ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ภาพเชื้อ *Salmonella enterica* Weltevreden (DMST 17375)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-1 ลักษณะโคโลนีของ *S. enterica* Welteverden (DMST 17375) ที่เจริญในอาหาร Brain Heart Infusion Agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ภาพ ก-2 ลักษณะโคโลนีของ *S. enterica* Welteverden (DMST 17375) ที่เจริญในอาหาร Brain Heart Infusion Agar โดยวิธีการ Drop Plate บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

วิธีการพื้นฐานในการตรวจหาจุลินทรีย์ในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การย้อมสีกรัม (Gram's stain)

- ใช้ห่วงถ่ายเชื้อ แตะน้ำสะอาดลงบนแผ่นสไลด์จำนวน 1 ห่วง
- ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแตะเชื้อลงบนหยดน้ำบนแผ่นสไลด์ เกลี่ย (smear) ให้กระจาย
- ปล่อยให้แห้งในอากาศ แล้วนำไปผ่านเปลวไฟ (heat fixed) ประมาณ 1 วินาที
- หยดสารละลาย crystal violet ลงไปให้ท่วมรอย smear ทิ้งไว้นาน 30 วินาที เทสารละลายทิ้ง ล้างด้วยน้ำเบา ๆ
- หยดสารละลาย gram's iodine ลงไปให้ท่วมรอย smear ทิ้งไว้นาน 30 วินาที เทสารละลายทิ้ง ล้างด้วยน้ำเบา ๆ
- ล้างด้วย 95 % ethanol อย่างรวดเร็วจนไม่มีสีน้ำเงินของสารละลาย crystal violet ออกมา แต่ต้องไม่เกิน 20 นาที ล้างด้วยน้ำเบา ๆ
- หยดสารละลาย carbon fuchsin ลงไปให้ท่วมลอย smear ทิ้งไว้นาน 5 วินาที เทสารละลายทิ้ง ล้างด้วยน้ำเบา ๆ ซับออกให้แห้งดี นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บันทึกลักษณะการติดสีกรัมและรูปร่างลักษณะของเซลล์

2. วิธีคำนวณ colony from unit (cfu)/gram or ml

$$N = \frac{\varepsilon C}{V(n_1 + 0.1\, n_2)\, d_1}$$

เมื่อ N = จำนวน cfu/g(ml)

V = ปริมาตรของ inoculum (สารละลายเชื้อที่ใช้ตรวจ)

n_1 = จำนวนจานเลี้ยงเชื้อที่ความเข้มข้นแรก

n_2 = จำนวนจานเลี้ยงเชื้อที่ความเข้มข้นที่ 2

d_1 = ระดับความเข้มข้นแรก

C = จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่นับได้จากจานเลี้ยงเชื้อทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

โปรแกรม LEKSAWASDI RSS MINIMISATION

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรแกรม LEKSAWASDI RSS MINIMISATION

โปรแกรม LEKSAWASDI RSS MINIMISATION ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย ดร. นพพล เล็กสวัสดิ์ สร้างขึ้นโดยการเขียนชุดคำสั่งของ Visual basic for Application (VBA) ใน Microsoft® Excel 2000 เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการค้นหาค่าของพารามิเตอร์ ที่กำหนดให้ได้อย่างละเอียด และมีความเหมาะสมที่จะใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะรูปกราฟเป็นแบบ Sigmoid curve เช่น การนำไปใช้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเอนไซม์ หรือประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การเจริญของจุลินทรีย์ (Leksawasdi N. *et al*., 2001)

ในงานวิจัยแบบอิสระนี้จะนำโปรแกรมมาใช้หาค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ 4 ค่า คือ A, B, C และ M ที่เป็นพารามิเตอร์ใน Gompertz equation ซึ่งจะวิเคราะห์จากการนำค่าของปริมาณเชื้อที่ตรวจนับได้ ในช่วงการทดลอง มากำหนดให้โปรแกรมทำการสร้างสมการเส้นโค้งที่สมบูรณ์ (Fitted curved) และค้นหาค่าของพารามิเตอร์ที่ต้องการ 4 ค่า ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ประกอบอยู่ใน Gompertz equation

โปรแกรมนี้จะมีความสามารถในการค้นหาค่าของข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละชุดการทดลอง โดยจะพยายามสร้างเส้นกราฟที่ดีที่สุด สังเกตได้จากการที่โปรแกรมจะพยายามค้นหาข้อมูลจนกระทั่งได้ค่า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด จึงจะหยุดการค้นหา

ส่วนประกอบสำคัญของหน้าต่างโปรแกรม มีดังนี้

1. ส่วนของพารามิเตอร์ A, C, B และ M ซึ่งก่อนทำการประมวลผลต้องทำการกำหนดช่วง Upper bound และ Lower bound ให้กับแต่ละพารามิเตอร์ เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องและ เหมาะสมกับช่วงของข้อมูลมากที่สุด

2. คอลัมน์ t เป็นคอลัมน์ที่ใช้เติมข้อมูลช่วงเวลาทั้งหมดในการทดลอง

3. คอลัมน์ Nt(exp) เป็นคอลัมน์ที่กำหนดให้เติมข้อมูลจำนวนเชื้อที่ตรวจนับได้จริงในแต่ละช่วงเวลา

4. คอลัมน์ Nt(predict) เป็นคอลัมน์จำนวนของเชื้อ ที่ได้จากการทำนายโดยโปรแกรมซึ่งได้มาจากการที่โปรแกรมคำนวณตามสูตรของ Modified Gompertz's equation

5. คอลัมน์ Residual, RSS และ Predict เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม

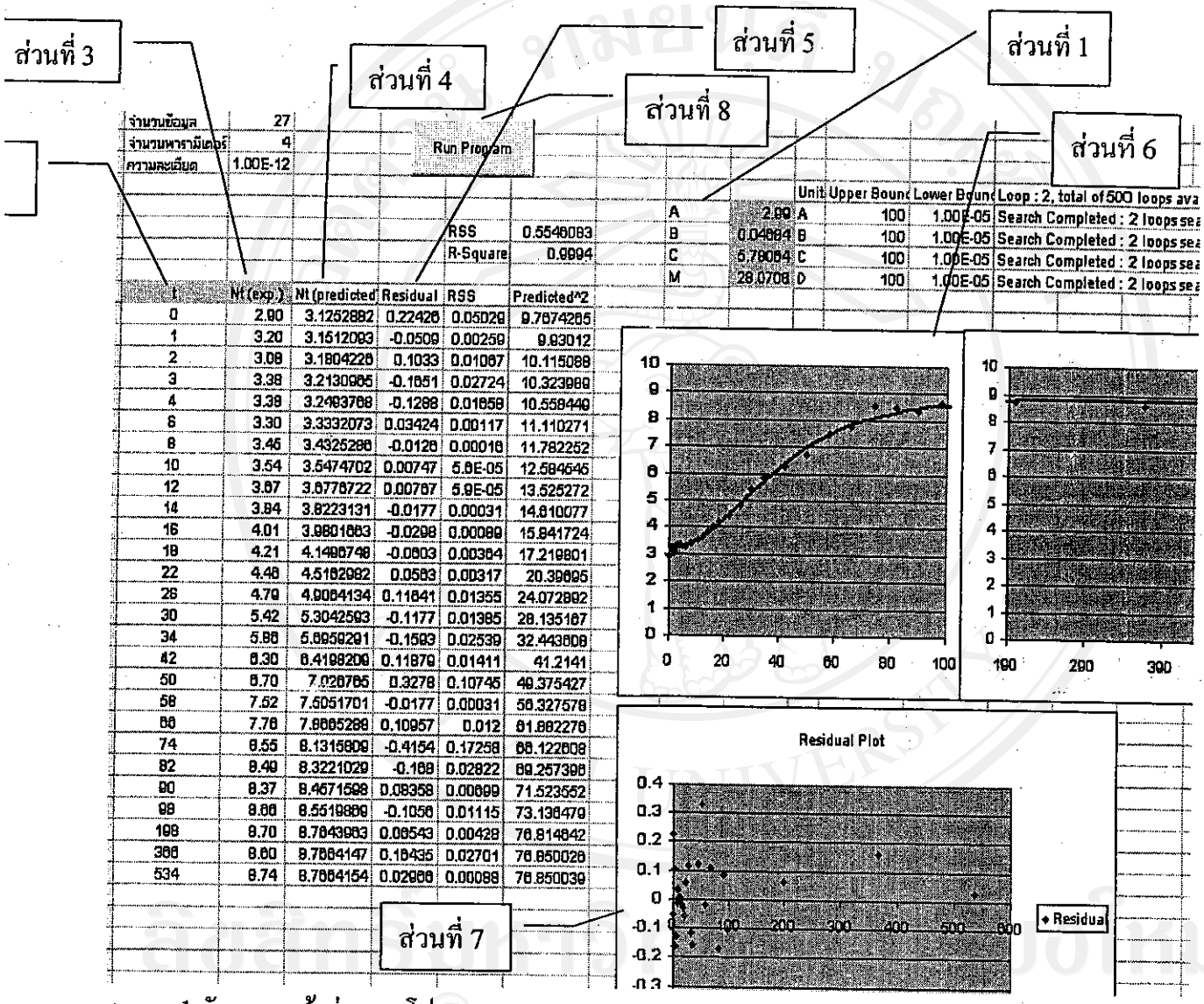
6. กราฟการเจริญ แสดงกราฟจากข้อมูลของเชื้อที่นับได้ จากการทดลองจริงเปรียบเทียบกับกราฟที่ได้จากข้อมูลที่เชื้อทำนายได้

7. กราฟ Residual Plot แสดงค่าการกระจายของข้อมูลว่ามีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอหรือไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

8. ปุ่ม Run Program เป็นปุ่มที่กำหนดการเริ่มทำงานของโปรแกรมหลังจากที่มีการเติมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว

ลักษณะของหน้าต่างโปรแกรมแสดงดังภาพ ค-1



t	Nt (exp.)	Nt (predicted	Residual	RSS	Predicted^2
0	2.90	3.1252882	0.22426	0.05029	9.7674265
1	3.20	3.1512093	-0.0509	0.00259	9.93012
2	3.08	3.1804226	0.1033	0.01067	10.115089
3	3.38	3.2130985	-0.1651	0.02724	10.323988
4	3.38	3.2493768	-0.1288	0.01659	10.558449
6	3.30	3.3332073	0.03424	0.00117	11.110271
8	3.46	3.4325288	-0.0126	0.00016	11.782252
10	3.54	3.5474702	0.00747	5.6E-05	12.584645
12	3.67	3.6778722	0.00787	5.9E-05	13.525272
14	3.84	3.8223131	-0.0177	0.00031	14.610077
16	4.01	3.9801883	-0.0298	0.00089	15.841724
18	4.21	4.1496748	-0.0803	0.00364	17.219801
22	4.48	4.5162982	0.0563	0.00317	20.39695
26	4.79	4.9084134	0.11841	0.01355	24.072892
30	5.42	5.3042593	-0.1177	0.01385	28.135187
34	5.86	5.6959291	-0.1593	0.02539	32.443808
42	6.30	6.4198209	0.11879	0.01411	41.2141
50	6.70	7.026765	0.3278	0.10745	49.375427
58	7.52	7.5051701	-0.0177	0.00031	56.327578
66	7.76	7.8665288	0.10957	0.012	61.882278
74	8.55	8.1315809	-0.4154	0.17258	66.122608
82	8.49	8.3221029	-0.169	0.02822	69.257398
90	8.37	8.4671598	0.09358	0.00899	71.523552
98	8.66	8.5519889	-0.1056	0.01115	73.136479
198	9.70	8.7843983	0.09543	0.00428	76.814842
386	9.60	9.7864147	0.19435	0.02701	76.850026
534	9.74	9.7864154	0.02986	0.00088	76.850039

		Unit	Upper Boun	Lower Boun	Loop : 2, total of 500 loops ava
A	2.00	A	100	1.00E-05	Search Completed : 2 loops sea
B	0.04864	B	100	1.00E-05	Search Completed : 2 loops sea
C	5.78054	C	100	1.00E-05	Search Completed : 2 loops sea
M	28.0708	D	100	1.00E-05	Search Completed : 2 loops sea

