

### บทที่ 3

#### ผลการทดลอง

อาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร ที่เตรียมขึ้นสำหรับการทดลองครั้งนี้ มีแหล่งโปรตีนสำคัญ ๆ 2 แหล่งคือ ปลาป่นและปลาหมึกป่น โดยที่กำหนดให้มีระดับโปรตีนในอาหารกุ้งประมาณ 35% ส่วนองค์ประกอบอาหารที่ค่าเป็นอื่น ๆ กำหนดให้มีปริมาณเท่ากัน (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1) ในส่วนขั้นตอนการเตรียมปลาหมึกป่นเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารกุ้งสำเร็จรูป แสดงผลการศึกษากกรรมวิธีดังกล่าวละเอียดต่อไปนี้

#### กรรมวิธีการผลิตปลาหมึกป่น

1. การแยกส่วนวัตถุดิบ เคาะเนื้อเยื่อปลาหมึกจากสะพานปลวแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

- ส่วนหัว
- ส่วนหนัง
- ส่วนเครื่องใน (รวมถุงหมึก)

2. กรรมวิธีก่อนการทำแห้ง ใช้วิธีการฝังด้วยไอน้ำ โดยกำหนดสภาวะที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสภาวะที่ใช้ในการฝังปลาหมึก

ส่วนต่าง ๆ ของปลาหมึก	ความดันไอน้ำ (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
หนัง	35	138	2½
เครื่องในรวมถุงหมึก	35	138	1½
ส่วนหัว	35	138	2
ปลาหมึกกล้วยทั้งตัว	35	138	1½

3. กรรมวิธีการทำแห้ง สภาวะของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำแห้ง ได้แก่

ความดันไอน้ำ	50	บอนด์/ตารางนิ้ว
ความเร็วลูกกลิ้ง	4	รอบ/นาที
ระยะห่างของลูกกลิ้ง	0.01	นิ้ว

การวิเคราะห์คุณภาพปลาหมึกป่น

การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารสำเร็จรูป 4 ชนิด กระทำโดยแยกเอาเฉพาะ ส่วนผลหมากรที่เป็นแหล่งโปรตีนไปวิเคราะห์ ส่วนอัตราส่วนที่ใช้ผลหมากรแต่ละสูตรแสดงให้เห็น ดังตารางที่ 1 แล้ว ผลการวิเคราะห์คุณค่าอาหารตามวิธีของ Jacobs (1958) และ Pearson (1970) และศึกษา Amino Acid Profile ของแหล่งโปรตีนแต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารที่มีในปลาป่นและส่วนต่าง ๆ ของปลาหมึกป่น

องค์ประกอบอาหาร (%)	ปลาป่น	ปลาหมึกกล้วยป่น	หนังปลาหมึกป่น	ส่วนหัวปลาหมึกป่น	เครื่องในปลาหมึกป่น (รวมถุงหมึก)
ไขมัน	7.27	6.61	5.39	3.87	7.01
โปรตีน	51.50	77.70	79.50	66.60	62.50
เถ้า	24.10	6.76	7.92	20.90	12.90
กาก	0.92	0.45	0.49	0.63	1.75
คาร์โบไฮเดรต	0.11	2.81	0.66	2.86	10.29
ความชื้น	6.10	5.67	6.04	5.14	5.55

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ Amino Acid Profile ในปลาป่นและปลาหมึกป่น

ชนิด Amino Acid	(หน่วย mg amino acid / g dry sample )				
	ปลาป่น	ปลาหมึกกล้วยป่น	หนังปลาหมึกป่น	ส่วนหัวปลาหมึกป่น	เครื่องในปลาหมึกป่น (รวมถุงหมึก)
Arginine	38.71	76.24	68.52	50.37	27.59
Histidine	13.67	26.24	15.72	16.35	12.31
Isoleucine	23.84	46.68	24.11	27.62	19.45
Leucine	42.52	93.49	37.37	48.77	34.70
Lysine	45.00	88.78	27.58	40.29	30.16
Methionine	15.66	40.19	24.76	20.65	13.60
Phenylalanine	22.77	47.94	23.71	26.61	22.04
Tryptophan	-	-	-	-	-
Valine	28.60	47.32	22.90	24.89	19.83
Alanine	39.05	71.86	43.74	34.37	25.26
Glycine	43.99	68.33	112.91	47.82	25.55
Aspartic	52.94	116.10	69.01	62.02	46.44
Threonine	24.96	56.58	25.03	27.14	20.95
Serine	22.16	49.21	30.16	27.72	20.23
Glutamic	80.20	177.48	90.09	89.27	62.71
Proline	28.26	48.71	59.04	29.26	20.52
Cysteic acid	6.30	12.46	4.33	6.35	6.57
Tyrosine	19.21	45.37	28.01	26.52	20.40
Ammonia	8.89	15.09	8.76	7.66	8.73

หมายเหตุ Tryptophan สลายตัวในระหว่างเตรียมการทดลอง จึงตรวจไม่พบ

ผลการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร แสดงผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

การเจริญเติบโต

กุ้งกุลาดำที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร มีความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น

เรียงตามลำดับชนิดของอาหารจากสูตร 1-4 ดังนี้คือ  $1.251 \pm 0.096$ ,  $1.245 \pm 0.087$ ,  $1.246 \pm 0.093$ ,  $1.237 \pm 0.076$  เซนติเมตร ส่วนน้ำหนักของลูกกุ้งกุลาดำเฉลี่ยในช่วงเริ่มต้นคือ 0.001 กรัม (ค่าดังกล่าวได้มาจากการสุ่มตัวอย่างลูกกุ้งจำนวน 30 ตัว ซึ่งน้ำหนักรวมแล้วนำมาหารเป็นน้ำหนักลูกกุ้งแต่ละตัวโดยเฉลี่ย ทั้งนี้เพราะลูกกุ้งมีขนาดเล็กมาก ไม่สะดวกในการแยกชั่งน้ำหนักทีละตัวและบังอาจทำให้ลูกกุ้งบอบช้ำได้ง่าย)

ในการเก็บข้อมูลคำนวณการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำ แสดงให้เห็นผลการทดลองดังในตารางที่ 5, 6 และรูปที่ 6, 7 ซึ่งเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับเวลาและน้ำหนักกับเวลา

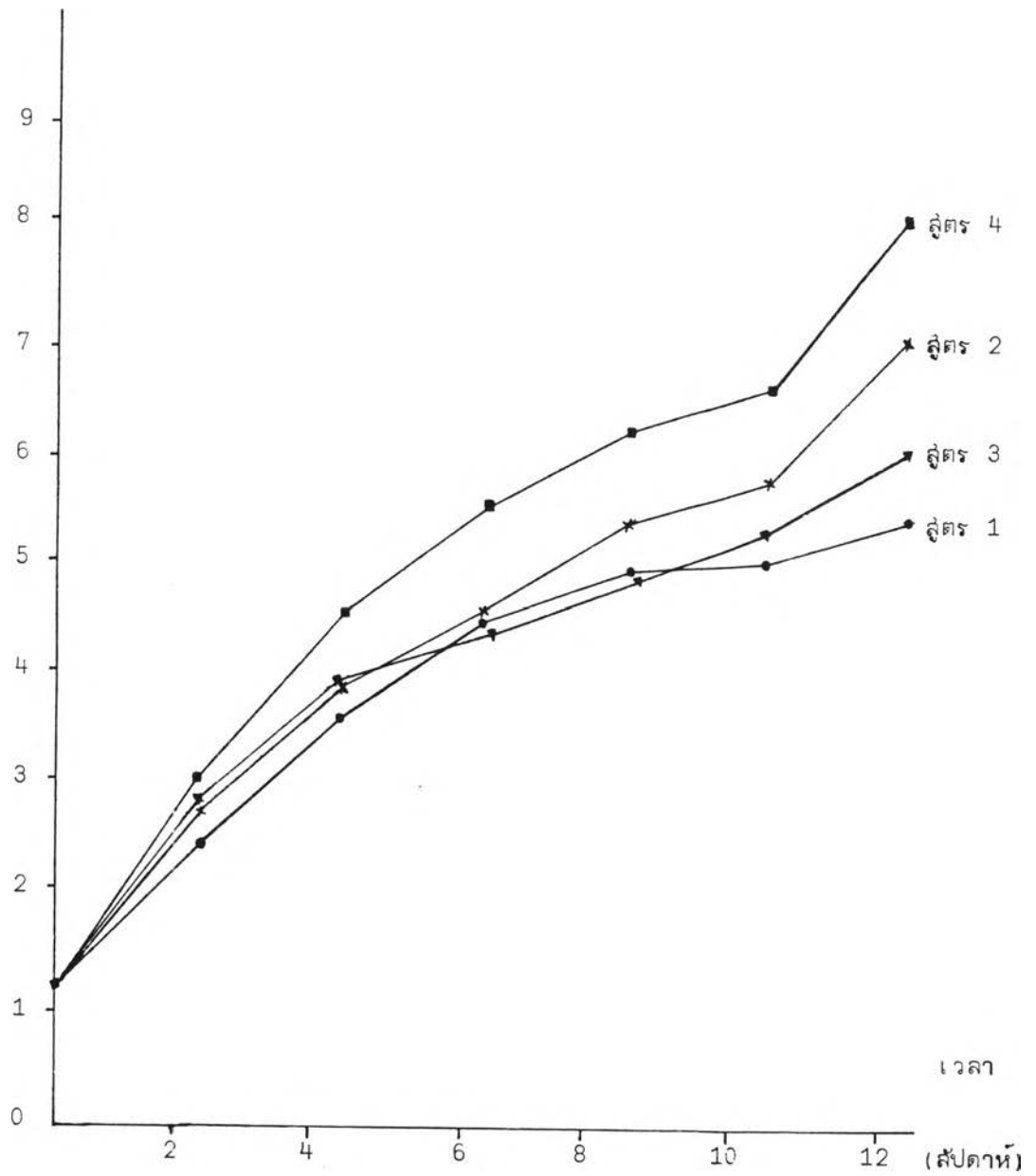
จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่าการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ดูตารางที่ 7 ประกอบผลการวิเคราะห์)

การทดสอบความแตกต่างของอิทธิพลของอาหารต่อการเจริญเติบโต โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 กับอาหารสูตร 1, 2 และ 3 (ดูตารางที่ 8 ประกอบ)

ตารางที่ 5 ข้อมูลแสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร  
(โดยความยาวเฉลี่ย หน่วยเป็นเซนติเมตร)

สูตรอาหาร	บ่อที่	สัปดาห์ที่						
		0	2	4	6	8	10	12
อาหาร	1	1.257	2.348	3.613	4.330	5.000	5.030	5.200
สูตรที่ 1	5	1.242	2.753	3.857	4.770	5.077	5.080	5.863
	9	1.255	2.630	3.717	4.700	5.110	5.293	5.627
	รวม	3.754	7.731	11.187	13.800	15.187	15.403	16.690
	เฉลี่ย	1.251	2.577	3.729	4.600	5.062	5.134	5.563
อาหาร	2	1.263	2.687	3.957	4.750	5.270	5.750	7.353
สูตรที่ 2	6	1.230	2.903	4.080	4.590	5.603	5.947	7.010
	10	1.242	2.943	4.127	4.790	5.647	6.047	7.393
	รวม	3.735	8.533	12.164	14.130	16.520	17.744	21.756
	เฉลี่ย	1.245	2.844	4.055	4.710	5.507	5.915	7.252
อาหาร	3	1.252	2.910	4.207	4.940	5.300	5.670	5.957
สูตรที่ 3	7	1.253	3.007	4.010	4.297	4.850	5.427	5.930
	11	1.233	3.033	4.107	4.417	4.847	5.303	6.813
	รวม	3.738	8.950	12.324	13.654	14.997	16.400	18.700
	เฉลี่ย	1.246	2.983	4.108	4.551	4.999	5.467	6.233
อาหาร	4	1.235	3.133	4.487	5.480	6.590	6.797	8.283
สูตรที่ 4	8	1.230	3.160	4.823	5.963	6.537	6.833	8.413
	12	1.245	3.163	4.773	5.397	5.937	6.597	8.187
	รวม	3.710	9.456	14.083	16.840	19.064	20.227	24.883
	เฉลี่ย	1.237	3.152	4.694	5.613	6.355	6.742	8.294

ความยาว (ซม.)

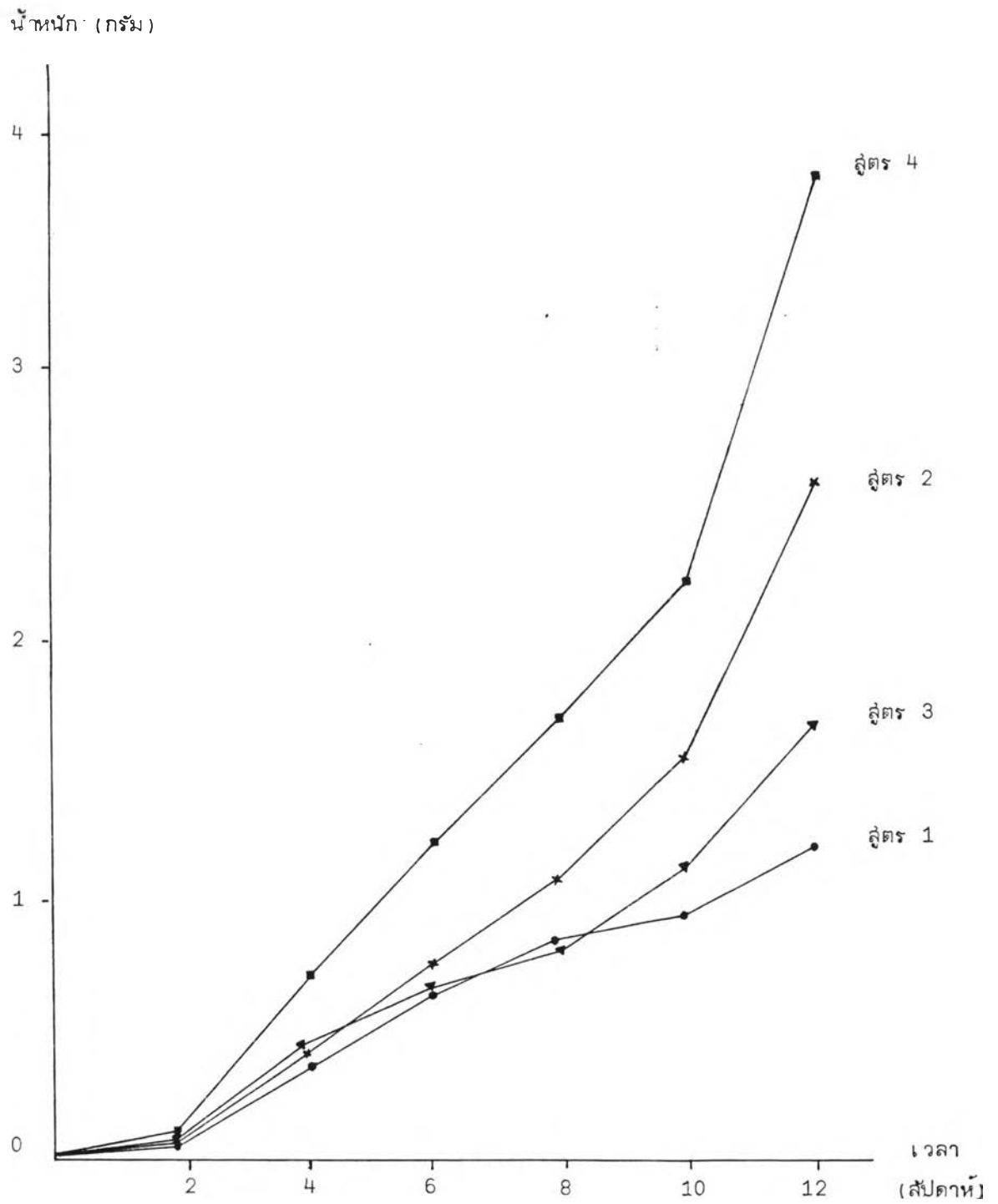


รูปที่ 6 กราฟแสดงการเจริญเติบโตโดยความยาวเฉลี่ยของกิ้งกูดล่าตัวเบาด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 คู่ตอร์



ตารางที่ 6 ข้อมูลแสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร  
(โดยน้ำหนักเฉลี่ย หน่วยเป็นกรัม)

สูตรอาหาร	บ่อที่	สัปดาห์ที่						
		0	2	4	6	8	10	12
อาหาร สูตรที่ 1	1	-	0.049	0.317	0.562	0.799	0.903	1.035
	5	-	0.060	0.391	0.693	0.878	0.963	1.457
	9	-	0.073	0.360	0.714	0.888	1.035	1.241
	รวม	-	0.182	1.068	1.969	2.565	2.901	3.733
	เฉลี่ย	0.001	0.061	0.356	0.656	0.855	0.967	1.244
อาหาร สูตรที่ 2	2	-	0.059	0.433	0.781	0.989	1.406	2.773
	6	-	0.074	0.442	0.723	1.185	1.616	2.393
	10	-	0.089	0.473	0.797	1.178	1.694	2.864
	รวม	-	0.222	1.348	2.301	3.352	4.716	8.030
	เฉลี่ย	0.001	0.074	0.449	0.767	1.117	1.572	2.677
อาหาร สูตรที่ 3	3	-	0.065	0.493	0.858	0.975	1.248	1.434
	7	-	0.075	0.441	0.576	0.795	1.151	1.513
	11	-	0.106	0.458	0.632	0.788	1.093	2.130
	รวม	-	0.246	1.392	2.066	2.558	3.492	5.077
	เฉลี่ย	0.001	0.082	0.464	0.689	0.853	1.164	1.692
อาหาร สูตรที่ 4	4	-	0.089	0.617	1.060	1.902	2.280	3.891
	8	-	0.108	0.775	1.491	1.953	2.327	3.997
	12	-	0.122	0.764	1.128	1.405	2.166	3.724
	รวม	-	0.319	2.156	3.679	5.260	6.773	11.612
	เฉลี่ย	0.001	0.106	0.719	1.226	1.753	2.258	3.871



รูปที่ 7 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำโดยน้ำหนัก ยิงเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร



ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของกุ้งทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

	d.f.	$\Sigma x^2$	$\Sigma xy$	$\Sigma y^2$	Reg. Coef.	Deviation from Regression			$F_{cal}$	
						d.f.	SS	MS		
with in										
อาหารสูตรที่ 1	17	210	23.850	2.879	0.114	16	0.170	0.011	1.75	
อาหารสูตรที่ 2	17	210	50.195	13.085	0.239	16	1.087	0.068		
อาหารสูตรที่ 3	17	210	30.947	5.079	0.147	16	0.518	0.032		
อาหารสูตรที่ 4	17	210	71.897	26.581	0.342	16	1.966	0.123		
						64	3,741	0.059		
Pooled (w)	68	840	176.889	47.623	0.211	67	10.373	0.155		
		Different between slopes					3	6,632	2.211	37.82**
Between (B)	3	0	0	9.889						
W + B	71	840	176.889	57.512		70	20,262			
		Between adjusted means					3	9,889	3,296	21.29**

Comparison of slopes :  $F = \frac{2.211}{0.059} = 37.82$  (d.f. = 3, 64) มีนัยสำคัญยิ่ง

Comparison of elevations :  $F = \frac{3.296}{0.155} = 21.29$  (d.f. = 3, 67) มีนัยสำคัญยิ่ง

หมายเหตุ \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอิทธิพลอาหารทั้ง 4 สูตร ต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

	ชนิดอาหาร			
	สูตร 1	สูตร 3	สูตร 2	สูตร 4
การเจริญเติบโตของ กุ้งกุลาดำ ตลอดช่วง 12 สัปดาห์	น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย 0.690	0.824	1.109	1.656

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้โยงติดต่อกันหมายถึง ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ  
ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นเหนือข้อมูลโยงติดต่อกันหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ  
และค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นติดต่อกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

### อัตราการเจริญเติบโต

สำหรับอาหารสำเร็จรูปที่ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งทดลองดีที่สุด ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปสูตร 4 คือ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.322 กรัม/สัปดาห์ ส่วนอาหารสำเร็จรูปสูตร 2, 3, 1 ให้อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งเฉลี่ยตามลำดับคือ 0.223, 0.141, 0.120 กรัม/สัปดาห์ (ดูตารางที่ 9, 10 และรูปที่ 8 ประกอบ)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของข้อมูลแสดงอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในสัปดาห์ที่ 0-2, 3-4, 8-10 และ 10-12 และไม่พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 4-6 และ 6-8

ส่วนค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโตตลอดการทดลอง จากการเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's new multiple range test พบว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 กับสูตร 1, 2, 3 มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ดูตารางที่ 11, 12 ประกอบ)

### อัตราการตาย

การเก็บข้อมูลของอัตราการตายของกุ้งที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร กระทำโดยการนับจำนวนกุ้งที่เหลือรอดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองรวมระยะเวลา 12 สัปดาห์ แล้วคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ (ดังตารางที่ 13 )

ตลอดช่วงของการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร ปรากฏว่าอาหารสูตร 1 มีอัตราการตายสูงสุดคือ 49.5% ส่วนอาหารสูตร 4 มีอัตราการตายต่ำสุดคือ 29.3% และอาหารสำเร็จรูปอีก 2 สูตร คือ สูตร 2 และ 3 มีอัตราการตายคือ 34% และ 36.8% ตามลำดับ

เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าอัตราการตายที่เกิดจากอิทธิพลของอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จะได้ผลว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 4 มีอัตราการตายต่ำกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ (ดูตารางที่ 14, 15 ประกอบ)

ตารางที่ 9 ข้อมูลแสดงอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร  
(หน่วยเป็นเซนติเมตร/2สัปดาห์)

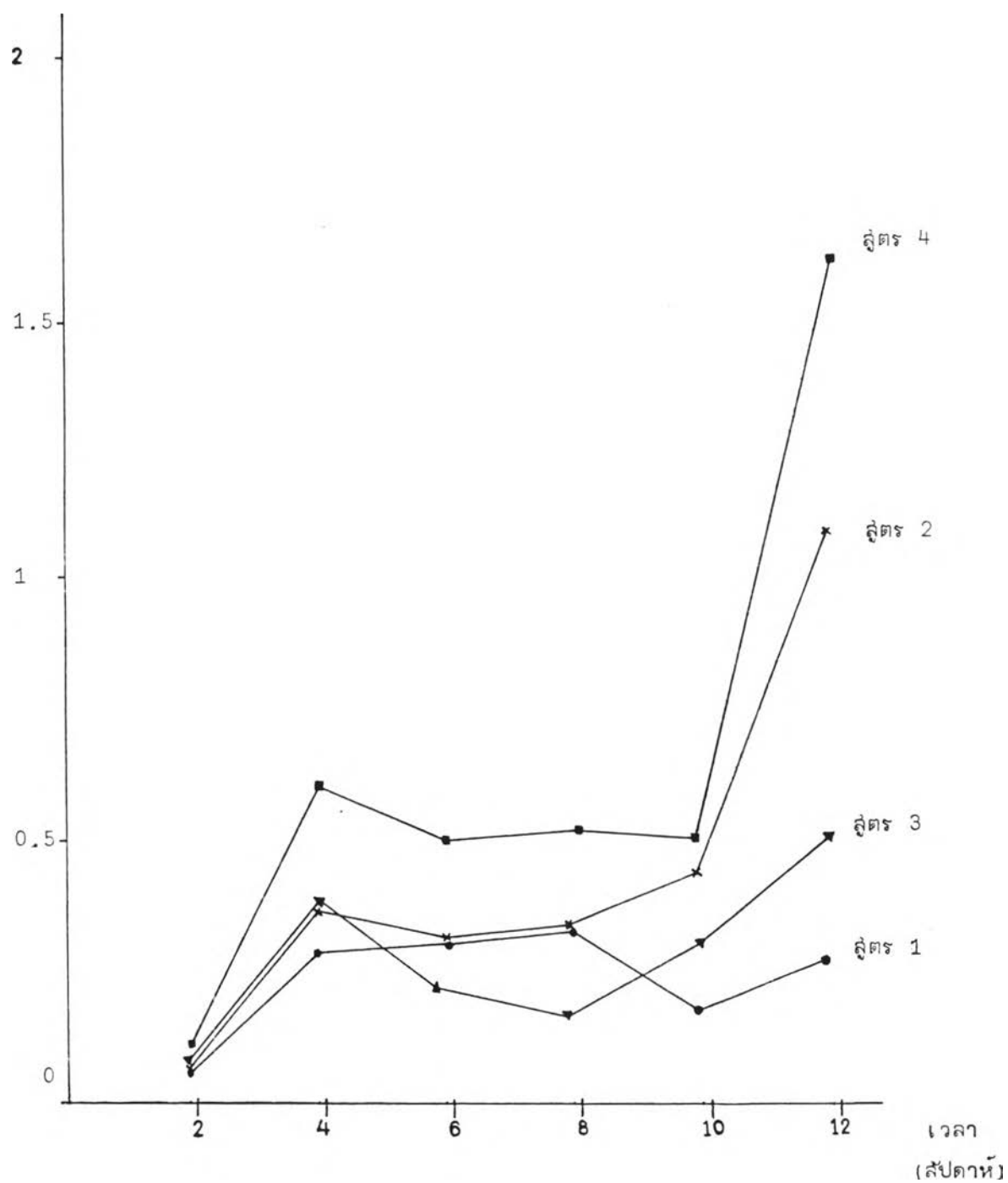
สูตรอาหาร	บ่อที่	สัปดาห์ที่					เฉลี่ย	
		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10		10-12
อาหาร	1	1.091	1.265	0.717	0.670	0.030	0.170	0.657
สูตรที่ 1	5	1.500	1.104	0.913	0.307	0.003	0.783	0.770
	9	1.375	1.087	0.983	0.410	0.183	0.334	0.729
	รวม	3.977	3.456	2.613	1.387	0.216	1.287	-
	เฉลี่ย	1.326	1.152	0.871	0.462	0.072	0.429	0.719
อาหาร	2	1.424	1.270	0.793	0.520	0.480	1.603	1.015
สูตรที่ 2	6	1.673	1.177	0.510	1.013	0.344	1.063	0.963
	10	1.701	1.184	0.663	0.857	0.400	1.346	1.025
	รวม	4.798	3.631	1.966	2.390	1.224	4.012	-
	เฉลี่ย	1.599	1.210	0.655	0.797	0.408	1.337	1.001
อาหาร	3	1.658	1.297	0.733	0.360	0.370	0.287	0.784
สูตรที่ 3	7	1.754	1.003	0.287	0.553	0.577	0.503	0.780
	11	1.800	1.074	0.310	0.430	0.456	1.510	0.930
	รวม	5.212	3.374	1.330	1.343	1.403	2.300	-
	เฉลี่ย	1.737	1.125	0.443	0.448	0.468	0.767	0.831
อาหาร	4	1.898	1.354	0.993	1.110	0.207	1.486	1.175
สูตรที่ 4	8	1.930	1.663	1.140	0.574	0.296	1.580	1.197
	12	1.918	1.610	0.624	0.540	0.660	1.590	1.157
	รวม	5.746	4.627	2.757	2.224	1.163	4.656	-
	เฉลี่ย	1.915	1.542	0.919	0.741	0.398	1.552	1.176



ตารางที่ 10 ข้อมูลแสดงอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกือลาดำที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร  
(หน่วยเป็น กรัม/2 สัปดาห์)

สูตรอาหาร	บ่อที่	สัปดาห์ที่						เฉลี่ย
		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	
อาหาร	1	0.048	0.268	0.245	0.237	0.104	0.132	0.172
สูตรที่ 1	5	0.059	0.331	0.302	0.185	0.085	0.494	0.243
	9	0.072	0.287	0.354	0.596	0.336	0.206	0.309
	รวม	0.179	0.886	0.901	1.018	0.525	0.832	-
	เฉลี่ย	0.060	0.295	0.300	0.339	0.175	0.277	0.241
อาหาร	2	0.058	0.374	0.348	0.208	0.417	1.367	0.462
สูตรที่ 2	6	0.073	0.368	0.281	0.462	0.431	0.777	0.399
	10	0.088	0.384	0.324	0.381	0.516	1.170	0.477
	รวม	0.219	1.126	0.953	1.051	1.364	3.314	-
	เฉลี่ย	0.073	0.375	0.318	0.350	0.455	1.105	0.446
อาหาร	3	0.064	0.428	0.365	0.117	0.273	0.186	0.239
สูตรที่ 3	7	0.074	0.366	0.135	0.219	0.356	0.362	0.252
	11	0.105	0.352	0.174	0.156	0.305	1.037	0.355
	รวม	0.243	1.146	0.674	0.492	0.934	1.585	-
	เฉลี่ย	0.081	0.382	0.225	0.164	0.311	0.528	0.282
อาหาร	4	0.038	0.528	0.443	0.842	0.378	1.611	0.648
สูตรที่ 4	8	0.107	0.667	0.716	0.462	0.374	1.670	0.666
	12	0.121	0.642	0.364	0.277	0.761	1.558	0.621
	รวม	0.316	1.837	1.523	1.581	1.513	4.839	-
	เฉลี่ย	0.105	0.612	0.508	0.527	0.504	1.613	0.645

อัตราการเจริญเติบโต (กรัม)



รูปที่ 8 กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาค่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหาร

สำเร็จรูป 4 สูตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

(Analysis of Covariance)

characteristic	Source of Variation	df	Sum of Products			df	Yadjusted for X				
			X, X	X, Y	Y, Y		SS	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>table</sub>	
										5X	1X
สัปดาห์ที่ 0-2	Total	11	0.706	0.052	$5.516 \times 10^{-3}$						
	Replication	2	0.097	0.011	$2.062 \times 10^{-3}$						
	Treatment	3	0.557	0.041	$3.315 \times 10^{-3}$						
	Error	6	0.052	$4.34 \times 10^{-4}$	$1.396 \times 10^{-4}$	5	$1.362 \times 10^{-4}$	$2.725 \times 10^{-3}$			
	Treatment+Error	9	0.609	0.041	$3.455 \times 10^{-3}$	8	$7.199 \times 10^{-4}$				
	Treatment adjusted					3	$5.837 \times 10^{-4}$	$1.946 \times 10^{-4}$	7.14*	5.41	12.06
สัปดาห์ที่ 2-4	Total	11	0.463	0.257	0.184						
	Replication	2	$9.211 \times 10^{-3}$	$4.003 \times 10^{-3}$	$2.245 \times 10^{-3}$						
	Treatment	3	0.336	0.225	0.168						
	Error	6	0.117	0.036	0.014	5	$3.430 \times 10^{-3}$	$6.861 \times 10^{-4}$			
	Treatment+Error	9	0.454	0.261	0.182	8	0.032				
	Treatment adjusted					3	0.029	$9.515 \times 10^{-3}$	11.87**	5.47	12.06
สัปดาห์ที่ 4-6	Total	11	0.775	0.352	0.237						
	Replication	2	0.054	0.014	$6.903 \times 10^{-3}$						
	Treatment	3	0.429	0.182	0.130						
	Error	6	0.291	0.155	0.100	5	0.017	$3.422 \times 10^{-3}$			
	Treatment+Error	9	0.721	0.338	0.230	8	0.072				
	Treatment adjusted					3	0.055	0.018	5.36	5.41	12.06
สัปดาห์ที่ 6-8	Total	11	0.721	0.407	0.503						
	Replication	2	0.022	$2.975 \times 10^{-4}$	$1.045 \times 10^{-3}$						
	Treatment	3	0.301	0.165	0.198						
	Error	6	0.398	0.242	0.304	5	0.157	0.031			
	Treatment+Error	9	0.699	0.408	0.502	8	0.264				
	Treatment adjusted					3	0.108	0.036	1.15	5.41	12.06
สัปดาห์ที่ 8-10	Total	11	0.450	0.309	0.346						
	Replication	2	0.052	0.066	0.085						
	Treatment	3	0.285	0.170	0.199						
	Error	6	0.113	0.073	0.063	5	0.016	$3.105 \times 10^{-3}$			
	Treatment+Error	9	0.398	0.243	0.262	8	0.113				
	Treatment adjusted					3	0.098	0.033	10.48*	5.41	12.06
สัปดาห์ที่ 10-12	Total	11	3.598	3.567	5.887						
	Replication	2	0.199	0.117	0.075						
	Treatment	3	2.392	2.720	3.224						
	Error	6	1.007	0.750	0.588	5	0.029	$5.822 \times 10^{-3}$			
	Treatment+Error	9	3.398	3.470	3.812	8	0.270				
	Treatment adjusted					3	0.240	0.080	13.62**	5.41	12.06

หมายเหตุ

\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

\*\*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอิทธิพลอาหารทั้ง 4 สูตร ต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

Characteristic	treatments				
สัปดาห์ที่ 0-2	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
	ความยาวกุ้งเฉลี่ย	1.326	1.599	1.737	1.913
	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
	น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย	0.060	0.073	0.081	0.105
สัปดาห์ที่ 2-4	ชนิดอาหาร	สูตร 3	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 4
	ความยาวกุ้งเฉลี่ย	1.125	1.152	1.210	1.542
	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
	น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย	0.295	0.375	0.382	0.612
สัปดาห์ที่ 8-10	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 4	สูตร 2	สูตร 3
	ความยาวกุ้งเฉลี่ย	0.072	0.388	0.408	0.468
	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 3	สูตร 2	สูตร 4
	น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย	0.175	0.311	0.455	0.504
สัปดาห์ที่ 10-12	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 3	สูตร 2	สูตร 4
	ความยาวกุ้งเฉลี่ย	0.429	0.767	1.337	1.552
	ชนิดอาหาร	สูตร 1	สูตร 3	สูตร 2	สูตร 4
	น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย	0.277	0.928	1.105	1.613

#### หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้โยงติดต่อกันหมายถึง ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ  
 ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นเหนือข้อมูลโยงติดต่อกันหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ  
 และค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นติดต่อกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ตารางที่ 13 ข้อมูลแสดงอัตราการตาย และอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำที่ทดลองเลี้ยงด้วย  
อาหารสำเร็จรูป 4 สูตร (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)

สูตรอาหาร	บ่อที่	จำนวนกุ้ง เริ่มต้น (ตัว)	จำนวนกุ้งที่เหลือรอด (ตัว)	อัตราการตาย (%)	อัตราการรอด (%)
อาหารสูตรที่ 1	1	200	98	51	49
	5	200	104	48	52
	9	200	101	49.5	50.5
	เฉลี่ย	200	101	49.5	50.5
อาหารสูตรที่ 2	2	200	134	33	67
	6	200	129	35.5	64.5
	10	200	133	33.5	66.5
	เฉลี่ย	200	132	34	66
อาหารสูตรที่ 3	3	200	123	38.5	61.5
	7	200	131	34.5	65.5
	11	200	125	37.5	62.5
	เฉลี่ย	200	126.3	36.8	63.2
อาหารสูตรที่ 4	4	200	138	31	69
	8	200	141	29.5	70.5
	12	200	145	27.5	72.5
	เฉลี่ย	200	141.3	29.3	70.7

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการตายของกุ้งทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบ Randomized Complete Block

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	Fcal	F <sub>table</sub>	
					5%	1%
Treatment	3	670.083	223.361	77.504**	4.76	9.78
Block	2	5.542	2.771	0.961		
Error	6	17.292	2.882			
Total	11	692.917				

หมายเหตุ \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอิทธิพลอาหารทั้ง 4 สูตร ต่ออัตราการตายของกุ้งกุลาดำ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

	ชนิดอาหาร			
	สูตร 4	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 1
ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย	29.3	34.0	36.8	49.5

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้โดยติดต่อกันหมายถึง ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ

ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นเหนือข้อมูลโดยติดต่อกันหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

และค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นติดต่อกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อัตราการแปรเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food Conversion Rate)

อัตราการแปรเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ให้ค่าเรียงลำดับจากดีที่สุดที่สุดดังนี้คือ อาหารสูตร 4, 2, 3, 1 โดยมีค่าเท่ากับ 2.20, 3.43, 5.81, 9.82 ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 อัตราการแปรเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food Conversion Rate)

สูตรอาหาร	บ่อที่	น้ำหนักกุ้งก่อนทดลอง (กรัม)	น้ำหนักกุ้งหลังทดลอง (กรัม)	น้ำหนักอาหารรวม (กรัม)	Food Conversion Rate
อาหารสูตรที่ 1	1	0.2	101.4	1,203	11.89
	5	0.2	151.5	1,203	7.95
	9	0.2	125.3	1,203	9.62
	เฉลี่ย	0.2	126.07	1,203	9.82
อาหารสูตรที่ 2	2	0.2	371.6	1,203	3.24
	6	0.2	308.7	1,203	3.90
	10	0.2	380.9	1,203	3.16
	เฉลี่ย	0.2	353.73	1,203	3.43
อาหารสูตรที่ 3	3	0.2	176.4	1,203	6.83
	7	0.2	198.2	1,203	6.08
	11	0.2	266.3	1,203	4.52
	เฉลี่ย	0.2	213.63	1,203	5.81
อาหารสูตรที่ 4	4	0.2	536.9	1,203	2.24
	8	0.2	563.6	1,203	2.14
	12	0.2	539.8	1,203	2.23
	เฉลี่ย	0.2	546.77	1,203	2.20

การประเมินผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่

การประเมินผลผลิตของกึ่งกุลาดำต่อหน่วยพื้นที่ ไร่ ๑ เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองใน  
สัปดาห์ที่ 12 (ดังแสดงในตารางที่ 17 )

ตารางที่ 17 ข้อมูลแสดงผลผลิตของกึ่งกุลาดำที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหาร 4 สูตร

สูตรอาหาร	น้ำหนักกึ่งเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 12 (กรัม)	น้ำหนักกึ่งเฉลี่ยต่อตารางเมตร (กรัม/ตารางเมตร)
อาหารสูตรที่ 1	126.07	40.129
อาหารสูตรที่ 2	353.73	112.596
อาหารสูตรที่ 3	213.63	68.001
อาหารสูตรที่ 4	546.77	174.042

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลองโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) กับ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความน่าจะเป็น 0.05 ปรากฏว่าผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ดังตารางที่ 18, 19 ตามลำดับ) และอาหารสำเร็จรูปสูตร 1 ไม่มีความแตกต่างจากสูตร 3 อย่างมีนัยสำคัญ

ในด้านราคาและน้ำหนักอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร ที่ใช้เลี้ยงกึ่งกุลาดำ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

อาหารสูตรที่ 1	ราคากิโลกรัมละ	12.19 บาท	ใช้ในการทดลอง	1.2 กก.
อาหารสูตรที่ 2	ราคากิโลกรัมละ	12.06 บาท	ใช้ในการทดลอง	1.2 กก.
อาหารสูตรที่ 3	ราคากิโลกรัมละ	5.44 บาท	ใช้ในการทดลอง	1.2 กก.
อาหารสูตรที่ 4	ราคากิโลกรัมละ	8.81 บาท	ใช้ในการทดลอง	1.2 กก.

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของกุ้งทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป 4 สูตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Randomized Complete Block

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	Fcal	Ftable	
					5%	1%
Treatment	3	30727.424	10242.475	85.914**	4.76	9.78
Block	2	213.602	106.801	.896		
Error	6	715.310	119.218			
Total	11	31656.335				

หมายเหตุ \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของอิทธิพลอาหารทั้ง 4 สูตร ต่อผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของกุ้งกุลาดำ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่	ค่าเฉลี่ย	ชนิดอาหาร			
		สูตร 1	สูตร 3	สูตร 2	สูตร 4
		40.129	68.001	112.596	174.042

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นเหนือข้อมูลโยงติดต่อกันหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีนัยสำคัญ และค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นติดต่อกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

### การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพน้ำที่ใช้ทดลอง เสียงอันได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ต่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณไนโตรที่ ได้ทำการตรวจวัดตามที่กำหนดไว้ในบทวิธีดำเนินการ ซึ่งแสดงให้เห็นผลดังนี้

1. อุณหภูมิ ตลอดระยะเวลาในการทดลอง ไม่พบความผันแปรของอุณหภูมิเท่าใดนัก แต่ในช่วงวันอาจมีความแตกต่างบ้างเล็กน้อย คือช่วงกลางวัน น้ำจะมีอุณหภูมิสูงกว่าช่วงกลางคืนเล็กน้อย อุณหภูมิตรวจวัดอยู่ ในช่วง 27°-29°ซ
2. ความเค็ม ความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งมีค่าประมาณ 30 ส่วนในพันส่วน ซึ่งได้พยายามควบคุมให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มนี้
3. ความเป็นกรด-ต่างของน้ำ จากข้อมูลที่ได้ตลอดการทดลองไม่พบว่ามีความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ต่างของน้ำที่ใช้ทดลอง เสียงกุ้งกล่าวคือ น้ำที่ใช้เลี้ยงมีค่าความเป็นกรด-ต่างของน้ำในช่วง 6.5-7.0
4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ทำการเก็บข้อมูลสัปดาห์ละครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากได้จัดเตรียมอากาศพ่นลงบ่อเลี้ยงตลอดเวลา จึงไม่มีปัญหาการขาดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง 5.1-5.8 มิลลิลิตร/ลิตร
5. ไนโตรที่ ไนโตรที่เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ตีตัวหนึ่ง จึงทำการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อป้องกันกาเกิดปัญหาน้ำเสีย และตลอดช่วงการทดลองก็ไม่พบปัญหาแต่อย่างใด ค่าที่ตรวจพบมีค่าประมาณ 0-0.1 มิลลิกรัม/ลิตร