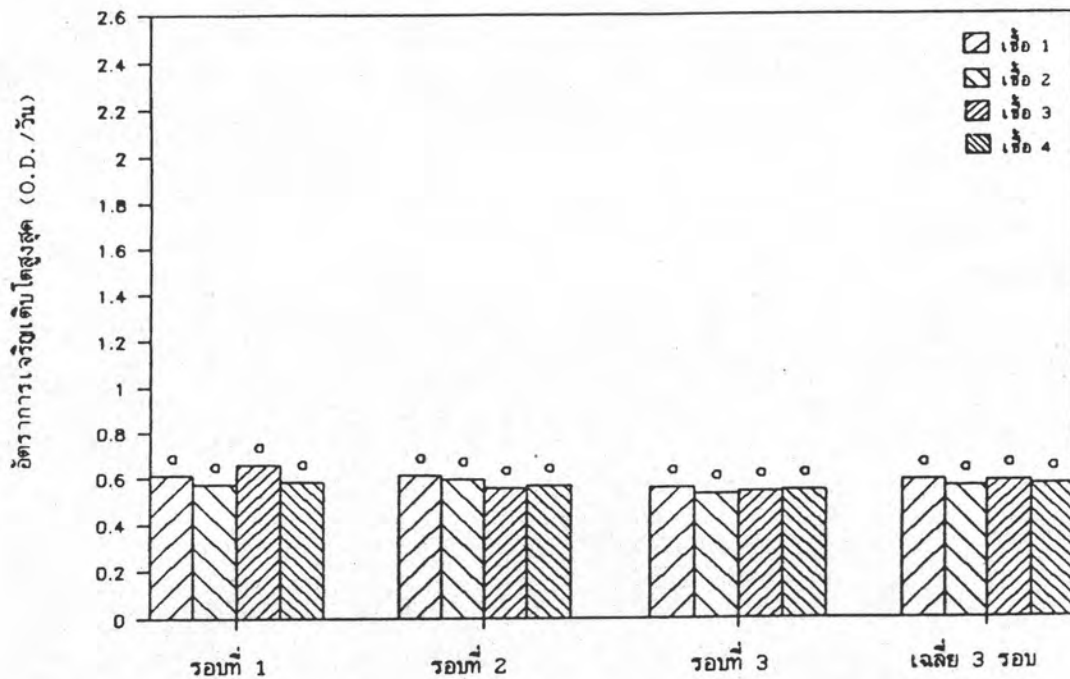
ตารางที่ 4.28 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองที่เตรียมจากตัวอย่างน้ำ
ที่ 3 ก่อนลดความกระด้าง(เฉลี่ยจาก 3 ชุด)

รอบที่	pH	สาหร่ายเชื้อ				pH เริ่มต้น (เฉลี่ยจาก 3 รอบ)
		1	2	3	4	
1	pH เริ่มต้น	8.22	8.22	8.22	8.22	
	pH สุดท้าย	10.21	10.20	10.32	10.31	
2	pH เริ่มต้น	8.15	8.15	8.15	8.15	
	pH สุดท้าย	10.16	10.17	10.17	10.19	
	pH เริ่มต้น	8.23	8.23	8.23	8.23	
	pH สุดท้าย	10.13	10.12	10.18	10.08	8.39