ภาพ ค-1 ลักษณะหน้าต่างของโปรแกรม LEKSAWASDI RSS MINIMISATION

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ปริมาณเชื้อ (log cfu/ml) ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับการเจริญของ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว เบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ที่ผันแปรปัจจัย 3 ปัจจัย คือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และความเป็นกรด-ด่าง อย่างละ 3 ระดับ ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-1 จำนวนเชื้อ (log cfu/ml) ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับการเจริญของ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ที่ผันแปรปัจจัย 3 ปัจจัย คือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และความเป็นกรด-ด่าง อย่างละ 3 ระดับ ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ชุด	ปัจจัย			จำนวนเชื้อ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 (log cfu/ml) ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																									
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	34	42	50	58	66	74	82	90	98	198	366	534
1	0	0	6.5	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	3.14	3.05	2.90	2.90	3.24	3.32	3.32	4.20	4.63	3.99	5.23	5.88	6.53	7.31	8.11	8.60	8.70	8.76	8.99	8.44	9.11	9.00
2	0	0	7.0	2.95	2.87	2.90	3.08	2.90	3.22	3.20	3.61	3.88	4.03	4.08	4.39	4.69	4.90	5.64	6.40	7.34	7.73	8.33	8.57	8.85	8.78	9.01	8.98	9.17	8.98	9.13
3	0	0	7.5	2.89	2.74	2.80	3.15	2.80	3.20	3.24	3.51	3.81	4.13	4.10	4.44	4.91	5.08	5.71	6.53	7.34	7.56	8.61	8.63	8.84	8.81	8.87	8.88	9.24	8.89	8.86
4	0	2	6.5	2.83	3.00	3.00	3.09	3.09	3.35	3.00	3.39	3.63	3.78	3.84	4.19	4.59	4.88	5.12	6.01	6.51	7.16	7.46	8.30	8.45	8.64	8.65	8.69	8.60	8.63	8.54
5	0	2	7.0	2.80	2.89	2.89	2.99	2.84	3.15	3.33	3.45	3.73	4.01	4.13	4.37	4.61	5.23	5.64	6.91	6.82	7.53	8.25	8.62	8.83	8.88	8.88	8.88	8.90	8.85	8.84
6	0	2	7.5	3.00	3.24	3.15	3.15	3.15	3.00	3.00	3.30	3.54	3.53	3.78	3.94	3.00	4.66	5.04	5.18	5.98	6.48	7.25	7.87	8.69	8.41	8.89	8.77	9.14	8.73	8.72
7	0	4	6.5	2.84	2.90	2.84	2.83	2.84	2.85	2.91	2.87	2.85	3.10	3.25	3.25	3.50	4.19	4.10	4.85	5.03	5.17	5.61	6.27	7.29	6.98	8.10	8.44	8.54	8.56	8.58
8	0	4	7.0	2.92	3.01	3.00	2.92	3.12	3.05	2.94	3.10	3.08	3.34	3.48	3.35	3.39	3.59	3.40	3.84	4.64	4.90	5.35	6.06	6.40	6.82	7.68	7.94	8.52	8.48	8.52
9	0	4	7.5	3.05	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	3.05	3.05	3.14	3.05	2.90	3.05	4.14	4.05	3.90	4.19	4.69	5.40	5.45	5.54	6.24	6.05	8.61	8.54	8.55
10	1.2	0	6.5	2.80	2.79	2.88	3.02	2.89	2.80	3.22	3.26	3.47	3.56	3.89	3.78	4.40	3.99	5.34	5.69	6.38	7.44	7.29	8.01	8.43	8.56	8.61	8.50	8.59	8.60	8.67
11	1.2	0	7.0	2.95	2.80	2.80	2.80	2.95	2.95	3.03	3.48	3.27	3.80	3.89	4.15	4.47	5.00	5.39	5.78	6.69	7.68	8.23	8.68	8.81	8.54	8.69	8.75	8.90	9.01	8.87
12	1.2	0	7.5	2.86	2.90	2.78	3.00	2.91	3.14	3.48	3.64	3.88	3.48	4.24	4.25	5.05	5.31	5.87	6.38	7.31	7.96	8.29	8.85	8.73	8.85	8.94	9.08	9.00	9.13	9.00
13	1.2	2	6.5	2.87	2.81	3.02	2.95	2.84	3.04	3.14	3.31	3.60	3.83	3.91	4.18	4.48	4.47	5.02	5.75	5.97	6.84	7.40	7.81	8.37	8.53	8.65	8.58	8.60	8.61	8.61
14	1.2	2	7.0	2.65	2.77	2.75	3.00	3.15	3.18	3.20	3.25	3.31	3.51	3.84	3.88	3.99	4.80	4.65	4.99	6.07	6.33	7.15	7.49	7.92	8.33	8.56	8.61	8.59	8.62	8.61
15	1.2	2	7.5	2.87	3.00	2.86	3.00	3.00	3.02	3.09	3.26	3.44	3.46	3.60	3.74	4.06	4.26	4.53	4.72	5.42	5.98	6.75	7.30	7.72	7.91	8.54	8.78	8.76	8.72	8.69

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-1 (ต่อ)

ชุด	ปัจจัย			จำนวนเชื้อ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 (log cfu/ml) ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																									
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	34	42	50	58	66	74	82	90	98	198	366	534
16	1.2	4	6.5	2.95	2.95	2.92	2.87	3.02	2.98	2.97	2.87	2.93	3.00	2.95	2.89	3.20	3.37	3.56	3.71	4.01	4.31	4.59	5.00	5.27	5.42	5.89	6.35	7.96	8.14	8.08
17	1.2	4	7.0	2.93	3.00	2.90	2.93	2.94	2.83	2.93	3.09	2.95	2.95	2.83	3.06	3.01	3.06	3.19	3.37	3.69	4.07	4.21	4.77	4.92	5.12	5.36	5.70	7.51	8.22	8.25
18	1.2	4	7.5	2.95	2.92	3.04	2.95	3.00	2.92	3.04	2.95	2.95	3.02	2.92	3.06	3.11	3.09	3.20	3.43	3.77	3.90	4.04	4.73	4.54	4.86	5.03	5.27	8.11	8.14	7.98
19	2.4	0	6.5	2.90	3.05	2.99	3.29	3.34	3.34	3.45	3.79	3.79	4.06	3.99	4.72	4.84	5.45	5.37	5.88	6.52	6.80	7.41	8.02	8.52	8.46	8.47	8.61	8.80	8.90	8.85
20	2.4	0	7.0	2.90	3.05	2.99	3.26	3.37	3.34	3.73	3.75	3.74	3.90	4.31	4.54	4.98	5.00	5.43	5.75	6.49	7.19	7.60	7.72	7.89	8.59	8.62	8.73	8.79	8.73	8.74
21	2.4	0	7.5	2.95	3.19	2.95	3.19	3.22	3.68	3.51	3.71	4.05	4.22	4.50	4.55	5.22	5.36	5.59	6.00	7.01	7.31	8.05	8.42	8.70	8.74	8.70	8.98	9.06	9.10	9.03
22	2.4	2	6.5	2.89	2.93	3.00	2.74	2.94	3.00	2.75	3.15	3.43	3.55	3.69	3.83	3.95	4.27	4.57	4.76	5.32	5.91	6.40	6.93	7.46	7.62	8.06	8.32	8.11	8.05	8.12
23	2.4	2	7.0	3.02	3.06	3.02	3.00	2.95	3.00	3.02	3.02	3.06	2.98	3.02	3.10	3.22	3.65	3.83	4.09	4.36	4.56	4.84	5.29	5.67	6.56	7.19	7.57	8.04	7.96	8.00
24	2.4	2	7.5	2.98	3.00	2.97	2.95	3.00	2.98	3.00	3.04	2.93	2.98	2.97	3.00	3.04	3.30	3.39	3.74	4.37	4.57	4.93	5.76	6.05	6.53	7.18	7.39	8.65	8.63	8.65
25	2.4	4	6.5	2.65	2.65	2.69	2.65	2.65	2.69	2.69	2.66	2.69	2.65	2.65	2.65	2.69	2.69	2.70	2.69	2.97	3.47	3.97	4.54	4.99	5.28	5.68	5.84	6.37	6.41	6.42
26	2.4	4	7.0	2.81	2.78	2.78	2.78	2.85	2.84	2.85	2.78	2.78	2.85	2.81	2.77	2.78	2.81	2.85	2.81	2.82	2.82	3.09	3.53	4.00	4.31	4.70	5.63	5.66	6.51	6.64
27	2.4	4	7.5	2.78	2.77	2.81	2.81	2.74	2.81	2.74	2.78	2.78	2.74	2.85	2.77	2.81	2.84	2.81	2.81	3.07	3.62	4.16	4.64	5.13	5.73	6.24	6.58	7.07	7.00	7.16

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

ปริมาณเชื้อ (log cfu/ml) ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับการเจริญของ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว เบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ที่ผันแปรปัจจัย 3 ปัจจัย คือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และความเป็นกรด-ด่าง อย่างละ 3 ระดับ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ-1 จำนวนเชื้อ (log cfu/ml) ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับการเจริญของ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนอาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ที่ผันแปรปัจจัย 3 ปัจจัย คือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และความเป็นกรด-ด่าง อย่างละ 3 ระดับ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชุด	ปัจจัย			จำนวนเชื้อ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 (log cfu/ml) ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	198	366	534
1	0	0	6.5	3.16	3.23	3.68	4.09	4.32	4.99	5.85	6.97	7.75	8.24	8.58	8.82	8.98	8.91	9.02	8.84	8.21	8.39
2	0	0	7.0	3.02	3.08	3.79	4.24	4.48	5.12	6.03	7.04	8.16	8.78	8.95	9.23	8.93	9.01	8.97	9.62	8.47	8.25
3	0	0	7.5	3.22	3.66	3.81	4.33	4.57	5.65	6.50	7.41	8.34	9.09	8.92	8.97	9.31	9.21	9.12	9.23	8.92	9.02
4	0	2	6.5	3.17	3.18	3.51	3.92	4.26	4.73	5.34	6.34	7.43	8.11	8.38	8.78	8.81	8.92	8.77	8.54	8.70	8.05
5	0	2	7.0	3.19	3.30	3.56	4.09	4.55	4.83	6.15	7.13	8.22	8.43	8.88	9.15	8.92	9.11	8.98	8.70	8.90	8.42
6	0	2	7.5	3.27	3.32	3.74	3.84	4.14	5.12	5.81	6.60	7.27	8.00	8.69	9.12	9.25	9.21	9.24	8.61	8.32	8.94
7	0	4	6.5	3.00	2.30	2.70	2.98	2.89	3.75	4.00	5.30	5.34	6.06	6.35	6.77	7.37	8.03	8.51	8.60	8.58	8.44
8	0	4	7.0	2.78	2.53	2.93	2.69	2.85	3.87	4.30	5.19	5.30	5.69	6.56	7.30	7.83	8.13	8.54	8.60	8.11	7.81
9	0	4	7.5	3.21	3.23	3.49	3.29	3.52	3.84	4.36	4.91	5.32	5.91	5.95	6.79	7.85	8.21	8.87	7.97	8.50	8.34
10	1.2	0	6.5	2.56	2.54	2.50	2.91	3.20	3.70	4.37	5.31	6.02	6.32	7.01	8.10	8.58	8.70	8.82	8.66	8.46	8.14
11	1.2	0	7.0	2.30	2.65	3.04	3.15	3.35	4.13	4.78	5.64	6.22	6.77	7.11	8.38	9.16	9.09	8.86	8.76	8.84	8.78
12	1.2	0	7.5	3.38	3.37	3.54	3.92	4.00	5.47	6.24	7.36	8.17	8.81	9.32	9.14	9.11	9.02	9.09	9.00	9.05	8.95
13	1.2	2	6.5	3.14	3.11	2.99	3.08	3.42	3.89	4.50	4.96	5.58	6.46	6.90	7.12	8.20	8.55	8.75	8.86	7.98	9.03
14	1.2	2	7.0	3.11	2.96	2.96	3.17	3.28	3.78	4.27	4.90	5.51	6.11	6.57	6.91	8.53	9.10	8.77	7.93	8.40	9.03
15	1.2	2	7.5	3.36	3.27	3.42	3.44	3.71	3.43	5.24	5.95	6.78	7.57	7.93	8.23	8.97	9.14	9.03	9.00	8.47	8.86

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ-1 (ต่อ)

ชุด	ปัจจัย			จำนวนเชื้อ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 (log cfu/ml) ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	198	366	534
16	1.2	4	6.5	2.92	3.08	3.09	3.16	3.15	3.30	3.58	3.86	4.04	4.62	5.65	5.30	5.99	6.97	7.80	8.70	8.52	7.88
17	1.2	4	7.0	2.90	3.11	3.08	3.26	3.14	3.38	3.79	3.91	4.46	5.10	5.30	6.10	6.58	7.31	7.83	8.34	8.25	7.76
18	1.2	4	7.5	3.11	3.07	3.19	3.22	3.31	3.38	3.84	3.61	4.54	5.01	5.30	5.69	6.25	7.33	7.67	8.46	7.78	8.21
19	2.4	0	6.5	3.37	3.40	3.42	3.83	4.23	5.05	5.96	6.76	7.42	8.33	8.37	8.64	8.73	8.75	8.64	8.44	8.89	8.76
20	2.4	0	7.0	3.18	3.22	3.47	3.93	4.27	5.09	5.91	6.82	7.69	8.21	8.72	8.88	8.86	8.87	8.67	8.94	9.01	8.67
21	2.4	0	7.5	3.97	3.22	3.28	3.41	3.70	4.43	5.25	5.85	6.50	7.11	7.93	8.45	8.70	8.64	8.85	8.89	8.78	8.16
22	2.4	2	6.5	3.19	3.31	3.32	3.46	3.69	4.03	4.48	5.04	5.64	6.13	6.60	7.22	8.17	8.39	8.55	8.56	8.70	8.69
23	2.4	2	7.0	2.97	3.05	3.19	3.44	3.76	4.16	4.77	5.37	5.87	6.39	6.72	7.50	8.48	8.66	8.52	8.42	8.59	8.25
24	2.4	2	7.5	2.96	2.92	2.89	3.13	3.18	3.34	3.81	4.02	4.50	4.88	5.25	5.94	6.65	7.41	7.91	8.90	7.92	8.85
25	2.4	4	6.5	3.15	3.10	3.28	3.11	3.12	2.93	3.38	3.72	4.04	4.26	4.62	4.90	5.39	6.22	6.51	8.51	7.87	8.08
26	2.4	4	7.0	3.14	2.92	3.01	3.12	3.14	3.26	3.68	3.97	4.15	4.57	5.22	5.12	5.73	6.47	6.63	8.38	7.97	7.80
27	2.4	4	7.5	3.28	2.77	2.96	2.87	2.86	3.24	3.39	3.75	4.13	4.18	4.68	5.03	5.50	6.22	6.79	8.37	7.91	7.70

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

ปริมาณเชื้อ (log cfu/ml) ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับการเจริญของ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว เบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ที่ผันแปรปัจจัย 3 ปัจจัย คือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และความเป็นกรด-ด่าง อย่างละ 3 ระดับ ณ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ฉ-1 แสดงจำนวนเชื้อ (log cfu/ml) ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับการเจริญของ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ที่มีการผันแปรปัจจัย 3 ปัจจัย คือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และความเป็นกรด-ด่าง อย่างละ 3 ระดับ ณ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ชุด	ปัจจัย			จำนวนเชื้อ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 (log cfu/ml) ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	198	366	534
1	0	0	6.5	3.24	3.30	4.15	4.71	5.63	7.11	8.18	8.69	8.67	8.72	8.67	8.76	8.63	8.79	8.89	8.66	7.06	7.52
2	0	0	7.0	3.09	3.45	4.14	4.92	5.74	7.28	8.45	8.83	8.81	8.87	8.81	8.85	8.86	8.87	8.88	8.96	7.13	6.55
3	0	0	7.5	3.33	3.48	4.26	5.05	5.95	7.66	8.90	8.95	8.95	8.99	8.98	9.01	9.07	9.05	9.01	8.33	8.15	7.70
4	0	2	6.5	3.07	3.27	3.90	4.55	4.98	5.94	7.51	8.51	8.70	8.64	8.66	8.51	8.61	8.66	8.71	8.55	8.45	6.89
5	0	2	7.0	3.15	3.33	3.85	4.48	5.28	6.39	7.66	8.75	8.96	8.96	8.90	8.73	8.83	8.80	8.79	8.29	8.30	6.96
6	0	2	7.5	3.06	3.36	3.72	4.37	5.07	6.55	7.75	8.86	8.96	8.92	8.67	8.77	8.96	8.96	9.06	8.24	8.11	8.17
7	0	4	6.5	2.93	3.02	2.83	3.10	3.27	4.32	5.04	5.89	6.71	7.79	8.45	8.47	8.38	8.41	8.43	8.41	7.46	7.96
8	0	4	7.0	2.97	3.07	3.03	3.11	3.24	4.37	5.02	6.23	6.52	8.05	8.55	8.54	8.45	8.62	8.62	8.29	7.59	7.45
9	0	4	7.5	3.05	3.16	3.14	4.16	3.42	4.08	5.61	6.43	6.89	8.05	8.93	9.01	8.73	8.77	8.80	8.03	7.03	7.76
10	1.2	0	6.5	3.16	3.36	4.13	4.52	5.27	6.43	7.91	8.51	8.66	8.69	8.71	8.58	8.68	8.73	8.58	8.93	8.16	4.80
11	1.2	0	7.0	3.22	3.29	8.99	4.72	5.47	6.90	8.19	8.77	8.78	8.85	8.79	8.74	8.79	8.82	8.73	9.24	8.33	4.40
12	1.2	0	7.5	3.15	3.35	4.02	4.67	5.81	7.14	8.65	8.99	8.97	8.97	8.95	9.02	9.00	8.95	8.99	8.79	7.34	4.12
13	1.2	2	6.5	3.08	3.09	3.30	3.73	4.37	5.32	6.62	7.58	8.47	8.52	8.58	8.68	8.58	8.60	8.85	8.53	8.41	7.20
14	1.2	2	7.0	2.93	3.07	3.25	3.80	4.41	5.52	6.61	7.76	8.57	8.72	8.72	8.78	8.72	8.85	8.67	8.62	8.37	6.17
15	1.2	2	7.5	3.11	3.21	3.25	3.76	4.55	5.62	6.89	8.99	8.97	8.87	8.93	8.92	8.99	8.82	8.83	8.23	8.01	5.68

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ฉ-1 (ต่อ)

ชุด	ปัจจัย			จำนวนเชื้อ *S. enterica* Weltevreden DMST 17375 (log cfu/ml) ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	198	366	534
16	1.2	4	6.5	3.02	3.21	3.22	3.24	3.33	4.21	4.80	5.70	6.70	7.06	7.79	8.01	8.34	8.28	8.37	8.20	7.75	7.66
17	1.2	4	7.0	3.04	3.08	3.11	3.09	3.40	3.86	4.94	5.58	5.93	7.10	7.91	8.25	8.44	8.55	8.51	7.98	7.37	6.47
18	1.2	4	7.5	3.02	2.39	2.65	2.68	2.85	2.86	3.27	3.60	4.11	4.66	5.13	5.78	6.96	7.91	8.04	7.71	7.90	7.83
19	2.4	0	6.5	3.25	3.36	3.95	4.82	5.43	6.87	7.94	8.61	8.53	8.56	8.57	8.61	8.61	8.64	8.61	8.76	8.52	6.01
20	2.4	0	7.0	3.15	3.48	3.96	4.75	5.46	7.06	8.19	8.79	8.78	8.79	8.65	8.64	8.75	8.75	8.45	9.05	8.47	4.75
21	2.4	0	7.5	3.16	3.46	3.97	4.76	5.45	6.96	8.27	8.85	8.83	8.90	8.86	8.89	8.72	8.86	8.84	8.80	8.38	4.63
22	2.4	2	6.5	3.29	3.26	3.52	3.95	4.29	5.42	6.75	7.29	8.24	8.27	8.35	8.24	8.33	8.18	8.46	8.47	8.59	5.26
23	2.4	2	7.0	3.22	3.30	3.59	4.00	4.31	5.60	6.79	7.46	8.45	8.39	8.51	8.42	8.51	8.37	8.53	8.26	8.73	5.31
24	2.4	2	7.5	2.82	2.65	2.92	3.04	3.18	3.85	4.67	5.49	5.79	6.58	6.96	7.85	8.18	8.31	8.25	7.95	8.40	7.52
25	2.4	4	6.5	3.14	3.04	3.04	3.00	2.91	3.22	3.46	4.26	4.45	4.96	5.34	5.68	6.89	7.70	7.86	7.96	7.46	7.41
26	2.4	4	7.0	2.89	2.83	2.72	3.07	3.04	3.16	3.52	4.18	4.10	4.60	5.83	6.21	7.17	7.81	7.99	8.01	7.14	6.88
27	2.4	4	7.5	3.11	2.78	2.77	2.69	2.85	2.69	3.16	3.37	4.09	4.62	5.41	5.91	6.57	7.78	8.00	7.62	7.66	7.80

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก ช

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารเลี้ยงเชื้อ เบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท

ณ เวลาทำการทดลอง ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ช-1 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารเลี้ยงเชื้อ เบรนฮาร์ทอินฟิวชั่น บรอท ณ เวลาทำการทดลอง ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ชุด	ปัจจัย			ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																									
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	34	42	50	58	66	74	82	90	98	198	366	534
1	0	0	6.5	6.56	6.61	6.57	6.57	6.57	6.56	6.58	6.57	6.61	6.57	6.60	6.58	6.63	6.61	6.57	6.56	6.59	6.61	6.58	6.42	5.99	5.82	5.91	5.55	6.54	6.55	6.53
2	0	0	7.0	7.01	7.01	7.02	7.00	7.01	7.01	7.01	7.01	6.99	7.01	7.01	7.03	7.00	6.99	7.01	7.02	7.01	6.98	7.00	6.53	5.33	5.62	5.93	6.26	9.88	6.91	6.94
3	0	0	7.5	7.53	7.52	7.53	7.53	7.52	7.52	7.52	7.50	7.54	7.51	7.51	7.55	7.53	7.49	7.52	7.51	7.52	7.04	6.38	5.99	5.95	6.17	6.02	6.31	6.53	7.17	7.59
4	0	2	6.5	6.53	6.55	6.55	6.52	6.52	6.52	6.53	6.53	6.52	6.52	6.52	6.53	6.53	6.53	6.53	6.52	6.54	6.54	6.53	6.51	6.22	5.28	5.23	5.15	5.64	6.13	6.53
5	0	2	7.0	7.07	7.01	7.02	7.02	7.05	7.01	7.01	7.02	7.02	7.02	7.05	7.02	7.01	7.02	7.01	7.01	7.04	7.02	6.99	6.47	5.76	5.63	5.76	5.79	6.34	6.90	7.01
6	0	2	7.5	7.49	7.48	7.51	7.51	7.52	7.49	7.51	7.49	7.52	7.47	7.50	7.51	7.52	7.49	7.51	7.50	7.52	7.51	7.50	7.46	7.15	6.31	5.84	5.96	7.05	7.08	7.37
7	0	4	6.5	6.51	6.53	6.51	6.50	6.53	6.50	6.50	6.51	6.54	6.55	6.49	6.50	6.50	6.51	6.54	6.51	6.51	6.56	6.49	6.47	6.51	6.51	6.50	6.40	5.75	6.35	6.32
8	0	4	7.0	6.97	6.98	7.01	6.98	6.98	7.01	7.01	7.01	7.00	7.01	6.97	7.00	7.00	7.04	7.01	7.02	7.01	6.99	6.99	7.01	7.01	6.99	6.99	6.68	6.42	6.33	6.88
9	0	4	7.5	7.52	7.51	7.50	7.52	7.52	7.55	7.53	7.51	7.52	7.51	7.52	7.53	7.53	7.51	7.52	7.51	7.52	7.49	7.51	7.51	7.53	7.51	7.51	7.53	6.47	6.74	7.29
10	1.2	0	6.5	6.48	6.52	6.47	6.51	6.50	6.49	6.50	6.51	6.50	6.51	6.49	6.51	6.49	6.51	6.52	6.49	6.51	6.50	6.29	6.11	5.93	5.82	5.80	5.83	6.03	6.36	6.40
11	1.2	0	7.0	7.02	7.01	7.02	7.01	7.00	7.02	7.01	6.99	7.00	7.01	7.01	7.02	7.01	7.00	7.02	7.01	7.01	7.02	6.98	6.67	6.09	6.03	5.94	6.35	6.39	6.87	7.29
12	1.2	0	7.5	7.52	7.51	7.51	7.52	7.49	7.52	7.50	751	7.51	7.52	7.49	7.50	7.50	7.50	7.52	7.48	7.45	7.14	6.06	6.07	6.16	6.22	6.39	6.93	7.17	7.43	7.42
13	1.2	2	6.5	6.51	6.51	6.51	6.51	6.52	6.51	6.51	6.48	6.51	6.51	6.50	6.52	6.50	6.51	6.50	6.50	6.50	6.51	6.40	6.20	6.01	5.85	5.61	5.55	5.70	6.04	6.16
14	1.2	2	7.0	6.99	7.00	7.02	7.00	6.99	6.98	6.99	6.99	6.99	6.99	6.99	7.01	6.97	6.98	7.01	6.98	6.98	6.99	6.87	6.82	6.57	6.11	5.82	5.84	6.26	6.54	6.63
15	1.2	2	7.5	7.53	7.49	7.49	7.51	7.52	7.51	7.53	7.51	7.51	7.50	7.50	7.51	7.51	7.51	7.50	7.52	7.52	7.49	7.21	7.21	6.83	6.57	6.25	5.79	6.46	6.60	6.93

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ช-1 (ต่อ)

ชุด	ปัจจัย			ค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับ (ชั่วโมง)																									
	NaL	NaCl	pH	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	22	26	30	34	42	50	58	66	74	82	90	98	198	366	534
16	1.2	4	6.5	6.49	6.51	6.50	6.52	6.51	6.51	6.55	6.52	6.52	6.50	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51	6.53	6.47	6.51	6.51	6.53	6.52	6.53	6.51	6.50	5.88	5.54	6.04
17	1.2	4	7.0	7.01	7.02	7.00	7.01	7.00	7.01	6.99	7.01	7.01	7.00	7.01	6.99	7.01	7.01	7.00	7.02	7.00	7.01	7.00	7.02	7.00	6.98	7.00	6.99	6.00	6.62	6.71
18	1.2	4	7.5	7.51	7.52	7.50	7.50	7.50	7.52	7.51	7.51	7.51	7.53	7.51	7.51	7.51	7.52	7.51	7.51	7.51	7.52	7.50	7.50	7.51	7.52	7.50	7.51	6.62	6.80	6.88
19	2.4	0	6.5	6.52	6.51	6.50	6.53	6.52	6.52	6.51	6.51	6.50	6.53	6.52	6.51	6.53	6.51	6.52	6.50	6.51	6.51	6.52	6.39	6.04	6.00	5.95	5.91	5.70	6.11	6.29
20	2.4	0	7.0	6.98	6.99	7.01	6.99	7.01	6.98	6.99	7.00	6.98	6.98	6.99	7.00	7.00	7.01	7301	7.00	6.99	7.00	7.00	6.90	6.90	6.44	6.35	5.99	6.69	7.46	7.87
21	2.4	0	7.5	7.51	7.51	7.53	7.51	7.51	7.50	7.50	7.50	7.51	7.50	7.50	7.52	7.50	7.51	7.53	7.51	7.51	7.50	7.19	6.54	6.18	6.11	6.11	6.32	6.84	7.53	7.57
22	2.4	2	6.5	6.51	6.50	6.51	6.52	6.50	6.50	6.51	6.51	6.51	6.54	6.53	6.52	6.51	6.50	6.51	6.51	6.50	6.52	6.50	6.49	6.44	6.41	6.36	6.02	5.65	6.05	6.23
23	2.4	2	7.0	7.01	7.03	7.00	7.02	7.01	7.00	7.01	7.01	7.02	7.02	7.00	7.03	7.03	7.03	7.02	7.01	7.02	7.01	7.02	7.02	7.02	7.03	7.01	6.80	5.89	6.65	6.89
24	2.4	2	7.5	7.50	7.48	7.50	7.51	7.50	7.50	7.50	7.51	7.51	7.51	7.53	7.49	7.51	7.49	7.49	7.51	7.50	7.49	7.50	7.49	7.49	7.48	7.38	7.41	6.83	5.99	6.32
25	2.4	4	6.5	6.53	6.51	6.51	6.51	6.54	6.48	6.54	6.50	6.52	6.51	6.51	6.52	6.49	6.53	6.51	6.49	6.51	6.51	6.49	6.51	6.50	6.50	6.50	6.51	5.90	6.13	6.05
26	2.4	4	7.0	7.01	6.99	6.99	7.00	7.01	7.03	7.00	7.01	7.02	7.01	6.99	7.01	7.00	6.97	7.02	7.01	7.00	7.01	7.00	7.01	6.98	7.00	7.00	6.98	5.99	6.12	6.17
27	2.4	4	7.5	7.52	7.51	7.51	7.51	7.50	7.51	7.49	7.49	7.51	7.51	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.52	7.50	7.49	7.51	7.52	7.51	7.51	7.51	7.52	6.22	6.52	6.74

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ซ

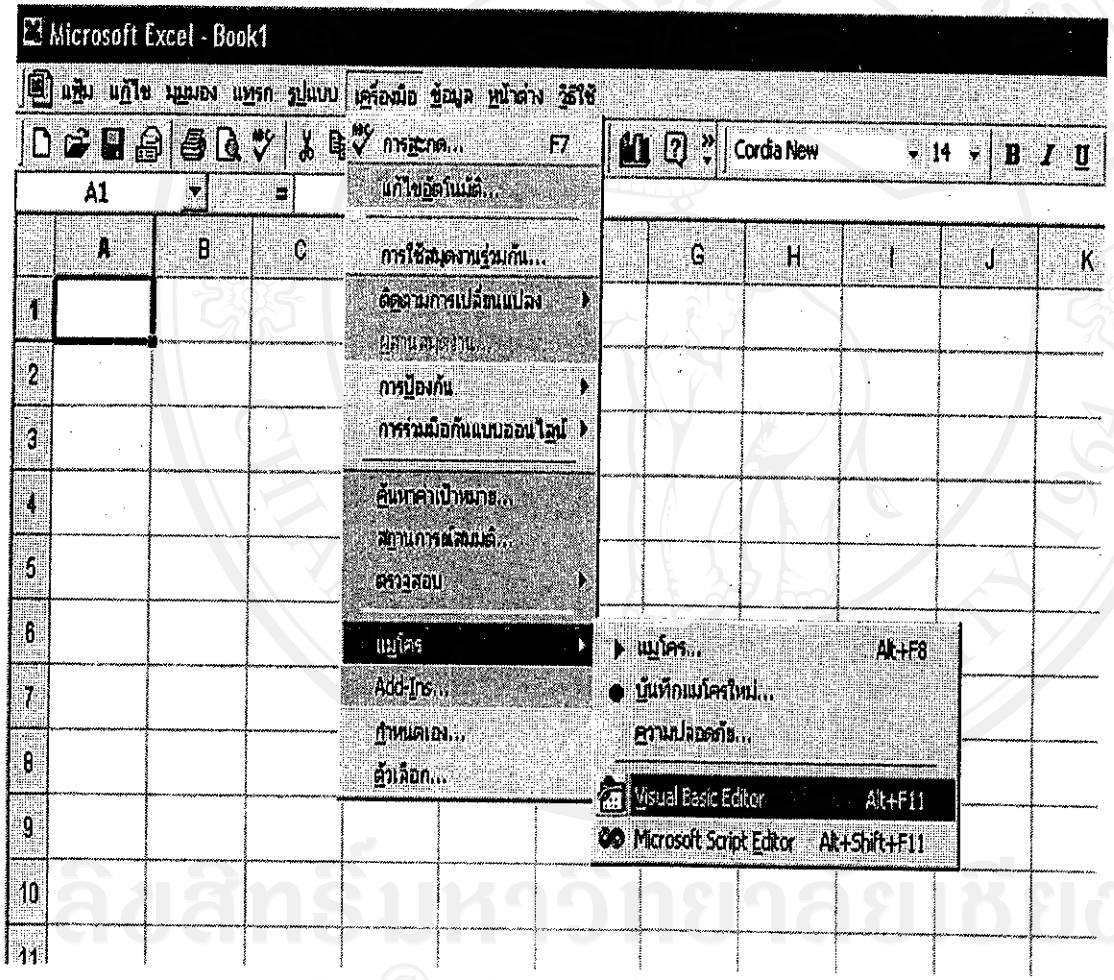
วิธีการเขียนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) ในโปรแกรม Microsoft® Excel 2003 และ Code คำสั่ง ของโปรแกรม PRORN

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. วิธีการเขียนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) ในโปรแกรม Microsoft®Excel 2003

วิธีการเขียนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) ในโปรแกรม Microsoft® Excel 2003 มีขั้นตอน ดังนี้

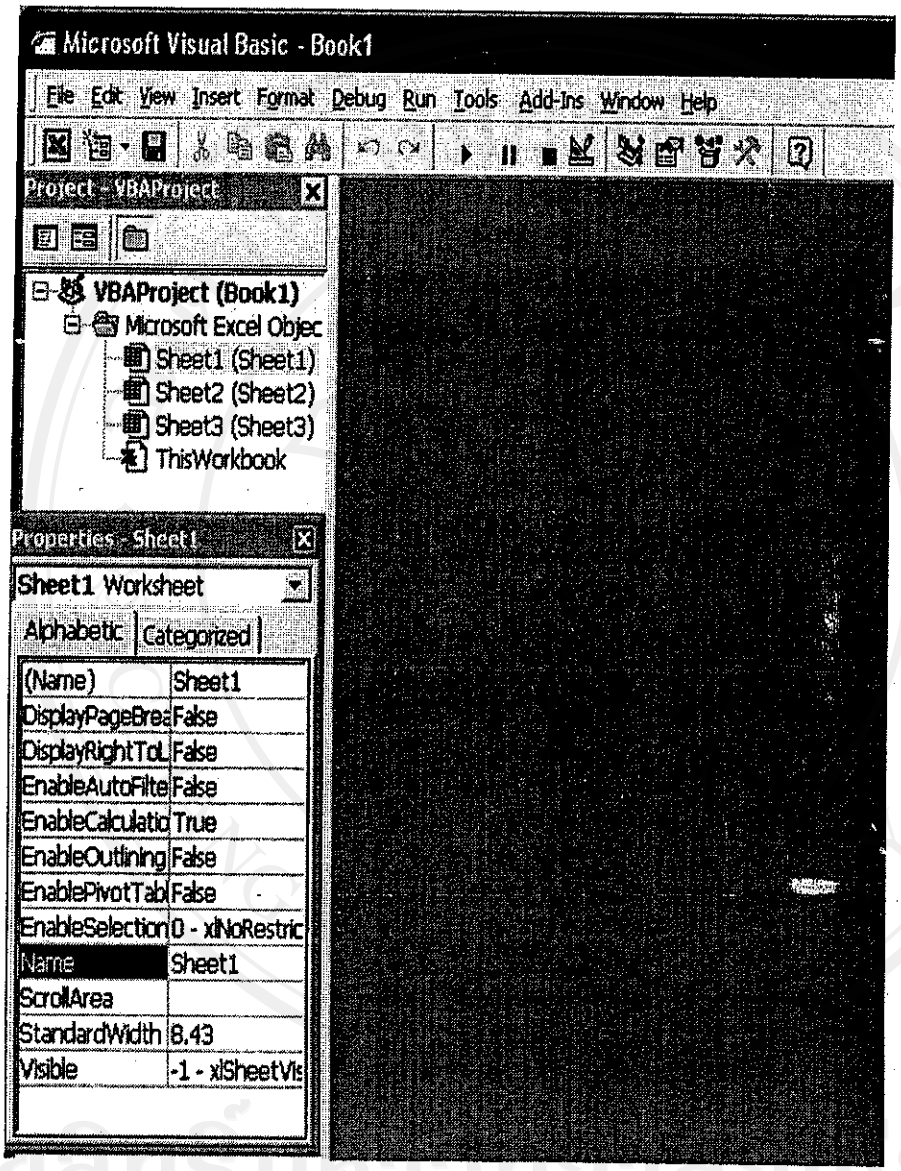
1.1 เลือกเมนู เครื่องมือ > มาโคร > Visual Basic Editor ดังภาพ ซ-1



ภาพ ซ-1 วิธีการเข้าสู่ Visual Basic Editor

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

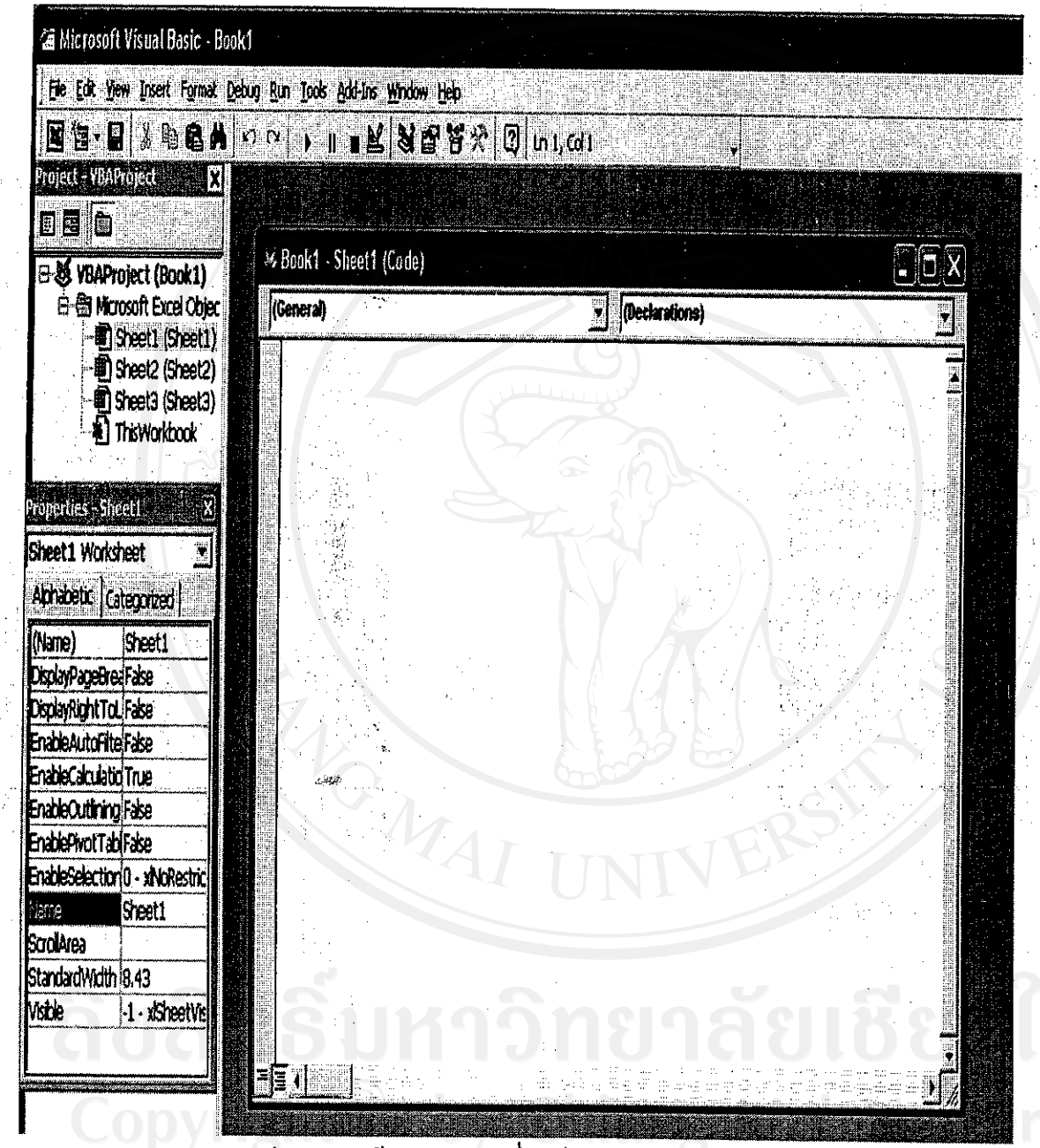
1.2 โปรแกรมจะเปิดขึ้นมาพร้อมใช้งาน ซึ่งจะพบหน้าต่าง Project และหน้าต่าง Properties เปิดอยู่แล้ว ดังภาพ ซ-2



ภาพ ซ-2 ส่วนของหน้าต่าง Project และหน้าต่าง Properties

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

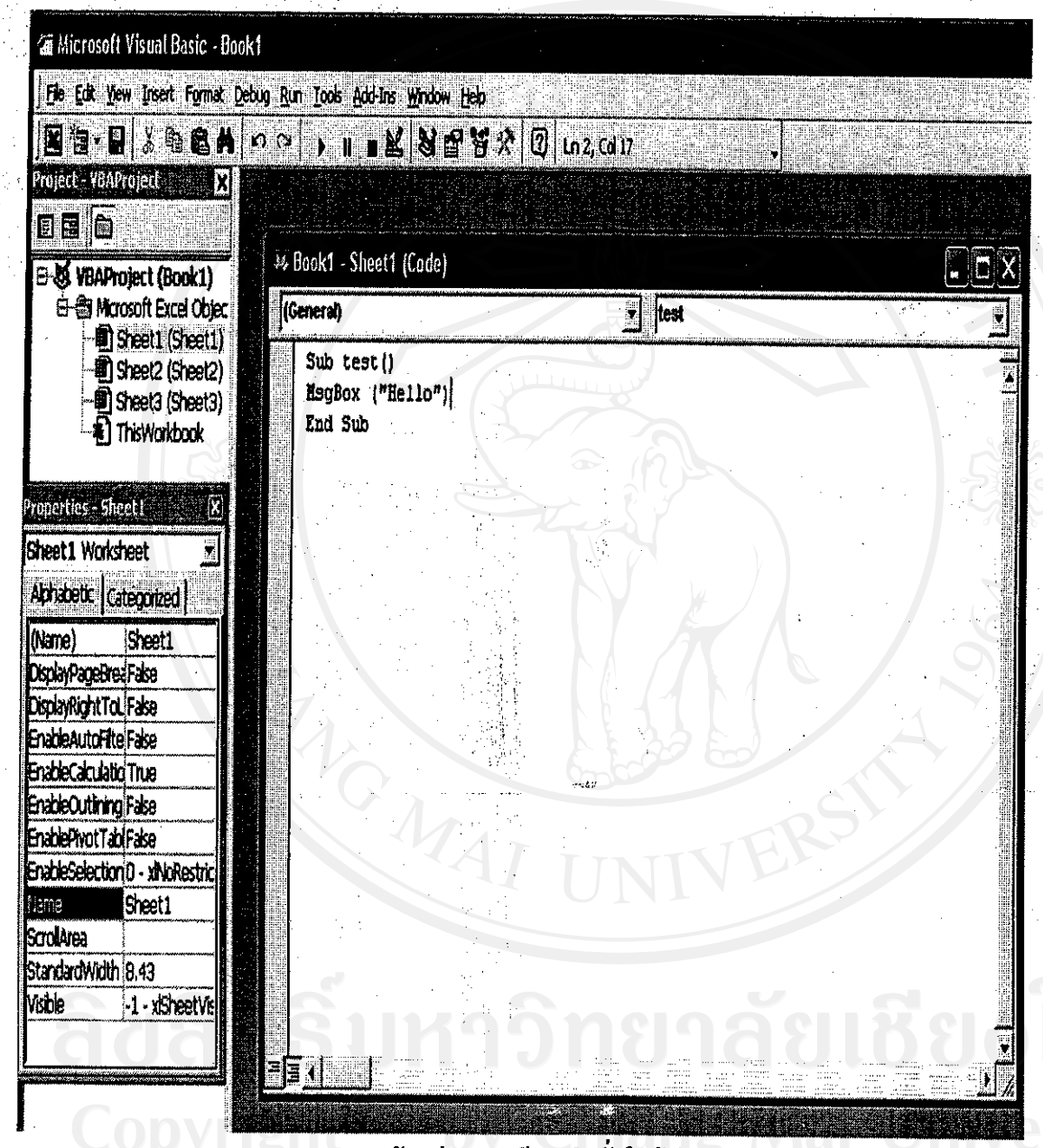
1.3 ดับเบิลคลิกที่ Sheet1 จะเป็นการเปิดหน้าต่าง Code ซึ่งใช้สำหรับเขียนโปรแกรม VBA ดังภาพ ซ-3



ภาพ ซ-3 ส่วนของหน้าต่าง Code ซึ่งใช้สำหรับเขียนโปรแกรม VBA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

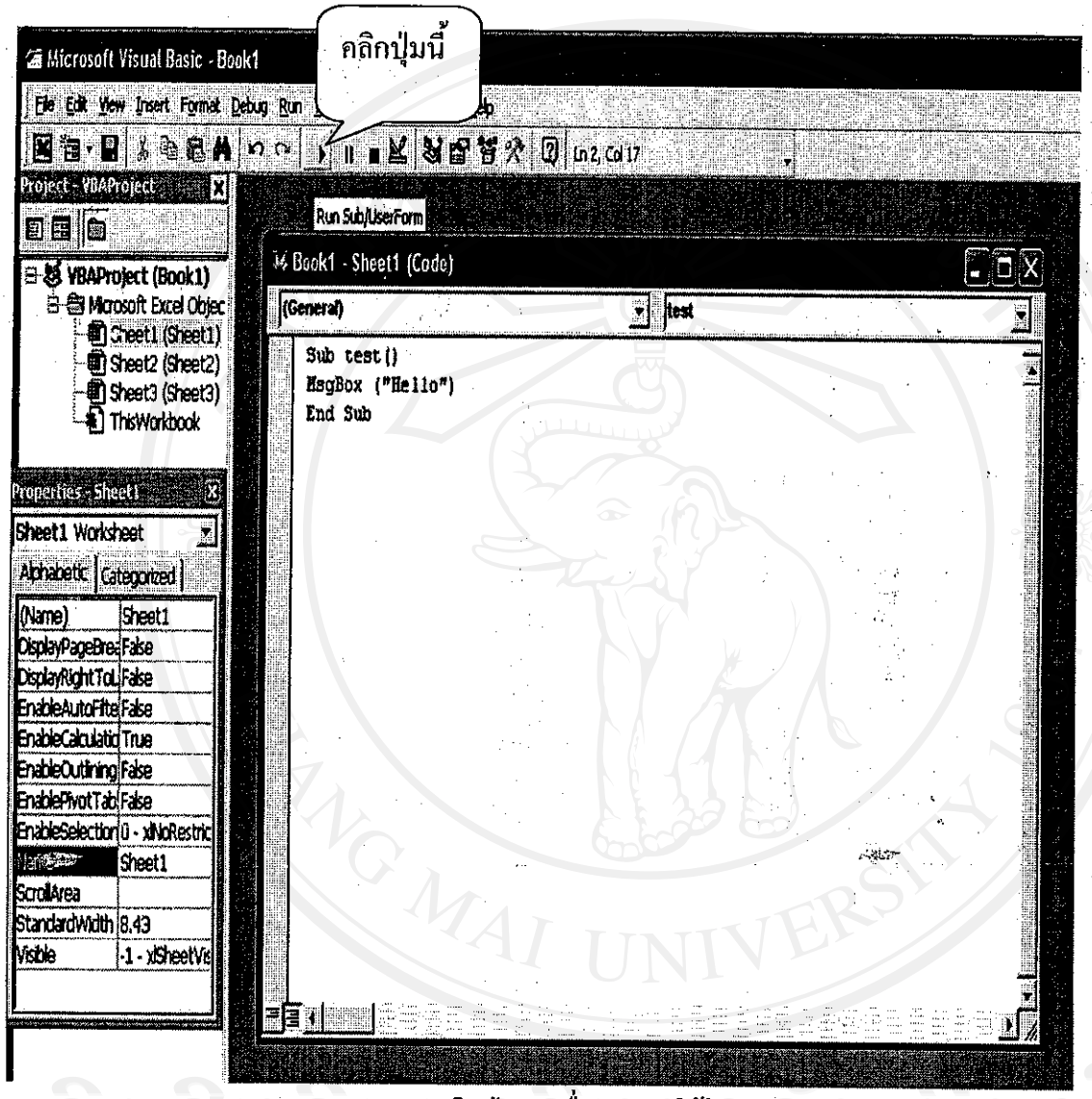
1.4 พิมพ์คำสั่งลงไปในหน้าต่าง Code โดยคำสั่งที่เรียกว่าโพซีเยอร์ ซึ่งจะเริ่มต้นด้วย Sub ชื่อโพรซีเยอร์ และจบด้วย End Sub เสมอ เช่นในตัวอย่างตั้งชื่อว่าโพรซีเยอร์ Test ก็จะมีการเขียนโปรแกรม ดังภาพ ซ-4



ภาพ ซ-4 ตัวอย่างการเขียนคำสั่งในโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

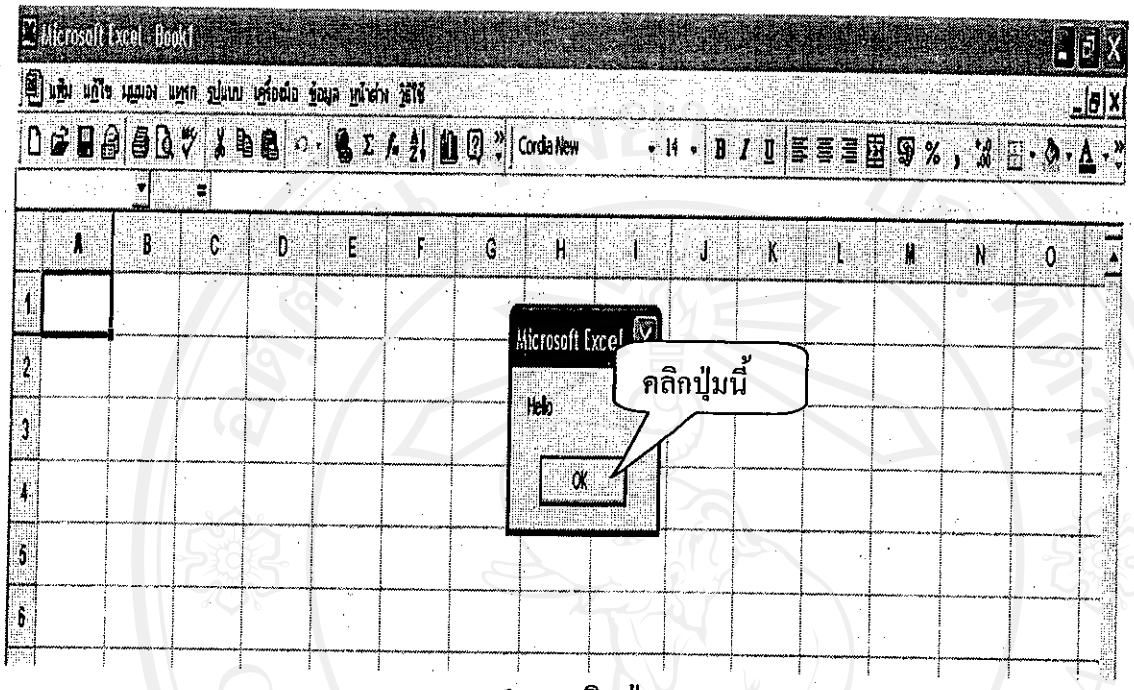
1.5 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วก็คลิกปุ่ม > เพื่อทดลองใช้โปรแกรม ดังภาพ ซ-5



ภาพ ซ-5 การคลิกปุ่ม > เพื่อทดลองใช้โปแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6 คลิกปุ่ม OK จะกลับมายังหน้าต่างเขียนโปแกรมเพื่อเขียนโปรแกรมต่อทันที ดังภาพ ซ-6



ภาพ ซ-6 การคลิกปุ่ม OK

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. Code คำสั่ง ของโปรแกรม PRORN

2.1 UserForm1

```
Sub ComputationNow()
    Application.ScreenUpdating = False
    Application.DisplayAlerts = False
    ThisWorkbook1 = ActiveWorkbook.Name
    Sheets("Main").Select
    If ComboBox1.Value = "" Or ComboBox2.Value = "" Or ComboBox3.Value = ""
Or ComboBox4.Value = "" Then
        Exit Sub
    End If
    NaLMax = 2.4
    NaLMin = 0
    NaClMax = 4
    NaClMin = 0
    pHMax = 7.5
    pHMin = 6.5
    TempMax = 35
    TempMin = 15
    NaL = (ComboBox1.Value - (NaLMax + NaLMin) / 2) / ((NaLMax - NaLMin) / 2)
    NaCl = (ComboBox2.Value - (NaClMax + NaClMin) / 2) / ((NaClMax - NaClMin)
/ 2)
    pH = (ComboBox3.Value - (pHMax + pHMin) / 2) / ((pHMax - pHMin) / 2)
    Temp = (ComboBox4.Value - (TempMax + TempMin) / 2) / ((TempMax -
TempMin) / 2)
    'MsgBox Format(NaL, "0.00") & " " & Format(NaCl, "0.00") & " " & Format(pH,
"0.00") & " " & Format(Temp, "0.00")
    k = 4.0745 * 10 ^ -1 - 6.1565 * 10 ^ -2 * (NaL) - 1.4102 * 10 ^ -1 * (NaCl) +
1.1458 * 10 ^ -2 * (pH) + 3.0499 * 10 ^ -1 * (Temp) + 8.7111 * 10 ^ -3 * (NaL ^ 2) -
2.3533 * 10 ^ -2 * (NaCl ^ 2) - 1.0169 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) + 5.4694 * 10 ^ -3 *
(Temp ^ 2) - 1.9693 * 10 ^ -2 * (NaL * NaCl) - 1.5354 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) -
4.2611 * 10 ^ -2 * (NaL * Temp) - 2.1387 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) - 1.1085 * 10 ^ -1
* (NaCl * Temp) + 1.2549 * 10 ^ -2 * (pH * Temp)
    Label9.Caption = Format(k, "0.000E+00")
    D = 8.8478 - 2.6299 * 10 ^ -1 * (NaL) - 3.5762 * 10 ^ -1 * (NaCl) + 9.2538 * 10 ^
-2 * (pH) + 1.04 * 10 ^ -1 * (Temp) - 1.4081 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) - 1.5612 * 10 ^ -1
* (NaCl ^ 2) + 1.1038 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) - 6.042 * 10 ^ -2 * (Temp ^ 2) - 2.1662 *
10 ^ -1 * (NaL * NaCl) - 3.2812 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) + 1.1907 * 10 ^ -1 * (NaL *
Temp) - 3.8524 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) + 2.0375 * 10 ^ -1 * (NaCl * Temp) + 1.0278
* 10 ^ -4 * (pH * Temp)
    Label10.Caption = Format(D, "0.000E+00")
    I = 1.9885 + 2.1626 * (NaL) + 4.358 * (NaCl) + 7.3744 * 10 ^ -1 * (pH) - 6.1149 *
(Temp) + 1.0177 * (NaL ^ 2) + 1.9758 * (NaCl ^ 2) - 8.3889 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) +
5.3821 * (Temp ^ 2) + 2.965 * (NaL * NaCl) + 6.0315 * 10 ^ -1 * (NaL * pH) -
```

```
2.1985 * (NaL * Temp) + 9.2641 * 10 ^ -1 * (NaCl * pH) - 3.7413 * (NaCl * Temp) -
6.8776 * 10 ^ -1 * (pH * Temp)
   Label11.Caption = Format(l, "0.000E+00")
   GT = 8.4102 * 10 ^ -1 + 2.1314 * 10 ^ -1 * (NaL) + 7.1209 * 10 ^ -1 * (NaCl) +
6.6169 * 10 ^ -2 * (pH) - 1.6634 * (Temp) - 2.4407 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) + 3.3946 *
10 ^ -1 * (NaCl ^ 2) + 6.1769 * 10 ^ -3 * (pH ^ 2) + 1.2552 * (Temp ^ 2) + 2.2776 *
10 ^ -2 * (NaL * NaCl) - 5.876 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) - 9.531 * 10 ^ -2 * (NaL *
Temp) + 1.3265 * 10 ^ -1 * (NaCl * pH) - 6.6874 * 10 ^ -1 * (NaCl * Temp) - 9.6257
* 10 ^ -2 * (pH * Temp)
   Label12.Caption = Format(GT, "0.000E+00")

   Klower = 3.8085 * 10 ^ -1 - 7.2425 * 10 ^ -2 * (NaL) - 1.5188 * 10 ^ -1 * (NaCl) +
5.9858 * 10 ^ -4 * (pH) + 2.9413 * 10 ^ -1 * (Temp) - 1.0099 * 10 ^ -2 * (NaL ^ 2) -
4.2343 * 10 ^ -2 * (NaCl ^ 2) - 2.8979 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) - 1.334 * 10 ^ -2 * (Temp
^ 2) - 3.2993 * 10 ^ -2 * (NaL * NaCl) - 2.8655 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) - 5.5912 * 10
^ -2 * (NaL * Temp) - 3.4688 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) - 1.2415 * 10 ^ -1 * (NaCl *
Temp) - 7.5181 * 10 ^ -4 * (pH * Temp)
   Dlower = 8.7394 - 3.0724 * 10 ^ -1 * (NaL) - 4.0187 * 10 ^ -1 * (NaCl) + 4.8295 *
10 ^ -2 * (pH) + 5.9761 * 10 ^ -2 * (Temp) - 2.1744 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) - 2.3275 *
10 ^ -1 * (NaCl ^ 2) - 6.5593 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) - 1.3705 * 10 ^ -1 * (Temp ^ 2) -
2.7081 * 10 ^ -1 * (NaL * NaCl) - 8.6999 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) + 6.488 * 10 ^ -2 *
(NaL * Temp) - 9.271 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) + 1.4956 * 10 ^ -1 * (NaCl * Temp) -
5.4084 * 10 ^ -2 * (pH * Temp)
   Llower = -2.5123 * 10 ^ -1 + 1.2483 * (NaL) + 3.4437 * (NaCl) - 1.7694 * 10 ^ -1
* (pH) - 7.0293 * (Temp) - 5.6602 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) + 3.9205 * 10 ^ -1 * (NaCl ^
2) - 1.6676 * (pH ^ 2) + 3.7983 * (Temp ^ 2) + 1.8451 * (NaL * NaCl) - 5.1672 * 10
^ -1 * (NaL * pH) - 3.3184 * (NaL * Temp) - 1.9346 * 10 ^ -1 * (NaCl * pH) - 4.8612
* (NaCl * Temp) - 1.8076 * (pH * Temp)
   GTlower = 5.386 * 10 ^ -1 + 8.9674 * 10 ^ -2 * (NaL) + 5.8863 * 10 ^ -1 * (NaCl)
- 5.7293 * 10 ^ -2 * (pH) - 1.7868 * (Temp) - 4.5792 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) + 1.2562 *
10 ^ -1 * (NaCl ^ 2) - 2.0767 * 10 ^ -1 * (pH ^ 2) + 1.0413 * (Temp ^ 2) - 1.2843 *
10 ^ -1 * (NaL * NaCl) - 2.0997 * 10 ^ -1 * (NaL * pH) - 2.4652 * 10 ^ -1 * (NaL *
Temp) - 1.8556 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) - 8.1995 * 10 ^ -1 * (NaCl * Temp) - 2.4747
* 10 ^ -1 * (pH * Temp)

   Kupper = 4.3405 * 10 ^ -1 - 5.0705 * 10 ^ -2 * (NaL) - 1.3016 * 10 ^ -1 * (NaCl) +
2.2318 * 10 ^ -2 * (pH) + 3.1585 * 10 ^ -1 * (Temp) + 2.7521 * 10 ^ -2 * (NaL ^ 2) -
4.7237 * 10 ^ -3 * (NaCl ^ 2) + 8.6402 * 10 ^ -3 * (pH ^ 2) + 2.4279 * 10 ^ -2 *
(Temp ^ 2) - 6.3926 * 10 ^ -3 * (NaL * NaCl) - 2.0537 * 10 ^ -3 * (NaL * pH) -
2.9311 * 10 ^ -2 * (NaL * Temp) - 8.0871 * 10 ^ -3 * (NaCl * pH) - 9.7551 * 10 ^ -2
* (NaCl * Temp) + 2.5849 * 10 ^ -2 * (pH * Temp)
   Dupper = 8.9561 - 2.1875 * 10 ^ -1 * (NaL) - 3.1338 * 10 ^ -1 * (NaCl) + 1.3678 *
10 ^ -1 * (pH) + 1.4824 * 10 ^ -1 * (Temp) - 6.4178 * 10 ^ -2 * (NaL ^ 2) - 7.9492 *
10 ^ -2 * (NaCl ^ 2) + 8.7669 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) + 1.6211 * 10 ^ -2 * (Temp ^ 2) -
1.6243 * 10 ^ -1 * (NaL * NaCl) + 2.1374 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) + 1.7325 * 10 ^ -1
* (NaL * Temp) + 1.5663 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) + 2.5793 * 10 ^ -1 * (NaCl *
Temp) + 5.4289 * 10 ^ -2 * (pH * Temp)
```

```
Lupper = 4.2283 + 3.077 * (NaL) + 5.2724 * (NaCl) + 1.6518 * (pH) - 5.2006 *
(Temp) + 2.6015 * (NaL ^ 2) + 3.5595 * (NaCl ^ 2) + 1.4999 * (pH ^ 2) + 6.9658 *
(Temp ^ 2) + 4.0849 * (NaL * NaCl) + 1.723 * (NaL * pH) - 1.0787 * (NaL * Temp)
+ 2.0463 * (NaCl * pH) - 2.6214 * (NaCl * Temp) + 4.3211 * 10 ^ -1 * (pH * Temp)
GTupper = 1.1434 + 3.366 * 10 ^ -1 * (NaL) + 8.3555 * 10 ^ -1 * (NaCl) + 1.8963
* 10 ^ -1 * (pH) - 1.5399 * (Temp) - 3.0231 * 10 ^ -2 * (NaL ^ 2) + 5.533 * 10 ^ -1 *
(NaCl ^ 2) + 2.2002 * 10 ^ -1 * (pH ^ 2) + 1.469 * (Temp ^ 2) + 1.7399 * 10 ^ -1 *
(NaL * NaCl) + 9.245 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) + 5.59 * 10 ^ -2 * (NaL * Temp) +
2.8386 * 10 ^ -1 * (NaCl * pH) - 5.1753 * 10 ^ -1 * (NaCl * Temp) + 5.4952 * 10 ^ -
2 * (pH * Temp)

CurrentSheet = ActiveSheet.Name
Sheets("CalSheet").Select
ActiveWindow.Visible = False
Windows(ThisWorkbook1).Activate
Cells(1, 2) = k
Cells(2, 2) = D
Cells(3, 2) = l
Cells(4, 2) = GT
a = Cells(1, 4)
b = Cells(2, 4)
C = Cells(3, 4)
M = Cells(4, 4)
MinAVGLog = CInt(Cells(2, 7) * 100) + 1
MaxAVGLog = CInt(Cells(25, 7) * 100) - 1

CurrentSheet = ActiveSheet.Name
Sheets("CalSheetLower").Select
ActiveWindow.Visible = False
Windows(ThisWorkbook1).Activate
Cells(1, 2) = Klower
Cells(2, 2) = Dlower
Cells(3, 2) = Llower
Cells(4, 2) = GTlower
MinLowerLog = CInt(Cells(2, 7) * 100) + 1
MaxLowerLog = CInt(Cells(25, 7) * 100) - 1

CurrentSheet = ActiveSheet.Name
Sheets("CalSheetUpper").Select
ActiveWindow.Visible = False
Windows(ThisWorkbook1).Activate
Cells(1, 2) = Kupper
Cells(2, 2) = Dupper
Cells(3, 2) = Lupper
Cells(4, 2) = GTupper
MinUpperLog = CInt(Cells(2, 7) * 100) + 1
MaxUpperLog = CInt(Cells(25, 7) * 100) - 1
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
With ComboBox5
   .Clear
   For i = MinAVGLog To MaxAVGLog
      .AddItem Format(i / 100, "0.00")
   Next i
   .Value = Format(0.005 * (MinAVGLog + MaxAVGLog), "0.00")
End With

With ComboBox6
   .Clear
   For i = MinLowerLog To MaxLowerLog
      .AddItem Format(i / 100, "0.00")
   Next i
   .Value = Format(0.005 * (MinLowerLog + MaxLowerLog), "0.00")
End With

With ComboBox7
   .Clear
   For i = MinUpperLog To MaxUpperLog
      .AddItem Format(i / 100, "0.00")
   Next i
   .Value = Format(0.005 * (MinUpperLog + MaxUpperLog), "0.00")
End With

CurrentSheet = ActiveSheet.Name
Sheets("CalSheet").Select
ActiveWindow.Visible = False
Windows(ThisWorkbook1).Activate
ChartName = "Pramote01"
ChDir ActiveWorkbook.Path
ActiveSheet.ChartObjects(ChartName).Height = 230
ActiveSheet.ChartObjects(ChartName).Width = (400 / 300) * 230
ActiveSheet.ChartObjects(ChartName).Activate
ActiveChart.ChartArea.Select
ActiveChart.Export Filename:=ActiveWorkbook.Path & "\" & "PramoteExp01" &
".gif", FilterName:="GIF"
ActiveWindow.Visible = False
Windows(ThisWorkbook1).Activate
Sheets(CurrentSheet).Select
Label17.Caption = Format(a, "0.000E+00")
Label19.Caption = Format(b, "0.000E+00")
Label18.Caption = Format(C, "0.000E+00")
Label20.Caption = Format(M, "0.000E+00")
BB = ActiveWorkbook.Path & "\" & "PramoteExp01" & ".gif"
UserForm1.Image1.Picture = LoadPicture(BB)
UserForm1.Repaint
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
    Sheets("Main").Select
  End Sub
  Function LevelOfConcernUpper(QQ As Double)
    Application.ScreenUpdating = False
    Application.DisplayAlerts = False
    a = ActiveSheet.Name
    Sheets("CalSheetUpper").Select
    Range("G29").GoalSeek Goal:=QQ, ChangingCell:=Range("F29")
    Application.MaxChange = 0.000000000001
    ActiveWorkbook.PrecisionAsDisplayed = False
    LevelOfConcernUpper = Range("F29")
    Sheets(a).Select
  End Function
  Function LevelOfConcernLower(QQ As Double)
    Application.ScreenUpdating = False
    Application.DisplayAlerts = False
    a = ActiveSheet.Name
    Sheets("CalSheetLower").Select
    Range("G29").GoalSeek Goal:=QQ, ChangingCell:=Range("F29")
    Application.MaxChange = 0.000000000001
    ActiveWorkbook.PrecisionAsDisplayed = False
    LevelOfConcernLower = Range("F29")
    Sheets(a).Select
  End Function
  Function LevelOfConcernAVG(QQ As Double)
    Application.ScreenUpdating = False
    Application.DisplayAlerts = False
    a = ActiveSheet.Name
    Sheets("CalSheet").Select
    Range("G29").GoalSeek Goal:=QQ, ChangingCell:=Range("F29")
    Application.MaxChange = 0.000000000001
    ActiveWorkbook.PrecisionAsDisplayed = False
    LevelOfConcernAVG = Range("F29")
    Sheets(a).Select
  End Function
  Private Sub ComboBox1_Change()
    ComputationNow
  End Sub
  Private Sub ComboBox2_Change()
    ComputationNow
  End Sub
  Private Sub ComboBox3_Change()
    ComputationNow
  End Sub
  Private Sub ComboBox4_Change()
    ComputationNow
  End Sub
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
Private Sub ComboBox5_Change()
    If IsNumeric(ComboBox5.Value) = False Then Exit Sub
    QQ = CDbl(ComboBox5.Value)
    b = LevelOfConcernAVG((QQ))
    Label25.Caption = Format(b, "0.00")
End Sub
Private Sub ComboBox6_Change()
    If IsNumeric(ComboBox6.Value) = False Then Exit Sub
    QQ = CDbl(ComboBox6.Value)
    b = LevelOfConcernLower((QQ))
    Label28.Caption = Format(b, "0.00")
End Sub
Private Sub ComboBox7_Change()
    If IsNumeric(ComboBox7.Value) = False Then Exit Sub
    QQ = CDbl(ComboBox7.Value)
    b = LevelOfConcernUpper((QQ))
    Label31.Caption = Format(b, "0.00")
End Sub
Private Sub CommandButton1_Click()
    Application.ScreenUpdating = False
    a = ComboBox1.Value
    For i = 0 To 24
        ComboBox1.Value = Format(i / 10, "0.0")
        UserForm1.Repaint
        Application.Wait Now + TimeValue("00:00:01")
    Next i
    ComboBox1.Value = Format(a, "0.0")
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
    Application.ScreenUpdating = False
    a = ComboBox2.Value
    For i = 0 To 40
        ComboBox2.Value = Format(i / 10, "0.0")
        UserForm1.Repaint
        Application.Wait Now + TimeValue("00:00:01")
    Next i
    ComboBox2.Value = Format(a, "0.0")
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
    Application.ScreenUpdating = False
    a = ComboBox3.Value
    For i = 650 To 750 Step 10
        ComboBox3.Value = Format(i / 100, "0.0")
        UserForm1.Repaint
        Application.Wait Now + TimeValue("00:00:01")
    Next i
    ComboBox3.Value = Format(a, "0.0")
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
End Sub
Private Sub CommandButton4_Click()
   Application.ScreenUpdating = False
   a = ComboBox4.Value
   For i = 150 To 350 Step 3
      ComboBox4.Value = Format(i / 10, "0.0")
      UserForm1.Repaint
      Application.Wait Now + TimeValue("00:00:01")
   Next i
   ComboBox4.Value = Format(a, "0.0")
End Sub
Private Sub CommandButton5_Click()
   Unload UserForm1
   UserForm2.Show
End Sub
Private Sub userform_initialize()
   With ComboBox1
      .Clear
      For i = 0 To 24
         .AddItem Format(i / 10, "0.0")
      Next i
      ComboBox1.Value = Format(1.1, "0.0")
   End With
   With ComboBox2
      .Clear
      For i = 0 To 40
         .AddItem Format(i / 10, "0.0")
      Next i
      ComboBox2.Value = Format(2, "0.0")
   End With
   With ComboBox3
      .Clear
      For i = 65 To 75
         .AddItem Format(i / 10, "0.0")
      Next i
      ComboBox3.Value = Format(7, "0.0")
   End With
   With ComboBox4
      .Clear
      For i = 150 To 350
         .AddItem Format(i / 10, "0.0")
      Next i
      ComboBox4.Value = Format(25, "0.0")
   End With
   ComboBox1.Value = Format(1.2, "0.0")
   Label21.Caption = ""
   Label22.Caption = ""
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
    CommandButton5.Enabled = False
    CommandButton5.Visible = False
    Label21.Visible = False
    Label22.Visible = False
End Sub
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 UserForm2

```
Sub Temp33()
    Application.ScreenUpdating = False
    ThisWorkbook1 = ActiveWorkbook.Name
    Sheets("Anomally").Select
    Range(Cells(2, 1), Cells(65536, 256)).ClearContents
    Sheets("Anomally2").Select
    Range(Cells(2, 1), Cells(65536, 256)).ClearContents
    Sheets("Main").Select
    Count = 0
    kkk = 0
    For i = 0 To 24
      For j = 0 To 40
        For k = 65 To 75
          For l = 15 To 35
            Count = Count + 1
            TestNaL = i / 10
            TestNaCl = j / 10
            TestpH = k / 10
            TestTemp = l
            NaLMax = 2.4
            NaLMin = 0
            NaClMax = 4
            NaClMin = 0
            pHMax = 7.5
            pHMin = 6.5
            TempMax = 35
            TempMin = 15
            NaL = (TestNaL - (NaLMax + NaLMin) / 2) / ((NaLMax - NaLMin) / 2)
            NaCl = (TestNaCl - (NaClMax + NaClMin) / 2) / ((NaClMax - NaClMin)
/ 2)
            pH = (TestpH - (pHMax + pHMin) / 2) / ((pHMax - pHMin) / 2)
            Temp = (TestTemp - (TempMax + TempMin) / 2) / ((TempMax -
TempMin) / 2)
            KK = 4.0745 * 10 ^ -1 - 6.1565 * 10 ^ -2 * (NaL) - 1.4102 * 10 ^ -1 *
(NaCl) + 1.1458 * 10 ^ -2 * (pH) + 3.0499 * 10 ^ -1 * (Temp) + 8.7111 * 10 ^ -3 *
(NaL ^ 2) - 2.3533 * 10 ^ -2 * (NaCl ^ 2) - 1.0169 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) + 5.4694 * 10
^ -3 * (Temp ^ 2) - 1.9693 * 10 ^ -2 * (NaL * NaCl) - 1.5354 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) -
4.2611 * 10 ^ -2 * (NaL * Temp) - 2.1387 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) - 1.1085 * 10 ^ -1
* (NaCl * Temp) + 1.2549 * 10 ^ -2 * (pH * Temp)
            DD = 8.8478 - 2.6299 * 10 ^ -1 * (NaL) - 3.5762 * 10 ^ -1 * (NaCl) +
9.2538 * 10 ^ -2 * (pH) + 1.04 * 10 ^ -1 * (Temp) - 1.4081 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) -
1.5612 * 10 ^ -1 * (NaCl ^ 2) + 1.1038 * 10 ^ -2 * (pH ^ 2) - 6.042 * 10 ^ -2 * (Temp
^ 2) - 2.1662 * 10 ^ -1 * (NaL * NaCl) - 3.2812 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) + 1.1907 * 10
^ -1 * (NaL * Temp) - 3.8524 * 10 ^ -2 * (NaCl * pH) + 2.0375 * 10 ^ -1 * (NaCl *
Temp) + 1.0278 * 10 ^ -4 * (pH * Temp)
```

```
        LL = 1.9885 + 2.1626 * (NaL) + 4.358 * (NaCl) + 7.3744 * 10 ^ -1 *
(pH) - 6.1149 * (Temp) + 1.0177 * (NaL ^ 2) + 1.9758 * (NaCl ^ 2) - 8.3889 * 10 ^ -
2 * (pH ^ 2) + 5.3821 * (Temp ^ 2) + 2.965 * (NaL * NaCl) + 6.0315 * 10 ^ -1 *
(NaL * pH) - 2.1985 * (NaL * Temp) + 9.2641  * 10 ^ -1 * (NaCl * pH) - 3.7413 *
(NaCl * Temp) - 6.8776 * 10 ^ -1 * (pH * Temp)
        GT = 8.4102 * 10 ^ -1 + 2.1314 * 10 ^ -1 * (NaL) + 7.1209 * 10 ^ -1 *
(NaCl) + 6.6169 * 10 ^ -2 * (pH) - 1.6634 * (Temp) - 2.4407 * 10 ^ -1 * (NaL ^ 2) +
3.3946 * 10 ^ -1 * (NaCl ^ 2) + 6.1769 * 10 ^ -3 * (pH ^ 2) + 1.2552 * (Temp ^ 2) +
2.2776 * 10 ^ -2 * (NaL * NaCl) - 5.876 * 10 ^ -2 * (NaL * pH) - 9.531 * 10 ^ -2 *
(NaL * Temp) + 1.3265 * 10 ^ -1 * (NaCl * pH) - 6.6874 * 10 ^ -1 * (NaCl * Temp) -
9.6257 * 10 ^ -2 * (pH * Temp)
        Sheets("CalSheet2").Select
        ActiveWindow.Visible = False
        Windows(ThisWorkbook1).Activate
        Cells(1, 2) = KK
        Cells(2, 2) = DD
        Cells(3, 2) = LL
        Cells(4, 2) = GT
        AA = Cells(1, 4)
        BB = Cells(2, 4)
        CC = Cells(3, 4)
        MM = Cells(4, 4)
        If KK < 0 Or DD < 0 Or LL < 0 Or GT < 0 Or _
          AA < 0 Or BB < 0 Or CC < 0 Or MM < 0 Then
          kkk = kkk + 1
          If kkk <= 65000 Then
            Sheets("Anomally").Select
            Cells(kkk + 1, 1) = Count
            Cells(kkk + 1, 2) = TestNaL
            Cells(kkk + 1, 3) = TestNaCl
            Cells(kkk + 1, 4) = TestpH
            Cells(kkk + 1, 5) = TestTemp
            Cells(kkk + 1, 6) = KK
            Cells(kkk + 1, 7) = DD
            Cells(kkk + 1, 8) = LL
            Cells(kkk + 1, 9) = GT
            Cells(kkk + 1, 10) = AA
            Cells(kkk + 1, 11) = BB
            Cells(kkk + 1, 12) = CC
            Cells(kkk + 1, 13) = MM
            For iii = 1 To 13
              If Cells(kkk + 1, iii) < 0 Then
                Cells(kkk + 1, iii).Font.ColorIndex = 3
              Else
                Cells(kkk + 1, iii).Font.ColorIndex = 1
              End If
            Next iii
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
                Else
                  Sheets("Anomally2").Select
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 1) = Count
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 2) = TestNaL
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 3) = TestNaCl
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 4) = TestpH
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 5) = TestTemp
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 6) = KK
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 7) = DD
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 8) = LL
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 9) = GT
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 10) = AA
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 11) = BB
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 12) = CC
                  Cells(kkk + 1 - 64999, 13) = MM
                  For iii = 1 To 13
                    If Cells(kkk + 1 - 64999, iii) < 0 Then
                      Cells(kkk + 1 - 64999, iii).Font.ColorIndex = 3
                    Else
                      Cells(kkk + 1 - 64999, iii).Font.ColorIndex = 1
                    End If
                  Next iii
                End If
              End If
              Label22.Caption = kkk
              Label21.Caption = Count
              Label23.Caption = Format(kkk / Count, "0.000")
              If Count Mod 1000 = 0 Then ActiveWorkbook.Save
              UserForm2.Repaint
              Sheets("Main").Select
              'If Count > 3000 Then Stop
            Next l
          Next k
        Next j
      Next i
      Unload UserForm2
End Sub
Private Sub CommandButton5_Click()
    Temp33
End Sub
Private Sub userform_initialize()
    Label22.Caption = ""
    Label21.Caption = ""
    Label23.Caption = ""
End Sub
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฌ

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างชุดข้อมูล (analysis of varience) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการ polynomial equation ของค่า K, D, L และ GT แบบ 3^3 และ 3^4 factorial in CRD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างชุดข้อมูล (analysis of varience) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล ในปัจจัยแต่ละตัว

ทำการวิเคราะห์ ANOVA เป็นแบบ 3^3 factorial in CRD ดังนี้

1.1 กรอกข้อมูลของปัจจัย ทั้ง 3 ปัจจัยเป็นแบบ Coded Model ยกตัวอย่าง

เช่น โซเดียมแลกเทต 0 % ให้ Code เป็น -1

โซเดียมแลกเทต 1.2 % ให้ Code เป็น 0

โซเดียมแลกเทต 2.4 % ให้ Code เป็น 1

1.2 กรอกข้อมูลค่า K, D, L และ GT ที่คำนวณได้ ทั้ง 2 ชุด ลงในหน้า Data view โดยกรอกให้มี 2 ซ้ำ รวมแล้วจะมีข้อมูลทั้งหมด 54 ชุด จากนั้นเลือกใช้คำสั่งใน SPSS คือ Analyze →General Linear Model → Univariate

1.3 วิเคราะห์ค่าของ K D L และ GT ทีละค่า โดยการกำหนดค่าที่ต้องการวิเคราะห์ เป็น Dependent variable และเลือก ปัจจัย ทุกตัวคือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และ pH เป็น Fixed Factor

1.4 กำหนด Model เป็นแบบ Custom และ กำหนด Build Term ประกอบด้วย ค่าของ Main Effected แต่ละตัว , ค่าของ 2 way Interaction และ 3 way Interaction

1.5 เลือกวิธีการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยใน Post Hoc เป็นวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. วิธีการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการ polynomial equation ของค่า maximum growth rate (K), ค่า maximum cell population (D), ค่า lag phase duration (L) และ ค่า generation time (GT) แบบ 3^3 factorial in CRD

ทำการวิเคราะห์ความถดถอยด้วย multiple linear regression แบบ 3^3 factorial in CRD เพื่อให้ได้สมการ polynomial equation 4 สมการ คือ สมการของค่า K, D, L และ GT ดังนี้

2.1 ใช้ข้อมูลเดิมจากการวิเคราะห์ ANOVA แต่เพิ่มข้อมูลของตัวแปร อิสระที่มี Interaction กัน และข้อมูลที่ตัวแปรอิสระ มี Interaction กับตัวเอง จากนั้นเลือกใช้คำสั่งใน SPSS คือ Analyze →Regression → Linear

2.2 วิเคราะห์ค่าของ K D L และ GT ทีละค่า โดยการกำหนดค่าที่ต้องการวิเคราะห์ เป็น Dependent variable และเลือก ปัจจัย ทุกตัวคือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ และ pH รวมทั้งข้อมูลของตัวแปรอิสระที่มี Interaction กัน และข้อมูลที่ตัวแปรอิสระที่มี Interaction กับตัวเองเป็น Fixed Factor

2.3 กำหนด Model ในการวิเคราะห์ เป็น Enter แล้ว กด OK

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. วิธีการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการ polynomial equation ของค่า maximum growth rate (K), ค่า maximum cell population (D), ค่า lag phase duration (L) และ ค่า generation time (GT) แบบ 3^4 factorial in CRD

ทำการวิเคราะห์ความถดถอยด้วย multiple linear regression แบบ 3^4 factorial in CRD เพื่อให้ได้สมการ polynomial equation 4 สมการ คือ สมการของค่า K, D, L และ GT ดังนี้

3.1 ใช้ข้อมูลเดิมจากการวิเคราะห์ ANOVA แต่เพิ่มปัจจัยอีก 1 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ และเพิ่มข้อมูลของตัวแปร อิสระที่มี Interaction กัน และข้อมูลที่ตัวแปรอิสระ มี Interaction กับตัวเอง จากนั้นเลือกใช้คำสั่งใน SPSS คือ Analyze →Regression → Linear

3.2 วิเคราะห์ค่าของ K D L และ GT ทีละค่า โดยการกำหนดค่าที่ต้องการวิเคราะห์ เป็น Dependent variable และเลือก ปัจจัย ทุกตัวคือ โซเดียมแลกเทต โซเดียมคลอไรด์ pH และอุณหภูมิ รวมทั้งข้อมูลของตัวแปรอิสระที่มี Interaction กัน และข้อมูลที่ตัวแปรอิสระ ที่มี Interaction กับตัวเองเป็น Fixed Factor

3.3 กำหนด Model ในการวิเคราะห์ เป็น Enter แล้ว กด OK

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ญ

ตัวอย่างการคำนวณสมการ polynomial equation สำหรับค่า maximum growth rate (K) แบบ Coded Full model และ Natural Full model

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การคำนวณหาค่า maximum growth rate (K) จากสมการ polynomial equation ณ สภาวะที่มีความเข้มข้นของโซเดียมแลกเทต เท่ากับ 2 %, โซเดียมคลอไรด์ 2.5 %, pH 7.2

1.1 สมการ polynomial equation แบบ Coded Full model

$$K = 9.2146*10^{-2} - 1.0967*10^{-2}NaL - 3.1372*10^{-2}NaCl - 5.1389*10^{-4}pH + 4.6611*10^{-3}NaL^2 - 5.6389*10^{-3}NaCl^2 - 3.4722*10^{-4}pH^2 + 6.2917*10^{-3}NaL*NaCl + 2.7583*10^{-3}NaL*pH - 6.4667*10^{-3}NaCl*pH$$

$R^2 = 0.826$

Adj $R^2 = 0.790$

ทำการแปลงค่าให้อยู่ในรูปแบบของตัวแปรเข้ารหัส (coded variable) จากสูตร ดังนี้

$$\text{ตัวแปรเข้ารหัส} = \frac{\text{ตัวแปรเดิม} - (\text{ค่าที่ระดับสูงสุดของปัจจัยนั้น} + \text{ค่าที่ระดับต่ำสุดของปัจจัยนั้น})/2}{(\text{ค่าที่ระดับสูงสุดของปัจจัยนั้น} - \text{ค่าที่ระดับต่ำสุดของปัจจัยนั้น})/2}$$

โซเดียมแลกเทต = 2.0 % ตัวแปรเข้ารหัสเท่ากับ $= \frac{2.0 - (2.4 + 0)/2}{(2.4 - 0)/2} = 0.67$

โซเดียมคลอไรด์ = 2.5 % ตัวแปรเข้ารหัสเท่ากับ $= \frac{2.5 - (4.0 + 0)/2}{(4.0 - 0)/2} = 0.25$

ค่า pH = 7.2 ตัวแปรเข้ารหัสเท่ากับ $= \frac{7.2 - (7.5 + 6.5)/2}{(7.5 - 6.5)/2} = 0.4$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนั้นนำค่าที่ได้ไปแทนลงในสมการ polynomial equation แบบ Coded Full model ได้ดังนี้

$$K = 9.2146*10^{-2} - 1.0967*10^{-2}*(0.67) - 3.1372*10^{-2}*(0.25) - 5.1389*10^{-4}*(0.4) + 4.6611*10^{-3}*(0.67)^2 - 5.6389*10^{-3}*(0.25)^2 - 3.4722*10^{-4}*(0.4)^2 + 6.2917*10^{-3}(0.67)*(0.25) + 2.7583*10^{-3}*(0.67)*(0.4) - 6.4667*10^{-3}*(0.25)*(0.4)$$

เมื่อคำนวณแล้วจะได้ค่า

$$K = 9.2146*10^{-2} - 0.734789*10^{-2} - 0.7843*10^{-2} - 2.05556*10^{-4} + 2.09236779*10^{-3} - 0.35243125*10^{-3} - 0.555552*10^{-4} + 1.05385975*10^{-3} + 0.7392244*10^{-3} - 0.64667*10^{-3}$$

$$= 7.9580*10^{-2}$$

1.2 สมการ polynomial equation แบบ Natural Full model

$$K = 2.7021*10^{-2} - 5.4331*10^{-2}NaL + 3.2074*10^{-2}NaCl + 2.5833*10^{-2}pH + 3.2369*10^{-3}NaL^2 - 1.4097*10^{-3}NaCl^2 - 1.3889*10^{-3}pH^2 + 2.6215*10^{-3}NaL*NaCl + 4.5972*10^{-3}NaL*pH - 6.4667*10^{-3}NaCl*pH$$

$R^2 = 0.826$

Adj $R^2 = 0.790$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แทนลงในสมการ polynomial equation แบบ Natural Full model ได้ดังนี้

$$K = 2.7021*10^{-2} - 5.4331*10^{-2}*(2.0) + 3.2074*10^{-2}*(2.5) + 2.5833*10^{-2}*(7.2) + 3.2369*10^{-3}*(2.0)^2 - 1.4097*10^{-3}*(2.5)^2 - 1.3889*10^{-3}*(7.2)^2 + 2.6215*10^{-3}*(2.0)*(2.5) + 4.5972*10^{-3}*(2.0)*(7.2) - 6.4667*10^{-3}*(2.5)*(7.2)$$

เมื่อคำนวณแล้วจะได้ค่า

$$K = 2.7021*10^{-2} - 10.8662*10^{-2} + 8.0185*10^{-2} + 18.59976*10^{-2} + 12.9476*10^{-3} - 8.810625*10^{-3} - 72.000576*10^{-3} + 13.1075*10^{-3} + 66.19968*10^{-3} - 116.4006*10^{-3}$$

$$= 7.9585*10^{-2}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฎ

อาหารเลี้ยงเชื้อ เบรน ฮาร์ท อินฟิวชั่น (Brain Heart Infusion)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารเลี้ยงเชื้อ เบรน ฮาร์ท อินฟิวชั่น (Brain Heart Infusion)

ส่วนประกอบ (กรัม/ลิตร)

Calf brain infusion solids	12.5
Beef heart infusion solids	5.0
Proteose peptone	10.0
Glucose	2.0
Sodium Chloride	5.0
Di-Sodium phosphate	2.5

วิธีการเตรียม

ชั่งอาหารสำเร็จรูป ซึ่งมีส่วนประกอบทุกอย่างผสมไว้เรียบร้อยแล้ว จำนวน 37 กรัม เติมน้ำ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากันดี แบ่งใส่ขวดอาหารเลี้ยงเชื้อฝาเกลียว ขวดละ 9 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปล่อยให้อาหารเย็นลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย ปราโมทย์ ชุนหกรณ์

วัน เดือน ปี เกิด 10 ธันวาคม 2523

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว ปีการศึกษา 2541

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีการศึกษา 2546

ภูมิลำเนา 194/16 ม. 2 ต. สำโรงใต้ อ. พระประแดง จ. สมุทรปราการ 10130

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved