



1. ผลการทดลอง P. cohorticula

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง fluorescence number และ cell count number

ความสัมพันธ์ของค่า fluorescence number ที่อ่านได้จากการเจริญของเซลล์ และ ค่าของ cell count number ที่ลุ่มนับได้หลังจากวัดการเจริญด้วยเครื่อง fluorometer พบว่าทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 6 จากความสัมพันธ์นี้จึงนำไปใช้ในการคำนวณหาอัตราการเจริญของเซลล์ในการทดลองต่อไป

1.2 ผลการทดลองหาช่วงระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญ

ในการทดลองหาช่วงความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญของ P. cohorticula โดยใช้ น้ำทะเลเทียม (ASP) เมื่อเติมสารอาหารตามสูตร T.1 ที่ระดับความเค็มต่ำ ๆ คือ 20, 25, 30, 35 และ 40 %. พบว่า P. cohorticula มีอัตราการเจริญเฉลี่ย (k) ตอบสนองต่อระดับความเค็มดีที่สุดในช่วง 20 - 30 %. โดยที่ระดับความเค็ม 30 %. ให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุดในตารางที่ 4 และ รูปที่ 7 - 8 จึงเลือกใช้ระดับความเค็ม 30 %. ในการทดลองหาช่วงระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกที่เหมาะสมต่อการเจริญในการทดลองที่ 1.3

1.3 ผลการทดลองหาช่วงระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกที่เหมาะสมต่อการเจริญ

การทดลองที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิก (HA) ในน้ำทะเลเทียมเป็น 1, 2, 5, 10, 20 และ 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระดับความเค็ม 30 %. (ASP + T.1) พบว่า P. cohorticula มีอัตราการเจริญเฉลี่ยตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกดีที่สุดในช่วง 1 - 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงใน ตารางที่ 5 และรูปที่ 9 ดังนั้นจึงใช้ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในช่วงดังกล่าวในการทดลองผลต่อการเจริญร่วมกับความเค็มที่ระดับ 20, 25 และ 30 %.

1.4 ผลของความเค็มต่อการเจริญ

ที่ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกในน้ำทะเลเทียม (ASP) เป็นศูนย์ (HAO)

1.4.1 เมื่อไม่เติมอาหาร (ASP + HAO) *P. cohorticula* มีการเจริญตอบสนองต่อระดับความเค็มสูงได้ดีกว่าที่ระดับความเค็มต่ำ โดยที่ระดับความเค็ม 25 ‰ จะให้อัตรการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 10 - 11

1.4.2 เมื่อเติมสารอาหาร (ASP + T.1 + HAO) *P. cohorticula* มีอัตราการเจริญเฉลี่ยตอบสนองต่อความเค็มสูงได้ดีกว่าที่ระดับความเค็มต่ำ โดยที่ระดับความเค็มสูง (30 ‰) ให้อัตรการเจริญดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 12 - 13

1.5 ผลของความเค็มและกรดอิวมิกต่อการเจริญ

1.5.1 เมื่อไม่เติมสารอาหารที่ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 1, 2 และ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ASP + AH1, ASP + HA2 และ ASP + HA5)

ที่ระดับความเค็ม 20 ‰ การเจริญของ *P. cohorticula* มีแนวโน้มดีขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกรดอิวมิกมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้นของกรดอิวมิกในน้ำทะเลมีค่า 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จะให้อัตรการเจริญดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 7a และรูปที่ 14 และ 17

ที่ระดับความเค็ม 25 ‰ และ 30 ‰ อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohorticula* ในน้ำทะเลเทียม ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกเป็น 1 และ 2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า อัตราการเจริญเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และที่ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกเป็น 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้อัตรการเจริญดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 7b และ c และรูปที่ 15 - 17

1.5.2 เมื่อเติมสารอาหาร (ASP + T 1)

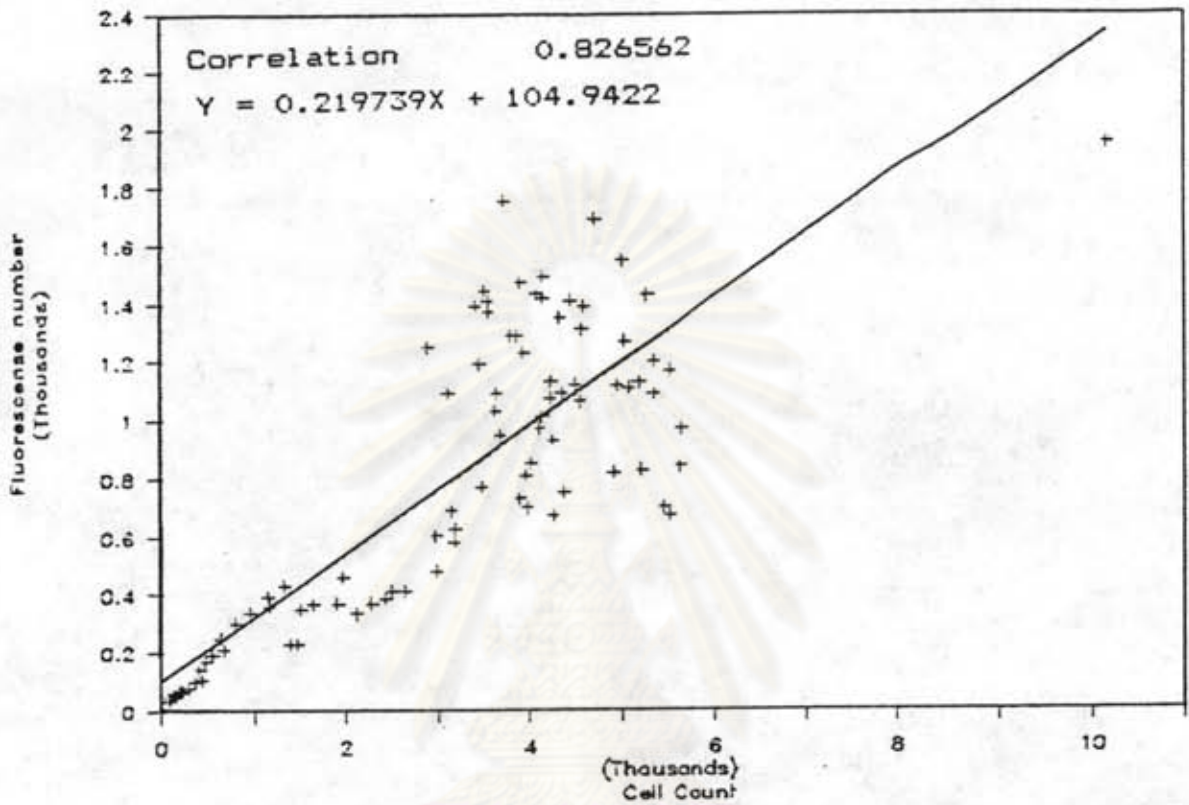
ที่ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 1, 2 และ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ของระดับความเค็ม 20 และ 25 ‰ พบว่า กรดอิวมิกไม่กระตุ้นให้มีการเจริญ ดังแสดงในตารางที่ 8a และ b และรูปที่ 18, 19 และ 21

แต่ที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 1, 2 และ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ของระดับความเค็ม 30 x. พบว่ากรดฮิวมิกจะช่วยให้มีการเจริญดีขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกต่ำโดยที่ระดับ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้อัตราการเจริญดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 8c และรูปที่ 20 - 21

1.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 9 - 10 พบว่า

1. ที่ความเค็มระดับต่าง ๆ อัตราการเจริญของ P. cohorticala จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. อัตราการเจริญของ P. cohorticala ที่ความเข้มข้นของกรดฮิวมิกระดับต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. P. cohorticala มีอัตราการเจริญตอบสนองต่อความเข้มข้นของสารอาหารต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. อิทธิพลร่วมระหว่างกรดฮิวมิกและความเค็ม ให้ผลต่อการเจริญของ P. cohorticala แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. อิทธิพลร่วมระหว่างความเค็มและสารอาหาร ให้ผลต่อการเจริญของ P. cohorticala แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
6. อิทธิพลร่วมระหว่างกรดฮิวมิกและสารอาหาร ให้ผลต่อการเจริญของ P. cohorticala แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
7. อิทธิพลร่วมของความเค็ม กรดฮิวมิกและสารอาหาร ให้ผลต่อการเจริญของ P. cohorticala แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ fluorescence number กับ ค่าของจำนวนเซลล์ *P. cohorticola*

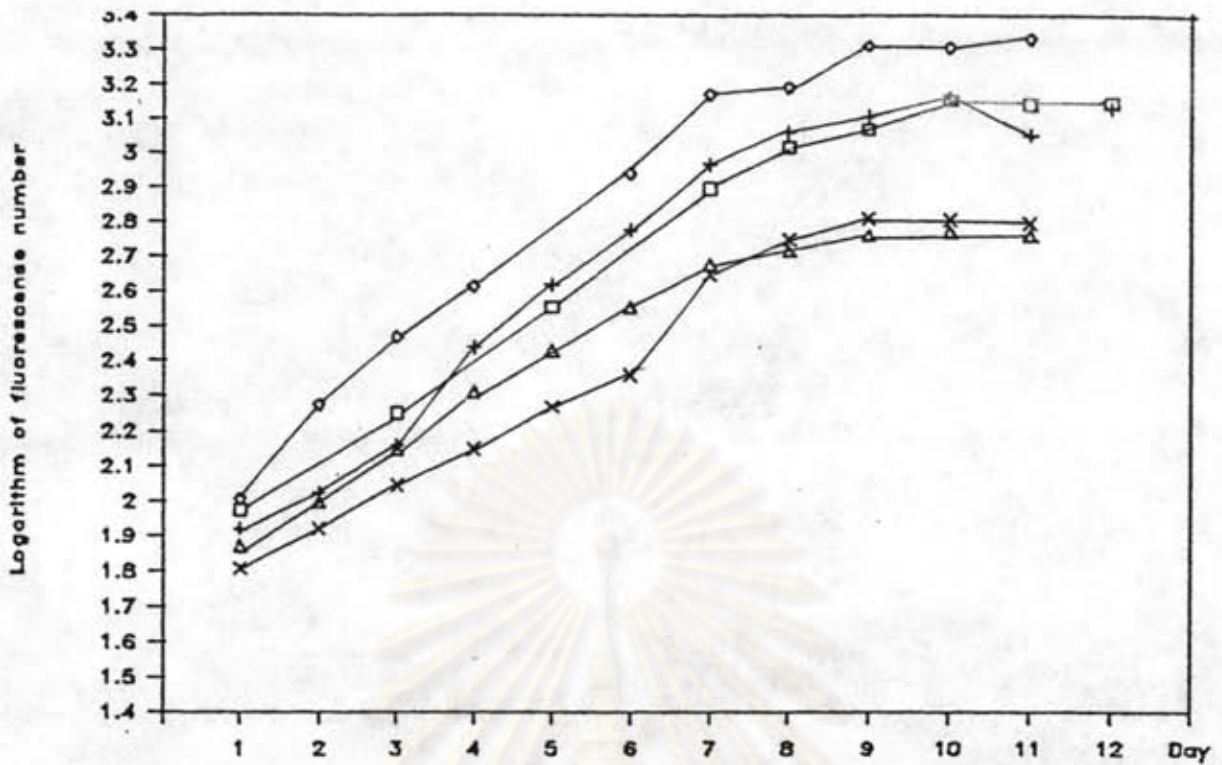
ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4. อัตราการเจริญเฉลี่ยและเวลาที่ใช้ในการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่าของ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

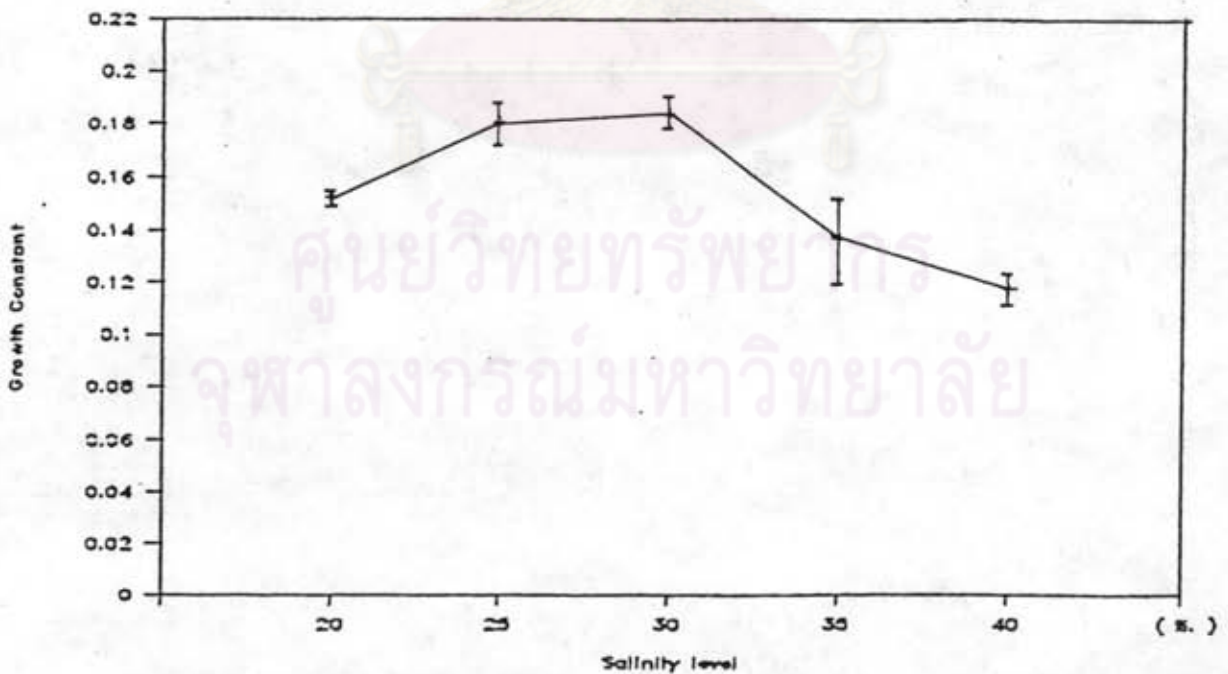
Salinity (% .)	Growth Constant $K_{10} \pm SD (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
20	0.152 \pm 0.003	47.5
25	0.181 \pm 0.013	39.9
30	0.184 \pm 0.009	39.3
35	0.137 \pm 0.020	52.7
40	0.118 \pm 0.007	61.2

ตารางที่ 5. อัตราการเจริญเฉลี่ยและเวลาที่ใช้ในการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่าของ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็ม 30 % ต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิก

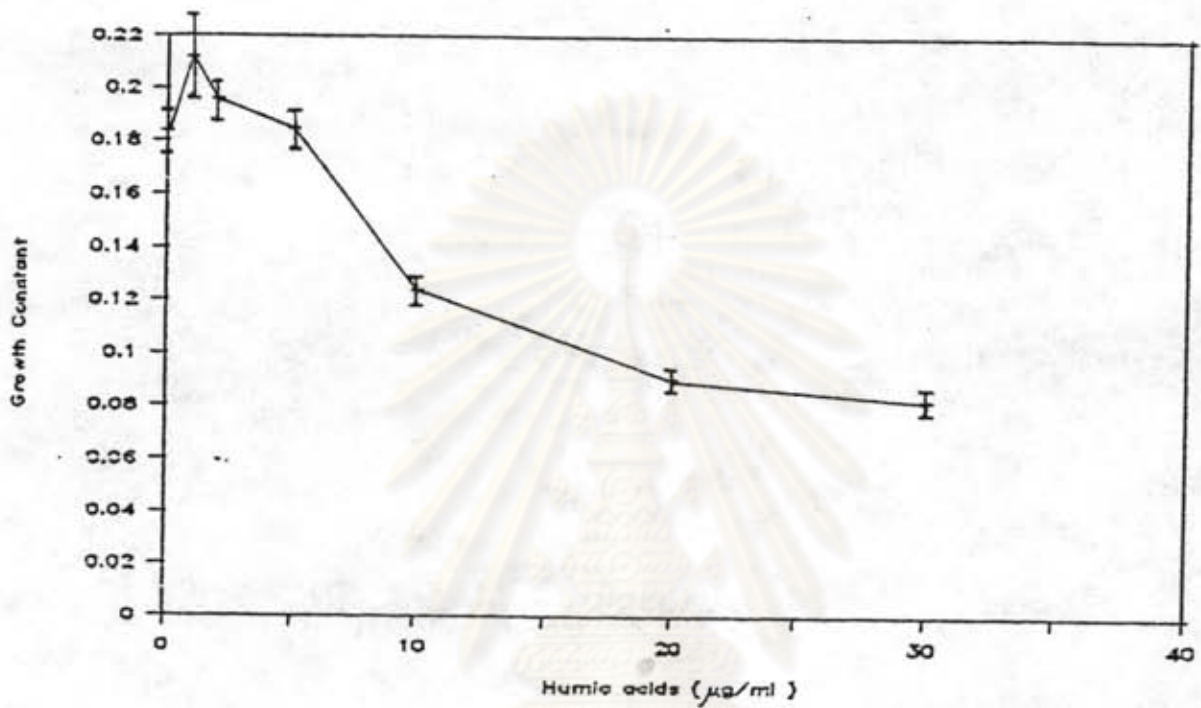
30 %.+Humic acids ($\mu\text{g/ml}$)	Growth Constant $K_{10} \pm SD (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.184 \pm 0.009	39.3
1	0.212 \pm 0.023	34.1
2	0.196 \pm 0.007	36.9
5	0.185 \pm 0.005	39.0
10	0.124 \pm 0.003	58.3
20	0.091 \pm 0.001	79.4
30	0.083 \pm 0.002	87.0



รูปที่ 7. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็ม 20 % (□), 25 % (+), 30 % (◇), 35 % (△) และ 40 % (×)



รูปที่ 8. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohorticula* ที่ต่างระดับความเค็ม

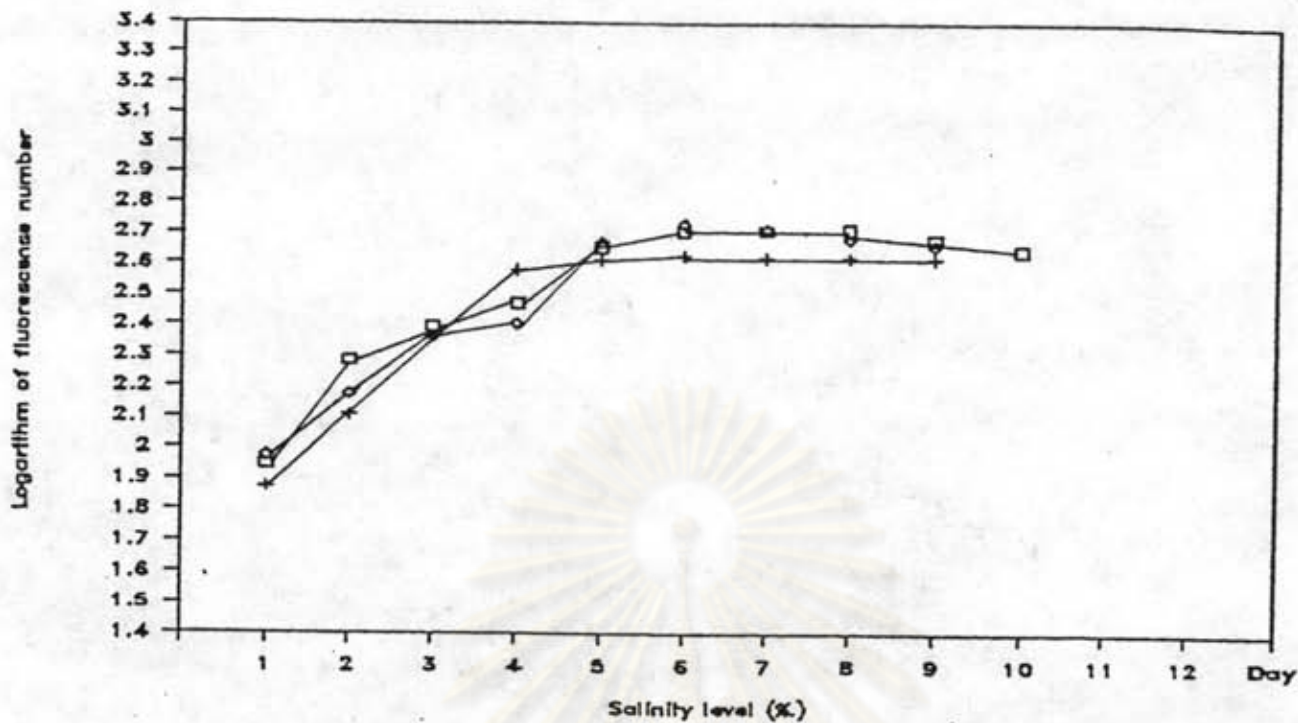


รูปที่ 9. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohorticula* ที่ต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเล

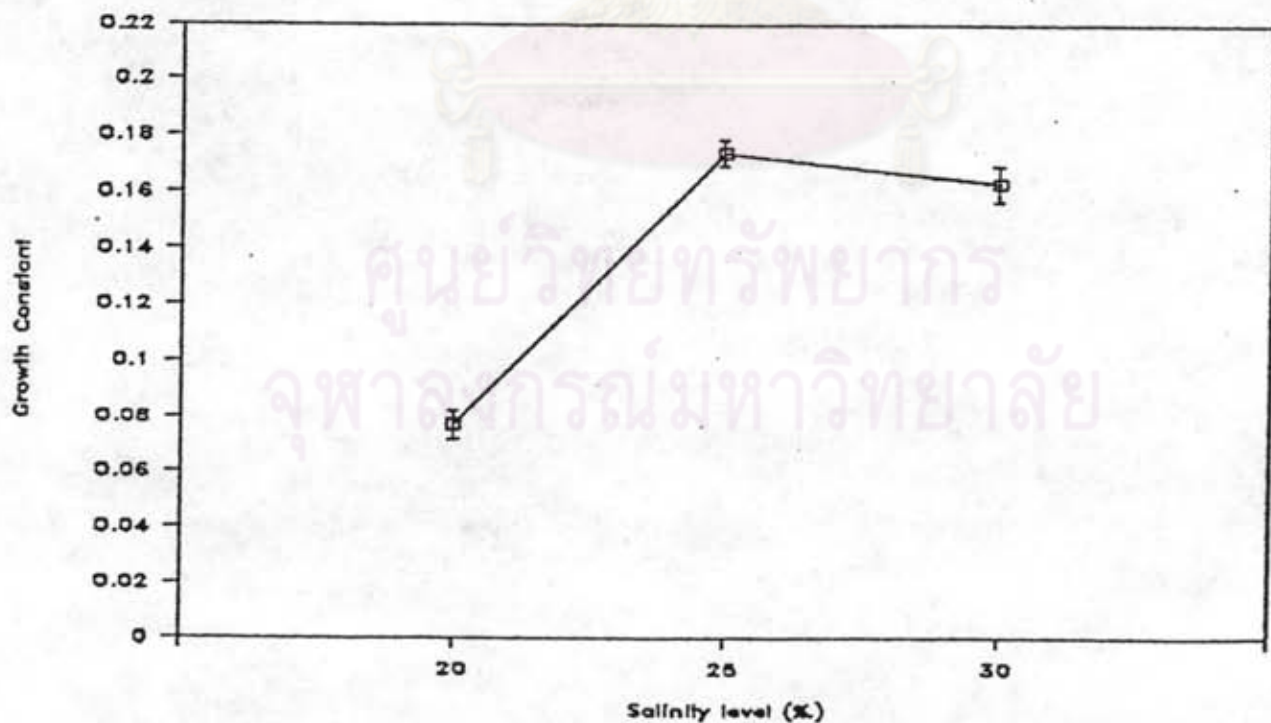
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและเวลาที่ใช้ในการเพิ่มประชากรให้เป็นสองเท่าของ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็ม (ASP) และเมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็มและสารอาหาร (ASP + T.1)

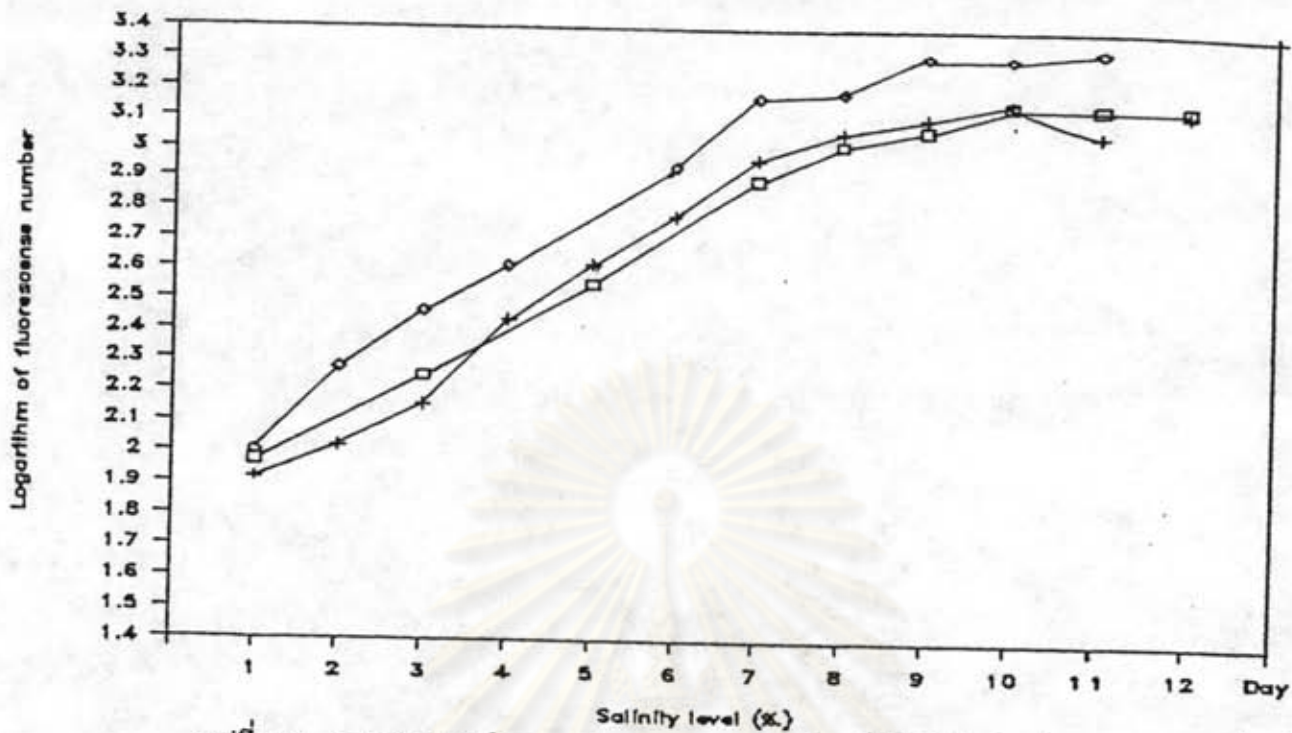
Humic acids 0 µg/ml	<i>P. cohorticula</i>					
	ASP			ASP+T1		
	Growth Constant K±SD(day ⁻¹)	Doubling Time D.T. (hrs.)	Doubling Time D.T. (hrs.)	Growth Constant K±SD(day ⁻¹)	Doubling Time D.T. (hrs.)	Doubling Time D.T. (hrs.)
20	0.077±0.004	93.82		0.152±0.003	47.53	
25	0.174±0.003	41.5		0.181±0.003	39.9	
30	0.163±0.004	44.3		0.184±0.009	39.3	



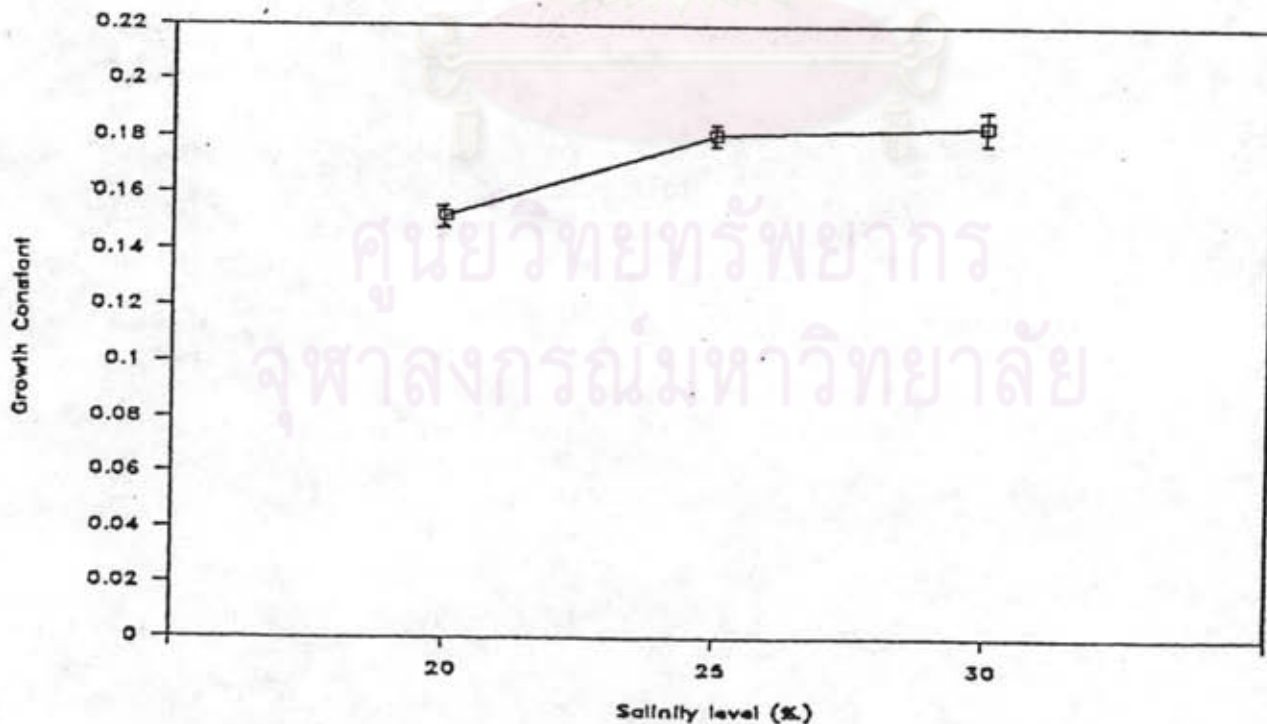
รูปที่ 10. กราฟการเจริญของ *P. cohortricula* เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็มที่ระดับ 20 % (□), 25 % (+) และ 30 % (◇)



รูปที่ 11. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohortricula* เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็มที่ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 12. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็มและสารอาหาร ที่ระดับความเค็ม 20 % (□), 25 % (+) และ 30 % (◇)



รูปที่ 13. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ตารางที่ 7. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ และต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเล

A. ที่ระดับความเค็ม 20 %.

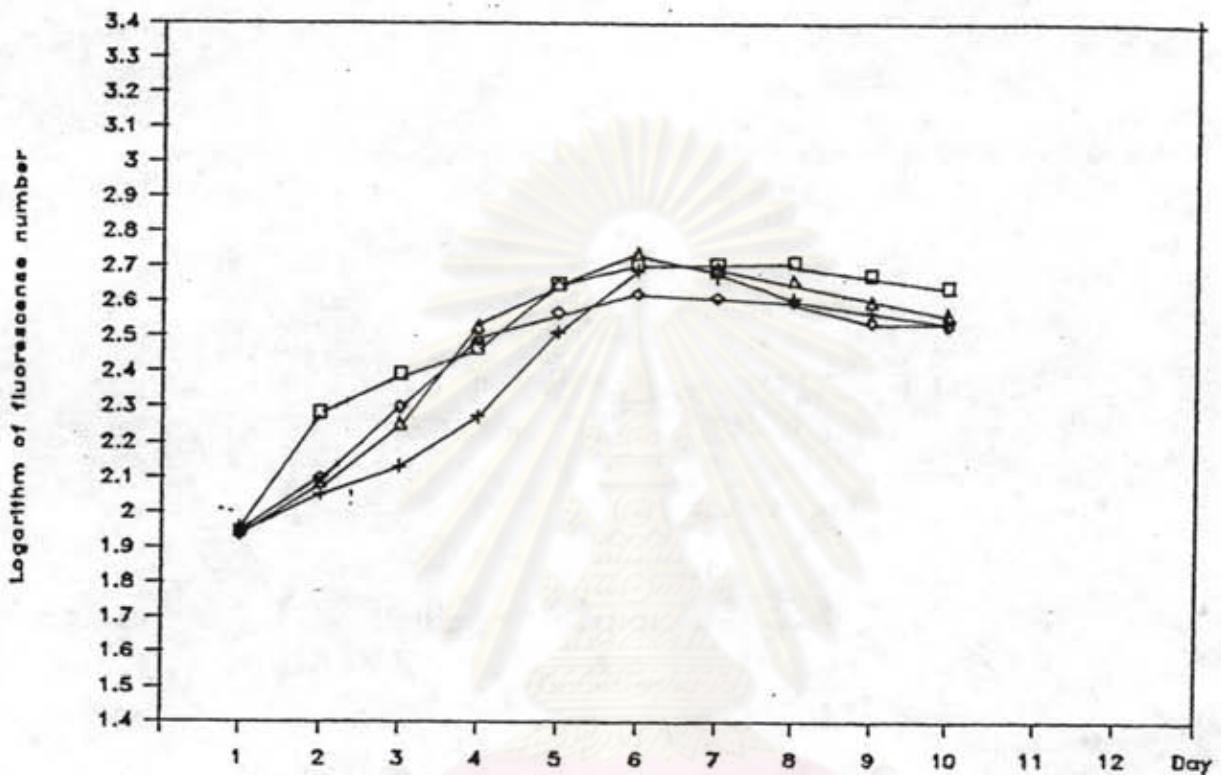
Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP	
	Growth Constant $K \pm \text{SD} (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.077 \pm 0.004	93.82
1	0.166 \pm 0.005	43.52
2	0.132 \pm 0.004	54.73
5	0.171 \pm 0.007	42.25

B. ที่ระดับความเค็ม 25 %.

Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP	
	Growth Constant $K \pm \text{SD} (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.174 \pm 0.003	41.5
1	0.162 \pm 0.004	44.6
2	0.169 \pm 0.004	42.7
5	0.194 \pm 0.007	37.2

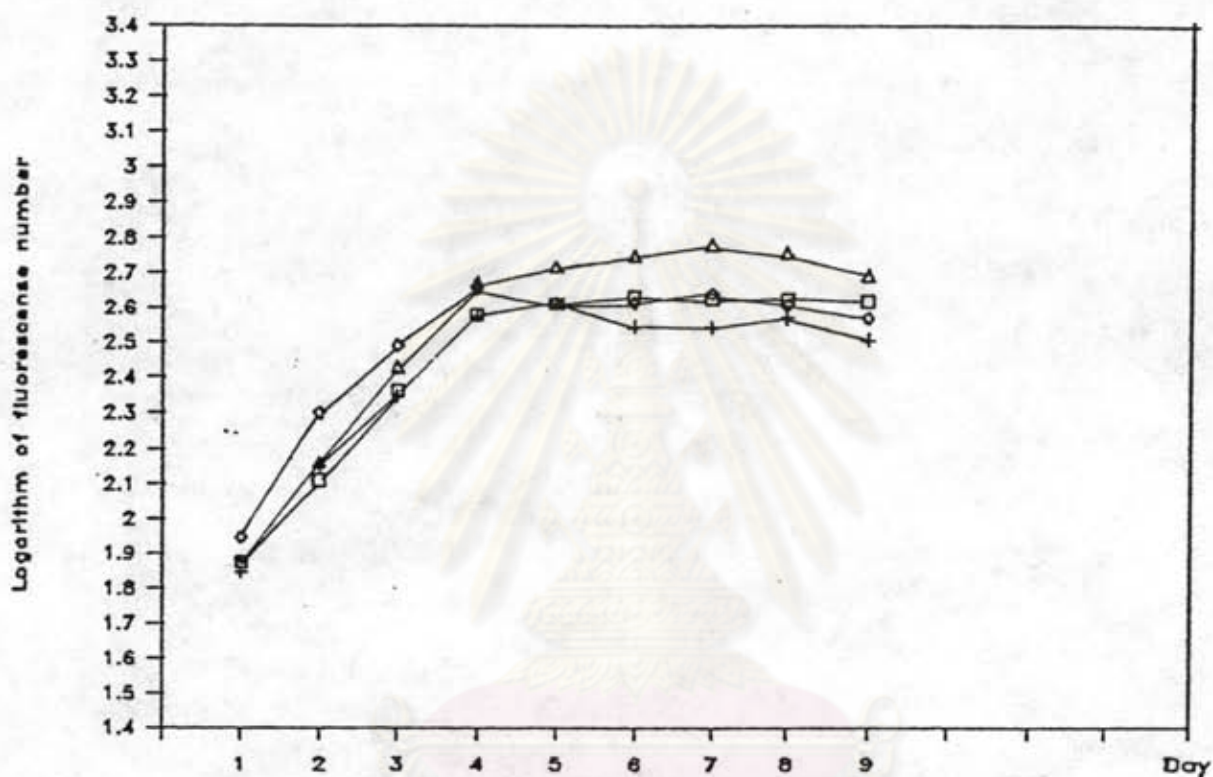
C. ที่ระดับความเค็ม 30 %.

Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP	
	Growth Constant $K \pm \text{SD} (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.163 \pm 0.004	44.3
1	0.162 \pm 0.007	44.6
2	0.163 \pm 0.006	44.3
5	0.208 \pm 0.011	34.7

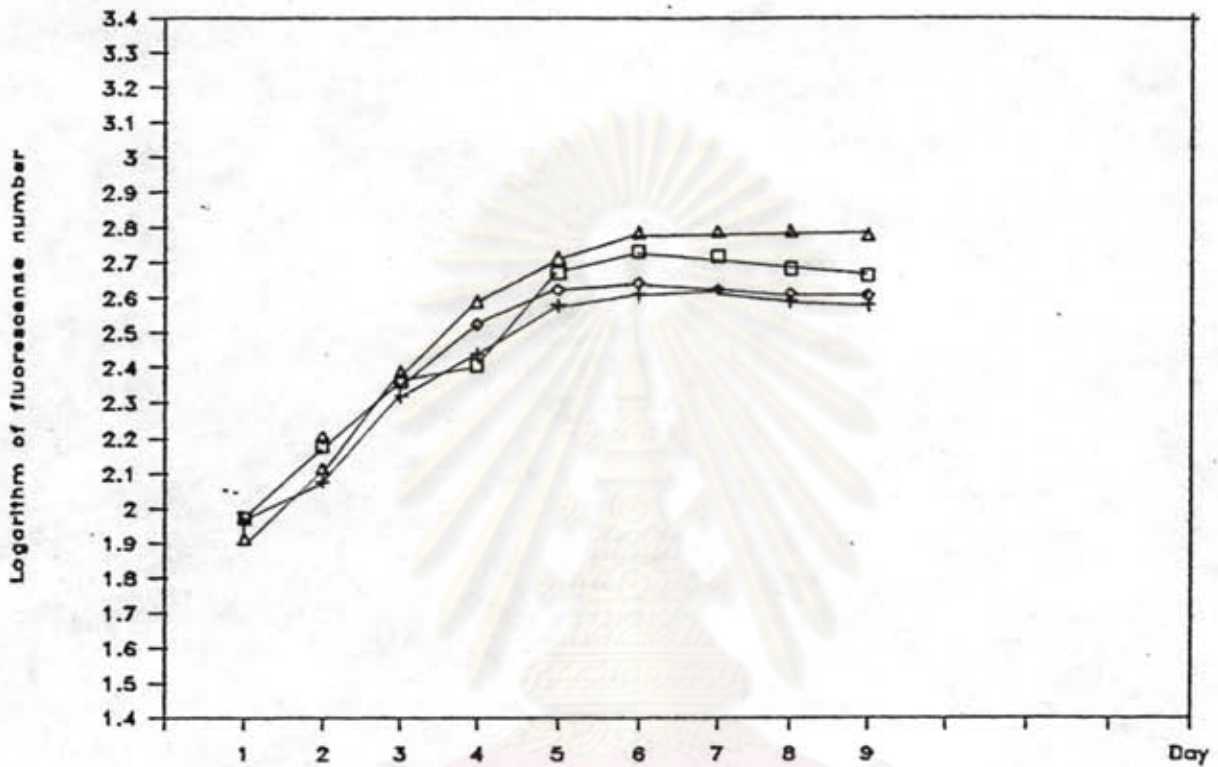


รูปที่ 14. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็มที่ระดับ 20 ‰ และมีความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

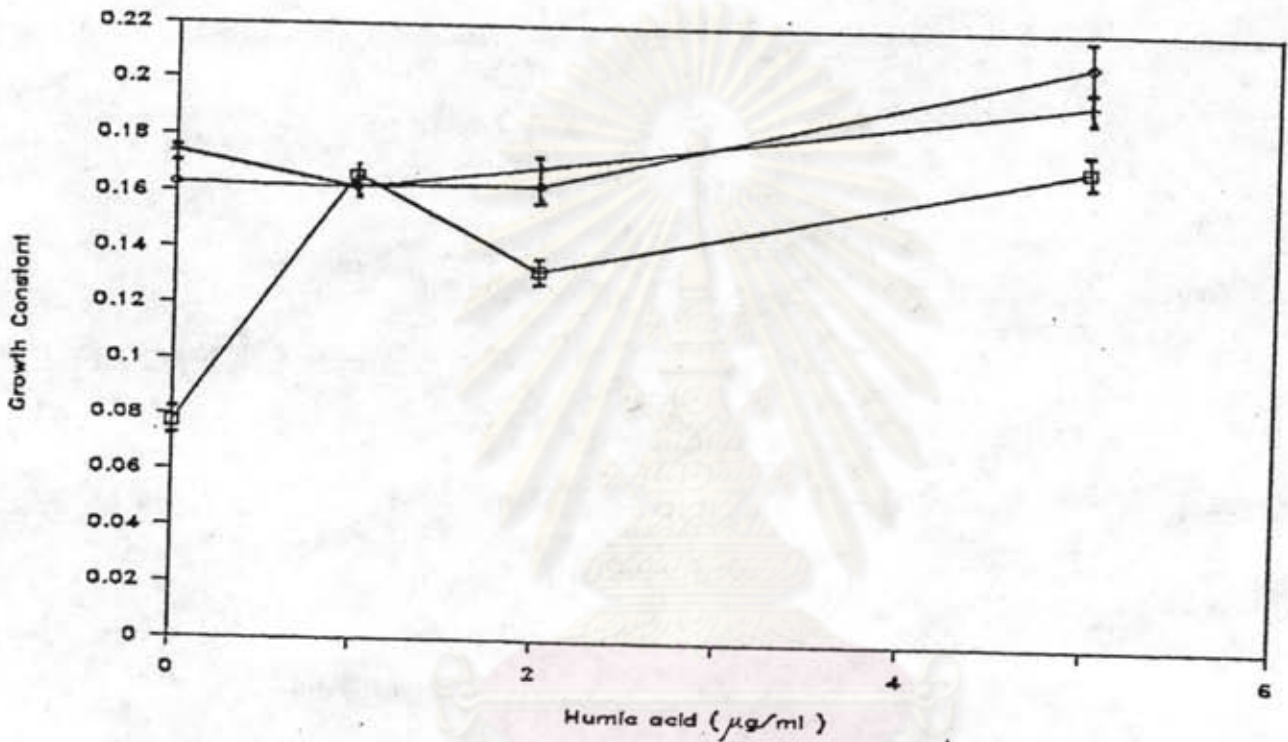


รูปที่ 15. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็มที่ระดับ 25 % และความเข้มข้นของกรดอิมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 16. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็มที่ระดับ 30 ‰ และความเข้มข้นของกรดชีวโมเลกุลในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 17. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของกรดฮิวมิกที่ต่างระดับความเข้มข้นที่ระดับความเค็ม 20 % (□), 25 % (+) และ 30 % (○) .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเล เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร

A. ที่ระดับความเค็ม 20 ‰.

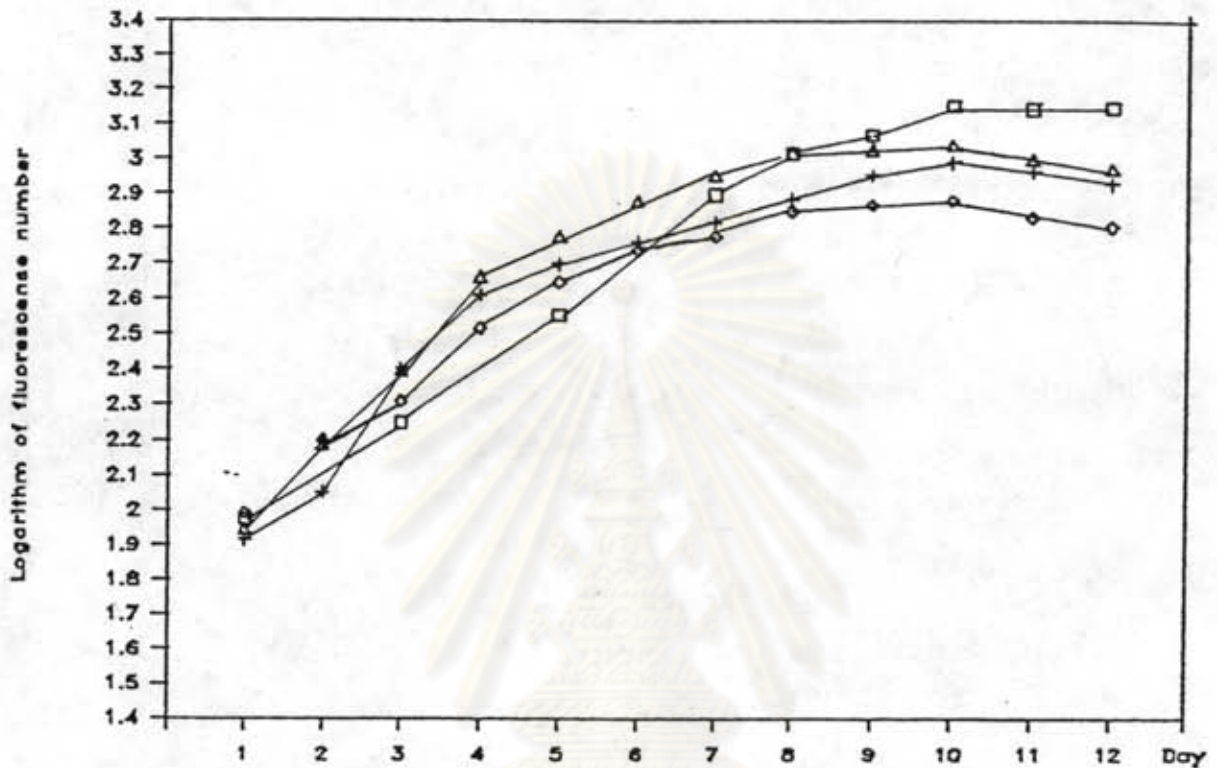
Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP+TI	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.152 \pm 0.003	47.53
1	0.101 \pm 0.009	71.52
2	0.087 \pm 0.012	83.03
5	0.103 \pm 0.006	70.14

B. ที่ระดับความเค็ม 25 ‰.

Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP+TI	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.181 \pm 0.003	39.9
1	0.131 \pm 0.004	55.1
2	0.133 \pm 0.004	54.3
5	0.008 \pm 0.007	82.1

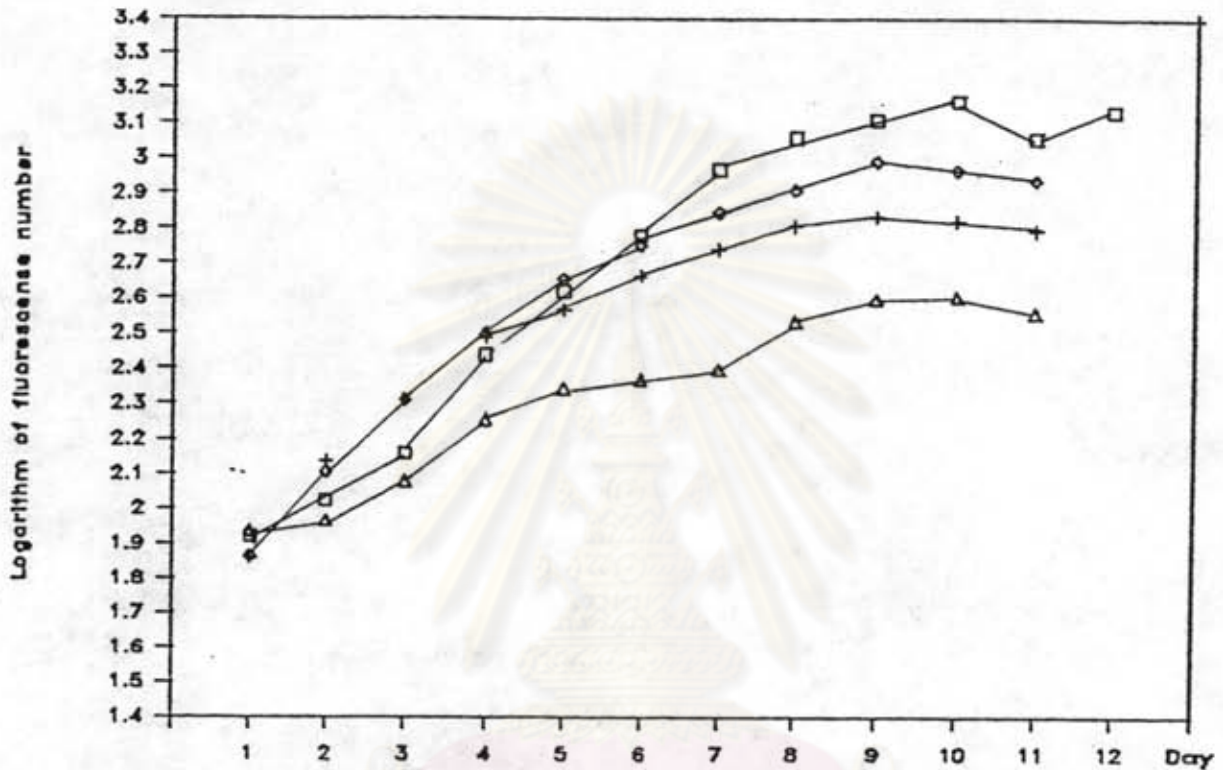
C. ที่ระดับความเค็ม 30 ‰.

Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP+TI	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.184 \pm 0.009	39.3
1	0.212 \pm 0.023	34.1
2	0.196 \pm 0.007	36.9
5	0.185 \pm 0.005	39.0



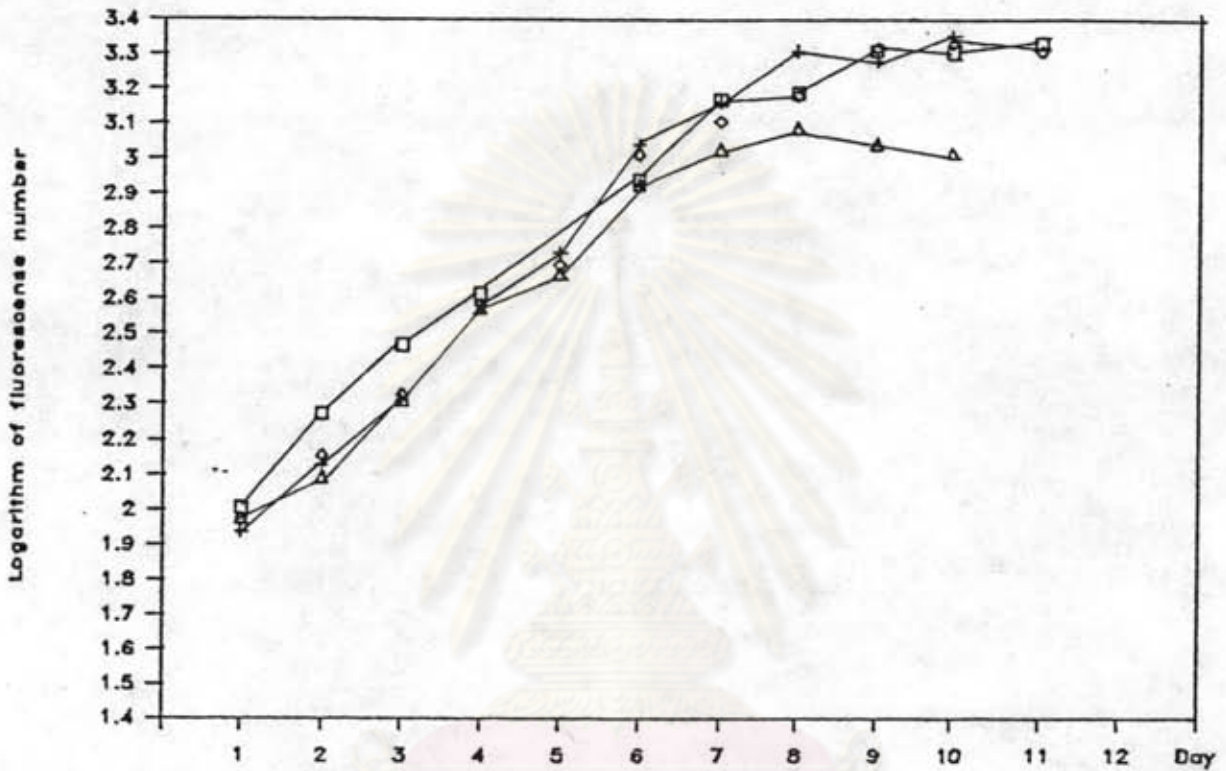
รูปที่ ๑๘. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของสารอาหาร ที่ระดับความเค็ม 20 % และ ความเข้มข้นของกรดอิวมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

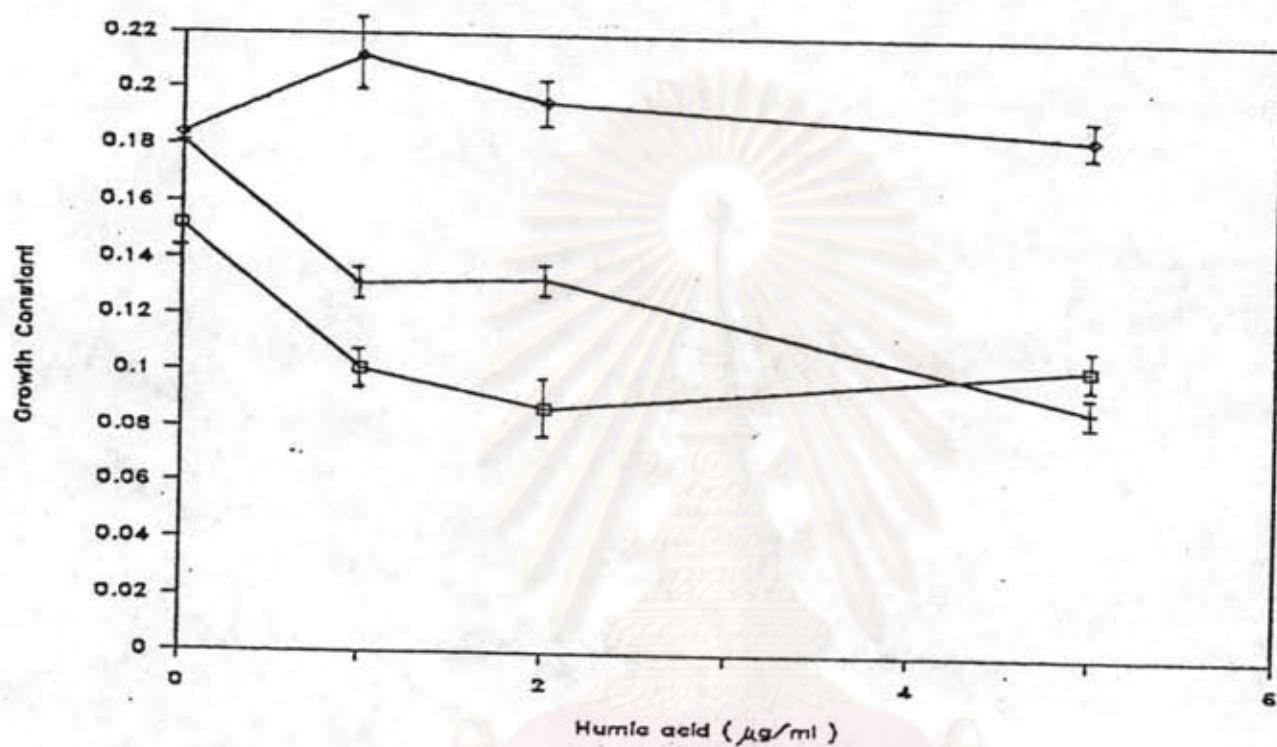


รูปที่ 19. กราฟการเจริญของ *P. cohorticula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของสารอาหาร
ที่ระดับความเค็ม 25 ‰ และความเข้มข้นของกรดชีวมิคในน้ำทะเลที่ระดับ
0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 20. กราฟการเจริญของ *P. cohoritcula* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของสารอาหารที่ระดับความเค็ม 30 ‰. และความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 21. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. coarctata* เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร และกรดฮิวมิกต่างระดับความเข้มข้นที่ระดับความเค็ม 20 % (□), 25 % (+) และ 30 % (◇)

ตารางที่ 9. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. coarctata* เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็ม สารอาหาร และกรดฮิวมิก

Humic Acids ($\mu\text{g/ml}$) A	Salinity (%) B	Nutrient Enrichment (ml/l) C	Replications (Growth Constant)			Average Growth Constant
			1	2	3	
$a_1=0$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.073	0.081	0.077	0.077
		$c_2=1$	0.151	0.151	0.155	0.152
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.170	0.175	0.177	0.174
		$c_2=1$	0.178	0.183	0.182	0.181
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.158	0.165	0.166	0.163
		$c_2=1$	0.180	0.178	0.194	0.184
$a_2=1$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.160	0.170	0.168	0.166
		$c_2=1$	0.095	0.097	0.111	0.101
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.158	0.165	0.163	0.162
		$c_2=1$	0.127	0.135	0.131	0.131
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.156	0.161	0.169	0.162
		$c_2=1$	0.200	0.198	0.233	0.212
$a_3=2$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.128	0.136	0.132	0.132
		$c_2=1$	0.078	0.082	0.101	0.087
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.170	0.165	0.172	0.169
		$c_2=1$	0.129	0.136	0.134	0.133
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.160	0.159	0.170	0.163
		$c_2=1$	0.190	0.194	0.204	0.196
$a_4=5$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.165	0.169	0.173	0.171
		$c_2=1$	0.098	0.101	0.110	0.103
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.168	0.193	0.201	0.194
		$c_2=1$	0.082	0.096	0.090	0.098
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.198	0.206	0.220	0.208
		$c_2=1$	0.180	0.186	0.169	0.185

ตารางที่ 10. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของ *P. cohorticula* แบบ
แฟกตอเรียลที่มี 3 แฟกเตอร์

Source of Variation SOV	df	SS	MS	F
Humic acids, A	3	0.0014	0.0005	14.6851 *
Salinity, B	2	0.0439	0.0219	711.4610 *
Nutrient - Enrichment, C	1	0.0044	0.0044	143.6331 *
AB	6	0.0085	0.0014	45.8474 *
AC	3	0.0227	0.0076	245.3668 *
BC	2	0.0124	0.0062	201.3863 *
ABC	6	0.0129	0.0022	69.9707 *
Error	48	0.0015	0.0000	

* เปิดตาราง $F_{0.05}(f_1, f_2)$

1.7 การศึกษาการแพร่กระจายขนาดของเซลล์

จากการศึกษาตัวอย่างที่ต้องด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน 5 % ที่ระดับความเค็ม 30 ‰ เมื่อเติมสารอาหารตามสูตร T.1 และมีความเข้มข้นของกรดอะมิโนใน น้ำทะเลเป็น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ($K = 0.212 \text{ day}^{-1}$) เปรียบเทียบกับที่ระดับความเค็มเดียวกัน เมื่อเติมสารอาหารตามสูตร T.1 แต่ไม่เติมกรดอะมิโน พบว่า มีลักษณะการแพร่กระจายขนาดของเซลล์คล้ายคลึงกัน คือ ในระยะ log phase เซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 30 ไมครอน จะมีอยู่ในปริมาณมาก เมื่อเทียบกับเซลล์ที่มีขนาดระหว่าง 38 - 30 ไมครอน เมื่อเวลาผ่านไปประมาณวันที่ 3 - 4 เซลล์จะมีอัตราการแบ่งเซลล์สูง (log phase) เซลล์ที่มีขนาดเล็กจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของประชากร เมื่อถึงระยะ stationary phase และเมื่อเซลล์เริ่มลดปริมาณลง ประมาณวันที่ 9 - 10 เซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 38 ไมครอน จะมีปริมาณมากขึ้นและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของประชากร ดังแสดงในรูปที่ 22 - 23

1.8 การศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์

จากการศึกษาขั้นตอนการแบ่งเซลล์ที่มีการเจริญดีที่สุด พบว่า มี ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบ mitotic cell division ดังนี้

1. ระยะ interphase หรือ interkinesis เป็นระยะที่กินเวลานานที่สุด เพราะมีกระบวนการในการจำลองตัวเองของโครโมโซมและเซลล์เตรียมตัวที่จะแบ่งเซลล์ต่อไป ระยะนี้นิวเคลียสจะมีลักษณะเป็นรูปตัวยู (U - shape) อยู่บริเวณกลางเซลล์โครโมโซมที่อยู่ในนิวเคลียสจะเห็นเป็นเส้นบาง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 24 การสังเกตจากเซลล์ที่มีชีวิตอยู่พบว่า ที่ระยะนี้เซลล์มีการเคลื่อนที่ค่อนข้างเร็วแต่จะช้ากว่าเซลล์ปกติอื่น ๆ ที่ไม่ได้เริ่มแบ่งเซลล์

