

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การศึกษาค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย

ทำการแยกค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียจากธรรมชาติโดยเพิ่มจำนวนแบคทีเรียในอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุดมสมบูรณ์และเหมาะสมต่อค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย และนำเชื้อบริสุทธิ์มาทดสอบความสามารถในการสร้างไนโตรเจนเพื่อคัดเลือกจุลินทรีย์จำพวกค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย และคัดเลือกห้าค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูง ตลอดจนหาผลลัพธ์ของปัจจัยสภาวะแวดล้อม เช่น ปริมาณแอมโมเนีย ความเค็ม ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ และอัตราการขยายตัวมีผลต่อการสร้างไนโตรเจนในไตร์ของแบคทีเรียดังกล่าว ซึ่งได้ผลดังนี้

1.1 การแยกค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียจากธรรมชาติ

การแยกค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียจากธรรมชาติให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ได้ผลดังนี้

1.1.1 การเพิ่มจำนวนค์ไม้อโถ่โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย

เก็บตัวอย่างจากบ่อเพาะเลี้ยงกุ้ง ซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นน้ำ ส่วนตะกอน และเศษเปลือกหอย นำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 1 ที่มีแอมโมเนียมชั้ลเพตเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งเป็นอาหารเหลวที่เดิมพินอลเรดเป็นอินดิเคเตอร์ ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 8.5 ในสภาวะที่เป็นด่าง อินดิเคเตอร์ในอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีแดง เผาที่อัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที ปั๊มในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ อาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ดังรูปที่ 57 และ 58 ในภาคผนวก ง แสดงว่ามีการสร้างกรด ซึ่งกรดนี้เป็นกรดไนไตร์ที่เกิดจากแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย ออกซิไดซ์แอมโมเนีย จากการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่มีการสร้างกรดคือ ตัวอย่างน้ำและตัวอย่างตะกอนที่เก็บจากบ่อของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลจังหวัดชลบุรี ตัวอย่างน้ำและตัวอย่างตะกอนที่เก็บจากบ่อของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลจากภาครัฐวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตัวอย่างตะกอนที่เก็บจากบ่อของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.1.2 การแยกแยะโมเนียออกซีไดซิงแยคที่เรียจากตัวอย่างในข้อ 1.1.1

นำแบคทีเรียจากฟลาร์กที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองในข้อ 1.1.1 มาเขย่าลากบนอาหาร เลี้ยงเชื้อเชิงสูตร 4 บ่มเลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบร่วมกับการสร้างโคโลนีกิตติ์ชั่น ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันได้แก่ โคโลนีสีแดงที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 ถึง 2.0 มิลลิเมตร โคโลนีสีเหลืองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร และโคโลนีไส้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ถึง 1.0 มิลลิเมตร

1.1.3 การทำเชื้อแยคที่เรียในข้อ 1.1.2 ให้บริสุทธิ์

การทำแบคทีเรียที่แยกได้ให้บริสุทธิ์โดยการเติบโคโลนีที่มีลักษณะต่างกัน จากข้อ 1.1.2 มาเขย่าลากบนอาหารเลี้ยงเชื้อเชิงสูตร 2 เพื่อให้ได้โคโลนีบริสุทธิ์ ตรวจสอบความ บริสุทธิ์โดยดูลักษณะรูปร่างของเซลล์ ที่ผ่านการย้อมสีแกรมและตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทำให้แยกสายพันธุ์บริสุทธิ์ได้ 9 สายพันธุ์ คือ A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 และ A9 จากตัวอย่างและแหล่งตัวอย่าง ดังปรากฏในตารางที่ 4

1.1.4 ความสามารถของแยคที่เรียในข้อ 1.1.3 ในการออกซีไดซ์แอมโมเนีย ยืนในไดร์ฟ

นำแบคทีเรียบริสุทธิ์ของแบคทีเรียที่แยกได้จากข้อ 1.1.3 มาเลี้ยงในอาหาร เลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 3 บ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน ทดสอบโดยหยดสารละลาย Griess-Ilosvay reagent ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ผ้าเชื้อเมียการสร้าง ในไดร์ฟจะมีสีชมพูเกิดขึ้น หากไม่มีการสร้างในไดร์ฟจะไม่มีการเปลี่ยนสี ดังรูปที่ 52 (ภาค ผนวก ง) จากการทดสอบพบว่า มี 4 สายพันธุ์ที่อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีชมพู ดัง ตารางที่ 4 ได้แก่ A1 (รูปที่ 15), A3 (รูปที่ 16), A4 (รูปที่ 17) และ A7 (รูป ที่ 18) ในขณะที่ 5 สายพันธุ์ได้แก่ A2, A5, A6, A8 และ A9 ไม่มีการเปลี่ยน สีของอาหารเลี้ยงเชื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

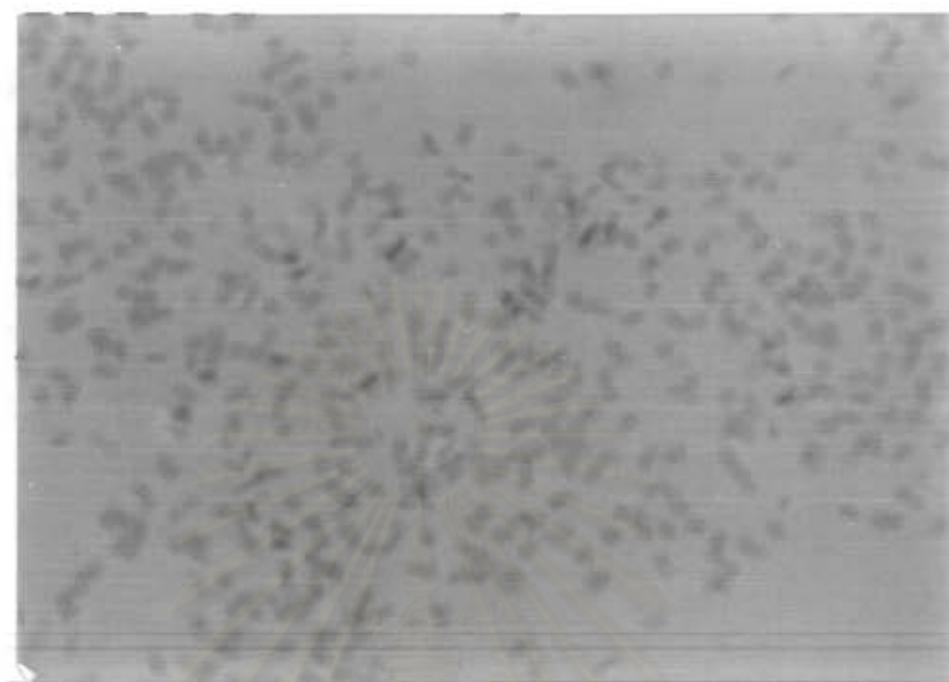
ตารางที่ 4 สายพันธุ์ของเอมโมนีเย้ออกซิไดซิงแบคทีเรียที่แยกจากเหล่งต่างๆ แสดงถึง
โครงสร้าง การย้อมดีสีแกรม และ ความสามารถในการสร้างไนโตรฟิล์

สายพันธุ์	แหล่งตัวอย่าง	ตัวอย่าง	รูปร่าง	การย้อมดีสี	การทดสอบด้วย Griess-Noskovay
A1	ลีช	น้ำ	แท่ง	ลบ	+
A2	ลีช	ตะกอน	แท่ง	ลบ	-
A3	จุ่ฟ้า	น้ำ	แท่ง	ลบ	+
A4	จุ่ฟ้า	น้ำ	แท่ง	ลบ	+
A5	จุ่ฟ้า	ตะกอน	กลม	ลบ	-
A6	จุ่ฟ้า	ตะกอน	แท่ง	ลบ	-
A7	จุ่ฟ้า	ตะกอน	แท่ง	ลบ	+
A8	สุราษฎร์ธานี	ตะกอน	แท่ง	ลบ	-
A9	สุราษฎร์ธานี	ตะกอน	แท่ง	ลบ	-

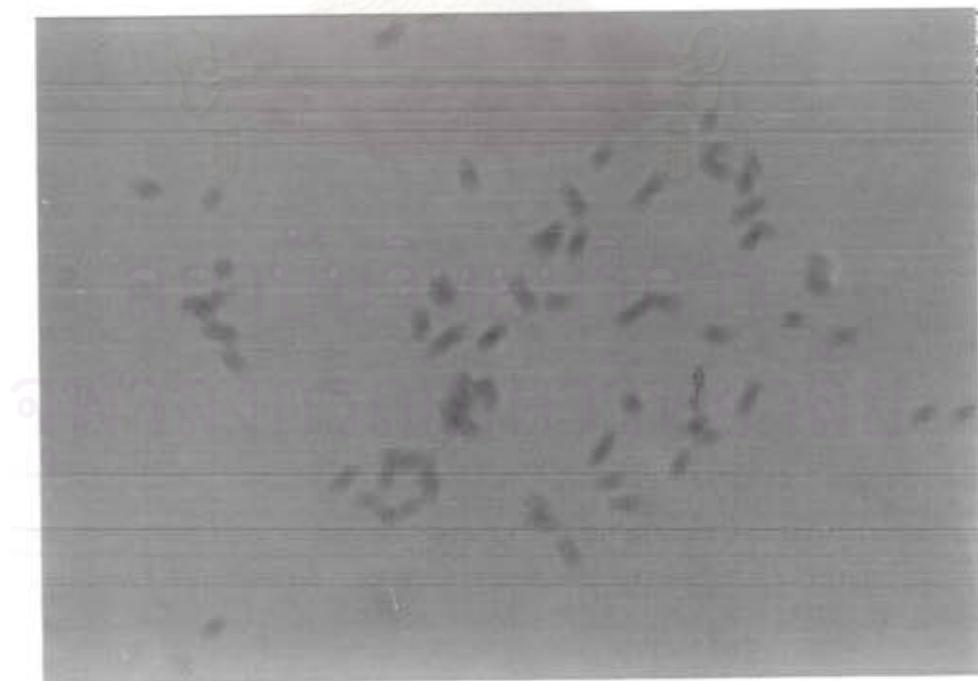
หมายเหตุ + มีการเปลี่ยนลักษณะของอาหารเลี้ยงเชื้อจากไม่มีสีเป็นสีชมพู
- ไม่มีการเปลี่ยนลักษณะของอาหารเลี้ยงเชื้อจากไม่มีสีเป็นสีชมพู



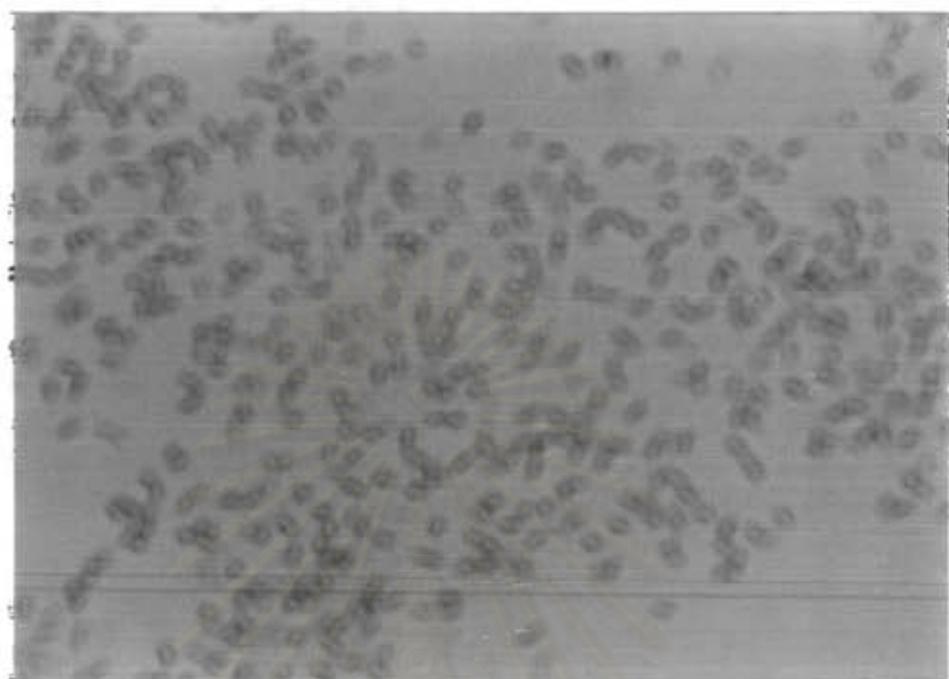
รูปที่ 15. ภาพถ่ายของเอมโมนีเย้ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A1 จากกล้อง¹
อุตสาหกรรมธรรมชาติ (กำลังขยาย 3389 X)



รูปที่ 16 ภาพถ่ายของแอมโมเนียออกซิไดซิงเบคทีเรียสายพันธุ์ A3 จากกล้องจุลทรรศน์ธรรมด้า (กำลังขยาย 3388 X)



รูปที่ 17 ภาพถ่ายของแอมโมเนียออกซิไดซิงเบคทีเรียสายพันธุ์ A4 จากกล้องจุลทรรศน์ธรรมด้า (กำลังขยาย 3388 X)



รูปที่ 18 ภาพถ่ายของแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 จากกล้องจุลทรรศน์ธรรมด้า (กำลังขยาย 3388 X)

1.1.5 คัดเลือกหาคิโนอโต์โกรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย

การทดสอบคัดเลือกหาแบคทีเรียที่เป็นคิโนอโต์โกรฟิคแบคทีเรียได้ผลดังนี้

1.1.5.1 การทดสอบความเจริญของเชื้อในอาหารอินทรีย์

นำแบคทีเรียที่สามารถสร้างไนโตรเจนได้จาก 1.1.4 ได้แก่ แอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A1 A3 A5 และ A7 ตามลำดับ เสียบในอาหารเตี้ยงเชื้ออินทรีย์เหลว นิวเตรียนท์ (nutrient broth) อาหารมารีน (marine broth) อาหารพลูอิด ไฮโอไกลคอลเจต (plain thioglycollate broth) อาหารทรีปติเคส ซอย (trypticase soy broth) และอาหารออร์แกนิก (organic medium) บ่มเสียบในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน พบร่องรอยของเชื้อในอาหารเตี้ยงเชื้ออินทรีย์ A1 สามารถเจริญในอาหารเตี้ยงเชื้ออินทรีย์ทดสอบทุกชนิด แอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A3 สามารถเจริญได้ใน อาหารทรีปติเคส ซอย อาหารพลูอิด ไฮโอไกลคอลเจต และอาหารออร์แกนิก แอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A4 สามารถเจริญได้ใน อาหารพลูอิด ไฮโอไกลคอลเจต และอาหารทรีปติเคส ซอย แอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 สามารถเจริญได้ใน อาหารพลูอิด ไฮโอไกลคอลเจต และอาหารทรีปติเคส ซอย ดังปรากฏด้านตารางที่ ๖

ตารางที่ 5 ความสามารถในการเจริญของเอนไซม์ออกซีไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A1 A3 A4 และ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้ออินทรีย์ชนิดต่างๆ

อาหารเลี้ยงเชื้อ อินทรีย์เหลว	เอนไซม์ออกซีไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์			
	A1	A3	A4	A7
มาร์น	+	-	-	-
กรีปปิเคส ซอฟ	+	+	+	+
พูลอิด ໄซోໄจాలిటె	+	+	+	+
นิวเตరីណូ	+	-	-	-
օర్జిగెనిడ	+	+	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย (อาหารเลี้ยงเชื้อไม่ชุ่น)
+ หมายถึง มีการเจริญของแบคทีเรีย (อาหารเลี้ยงเชื้อชุ่น)

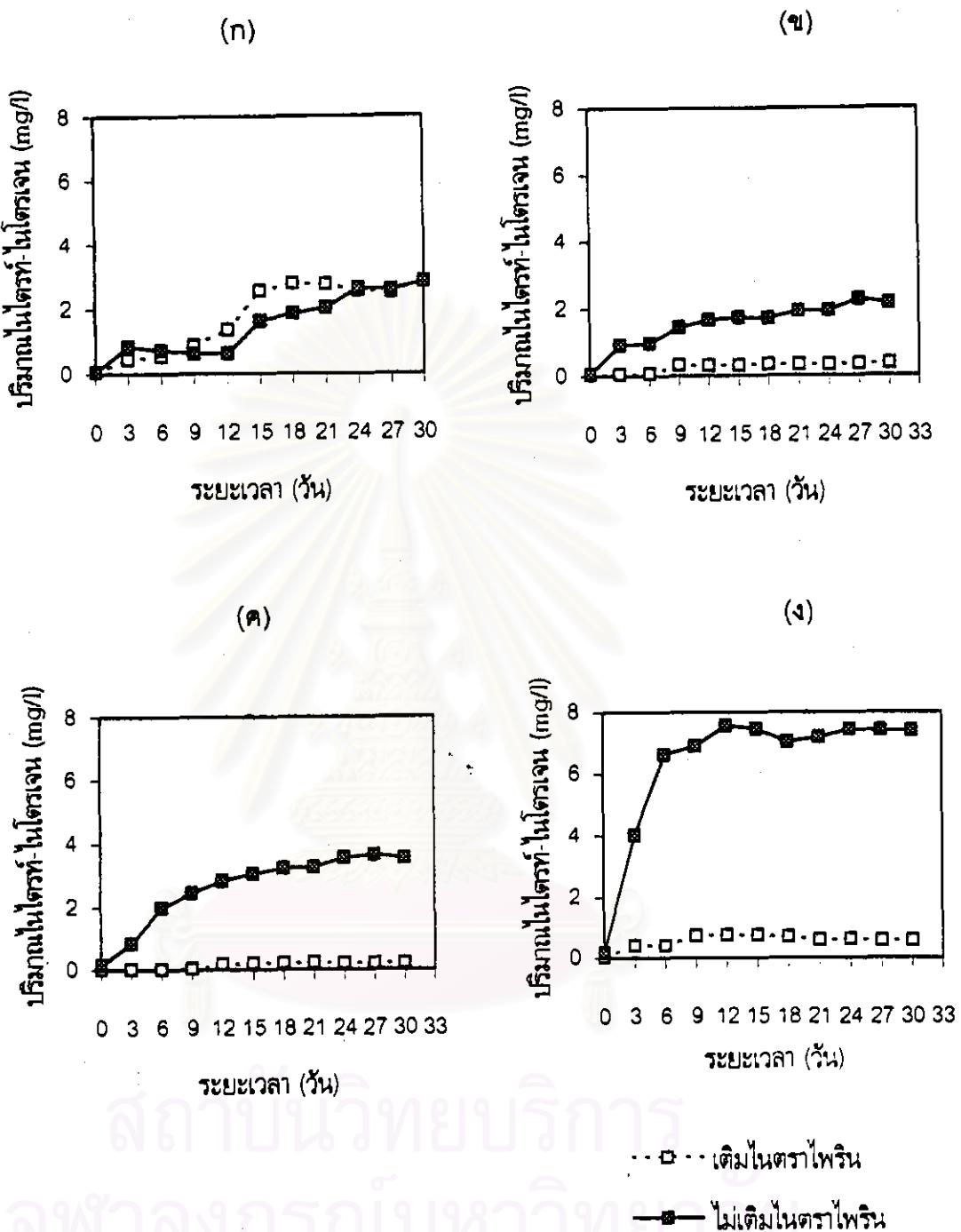
1.1.5.2 การทดสอบด้วยในตราไฟริน

น้ำแบคทีเรียที่สามารถสร้างในไตรก๊อกซ์จากข้อ 1.1.4 ได้แก่เอนไซม์ออกซีไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A1 A3 A5 และ A7 เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่เติมในตราไฟริน ความเข้มข้น 21.9 แพร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 ไมโครลิตรต่อสิบ ปรีเยบเทียบกับในสภาวะที่ไม่เติม ในตราไฟริน เลี้ยงเช่นเดียวกับตัวความเร็ว 200 รอบต่อนาที ในถุงมีความอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เมื่อวัดปริมาณในไตรก๊อกซ์ที่เกิดขึ้น โดยวิธีไดอาโซไทแซน พบร้า เอนไซม์ออกซีไดซิงแบคทีเรียที่ถูกยับยั้งจากการสร้างในไตรก๊อกซ์สายพันธุ์ A3 A4 และ A7 ส่วนสายพันธุ์ที่ไม่ถูกยับยั้งคือ A1 ผลการยับยั้งดังตารางที่ 6 และรูปที่ 19

ตารางที่ 5
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในตรีท์ - ในโตรเจนของแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A1 A3, A4 และ A7 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมชัลเพต 4 มิลลิโมลาร์ โดยเดิมกล่าวร์ 10 กรัมต่อลิตร เติมและไม่เติมในตรีทเพรินความเข้มข้น 21.9 บอร์เซ็นต์ปริมาณ 2 มิลลิลิตรต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ด้วยอัตราการเติม 200 รอบต่อนาที ในถ้วยความจุมลิกะมิลลิลิตร 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในตรีท์ - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดยแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย								
	A1		A3		A4		A7		
	เติม ในครา ไฟริน	ไม่เติม ในครา ไฟริน	เติม ในครา ไฟริน	ไม่เติม ในครา ไฟริน	เติม ในครา ไฟริน	ไม่เติม ในครา ไฟริน	เติม ในครา ไฟริน	ไม่เติม ในครา ไฟริน	เติม ในครา ไฟริน
0	0.67	0.64	0.03	0.05	0.01	0.14	0.02	0.17	
3	0.45	0.84	0.05	0.92	0.01	0.84	0.42	4.01	
6	0.53	0.72	0.07	0.96	0.02	1.98	0.42	6.63	
9	0.87	0.62	0.32	1.45	0.03	2.45	0.74	6.90	
12	1.35	0.62	0.31	1.65	0.18	2.83	0.77	7.56	
15	2.55	1.62	0.31	1.72	0.21	3.05	0.75	7.45	
18	2.78	1.85	0.35	1.71	0.20	3.23	0.69	7.04	
21	2.76	2.03	0.33	1.91	0.22	3.25	0.61	7.19	
24	2.58	2.56	0.33	1.93	0.21	3.56	0.63	7.43	
27	2.51	2.59	0.34	2.26	0.21	3.65	0.59	7.42	
30	2.86	2.84	0.36	2.13	0.21	3.53	0.58	7.40	



รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงการสร้างไนโตรเจนของเอมโมเนียออกไซเดชั่นเบคทีเรียสายพันธุ์ A1 (ก), A3 (ข), A4 (ค) และ A7 (ง) ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลาสูตร 3 ที่มีเอมโมเนียมซัลเฟต 4 มิลลิโมลาร์ โดยเดิมคลอไรต์ 10 กรัมต่อลิตร เติมและไม่เติมในครัวไฟรินความเข้มข้น 21.9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 มิลลิลิตรต่อลิตร ด้วยอัตราการขยาย 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

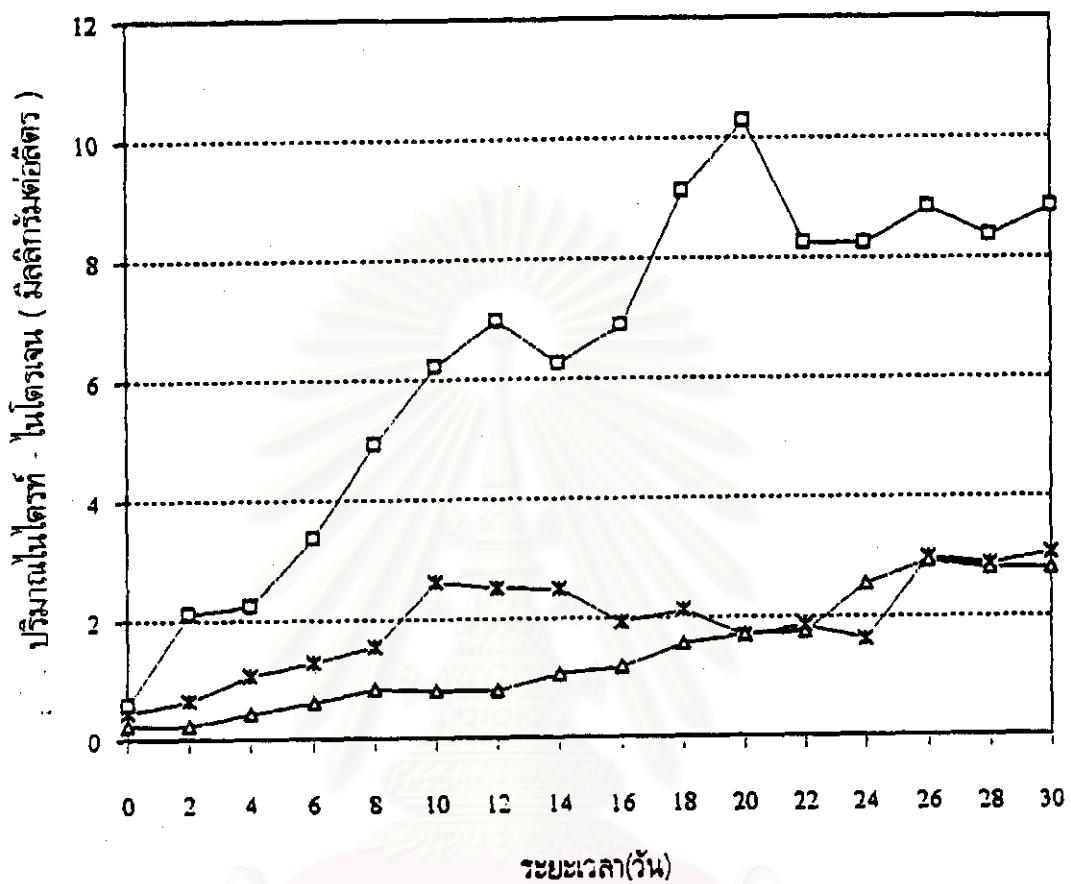
**1.2 คัดเลือกค์ไม้อโถโทรศิพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูง
ในการออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นไนโตรฟ์**

นำค์ไม้อโถโทรศิพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A3 A4 และ A7 ที่ได้ทดสอบแล้วว่ามีความสามารถในการสร้างไนโตรฟ์จากแอมโมเนียและญูกยับยั้ง การสร้างไนโตรฟ์ด้วยในตราไฟริน มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 (ภาคผนวก ก) 50 มิลลิลิตรบรรจุในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียนิยมซัลเฟต 4 มิลลิ โมลาร์ โดยเดิมคลอยไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่าง 8.5 เขย่าที่อัตรา 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 วัน โดยเก็บตัวอย่างมาทดสอบทุก 2 วัน เมื่อวัดปริมาณไนโตรฟ์ที่เกิดขึ้นโดยวิธีไดอาโซไครเซ็น (ภาคผนวก ช) พบร่วม A7 สร้างไนโตรฟ์ได้ต่ำสุดคือปริมาณ 10.27 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่ 20 ของการทดสอบ รองลงมาคือ A3 และ A4 ซึ่ง วัดปริมาณไนโตรฟ์ได้สูงสุดคือ 3.05 และ 2.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 30 และ วันที่ 26 ตามลำดับ ดังตารางที่ 7 และรูปที่ 20 ดังนั้นจึงเลือกค์ไม้อโถโทรศิพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในไตรห์ - ในไตรเจนของคิโนอโต้โทรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A3 A4 และ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมชัล เพต้าบริมาณ 4 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้ปั๊มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	บริมาณในไตรห์ - ในไตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโนอโต้โทรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์		
	A3	A4	A7
0	0.46	0.24	0.59
2	0.66	0.23	2.10
4	1.08	0.44	2.23
6	1.25	0.61	3.36
8	1.54	0.84	4.92
10	1.61	0.79	6.20
12	2.51	0.79	6.97
14	2.48	1.08	6.25
16	1.93	1.18	6.88
18	2.12	1.56	7.12
20	1.65	1.71	7.27
22	1.85	1.74	8.25
24	1.61	2.54	8.24
26	2.97	2.92	8.84
28	2.87	2.79	8.34
30	3.05	2.79	8.85



—x— A3

—△— A4

—□— A7

รูปที่ 20 การเปลี่ยนแปลงการ生长ในไตรัชองค์เมดอยโทโกรพิกแอมโนเนียมออกซ์ิดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A3, A4 และ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ鞭毛虫 3 ที่มีแอมโนเนียมชั้ลเพต 4 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.6 ด้วยอัตราการเรย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

1.3 ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการออกซิไดร์และโมเนียให้เย็นในโครงการน่องค์ไม้อโถ่ โถ่ไฟคายและโมเนียออกซิไดร์แบบคายที่เรียสายพันธุ์ A7 ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

การนำค่าไม้อโถ่โถ่ไฟคายและโมเนียออกซิไดร์แบบคายที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือสายพันธุ์ A7 มาศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการออกซิไดร์และโมเนียให้เป็นในโครงการ โดยการ เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่แปรผันสภาวะต่างๆได้ผล ดังนี้

4.1.6.1 ผลกระทบเชิงขั้นของปริมาณแอมโมเนียมชัลเฟตที่มีต่อการสร้างในโครงการน่องค์ไม้อโถ่โถ่ไฟคายและโมเนียออกซิไดร์แบบคายที่เรียสายพันธุ์ A7

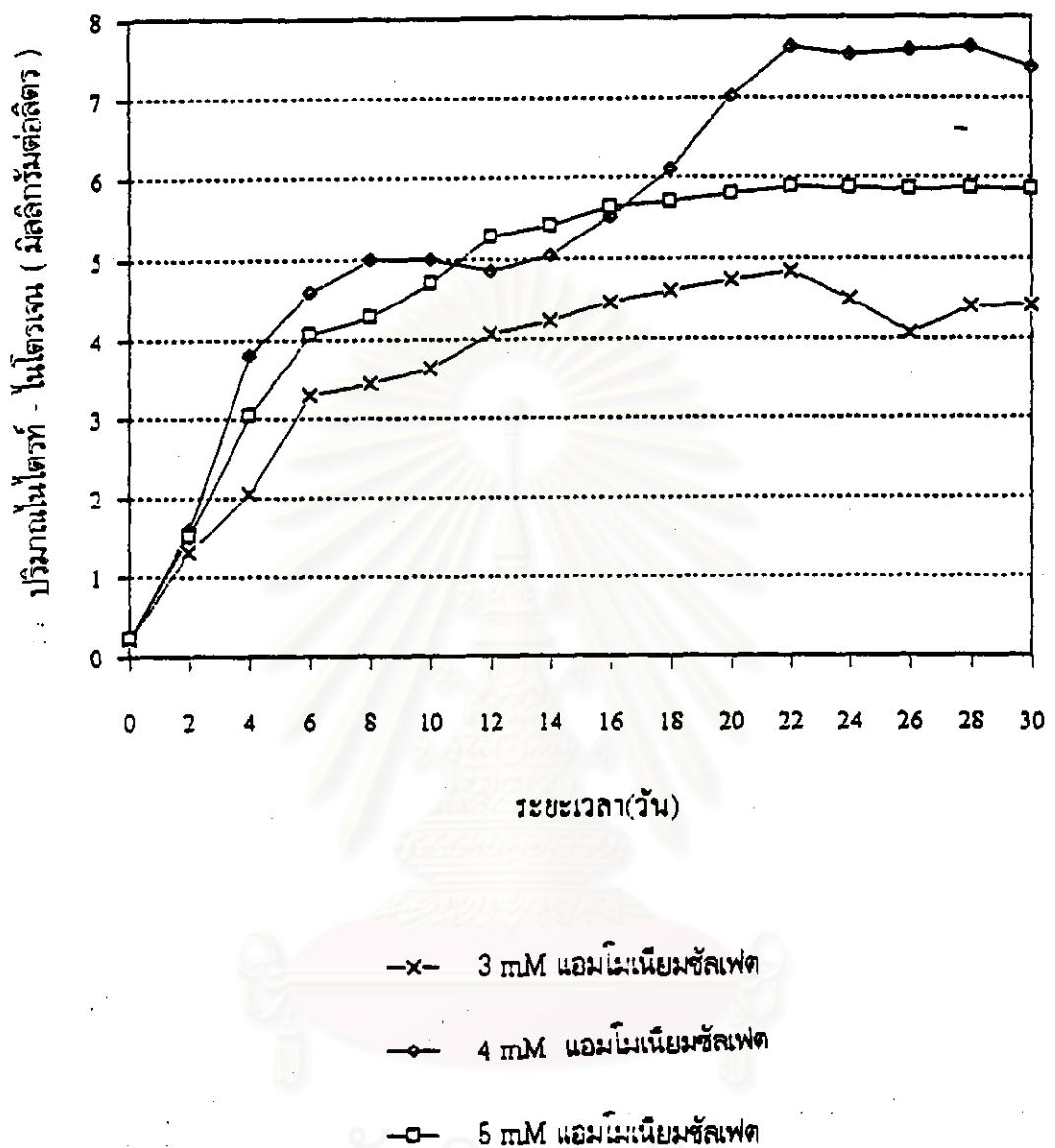
เลี้ยง ค่าไม้อโถ่โถ่ไฟคายและโมเนียออกซิไดร์แบบคายที่เรียสายพันธุ์ A7 ในอาหาร เลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่เติมแอมโมเนียมชัลเฟตที่มีความเข้มข้น 3 มิลลิโมลาร์ 4 มิลลิโมลาร์ และ 5 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อตัน ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 เขย่าที่อัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในโครงการที่เกิดขึ้นพบว่าค่าไม้อโถ่โถ่ไฟคายและโมเนียมชัลเฟต ปริมาณ 4 มิลลิโมลาร์ โดยวัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 7.63 มิลลิกรัมต่อตัน ในวันที่ 28 ของการทดลอง รวมลงมาคือ ในสภาวะที่เติมแอมโมเนียมชัลเฟตปริมาณ 5 มิลลิโมลาร์ และ 3 มิลลิโมลาร์ โดยวัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 5.72 มิลลิกรัมต่อตัน ในวันที่ 22 ของการทดลอง และ 4.83 มิลลิกรัมต่อตัน ในวันที่ 22 ของการทดลองตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบ เทียบการสร้างในโครงการของแต่ละวัน พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแอมโมเนียมชัลเฟต 4 และ 5 มิลลิโมลาร์ จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเข้มข้นของ แอมโมเนียมชัลเฟต 3 มิลลิโมลาร์ จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแอมโมเนียม ชัลเฟตที่ 4 และ 5 มิลลิโมลาร์ ดังตารางที่ 8 และ รูปที่ 21

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในไตรท์ - ในโตรเจนของคิโมออโต้โทรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิง แบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10 กرامต่อลิตร แบร์เพ็นความเข้มข้นของแอมโมเนียมชัลเพต 3 มิลลิโมลาร์ 4 มิลลิโมลาร์ และ 5 มิลลิโมลาร์ ความเป็นกรดด่าง 8.5 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในชั้บปั๊มที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในไตรท์ - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโมออโต้โทรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมด้วยแอมโมเนียมชัลเพต			cv (%)
	3 mM	4 mM	5 mM	
0	0.22a	0.25a	0.24a	19.26
2	1.31a	1.60a	1.52a	17.85
4	2.04b	3.80a	3.04a	9.82
6	3.30c	4.60a	4.06b	28.08
8	3.44c	5.00a	4.28b	17.42
10	3.64b	4.99a	4.70a	9.11
12	4.07b	4.85a	5.28a	16.94
14	4.22b	5.04a	5.42a	12.24
16	4.45b	5.53a	5.64a	13.53
18	4.60b	6.11a	5.70a	11.67
20	4.73b	7.02a	5.80b	12.74
22	4.83c	7.62a	5.88b	27.87
24	4.48c	6.85a	5.87b	28.51
26	4.06c	7.58a	5.86b	31.58
28	4.40c	7.63a	5.87b	27.82
30	4.41c	7.38a	5.87b	34.30

หมายเหตุ: เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



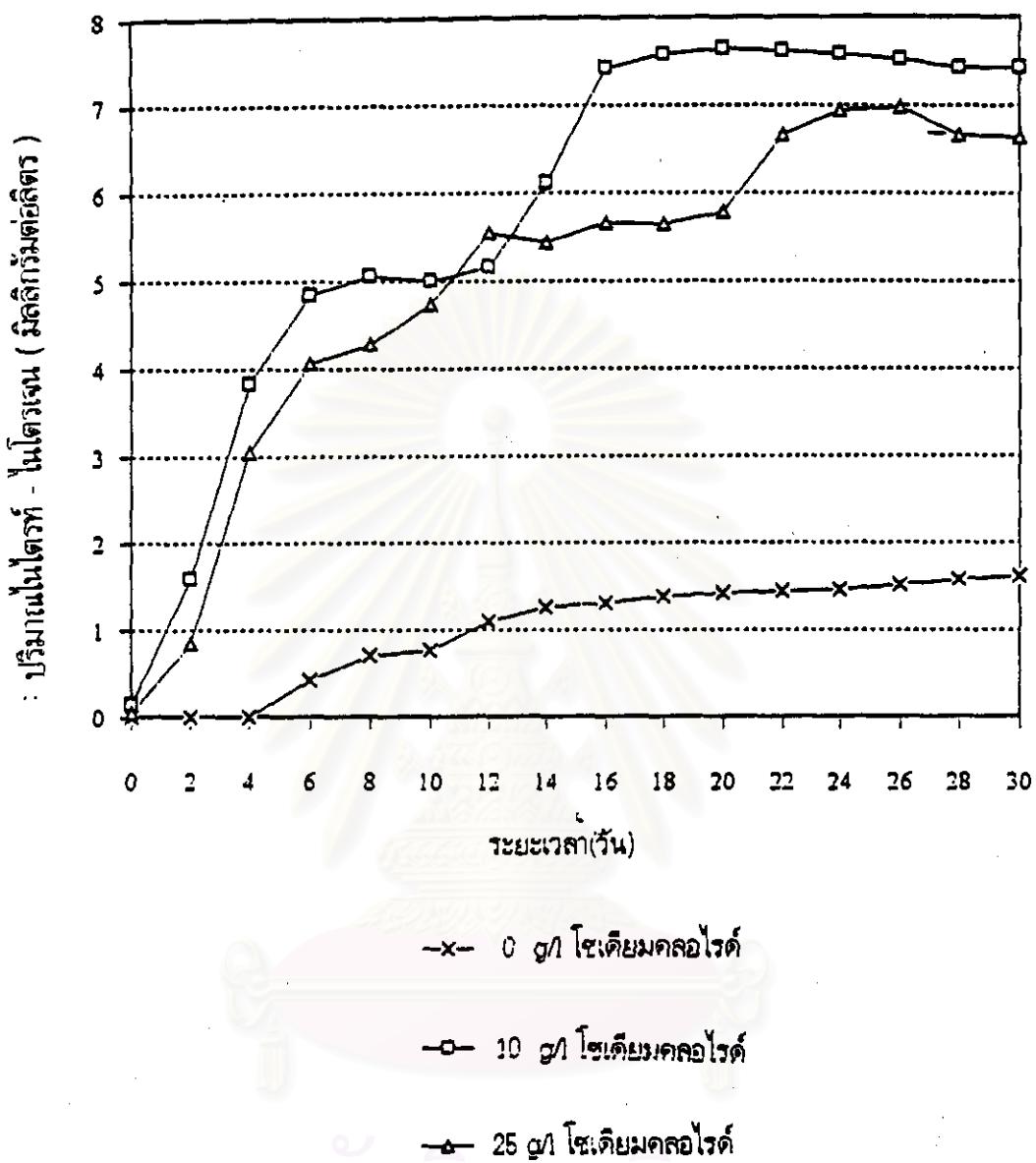
รูปที่ 21: การเปลี่ยนแปลงการสร้างในไตรกลอยด์โดยรักษาด้วยเอนโซเดียมโนเนียมอะซีடีซิมบาร์ทีเรียพันธุ์ A7 เมื่อเติมในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีโซเดียมคลอไรต์ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันแอนโนเนียมซัลเฟต 3, 4 และ 5 มิลลิโมล ค่าความเบ็นกราดค่าน 8.5 ตัวอย่างการเท่า 200 รอบต่อนาที ในช่วงที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในไตร์ - ไนโตรเจน ของคิโมอโต์อิฟิกแอมโมเนียม
ออกซิไดซิง แบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมซัลเฟตเข้ม^{รุ้น 4 มิลลิโมลาร์} แบรนด์ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 0 กรัมต่อลิตร 10 กรัมต่อลิตร และ 25 กรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่าง 8.5 ด้วยอัตราการเย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้ปั่นที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในไตร์ - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโมอโต์อิฟิกแอมโมเนียมออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมด้วยที่ผสมด้วยโซเดียมคลอไรด์			cv (%)
	0 g/l	10 g/l	25 g/l	
0	0.00c	0.15a	0.05b	9.11
2	0.00c	1.58a	0.84b	11.84
4	0.00c	3.83a	3.04a	5.75
6	0.43b	4.84a	4.06a	14.03
8	0.70c	5.07a	4.28b	22.81
10	0.76b	4.99a	4.73a	17.56
12	1.09b	5.19a	5.55a	14.65
14	1.26c	6.11a	5.44b	21.80
16	1.30c	7.43a	5.66b	9.20
18	1.38c	7.58a	5.65b	17.83
20	1.42c	7.64a	5.78b	21.60
22	1.44b	7.61a	6.66a	8.93
24	1.45b	7.58a	6.94a	6.51
26	1.51b	7.52a	6.97a	7.92
28	1.58b	7.42a	6.65a	8.51
30	1.60b	7.43a	6.64a	14.13

หมายเหตุ : เมื่อเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



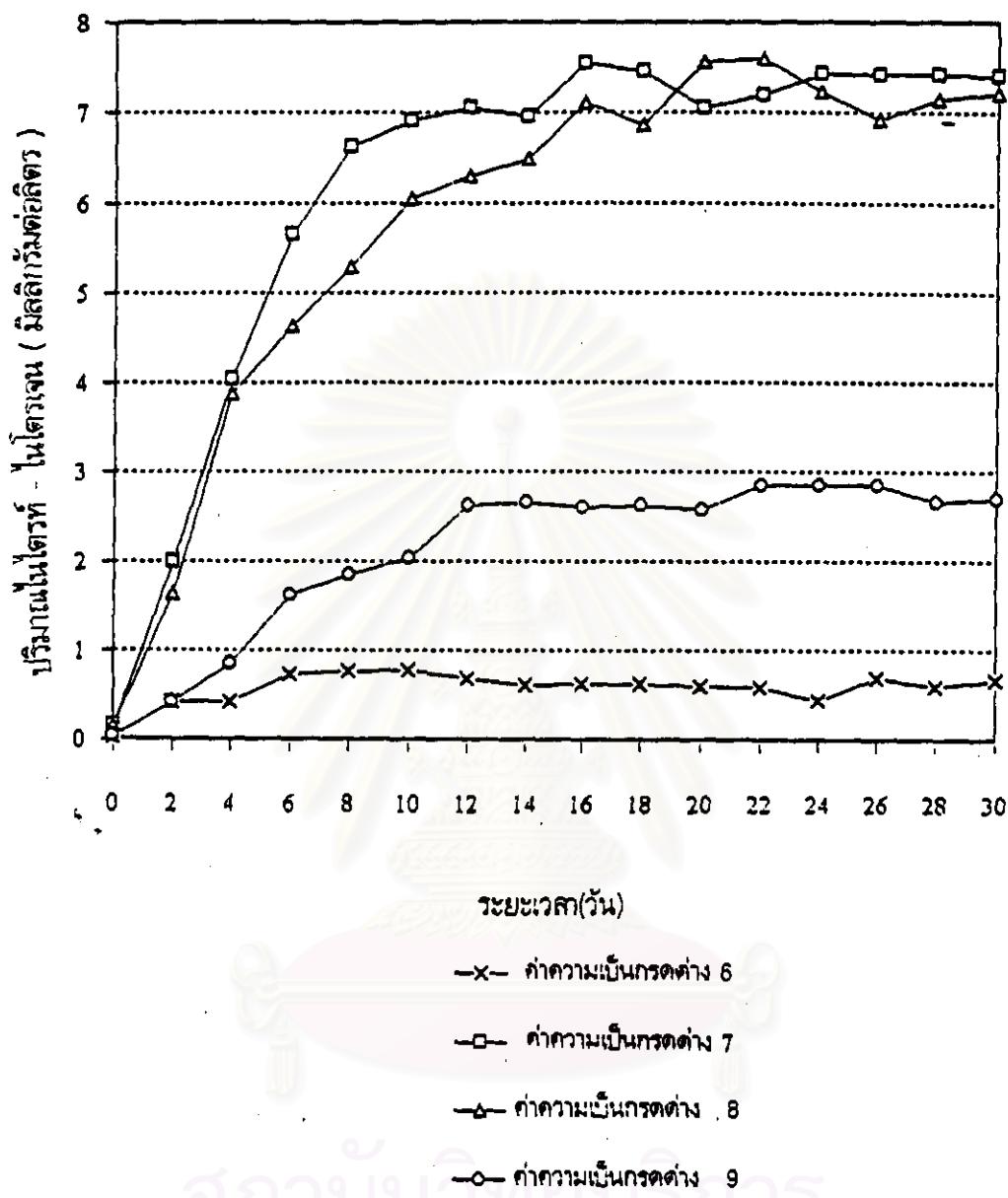
รูปที่ 22 การเปลี่ยนแปลงการ生长ในตัวอ่อนโดยให้โซเดียมคลอโรไนเตรตในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมชั้ลเพด 4 มิลลิเมตร แบ่งผันโซเดียมคลอไรด์ที่ 0 , 10 และ 25 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ด้วยอัตราการขยาย 200 รอบต่อนาที ในสูบบันทึกความอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในไตรท์ - ในโตรเจน ของคิโมออโต้โทรีฟิก แอมโมเนียออกซิไดซิง แบนคทีเรียสไบพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมชัล เพต 4 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันค่าความเป็นกรดด่างในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ 6 7 8 และ 9 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	บริมาณในไตรท์ - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโมออโต้โทรีฟิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบนคทีเรียสไบพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แปรผันค่าความเป็นกรดด่าง				cv (%)
	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9	
0	0.02c	0.16b	0.14b	0.64a	25.24
2	0.41b	1.98a	1.63a	0.42b	9.81
4	0.42b	4.03a	3.87a	0.84b	16.11
6	0.73c	5.65a	4.63a	1.62b	21.14
8	0.76c	6.62a	5.28a	1.85b	18.03
10	0.78c	6.90a	6.04a	2.03b	17.90
12	0.68c	7.04a	6.30a	2.62b	16.23
14	0.60c	6.96a	6.49a	2.65b	17.61
16	0.62c	7.54a	7.11a	2.59b	15.42
18	0.62c	7.45a	6.85a	2.62b	17.67
20	0.59c	7.04a	7.56a	2.57b	28.59
22	0.58c	7.19a	7.59a	2.48b	17.11
24	0.44c	7.43a	7.22a	2.85b	25.02
26	0.69c	7.42a	6.91a	2.84b	36.41
28	0.60c	7.41a	7.14a	2.65b	29.82
30	0.66c	7.40a	7.21a	2.70b	14.96

หมายเหตุ : เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี



รูปที่ 23 การเปลี่ยนแปลงการสร้างไนโตรเจนของคีโนอ็อกซิเจนโดยพิเศษในตับเมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียนซัลเฟต 4 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร โดยแบ่งกลุ่มตามค่าความเป็นกรดด่าง 6, 7, 8 และ 9 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในถ้วยมีความจุ 30 ลิตรเซลเซียส ระยะเวลา 30 วัน

1.3.4. ผลกระทบอุณหภูมิที่มีต่อการสร้างในโครงการของค์ไม้อโถโกรฟิค แอนโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7

เลี้ยงค์ไม้อโถโกรฟิคแอนโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหาร เลี้ยงเรื้อรัง 3 ที่เติมแเอยโนเนียมชัลเพดปริมาณ 4 มิลลิโนลาร์ โซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 เขย่าที่อัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที บ่มเลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 30 และ 40 องศาเซลเซียส และบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในโครงการที่เกิดขึ้น พบร่วมกับอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส คิด ออกโถโกรฟิคแอนโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 สร้างในโครงการบ่อบริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส วัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 7.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 6.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 20 และวันที่ 22 ของการทดลอง ตามลำดับ แต่ละวันของการสร้างในโครงการที่อุณหภูมิห้องจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส วัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 1.91 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 28 และ 20 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสร้างในโครงการของเดลวันพบว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะแตกต่างจากการสร้างในโครงการที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรือ 32 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 11 และ ภูมิที่ 24

1.3.5 ผลกระทบอัตราการเขย่าที่มีต่อการสร้างในโครงการของค์ไม้อโถโกรฟิค แอนโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7

เลี้ยงค์ไม้อโถโกรฟิคแอนโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหาร เลี้ยงเรื้อรัง 3 เติมแเอยโนเนียมชัลเพดปริมาณ 4 มิลลิโนลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัม ต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ในสภาวะที่มีอัตราการเขย่า 100, 200, 300 รอบต่อนาที และในภาวะที่ไม่มีการเขย่า บ่มเลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในโครงการที่เกิดขึ้น พบร่วมกับอัตราการเขย่าที่ 300 รอบต่อนาทีมีการ สร้างในโครงการสูงที่สุด รองลงมาคือที่อัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ที่ 100 รอบต่อนาที และที่ไม่ได้เขย่า โดยวัดปริมาณในโครงการ สูงสุดได้ 7.79 มิลลิกรัมต่อลิตร 7.65 มิลลิกรัมต่อลิตร 6.32 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 24, 22, 22 และ 24 ตามลำดับ การสร้างในโครงการในแต่ละวัน เมื่อเทียบต่อการเขย่า 300 และ 200 รอบต่อนาที จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจะแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับอัตราการเขย่าที่ 0 และ 100 รอบต่อนาที ดังตารางที่ 12 และภูมิที่ 25

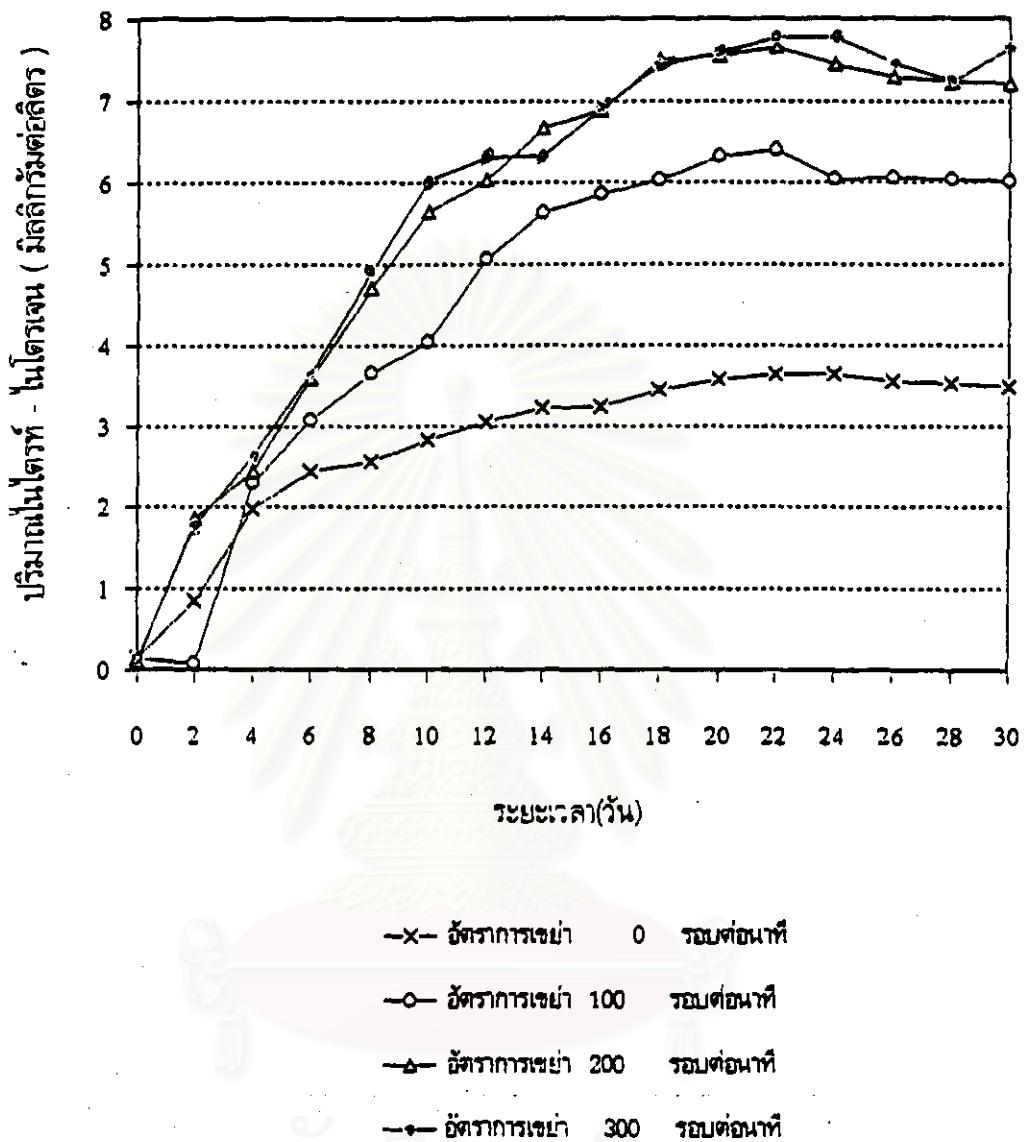
ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในไตรท์ - ในโตรเจน ของคิโมอโต้โทรฟิกแอมโมเนีย แบปคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมซัลเฟตปริมาณ 4 มิลลิโมลาร์ เติมโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันอุณหภูมิที่ 20 องศา เชลเซียส 30 องศาเชลเซียส 40 องศาเชลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง (32 องศา เชลเซียส) บวกความเป็นกรดด่างที่ 8.5 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที เป็นในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในไตรท์ - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างขึ้นโดย คิโมอโต้โทรฟิกแอมโมเนียจากชีดีซิงแบปคทีเรียสายพันธุ์ A7 ใน สภาวะที่มีการแปรผันอุณหภูมิ				CV (%)
	20 ° ฯ	30 ° ฯ	32 ° ฯ	40 ° ฯ	
0	0.00b	0.14a	0.16a	0.05b	16.69
2	0.10b	1.63a	1.85a	0.92b	14.18
4	0.32c	2.82a	2.62a	1.18b	28.65
6	0.36c	4.04a	4.70a	1.45b	27.06
8	0.35c	4.25a	5.64a	1.65b	26.82
10	0.37c	5.82a	6.64a	1.73b	48.65
12	0.65c	6.04a	6.76a	1.76b	36.75
14	0.82c	6.18a	6.86a	1.95b	42.12
16	0.99b	6.20a	7.22a	1.02b	18.16
18	1.01c	6.24a	7.40a	2.16b	21.74
20	1.24b	6.48a	7.70a	2.28b	15.58
22	1.65c	6.65a	7.56a	2.21b	18.74
24	1.79b	6.44a	7.20a	2.27b	12.76
26	1.84b	6.43a	7.18a	2.04b	17.05
28	1.91b	6.04a	7.14a	2.11b	16.11
30	1.82b	5.97a	7.04a	2.17b	18.92

หมายเหตุ : เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 25 การเปลี่ยนแปลงการถัวในไตรกํของคิโนอโติโรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ที่มีแอมโมเนียมชั้คเฟต 4 มิลลิโกลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ที่แบ่งนับอัตราการเจ้าที่ 0, 100, 200 และ 300 รอบต่อนาที ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

1.3.2 ผลความเข้มข้นของโโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการสร้างในโครงการของคิโมอोโคลอฟิคแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7

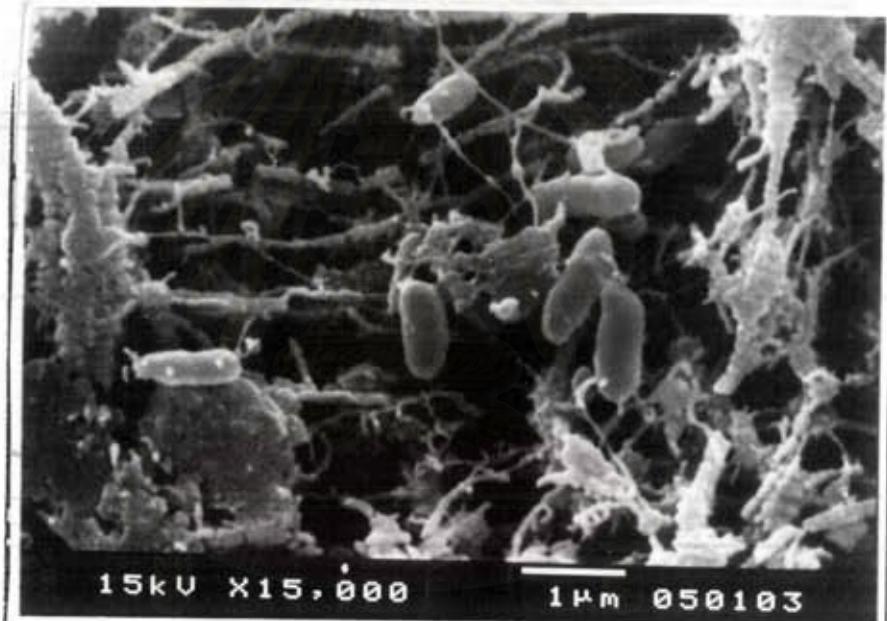
เลี้ยงคิโมอोโคลอฟิคแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเพาะสูตร 3 ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ เน็มขัน 10, 25 กรัมต่อลิตร และ ในสภาวะที่ไม่ได้เติมโซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมชัลเฟต 4 มิลลิโนลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 8.6 เผ่าก่ออัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที ในถ้วยควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วันเมื่อเปรียบเทียบปริมาณในโครงการที่เกิดขึ้น พบว่าในสภาวะที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตรในอาหารเลี้ยงเชื้อเพาะคิโมอोโคลอฟิคแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 สร้างในโครงการในปริมาณสูงที่สุด โดยวัดปริมาณในโครงการได้ 7.68 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ ในสภาวะที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 25 กรัมต่อลิตร วัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 6.97 มิลลิกรัมต่อลิตร และการสร้างในโครงการต่ำสุดคือในสภาวะที่ไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ คือมีปริมาณ 1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 20, 26 และ 30 ของอาหารทดลองตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสร้างในโครงการของแหล่งน้ำ พบว่า ที่โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10 และ 25 กรัมต่อลิตรในอาหารเลี้ยงเชื้อ มีการสร้างในโครงการที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 และ 25 กรัมต่อลิตร จะมีการสร้างในโครงการแตกต่างจากในสภาวะที่ไม่ได้เติมโซเดียมคลอไรด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งตารางที่ 9 และ รูปที่ 22

1.3.3 ผลของค่าความเป็นกรดด่างที่มีผลต่อการสร้างในโครงการของคิโมอोโคลอฟิคแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7

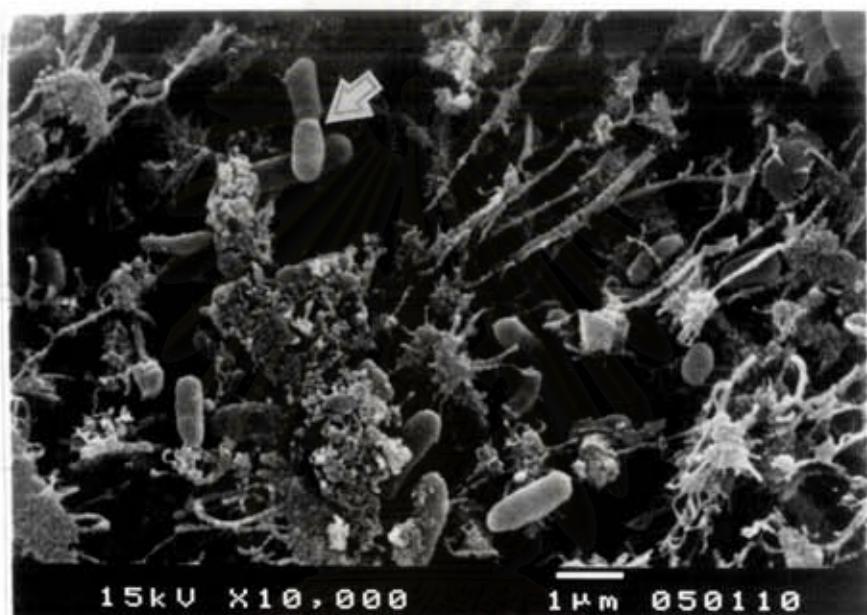
เลี้ยงคิโมอोโคลอฟิคแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 3 ปรับค่าความเป็นกรดด่างที่ 6, 7, 8 และ 9 แอมโมเนียมชัลเฟตปริมาณ 4 มิลลิโนลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร เผ่าก่ออัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที ในถ้วยควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในโครงการที่เกิดขึ้น พบว่ามีการสร้างในโครงการได้สูงที่สุดในสภาวะ ที่ปรับค่าความเป็นกรดด่างในอาหารเลี้ยงเชื้อให้ได้ 8 รองลงมาคือที่ค่าความเป็นกรดด่าง 7 และการสร้างในโครงการความเป็นกรดด่างที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 7.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความเป็นกรดด่าง 8 และ 7.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความเป็นกรดด่าง 7 ในวันที่ 22 และ 18 ของอาหารทดลองตามลำดับ และที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6 และ 9 วัดปริมาณในโครงการสูงสุดได้ 0.69 และ 2.85 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่ 26 และ 24 ของอาหารทดลอง ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบการสร้างในโครงการของแหล่งน้ำพบว่าที่อาหารเลี้ยงเชื้อมีค่าความเป็นกรดด่าง 7 และ 8 จะมีการสร้างในโครงการที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจะแตกต่างกับการสร้างในโครงการในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 9 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งตารางที่ 10 และ รูปที่ 23

1.4 ผลการศึกษาลักษณะเซลล์ของคิโนอโต์ไทรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียโดยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด

จากการศึกษารูปร่างของคิโนอโต์ไทรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน รุ่น JSM-T220A พบรากคิโนอโต์ไทรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นขนาด 0.5×1.0 ไมโครเมตร ดังรูปที่ 26 และ 27



สถาบันวิทยบริการ
รูปที่ 26 ภาพถ่ายของคิโนอโต์ไทรฟิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด แสดงลักษณะของเซลล์มีรูปร่างเป็นแท่ง (กำลังขยาย 22388 X)



รูปที่ 27 ภาพถ่ายของคิโนอโடิโทรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดูดแสงสักขีดและการแบ่งเซลล์ (กำลังขยาย 16418 X)

สถาบันวิทยบรการ วิทยาลัยนานาชาติฯ

2 การศึกษาคิโนอโटิโทรพิกในโครงการออกซิไดซิงแบคทีเรีย

ทำการแยกคิโนอโटิโทรพิกในโครงการออกซิไดซิงแบคทีเรียจากธรรมชาติโดยเพิ่มจำนวนแบคทีเรียน้ำอหาราเลี้ยงเชื้อที่อุดมสมบูรณ์และเหมาะสมต่อคิโนอโटิโทรพิกในโครงการที่ออกซิไดซิงแบคทีเรีย และนำเชื้อบริสุทธิ์มาทดสอบความสามารถในการสร้างไนเตรท คัดเลือกคุณภาพคิโนอโटิโทรพิกในโครงการออกซิไดซิงแบคทีเรีย และคัดเลือกหาคิโนอโটิโทรพิกในโครงการออกซิไดซิงแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูง ตลอดจนหาผลกระทบของปัจจัยสภาวะแวดล้อม เช่น ปริมาณน้ำในโครงการ ความเค็ม ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ และอัตราการเจริญเติบโตของการสร้างไนเตรทของแบคทีเรียต่อไปนี้

2.1 การแยกไข่ไตรีก็อกซ์ให้ซิงแบคทีเรียจากธรรมชาติ

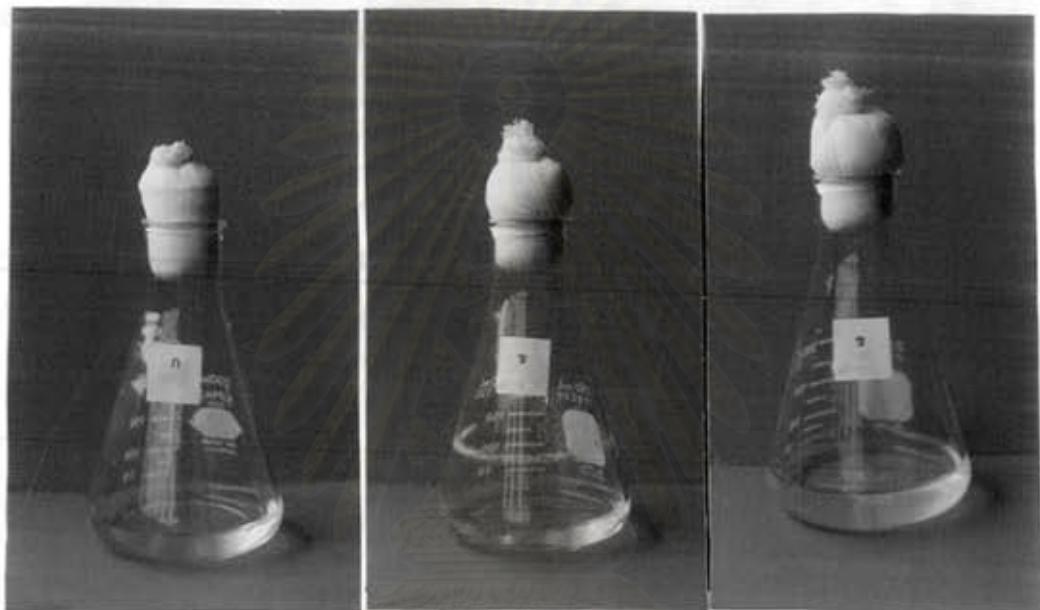
การแยกไข่ไตรีก็อกซ์ในไตรีก็อกซ์ให้ซิงแบคทีเรียจากธรรมชาติให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ได้ผลดังนี้

2.1.1 การเพิ่มจำนวนไข่ไตรีก็อกซ์ให้ซิงแบคทีเรีย

นำตัวอย่างจากบ่อเพาะลึกลงกรุ่ง ได้แก่ ส่วนที่เป็นน้ำและตะขอน นำมาเลี้ยงเพิ่มจำนวนด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่มี โซเดียมไนโตรปัตภ์ 20 มิลลิโมลาร์ เป็นแหล่งพลังงาน ปริมาณโซเดียมคลอโรไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.0 เช่นกัน รอบต่อนาที ในตู้บ่มความคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำไปเขียวางในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 พบว่า โคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อเชิง ลักษณะโคโลนีทุน มีขนาด 0.5 ถึง 1.0 มิลลิเมตร

2.1.2 การทำเชื้อบนอาหารเชิงจากข้อ 2.1.1 ให้บริสุทธิ์

เช่นโคโลนีที่เจริญบนอาหารเชิงจากข้อ 2.1.1 มาเขียวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 4 อีกครั้ง เพื่อให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์ พบว่าแบคทีเรียสามารถสร้างโคโลนีบนอาหารเชิงภายใน 7 ถึง 10 วัน ลักษณะโคโลนีมีลักษณะทุน ขนาด 0.5 ถึง 1.0 มิลลิเมตร และตรวจสอบความบริสุทธิ์โดยการย้อมสี แล้วส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าแบคทีเรียบริสุทธิ์ได้ 2 ชนิด ซึ่งเป็นเชื้อที่แยกได้จากบ่อเพาะลึกลงกรุ่งของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คือ N1 เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นรูปลูกแพร์ มีขนาดไม่แน่นอน พบว่าการขยายพันธุ์แบบแตกหน่อ ดังรูปที่ 29 และ สายพันธุ์ N2 เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างกลม ดังรูปที่ 30 สำหรับการเจริญของแบคทีเรียที่แยกได้ทั้งสองสายพันธุ์ ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 เมื่อเทียบในอัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มความคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส พบว่ามีลักษณะการเจริญต่างกัน โดยการเจริญของ N2 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะใส ส่วนการเจริญของ N1 เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีลักษณะใสและมีกลิ่นเหมือนกัน เกาะติดบริเวณขอบผิวของภาชนะ ดังรูปที่ 28



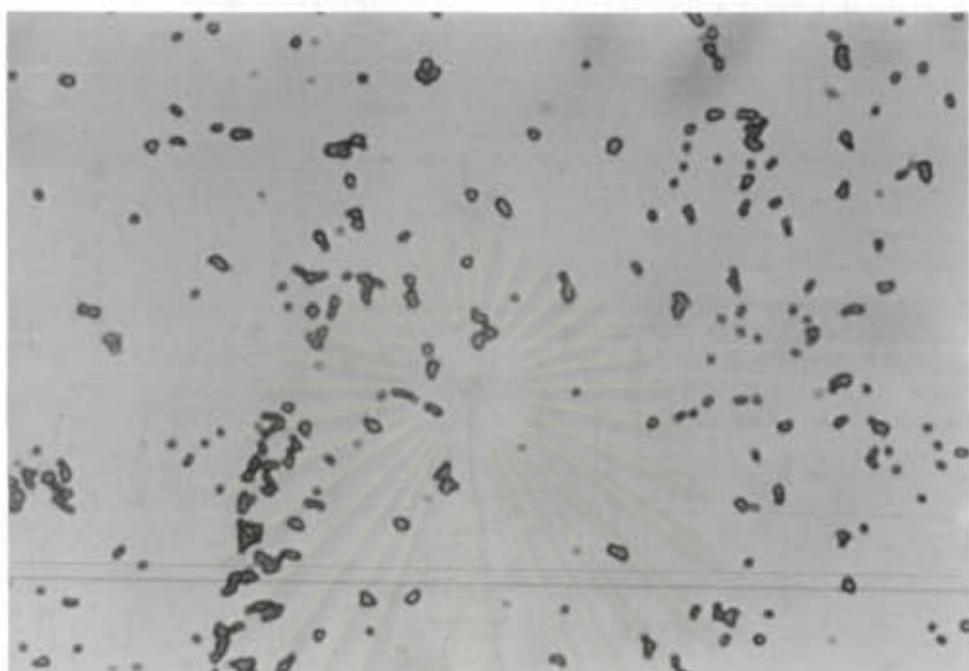
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 28 การเจริญของในตัวท่อออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และ N2 ในอาหาร เลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4

- ก) อาหารควบคุมไม่ได้เสื่อม
- ข) การเจริญของแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 สังเกตกลุ่มเซลล์ที่เกะบ่นขอบผิวของภาชนะ
- ค) การเจริญของแบคทีเรียสายพันธุ์ N2



รูปที่ 29 ภาพถ่ายของคิมออต์โลรพิคในไดร์กออกซีไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 จากกล้องจุลทรรศน์ธรรมชาติ (กำลังขยาย 3388 X)



รูปที่ 30 ภาพถ่ายของคิมออต์โลรพิคในไดร์กออกซีไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N2 จากกล้องจุลทรรศน์ธรรมชาติ (กำลังขยาย 3388 X)

2.2 การตรวจสอบค่าไม่ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียที่สามารถดูออกซ์ไดซ์ ในไดร์ฟให้เป็นในเดรา

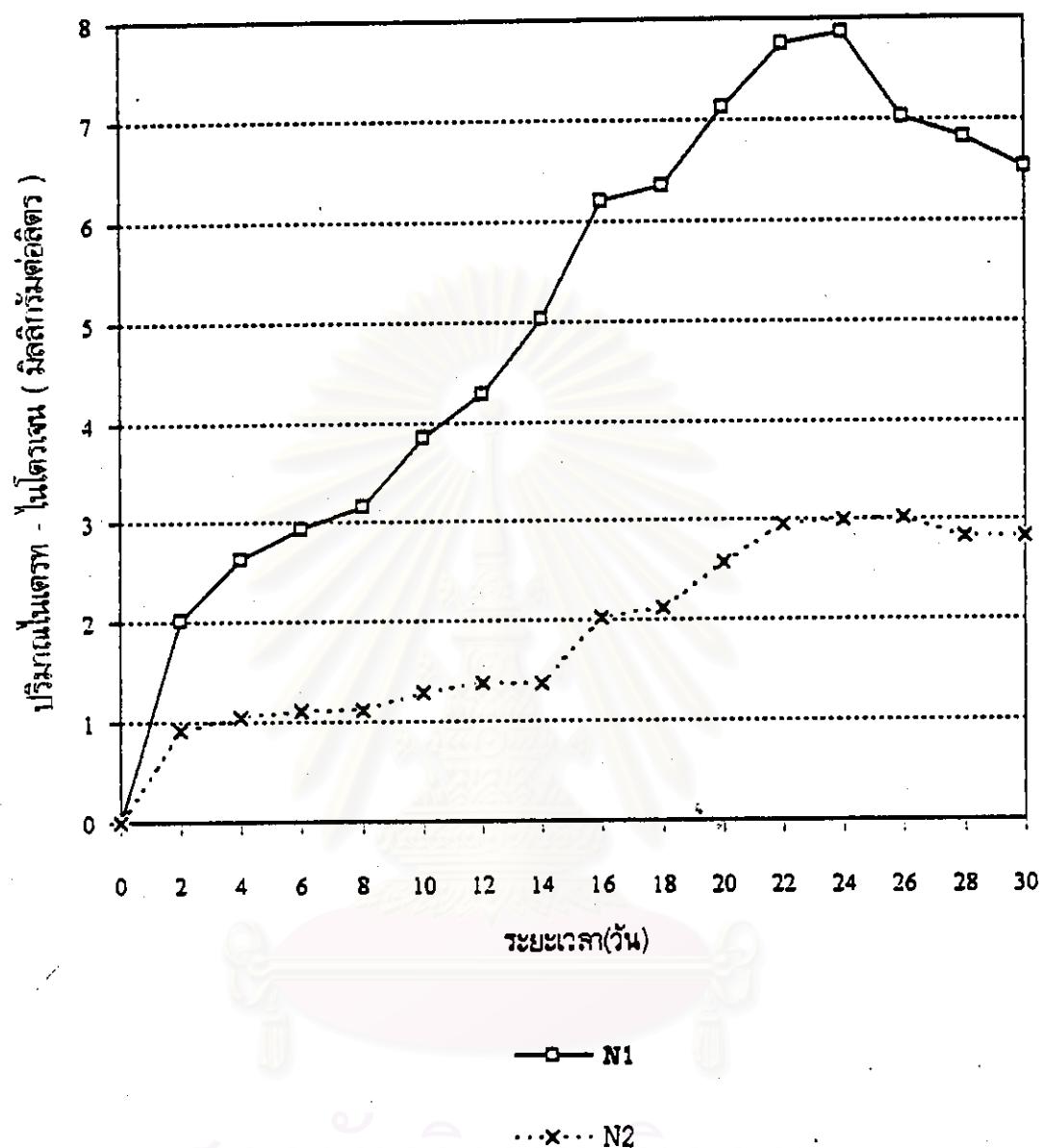
นำค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และ N2 ที่แยกได้จากข้อ 4.2.1.2 มาด้วยในอาหารเดี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่เติมปริมาณโซเดียมในไดร์ฟ 20 มิลลิโนลาร์ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.0 เยี่ยงที่อัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที บ่มในถุงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบโดยหยดในเดรา ลบยอด เทสต์ ลงในอาหารเดี้ยงเชื้อ พบร่วมค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และ N2 สามารถสร้างในเดราหากในไดร์ฟได้ โดยการเปลี่ยนสีของอาหารเดี้ยงเชื้อเป็นสีน้ำเงิน (ภาคผนวก ช)

2.3 คัดเลือกค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงใน การออกซ์ไดซ์ในไดร์ฟให้เป็นในเดรา

นำค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และ N2 เดี้ยงในอาหารเดี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่เติมปริมาณโซเดียมในไดร์ฟ 20 มิลลิโนลาร์ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.0 เตรียมปริมาตร 50 มิลลิลิตรในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร เยี่ยงที่อัตรา 200 รอบต่อนาที ในถุงบ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส การสร้างในเดราของแบคทีเรียทั้งสองชนิด จะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น จากการวัดปริมาณในเดราที่เกิดขึ้นโดยวิธีบีบสูญพบร่วมค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 สามารถสร้างในเดราได้ปริมาณสูงกว่า ค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N2 คือปริมาณ 7.86 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 24 และ 26 ของการทดลอง ตามลำดับ ตั้งตารางที่ 13 และที่ 31 เมื่อเปรียบเทียบการสร้างในเดราของแต่ละวัน พบร่วมค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 มีมากกว่า ค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงคัดเลือกค่าไม้ออโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในเตราท-ในโตรเจนของคิโมอโต้โทรฟิคในไตรห้อกซีไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ N1 และ N2 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่มีโซเดียมในไตรท์ 20 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้ปั่นควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณในเตราท - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโมอโต้โทรฟิคในไตรห้อกซีไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์	
	N1	N2
0	0.00	0.00
2	2.01	0.92
4	2.62	1.04
6	2.93	1.11
8	3.15	1.12
10	3.85	1.29
12	4.28	1.38
14	5.03	1.37
16	6.20	2.02
18	6.34	2.12
20	7.12	2.57
22	7.76	2.95
24	7.86	2.99
26	7.02	3.01
28	6.82	2.82
30	6.52	2.82



รูปที่ 31 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในกระดูกของโนโอลิโกรพิดในไดร์ก็อฟเก็ตซีเดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และ N2 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลาสูตร 4 ที่มีโซเดียมน้ำเงี้ยว 20 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ด้วยอัตราการสะเทือน 200 รอบต่อนาที ในถ้วยควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

2.4 ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการออกซิไดซ์ในไตรก๊อกซีในเด็กของค์โมออดิโกรพิกในไตรก๊อกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

การนำค์โมออดิโกรพิกในไตรก๊อกซิไดซิงแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือสายพันธุ์ N1 มาศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการออกซิไดซ์ในไตรก๊อกซีให้เป็นในเด็ก โดยการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้ออสูตร 4 ที่เปรียบเทียบกับอาหารที่ต้องการ ดังนี้

2.4.1 ผลกระทบเชิงขั้นของโซเดียมในไตรก๊อกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1

เลี้ยงค์โมออดิโกรพิกในไตรก๊อกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้ออสูตร 4 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันปริมาณโซเดียมในไตรก๊อกซ์ 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิโนลาร์ ตามลำดับ ปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.0 เท่ากับอัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที ในจุ่บม่วงควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในเด็กที่เกิดขึ้น พบร้าในสภาวะที่เติมโซเดียมในไตรก๊อกซ์ 20 มิลลิโนลาร์ ค์โมออดิโกรพิกในไตรก๊อกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 สร้างในเด็กสูงที่สุด รองลงมาคือ ในสภาวะที่เติมโซเดียมในไตรก๊อกซ์ 25, 15, 10 และ 30 มิลลิโนลาร์ โดยวัดปริมาณในเด็ก สูงสุดตั้งแต่ 7.77, 5.13, 4.28, 2.22 และ 2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 22, 24, 26, 24 และ 26 ของกรดด่างตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสร้างในเด็กในแต่ละวัน โดยค์โมออดิโกรพิกในไตรก๊อกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เปรียบเทียบโซเดียมในไตรก๊อกซ์ที่ความเชิงขั้นต่างกัน ดังกล่าว พบร้าแต่ละความเชิงขั้นของโซเดียมในไตรก๊อกซ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งตารางที่ 14 แสดงปีก 32

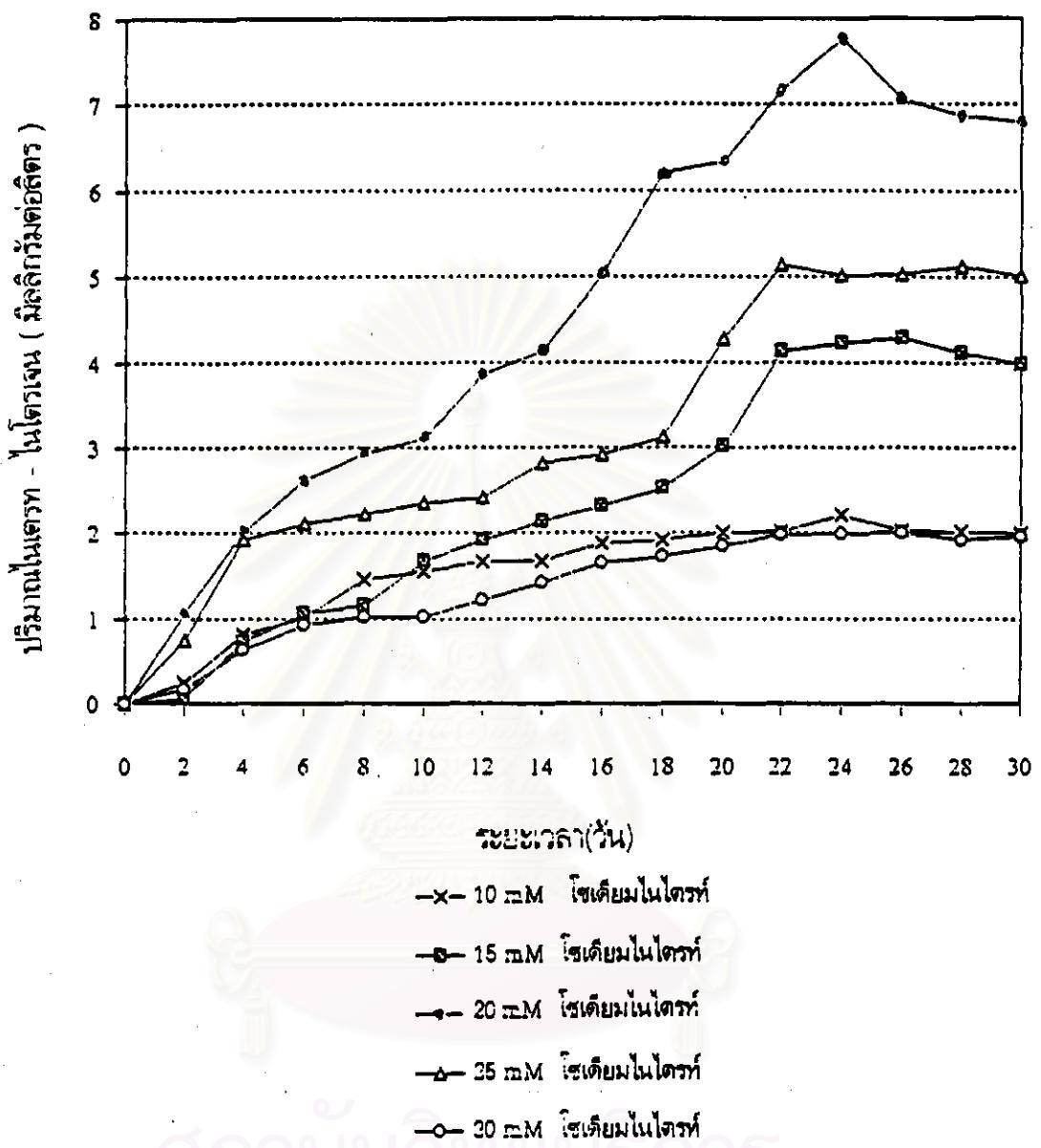
**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในเตรา - ในโตรเจน ของคิโนอโติโกรฟิคในไตร์ฟอกซ์
ไดซิงแบ็คทีเรียสายพันธุ์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัม
ต่อลิตร แปรผันปริมาณโซเดียมในไตร์ 10 15 20 25 และ 30 มิลลิโมลาร์ ค่าความเป็นกรด
ต่าง 7.0 ด้วยอัตราการเช่น 200 รอบต่อนาทีในตู้ปั่นที่ความชุमฉุนที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในเตรา - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อสิตร) ที่สร้างโดย คิโนอโติโกรฟิคในไตร์ฟอกซ์ไดซิงแบ็คทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมด้วยโซเดียมในไตร์					cv (%)
	10 mM	15 mM	20 mM	25 mM	30 mM	
0	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	-
2	0.25c	0.56b	1.06a	0.76b	0.17c	36.87
4	0.82b	0.73b	2.02a	1.92a	0.63b	13.62
6	1.01b	1.05b	2.63a	2.11a	0.92b	12.27
8	1.45b	1.15b	2.92a	2.23a	1.02b	15.12
10	1.55c	1.67c	3.11a	2.36b	1.02b	29.95
12	1.66c	1.92c	3.95a	2.42b	1.22c	36.97
14	1.67c	2.13b	4.12a	2.82b	1.43c	48.67
16	1.88c	2.32b	5.03a	2.92b	1.65c	41.12
18	1.92c	2.52b	6.20a	3.12b	1.72c	52.63
20	2.01d	3.01c	6.34a	4.28b	1.85d	49.22
22	2.02d	4.13c	7.18a	5.13b	1.98d	52.11
24	2.22d	4.22c	7.77a	5.01b	1.99d	45.03
26	2.03c	4.28b	7.05a	5.03b	2.01c	37.63
28	2.01c	4.11b	6.87a	5.12b	1.92c	46.97
30	1.99d	3.99c	6.79	5.02b	1.95d	49.99

หมายเหตุ : เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติก็ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 32 การเปลี่ยนแปลงการ生长ในเดือนของคิโนยอิโโทรพิดในไดร์ฟอกซ์ไฮซิงแบคกี้เรียสายพันธุ์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 4 ที่มีโซเดียมคลอเรต 10 กรัมต่อลิตร แปรผันโซเดียมในไดร์ฟที่ 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิเมตร ปรับค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 วัน

2.4.2 ผลความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่อการสร้างในเด็กของคิโนอโโดโลรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1

เลี้ยงคิโนอโโดโลรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหาร เสื้อห่อเหลวสูตร 4 ที่เติมโซเดียมในไตรท์ปริมาณ 20 มิลลิโมลาร์ แปรผันปริมาณ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร 25 กรัมต่อลิตร และ ในสภาวะที่ไม่ได้เติมโซเดียม คลอไรด์ ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.0 เขย่าทิ้งไว้ 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในตราชี เกิดชื่น พบร่วมกับในสภาวะที่ ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร N1 สามารถสร้างในเด็กได้สูงที่สุด รองลงมาคือที่ 25 กรัมต่อลิตร และ ในภาวะที่ไม่เติม โซเดียมคลอไรด์ โดยรักบปริมาณในเด็ก สูงสุดได้ 7.82, 6.01 และ 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 24, 24 และ 30 ของการทดลอง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณในเด็กในแต่ละวัน อาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 10 และ 25 กรัมต่อลิตร จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ความเข้มข้นของโซเดียม คลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร และ 25 กรัมต่อลิตร จะสร้างในเด็กต่างจากความเข้มข้นที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 15 และ รูปที่ 33

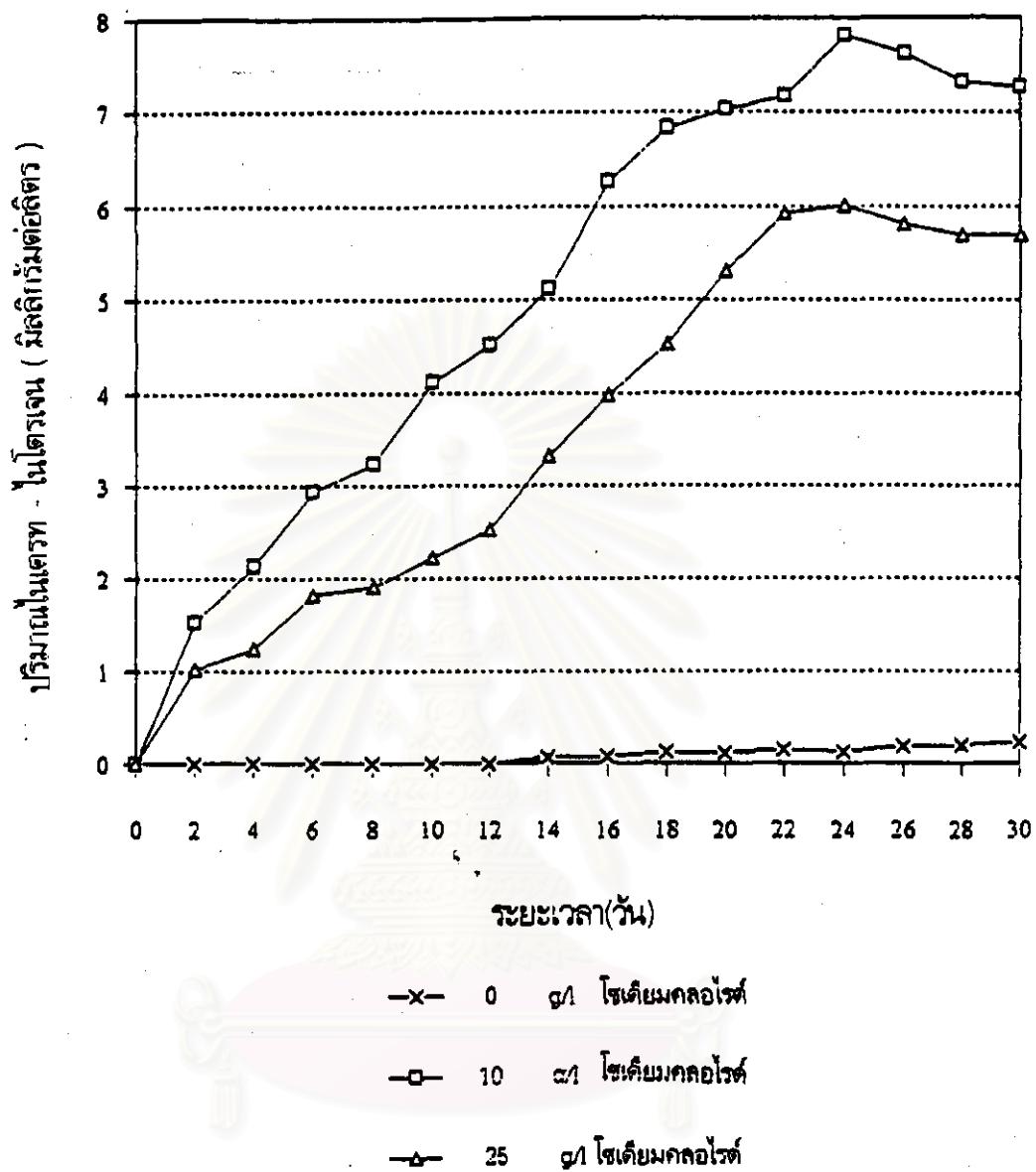
2.4.3 ผลของความเป็นกรดด่างที่มีผลต่อการสร้างในเด็กของคิโนอโโดโลรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1

เลี้ยงคิโนอโโดโลรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหาร เสื้อห่อเหลวสูตร 4 ที่เติมโซเดียมในไตรท์ปริมาณ 20 มิลลิโมลาร์ ปริมาณโซเดียม คลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ปรับค่าความเป็นกรดด่างที่ 6, 7, 8 และ 9 เขย่าทิ้งไว้ 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในเด็กที่เกิดชื่น พบร่วมกับในสภาวะที่ ค่าความเป็นกรดด่าง 7 คิโนอโโดโลรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 สามารถสร้างในเด็กได้ดีที่สุด รองลงมา คือที่ค่าความเป็นกรดด่าง 8, 9, และ 6 โดยรักบปริมาณในเด็กสูงสุดได้ 7.86, 7.22 และ 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 24, 26, 30 และ 10 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ การสร้างในเด็กแต่ละวันในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ค่าความเป็นกรดด่าง 7 และ 8 จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่จะแตกต่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 6 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 16 และ รูปที่ 34

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในเตราท - ในโตรเจน ของคิโมอโอด์โรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบคทีเรียพันธุ์ N1 เมื่อเพิ่มน้ำอาหารลึกลงเชือเหลวสูตร 4 ที่มีโซเดียมในไตร์ 20 มิลลิโมลาร์ แปรผันปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ที่ 0 10 และ 25 กรัมต่อลิตร ด้วยอัตราการ เชย่า 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มที่ความคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณในเตราท - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโมอโอด์โรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบคทีเรียพันธุ์ N1 ในอาหารที่ผสมด้วยโซเดียมคลอไรด์			CV (%)
	0 g/l	10 g/l	25 g/l	
0	0.00a	0.00a	0.00a	-
2	0.00c	1.53a	1.02b	36.87
4	0.00c	2.13a	1.24b	13.62
6	0.00c	2.93a	1.82b	12.27
8	0.00c	3.23a	1.92b	15.12
10	0.00c	4.11a	2.22b	29.95
12	0.00c	4.51a	2.53b	36.97
14	0.07c	5.13a	3.32b	46.67
16	0.08c	6.27a	3.97b	41.12
18	0.12c	6.83a	4.53b	52.63
20	0.11c	7.03a	6.32a	49.22
22	0.16c	7.16a	6.92a	52.11
24	0.12c	7.82a	7.01a	45.03
26	0.19c	7.62a	6.81a	37.63
28	0.20c	7.32a	4.23b	46.97
30	0.23c	7.26a	4.23b	49.99

หมายเหตุ : เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน
: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$

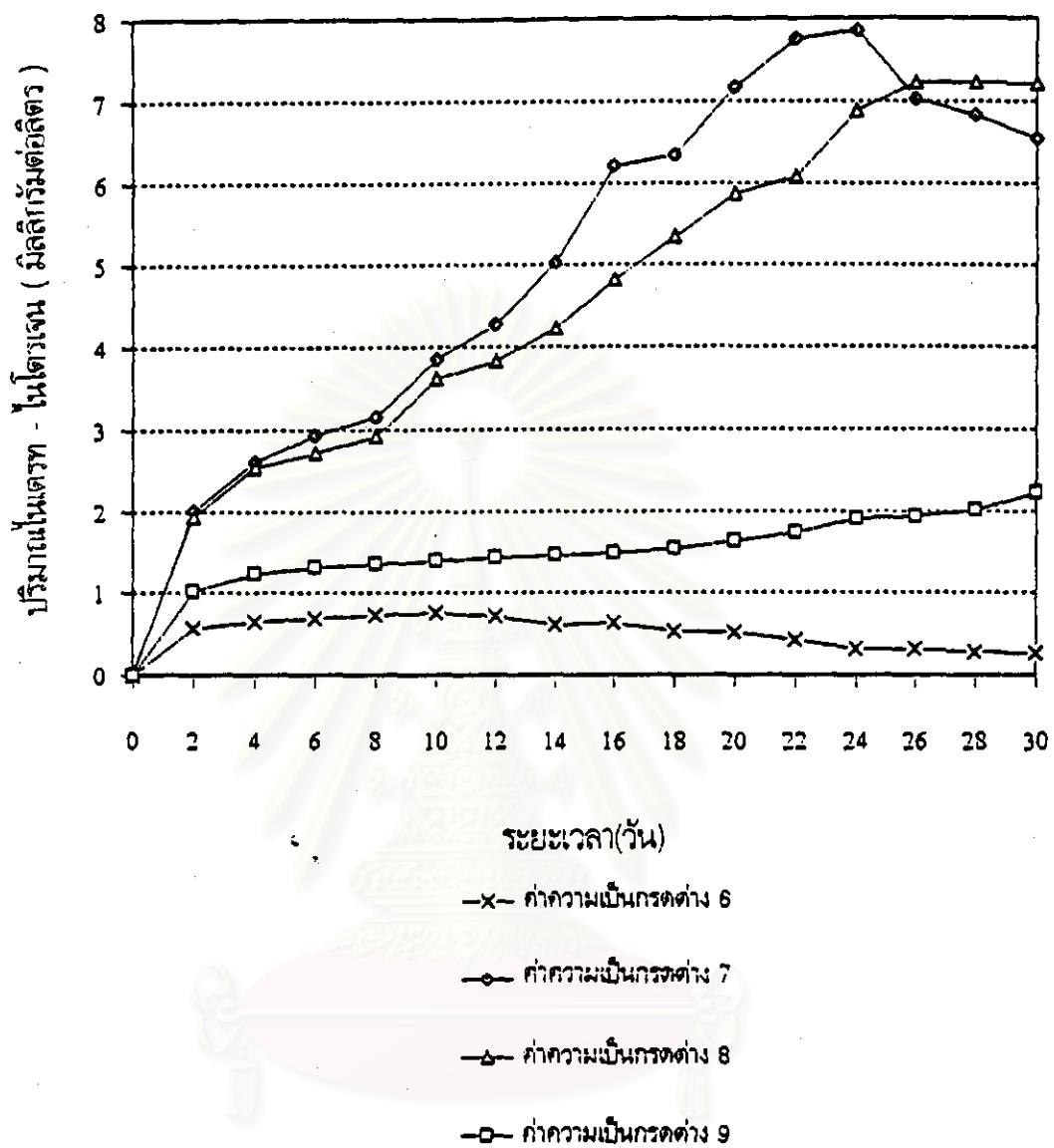


รูปที่ 33 การเปลี่ยนแปลงการส่วนในต่ำของคิโนอโติโกรพิกไนโตรก์ออกไซด์ชั้นแบนค์เริยลابพันต์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสุรา 4 หิมโซเดียมไนโตรท์ 20 มิลลิโมลร. แปรผันโซเดียมคลอไรด์ที่ 0, 10 และ 25 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ด้วยอัตราการขยาย 200 รอบต่อนาที ในถ้วยที่ความดุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในเทรา - ในตรเจน ของคิโมอโต์อิฟิกในไตร์เบคทีเรียพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่มีโซเดียมในไตร์ 20 มิลลิโมลาร์ เติมโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันค่าความเป็นกรดด่างที่ 6 7 8 และ 9 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในอุปมัทความคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในเทรา - ในตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดยคิโมอโต์อิฟิกในไตร์ของโซเดียมเบคทีเรียพันธุ์ N1 ในสภาวะที่แปรผันความเป็นกรดด่าง				cv (%)
	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9	
0	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	-
2	0.57c	2.01a	1.92a	1.01b	19.22
4	0.65c	2.62a	2.54a	1.22b	23.75
6	0.68c	2.93a	2.71a	1.31b	35.33
8	0.72c	3.15a	2.92a	1.35b	26.86
10	0.75c	3.86a	3.62a	1.38b	26.43
12	0.71c	4.28a	3.83a	1.42b	16.18
14	0.61c	5.03a	4.23a	1.45b	17.23
16	0.63d	6.02a	4.82b	1.48c	42.29
18	0.52d	6.34a	5.33b	1.53c	30.27
20	0.51d	7.12a	5.87b	1.62c	36.82
22	0.42c	7.75a	6.07a	1.73b	47.52
24	0.31c	7.86a	6.87a	1.89b	27.57
26	0.31c	7.02a	7.22a	1.93b	39.75
28	0.28c	6.82a	7.21a	2.01b	31.05
30	0.26c	6.53a	7.20a	2.22b	39.76

หมายเหตุ : เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านซ้ายด้านขวาและกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 34 การเปลี่ยนแปลงการสร้างไขมันในต่อมประคบไม้ออโตโกรพิกในไดร์ฟ้อคส์เตชั่นแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 เมื่อยกเว้นอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 4 ที่มีโซเดียมไนเตรท 20 มิลลิโกลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แบ่งผัดค่าความเป็นกรดต่างที่ 6, 7, 8 และ 9 ด้วยอัตราการเชี่ยว 200 รอบต่อนาที ในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

2.4.4 ผลกระทบอุณหภูมิที่มีต่อการสร้างในเดรากของคิโนโอะໂගะพิคในไดร์ฟ์ออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1

เลี้ยงคิโนโอะໂගะพิคในไดร์ฟ์ออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่เติมโซเดียมในไดร์ฟ์ปริมาณ 20 มิลลิโมลาร์ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ปัจจัยความเป็นกรดด่างที่ 7.0 เช่นกับอัตราความเร็ว 200 รอบต่อนาที บ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 20, 30, 32 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในเดรากที่เกิดขึ้น พบว่าที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส มีการสร้างในเดรากได้สูงที่สุด รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 20 องศาเซลเซียส โดยรักบปริมาณในเดรากสูงสุดได้ 7.81, 7.50, 3.80 และ 3.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 24 เปรียบเทียบปริมาณในเดรากที่สร้างขึ้นในแต่ละวัน โดยคิโนโอะໂගะพิค ในไดร์ฟ์ออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่บ่มที่อุณหภูมิ 30 และ 32 องศาเซลเซียส จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การบ่มที่อุณหภูมิ 30 และ 32 องศาเซลเซียส จะมีความแตกต่างกับการบ่มที่อุณหภูมิ 20 และ 40 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 17 และ รูปที่ 35

2.4.5 ผลกระทบอัตราการเจริญที่มีต่อการสร้างในเดรากของคิโนโอะໂගะพิคในไดร์ฟ์ออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1

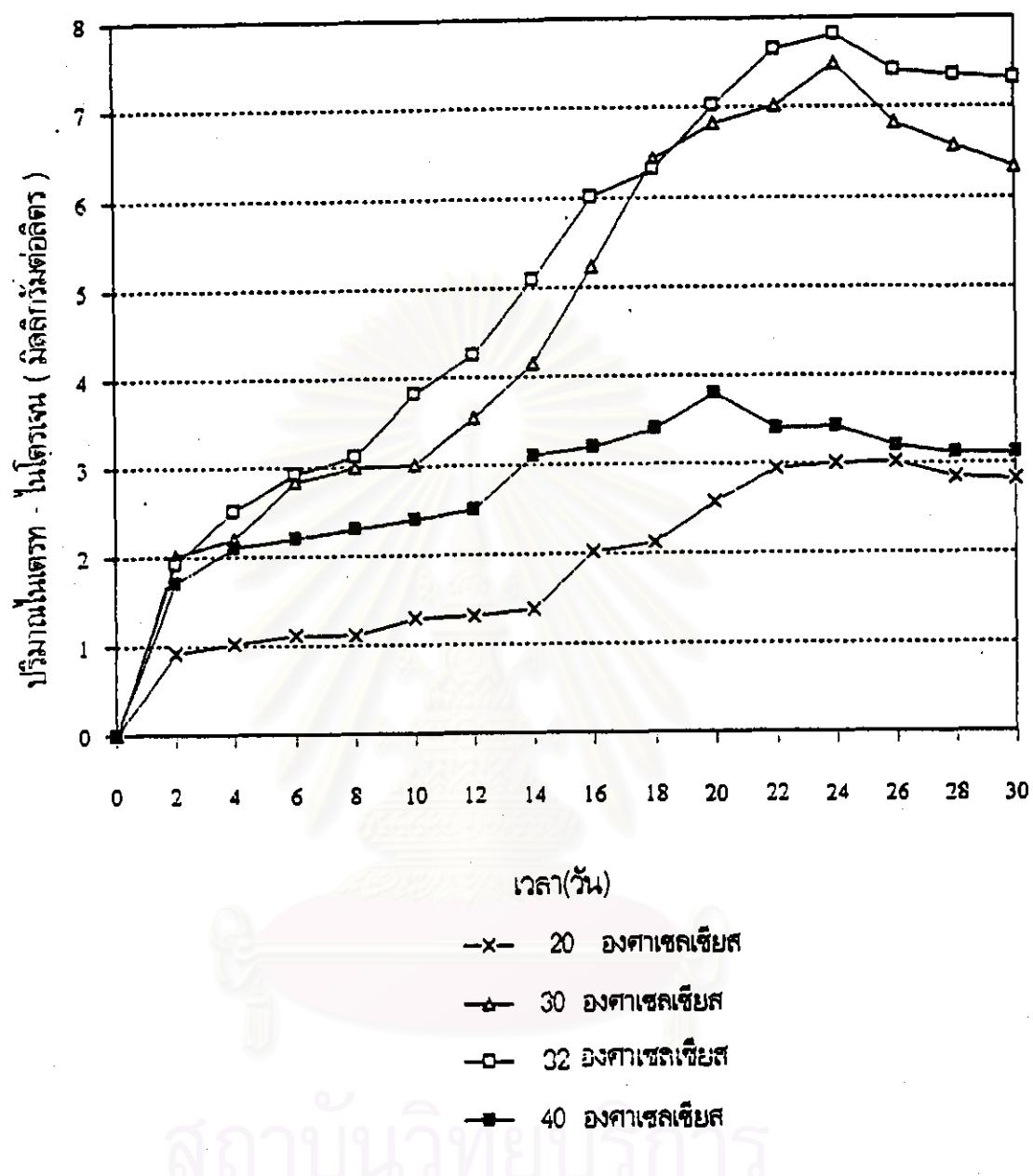
เลี้ยงคิโนโอะໂගะพิคในไดร์ฟ์ออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงสูตร 4 ที่เติมโซเดียมในไดร์ฟ์ปริมาณ 20 มิลลิโมลาร์ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ปัจจัยความเป็นกรดด่างที่ 7.0 ในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ที่เปลี่ยนอัตราการเจริญ ที่ 100 200 300 และในสภาวะที่ไม่ได้เจริญ เป็นเวลา 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณในเดรากที่เกิดขึ้น พบว่าในสภาวะที่ อัตราการเจริญ 100 รอบต่อนาที มีการสร้างในเดรากได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ที่อัตราการเจริญ 200 รอบต่อนาที ที่อัตราการเจริญ 300 รอบต่อนาที และในภาวะที่ไม่ได้เจริญ อัตราปริมาณในเดรากสูงสุดได้ 7.84, 7.81, 5.81 และ 2.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในวันที่ 24 เปรียบเทียบปริมาณในเดรากที่สร้างขึ้น ในแต่ละวันโดยคิโนโอะໂගะพิคในไดร์ฟ์ออกซ์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีอัตราความเร็วของ การเจริญ 100 และ 200 รอบต่อนาที พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อัตราการเจริญ 100 และ 200 รอบต่อนาที การสร้างในไดร์ฟ์จะมีความแตกต่างกับ อัตราการเจริญที่ 0 และ 300 รอบต่อนาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 18 และ รูปที่ 36

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในเดรท - ในโตรเจน ของคิโนอโต์อิรฟิกในไตร์ออกซิได้ชิงแบคทีเรียพันธุ์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่มีโซเดียมในไตร์ปริมาณ 20 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันอุณหภูมิ ที่ 20 30 32 และ 40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ด้วยอัตราการเขย่า 200 รอบต่อนาที ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในเดรท - ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโนอโต์อิรฟิกในไตร์ออกซิได้ชิงแบคทีเรียพันธุ์ N1 ในสภาวะที่มีการแปรผันอุณหภูมิ				CV (%)
	20 °ช	30 °ช	32 °ช	40 °ช	
0	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	-
2	0.92b	2.04a	1.92a	1.70a	23.30
4	1.02b	2.20a	2.51a	2.10a	19.27
6	1.11b	2.83a	2.93a	2.20a	23.47
8	1.12b	2.99a	3.12a	2.30a	17.20
10	1.29c	3.01a	3.82a	2.40b	28.86
12	1.32d	3.53b	4.24a	2.50c	41.15
14	1.38d	4.14b	5.09a	3.10c	45.30
16	2.02d	5.22b	6.01a	3.20c	33.02
18	2.12c	6.42a	6.31a	3.40b	42.65
20	2.57c	6.82a	7.02a	3.80b	51.14
22	2.95b	7.02a	7.65a	3.40b	14.28
24	2.99b	7.50a	7.81a	3.42b	11.29
26	3.01b	6.82a	7.41a	3.20b	26.57
28	2.84b	6.57a	7.36a	3.12b	27.15
30	2.82b	6.33a	7.32a	3.11b	37.97

หมายเหตุ : เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



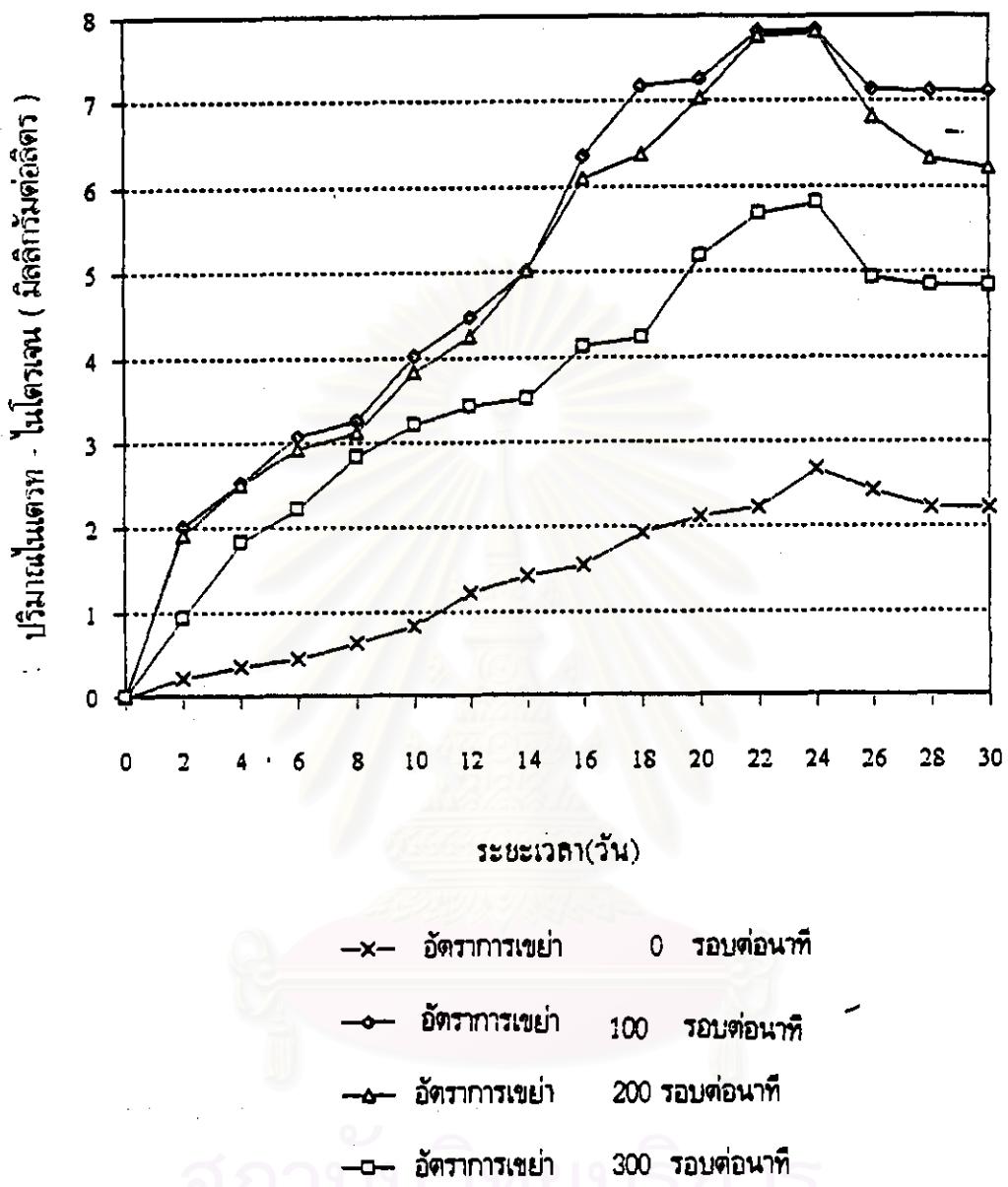
รูปที่ 36 การเปลี่ยนแปลงการสร้างไข่ในตัวอ่อนเชื้อสายพันธุ์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสายพันธุ์ 4 ที่มีโซเดียมในตัวที่ 20 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แบ่งผับยูนหกหนึ่งที่ 20, 30, 32 และ 40 วันเชลซีบส์ ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ตัวอย่างการขยาย 200 รอบต่อนาที ในระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงการสร้างในเตราท - ในโตรเจน ของคิโมออโต้โทรฟิกในไตร์บีแซกทีเรียสายพันธุ์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสูตร 4 ที่ใช้เดิมในไตร์บี 20 มิลลิเมตร โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันอัตราการเช่นที่ 0 100 200 และ 300 รอบต่อนาที ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ในตู้ป้องกันความชื้นที่ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณในเตราท- ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่สร้างโดย คิโมออโต้โทรฟิกในไตร์บีอาหารเดิมแบบที่เรียสายพันธุ์ N1 เมื่อแปรผันอัตราการเช่น				cv (%)
	0 rpm	100 rpm	200 rpm	300 rpm	
0	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	-
2	0.21c	2.01a	1.92a	0.93b	42.11
4	0.36c	2.53a	2.51a	1.83b	38.18
6	0.44d	3.07a	2.93b	2.22c	38.49
8	0.63c	3.26a	3.12a	2.84b	26.13
10	0.83c	4.02a	3.83a	3.21b	37.14
12	1.22c	4.48a	4.24a	3.42b	45.61
14	1.42c	5.02a	5.02a	3.52b	27.17
16	1.55c	6.36a	6.10a	4.12b	31.98
18	1.93c	7.18a	6.37a	4.22b	22.30
20	2.11c	7.25a	7.03a	5.18b	27.20
22	2.22c	7.83a	7.76a	5.68b	35.83
24	2.67c	7.84a	7.81a	5.81b	36.68
26	2.42c	7.13a	6.82a	4.92b	34.22
28	2.22c	7.12a	6.33a	4.84b	35.84
30	2.21c	7.10a	6.23a	4.83b	29.32

หมายเหตุ : เมื่อยกเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวนอน

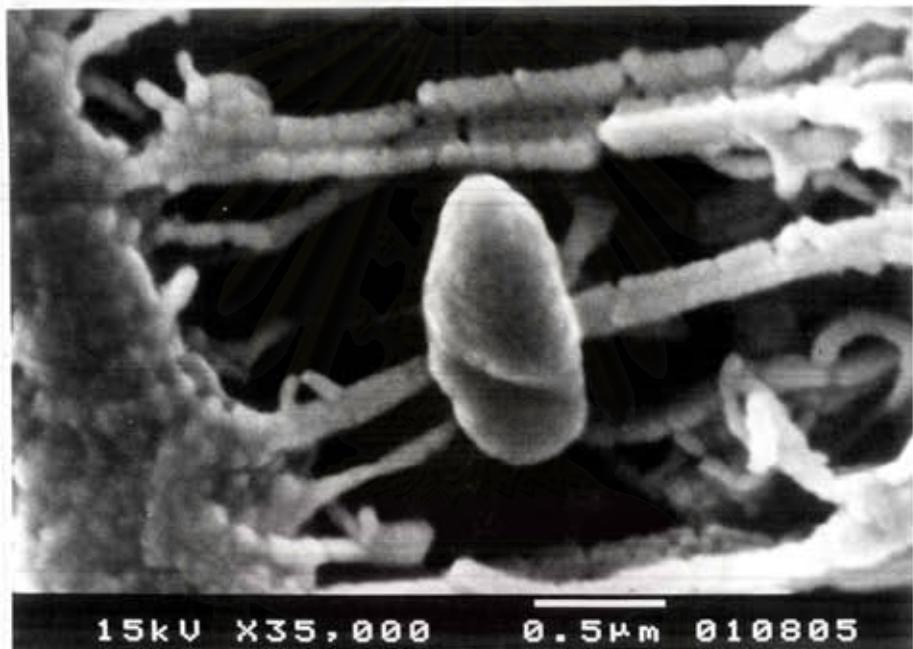
: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 36 การเปลี่ยนแปลงการ生长ในเดือนของคิโนโอะโถโรพิกไนต์ท่อออกซิเดชั่นแบคทีเรียพันธุ์ N1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 4 ที่มีโซเดียมในต่ำ 20 มิลลิโมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร แปรผันอัตราการเขย่าที่ 0, 100, 200 และ 300 รอบต่อนาที ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ในตู้ปั่นที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 วัน

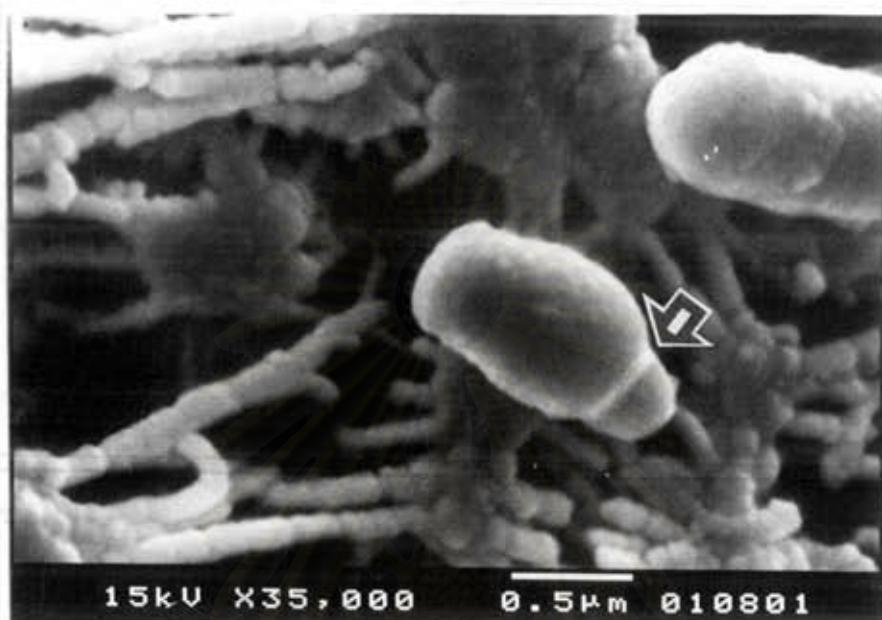
2.5 ศึกษาลักษณะเซลล์ของคิโนอโต์อิฟิกในไดร์ก็อกซี่ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 โดยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู

จากการศึกษาลักษณะรูปร่างของคิโนอโต์อิฟิกในไดร์ก็อกซี่ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนรุ่น JSM-T220A พบว่า มีรูปร่างเป็นรูปกลูกแพร์ มีขนาดไม่แน่นอน ประมาณ $0.5 \text{ } \mu\text{m} \times 0.2 \text{ } \mu\text{m} \times 0.5 \text{ } \mu\text{m}$ ไมโครเมตร ดังรูปที่ 37 และมีลักษณะคล้ายการแตกหน่อของยีสต์ (budding) ดังรูปที่ 38



รูปที่ 37 ภาพถ่ายของคิโนอโต์อิฟิกในไดร์ก็อกซี่ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู แสดงโครงสร้างของเซลล์ (กำลังขยาย 57460 X)

จาก รายงานการเนمةทางวิทยาศาสตร์



รูปที่ 38 ภาพถ่ายของคิมออด์โกรพิคในไดร์ฟออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 จาก กต้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู แสดงลักษณะคล้ายการแตกหักของยีสต์ (กำลังขยาย 57460X)

3 การทดสอบประสิทธิภาพของคิมออด์โกรพิคในตระพายอิงแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ ในระบบบริเช่อคุเลชัน (re - circulation)

การนำคิมออด์โกรพิคในตระพายอิงแบคทีเรียที่คัดเลือกได้และมีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ คิมออด์โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และ คิมออด์โกรพิคในไดร์ฟออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 มาทดสอบในระบบบริเช่อคุเลชัน ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของคิมออด์โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ ในระบบบริเช่อคุเลชัน

ผลของการคีกษาในเบื้องต้นพบว่า คิมออด์โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 เป็นสายพันธุ์ที่ได้คัดเลือกว่า มีประสิทธิภาพดีที่สุด ในการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนโตรเจนในไดร์ฟ จึงนำมาทดลองในระบบบริเช่อคุเลชัน โดยตัวคิมออด์โกรพิคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 จ้างรัตนคุรังอิโอล์ กีบลอดเรือ ประมาณ 7 วัน เพื่อให้

แบบที่เรียบง่ายกับวัสดุคริสตัลไลท์ แล้วบรรจุลงในเครื่องกรองน้ำ EHIM รุ่น 2213 ซึ่งติดตั้งโดยการเชื่อมต่อ กับถังพักน้ำทະหละที่มีอัตราส่วนของน้ำทະหละสัมภาระที่ต่อน้ำประปา 400 ต่อ 600 มิลลิลิตร ที่มีความเต็ม 10 grammต่อลิตร บรรจุน้ำที่เตรียมปริมาตร 40 ลิตร ลงในถังพักน้ำทະหละขนาดบรรจุ 52 ลิตร และ เติมแยมโมโนเนียชัลเพด เท้มีน้ำ 4 มิลลิเมตร ปั๊บให้มีค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้น 8.5 การให้คลองน้ำในระบบจะไถลจากถังพักน้ำทະหละผ่านไปยังเครื่องกรองน้ำที่บรรจุวัสดุคริสตัลไลท์ที่ต้องเชื่อมต่อโดยไฟฟ้าและมีอุปกรณ์ติดตั้งแบบที่เรียบง่ายพื้นที่ A7 และให้กลับสู่ถังพักน้ำเป็นระบบหมุนเวียน ดังรูปที่ 14 น้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำจะไหลสู่ถังพักน้ำทະหละโดยพ่นออกทางรูเล็กๆ บนท่อพลาสติกที่อยู่เหนือผิวน้ำ ทำให้น้ำในถังพักน้ำกร่อยขึ้นได้ ส้มผัดอาหาร ซึ่งวัตถุการคลายของอุ่นจะเริ่มต้นการทดลอง ด้วย DO meter ได้ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30 ถึง 32 องศาเซลเซียส ทดลองในระยะเวลา 30 วัน และดัดตามความสามารถในการออกซิไดซ์แอมโมเนีย เป็นในไดร์ฟ โดยวัดปริมาณแอมโมเนียที่ลดลงโดยวิธีฟีโนด วัดปริมาณในไดร์ฟที่เพิ่มน้ำโดยวิธีไดอาโซไฟเซ็น พร้อมกับเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ได้จัดระบบเหมือนกันเพียงแต่ได้รับแอมโมเนียออกซิไดซิงแบบที่เรียกวัสดุคริสตัลไลท์ในเครื่องกรองน้ำ EHIM รุ่น 2213 ทำการทดลองโดยเตรียมชุดทดลองและชุดควบคุม ในลักษณะเดียวกันชุดละ 2 ชุด บินเวลา 30 วัน

จากการทดลอง เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียระหว่างชุดควบคุมและชุดทดลอง ในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 30 วัน พบว่า วันที่มีปริมาณแอมโมเนียที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ตั้งแต่วันที่ 6 ถึงวันที่ 30 โดยวันที่ 6 วัดปริมาณแอมโมเนียในชุดควบคุมได้ 31.40 มิลลิกรัมต่อลิตรในขณะที่วัดปริมาณแอมโมเนียในชุดทดลองได้ 24.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และ หลังจากนั้นปริมาณแอมโมเนียในชุดทดลองจะลดลงเรื่อยๆ ปริมาณที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติจนถึงวันที่ 30 และเมื่อวัดปริมาณแอมโมเนียในวันที่ 30 ของการทดลอง พบว่ามีปริมาณแอมโมเนียในชุดทดลอง 7.69 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียในชุดควบคุม 15.90 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าแอมโมเนียในชุดทดลองมีปริมาณน้อยกว่า แอมโมเนียในชุดควบคุม 2 เท่า ตั้งตารางที่ 19 และรูปที่ 39

สำหรับการศึกษาด้วยการเปรียบเทียบปริมาณในไดร์ฟระหว่างชุดควบคุมและชุดทดลองในแต่ละวัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน พบว่าวันที่มีปริมาณในไดร์ฟที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ตั้งแต่วันที่ 2 ถึงวันที่ 30 โดยวันที่ 2 วัดปริมาณในไดร์ฟในชุดทดลองได้ มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่วัดปริมาณในไดร์ฟในชุดควบคุมได้ 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังจากนั้นในชุด

ทดสอบจะมีการสร้างในไดร์ทเพิ่มขึ้นในปริมาณที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจนถึงวันที่ 30 และเมื่อวัดปริมาณในไดร์ทในวันที่ 30 ของการทดสอบพบว่ามีปริมาณในไดร์ทในชุดทดสอบ 11.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณในไดร์ทในชุดควบคุม 3.17 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าในไดร์ทในชุดทดสอบมีปริมาณมากกว่าในไดร์ทในชุดควบคุม 3.5 เท่า ดังตารางที่ 19 และรูปที่ 39

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียทั้งชุดทดสอบและชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดสอบ 30 วัน พบว่า ปริมาณแอมโมเนียในชุดทดสอบจะลดลงโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 10 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 34.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 32.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วง 12 ถึง 30 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 14.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 7.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 19 และรูปที่ 39 ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียในชุดควบคุม จะมีการลดลงเป็นช่วงของความแตกต่าง เช่นเดียวกัน ซึ่งแบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 14 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 34.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 32.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 16 ถึง 20 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 25.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 22.62 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 22 ถึง 30 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 19.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 15.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 19 และรูปที่ 39

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณในไดร์ททั้งชุดควบคุมและชุดทดสอบตลอดระยะเวลา 30 วัน พบว่า ปริมาณในไดร์ทในชุดทดสอบจะเพิ่มขึ้นโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 2 วัน จะมีการสร้างในไดร์ทจากปริมาณ 1.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 4 ถึง 12 วัน มีการสร้างในไดร์ทปริมาณ 3.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 8.35 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 14 ถึง 30 วัน มีการสร้างในไดร์ทปริมาณ 10.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 11.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 19 และรูปที่ 39

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณในไตรกีโนชุดควบคุม ของความแตกต่างเช่นเดียวกับในชุดทดลอง โดยแบ่งเป็นช่วง 0 ถึง 14 วัน มีการสร้างในไตรกีโนปริมาณ 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 0.83 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 16 ถึง 20 วัน มีการสร้างในไตรกีโนปริมาณ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 1.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 22 ถึง 26 วัน มีการสร้างในไตรกีโนปริมาณ 2.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 2.90 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 28 ถึง 30 วัน มีการสร้างในไตรกีโนปริมาณ 3.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 3.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแต่ละช่วงมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในไตรกี ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 19 และรูปที่ 39

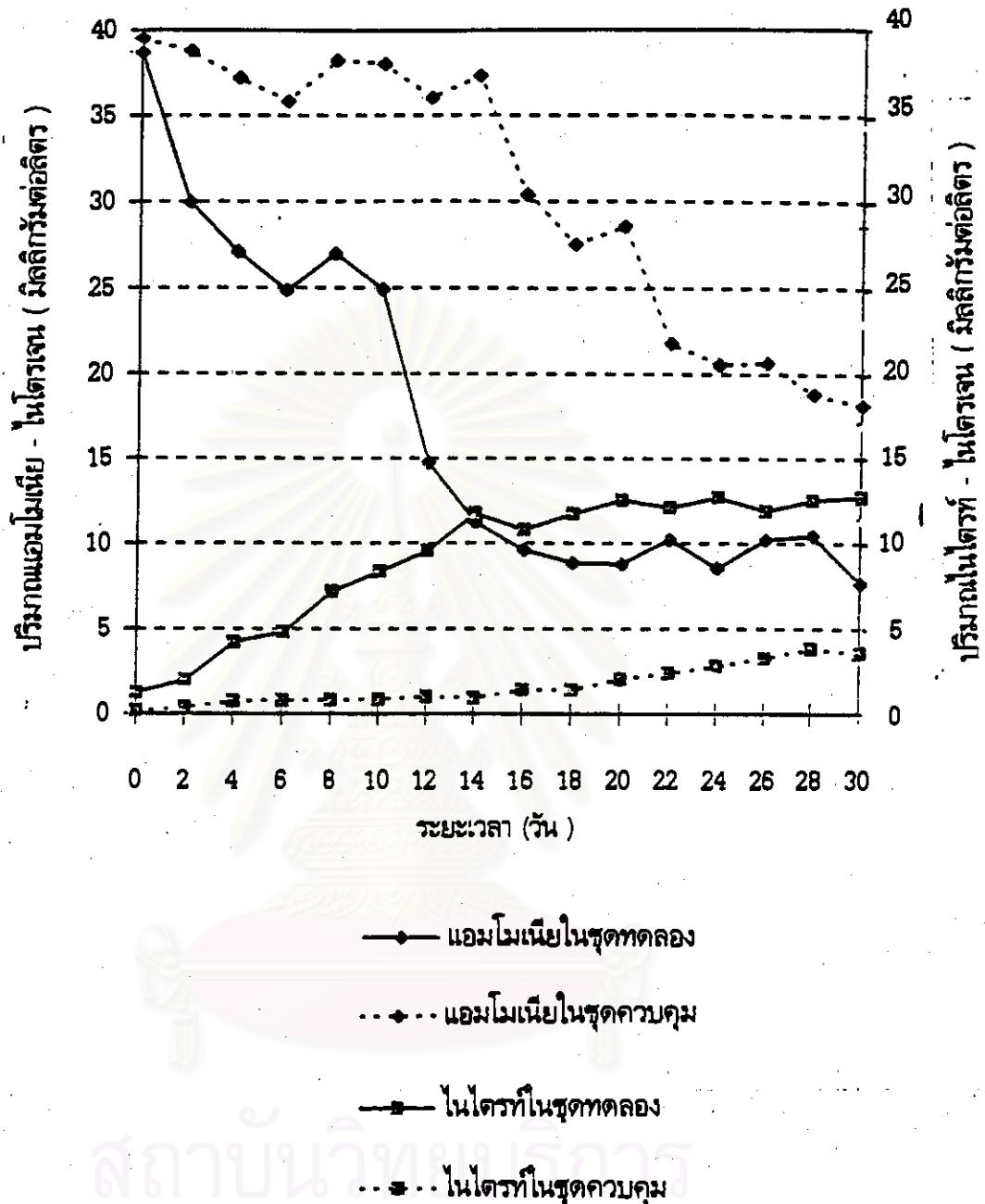
สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระบบเรโซคูเลชัน ตลอดระยะเวลาทดลอง 30 วัน พบร่วงในชุดทดลองและชุดควบคุม ค่าความเป็นกรดด่างลดลงอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในวันเริ่มต้นทดลองหง้าชุดทดลองและชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 และในวันที่ 30 ของการทดลองจะมีค่าความเป็นกรดด่าง ของหง้าสองชุดจะลดลงเหลือ 7.3 ความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่างระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุมในแต่ละวัน มีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการคลายของออกซิเจนหง้าในชุดทดลองและชุดควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอด 30 วัน โดยจะอยู่ในช่วง 7.4 ถึง 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 20 และรูปที่ 40

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์และประเมินค่า - ในตัวเรนและปริมาณในตัวเรน - ในตัวเรนในระบบบริโภคและในสูญเสียของตัวเรนซึ่งได้รับการวัดโดยวิธีที่ตั้งค่าไม่อโถติหรือพิเศษไม่นิยมอย่างเชิงแบบที่ระบุรายเดือน A7 และอุดความคุมที่ไม่ได้ตั้งค่าไม่อโถติหรือพิเศษไม่นิยมอย่างเชิงแบบที่ระบุรายเดือนโดยเติมแอลกอฮอล์เพลทปริมาณ 4 มิลลิลิตร ปริมาณที่บันทึกไว้ 10 กรณีของตัวเรน ความเป็นกรดค่า 8.8 ทำกราฟผลลัพธ์อุณหภูมิห้อง (เครื่อง 32°C) ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณแอลกอฮอล์ - ในตัวเรน(mg/l)		ปริมาณในตัวเรน - ในตัวเรน(mg/l)	
	ในระบบบริโภคและในสูญเสีย	ในระบบบริโภคและในสูญเสีย	ในระบบบริโภคและในสูญเสีย	ในระบบบริโภคและในสูญเสีย
0	34.60a(a)	38.70a(a)	0.17d(a)	1.10c(a)
2	33.95a(a)	30.00a(a)	0.33d(b)	1.75c(a)
4	32.60a(a)	27.10a(a)	0.69d(b)	3.70b(a)
6	31.40a(a)	24.85a(b)	0.71d(b)	4.22b(a)
8	33.50a(a)	27.00a(b)	0.75d(b)	6.28b(a)
10	33.30a(a)	24.90a(b)	0.77d(b)	7.30b(a)
12	31.55a(a)	14.85b(b)	0.90d(b)	8.35b(a)
14	32.70a(a)	11.21b(b)	0.83d(b)	10.30a(a)
16	25.00b(a)	9.26b(b)	1.00c(b)	9.46b(a)
18	24.10b(a)	8.87b(b)	1.27c(b)	10.36a(a)
20	22.62b(a)	8.82b(b)	1.81c(b)	11.00a(a)
22	19.10c(a)	10.27b(b)	2.13b(b)	10.61a(a)
24	18.00c(a)	8.50b(b)	2.50b(b)	11.15a(a)
26	18.10c(a)	10.26b(b)	2.90b(b)	10.46a(a)
28	16.50c(a)	10.50b(b)	3.40a(b)	11.00a(a)
30	15.90c(a)	7.69b(b)	3.17a(b)	11.15a(a)
	cv = 39.75%	cv = 28.82 %	cv = 45.92 %	cv = 31.15 %

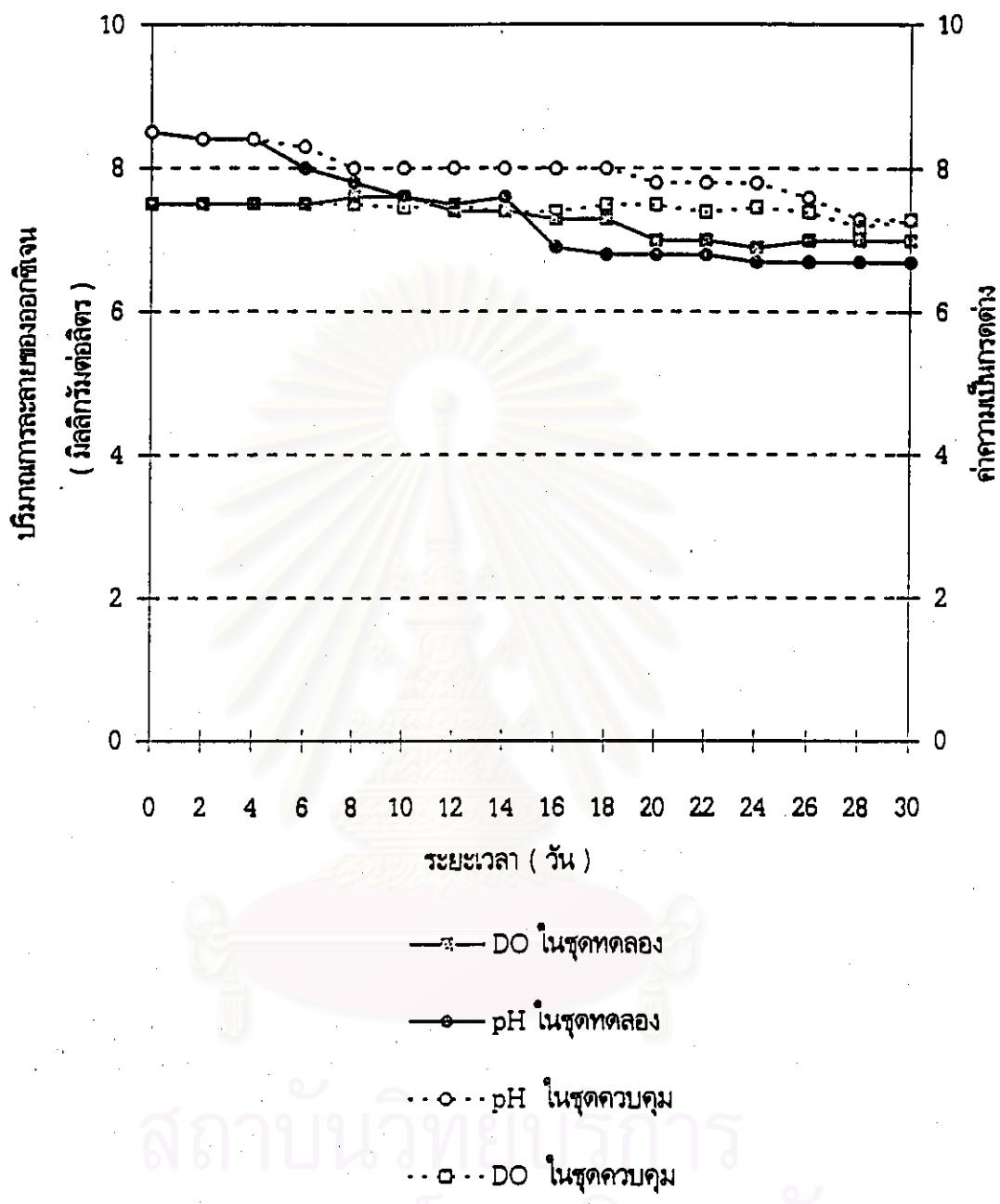
หมายเหตุ ปฏิรูปเพิ่มค่าความต้านทานทางไฟฟ้าโดยใช้ค่าเฉลี่ยและเบนจัน (อัตราการต้านทานไฟฟ้าในวงเดียว) แต่อาจเกิดข้อผิดพลาด ข้อมูลที่ได้รับ 100% ปฏิรูปเพิ่มค่าความต้านทานทางไฟฟ้าโดยใช้ค่าเฉลี่ยและเบนจัน (อัตราการต้านทานไฟฟ้าในวงเดียว) วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี CRD ที่ได้รับตัวอย่างที่ต้องการซึ่งต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบที่ต้องการซึ่งต้องคำนึงถึงค่าคุณภาพโดย $\alpha = 0.05$



รูปที่ 39 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโนเนียและปริมาณในตัวกีในระบบเรือคุเลชันในชุดทดลองที่บรรจุตัวยัสตูร์ซ์ไฮไลท์ที่ตีริงค์ไม้อโติโกรพิกแอมโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และ ชุดควบคุมที่ไม่ได้ตีริงตัวยัสตูร์ค์ไม้อโติโกรพิกแอมโนเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียที่มีแอมโนเนียมชัลเฟตบปริมาณ 4 มิลลิโมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ในน้ำกร่อยที่ใช้หมุนเวียน ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณออกซิเจนในระบบบริเวณคลอง ในชุดทดลองที่บรรจุด้วยสตูร์ฟิล์มไอล์ก์ที่ตั้งคิ่มอโอด์โกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และชุดควบคุมที่บรรจุไอล์ก์ที่ไม่ได้ตั้งคิ่ม คิ่มอโอด์โกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย โดยเติมแอมโมเนียมชัลเฟต์ปริมาณ 4 มิลลิมิลิตร ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่าง 8.5 ทำการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 32° ซ.) ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง ในระบบบริเวณคลอง		ปริมาณการละลายของออกซิเจน ในระบบบริเวณคลอง (mg/l)	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง
0	8.5	8.5	7.5	7.5
2	8.4	8.4	7.5	7.5
4	8.4	8.4	7.5	7.5
6	8.0	8.0	7.5	7.5
8	7.8	7.8	7.5	7.4
10	7.6	7.6	7.5	7.4
12	7.5	7.5	7.5	7.4
14	7.5	7.5	7.5	7.4
16	7.5	7.5	7.4	7.4
18	7.4	7.4	7.4	7.4
20	7.5	7.3	7.4	7.4
22	7.5	7.3	7.5	7.4
24	7.5	7.3	7.5	7.4
26	7.5	7.2	7.5	7.4
28	7.5	7.3	7.5	7.5
30	7.3	7.3	7.5	7.5

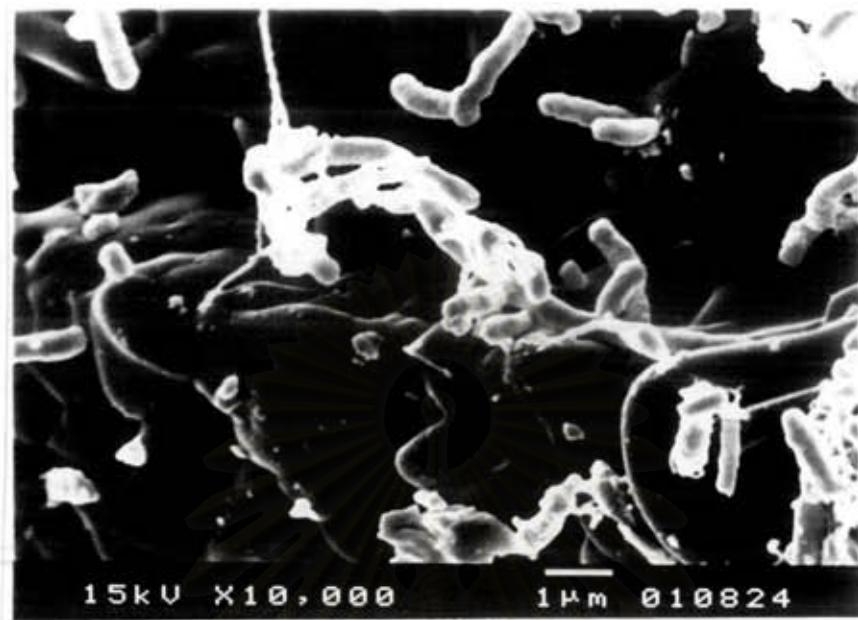


รูปที่ 40 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณการละลายน้ำออกซิเจน ในระบบวีเชอคุเลชันในชุดทดลองที่บรรจุด้วยวัสดุตึงซีโลไลท์ที่ตึงค์ไม้อโถโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิง แบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และในชุดควบคุมที่ไม่ได้ตึงค์ไม้อโถโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิง แบคทีเรีย ที่มีแอมโมเนียมชั้ลเพตปริมาณ 4 มิลลิโนลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ในน้ำทะเลที่ใช้หmundเวียน ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 30 วัน

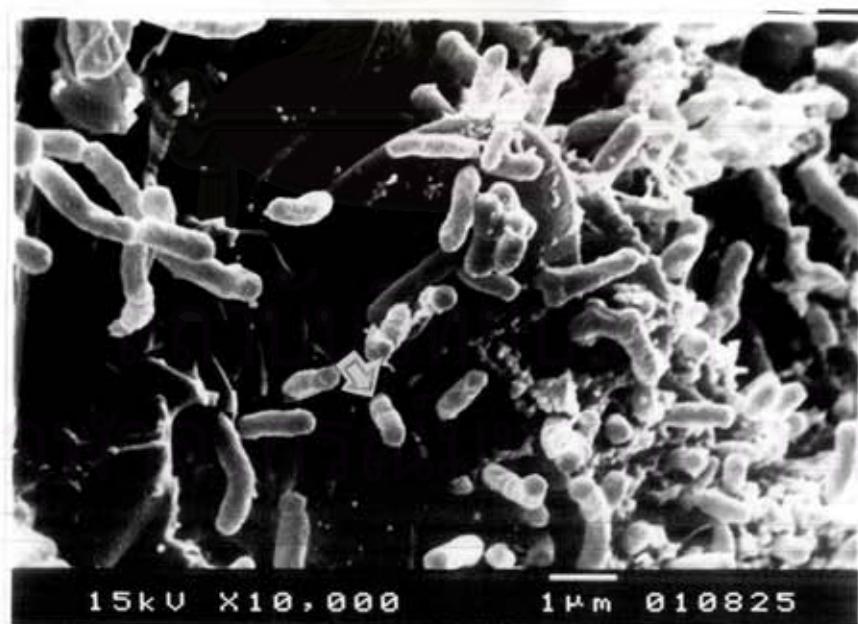
ទราバスອບລັກນະເໜີສັນຍາຂອງ ນ້ວສຸດຕົວເລື່ອໄລ່ໃນ ຮະບົບຮູ້ເຊື່ອຄູເຂັ້ມແຂງ
ກລັອງຈຸລກກາງຄານອີເຄຕຽນແບນສ່ອງກາດ

ກາຍທັນຈາກສິ້ນສຸດກາງທດລອງ ນ້ວສຸດຕົວເລື່ອໄລ່ທີ່ໃນຫຼຸດຄວບຄຸມແລະຫຼຸດທດລອງຈາກ
 ເຄື່ອງການນໍາທີ່ຜ່ານກະບວນກາງທດລອງໃນຮະບົບຮູ້ເຊື່ອຄູເຂັ້ມແຂງ 30 ວັນ ມາດຮາຈສອບດູດ້ວຍ
 ກລັອງຈຸລກກາງຄານອີເຄຕຽນແບນສ່ອງກາດ ແລ້ວປະຕິບັດລັກນະເໜີຂອງເໜີລົບນ້ວສຸດຕົວເລື່ອໄລ່
 ຂອງຫຼຸດຄວບຄຸມແລະຫຼຸດທດລອງ ຈະເຖິງໄດ້ວ່າ ສ່ວນໃນຫຼຸດຄວບຄຸມສ່ວນໃຫຍ່ຈັກພະເໜີທີ່ມີຢູ່ປ່າຍເປັນ
 ແກ່ງໂຄງມີຄວາມຍາໄມ໌ແນ່ນອນ ປະມານ 5 ຕົ້ນ 10 ໄມໂຄຮມຕາ ແລະພບ branching iod ໃນ
 ເໜີລົບດັ່ງກ່າວ ດັ່ງນີ້ທີ່ 41 ສ່ວນໃນຫຼຸດທດລອງຈະພະເໜີ 2 ແບນ ອີ່ ເໜີລົບທີ່ມີຢູ່ປ່າຍເປັນແກ່ສັ້ນ
 ງາວັດ 1.0 ໄມໂຄຮມຕາ ມີລັກນະເໜີຄ້າປົງເໜີລົບວິຊູທີ່ຂອງແວມໂມເນີຍອາກີ່ໄດ້ສິງແບບທີ່ເຮີຍ ສາຍພັນຫຼື
 A7 ໃນນີ້ທີ່ 26 ນອກຈາກນີ້ຍັງພະເໜີທີ່ມີຢູ່ປ່າຍເປັນແກ່ໂຄງມີຫາວັດນີ້ແນ່ນອນ ປະມານ 5 ຕົ້ນ
 10 ໄມໂຄຮມຕາ ທີ່ພບໃນລັກນະເໜີກັບໃຫຼຸດຄວບຄຸມ ດັ່ງນີ້ທີ່ 42 ນອກຈາກນີ້ຍັງພບກາງກරະຈາຍ
 ຂອງເໜີລົບແບບທີ່ເຮີຍໃຫຼຸດຄວບຄຸມຈະມີຄວາມທານແນ່ນນ້ອຍກວ່າໃຫຼຸດທດລອງ

**ສຕາບັນວິທຍບົຣີກາຮ
 ຈຸ່າລັງກຣນີ່ມໍາຫວິທຍາລ້ຍ**



รูปที่ 41 ภาพถ่ายของเซลล์แบคทีเรียที่ยึดเกาะบนวัสดุตีนซิโอล่าในชุดควบคุมในระบบวีเชอคูลเรชัน จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 16420X)



รูปที่ 42 ภาพถ่ายของคิโนโลโกรไฟฟิกแอมบิเนนเซอร์ไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 ที่ยึดเกาะบนวัสดุตีนซิโอล่าในชุดทดลองในระบบวีเชอคูลเรชัน จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 16420X)

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพของคิโมอโอด์โอร์พิกในโครงการท่อออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ในระบบบริเชื้อคุณลักษณะ

ผลการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าคิโมอโอด์โอร์พิกในโครงการท่อออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ได้รับการคัดเลือกกว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุดในการเปลี่ยนไนโตรฟิไนท์เป็นไนเตรต จึงนำมาทดลองในระบบบริเชื้อคุณลักษณะ โดยตั้งคิโมอโอด์โอร์พิกในโครงการท่อออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ด้วยวัสดุต้องที่ปลอกด้วย เชือก เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้แบคทีเรียดีแทรกเข้ากับวัสดุต้องเชือกไลน์ และบรรจุลงในถังกรองน้ำ EHIM รุ่น 2213 ซึ่งติดตั้งโดยการเชื่อมต่อ กับถังพักน้ำกร่อยที่มีอัตราส่วนของน้ำที่เส้นเคราะห์ต่อหน้าประมาณ 400 ต่อ 600 มิลลิลิตร ทำให้มีความคุ้มประมาณ 10 กรมต่อลิตร บรรจุน้ำที่เตรียมปริมาณ 40 ลิตร ลงในถังพักน้ำขนาดบรรจุ 52 ลิตร และเติมโซเดียมในโครงการ เชือกขัน 20 มิลลิเมตร ปรับให้มีความเป็นกรดด่างร่วมตัน 7.0 การทดสอบของน้ำในระบบจะให้ลากถังพักน้ำกร่อยผ่านไปยังเครื่องกรองน้ำ ที่ตั้งคิโมอโอด์โอร์พิกในโครงการท่อออกซิไดซิงแบคทีเรียและให้หลักลับสูญถังพักน้ำเมื่อระบบหมุนเวียน ตั้งเวลาที่ 14 นาทีก่อนเครื่องกรองน้ำจะนำหลักลับสูญถังพักน้ำกร่อยโดยพ่นออกทางรูเล็กๆ บนท่อพลาสติกที่อยู่เหนือผิวน้ำ ทำให้น้ำในถังพักน้ำกร่อยได้สัมผัสอากาศ ชั่วคราวระยะเวลาของออกซิเจนเริ่มต้นด้วย DO meter ได้ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30 ถึง 32 องศาเซลเซียส ทดลองเมินเวลา 30 วัน และติดตามการกรองน้ำในโครงการโดย วัดปริมาณในโครงการตัวบ่งชี้ไดอาโซ่ไทเทน แล้วตับปริมาณในโครงการตัวบ่งชี้บีบูร์ พร้อมกับปริมาณเก็บตัวบ่งชี้ไดซิงแบคทีเรียกับวัสดุต้องเชือกในเครื่องกรองน้ำ EHIM รุ่น 2213 ทำการทดลองโดยเตรียมทุกด้วยตัวบ่งชี้ไดซิงแบคทีเรียกับวัสดุต้องเชือกในถังกรองและชุดควบคุม ในถังกรองและชุดควบคุม 2 ชุด เป็นเวลา 30 วัน

จากการทดลอง ปริมาณเก็บตัวบ่งชี้ไดซิงแบคทีเรียในโครงการระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุม ในแต่ละวัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน พบร่วงน้ำที่มีปริมาณในโครงการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ คือตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 30 ของการทดลอง โดยวัดปริมาณในโครงการในชุดควบคุม ได้ 107.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ วัดปริมาณในโครงการในชุดทดลองได้ 90.32 มิลลิกรัมต่อลิตร และกลับจากนั้นปริมาณในโครงการในชุดควบคุม จะลดลงในปริมาณที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จนถึงวันที่ 30 ของการทดลอง เมื่อวัดปริมาณในโครงการในวันที่ 30 ของการทดลอง พบร่วงวัดปริมาณในโครงการในชุดควบคุมที่ลดลงได้ 70.40 มิลลิกรัมต่อลิตร และ

วัดปริมาณในไดร์ฟ์ในชุดทดลองได้ 29.95 มิลลิกรัมต่อสิตร จะเห็นได้ว่าในไดร์ฟ์พับในชุดทดลอง มีปริมาณน้อยกว่าในชุดควบคุม 2 เท่า

จากการศึกษาปริมาณในเดรายหัวงชุดทดลองและชุดควบคุม ในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 30 วัน พบว่ากันที่ปริมาณในเดรายเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงวันที่ 30 ของการทดลองโดยวัดปริมาณในเดรายในชุดทดลองได้ 2.44 มิลลิกรัมต่อสิตร ในขณะที่ในชุดควบคุมมีปริมาณในเดราย 1.62 มิลลิกรัมต่อสิตร และหลังจากนั้นในชุดทดลองมีการสร้างในเดรายเพิ่มขึ้นในปริมาณที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดจนถึงวันที่ 30 ของการทดลอง และในชุดควบคุมไม่มีการสร้างในเดรายเพิ่มขึ้น และเมื่อวัดปริมาณในเดรายที่เกิดขึ้นในวันที่ 30 ของการทดลองพบว่าในชุดควบคุมมีการสร้างในเดรายปริมาณ 1.67 มิลลิกรัมต่อสิตร ในขณะที่ในชุดทดลองมีในเดรายเกิดขึ้นปริมาณ 13.30 มิลลิกรัมต่อสิตร ซึ่งมีในเดรายเกิดขึ้นมากกว่าในชุดทดลอง 8 เท่า ดังตารางที่ 21 และรูปที่ 43

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในไดร์ฟ์หัวงชุดทดลองและชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดลอง 30 วัน พบว่า ปริมาณในไดร์ฟ์ในชุดทดลองจะลดลงจากโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 2 วัน ปริมาณในไดร์ฟ์จะลดลงจาก 105.15 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 90.32 มิลลิกรัมต่อสิตร ช่วง 2 ถึง 14 วัน ปริมาณในไดร์ฟ์ลดลงจาก 90.32 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 59.00 มิลลิกรัมต่อสิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าเดลซาร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณในไดร์ฟ์ในชุดควบคุม จะมีการลดลงเป็นช่วงของความแตกต่าง เช่น เดียวกัน ซึ่งแบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 4 วัน ปริมาณในไดร์ฟ์ลดลงจาก 109.00 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 103.60 มิลลิกรัมต่อสิตร ช่วง 6 ถึง 14 วัน ปริมาณในไดร์ฟ์ลดลงจาก 99.40 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 99.00 มิลลิกรัมต่อสิตร และช่วง 16 ถึง 30 วัน ปริมาณในไดร์ฟ์ลดลงจาก 91.20 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 70.40 มิลลิกรัมต่อสิตร ซึ่งเดลซาร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในเดรายหัวงชุดทดลองและชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดลอง 30 วัน พบว่า ปริมาณในเดรายในชุดทดลองจะเพิ่มขึ้นจากโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 8 วัน ปริมาณในเดรายจะเพิ่มขึ้นจาก 0.00 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 1.73 มิลลิกรัมต่อสิตร ช่วง 10 ถึง 22 วัน ปริมาณในเดรายเพิ่มขึ้นจาก 2.44 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 9.81 มิลลิกรัมต่อสิตร และ ช่วง 24 ถึง 30 วัน ปริมาณในเดรายลดลงจาก 17.10 มิลลิกรัม

ต่อติด ถึง 13.30 มิลลิกรัมต่อติด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเดลาร์ช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณในเดรากในชุดควบคุม จะมีการเพิ่มขึ้นเป็นช่วงของความแตกต่างเข่นเดียวกัน ซึ่งแบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 4 วัน ปริมาณในเดรากเพิ่มขึ้นจาก 0.00 มิลลิกรัม ต่อติด ถึง 0.58 มิลลิกรัมต่อติด ช่วง 6 ถึง 30 วัน ปริมาณในเดรากเพิ่มขึ้นจาก 1.20 มิลลิกรัมต่อติด ถึง 1.67 มิลลิกรัมต่อติด ซึ่งแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 21 และรูปที่ 43

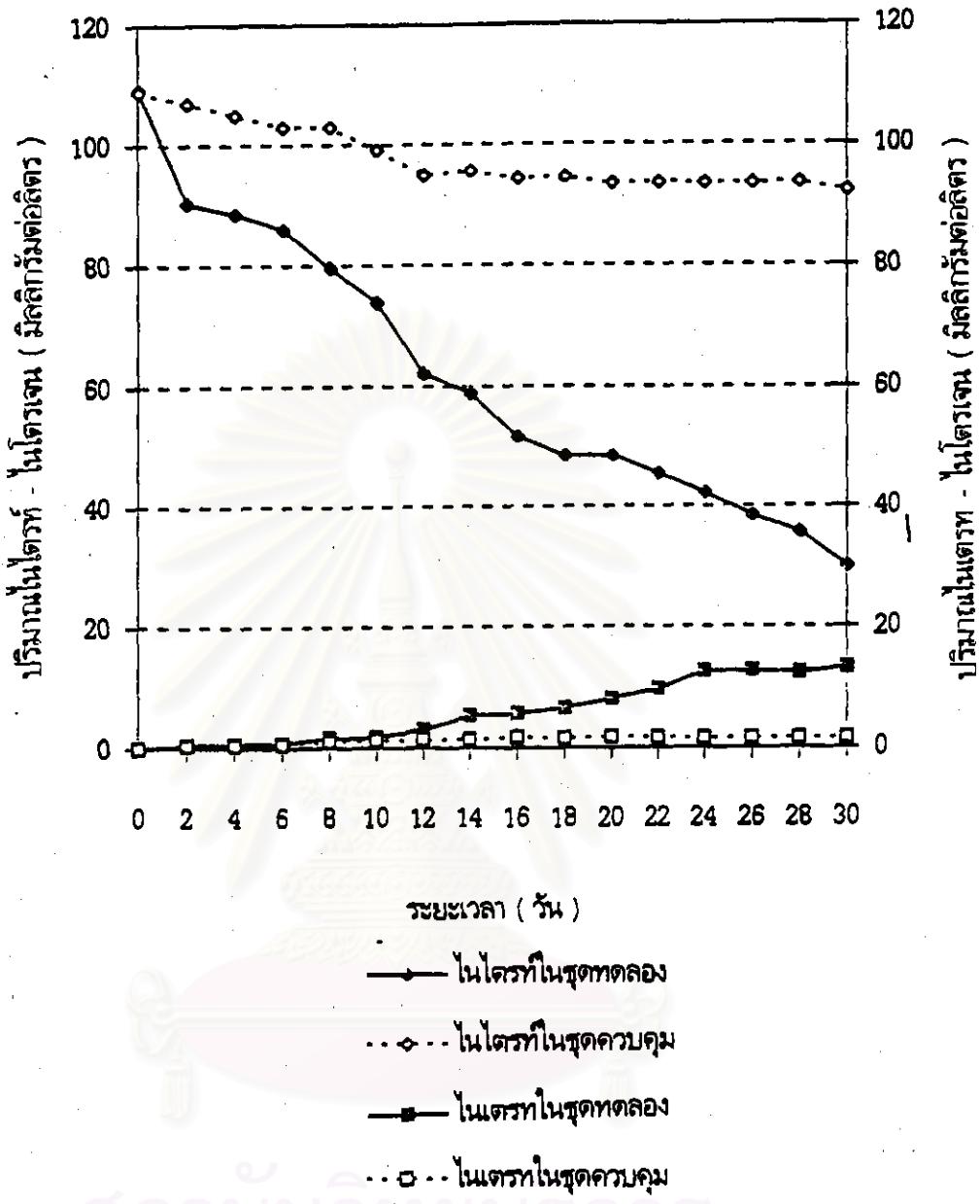
สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระบบบริเวณคุณสัน ตลอดระยะเวลาทดลอง 30 วัน พบร่วงทั้งในชุดทดลองและชุดควบคุม ค่าความเป็นกรดด่างลดลงอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในวันเริ่มต้นทดลองทั้งชุดทดลองและชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 และในวันที่ 30 ของการทดลองจะมีค่าความเป็นกรดด่าง ของทั้งสองชุดจะลดลงเหลือ 6.9 ความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่างระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุมในเดลาร์ชัน มีปัจจัยความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการละลายของออกซิเจนทั้งในชุดทดลองและชุดควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอด 30 วัน โดยจะอยู่ในช่วง 7.4 ถึง 7.5 มิลลิกรัมต่อติด ดังตารางที่ 22 และรูปที่ 44

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณในไตรท์ - ไนโตรเจน และปริมาณในเตรา - ไนโตรเจน ในระบบบริเชื้อคุณลักษณ์ ในชุดทดลองที่บรรจุด้วยวัสดุศูนย์ธาร์ที่ต้องคิดโมโนออกไซด์ไฮโดรเจนในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และชุดควบคุมที่ไม่ได้ต้องคิดโมโนออกไซด์ไฮโดรเจนในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรีย โดยเดิมโดยเดิมในไตรท์ปริมาณ 4 มิลลิลิตร ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ความเป็นกรดค้าง 7.0 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (32°C) ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณในไตรท์-ไนโตรเจน (mg/l) ในระบบบริเชื้อคุณลักษณ์		ปริมาณในเตรา-ไนโตรเจน (mg/l) ในระบบบริเชื้อคุณลักษณ์	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง
0	109.00a(a)	105.15a(a)	0.00b(a)	0.00c(a)
2	107.40a(a)	90.32b(b)	0.52b(a)	0.64c(a)
4	103.60a(a)	88.55b(b)	0.58b(a)	0.78c(a)
6	99.40b(a)	86.04b(b)	1.20a(a)	0.82c(a)
8	99.50b(a)	79.69b(b)	1.40a(a)	1.73c(a)
10	99.20b(a)	73.92b(b)	1.62a(b)	2.44b(a)
12	97.20b(a)	62.17b(b)	1.48a(b)	3.15b(a)
14	99.00b(a)	59.00b(b)	1.79a(b)	5.40b(a)
16	91.20c(a)	51.76c(b)	1.47a(b)	5.75b(a)
18	84.60c(a)	48.58c(b)	1.88a(b)	6.70b(a)
20	84.60c(a)	48.58c(b)	1.25a(b)	8.16b(a)
22	90.20c(a)	45.52c(b)	1.69a(b)	9.81b(a)
24	82.40c(a)	42.29c(b)	1.72a(b)	17.10a(a)
26	84.60c(a)	38.50c(b)	1.68a(b)	12.80a(a)
28	85.40c(a)	35.70c(b)	1.65a(b)	12.50a(a)
30	70.40c(a)	29.95c(b)	1.67a(b)	13.30a(a)
-	cv = 43.04 %	cv = 58.90 %	cv = 24.68 %	cv = 49.16 %

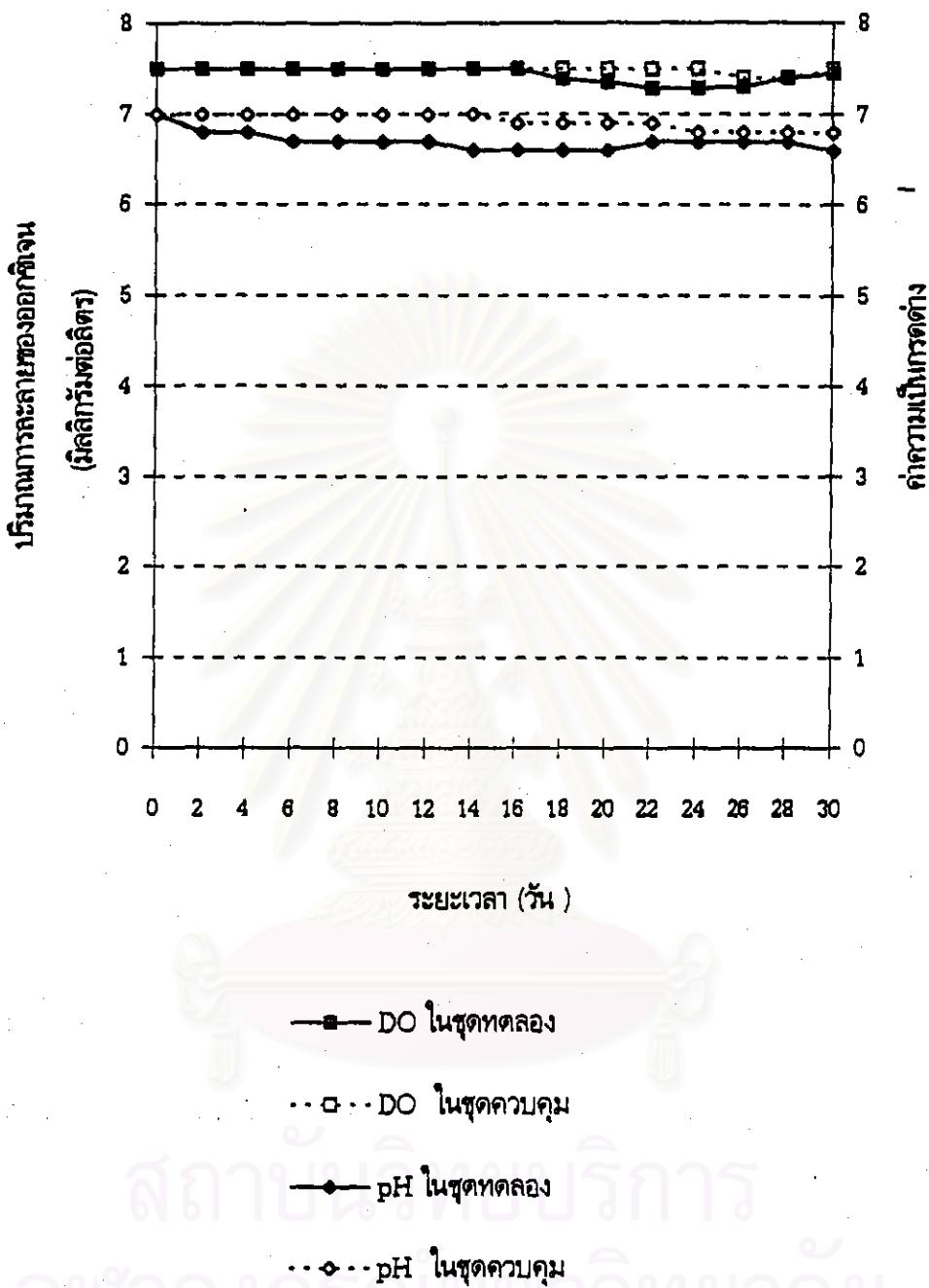
หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอัตราในแนวอน (อัตราภาษาอังกฤษในวงเล็บ) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี t - Test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอัตราในแนวตั้ง (อัตราภาษาอังกฤษในวงเล็บ) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี CRD ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรด้านหน้าตั้งกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 43 การเปลี่ยนแปลงปริมาณในตัว และ ปริมาณในตัว ในระบบเรื่องคุณเลี้ยง ในชุดทดลองที่บรรจุสุดรึ่งซีโอไฮท์ที่ตีริงค์ไม้อโตโกรฟิกในตัวที่ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และชุดควบคุมที่ไม่ได้ตีริงด้วยค์ไม้อโตโกรฟิกในตัวที่ออกซิไดซิงแบคทีเรีย ที่มีโซเดียมในตัวปริมาณ 20 มิลลิโนลาร์ ปั้บค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ในน้ำกร่อยที่ใช้หมุนเวียน ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างและการละลายน้ำของอักษิเจนในระบบบริเชื้อคุเลชัน ในชุดทดลองที่บรรจุด้วยวัสดุรีซอร์ไซไลท์ที่ต้มคิโนอโติโกรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และชุดควบคุมที่บรรจุด้วยไอล์ก์ที่ไม่ได้ต้ม คิโนอโติโกรพิกในไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียโดยเติมโซเดียมในไตรท์ปริมาณ 4 มิลลิโมลาร์ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่าง 7.0 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 32°ช.) ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าความเป็นกรดด่าง ในระบบบริเชื้อคุเลชัน		ปริมาณการละลายน้ำของอักษิเจน ในระบบบริเชื้อคุเลชัน (mg/l)	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง
0	7.0	7.0	7.5	7.5
2	7.0	7.0	7.5	7.5
4	7.0	7.0	7.5	7.5
6	7.0	7.0	7.4	7.5
8	7.0	7.0	7.5	7.5
10	7.0	7.0	7.5	7.5
12	7.0	6.9	7.4	7.4
14	7.0	6.8	7.5	7.4
16	7.0	6.8	7.4	7.3
18	7.0	6.7	7.5	7.3
20	7.0	6.9	7.5	7.3
22	6.9	6.9	7.5	7.3
24	6.9	6.8	7.5	7.3
26	7.0	6.9	7.5	6.8
28	6.8	7.0	7.5	6.8
30	6.9	6.9	7.4	6.9

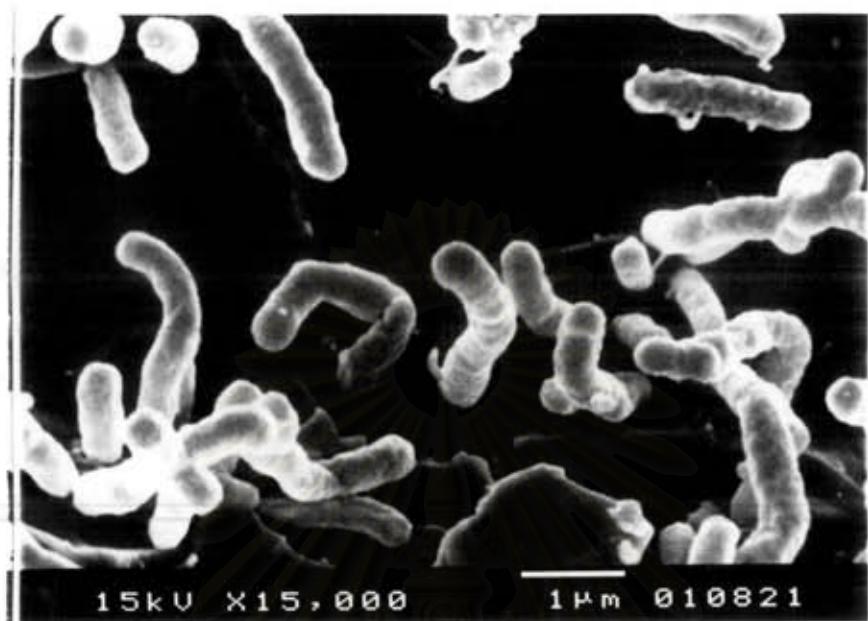


รูปที่ 44 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการละลายของออกซิเจนและค่าความเป็นกรดด่างในระบบจีเซอคุเลชันในชุดทดลองที่บรรจุด้วยวัสดุตระหง่านไฮโลท์ที่ตزرุก์โนโมอโตริโกรพิกในไตร์ฟ์ออกซิไดซิงแบบที่เรียกว่าพันธุ์ N1 และชุดควบคุมที่ไม่ได้ตزرุด้วยค์โนโมอโตริโกรพิกในไตร์ฟ์ออกซิไดซิงแบบที่เรียกว่าพันธุ์เดียวมีในไตร์ฟ์ 20 มิลลิเมตร ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ในน้ำกร่อยที่ใช้มุนเวย์น ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 30 วัน

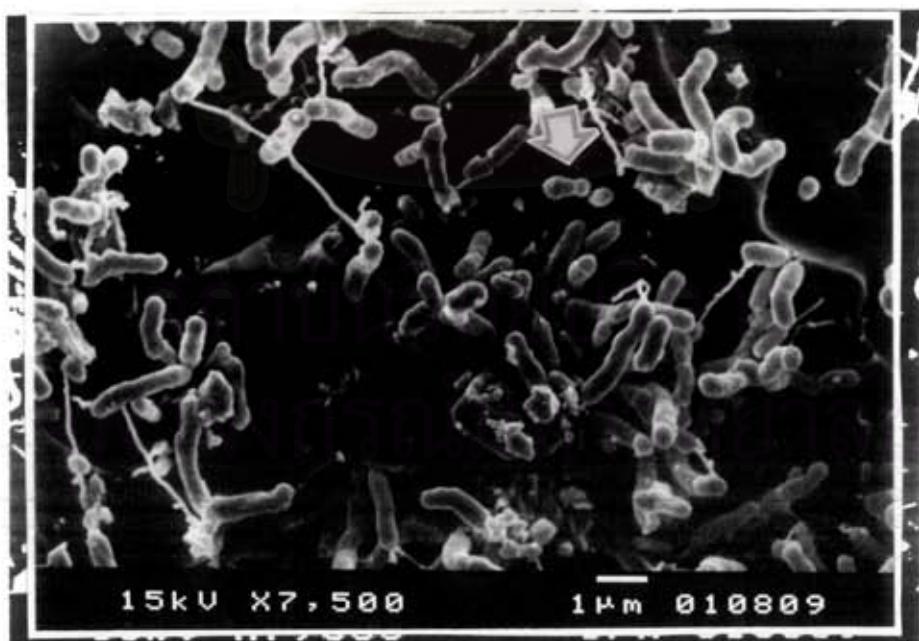
ตรวจสอบลักษณะของเซลล์เม็ดคิท เรียนวัสดุครึ่งในระบบบริสุทธิ์ เช่นเดียวกับสิ่งที่จุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู

ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง นำวัสดุตัวอย่างไปให้ผ่านกระบวนการการทดลองเป็นเวลา 30 วันในระบบบริสุทธิ์ เช่นเดียวกับสิ่งที่ไม่ออกโดยห้องปฏิบัติในไตรมาสเดียว คือตัวอย่างที่ได้รับการติดต่อโดยคีกษาทั้งวัสดุตัวอย่างและตัวอย่างที่ไม่ได้รับการติดต่อ โดยคีกษาทั้งวัสดุตัวอย่างและตัวอย่างที่ไม่ได้รับการติดต่อในชุดทดลองและชุดควบคุม เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของเซลล์บนวัสดุตัวอย่างและตัวอย่างชุดควบคุมและชุดทดลอง พบร่วมในชุดควบคุมจะพบเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นแท่งโค้งมีขนาดไม่แน่นอน ประมาณ 5 ถึง 10 ไมโครเมตร และพบ branching rod เซลล์ดังกล่าว เป็นเซลล์ที่พับในลักษณะเดียวกับเซลล์แบบที่เรียกว่า branching rod เซลล์ดังกล่าว เป็นเซลล์ที่มีลักษณะคล้ายการแตกหน่อของยีสต์ และเซลล์ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคิโนอโติโกรดิกในไตรมาสเดียว คือตัวอย่างที่ได้รับการติดต่อโดยคีกษาที่ 45 ส่วนในชุดทดลองพบเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นรูปคลิปแพร์ที่มีลักษณะคล้ายการแตกหน่อของยีสต์ และเซลล์ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคิโนอโติโกรดิกในไตรมาสเดียว คือตัวอย่างที่ได้รับการติดต่อโดยคีกษาที่ 37 และพบเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นแท่งโค้งมีขนาดไม่แน่นอน ประมาณ 5 ถึง 10 ไมโครเมตร ดังรูปที่ 46 นอกจากนี้ยังพบการกระจายของเซลล์แบบที่เรียกว่าในชุดควบคุมจะมีความหนาแน่นอย่างกว้างขวางในชุดทดลอง

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**



รูปที่ 45 ภาพถ่ายของเซลล์แบคทีเรียที่ยึดเกาะบนวัสดุคริ่งซิโอล่าที่ในชุดควบคุมในระบบวีเชคคูเจ็นจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 24626X)



รูปที่ 46 ภาพถ่ายของคิมโมโนโลหะฟิล์มไดกราฟออกไซด์ซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 ที่ยึดเกาะบนวัสดุคริ่งซิโอล่าที่ในชุดทดลองของระบบวีเชคคูเจ็น จากการต้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 12313X)

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ使命感ไม่ออโถโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ A7 และคิมโนอโถโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ N1 ที่คัดเลือกได้ ในระบบเรือคูเจชัน

ผลการคิดกลางในเบื้องต้นพบว่าคิมโนอโถโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ A7 และคิมโนอโถโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ N1 ได้วันการคัดเลือกว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุดในการปฏิยานในไตร์ให้เป็นในเดราก จึงนำมาทดลองในระบบเรือคูเจชัน โดยตรง ผลการคิดกลางในเบื้องต้นพบว่าคิมโนอโถโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ A7 และคิมโนอโถโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ N1 ด้วยวัสดุตรึงซิโอลาร์ กึ่งปลดเชือก เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้แบบที่เรียบยกหัวกับวัสดุตรึงซิโอลาร์ แล้วบรรจุในถังกรองน้ำ EHIM รุ่น 2213 ซึ่งติดตั้งโดยการเชื่อมต่อ กับถังพักน้ำกรองร้อยที่มีอัตราส่วนของน้ำทะเลสังเคราะห์ต่อน้ำประปา 400 ต่อ 600 มิลลิลิตร ทำให้มีความเค็มประมาณ 10 กรัมต่อลิตร บรรจุน้ำที่เตรียมปริมาตร 40 ลิตร ลงในถังพักน้ำขนาดบรรจุ 52 ลิตร และเติมแอมโมเนียฟลัฟเพดเข้ามายัง 20 มิลลิโลาร์ ปั๊บให้มีความเป็นกรดต่างเริ่มต้น 8.5 การไหลของน้ำในระบบจะไม่หลุดออกจากถังพักน้ำกรองร้อยผ่านไปยังเครื่องกรองน้ำที่ตั้งคิมโนอโถโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบบที่เรียและหัวกลับสู่ถังพักน้ำเป็นระบบหมุนเวียน ดังรูปที่ 14 น้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำจะไหลสู่ถังพักน้ำกรองร้อยโดยพ่นออกทางรูเล็กๆ บนหัวพลาสติกที่อยู่เหนือผิวน้ำ ทำให้น้ำในถังพักน้ำกรองร้อยได้สัมผัสจากสาร ซึ่งวัดการละลายของออกซิเจนเริ่มต้นด้วย DO meter ได้ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30 ถึง 32 องศาเซลเซียส ทดสอบเป็นเวลา 60 วัน และติดตามการออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นในไตร์ การออกซิไดซ์ในไตร์เป็นในเดราก โดยวัดปริมาณแอมโมเนียด้วยวิธีซิโนเดต วัดปริมาณในไตร์ด้วยวิธีโคอาโซไฟเซชัน และวัดปริมาณในเดรากด้วยวิธีบูร์ชัน พิร้อมกับเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ได้จัดระบบเหมือนกัน เพียงแต่มีเติตริงคิมโนอโถโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบบที่เรียสายพันธุ์ A7 และคิมโนอโถโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบบที่เรียกับวัสดุตรึงซิโอลาร์ในเครื่องกรองน้ำ EHIM รุ่น 2213 ทำการทดสอบโดยเดรย์มัลติทดสอบและชุดควบคุม ในลักษณะเดียวกันชุดละ 2 ชั้น เมื่อเวลา 60 วัน

จากการทดสอบ เปรียบเทียบแอมโมเนียระห่ำว่างชุดควบคุมและชุดทดสอบ ในเดลี่วันทดสอบการทดลอง 60 วัน พบว่า วันที่ 14 นับมาแอมโมเนียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ คือ ตั้งแต่วันที่ 14 ถึงวันที่ 60 โดยวันที่ 14 วัดปริมาณแอมโมเนียในชุดควบคุมได้ 39.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่วัดปริมาณแอมโมเนียในชุดทดสอบได้ 26.80 มิลลิกรัมต่อลิตร

และหลังจากนั้นปริมาณแอมโมเนียในชุดทดลองจะลดลงในปริมาณที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจนถึงวันที่ 60 และเมื่อวัดปริมาณแอมโมเนียในวันที่ 60 ของการทดลองพบว่ามีปริมาณแอมโมเนียในชุดทดลอง 7.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียในชุดควบคุม 25.50 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าแอมโมเนียในชุดทดลองมีปริมาณน้อยกว่าแอมโมเนียในชุดควบคุม 3.5 เท่า ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47

สำหรับการศึกษาเบรี่ยบเทียบปริมาณในตัวห้องระหว่างชุดควบคุมและชุดทดลอง ในแต่ละวันทดลองการทดลอง 60 วัน พบว่า มีปริมาณในตัวห้องที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าปริมาณในตัวห้องในชุดทดลองและชุดควบคุม ในวันที่ 0 คือ 0.51 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 60 คือ 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47

สำหรับการศึกษาเบรี่ยบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณในตัวห้องในชุดควบคุมและชุดทดลอง ในแต่ละวันทดลองการทดลอง 60 วัน พบว่ามีปริมาณในตัวห้องที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่วันที่ 8 ถึงวันที่ 60 โดยวันที่ 8 วัดปริมาณในตัวห้องในชุดทดลองได้ 1.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่วัดปริมาณในตัวห้องในชุดควบคุมได้ 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังจากนั้นในชุดทดลองจะมีการสร้างในตัวห้องเพิ่มขึ้นในปริมาณที่มีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจนถึงวันที่ 60 และเมื่อวัดปริมาณในตัวห้องในวันที่ 60 ของการทดลองพบว่ามีปริมาณในตัวห้องในชุดทดลอง 10.78 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณในตัวห้องในชุดควบคุม 0.47 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าในตัวห้องในชุดทดลองมีปริมาณมากกว่าในตัวห้องในชุดควบคุม 23 เท่า ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียทั้งชุดทดลองและชุดควบคุม ตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบว่า ปริมาณแอมโมเนียในชุดทดลองจะลดลง โดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 14 วัน ปริมาณแอมโมเนียจะลดลงจาก 39.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 26.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 16 ถึง 42 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 17.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 11.40 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 44 ถึง 60 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 8.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 7.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47 ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียในชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบว่า ปริมาณแอมโมเนียจะลด

ลงโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 36 วัน ปริมาณแอมโมเนียจะลดลงจาก 39.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 26.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 38 ถึง 60 วัน ปริมาณแอมโมเนียลดลงจาก 26.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 25.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในตัวรากทั้งชุดทดลองและชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบว่า ปริมาณในตัวรากในชุดทดลองจะเพิ่มขึ้น โดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 8 วัน ปริมาณในตัวรากจะเพิ่มขึ้นจาก 0.51 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 0.99 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 10 ถึง 40 วัน ปริมาณในตัวรากเพิ่มขึ้นจาก 1.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 42 ถึง 60 วัน ปริมาณในตัวรากจะลดลงจาก 0.94 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47 ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในตัวรากในชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบว่า ปริมาณในตัวรากจะเพิ่มขึ้นเข้ากัน โดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 2 วัน ปริมาณในตัวรากเพิ่มขึ้นจาก 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 4 ถึง 8 วัน ปริมาณในตัวรากเพิ่มขึ้นจาก 0.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 0.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 10 ถึง 38 วัน ปริมาณในตัวรากจะเพิ่มขึ้นจาก 1.09 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 1.03 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 40 ถึง 60 วัน ปริมาณในตัวรากจะลดลงจาก 0.96 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็น 0.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในตัวรากทั้งชุดทดลองและชุดควบคุมตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบว่าปริมาณในตัวรากในชุดทดลองจะเพิ่มขึ้นโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็น ช่วง 0 ถึง 6 วัน ปริมาณในตัวรากจะเพิ่มขึ้นจาก 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 8 ถึง 26 วัน ปริมาณในตัวรากเพิ่มขึ้นจาก 1.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 4.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง 28 ถึง 30 วัน ปริมาณในตัวรากเพิ่มขึ้นจาก 7.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึง 8.55 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วง 30 ถึง 60 วัน ปริมาณในตัวรากจะเพิ่มขึ้นโดยมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 48 วันปริมาณในตัวรากได้ 19.49 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังจากนั้นปริมาณในตัวรากจะลดลงในปริมาณที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จนถึงวันที่ 60 วันปริมาณในตัวรากได้ 10.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 47 ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณในตัวรากในชุดควบคุม ปริมาณ

ในเดรากจะเพิ่มขึ้นเข้มกันโดยมีช่วงของความแตกต่าง แบ่งเป็นช่วง 0 ถึง 12 วัน ปริมาณในเดรากจะเพิ่มขึ้นจาก 0.00 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 0.08 มิลลิกรัมต่อสิตร ช่วง 14 ถึง 22 วัน ปริมาณในเดรากเพิ่มขึ้นจาก 0.11 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 0.25 มิลลิกรัมต่อสิตร ช่วง 24 ถึง 36 วัน ปริมาณในเดรากเพิ่มขึ้นจาก 0.52 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 0.55 มิลลิกรัมต่อสิตร และช่วง 38 ถึง 60 วันปริมาณในเดรากจะเพิ่มขึ้นจาก 0.80 มิลลิกรัมต่อสิตร ถึง 0.47 มิลลิกรัมต่อสิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละช่วงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และภูมิที่ 47

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในระบบเรือคุเจ็ชัน ตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน พบว่าทั้งในชุดทดลองและชุดควบคุม ค่าความเป็นกรดด่างลดลงอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในวันเริ่มต้นทดลองทั้งชุดทดลองและชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 สำหรับในวันที่ 60 ของการทดลองในชุดทดลองจะมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 6.8 ในขณะที่ในชุดควบคุมจะมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 7.0 ความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่างระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุมในแต่ละวัน มีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการระยะของออกซิเจนทั้งในชุดทดลองและชุดควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอด 60 วัน โดยจะอยู่ในช่วง 7.4 ถึง 7.5 มิลลิกรัมต่อสิตร ดังตารางที่ 24 และภูมิที่ 48

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเมอมโนเนีย - ในโตรเจน ปริมาณในไครท์ - ในโตรเจน และปริมาณในเครา - ในโตรเจน ในชุดทดลองที่บรรจุด้วยสตูลริงซึ่งมีไอก๊อก็เทริงเชื้อผสมของคิโนโมอิโตโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และคิโนโมอิโตโกรพิกในไครท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และชุดควบคุมที่บรรจุสตูลริงที่ไม่ได้เติมน้ำมันโภคภัย ไกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียและคิโนโมอิโตโกรพิกในไครท์ออกซิไดซิงแบคทีเรีย ที่มีเมอมโนเนียมแซลเฟต 4 มิลลิโกลาร์ ใช้เติมน้ำอิ่มคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ทำการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง (เคลื่ย 32° C) ในระยะเวลา 60 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณเมอมโนเนีย - ในโตรเจน (mg/l) ในระบบที่เติมด้วยแซลเฟต		ปริมาณในไครท์ - ในโตรเจน (mg/l) ในระบบที่เติมด้วยแซลเฟต		ปริมาณในเครา - ในโตรเจน (mg/l) ในระบบที่เติมด้วยแซลเฟต	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง
0	39.36a(a)	39.30e(a)	0.52c(a)	0.51b(a)	0.00d(s)	0.00d(a)
2	38.36a(a)	38.20e(a)	0.69c(a)	0.69b(a)	0.00d(s)	0.12d(a)
4	36.70a(a)	36.40e(a)	0.95b(a)	0.94b(a)	0.00d(s)	0.15d(a)
6	38.45a(a)	32.50e(a)	0.99b(a)	0.99b(b)	0.04d(a)	0.17d(a)
8	38.70a(a)	35.50e(a)	0.98b(a)	0.99b(a)	0.08d(a)	1.69c(b)
10	39.80a(a)	34.60a(a)	1.09a(a)	1.18a(a)	0.09d(a)	1.82c(b)
12	39.60a(a)	37.60a(a)	1.21a(a)	1.27a(a)	0.08d(a)	2.45c(b)
14	39.60a(a)	26.80a(b)	1.04a(a)	1.04a(a)	0.11c(a)	2.44c(b)
16	37.10a(a)	17.10b(b)	1.02a(a)	1.32a(a)	0.13c(a)	4.35c(b)
18	34.70a(a)	18.90b(b)	1.10a(a)	1.16a(a)	0.13c(a)	2.72c(b)
20	39.85a(a)	19.10b(b)	1.15a(a)	1.16a(a)	0.17c(a)	4.44c(b)
22	34.50a(a)	15.40b(b)	1.21a(a)	1.24a(a)	0.25c(a)	3.26c(b)
24	33.60a(a)	14.80b(b)	1.21a(a)	1.20a(a)	0.52b(a)	3.34c(b)
26	35.40a(a)	14.40b(b)	1.18a(a)	1.19a(a)	0.55b(a)	4.75c(b)
28	34.00a(a)	12.00b(b)	1.12a(a)	1.12a(a)	0.61b(a)	7.21b(b)
30	31.20a(a)	14.80b(b)	1.18a(a)	1.18a(a)	0.44b(a)	8.55b(b)
32	30.10a(a)	15.00b(b)	1.11a(a)	1.11a(a)	0.50b(a)	10.55a(b)
34	30.60a(a)	11.10b(b)	1.03a(a)	1.13a(a)	0.44b(a)	11.02a(b)
36	29.80a(a)	11.00b(b)	1.05a(a)	1.25a(a)	0.55b(a)	12.05a(b)
38	26.70b(a)	11.70b(b)	1.03a(a)	1.13a(a)	0.80a(a)	8.74a(b)
40	26.90b(a)	12.80b(b)	0.96b(a)	1.04a(a)	0.49b(a)	13.03a(b)
42	26.20b(a)	11.40b(b)	0.79b(a)	0.94b(a)	0.46b(a)	14.65a(b)
44	26.30b(a)	8.40c(b)	0.79b(a)	0.79b(a)	0.56b(a)	16.76a(b)
46	22.50b(a)	8.42c(b)	0.75b(a)	0.75b(a)	0.95b(a)	18.62a(b)
48	24.70b(a)	7.51c(b)	0.79b(a)	0.79b(a)	0.57b(a)	19.49a(b)
50	26.70b(a)	8.55c(b)	0.76b(a)	0.76b(a)	0.65b(a)	16.31a(b)
52	24.70b(a)	10.83b(b)	0.75b(a)	0.75b(a)	0.59b(a)	11.16a(b)
54	24.70b(a)	10.26b(b)	0.74b(a)	0.74b(a)	0.56b(a)	12.59a(b)
56	25.20b(a)	8.75c(b)	0.66b(a)	0.74b(a)	0.47b(a)	11.95a(b)
58	24.80b(a)	7.34c(b)	0.67b(a)	0.76b(a)	0.56b(a)	13.81a(b)
60	25.00b(a)	7.30c(b)	0.68b(a)	0.76b(a)	0.47b(a)	10.78a(b)
cv	27.92 %	36.69 %	35.67 %	27.75 %	42.72 %	19.58 %

หมายเหตุ

อักษรนอกวงเล็บ คือ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ

ข้อมูลโดยวิธี CRD (ภาคผนวก ค)

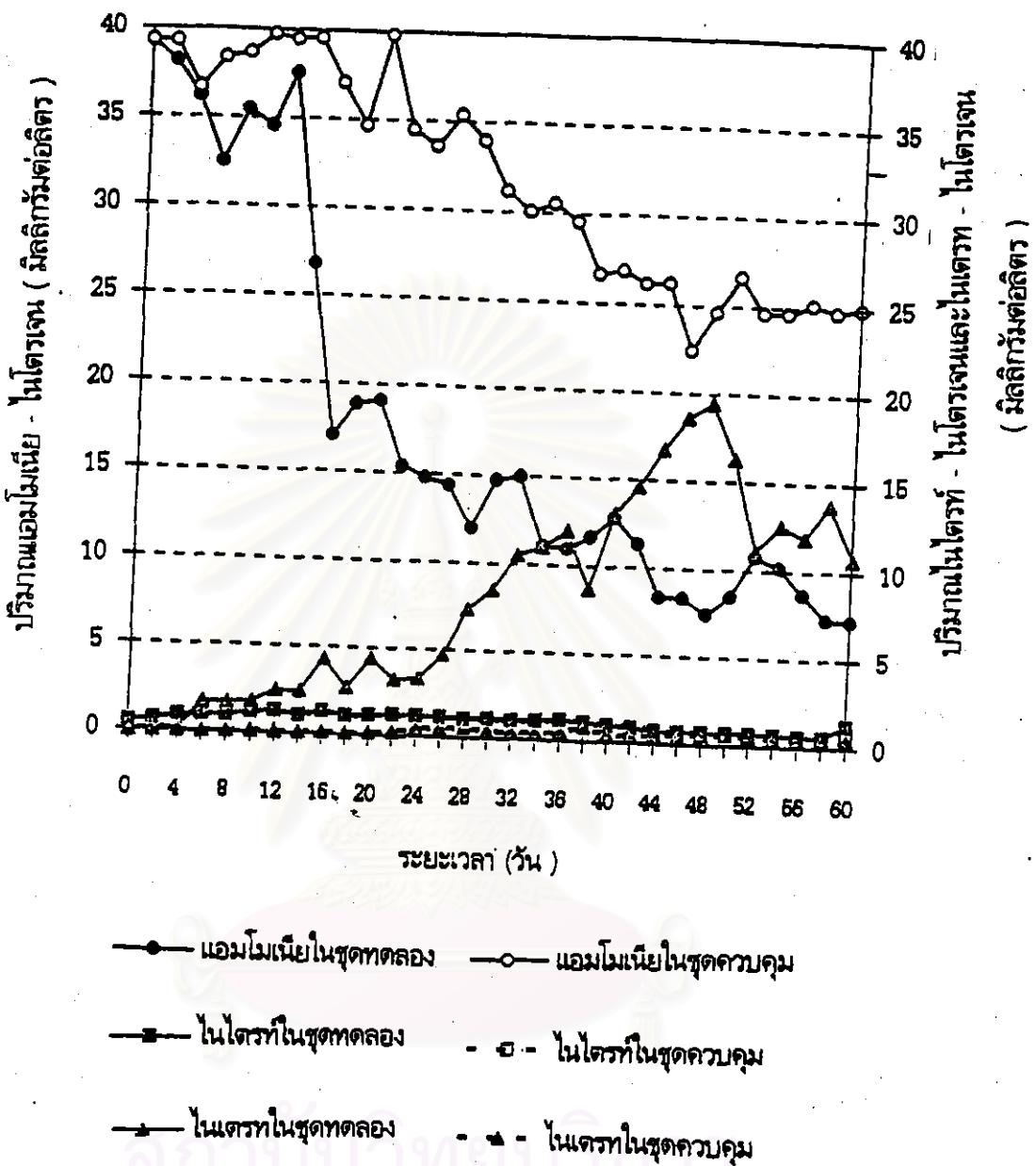
อักษรในวงเล็บ คือ การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวโนนวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย

ของข้อมูลโดยวิธี t - Test (ภาคผนวก ค)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านซ้ายต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$

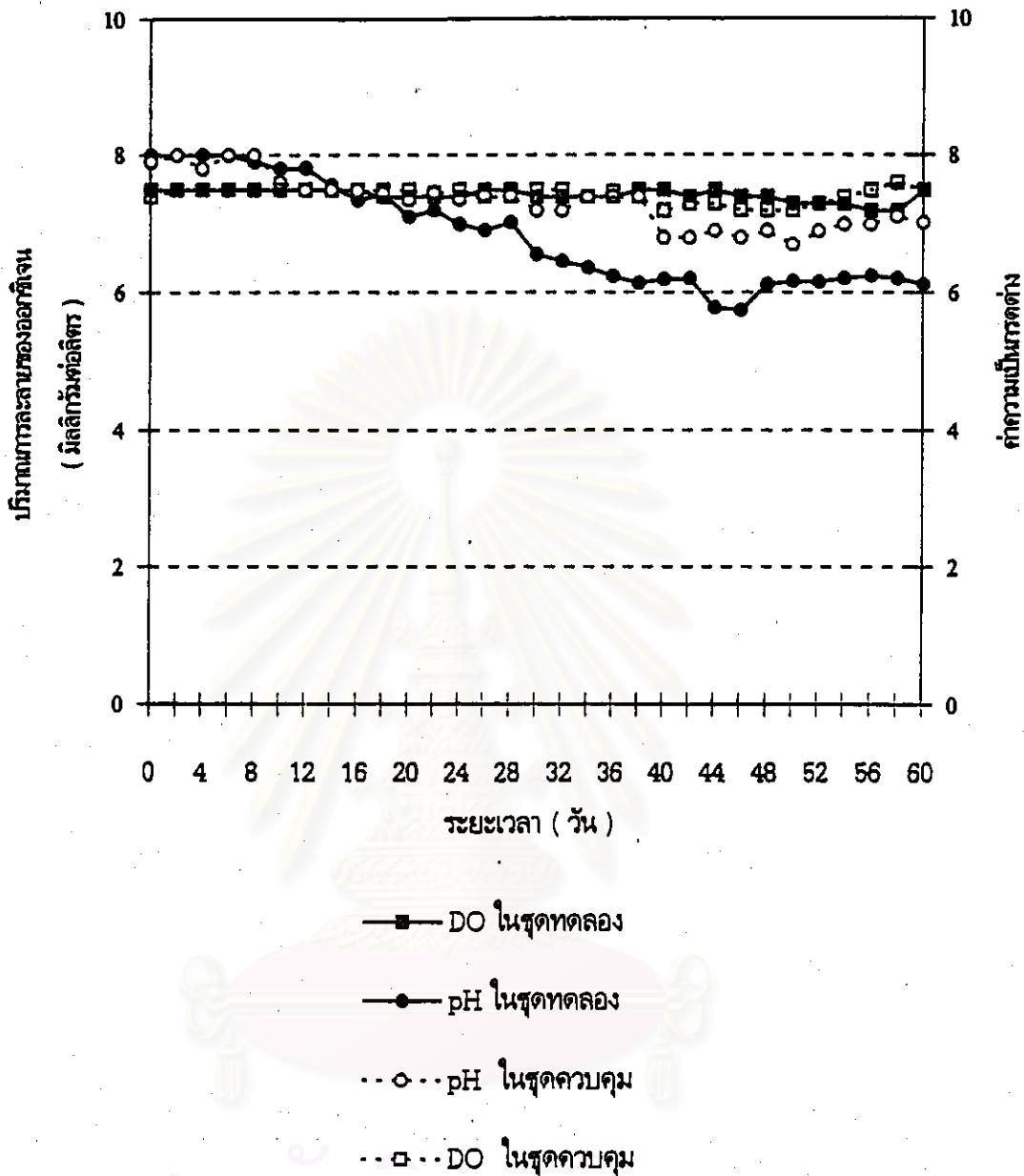
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 47 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณไนเตรทในระบบ
รีซอร์คเลชันในชุดทดลองที่บรรจุตัวยั่งสุดตรึงซีโอล์ที่ตزر์ค์ไม้อโตโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิง
แบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และ ค์ไม้อโตโกรพิกในไตร์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1
และชุดควบคุมที่ไม่ได้ตزر์ค์ไม้อโตโกรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรีย และ ค์ไม้อโตโกรพิก
ในไตร์ออกซิไดซิงแบคทีเรีย ที่มีแอมโมเนียมชั้ลเฟด 4 มิลลิโกลาร์ ค่าความเป็นกรดต่าง 8.5
ในน้ำก่ออัยที่ใช้หมุนเวียน ทำภาระทดลองที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 60 วัน

ตารางที่ 24 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดค่างและปริมาณออกซิเจนในระบบเรือคูเจชันในชุดทดลองที่บรรจุด้วยวัสดุคริบซิโอล์ก้าที่ติดริ่งเชื้อผสานของคิโน้อโต่โกรพิกแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และคิโน้อโต่โกรพิกในไตร์ฟอกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 และชุดควบคุมที่บรรจุวัสดุคริบซิโอล์ก้าที่ไม่ได้ติดริ่งคิโน้อโต่โกรพิกแยมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียและคิโน้อโต่โกรพิกในไตร์ฟอกซิไดซิงแบคทีเรียที่มีเอมโมเนียมซัลเฟต 4 มิลลิโนลาร์ โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัมต่อลิตร ความเป็นกรดค่าง 8.5 ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (เหลี่ย 32° ฯ) ในระยะเวลา 60 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าความเป็นกรดค่าง		การเปลี่ยนของออกซิเจน (มล/ล)	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง
0	8.5	8.5	7.5	7.5
2	8.5	8.5	7.5	7.5
4	8.5	8.5	7.5	7.5
6	8.5	8.3	7.5	7.5
8	8.5	8.4	7.5	7.5
10	8.4	8.4	7.5	7.4
12	8.5	8.4	7.5	7.3
14	8.4	8.0	7.5	7.3
16	8.5	7.8	7.5	7.2
18	8.3	7.6	7.5	7.4
20	8.3	7.6	7.4	7.4
22	8.4	7.4	7.4	7.4
24	8.4	7.4	7.4	7.4
26	8.4	7.4	7.5	7.5
28	8.3	7.2	7.4	7.5
30	7.8	7.3	7.4	7.4
32	7.8	7.3	7.4	7.5
34	7.8	7.1	7.4	7.5
36	7.8	7.1	7.4	7.4
38	7.5	7.1	7.4	7.5
40	7.5	7.2	7.4	7.5
42	7.4	7.1	7.4	7.5
44	7.4	6.9	7.4	7.5
46	7.4	6.9	7.4	7.5
48	7.4	6.8	7.3	7.5
50	7.3	6.9	7.4	7.5
52	7.2	6.9	7.4	7.5
54	7.0	6.8	7.4	7.4
56	7.1	6.9	7.4	7.4
58	7.1	6.7	7.4	7.4
60	7.0	6.8	7.4	7.4



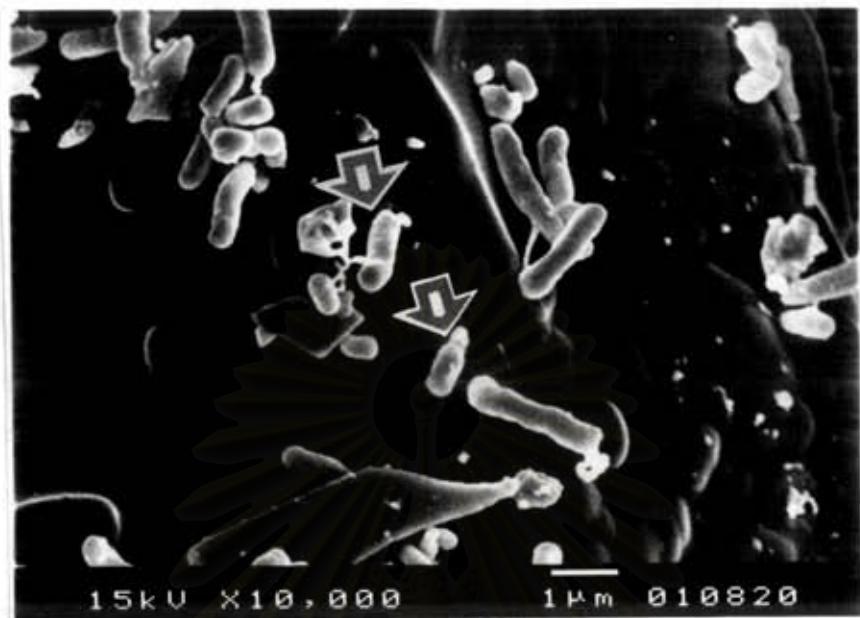
รูปที่ 48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการละลายของออกซิเจนค่าความเป็นกรดด่างในระบบ
รีเชคุลเลชันในชุดการทดลองบรรจุสตูร์ริงซ์ไฮไลท์ที่ตรึงค์ไม้อโトイโรพิกแอมโมเนียออกซิไดซิ่ง
แบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และ ค์ไม้อโトイโรพิกในไตร์ออกซิไดซิ่งแบคทีเรียสายพันธุ์ N1
ที่มีแอมโมเนียมซัลเฟต 4 มิลลิโมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 8.5 ในน้ำกร่อยที่ใช้หมุนเวียน
ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 60 วัน

ตรวจสอบลักษณะของแบคทีเรียบนวัสดุร่องซึ่งซื้อมาในระบบบริเวณคุณลักษณะด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู

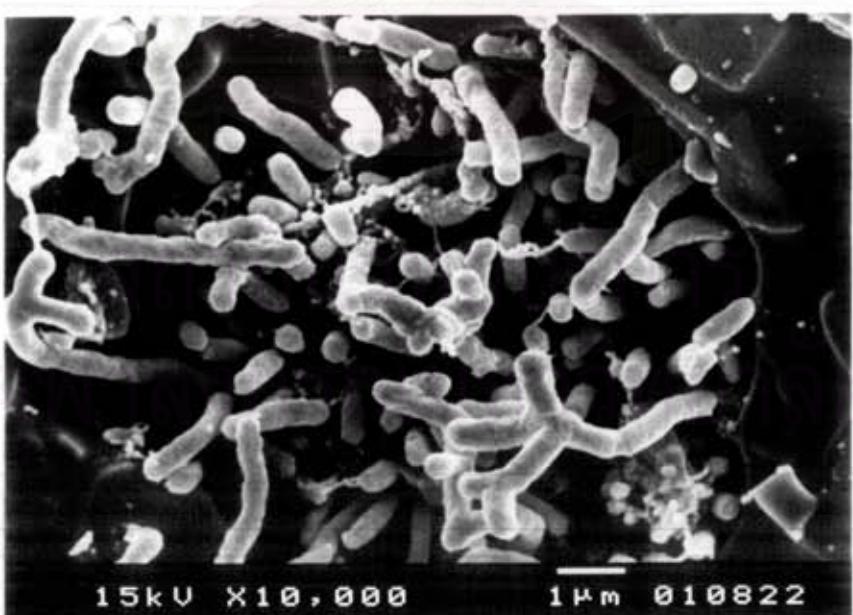
หลังจากล้างสุดการทดลอง จึงนำอิมโนบล็อกซ์เซลล์ที่ผ่านกระบวนการกรองเป็นเวลา 60 วันในระบบบริเวณคุณลักษณะของเชื้อพัฒนาไม่ออโตโถรพิคแอมโมเนียและในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียพันธุ์ A7 และ N1 ตามลำดับ มาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดูโดยคีไซชาหัวร่องซึ่งซื้อมาในชุดทดลองและชุดควบคุม ผู้อ Zweijer ให้แบบลักษณะของเซลล์บนวัสดุร่องซึ่งซื้อมาในชุดทดลองและชุดควบคุม จะเห็นได้ว่าในชุดทดลองจะพบเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นรูปลูกแพร์ ขนาดประมาณ 0.5 ถึง 1.0 ไมโครเมตร ซึ่งมีลักษณะคล้ายคิโนอโตโถรพิคในไดร์ฟออกซ์ไดซิงแบคทีเรียบริสุทธิ์ ในรูปที่ 37 และพบเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นรูปแท่ง ขนาดประมาณ 1.0 ไมโครเมตร เซลล์ที่มีรูปร่างกลม ขนาดแตกต่างกัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคิโนอโตโถรพิคแอมโมเนียออกซ์ไดซิงแบคทีเรียบริสุทธิ์ ในรูปที่ 26 และเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นแท่งโค้งมีขนาดไม่แน่นอนประมาณ 5 ถึง 10 ไมโครเมตร ดังรูปที่ 51 ส่วนในชุดควบคุมส่วนใหญ่จะพบเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นแท่งโค้งมีขนาดไม่แน่นอน ประมาณ 5 ถึง 10 ไมโครเมตร และพบ branching rod ในเซลล์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าการกระจายของเซลล์แบคทีเรียในชุดควบคุมจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าในชุดทดลอง ดังรูปที่ 49 50 และ 51



รูปที่ 49 ภาพด้วยร่องแบคทีเรียที่ยึดเกาะบนวัสดุร่องซึ่งซื้อมาในชุดควบคุม ในกระบวนการทดลองระบบบริเวณคุณลักษณะ จากการล้างจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 17160X)



รูปที่ 50 ภาพถ่ายของคิโนอโடิโทรพิกแอมโมเนียและในไดร์ฟออกซิไดซิงแบคทีเรียของระบบรีเซอคุเลชัน แสดงลักษณะเซลล์ที่ยึดเกาะบนวัสดุดีริงซีโล่ไลท์ ในชุดทดลอง จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 17160X)



รูปที่ 51 ภาพถ่ายของคิโนอโटิโทรพิกแอมโมเนียและในไดร์ฟออกซิไดซิงแบคทีเรียของระบบรีเซอคุเลชัน ที่ยึดเกาะในรูปแบบของวัสดุดีริงซีโล่ไลท์ในชุดทดลอง จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องการดู (กำลังขยาย 17160X)