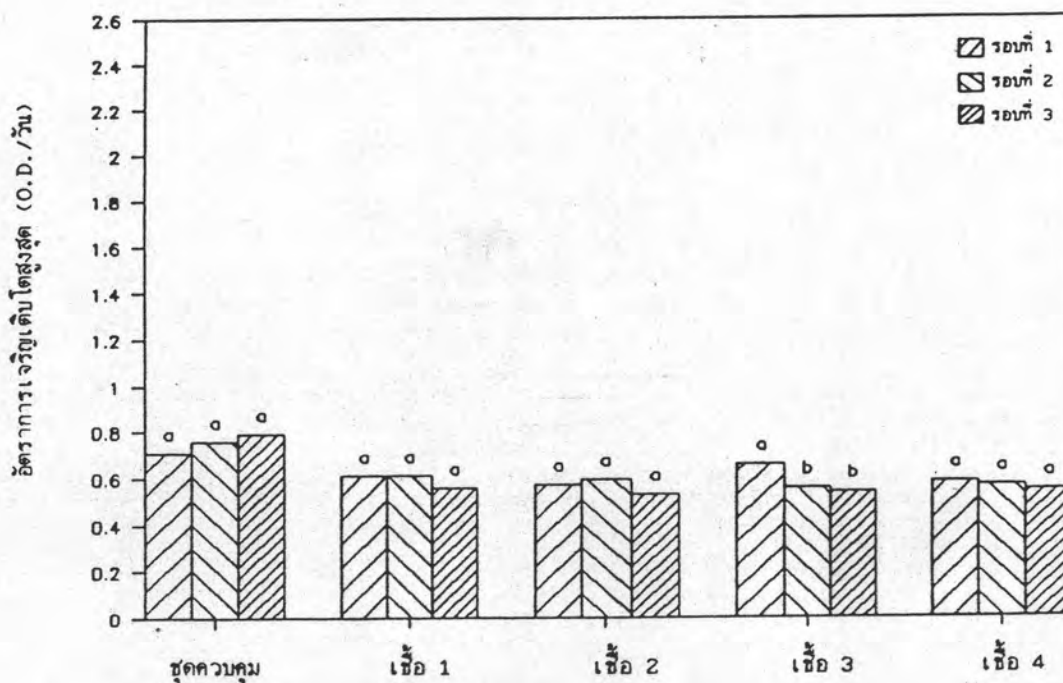
ตารางที่ 4.29 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 3 หลังลดความกระด้าง (O.D./วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	0.695	0.580	0.547	0.659	0.554
	2	0.670	0.612	0.515	0.689	0.606
	3	0.771	0.630	0.656	0.632	0.597
	เฉลี่ย	0.712	0.607	0.573	0.660	0.586
2	1	0.781	0.600	0.579	0.497	0.544
	2	0.750	0.588	0.608	0.598	0.590
	3	0.752	0.639	0.594	0.579	0.573
	เฉลี่ย	0.761	0.609	0.594	0.558	0.569
3	1	0.781	0.584	0.501	0.557	0.554
	2	0.798	0.507	0.490	0.522	0.559
	3	0.800	0.576	0.598	0.554	0.531
	เฉลี่ย	0.793	0.556	0.530	0.544	0.548
เฉลี่ย 3 รอบ		0.755	0.591	0.565	0.587	0.568

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-9



ภาพที่ 4.45 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสัตว์เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.46 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสัตว์เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อใน แต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวันของสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีค่าสูง ที่สุดรองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 3 4 และ 2 ตามลำดับ แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มี ความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ใน การทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.46 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุมและสาหร่ายเชื้อที่ 1 2 และ 3 มีอัตราการเจริญเติบโต สูงสุดต่อวัน ในรอบที่ 1 2 และ 3 ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 3 อัตรา การเจริญเติบโตสูงสุดต่อวัน ในการทดลองรอบที่ 1 สูงกว่ารอบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ

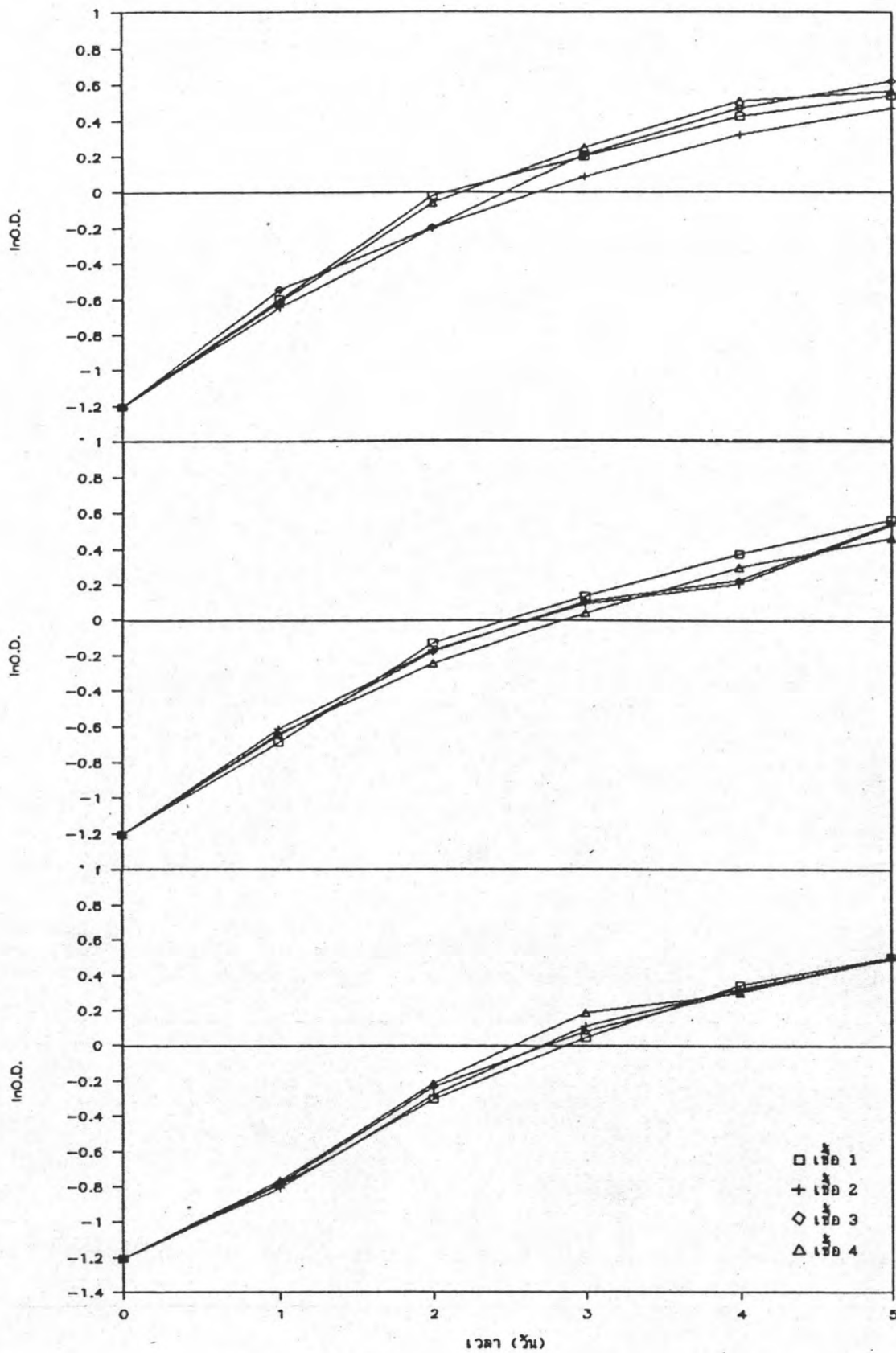
จากกราฟการเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 ในตัวอย่างน้ำ 3 หลังลดความกระด้าง (ภาพที่ 4.47) พบว่า การเจริญเติบโตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ ในรอบที่ 1 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีระยะ exponential ประมาณ 48 ชั่วโมงแรกของการทดลอง

4.3.7.2 ผลผลิตของสาหร่าย

จากการหาน้ำหนักแห้งของสาหร่ายในวันแรกและวันสุดท้ายของการ เลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ ผลแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-16 แล้วคำนวณหาผลผลิตของ สาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.30 ภาพที่ 4.48 พบว่าตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ ผลผลิตของสาหร่ายเชื้อทั้ง 4 เชื้อมีแนวโน้มเหมือนกันคือ มีผลผลิตใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำค่าผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่า เฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 2 มีผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 3 1 และ 4 ตาม ลำดับ แต่จากการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ มีค่าใกล้เคียงกันไม่ แตกต่างกันทางสถิติ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายชุดควบคุม แสดงในภาพที่ 4.49 พบว่าแนวโน้ม ผลผลิตของสาหร่ายแต่ละเชื้อในการทดลองทั้ง 3 รอบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

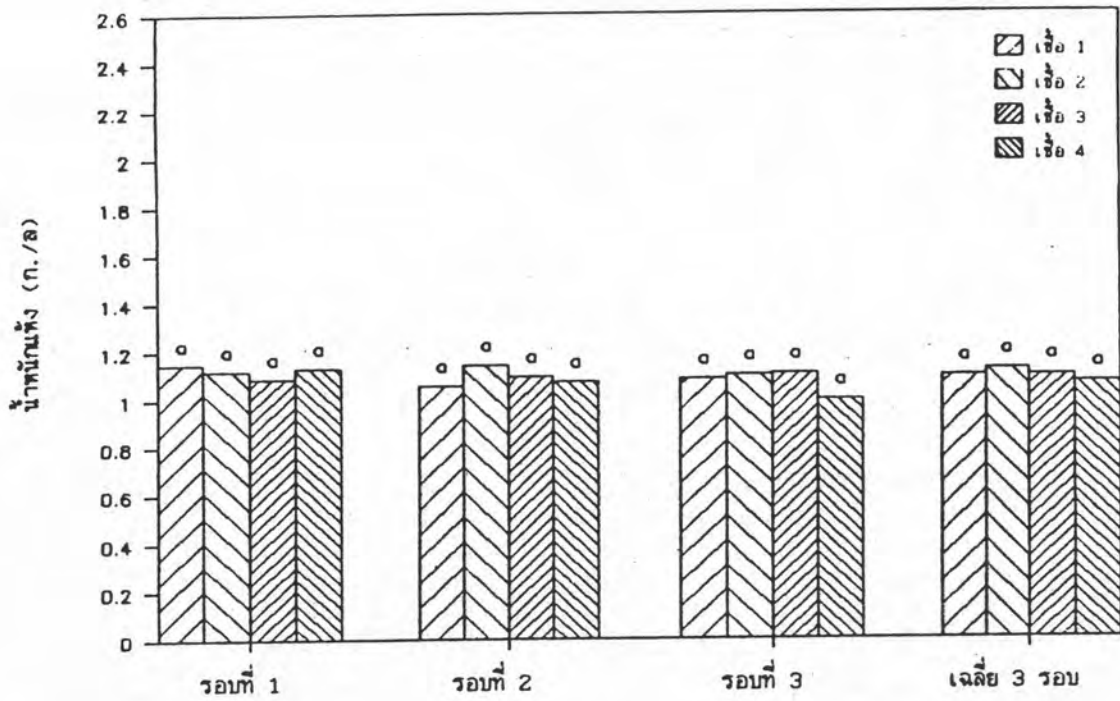


ภาพที่ 4.47 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง ในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3

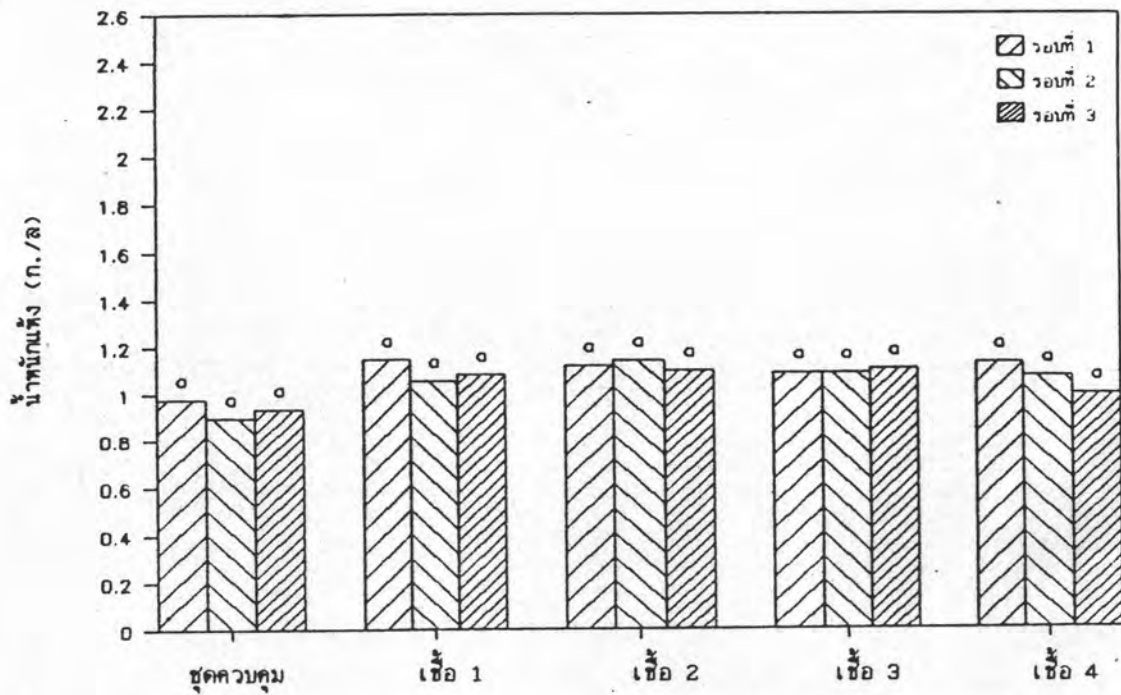
ตารางที่ 4.30 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	964	1112	1150	1095	1126
	2	956	1076	1086	1063	1124
	3	1008	1240	1122	1100	1128
	เฉลี่ย	976	1143	1119	1086	1126
2	1	918	968	1174	1020	962
	2	906	1060	1078	1008	970
	3	858	1128	1166	1240	1274
	เฉลี่ย	894	1052	1139	1089	1069
3	1	976	1038	1126	1096	1100
	2	902	1078	1094	1180	920
	3	939	1122	1070	1028	952
	เฉลี่ย	939	1079	1097	1101	991
เฉลี่ย 3 รอบ		936	1091	1118	1092	1062

หมายเหตุ : จำนวนจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-16



ภาพที่ 4.48 ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้างในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.49 ผลผลิตในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

4.3.7.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเลี้ยงสาหร่ายในแต่ละรอบ แสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-23 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่าย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.31 ภาพที่ 4.50 พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันระหว่างสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบ

เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของสาหร่ายแต่ละเชื้อในแต่ละรอบมาคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าสาหร่ายเชื้อที่ 1 มีค่าสูงสุดรองลงมาได้แก่สาหร่ายเชื้อที่ 4 2 และ 3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายทั้ง 4 เชื้อ แสดงในภาพที่ 4.51 พบว่าสาหร่ายชุดควบคุมและสาหร่ายเชื้อที่ 2 3 และ 4 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันเหมือนกัน คือตลอดการทดลองในรอบที่ 1 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนสาหร่ายเชื้อที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในรอบที่ 1 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ต่ำกว่าการทดลองในรอบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

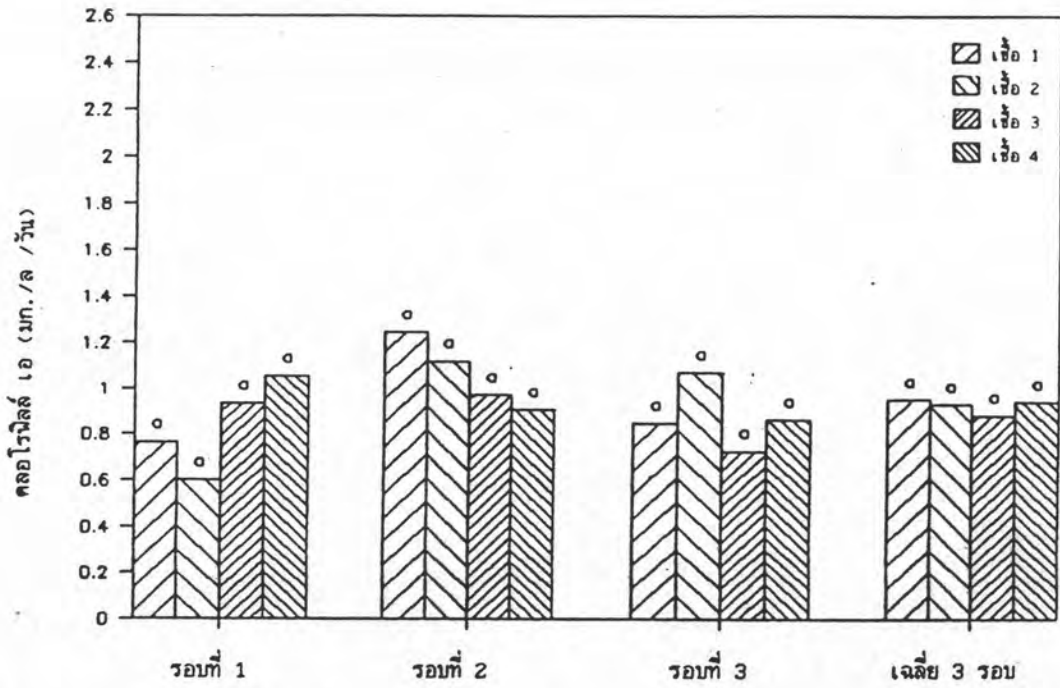
4.3.7.4 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่าย

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างในวันแรกและวันสุดท้ายในการเลี้ยงแต่ละรอบแสดงไว้ในตารางที่ 4.32

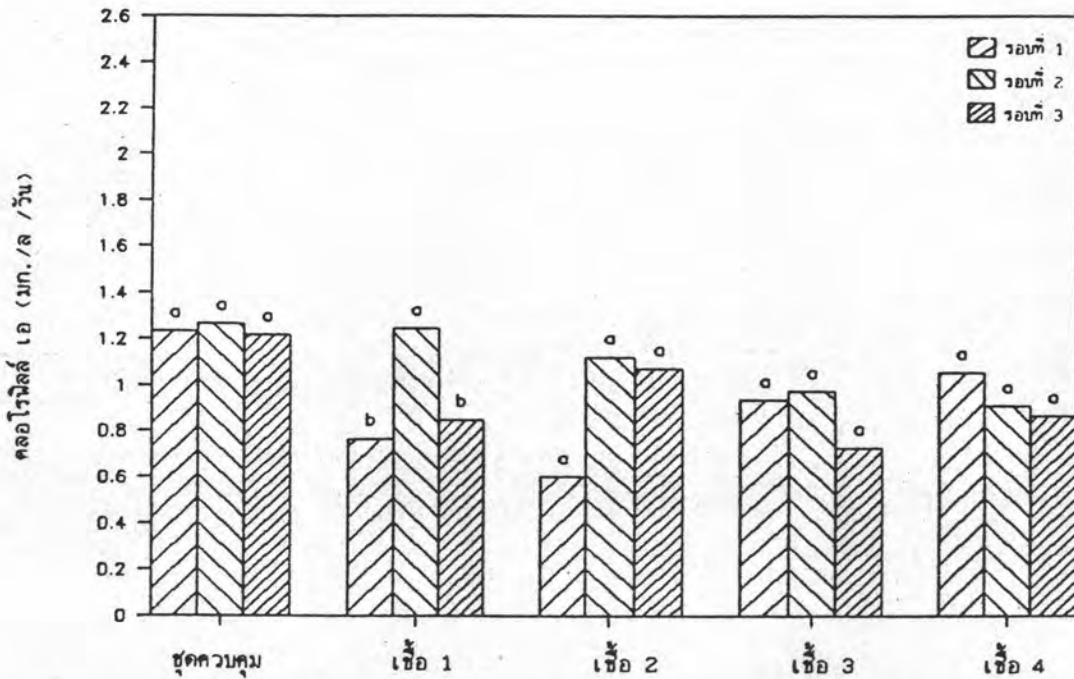
ตารางที่ 4.31 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำ
ที่ 3 หลังลดความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร/วัน)

รอบที่	ขวดที่	สาหร่ายเชื้อ				
		C	1	2	3	4
1	1	1.126	0.852	0.597	1.007	1.352
	2	1.111	0.640	0.573	0.915	1.106
	3	1.454	0.803	0.634	0.877	0.702
	เฉลี่ย	1.230	0.765	0.601	0.933	1.053
2	1	1.358	1.101	1.141	0.760	0.753
	2	1.083	1.312	1.220	1.343	1.376
	3	1.355	1.307	0.984	0.816	0.583
	เฉลี่ย	1.265	1.240	1.115	0.973	0.904
3	1	1.225	0.820	0.809	0.715	0.769
	2	1.189	0.849	0.797	0.730	0.985
	3	1.234	0.865	1.599	0.726	0.833
	เฉลี่ย	1.216	0.845	1.068	0.724	0.862
เฉลี่ย 3 รอบ		1.237	0.950	0.928	0.877	0.940

หมายเหตุ : คำนวณจากภาคผนวก ง. ตารางที่ ง-23



ภาพที่ 4.50 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง ในการทดลอง 3 รอบ



ภาพที่ 4.51 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในการทดลองรอบที่ 1 2 และ 3 ของสาหร่ายเกลียวทองชุดควบคุม และสาหร่ายที่เลี้ยงในตัวอย่างน้ำที่ 3 หลังลดความกระด้าง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 อักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 4.32 ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองที่เตรียมจากตัวอย่างน้ำ
ที่ 3 หลังลดความกระด้าง(เฉลี่ยจาก 3 ชวด)

รอบที่	pH	สาหร่ายเชื้อ				pH เริ่มต้น (เฉลี่ยจาก 3 รอบ)
		1	2	3	4	
1	pH เริ่มต้น	8.43	8.43	8.43	8.43	
	pH สุดท้าย	10.15	10.14	10.16	10.2	
2	pH เริ่มต้น	8.45	8.45	8.45	8.45	
	pH สุดท้าย	10.11	10.20	10.18	10.12	
3	pH เริ่มต้น	8.45	8.45	8.45	8.45	
	pH สุดท้าย	10.07	10.14	10.11	10.10	8.44