2. ระยะ prophase เป็นระยะที่นิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจาก U-shape เป็นก้อนกลมอยู่ตรงกลางเซลล์ จะสังเกตเห็นโครโมโซมชัดเจนขึ้นเนื่องจากโครโมโซมหดสั้นเข้า การสังเกตเซลล์ที่มีชีวิตอยู่พบว่าที่ระยะนี้เซลล์จะมีการเคลื่อนที่ช้าลงมาก โดยจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมในบริเวณเดิม ไม่มีการเคลื่อนที่ไปบริเวณอื่น และที่ระยะ late prophase จะสังเกตเห็นว่าที่ cell plate บริเวณใกล้ ๆ epitheca pole จะมีรอยหยักลงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 25

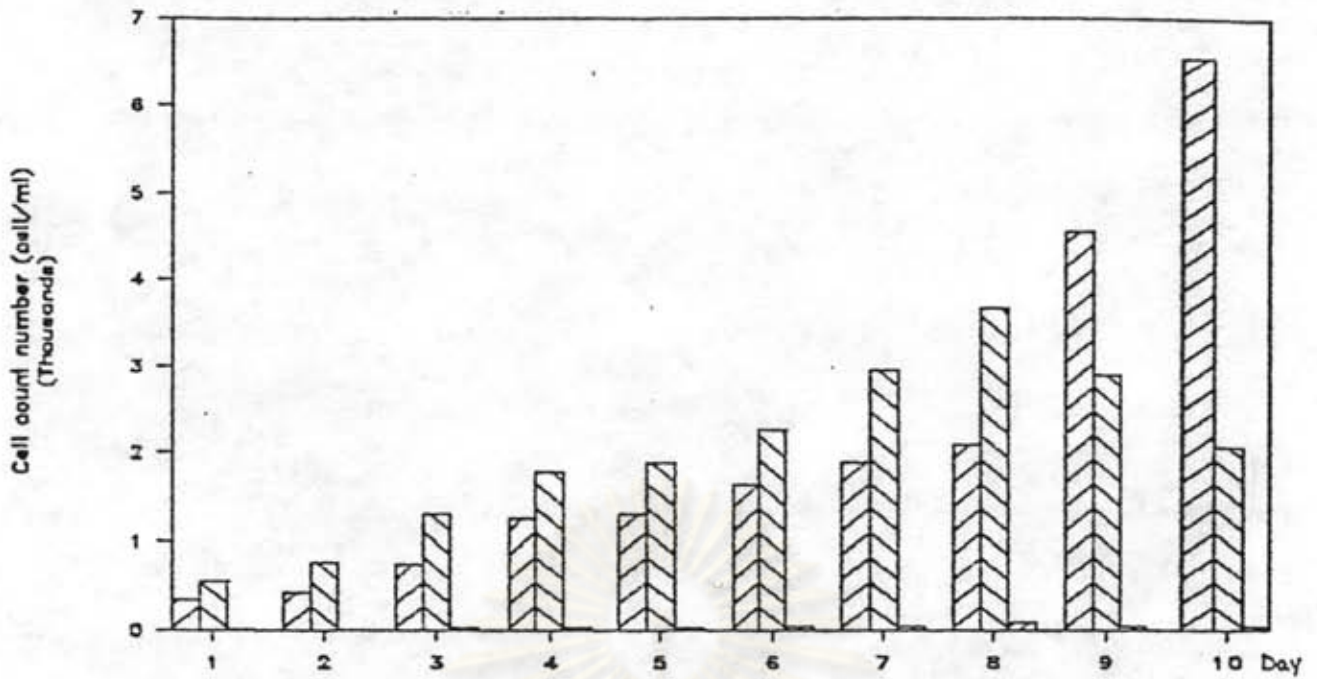
3. ระยะ metaphase เป็นระยะที่โครโมโซมเริ่มเรียงตัวอยู่ที่กลางเซลล์โดยที่แขนของโครโมโซมจะชี้เหยียดไปทางขั้วของเซลล์ ในทิศทางตรงกันข้าม ที่ระยะนี้เริ่มมีการแบ่ง

cytoplasm จะสังเกตเห็น cell plate มีรอยบากในแนวเฉียงลึกชัดขึ้นกว่าเดิมมาก การสังเกตเซลล์ที่มีชีวิตอยู่พบว่า ที่ระยะนี้เซลล์เคลื่อนที่น้อยมากจนกระทั่งเสมือนหยุดนิ่ง

4. ระยะ anaphase เป็นระยะที่โครโมโซมแยกออกจากกันเป็นสองส่วน ดังแสดงในรูปที่ 26-27 การสังเกตเซลล์ที่มีชีวิตอยู่พบว่าที่ระยะนี้ cell plate บริเวณกลางเซลล์จะคอดเข้ามามากเห็นเป็น 2 เซลล์ชัดเจน แต่ cell plate ยังไม่แบ่งออกมาโดยสมบูรณ์ และเซลล์เริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นอยู่กับที่

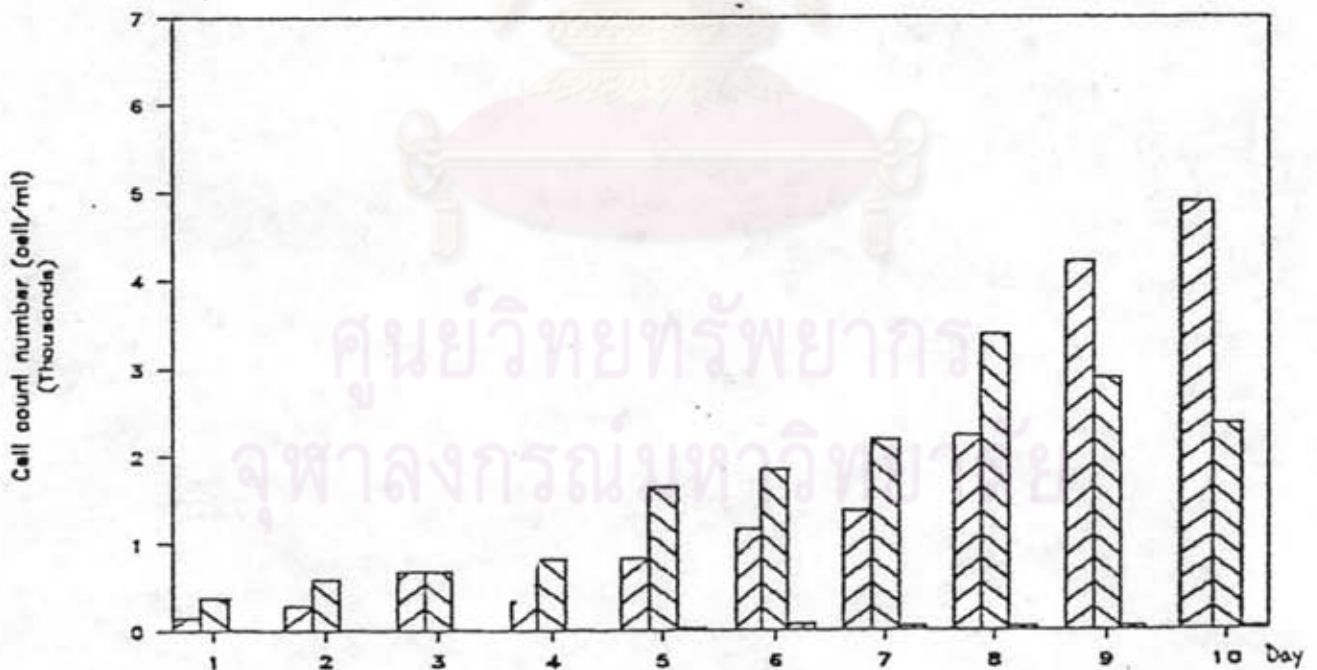
5. ระยะ telophase เริ่มเมื่อโครโมโซม 2 กลุ่ม ที่เคลื่อนที่ออกจากกันในระยะ anaphase ต่างมาจับกลุ่มกันอยู่เป็นก้อนกลุ่มที่ขั้วของ spindle fibre ดังแสดงในรูปที่ 28-29 จากนั้นโครโมโซมจะคลายตัวออกและยึดยาวออกไป ขณะเดียวกัน cell plate จะเห็นชัดเจนขึ้น และแบ่งโปรโทพลาสซึมออกเป็นสองส่วน นิวเคลียสเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็น U-shape และในที่สุดก็จะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ ดังแสดงในรูปที่ 30 แล้วเซลล์ใหม่นี้จะค่อย ๆ เข้าสู่ระยะ interphase ต่อไปจนกระทั่งครบวงจรการแบ่งเซลล์ดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งเรียกว่า cell cycle การสังเกตเซลล์ที่มีชีวิตอยู่พบว่า ที่ระยะนี้เมื่อการแบ่งเซลล์เสร็จสิ้นแล้วเซลล์ยังคงติดกันอยู่ และแต่ละเซลล์จะมีการแบ่งเซลล์ใหม่ต่อกันเป็นสายยาวจาก 2 เป็น 4 เป็น 8 เป็น 16 และมากที่สุดที่สังเกตพบในการศึกษาครั้งนี้ คือ 32 เซลล์ ในหนึ่งสายเซลล์ที่ต่อกันเป็นสายยาวนี้อาจขาดออกจากกันได้แต่ก็จะมีการแบ่งเซลล์ต่อเป็นสายยาวใหม่ได้อีก แต่ในกรณีนี้จากการสังเกตพบว่าเซลล์ในสายที่ขาดออกไปจะมีการแบ่งเซลล์ในสายไม่พร้อมกัน อาจมีการแบ่งเซลล์เฉพาะตอนกลางหรือที่ปลายของสายเซลล์ที่ต่อกันนั้นก็ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



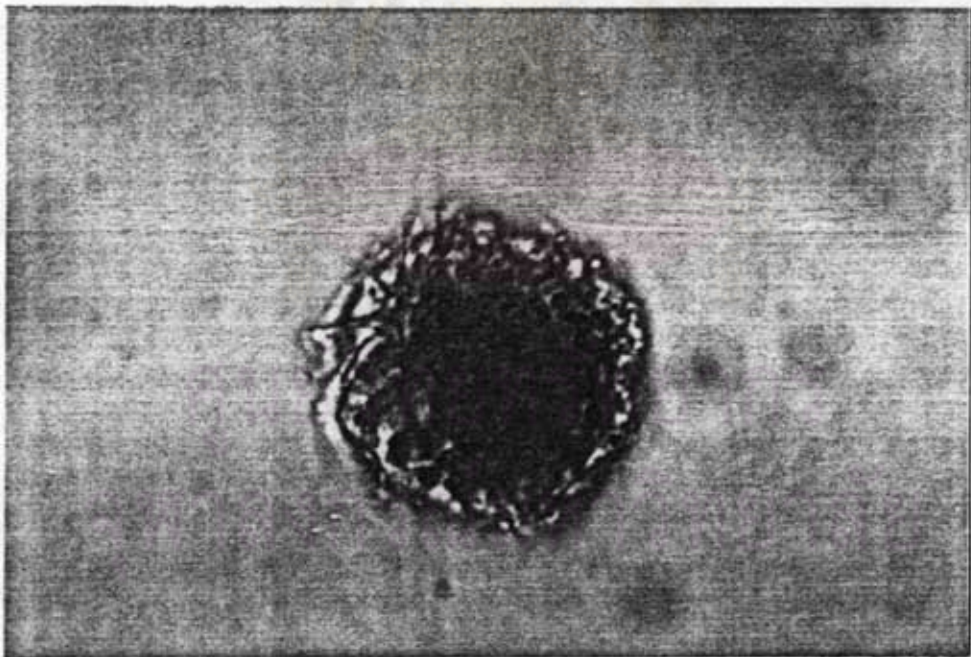
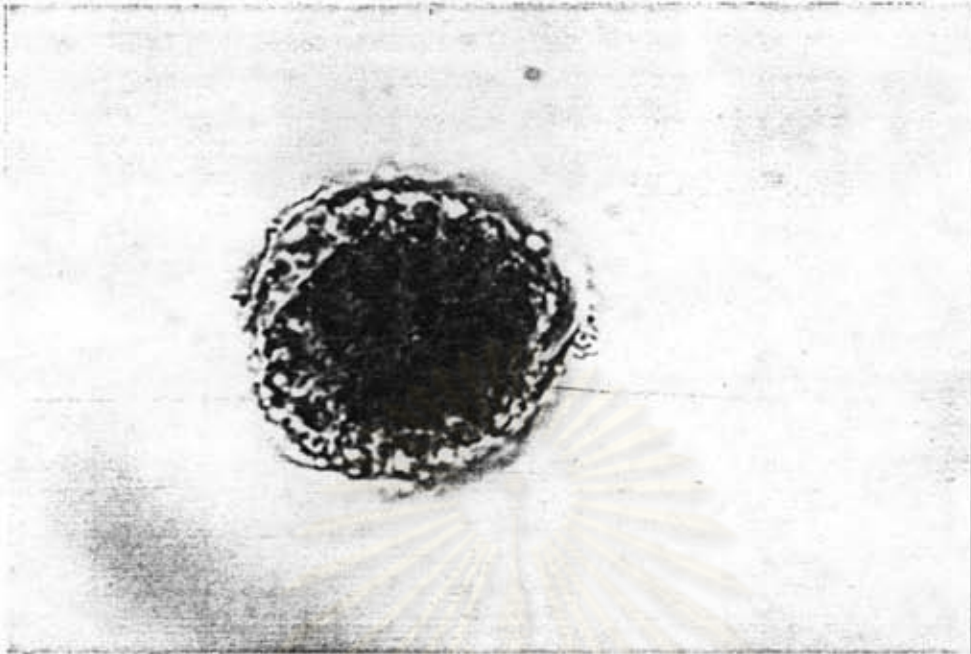
รูปที่ 22. การแพร่กระจายของเซลล์ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็ม 30 %
เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร

- ▨ ใหญ่กว่า 38 ไมครอน
- ▩ 20 - 38 ไมครอน
- ▧ เล็กกว่า 20 ไมครอน



รูปที่ 23. การแพร่กระจายขนาดของเซลล์ *P. cohorticula* ที่ระดับความเค็ม 30 % เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหารและความเข้มข้นของกรดชีวมีกในน้ำทะเลที่ระดับ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

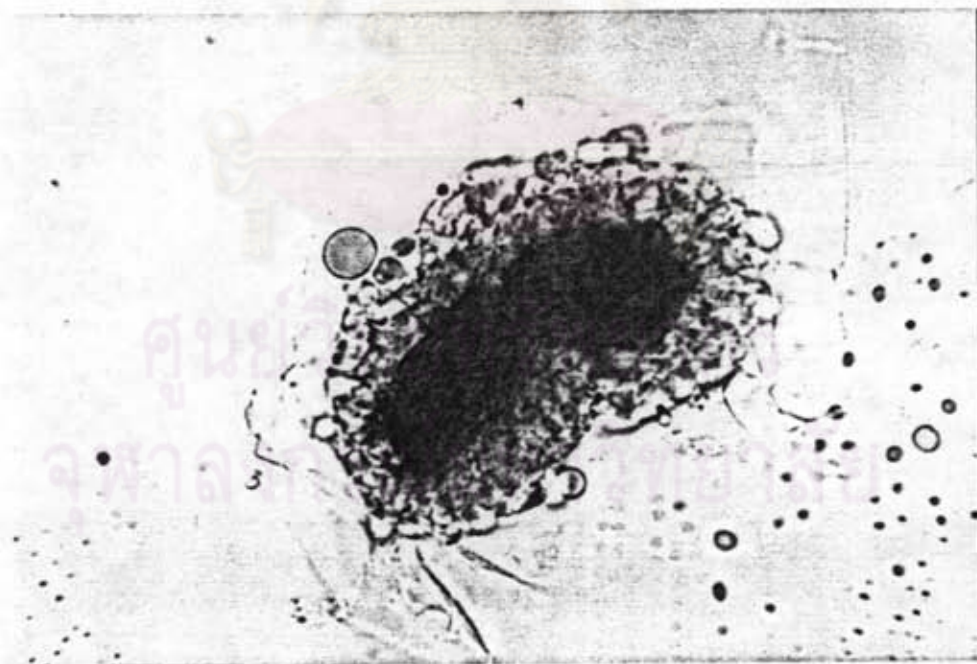
- ▨ ใหญ่กว่า 38 ไมครอน
- ▩ 20 - 38 ไมครอน
- ▧ เล็กกว่า 20 ไมครอน



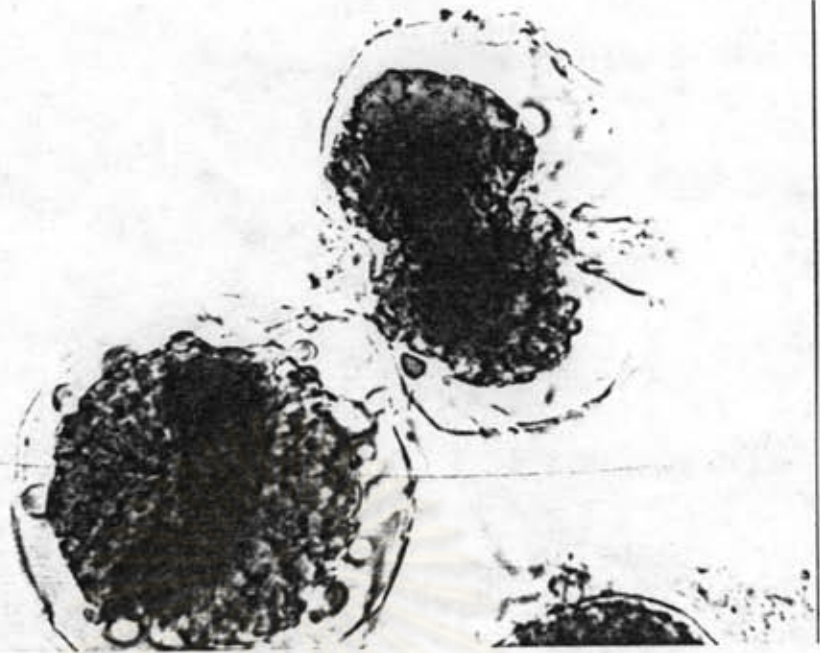
รูปที่ 24. การแบ่งเซลล์ระยะ interphase ของ P. cohorticula (x 1,000
เท่า)



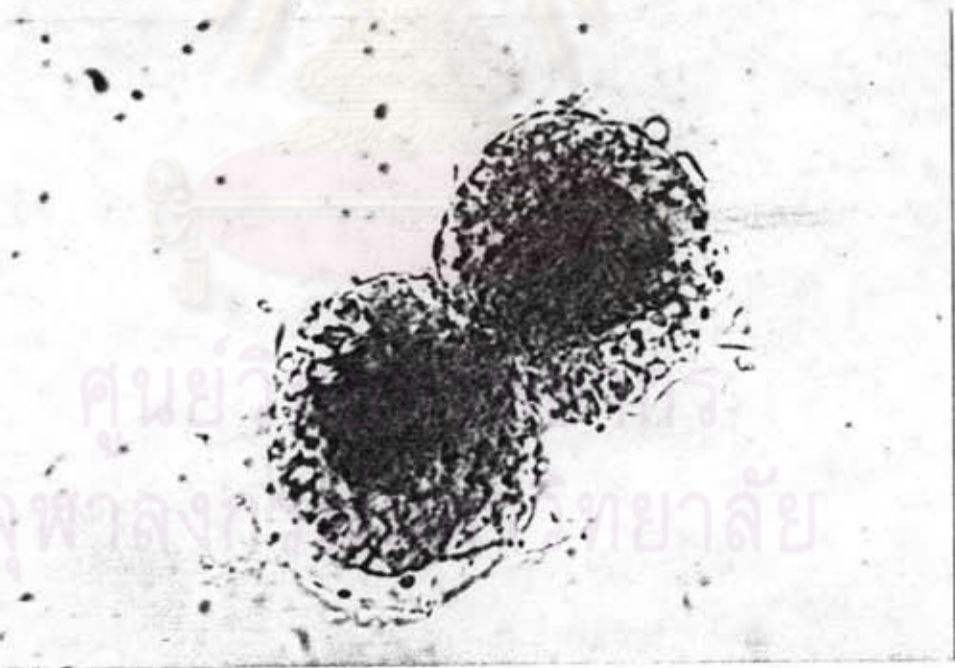
รูปที่ 25. การแบ่งเซลล์ระยะ late prophase ของ P. cohorticula
(x 1,000 เท่า)



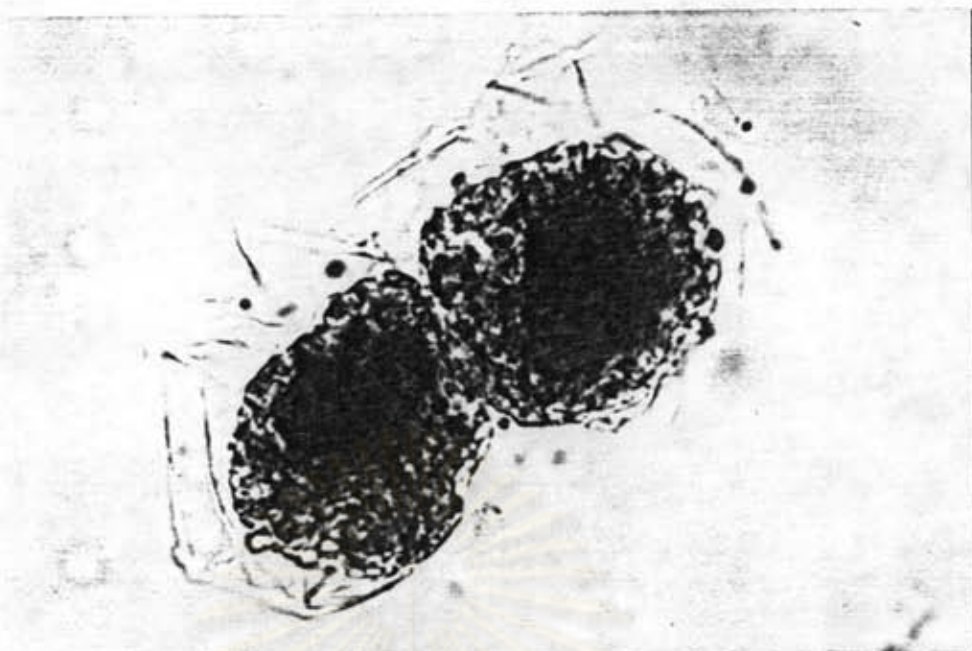
รูปที่ 26. การแบ่งเซลล์ระยะ early anaphase ของ P. cohorticula



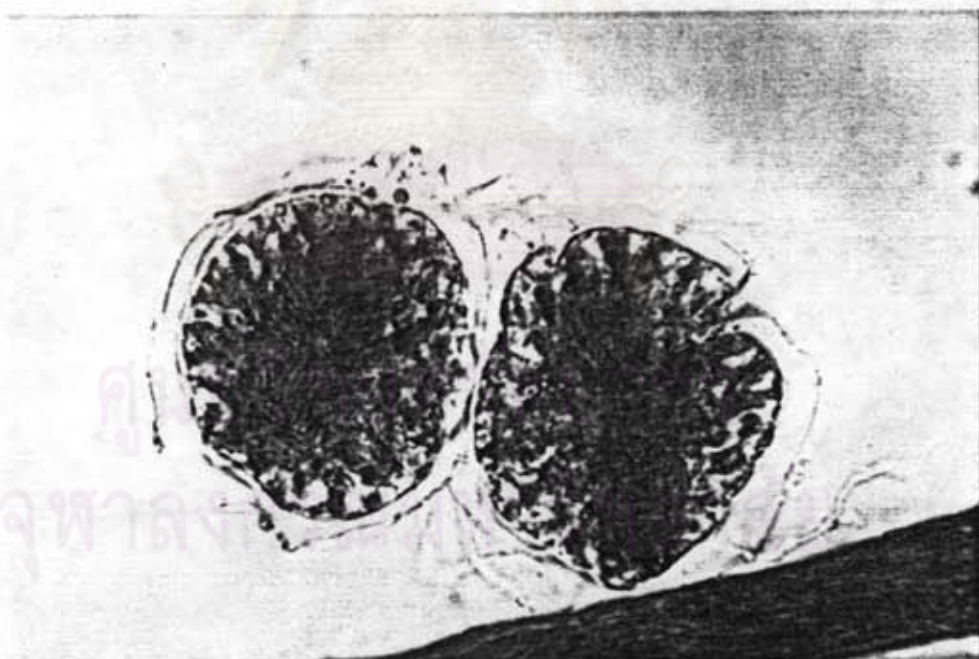
รูปที่ 27. การแบ่งเซลล์ระยะ late anaphase ของ P. cohorticula
(x 1,000 เท่า)



รูปที่ 28. การแบ่งเซลล์ระยะ early telophase ของ P. cohorticula
(x 1,000 เท่า)



รูปที่ 29. การแบ่งเซลล์ระยะ late telophase ของ P. cohortica
(x 1,000 เท่า)



รูปที่ 30. เซลล์แบ่งตัวเสร็จโดยสมบูรณ์ ได้เซลล์ใหม่สองเซลล์

2. ผลการทดลองของ *P. tamarensis*

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง fluorescence number และ cell number

ความสัมพันธ์ของค่า fluorescence number ที่อ่านได้ขณะวัดการเจริญของเซลล์ และค่าของ cell count number ที่นับได้หลังจากวัดการเจริญด้วยเครื่อง fluorometer แล้ว พบว่าทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง ดังแสดงใน รูปที่ 31

จากความสัมพันธ์นี้นำไปใช้ในการคำนวณหาอัตราการเจริญของเซลล์ในการทดลองต่อไป

2.2 ผลการทดลองหาช่วงระดับความเค็มที่เหมาะสมกับการเจริญ

ในการทดลองหาช่วงความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *P. tamarensis* โดยใช้ น้ำทะเลเทียม (ASP) เมื่อเติมสารอาหารตามสูตร T. 1 ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ คือ 20, 25, 30, 35 และ 40 ‰. พบว่า *P. tamarensis* มีอัตราการเจริญเฉลี่ย (K) ต่ำลงต่อระดับความเค็มที่สูงสุดในช่วง 20 - 30 ‰. โดยที่ระดับความเค็ม 30 ‰ ให้อัตราการเจริญเฉลี่ยที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 11 และรูปที่ 32 - 33 จึงเลือกใช้ระดับความเค็ม 30 ‰ ในการทดลองหาช่วงระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกที่เหมาะสมต่อการเจริญต่อไปในการทดลองข้อ 2.3

2.3 ผลการทดลองหาช่วงระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกที่เหมาะสมต่อการเจริญ

จากการทดลองโดยใช้ น้ำทะเลเทียม (ASP) ที่ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิก (HA) เป็น 1, 2, 5, 10, 20 และ 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระดับความเค็ม 30 ‰. (ASP + T.1) พบว่า *P. tamarensis* มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่ำลงต่อระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกที่สูงสุดในช่วง 1 - 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 12 และ รูปที่ 34 ดังนั้นจึงใช้ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกในช่วงดังกล่าวในการทดลองผลต่อการเจริญร่วมกับความเค็มที่ระดับ 20, 25 และ 30 ‰.

2.4 ผลของความเค็มต่อการเจริญ

ที่ระดับความเข้มข้นของกรดอิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็นศูนย์ (HA0)

2.4.1 เมื่อไม่เติมสารอาหาร (ASP) *P. tamarensis* มีการเจริญต่ำลงต่อระดับความเค็มต่ำได้ดีกว่าที่ระดับความเค็มสูง โดยที่ระดับความเค็มต่ำ (20 ‰)

ให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 13 และรูปที่ 35 -36

2.4.2 เมื่อเติมสารอาหาร (ASP + T.1) *P. tamarensis* มีอัตราการเจริญเฉลี่ยตอบสนองต่อระดับความเค็มสูงได้ดีกว่าที่ระดับความเค็มต่ำ โดยที่ระดับความเค็ม 30 ‰. ให้อัตราการเจริญดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 13 และรูปที่ 37 - 38

2.5 ผลของความเค็มและกรดฮิวมิกต่อการเจริญ

2.5.1 เมื่อไม่เติมสารอาหารที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 1, 2 และ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ASP + HA1, ASP + HA2 และ ASP + HAS)

ที่ระดับความเค็ม 20, 25 และ 30 ‰. ที่ทุกระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิก พบว่า *P. tamarensis* มีอัตราการเจริญเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกต่ำได้ดีกว่าที่ระดับสูง โดยที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 14 และรูปที่ 39 - 42

2.5.2 เมื่อเติมสารอาหาร ที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 1, 2 และ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ASP + HA1, ASP + HA2 และ ASP + HA5)

ที่ระดับความเค็ม 20, 25 และ 30 ‰. และมีระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมมีค่า 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ระดับความเค็ม 30 ‰. จะให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 19 และ รูปที่ 46

ที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมมีค่า 2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ของระดับความเค็ม 20, 25 และ 30 ‰. พบว่าที่ระดับความเค็ม 25 ‰. จะให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 16 และรูปที่ 46

ที่ระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเทียมเป็น 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ของระดับความเค็ม 20, 25 และ 30 ‰. พบว่าที่ระดับความเค็ม 20 ‰. จะให้อัตราการเจริญเฉลี่ยดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 17 และรูปที่ 46

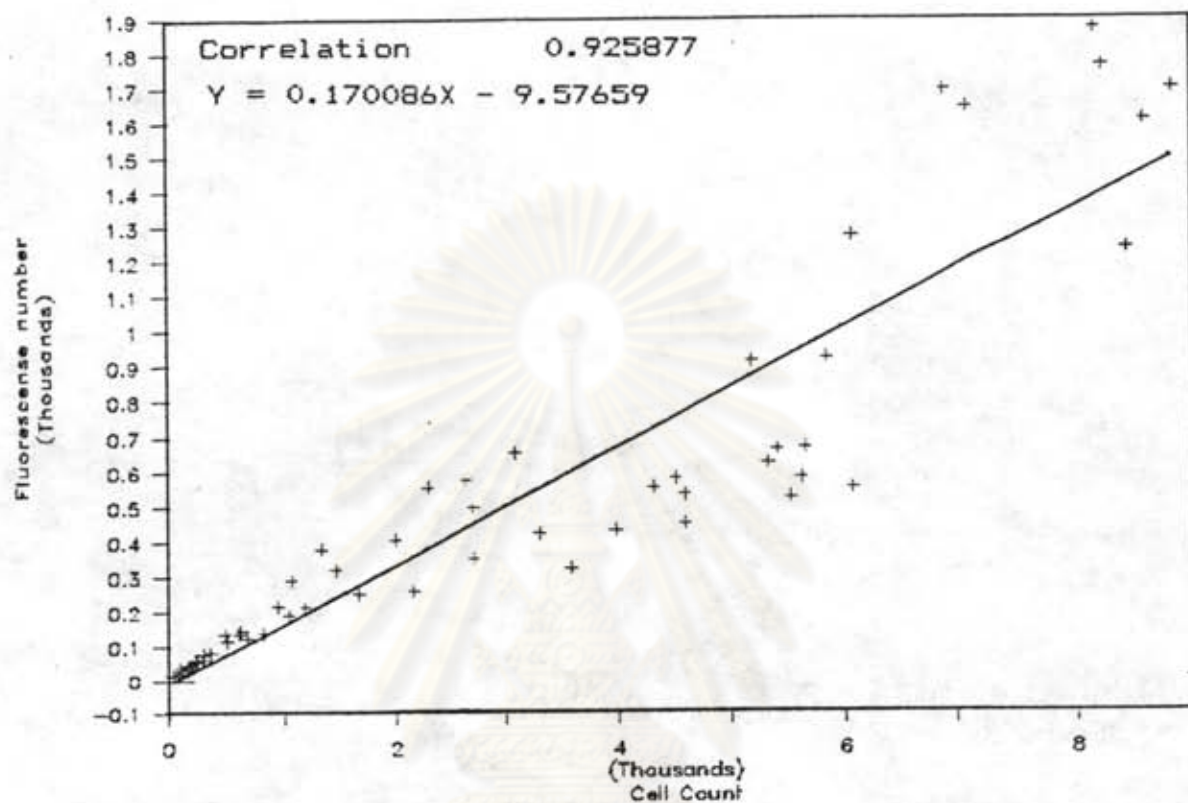
2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า (ตารางที่ 18

- 19)

1. ที่ความเค็มระดับต่าง ๆ อัตราการเจริญของ *P. tamarensis* จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. อัตราการเจริญของ P. tamarensis ที่ความเข้มข้นของกรดอิวมิก ระดับต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. P. tamarensis มีอัตราการเจริญตอบสนองต่อความเข้มข้นของ สารอาหารต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. อิทธิพลร่วมระหว่างกรดอิวมิกและความเค็ม ให้ผลต่อการเจริญของ P. tamarensis แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. อิทธิพลร่วมระหว่างความเค็มและสารอาหาร ให้ผลต่อการเจริญของ P. tamarensis แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
6. อิทธิพลร่วมระหว่างกรดอิวมิกและสารอาหาร ให้ผลต่อการเจริญของ P. tamarensis แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
7. อิทธิพลร่วมของความเค็ม กรดอิวมิก และสารอาหาร ให้ผลต่อการเจริญของ P. tamarensis ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 31. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ fluorescence number กับค่าของจำนวนเซลล์ *P. tamarensis*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11. อัตราการเจริญเฉลี่ยและเวลาที่ใช้ในการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่าของ

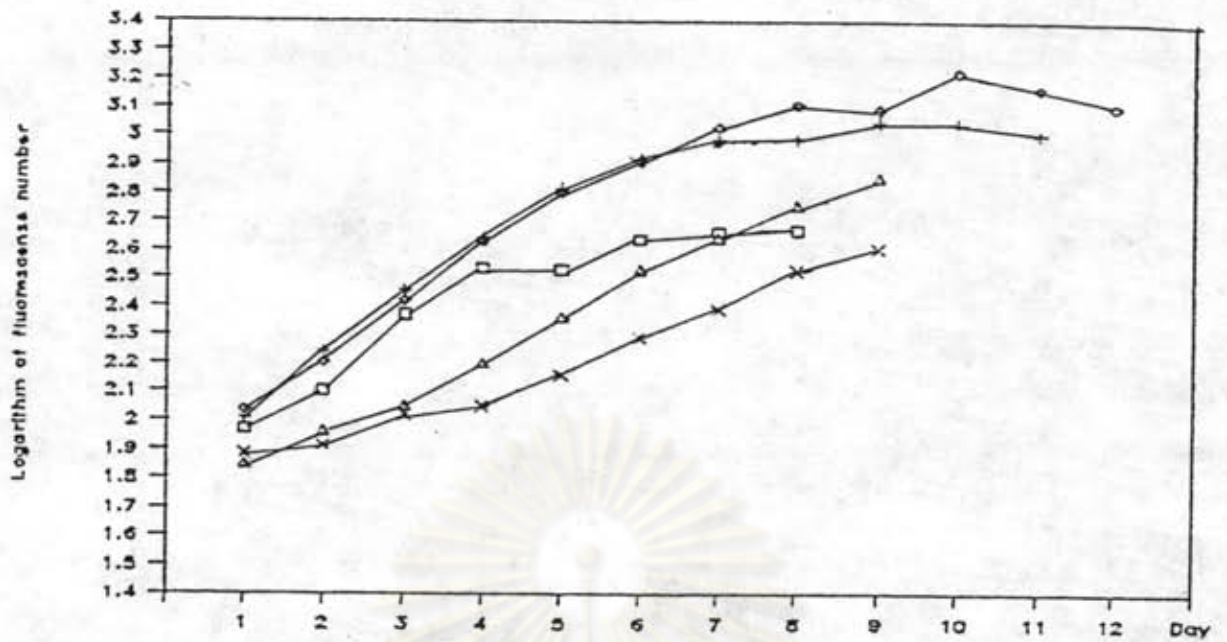
P. tamarensis ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

Salinity (%)	Growth Constant $K_{10} \pm SD (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
20	0.141 \pm 0.011	51.0
25	0.166 \pm 0.002	45.5
30	0.171 \pm 0.005	42.2
35	0.132 \pm 0.001	54.7
40	0.095 \pm 0.033	76.0

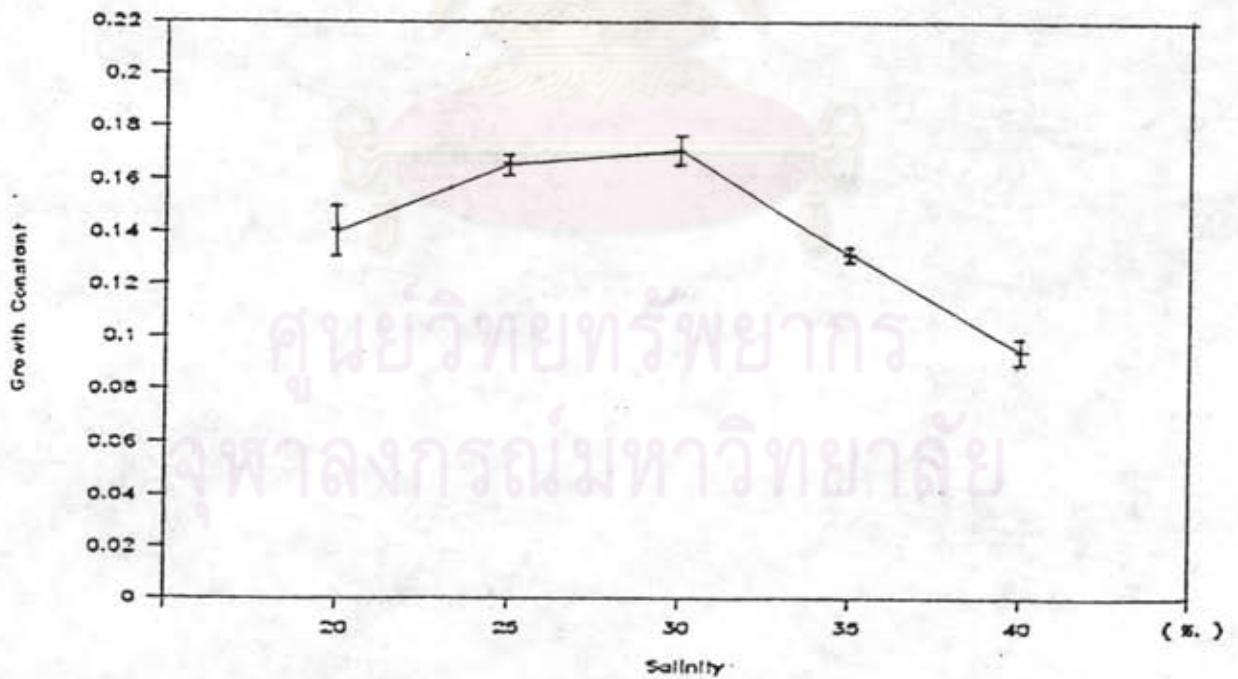
ตารางที่ 12. อัตราการเจริญเฉลี่ยและเวลาที่ใช้ในการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่าของ

P. tamarensis ที่ระดับความเค็ม 30 %.

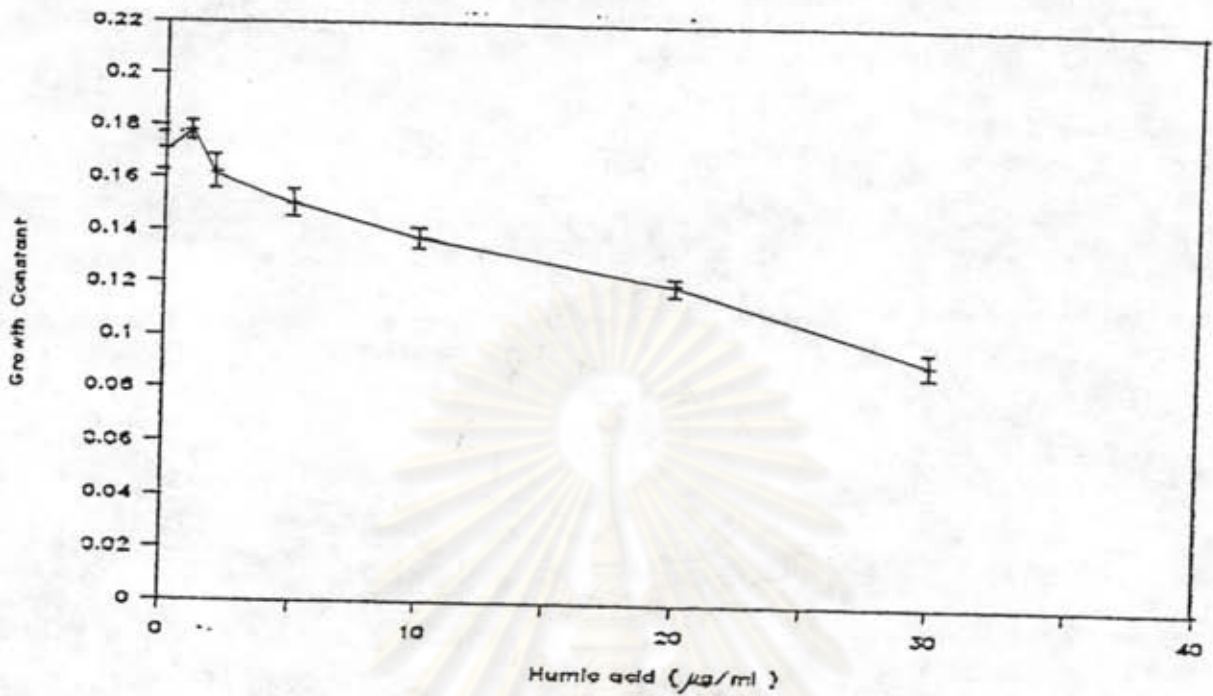
30 %.+Humic acids ($\mu\text{g/ml}$)	Growth Constant $K_{10} \pm SD (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.171 \pm 0.005	42.2
1	0.178 \pm 0.001	40.6
2	0.162 \pm 0.006	44.6
5	0.150 \pm 0.003	48.2
10	0.138 \pm 0.002	52.3
20	0.121 \pm 0.001	59.7
30	0.092 \pm 0.004	78.5



รูปที่ 32. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* ที่ระดับความเค็ม 20 % (□), 25 % (+), 30 % (◇) 35 % (△) และ 40 % (×)



รูปที่ 33. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* ที่ต่างระดับความเค็ม

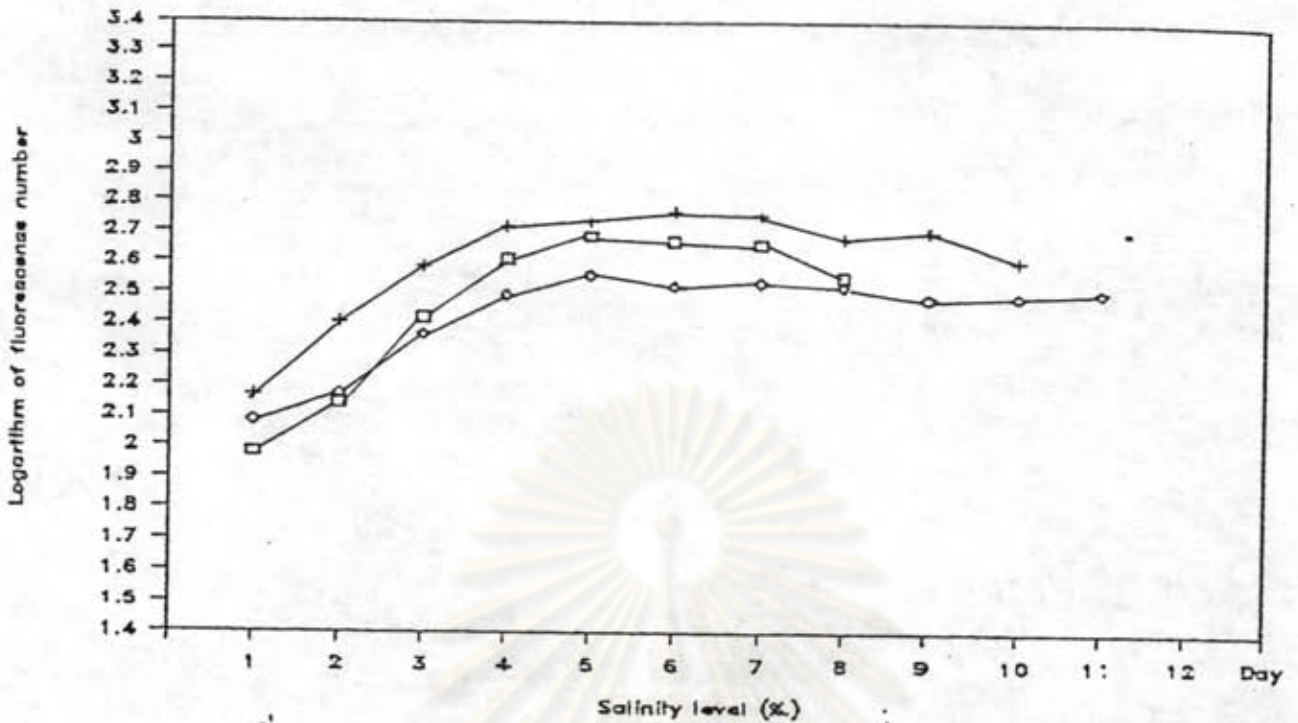


รูปที่ 34. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* ที่ต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเล

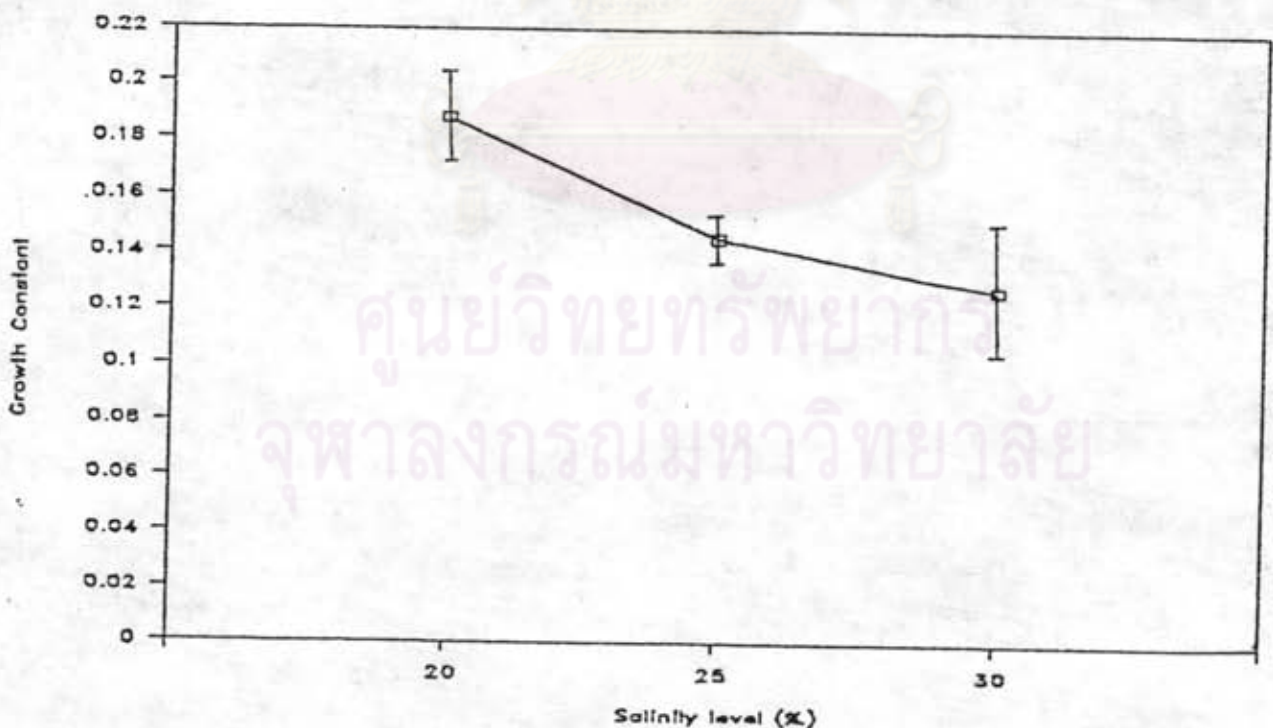
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและเวลาที่ใช้ในการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่าของ *P. tamarensis* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็ม (ASP) และ เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็มและสารอาหาร (ASP + T.2)

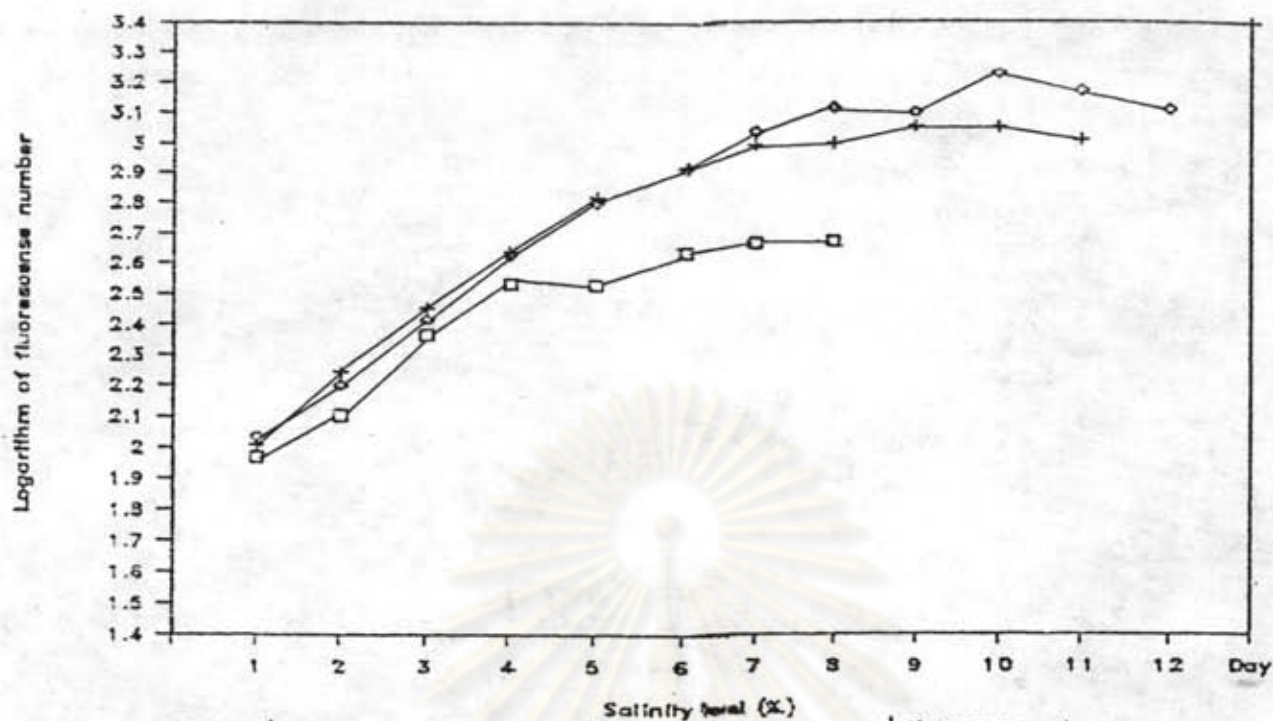
Humic acids 0 $\mu\text{g}/\text{ml}$	<i>P. tamarensis</i>			
	ASP		ASP+T1	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
20	0.108 \pm 0.022	38.4	0.141 \pm 0.011	51.2
25	0.145 \pm 0.009	49.8	0.166 \pm 0.002	43.5
30	0.127 \pm 0.030	56.9	0.171 \pm 0.005	42.2



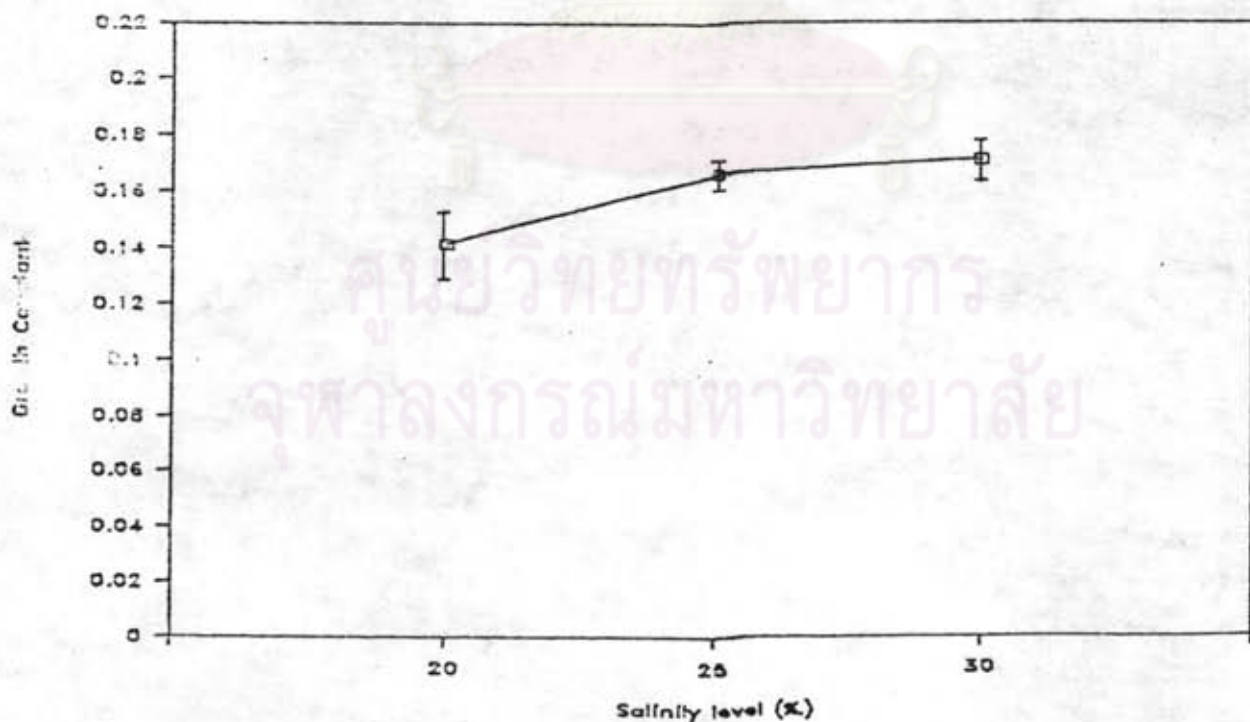
รูปที่ 35. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็มที่ระดับ 20 % (□), 25 % (+) และ 30 % (◇)



รูปที่ 36. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็มที่ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 37. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็ม และสารอาหาร ที่ระดับความเค็ม 20 % (□), 25 % (+) และ 30 % (◇)



รูปที่ 38. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ตารางที่ 14. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ และต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเล

A. ที่ระดับความเค็ม 20 ‰

Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.188 \pm 0.022	38.4
1	0.215 \pm 0.024	33.6
2	0.186 \pm 0.007	38.8
5	0.170 \pm 0.033	42.5

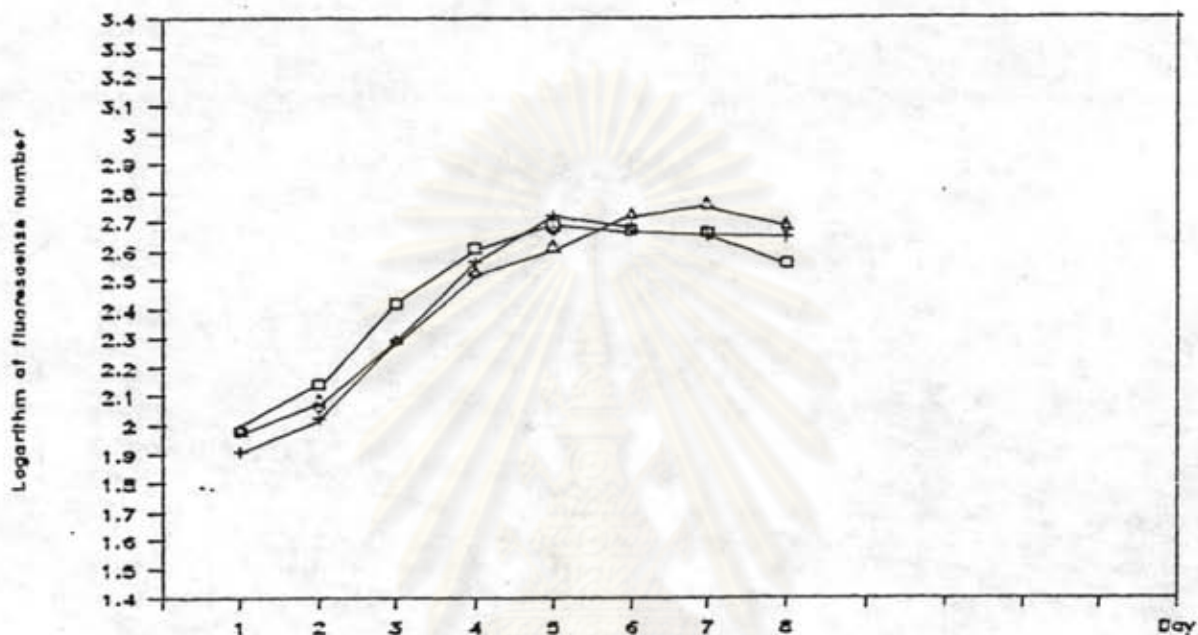
B. ที่ระดับความเค็ม 25 ‰

Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.145 \pm 0.009	49.8
1	0.159 \pm 0.001	45.4
2	0.134 \pm 0.015	53.9
5	0.102 \pm 0.004	70.8

C. ที่ระดับความเค็ม 30 ‰

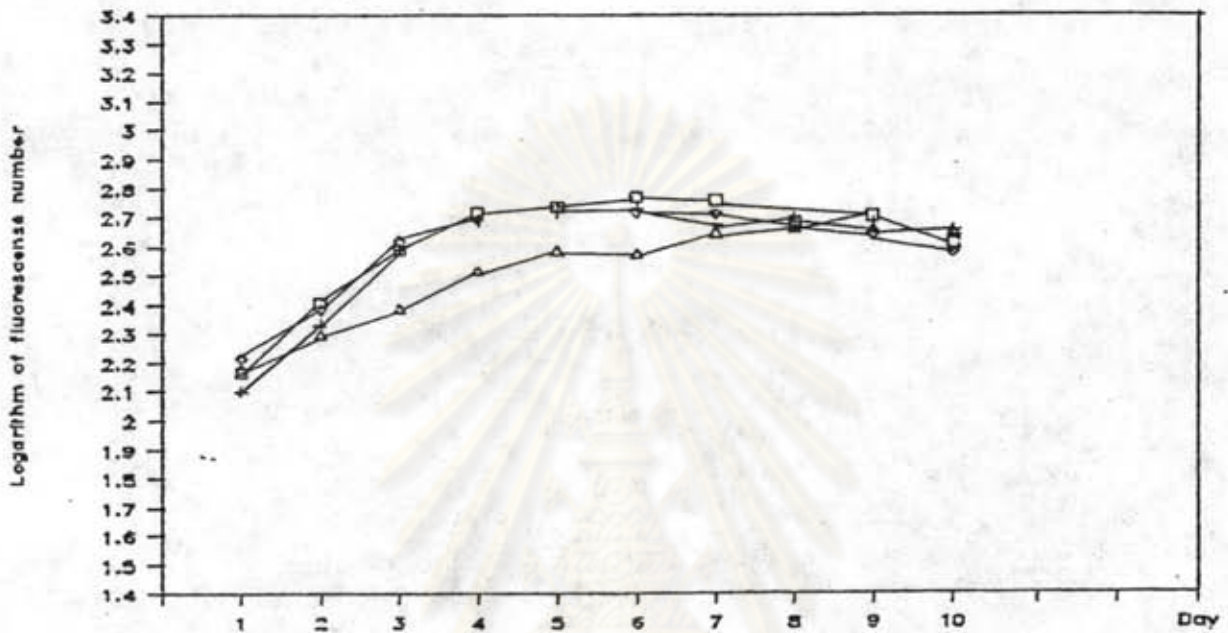
Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP	
	Growth Constant $K \pm \text{SD}(\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.127 \pm 0.030	56.9
1	0.137 \pm 0.020	52.7
2	0.081 \pm 0.036	89.2
5	0.138 \pm 0.015	52.3





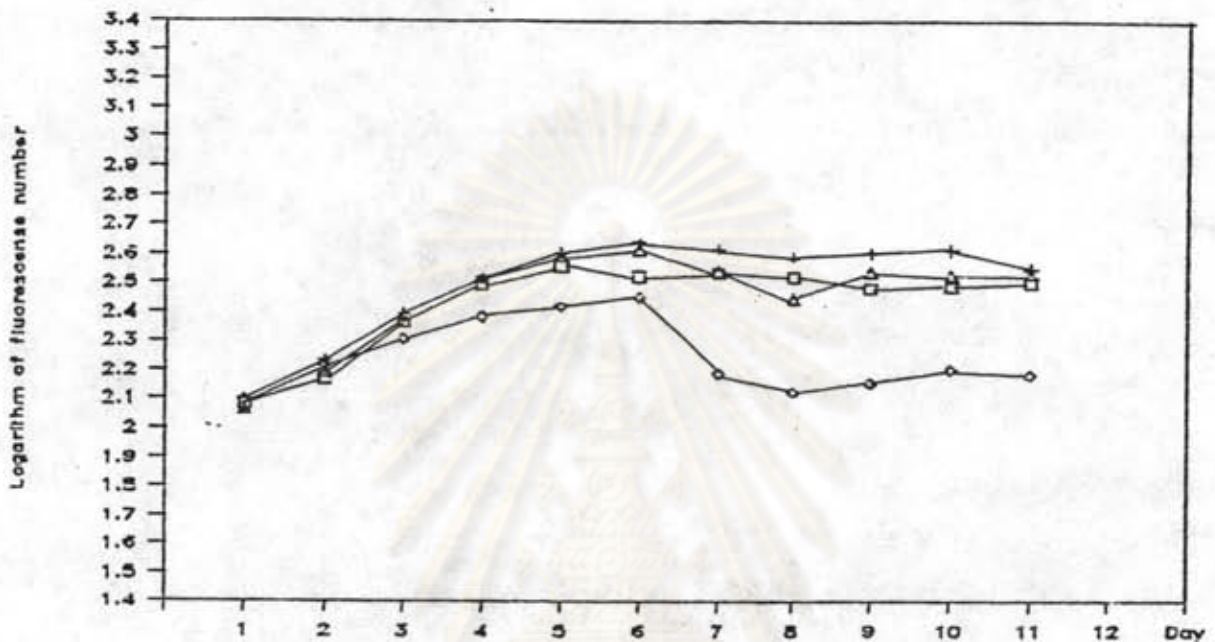
รูปที่ 39. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมความเค็มที่ระดับ 20 ‰ และ ความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (○) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



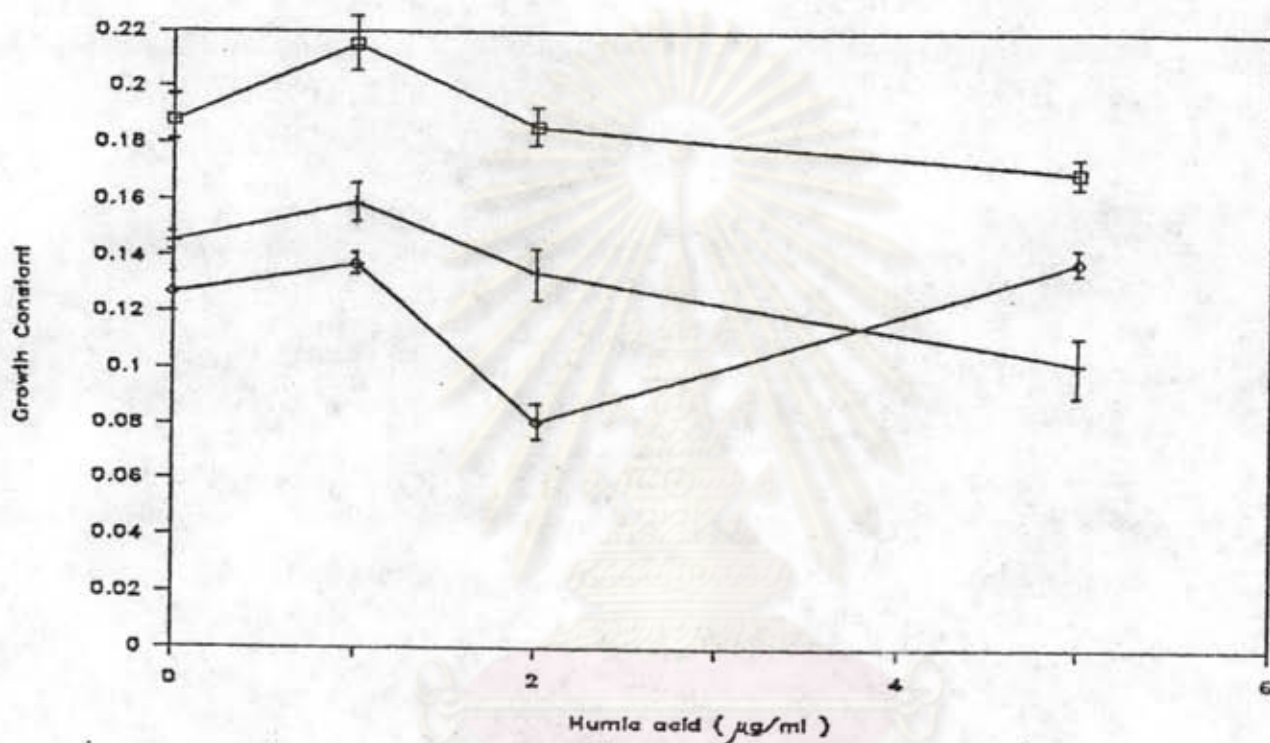
รูปที่ 40. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็ม ที่ระดับ 25 % และ ความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์จักษุวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 41. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของความเค็ม ที่ระดับ 20 % และความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 42. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของกรดฮิวมิกที่ต่างระดับความเข้มข้น ที่ระดับความเค็ม 20 % (\square), 25 % (+) และ 30 % (\diamond)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ และต่างระดับความเข้มข้นของกรดฮิวมิกในน้ำทะเลเมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร

A. ที่ระดับความเค็ม 20 ‰

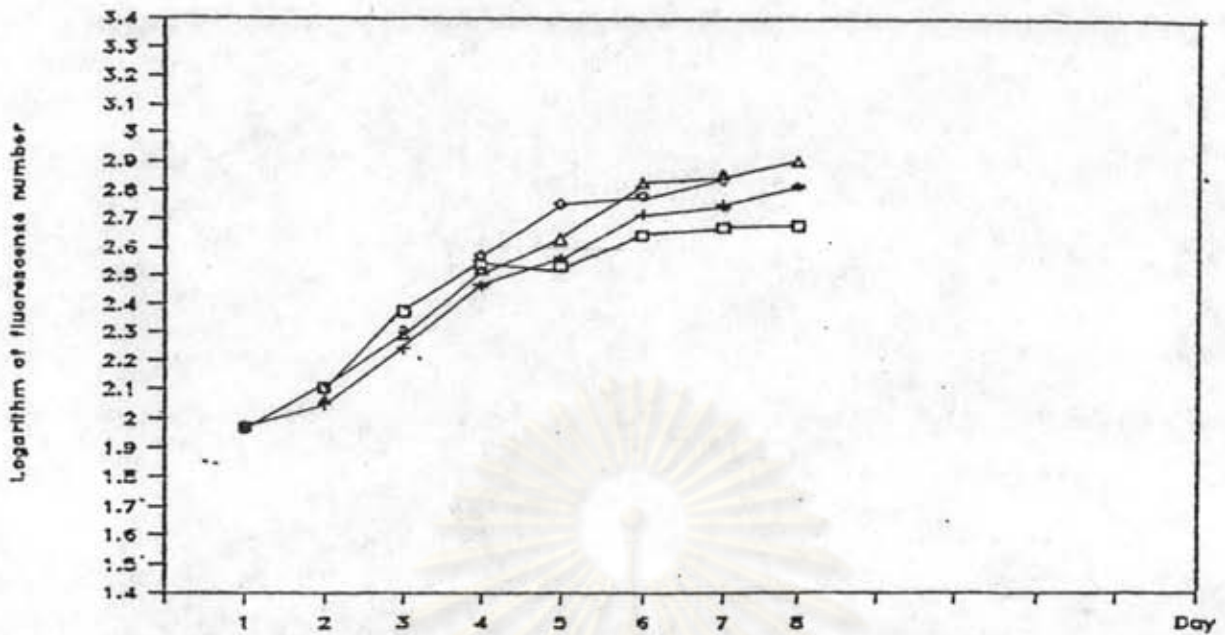
Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP+TI	
	Growth Constant $K \pm \text{SD} (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.141 \pm 0.011	51.2
1	0.158 \pm 0.014	45.7
2	0.180 \pm 0.004	40.1
5	0.176 \pm 0.003	41.0

B. ที่ระดับความเค็ม 25 ‰

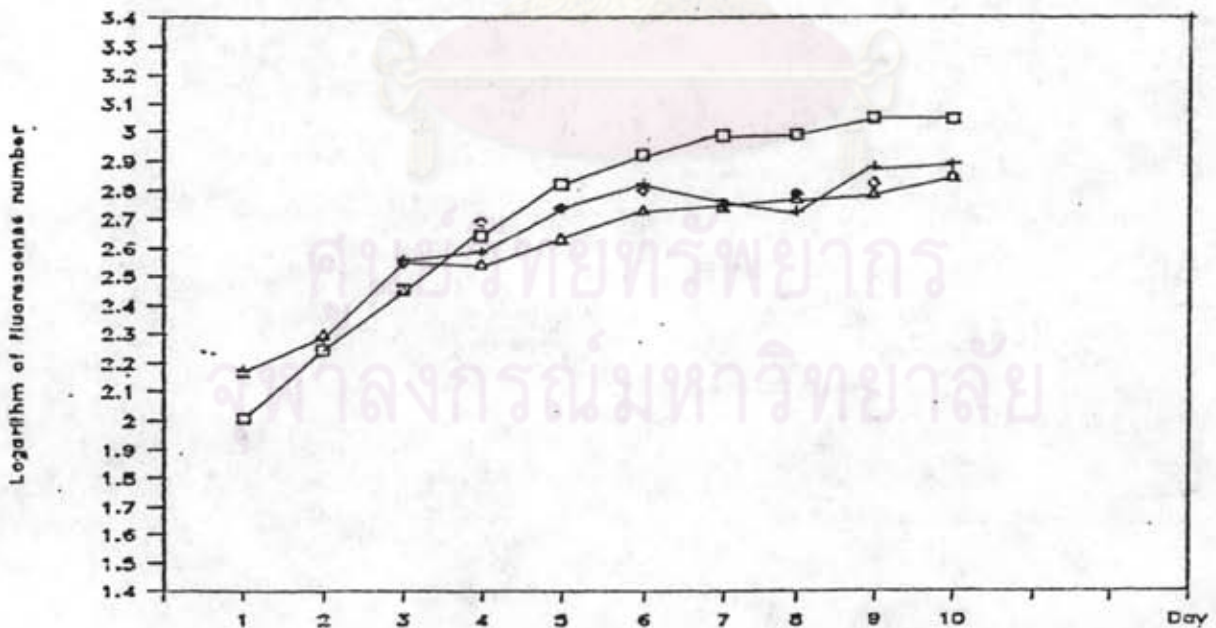
Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP+TI	
	Growth Constant $K \pm \text{SD} (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.166 \pm 0.002	49.5
1	0.152 \pm 0.007	47.5
2	0.182 \pm 0.014	39.7
5	0.128 \pm 0.017	56.4

C. ที่ระดับความเค็ม 30 ‰

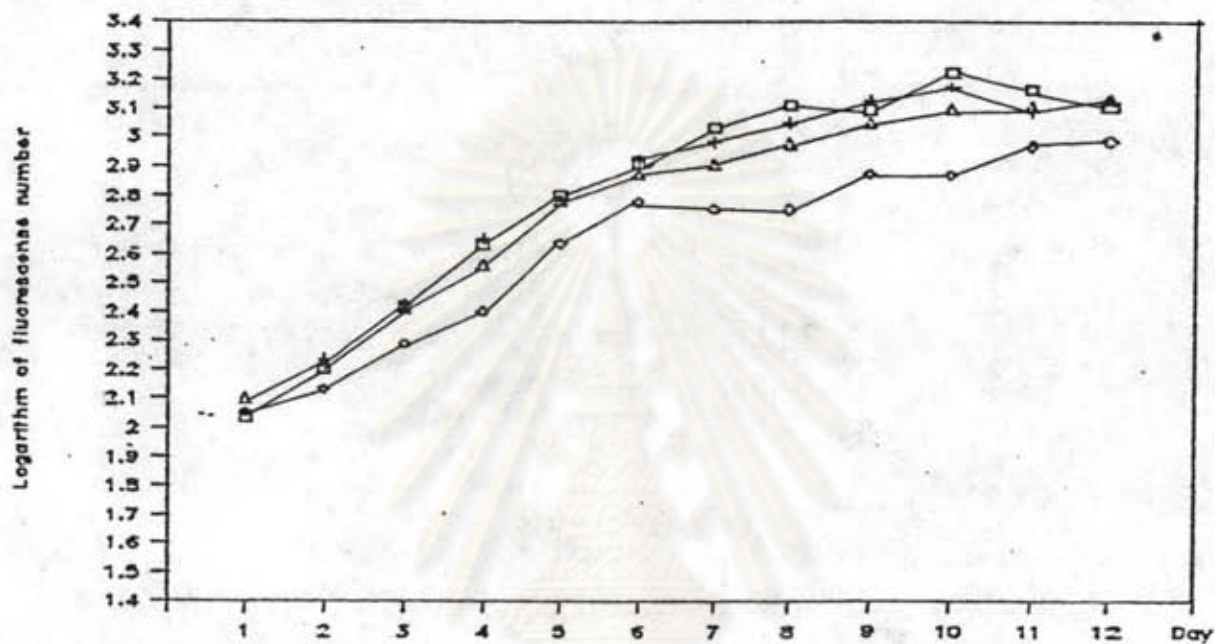
Humic acids concentration ($\mu\text{g/ml}$)	ASP+TI	
	Growth Constant $K \pm \text{SD} (\text{day}^{-1})$	Doubling Time D.T. (hrs.)
0	0.171 \pm 0.005	42.2
1	0.178 \pm 0.001	40.6
2	0.162 \pm 0.006	44.6
5	0.150 \pm 0.003	48.2



รูปที่ 43. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของสารอาหารที่ระดับความเค็ม 20 ‰ และ ความเข้มข้นของกรดอะมิโนในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

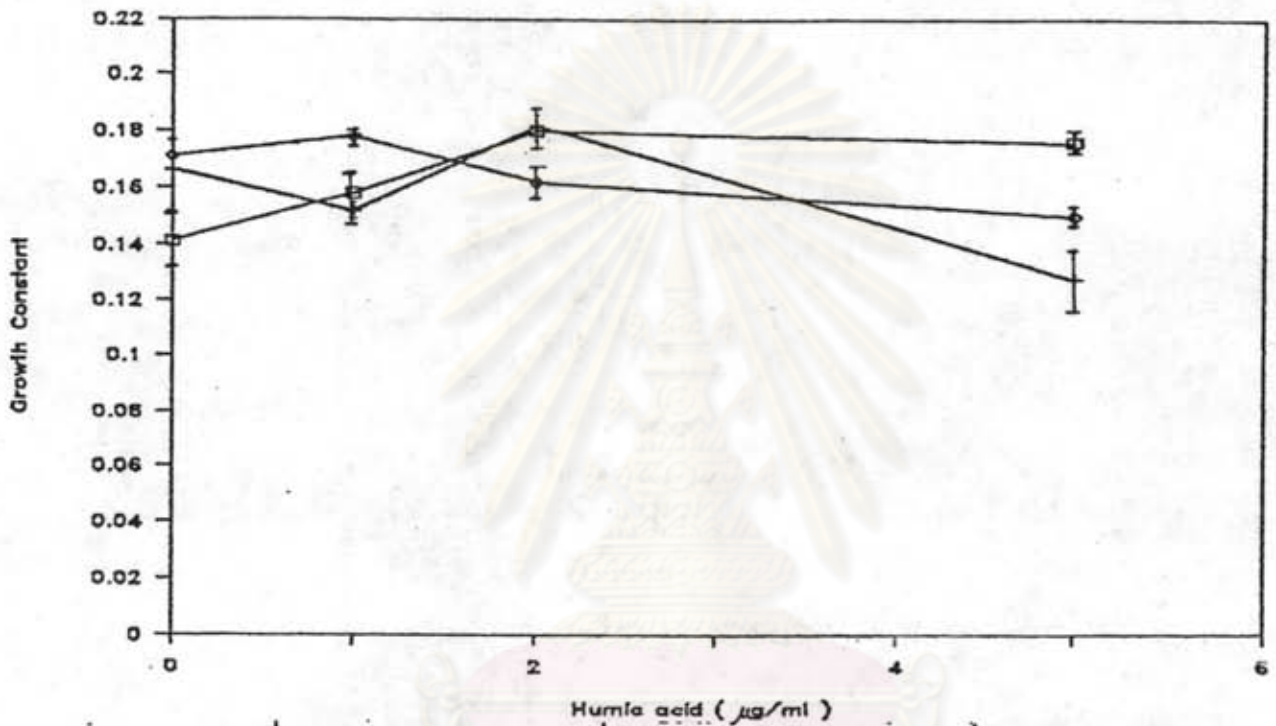


รูปที่ 44. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของสารอาหารที่ระดับความเค็ม 25 ‰ และ ความเข้มข้นของกรดอะมิโนในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (◇) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 45. กราฟการเจริญของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของสารอาหารที่ระดับความเค็ม 30 ‰ และ ความเข้มข้นของกรดอิมิกในน้ำทะเลที่ระดับ 0 (□), 1 (+), 2 (○) และ 5 (△) ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์สัตวแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 46. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลร่วมของ สารอาหาร และกรดฮิวมิกต่างระดับความเข้มข้นที่ระดับความเค็ม 20 % (\square), 25% ($+$) และ 30 % (\diamond)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16. อัตราการเจริญเฉลี่ยของ *P. tamarensis* เมื่อได้รับอิทธิพลของความเค็ม สารอาหาร และกรดฮิวมิก

Humic Acids ($\mu\text{g/ml}$) A	Salinity (%) B	Nutrient Enrichment (ml/l) C	Replications (Growth Constant)			Average Growth Constant
			1	2	3	
$a_1=0$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.210	0.188	0.166	0.188
		$c_2=1$	0.141	0.152	0.130	0.141
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.154	0.136	0.145	0.145
		$c_2=1$	0.166	0.164	0.168	0.166
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.127	0.157	0.097	0.127
		$c_2=1$	0.166	0.171	0.176	0.171
$a_2=1$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.239	0.191	0.215	0.215
		$c_2=1$	0.158	0.172	0.144	0.158
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.160	0.159	0.158	0.159
		$c_2=1$	0.145	0.159	0.152	0.152
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.137	0.117	0.157	0.137
		$c_2=1$	0.179	0.177	0.178	0.178
$a_3=2$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.186	0.193	0.179	0.186
		$c_2=1$	0.184	0.180	0.176	0.180
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.149	0.119	0.134	0.134
		$c_2=1$	0.168	0.182	0.196	0.182
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.081	0.117	0.045	0.081
		$c_2=1$	0.153	0.147	0.150	0.162
$a_4=5$	$b_1=20$	$c_1=0$	0.170	0.203	0.137	0.170
		$c_2=1$	0.179	0.173	0.170	0.176
	$b_2=25$	$c_1=0$	0.098	0.106	0.102	0.102
		$c_2=1$	0.128	0.111	0.145	0.120
	$b_3=30$	$c_1=0$	0.123	0.138	0.153	0.130
		$c_2=1$	0.156	0.168	0.162	0.150

ตารางที่ 17. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของ *P. tamarensis*
แบบ แฟกตอเรียลที่มี 3 แฟกเตอร์

Source of Variation SOV	df	SS	MS	F
Humic acids,A	3	0.0039	0.0013	6.5 *
Salinity,B	2	0.0167	0.0083	41.5 *
Nutrient - Enrichment,C	1	0.0032	0.0032	16.0 *
AB	6	0.0119	0.0019	9.5 *
AC	3	0.0050	0.0016	8.0 *
BC	2	0.0156	0.0078	39.0 *
ABC	6	0.0030	0.0005	2.5
Error	48	0.0123	0.0002	

* เปิดตาราง $F_{0.05}(f_1, f_2)$

2.7 การศึกษาการแพร่กระจายขนาดของเซลล์

จากการศึกษาตัวอย่างที่ดองด้วย น้ำยาฟอร์มาลิน 5 % ของ *P. tamarensis* ที่ระดับความเค็ม 20 %, เมื่อไม่เติมสารอาหารและมีระดับความเข้มข้นของกรดชีวมิคในน้ำทะเลเป็น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งให้อัตราการเจริญดีที่สุด พบว่า ระยะ log phase เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 38 ไมครอน) และเซลล์ที่มีขนาดเล็ก (38 - 20) มีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเข้าสู่ระยะ log phase ประมาณวันที่ 3. เซลล์ขนาดเล็กจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของประชากรและเซลล์ใหญ่จะเพิ่มปริมาณขึ้นด้วย แต่เมื่อถึงระยะ stationary phase เซลล์ขนาดเล็กยังคงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของประชากร เช่นเดิม ดังแสดงในรูปที่ 47

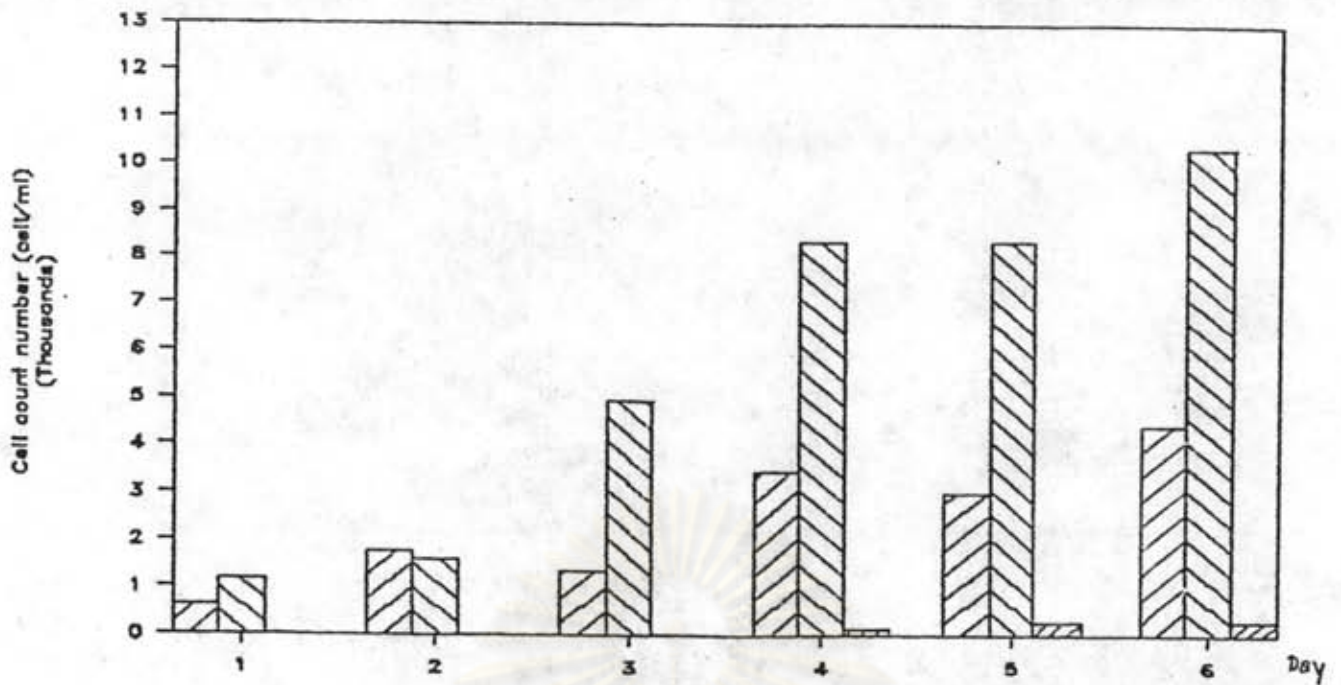
สำหรับที่ระดับความเค็ม 30 %, เมื่อเติมสารอาหารแต่ไม่เติมกรดชีวมิค พบว่า เซลล์ขนาด 20 - 38 ไมครอน จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของประชากรตลอดทุกระยะของการเจริญ ดังแสดงในรูปที่ 48

2.8 การศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์

จากการศึกษาขั้นตอนการแบ่งเซลล์ของ *P. tamarensis* พบว่า ลักษณะการเคลื่อนที่ในขณะแบ่งเซลล์ และรายละเอียดของขั้นตอนการแบ่งเซลล์ที่สังเกตจากเซลล์ที่ย้อมด้วย acetocarmine พบว่าคล้ายคลึงกับการแบ่งเซลล์ของ *P. cohorticula* โดยมีระยะการแบ่งเซลล์แบบ mitotic cell division ดังนี้

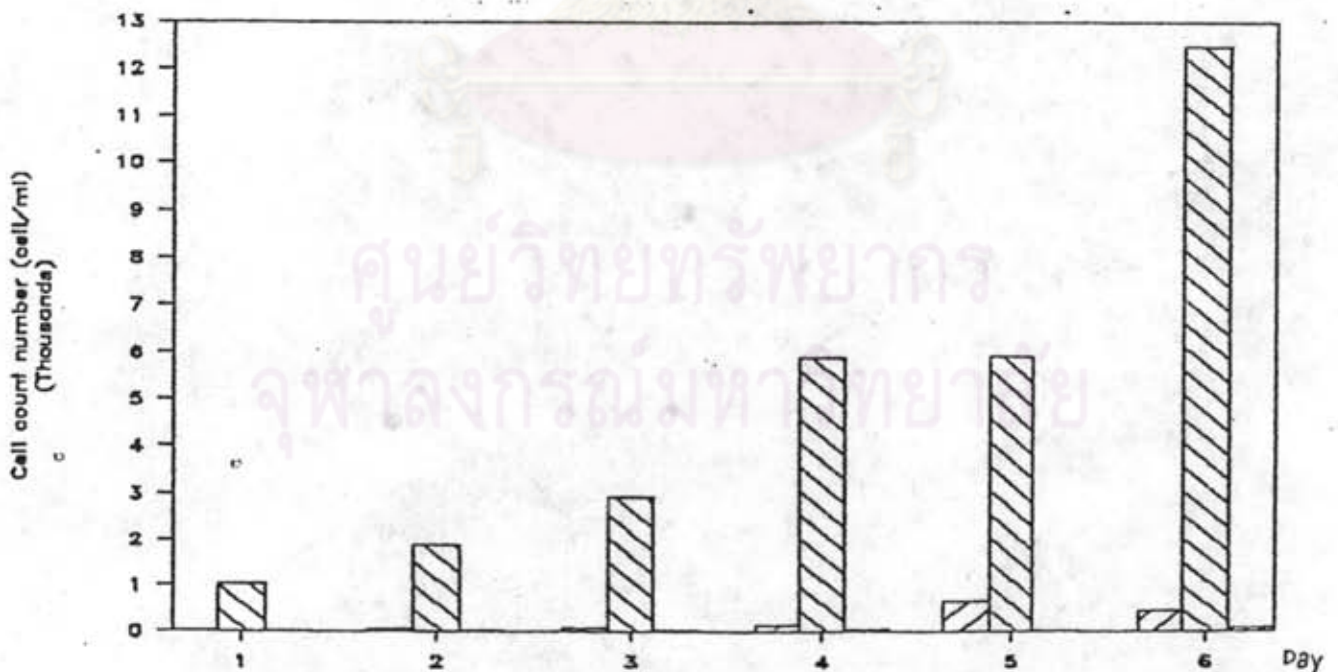
1. ระยะ interphase ดังแสดงในรูปที่ 49
2. ระยะ prophase ดังแสดงในรูปที่ 50, 51
3. ระยะ metaphase
4. ระยะ anaphase ดังแสดงในรูปที่ 52
5. ระยะ telophase ดังแสดงในรูปที่ 53

เซลล์ซึ่งแบ่งเสร็จโดยสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 54-55 จากการสังเกตการแบ่งเซลล์ของ *P. tamarensis* พบว่าเซลล์ที่แบ่งแล้วจะมีการต่อกันเป็นสาย โดยในการศึกษาค้างนี้พบเซลล์ต่อกันมากที่สุด 4 เซลล์ แบ่งเซลล์ใน 1 สาย



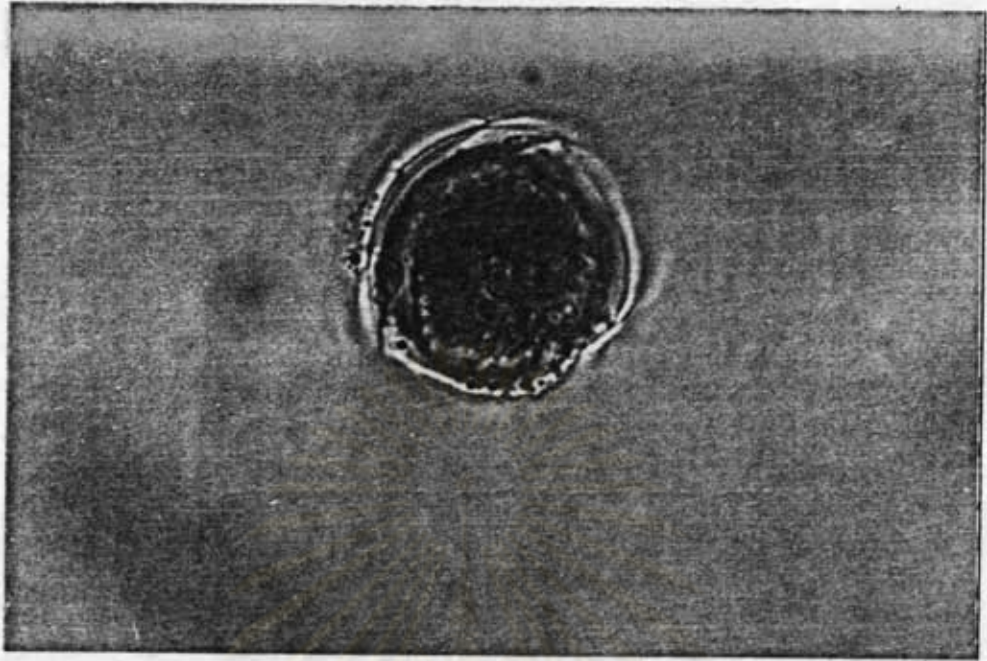
รูปที่ 47. การแพร่กระจายขนาดของเซลล์ *P. tamarensis* ที่ระดับความเต็ม 20 % เมื่อได้รับอิทธิพลของกรดฮิวมิกที่ระดับความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

- ▨ ใหญ่กว่า 38 ไมครอน
- ▧ 20 - 38 ไมครอน
- ▩ เล็กกว่า 20 ไมครอน

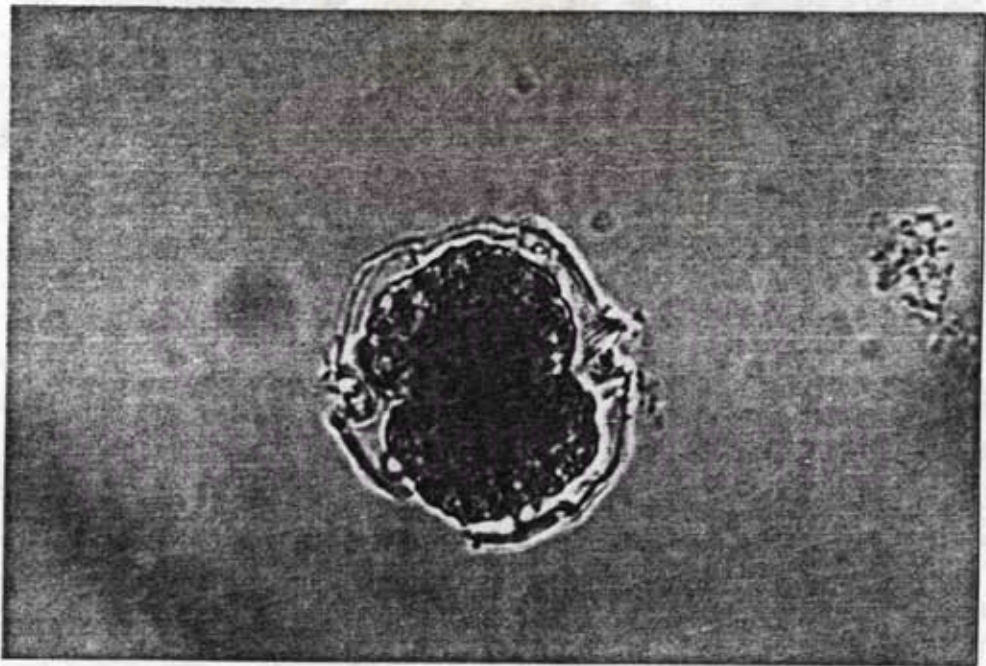


รูปที่ 48. การแพร่กระจายขนาดของเซลล์ *P. tamarensis* ที่ระดับความเต็ม 30 % เมื่อได้รับอิทธิพลของสารอาหาร

- ▨ ใหญ่กว่า 38 ไมครอน
- ▧ 20 - 38 ไมครอน
- ▩ เล็กกว่า 20 ไมครอน



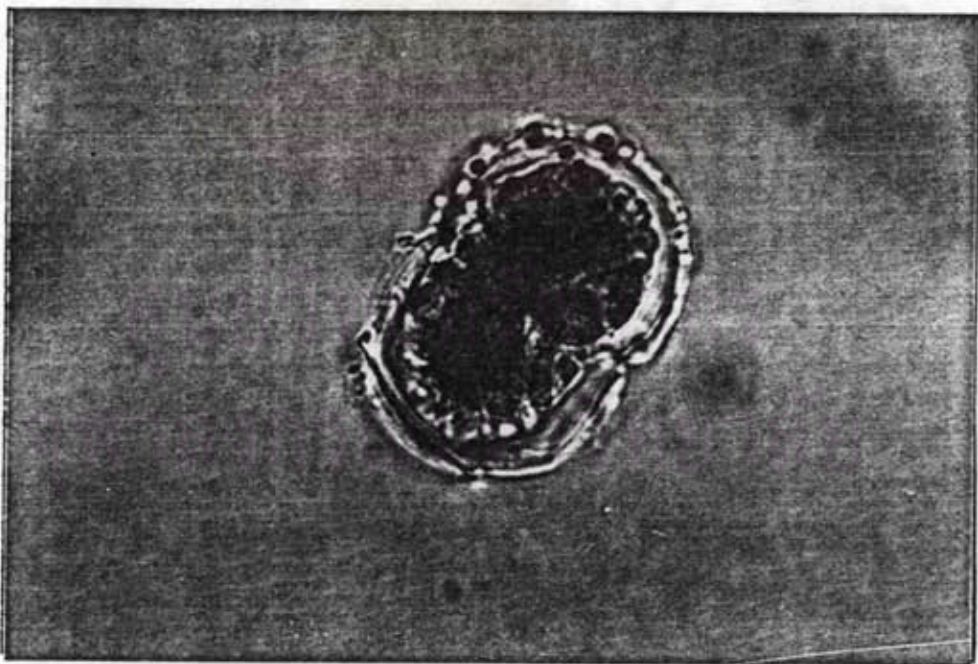
รูปที่ 49. การแบ่งเซลล์ระยะ interphase ของ *P. tamarensis* (x 1,000 เท่า)



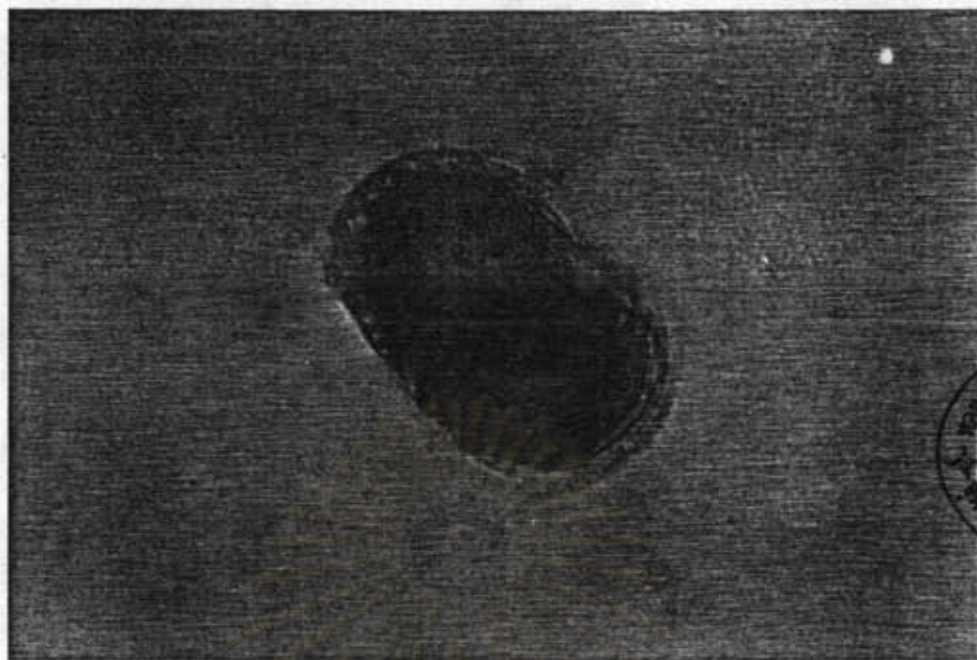
รูปที่ 50. การแบ่งเซลล์ระยะ prophase ของ *P. tamarensis* (x 1,000 เท่า)



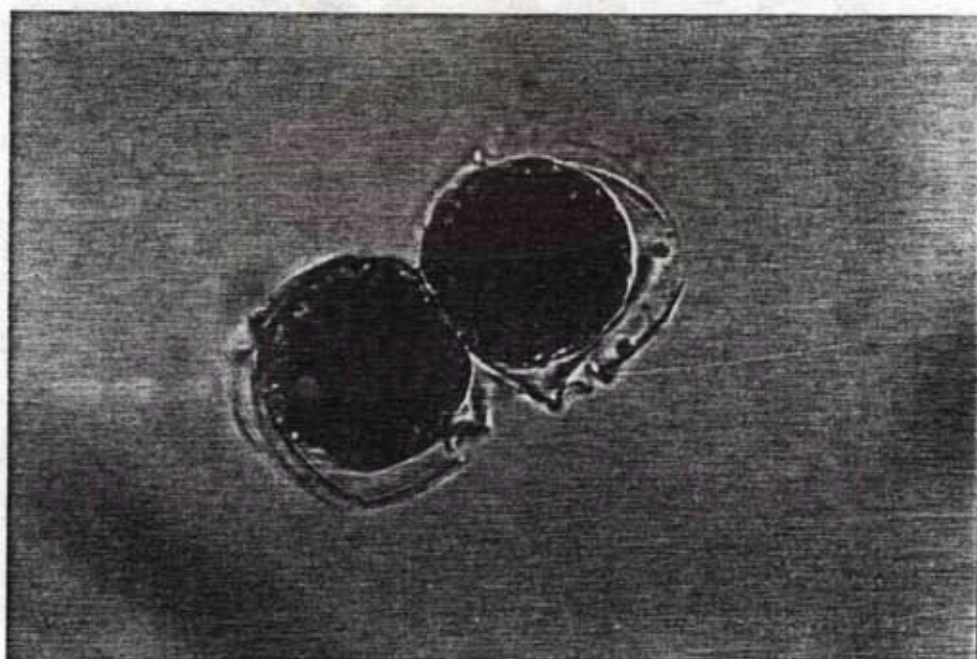
รูปที่ 51. การแบ่งเซลล์ระยะ prophase ของ *P. tamarensis* (x 1,000 เท่า)



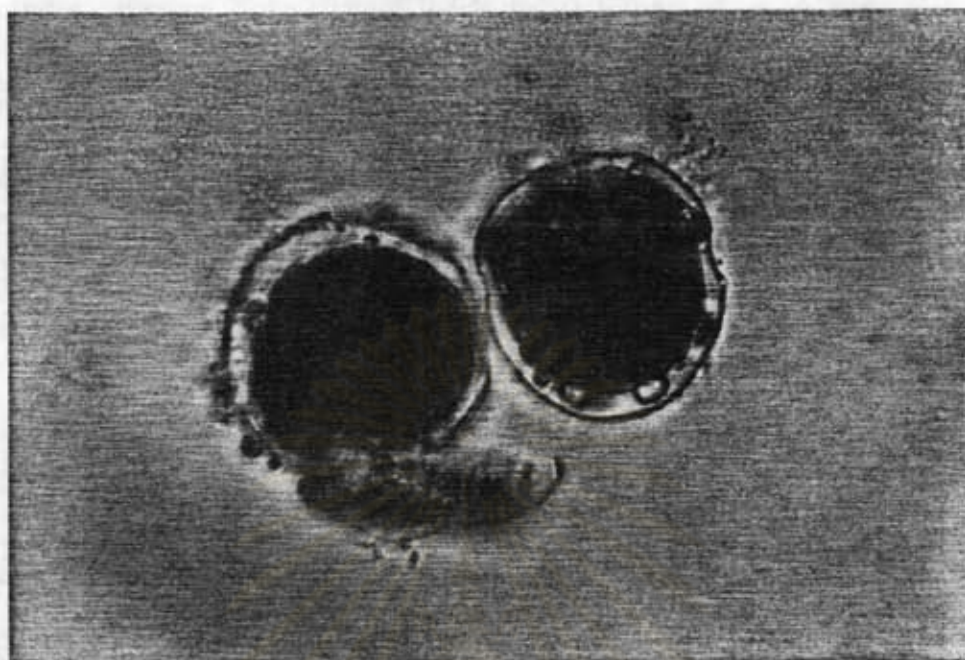
รูปที่ 52. การแบ่งเซลล์ระยะ early anaphase ของ *P. tamarensis*
(x 1,000 เท่า)



รูปที่ 53. การแบ่งเซลล์ระยะ early telophase ของ P. tamarensis (x 1,000 เท่า)



รูปที่ 54. การแบ่งเซลล์ระยะ late telophase ของ P. tamarensis (x 1,000 เท่า)



รูปที่ 55. เซลล์แบ่งตัวเสร็จโดยสมบูรณ์ได้เซลล์ใหม่สองเซลล์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย