ภาคผนวก ก

การออกแบบการทดลองเบื้องต้น การกำหนดปัจจัย ระดับ ขอบเขตและสัญลักษณ์ ของชาฝรั่ง และรูปแบบตารางการทดลองของชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

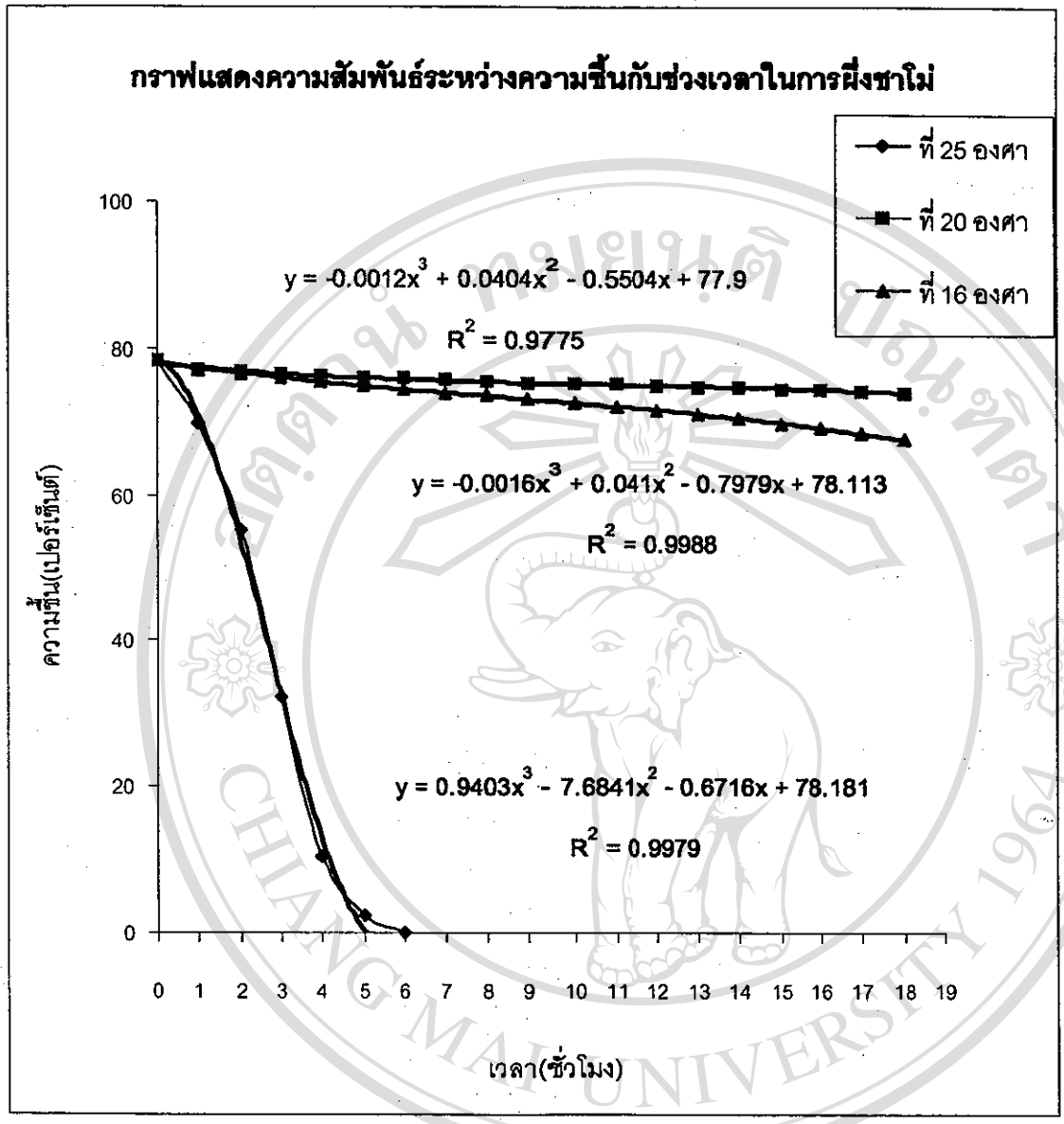
การออกแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-experiment)

เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อความชื้นในยอดชา ในกระบวนการผึ่ง และเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทดลองจริง โดยกำหนดระดับอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ คือ 16 องศา (ในห้องเย็น) , 20องศา (ในโรงชา) และ 25องศา (ในตู้อบ) จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักชาทุกๆ 1 ชั่วโมง

ตารางที่ ก.1 เก็บข้อมูลการทดลองเบื้องต้นเพื่อดูความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อความชื้นของชาโม่

ชั่วโมงที่	อุณหภูมิ	น้ำหนักชาโม่ที่ผึ่ง (กรัม)					
		สูง 25 องศาเซลเซียส		กลาง 20 องศาเซลเซียส		ต่ำ 16 องศาเซลเซียส	
	เวลา(นาฬิกา)	นน.ที่เหลือ	%ความชื้น	นน.ที่เหลือ	%ความชื้น	นน.ที่เหลือ	%ความชื้น
0	15.00	500	78.33	500	78.33	500	78.33
1	16.00	359	69.82	472	77.05	473	77.10
2	17.00	242	55.24	465	76.70	463	76.60
3	18.00	160	32.29	460	76.45	454	76.14
4	19.00	121	10.47	456	76.24	441	75.44
5	20.00	111	2.41	453	76.09	432	74.92
6	21.00	108	0.00	450	75.93	423	74.39
7	22.00	108	0.00	446	75.71	417	74.02
8	23.00	107	0.00	443	75.55	410	73.58
9	24.00	106	0.00	440	75.38	404	73.19
10	1.00	105	0.00	438	75.27	396	72.64
11	2.00	104	0.00	436	75.15	390	72.22
12	3.00	104	0.00	433	74.98	381	71.57
13	4.00	103	0.00	430	74.81	375	71.11
14	5.00	103	0.00	428	74.69	368	70.56
15	6.00	103	0.00	426	74.57	358	69.74
16	7.00	103	0.00	424	74.45	352	69.22
17	8.00	103	0.00	422	74.33	344	68.51
18	9.00	103	0.00	418	74.08	335	67.66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



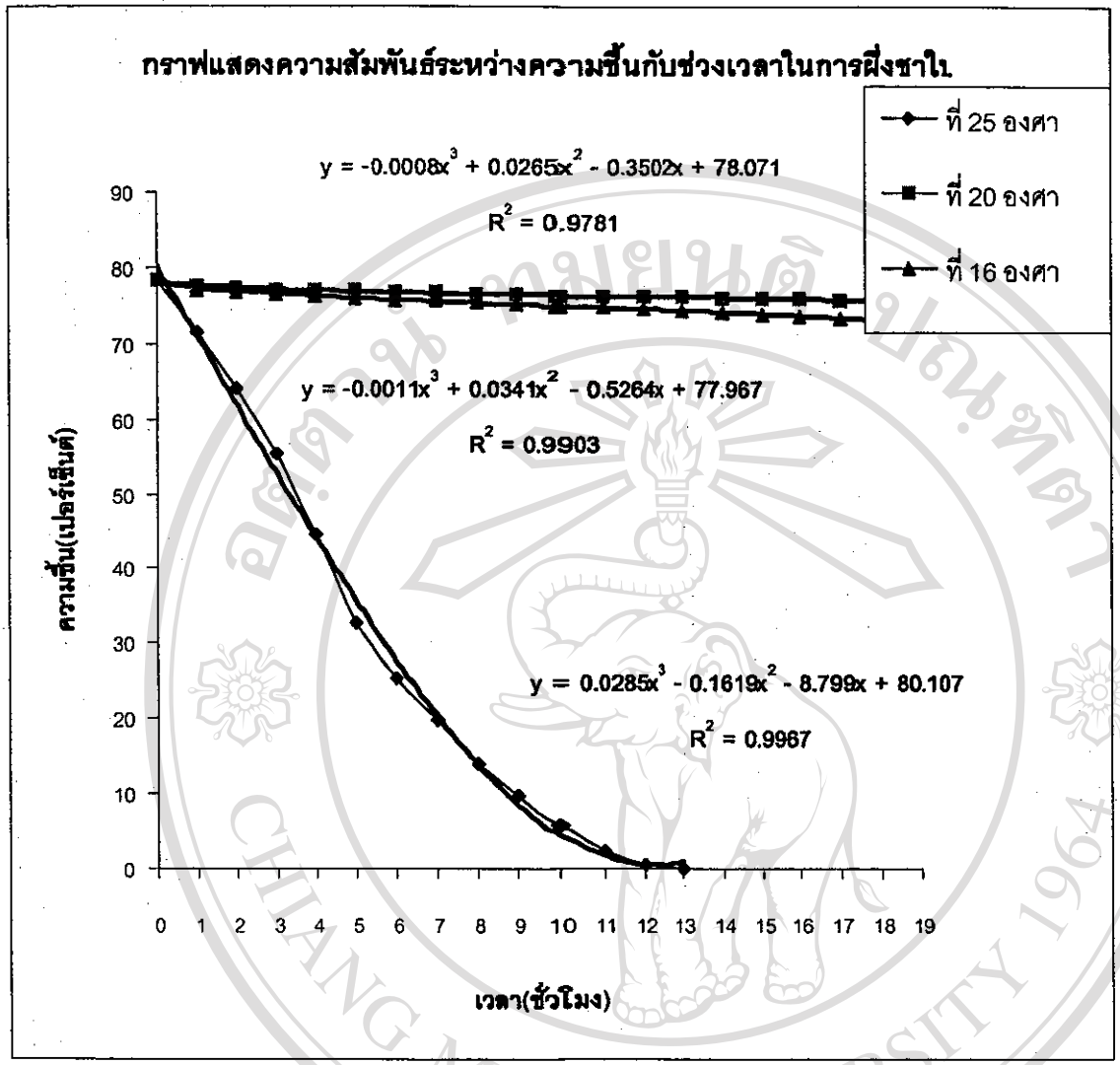
รูป ก.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาโม่ที่อุณหภูมิ 16, 20 และ 25 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ก.2 เก็บข้อมูลการทดลองเบื้องต้นเพื่อดูความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อความชื้นของชาใบ

ชั่วโมงที่	อุณหภูมิ	น้ำหนักชาใบที่ผึ่ง (กรัม)					
		สูง 25 องศาเซลเซียส		กลาง 20 องศาเซลเซียส		ต่ำ 16 องศาเซลเซียส	
	เวลา(นาฬิกา)	นน.ที่เหลือ	%ความชื้น	นน.ที่เหลือ	%ความชื้น	นน.ที่เหลือ	%ความชื้น
0	15.00	500	78.33	500	78.33	500	78.33
1	16.00	381	71.57	482	77.52	474	77.15
2	17.00	302	64.13	478	77.34	468	76.85
3	18.00	243	55.42	474	77.15	463	76.60
4	19.00	196	44.73	472	77.05	458	76.35
5	20.00	161	32.71	470	76.95	453	76.09
6	21.00	145	25.29	467	76.80	449	75.87
7	22.00	135	19.76	465	76.70	445	75.66
8	23.00	126	14.02	463	76.60	441	75.44
9	24.00	120	9.73	462	76.55	438	75.27
10	1.00	115	5.80	459	76.40	433	74.98
11	2.00	111	2.41	458	76.35	431	74.87
12	3.00	109	0.61	456	76.24	426	74.57
13	4.00	106	0.00	455	76.19	423	74.39
14	5.00	105	0.00	454	76.14	420	74.21
15	6.00	104	0.00	452	76.03	415	73.90
16	7.00	104	0.00	450	75.93	412	73.71
17	8.00	103	0.00	448	75.82	408	73.45
18	9.00	103	0.00	446	75.71	403	73.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาใบที่อุณหภูมิ 16, 20 และ 25 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณ TF และ TR ของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 16 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่	ขนาดใบชาที่ตัดเบอร์	เวลาผึ่ง (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (%)	%TF	%TR
1	1	3	92	76.09	0.979	20.397
2	1	6	85	74.12	0.905	17.241
3	1	9	79	72.15	0.748	13.123
4	1	12	70	68.57	0.842	14.529
5	1	15	64	65.63	1.099	14.118
6	1	18	58	62.07	1.107	17.757
7	2	3	96	77.08	0.442	9.351
8	2	6	92	76.09	0.475	11.608
9	2	9	89	75.28	0.459	11.494
10	2	12	83	73.49	0.583	11.462
11	2	15	78	71.79	0.405	9.969
12	2	18	75	70.67	0.412	10.704
13	3	3	96	77.08	0.429	9.244
14	3	6	93	76.34	0.465	14.194
15	3	9	91	75.82	0.378	7.856
16	3	12	89	75.28	0.476	10.018
17	3	15	82	73.17	0.408	8.019
18	3	18	77	71.43	0.389	6.752
19	4	3	96	77.08	0.369	6.730
20	4	6	93	76.34	0.328	6.130
21	4	9	91	75.82	0.321	5.940
22	4	12	89	75.28	0.300	5.251
23	4	15	84	73.81	0.355	5.971
24	4	18	80	72.50	0.347	5.664

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณ TF และ TR ของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 20 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่	ขนาดใบชาที่ตัดเบอร์	เวลาผึ่ง (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (%)	%TF	%TR
1	1	3	97	77.32	0.819	11.693
2	1	6	94	76.60	0.705	14.206
3	1	9	93	76.34	0.709	14.551
4	1	12	90	75.56	0.767	13.859
5	1	15	86	74.42	0.723	12.806
6	1	18	83	73.49	0.952	18.350
7	2	3	97	77.32	0.407	9.390
8	2	6	95	76.84	0.415	7.213
9	2	9	94	76.60	0.401	7.131
10	2	12	92	76.09	0.392	5.973
11	2	15	89	75.28	0.381	7.532
12	2	18	87	74.71	0.394	7.547
13	3	3	98	77.55	0.406	7.011
14	3	6	96	77.08	0.354	7.211
15	3	9	95	76.84	0.343	7.059
16	3	12	94	76.60	0.405	-1.053
17	3	15	90	75.56	0.370	-0.611
18	3	18	88	75.00	0.409	-0.397
19	4	3	98	77.55	0.320	-2.217
20	4	6	97	77.32	0.385	-1.162
21	4	9	96	77.08	0.353	5.827
22	4	12	95	76.84	0.302	5.458
23	4	15	91	75.82	0.335	6.062
24	4	18	90	75.56	0.369	5.300

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณ TF และ TR ของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 25 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่	ขนาดใบชาที่ตัดเบอร์	เวลาผึ่ง (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (%)	%TF	%TR
1	1	3	32	31.25	1.233	16.012
2	1	6	24	8.33	1.053	15.475
3	1	9	22	0.00	0.821	16.943
4	1	12	22	0.00	-	-
5	1	15	22	0.00	-	-
6	1	18	22	0.00	-	-
7	2	3	42	47.62	0.633	-1.957
8	2	6	25	12.00	0.623	-0.047
9	2	9	22	0.00	0.566	-3.062
10	2	12	22	0.00	-	-
11	2	15	22	0.00	-	-
12	2	18	22	0.00	-	-
13	3	3	45	51.11	0.582	-2.331
14	3	6	27	18.52	0.435	-1.148
15	3	9	23	4.35	0.619	-0.777
16	3	12	22	0.00	0.409	-4.392
17	3	15	22	0.00	-	-
18	3	18	22	0.00	-	-
19	4	3	56	60.71	0.590	-1.680
20	4	6	31	29.03	0.546	-4.225
21	4	9	26	15.38	0.535	-4.722
22	4	12	22	0.00	0.561	-5.817
23	4	15	22	0.00	-	-
24	4	18	22	0.00	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

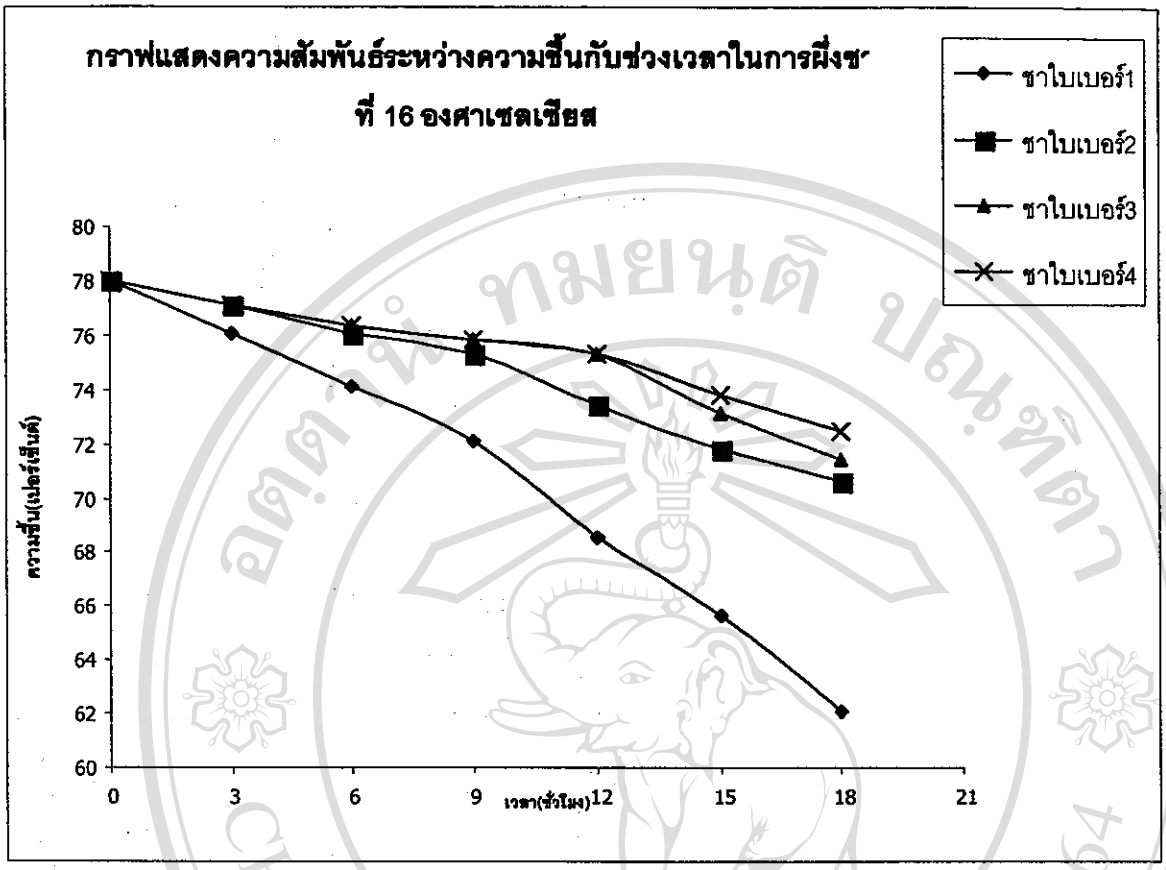
หมายเหตุ จากตาราง ก.3 – ก.5 เบอร์1 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเล็กที่สุด, เบอร์ 2 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซ.ม., เบอร์ 3 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซ.ม. และเบอร์ 4 คือ ใบชาที่ไม่ตัด

ตาราง ก.6 ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิในการผึ่ง 16 องศาเซลเซียส

เวลาในการผึ่ง (ชั่วโมง)	**เปอร์เซ็นต์ความชื้นในยอดชาที่ขนาด**			
	เบอร์1	**เบอร์2**	**เบอร์3**	**เบอร์4**
0	78.00	78.00	78.00	78.00
3	76.09	77.08	77.08	77.08
6	74.12	76.09	76.34	76.34
9	72.15	75.28	75.82	75.82
12	68.57	73.49	75.28	75.28
15	65.63	71.79	73.17	73.81
18	62.07	70.67	71.43	72.50

หมายเหตุ: เบอร์1 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเล็กที่สุด, เบอร์ 2 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซ.ม., เบอร์ 3 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซ.ม. และเบอร์ 4 คือ ใบชาที่ไม่ตัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



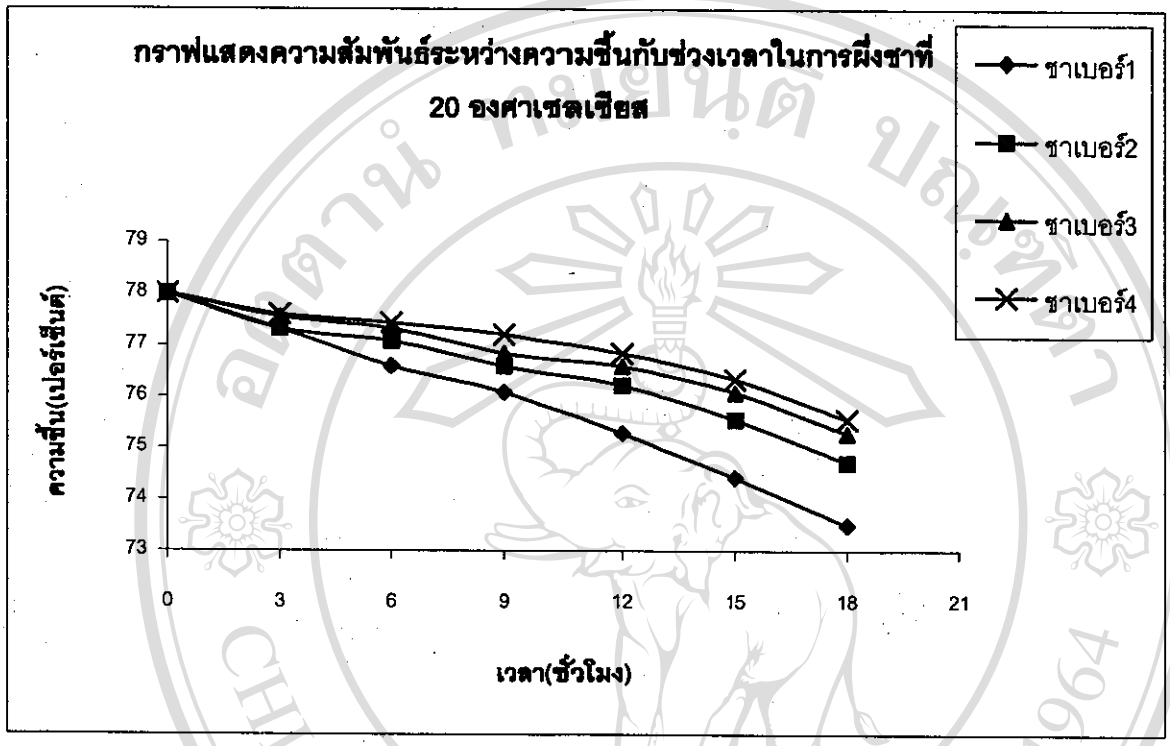
รูป ก.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิในการผึ่ง 16 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.7 ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิในการผึ่ง 20 องศาเซลเซียส

เวลาในการผึ่ง (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นในยอดชาที่ขนาด			
	เบอร์1	เบอร์2	เบอร์3	เบอร์4
0	78.00	78.00	78.00	78.00
3	77.32	77.32	77.55	77.60
6	76.60	77.08	77.32	77.44
9	76.09	76.60	76.84	77.20
12	75.28	76.22	76.60	76.84
15	74.42	75.56	76.09	76.34
18	73.49	74.71	75.28	75.56

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ: เบอร์1 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเล็กที่สุด, เบอร์ 2 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซ.ม., เบอร์ 3 คือ ใบชาที่ตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซ.ม. และเบอร์ 4 คือ ใบชาที่ไม่ตัด



รูป ก.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิในการผึ่ง 20 องศาเซลเซียส

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิในการผึ่ง 16 และ20 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงตามช่วงระยะเวลาในการผึ่งของชาเบอร์ 1 เบอร์ 2 และเบอร์ 3 มีความใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกับชาเบอร์ 4 ซึ่งเป็นชาที่ผึ่งทั้งยอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ก.8 ปัจจัย ระดับ ขอบเขตและสัญลักษณ์ สำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ ในการออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับ		
		1	2	3
A. อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (องศาเซลเซียส)	TP	16	20	-
B. เวลาในกระบวนการผึ่ง (ชั่วโมง)	T1	2	10	18
C. เวลาในการนวด (นาที)	T2	2	8	16

ตาราง ก.9 การออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวนสำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2
6	1	16	10	16
33	2	20	10	16
11	3	20	2	8
3	4	16	2	16
15	5	20	10	16
30	6	20	2	16
29	7	20	2	8
5	8	16	10	8
13	9	20	10	2
28	10	20	2	2
26	11	16	18	8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.9 การออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวนสำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ (ต่อ)

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2
9	12	16	18	16
32	13	20	10	8
1	14	16	2	2
35	15	20	18	8
17	16	20	18	8
10	17	20	2	2
20	18	16	2	8
27	19	16	18	16
19	20	16	2	2
34	21	20	18	2
8	22	16	18	8
22	23	16	10	2
24	24	16	10	16
7	25	16	18	2
31	26	20	10	2
21	27	16	2	16
36	28	20	18	16
2	29	16	2	8
14	30	20	10	8
16	31	20	18	2
4	32	16	10	2
18	33	20	18	16
25	34	16	18	2
12	35	20	2	16
23	36	16	10	8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.10 การออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวนสำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาใบ

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2
6	1	16	10	16
33	2	20	10	16
11	3	20	2	8
3	4	16	2	16
15	5	20	10	16
30	6	20	2	16
29	7	20	2	8
5	8	16	10	8
13	9	20	10	2
28	10	20	2	2
26	11	16	18	8
9	12	16	18	16
32	13	20	10	8
1	14	16	2	2
35	15	20	18	8
17	16	20	18	8
10	17	20	2	2
20	18	16	2	8
27	19	16	18	16
19	20	16	2	2
34	21	20	18	2
8	22	16	18	8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.10 การออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวนสำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาใบ (ต่อ)

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2
22	23	16	10	2
24	24	16	10	16
7	25	16	18	2
31	26	20	10	2
21	27	16	2	16
36	28	20	18	16
2	29	16	2	8
14	30	20	10	8
16	31	20	18	2
4	32	16	10	2
18	33	20	18	16
25	34	16	18	2
12	35	20	2	16
23	36	16	10	8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

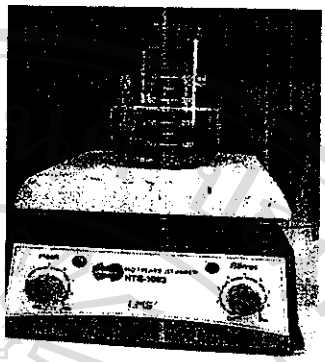
วิธีการทดสอบหาค่าจากห้องทดลองและผลการทดลอง เพื่อหาปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR การวัดค่าสี L*-a*-b* และค่าสี กลิ่น รสชาติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

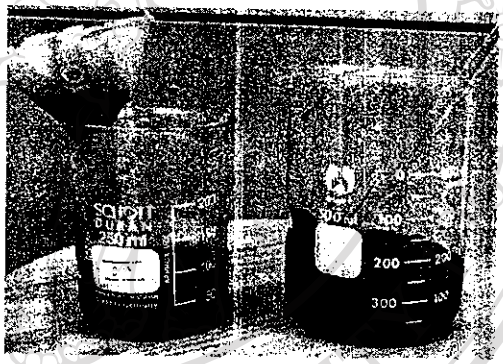
ขั้นตอนการสกัดสารละลายชาดำและการวิเคราะห์หาปริมาณ TF และ TR

1. วิธีการเตรียมน้ำชาตัวอย่าง

(a) ชั่งใบชาตัวอย่างละ 6 กรัม



(b) น้ำกลั่น 250 cc.



(c) ต้มชาตัวอย่างในน้ำกลั่นเดือด 10 นาที แล้วกรองเอาสารละลายชา จะได้น้ำชาตัวอย่าง

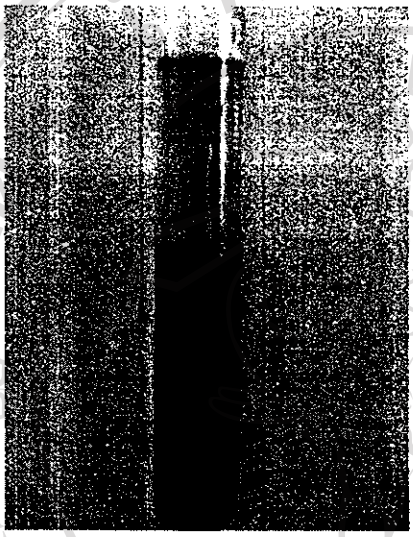
(d) น้ำชาตัวอย่าง

รูป ข.1 การเตรียมน้ำชาตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร TF และ TR

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การเตรียมสารละลาย E_1 E_2 และE_3

- สารละลาย E_1 นำน้ำชาตัวอย่าง 6 ml ผสมกับ ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟส 6 ml และ เอดทิวอะซิเตรด 10 ml จากนั้นเขย่ากลับไป- กลับมา 10 นาที ให้แยกชั้นแล้ว แยกเอาส่วนล่างทิ้งไป จากนั้นนำสารละลายด้านบนผสมกับ เอดทิวอะซิเตรด 5 ml แล้วเติม เมทานอลจนได้ปริมาณ 25 ml ก็จะได้สารละลาย E_1

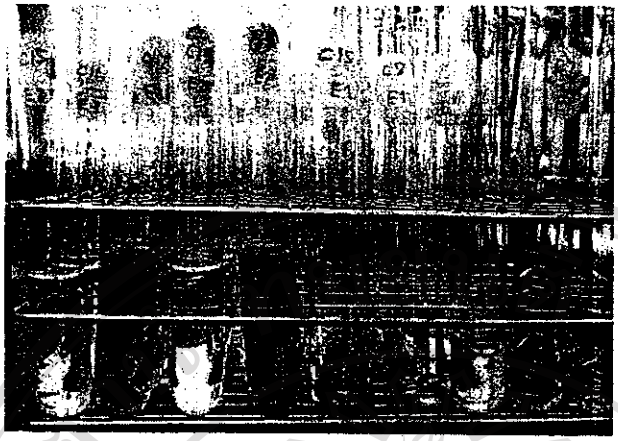


รูป ข.2 การแยกชั้นหลังจากเขย่ากลับไป- กลับมา 10 นาที

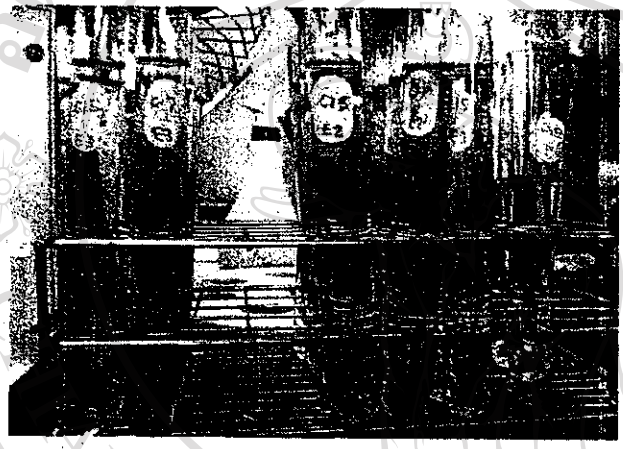
- สารละลาย E_2 นำน้ำชาตัวอย่าง 1 ml ผสมกับน้ำกลั่น 9 ml จากนั้นเติมเมทานอล จนได้ปริมาณ 25 ml ก็จะได้สารละลาย E_2
- สารละลาย E_3 นำน้ำชาตัวอย่าง 1 ml ผสมกับน้ำกลั่น 8 ml และกรดออกซาลิค 1 ml จากนั้นเติมเมทานอลจนได้ปริมาณ 25 ml ก็จะได้สารละลาย E_3

3. นำตัวอย่างสารละลาย E_1 E_2 และE_3 ไปหาปริมาณด้วยเครื่อง Spectro แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนานหาเปอร์เซ็นต์ TF , TR , Total Colour และ เปอร์เซ็นต์ Brightness

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ข.3 การเตรียมสารละลาย E_1 E_2 และE_3



รูป ข.4 สารละลาย E_1 E_2 และE_3 ที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ

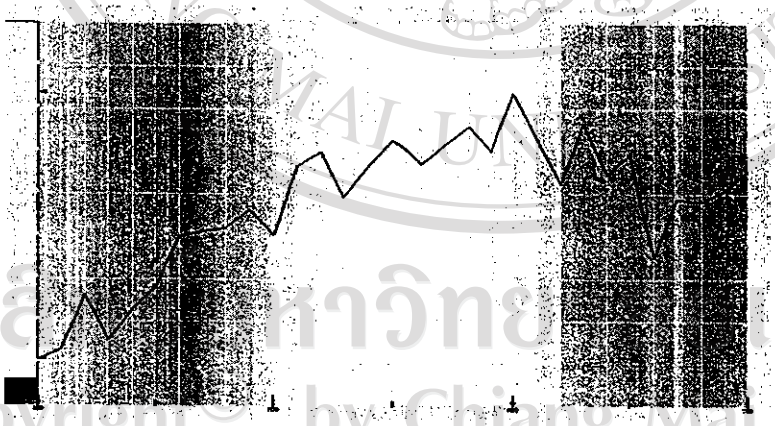
รูป ข.5 เครื่อง Spectro รุ่น UNICAM UV500

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวัดสีน้ำชาด้วยระบบ L*-a*-b* ของเครื่อง Spectrophotometer Hunter Lab รุ่น Miniscan XE Plus

รูป ข.6 เป็นเครื่อง Spectrophotometer ที่อาศัยหลักการวิเคราะห์ค่าการสะท้อนแสง มีการปล่อยลำแสงแบบเฟลช เครื่องนี้สามารถวัดค่าสีได้ทั้งวัตถุที่เป็นของแข็งและของเหลวส่วน โดยทำการวิเคราะห์นั้นสามารถพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นกับค่าเปอร์เซ็นต์การสะท้อน นอกจากนี้ก็ยังสามารถอ่านค่าสีในระบบ L*-a*-b* ซึ่งเป็นค่าที่ได้รับความนิยมในการวิเคราะห์ค่าสี ความละเอียดสูงสุดในการวิเคราะห์คือ สามารถวิเคราะห์ผลได้ทุก ๆ 10 นาโนเมตร

รูป ข.6 เครื่อง Spectrophotometer Hunter Lab รุ่น Miniscan XE Plus

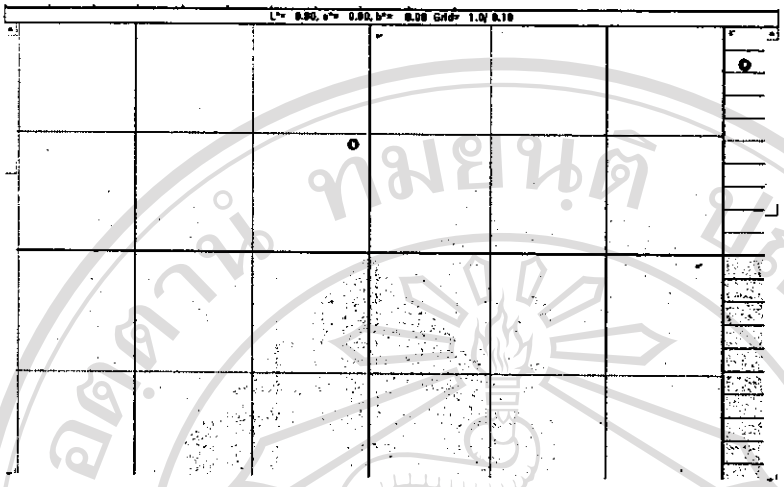


รูป ข.7 โปรแกรม 2D-Spectral plot ช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร

รูป ข.7 เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์แบบ 2 มิติ ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวคลื่นกับค่าเปอร์เซ็นต์การสะท้อนด้วยโปรแกรม 2D-Spectral plot ในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร โดยแกนระนาบคือ ค่าความยาวคลื่น และแกนตั้งคือ ค่าเปอร์เซ็นต์การสะท้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนั้นยังมีการวิเคราะห์แบบสามมิติ ซึ่งการเลือกใช้โปรแกรมจะพิจารณาตามความเหมาะสมของงาน



รูป ข.8 การวิเคราะห์ค่าสีในระบบ L*-a*-b*

รูป ข.8 เป็นการแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำชาในระบบ L*-a*-b* ซึ่งแกนทางด้านขวามือเป็นแกนที่ใช้วิเคราะห์ค่าความสว่าง-มืด (L*) ของน้ำชา ส่วนแกนระนาบเป็นการวิเคราะห์ค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) และแกนตั้งที่ตัดกับแกนระนาบนั้นเป็นการวิเคราะห์ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) โดยวิธีนี้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผล

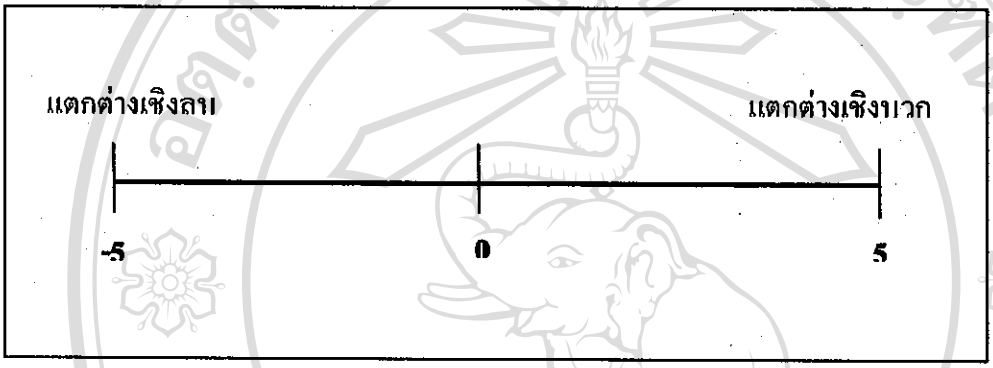
<u>วิธีการทดลอง</u>

1. นำใบแห้งชามาจำนวน 1 กรัม แช่น้ำเดือดจำนวน 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 นาที
2. ทำการแยกกากใบชากับน้ำชาด้วยชุดกรองชา
3. นำน้ำชาที่ผ่านการกรองแล้วมาทดสอบเพื่อวัดค่าสีในระบบ L*-a*-b* ด้วยชุดอุปกรณ์วัดสารละลายของเครื่อง Spectrophotometer Hunter Lab รุ่น Miniscan XE Plus
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันในทุกตัวอย่างน้ำชาที่ต้องการทราบค่าสี
5. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าสีมาทำเป็นแถบสีไว้สำหรับเป็นเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพสีของน้ำชาอย่างง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์ โดยเป็นการให้คะแนนเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง ซึ่งในที่นี้จะให้ ชาลิปตัน เป็นตัวอย่างอ้างอิง เกณฑ์การให้คะแนนแสดงดังรูป โดยให้ตัวอย่างอ้างอิงมีค่ากลาง คือ 0 หากการประเมินด้านสีน้ำชา เข้มกว่าตัวอย่างอ้างอิงให้ค่าเป็น (+) อ่อนกว่าตัวอย่างอ้างอิงให้ค่าเป็น (-) การประเมินด้านกลิ่นน้ำชาและรสชาตินำชา ดีกว่าตัวอย่างอ้างอิงให้ค่าเป็น (+) ด้อยกว่าตัวอย่างอ้างอิงให้ค่าเป็น (-)



รูป ข.9 เกณฑ์การให้คะแนนโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง คือ ชาลิปตัน

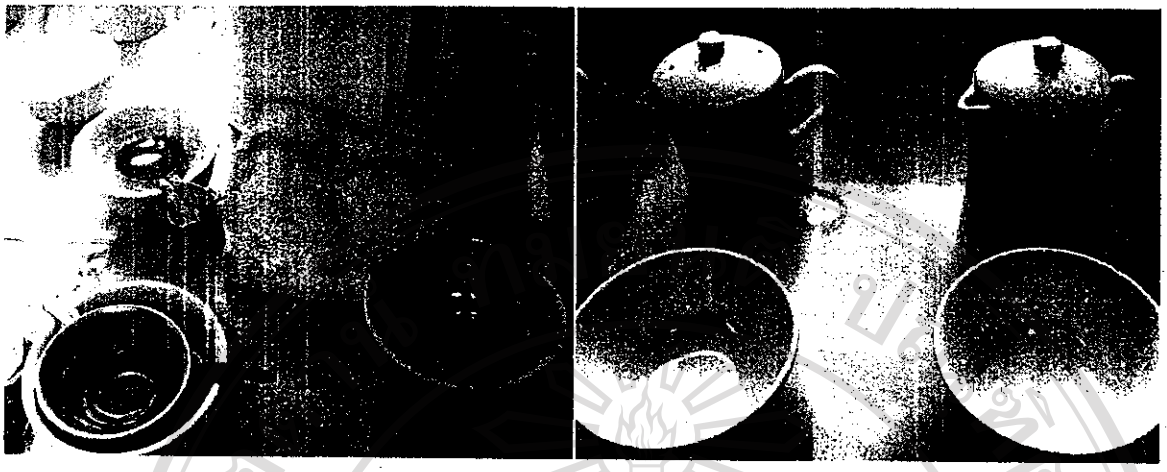
ขั้นตอนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเรื่องของ สี กลิ่น และรสชาติ

การทดสอบเกี่ยวกับประสาทสัมผัสที่ต้องใช้การชิม เนื่องจากประสาทของการรับรู้รสของคนเรามีขีดจำกัด การทดสอบตัวอย่างชาจึงจะทำได้เพียงครั้งละไม่เกิน 10 ตัวอย่างใน 1 วัน เพราะหากเกินกว่านั้นจะทำให้ประสาทของการรับรู้รสผิดพลาดไปจะส่งผลต่อการประเมินได้ ซึ่งการทดสอบตัวอย่างชาที่ได้จากการออกแบบการทดลองเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง(ชาลิปตัน) จากผู้เชี่ยวชาญของบริษัท ชาระมิงค์แสดงดังรูป ข.10 – ข.14

1. เตรียมอุปกรณ์ชงชา ใบบันทึกคะแนน และตัวอย่างชาจากการทดลองพร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิง ซึ่งจะทำการทดสอบครั้งละ 10 ตัวอย่าง

2. ทำการชงชาแต่ละตัวอย่าง ทำการเปรียบเทียบสี กลิ่น และรสชาติของน้ำชาแต่ละตัวอย่างกับชาตัวอย่างอ้างอิง แล้วบันทึกผลคะแนนลงในใบบันทึกคะแนนเพื่อนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าปัจจัยที่เหมาสมต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ข.10 อุปกรณ์และภาชนะสำหรับใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

รูป ข.11 นำตัวอย่างชามาเรียงและเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของตัวอย่างชาจากการทดลองกับตัวอย่างอ้างอิง(ชาลิปตัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ข.12 ชงตัวอย่างชาจากการทดลองและตัวอย่างอ้างอิง(ชาลิปตัน)โดยกรองแยกเอากากชาออก และทำการให้คะแนนของสีน้ำชา

รูป ข.13 ผู้เชี่ยวชาญกำลังทดสอบความหอมของตัวอย่างชาจากการทดลองโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง(ชาลิปตัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ข.14 ผู้เชี่ยวชาญกำลังทดสอบรสชาติความขม ความฝาดของตัวอย่างชาจากการทดลอง โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง(ชาลิปตัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร TF TR และผลการทดสอบประสาทสัมผัสสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาในชาโม่

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2	TFโม่	TRโม่	Color	Smell	Taste
6	1	16	10	16	1.222	28.191	-3	-3	-3
33	2	20	10	16	1.611	30.629	-2	-2	-3
11	3	20	2	8	1.558	18.576	0	-1	-2
3	4	16	2	16	0.984	23.771	-3	-4	-4
15	5	20	10	16	1.618	29.987	-2	-2	-1
30	6	20	2	16	1.675	20.368	-1	-1	-1
29	7	20	2	8	1.561	18.857	0	-1	-1
5	8	16	10	8	1.212	26.482	-3	-3	-4
13	9	20	10	2	1.323	18.445	-1	-2	-2
28	10	20	2	2	1.404	17.674	0	-2	-1
26	11	16	18	8	1.142	26.484	-3	-4	-2
9	12	16	18	16	1.154	28.713	-3	-5	-2
32	13	20	10	8	1.306	21.286	-2	-2	-3
1	14	16	2	2	1.343	26.546	-2	-3	-4
35	15	20	18	8	1.115	19.45	-2	-3	-2
17	16	20	18	8	1.100	19.076	-2	-3	-2
10	17	20	2	2	1.401	17.474	-1	-1	-2
20	18	16	2	8	1.043	25.873	-1	-3	-4
27	19	16	18	16	1.174	28.724	-1	-5	-2
19	20	16	2	2	0.833	26.741	-2	-3	-3
34	21	20	18	2	1.121	22.973	-2	-1	-1
8	22	16	18	8	1.130	26.362	-2	-4	-1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร TF TR และผลการทดสอบประสาทสัมผัสสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาในชาโม่(ต่อ)

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2	TFใบ	TRใบ	Color	Smell	Taste
22	23	16	10	2	1.232	27.986	-2	-2	-2
24	24	16	10	16	1.211	28.232	-2	-3	-3
7	25	16	18	2	0.833	26.023	-1	-3	-1
31	26	20	10	2	1.284	18.654	-1	-3	-3
21	27	16	2	16	0.978	23.869	-1	-4	-4
36	28	20	18	16	1.221	15.363	-1	-3	-3
2	29	16	2	8	1.043	25.456	-2	-4	-4
14	30	20	10	8	1.122	21.124	-1	-3	-2
16	31	20	18	2	0.898	23.012	-1	-1	-1
4	32	16	10	2	1.215	27.802	-2	-2	-2
18	33	20	18	16	1.214	17.078	-1	-2	-2
25	34	16	18	2	0.836	26.112	-1	-3	-2
12	35	20	2	16	1.667	20.221	0	-1	-2
23	36	16	10	8	1.209	26.575	-2	-3	-3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร TF TR และผลการทดสอบประสาทสัมผัสสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาในชาใบ

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2	TFใบ	TRใบ	Color	Smell	Taste
6	1	16	10	16	0.781	20.651	-2	-2	-2
33	2	20	10	16	0.686	10.013	-5	-4	-4
11	3	20	2	8	1.274	23.764	-4	-4	-5
3	4	16	2	16	1.053	23.552	-2	-3	-3
15	5	20	10	16	0.538	9.44	-5	-4	-4
30	6	20	2	16	0.492	6.537	-4	-5	-3
29	7	20	2	8	0.607	13.028	-3	-4	-3
5	8	16	10	8	0.938	20.636	-2	-1	-2
13	9	20	10	2	1.015	21.978	-5	-3	-4
28	10	20	2	2	0.422	12.008	-3	-3	-2
26	11	16	18	8	0.887	12.345	-3	-3	-3
9	12	16	18	16	0.833	5.606	-3	-4	-4
32	13	20	10	8	0.988	20.421	-5	-3	-4
1	14	16	2	2	1.393	30.845	-2	-2	-2
35	15	20	18	8	0.156	1.522	-5	-4	-5
17	16	20	18	8	0.144	1.412	-5	-4	-5
10	17	20	2	2	0.353	18.886	-2	-3	-3
20	18	16	2	8	0.978	19.774	-2	-4	-3
27	19	16	18	16	0.849	5.775	-3	-4	-4
19	20	16	2	2	1.402	30.854	-2	-2	-2
34	21	20	18	2	0.244	3.02	-5	-4	-4
8	22	16	18	8	0.862	11.931	-3	-3	-3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร TF TR และผลการทดสอบประสาทสัมผัสสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาในชาใบ(ต่อ)

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	TE1	TE2	TFใบ	TRใบ	Color	Smell	Taste
22	23	16	10	2	1.402	20.412	-2	-1	-1
24	24	16	10	16	1.345	20.841	-2	-2	-2
7	25	16	18	2	1.312	7.039	-3	-3	-3
31	26	20	10	2	1.045	22.015	-4	-3	-4
21	27	16	2	16	1.075	23.664	-3	-3	-3
36	28	20	18	16	0.202	19.586	-5	-5	-5
2	29	16	2	8	1.121	19.655	-3	-3	-3
14	30	20	10	8	0.985	20.221	-4	-3	-4
16	31	20	18	2	1.04	2.443	-5	-5	-4
4	32	16	10	2	1.617	20.305	-2	-1	-1
18	33	20	18	16	0.198	19.316	-5	-5	-5
25	34	16	18	2	1.364	7.201	-3	-3	-3
12	35	20	2	16	0.803	18.603	-4	-4	-4
23	36	16	10	8	1.545	20.736	-2	-1	-2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์(Coefficients) ของเทอมต่างๆของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณTF TR ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาด้วยฟังก์ชันResponse Optimizer

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficients) ของเทอมต่างๆ ของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณTF TR ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ

หลังจากได้ผลการทดสอบปริมาณTF TR ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาที่ได้จากการทดลองทั้งแบบชาโม่และชาใบในการออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวนแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของเทอมต่างๆ ของปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลตอบดังกล่าว โดยนำผลการทดสอบปริมาณTF TR ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาที่ได้ไปทำการป้อนข้อมูลลงใน โปรแกรม MINITAB Release 14 ที่ได้ทำการออกแบบการทดลองไว้แล้ว ในคอลัมน์ที่อยู่ถัดจากคอลัมน์ที่มีอยู่แล้วใน Worksheet โดยกำหนดชื่อของคอลัมน์ชื่อ TF สำหรับการทดลองทั้งแบบชาโม่และชาใบและนำผลการทดสอบปริมาณ TR ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสีน้ำชา กลิ่นน้ำชา และรสชาติของน้ำชาที่ได้ ไปทำการป้อนข้อมูลในคอลัมน์ที่อยู่ถัดจากคอลัมน์ ของข้อมูล TF ที่ได้ทำการป้อนไว้ก่อนหน้านี้ โดยกำหนดชื่อคอลัมน์ชื่อ TR คอลัมน์ชื่อ Color คอลัมน์ชื่อ Smell และคอลัมน์ชื่อ Taste ตามลำดับ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อนำมาสร้างสมการทำนายตามขั้นตอนดังนี้

(1) การออกแบบการทดลองแฟคทรอเรียลแบบเต็มจำนวน เข้าเมนู Stat > DOE > Response Surface > Define Custom Response Surface Design > เลือกปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF และ TR > OK > Stat > DOE > Response Surface >Analyze Response Surface Design

(2) เลือกตัวแปรผลตอบ (Responses) ซึ่งตัวแปรผลตอบชาฝรั่งที่ทำการวิเคราะห์ มีดังนี้
ปริมาณ TF , ปริมาณ TR , Color , Smell และ Taste

(3) เลือกลักษณะของข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ (Analyze data using) โดย
เลือก Code units เมื่อ ต้องการวิเคราะห์โดยใช้ฟังก์ชันตัวแปรเข้ารหัส (-1, 0, 1)
เลือก Uncode units เมื่อ ต้องการวิเคราะห์โดยใช้ฟังก์ชันตัวแปรธรรมชาติ (ค่าในขอบเขตของปัจจัย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) กำหนด Terms ของปัจจัยโดยเลือกลักษณะของการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นแบบ Full quadratic

(5) คลิก OK

(6) โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องกับ Coefficients ของปริมาณ TF , ปริมาณ TR , Color , Smell และ Taste โดยอัตโนมัติ

(7) ทำการตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ โดยการพิจารณาจากค่าของ R-Square ที่ได้จากโปรแกรม ว่ามีค่าใกล้เคียงกับ 100 % หรือไม่

(8) สร้างสมการทำนาย โดยการนำค่าของ Coefficients ในเทอมต่างๆ ของปัจจัยไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณ TF , ปริมาณ TR , Color , Smell และ Tasteของการชาฝรั่งแปรรูป ตามสมการ 1

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k}\beta_i x_i + \sum_{i=1}^{k}\beta_{ii} x_i^2 + \sum\sum_{i<j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \qquad (ค.1)$$

จากนั้นทำการหาค่าที่เหมาะของปัจจัย ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าที่เหมาะโดยใช้ Response Optimizer ในโปรแกรม MINITAB Release 14 เป็นเครื่องมือช่วยในการหาค่าที่เหมาะของปัจจัย ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) เข้าเมนู Stat > DOE > Response Surface > Response Optimizer

(2) เลือกตัวแปรผลตอบ (Responses) ซึ่งตัวแปรผลตอบ มีดังนี้

ปริมาณ TF , ปริมาณ TR , Color , Smell และ Taste

ซึ่งการเลือกตัวแปรผลตอบในการวิเคราะห์ผล เราจะทำการเลือกทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

ก) การเลือกเฉพาะผลตอบที่เป็นปริมาณ TF และ ปริมาณ TR

ข) การเลือกเฉพาะผลตอบที่เป็นค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญ คือค่าของ Color , Smell และ Taste

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค) การเลือกผลตอบรวมทั้งหมด ได้แก่ ปริมาณ TF ปริมาณ TR ค่าของ Color , Smell และ Taste

(3) ทำการเลือกค่าของ Goal โดยกำหนดให้ ค่าปริมาณTF และ TR เป็น Target ส่วนค่าของสี กลิ่น และรสชาติของน้ำชากำหนดให้เป็น Maximum จากนั้นกำหนดค่า Lower Target Upper Weight และImportance ของผลตอบเพื่อหาค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัย โดยพารามิเตอร์แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

Lower คือ ค่าต่ำสุดของผลตอบ

Target คือ ค่าเป้าหมายของผลตอบ

Upper คือ ค่าสูงสุดของผลตอบ

Weight คือ ค่าที่กำหนดน้ำหนักของเป้าหมาย โดยการกำหนดน้ำหนักสามารถกำหนดเป็นตัวเลขต่างๆ ที่มีความหมายดังนี้

ก) ตัวเลขน้อยกว่า 1 แต่ไม่ต่ำกว่า 0.1 หมายถึง เน้นเป้าหมายน้อย

ข) ตัวเลขเท่ากับ 1 หมายถึง เน้นเป้าหมายและขอบเขตเท่ากัน

ค) ตัวเลขมากกว่า 1 แต่ไม่เกิน 10 หมายถึง เน้นเป้าหมายมาก

ซึ่งในการทดลองนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ Weight = 1 เพราะต้องการให้ผลตอบเข้าใกล้เป้าหมายมากที่สุดในขณะเดียวกันผลตอบที่ได้จะต้องอยู่ในขอบเขตที่กำหนดด้วย

Importance คือ ค่าที่กำหนดความสำคัญระหว่างผลตอบ กล่าวคือกำหนดว่าผลตอบใดมีความสำคัญมากกว่ากัน โดยการกำหนดความสำคัญสามารถกำหนดเป็นตัวเลขตั้งแต่ 0.1 – 10 ซึ่งผลตอบใดที่มีความสำคัญมากให้กำหนดตัวเลขที่มีค่ามาก และผลตอบที่สำคัญรองลงมากำหนดตัวเลขให้มีค่ารองลงมาตามอัตราส่วนความสำคัญ แต่ถ้าผลตอบที่นำมาวิเคราะห์มีเพียงผลตอบเดียวหรือมีหลายผลตอบแต่ผลตอบทั้งหมดมีความสำคัญเท่ากัน จะกำหนดค่าความสำคัญเป็นตัวเลขเท่าใดก็ได้ที่มีค่าเท่ากัน ดังนั้นการทดลองนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดค่า Importance = 1 เพราะต้องการให้ผลตอบทั้งหมดมีความสำคัญเท่ากัน

(4) คลิก OK

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(5) โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าที่เหมาะของแต่ละปัจจัยให้โดยอัตโนมัติ

(6) ตรวจสอบผลการคำนวณ Response Optimization ที่ได้ ว่าค่าของแต่ละปัจจัยเป็น Global Solution หรือไม่ ถ้าใช่แสดงว่าผลการวิเคราะห์นี้เป็นค่าเป้าหมายของผลตอบจริงและสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไปได้

(7) นำค่าของแต่ละปัจจัยไปแทนค่าในสมการทำนายที่ได้จากการสร้างในสมการ 1 เพื่อคำนวณเปรียบเทียบกับผลตอบที่ได้ว่ามีใกล้เคียงกันหรือไม่

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ที่ออกแบบโดยการออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน

1.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบจากการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่

Response Surface Regression: TF_W versus TP, TE_1, TE_2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for TF_W

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-0.555654	0.430839	-1.290	0.208
TP	0.098898	0.023435	4.220	0.000
TE1	0.138692	0.030703	4.517	0.000
TE2	-0.062050	0.035481	-1.749	0.092
TE1*TE1	-0.001759	0.000655	-2.686	0.012
TE2*TE2	0.000072	0.000876	0.083	0.935
TP*TE1	-0.006880	0.001512	-4.549	0.000
TP*TE2	0.003587	0.001723	2.082	0.047
TE1*TE2	0.000813	0.000527	1.541	0.135

S = 0.1185 R-Sq = 79.4% R-Sq(adj) = 73.4%

Analysis of Variance for TF_W

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	1.4665	1.4665	0.183307	13.04	0.000
Linear	3	0.9798	0.5953	0.198445	14.12	0.000
Square	2	0.1015	0.1015	0.050748	3.61	0.041
Interaction	3	0.3851	0.3851	0.128375	9.13	0.000
Residual Error	27	0.3794	0.3794	0.014053		
Lack-of-Fit	9	0.2061	0.2061	0.022904	2.38	0.056
Pure Error	18	0.1733	0.1733	0.009628		
Total	35	1.8459				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Response Surface Regression: TRโพ versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for TRโพ

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	51.3126	10.1869	5.037	0.000
TP	-1.7533	0.5541	-3.164	0.004
TE1	1.3053	0.7260	1.798	0.083
TE2	-0.9732	0.8389	-1.160	0.256
TE1*TE1	-0.0430	0.0155	-2.775	0.010
TE2*TE2	0.0184	0.0207	0.886	0.383
TP*TE1	-0.0166	0.0358	-0.465	0.646
TP*TE2	0.0457	0.0407	1.121	0.272
TE1*TE2	-0.0086	0.0125	-0.688	0.497

S = 2.803 R-Sq = 67.3% R-Sq(adj) = 57.6%

Analysis of Variance for TRโพ

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	436.006	436.006	54.5007	6.94	0.000
Linear	3	354.056	298.241	99.4136	12.65	0.000
Square	2	66.648	66.648	33.3241	4.24	0.025
Interaction	3	15.301	15.301	5.1004	0.65	0.590
Residual Error	27	212.131	212.131	7.8567		
Lack-of-Fit	9	210.134	210.134	23.3483	210.45	0.000
Pure Error	18	1.997	1.997	0.1109		
Total	35	648.137				

Response Surface Regression: Color versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Color

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-6.75752	2.45239	-2.755	0.010
TP	0.35572	0.13340	2.667	0.013
TE1	0.12697	0.17477	0.727	0.474
TE2	-0.19131	0.20196	-0.947	0.352
TE1*TE1	0.00846	0.00373	2.270	0.031
TE2*TE2	0.00397	0.00499	0.796	0.433
TP*TE1	-0.01823	0.00861	-2.118	0.044
TP*TE2	0.00563	0.00981	0.574	0.571
TE1*TE2	-0.00053	0.00300	-0.176	0.862

S = 0.6748 R-Sq = 54.3% R-Sq(adj) = 40.7%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Analysis of Variance for Color

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	14.595	14.595	1.8243	4.01	0.003
Linear	3	9.753	9.979	3.3264	7.31	0.001
Square	2	2.636	2.636	1.3178	2.89	0.073
Interaction	3	2.206	2.206	0.7353	1.61	0.209
Residual Error	27	12.294	12.294	0.4553		
Lack-of-Fit	9	4.294	4.294	0.4771	1.07	0.426
Pure Error	18	8.000	8.000	0.4444		
Total	35	26.889				

Response Surface Regression: Smell versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Smell

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-6.95856	2.39896	-2.901	0.007
TP	0.27013	0.13049	2.070	0.048
TE1	0.21375	0.17096	1.250	0.222
TE2	-0.49976	0.19756	-2.530	0.018
TE1*TE1	-0.00326	0.00365	-0.893	0.380
TE2*TE2	0.00719	0.00488	1.474	0.152
TP*TE1	-0.00781	0.00842	-0.928	0.362
TP*TE2	0.02111	0.00959	2.201	0.036
TE1*TE2	-0.00633	0.00294	-2.157	0.040

S = 0.6601 R-Sq = 73.4% R-Sq(adj) = 65.6%

Analysis of Variance for Smell

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	32.541	32.541	4.0677	9.34	0.000
Linear	3	26.733	12.264	4.0880	9.38	0.000
Square	2	1.294	1.294	0.6471	1.49	0.244
Interaction	3	4.514	4.514	1.5045	3.45	0.030
Residual Error	27	11.764	11.764	0.4357		
Lack-of-Fit	9	9.264	9.264	1.0294	7.41	0.000
Pure Error	18	2.500	2.500	0.1389		
Total	35	44.306				

Response Surface Regression: Teste versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Teste

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-12.4207	2.27936	-5.449	0.000
TP	0.5640	0.12398	4.549	0.000
TE1	0.6725	0.16244	4.140	0.000
TE2	-0.2104	0.18771	-1.121	0.272
TE1*TE1	0.0059	0.00346	1.691	0.102
TE2*TE2	0.0060	0.00464	1.284	0.210
TP*TE1	-0.0391	0.00800	-4.882	0.000
TP*TE2	0.0056	0.00911	0.618	0.542
TE1*TE2	-0.0034	0.00279	-1.211	0.237

S = 0.6272 R-Sq = 70.5% R-Sq(adj) = 61.8%

Analysis of Variance for Teste

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	25.380	25.380	3.1724	8.07	0.000
Linear	3	13.504	15.751	5.2504	13.35	0.000
Square	2	1.774	1.774	0.8868	2.25	0.124
Interaction	3	10.102	10.102	3.3672	8.56	0.000
Residual Error	27	10.620	10.620	0.3934		
Lack-of-Fit	9	3.620	3.620	0.4023	1.03	0.451
Pure Error	18	7.000	7.000	0.3889		
Total	35	36.000				

1.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบจากการแปรรูปราฟรั่งแบบราใบ

Response Surface Regression: TF versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for TF

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3.32676	0.920360	3.615	0.001
TP	-0.13644	0.050062	-2.725	0.011
TE1	0.13692	0.065589	2.088	0.046
TE2	-0.08515	0.075794	-1.123	0.271
TE1*TE1	-0.00437	0.001399	-3.121	0.004
TE2*TE2	0.00089	0.001872	0.478	0.637
TP*TE1	-0.00274	0.003231	-0.848	0.404
TP*TE2	0.00358	0.003680	0.972	0.340
TE1*TE2	-0.00177	0.001127	-1.567	0.129

S = 0.2532 R-Sq = 71.6% R-Sq(adj) = 63.2%

Analysis of Variance for TF

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	4.3667	4.3667	0.54584	8.51	0.000
Linear	3	3.4634	2.2036	0.73454	11.45	0.000
Square	2	0.6392	0.6392	0.31962	4.98	0.014
Interaction	3	0.2641	0.2641	0.08802	1.37	0.272
Residual Error	27	1.7315	1.7315	0.06413		
Lack-of-Fit	9	0.7514	0.7514	0.08349	1.53	0.210
Pure Error	18	0.9802	0.9802	0.05445		
Total	35	6.0982				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Response Surface Regression: TR versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for TR

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	78.1505	19.3031	4.049	0.000
TP	-2.9568	1.0500	-2.816	0.009
TE1	-2.1970	1.3756	-1.597	0.122
TE2	-1.8664	1.5897	-1.174	0.251
TE1*TE1	-0.0762	0.0293	-2.595	0.015
TE2*TE2	0.0101	0.0393	0.257	0.799
TP*TE1	0.1378	0.0678	2.034	0.052
TP*TE2	0.0578	0.0772	0.749	0.461
TE1*TE2	0.0565	0.0236	2.391	0.024

S = 5.311 R-Sq = 66.7% R-Sq(adj) = 56.8%

Analysis of Variance for TR

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	1523.6	1523.6	190.447	6.75	0.000
Linear	3	1037.9	231.8	77.261	2.74	0.063
Square	2	191.9	191.9	95.948	3.40	0.048
Interaction	3	293.7	293.7	97.909	3.47	0.030
Residual Error	27	761.7	761.7	28.210		
Lack-of-Fit	9	607.0	607.0	67.450	7.85	0.000
Pure Error	18	154.6	154.6	8.590		
Total	35	2285.2				

Response Surface Regression: Color versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Color

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2.25223	1.76052	1.279	0.212
TP	-0.23789	0.09576	-2.484	0.019
TE1	0.19686	0.12546	1.569	0.128
TE2	0.06233	0.14498	0.430	0.671
TE1*TE1	-0.00130	0.00268	-0.487	0.630
TE2*TE2	0.00149	0.00358	0.416	0.681
TP*TE1	-0.01563	0.00618	-2.528	0.018
TP*TE2	-0.00901	0.00704	-1.280	0.211
TE1*TE2	0.00433	0.00216	2.008	0.055

S = 0.4844 R-Sq = 87.5% R-Sq(adj) = 83.8%

Analysis of Variance for Color

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	44.2198	44.21978	5.52747	23.56	0.000
Linear	3	41.2928	8.68028	2.89343	12.33	0.000
Square	2	0.0961	0.09610	0.04805	0.20	0.816
Interaction	3	2.8309	2.83089	0.94363	4.02	0.017
Residual Error	27	6.3358	6.33577	0.23466		
Lack-of-Fit	9	3.3358	3.33577	0.37064	2.22	0.071
Pure Error	18	3.0000	3.00000	0.16667		
Total	35	50.5556				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Response Surface Regression: Smell versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Smell

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2.37664	1.78036	1.335	0.193
TP	-0.31630	0.09684	-3.266	0.003
TE1	0.39942	0.12688	3.148	0.004
TE2	-0.04247	0.14662	-0.290	0.774
TE1*TE1	-0.02018	0.00271	-7.458	0.000
TE2*TE2	-0.00198	0.00362	-0.548	0.588
TP*TE1	-0.00260	0.00625	-0.417	0.680
TP*TE2	-0.00056	0.00712	-0.079	0.938
TE1*TE2	0.00169	0.00218	0.775	0.445

S = 0.4899 R-Sq = 85.8% R-Sq(adj) = 81.6%

Analysis of Variance for Smell

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	39.1595	39.1595	4.89494	20.40	0.000
Linear	3	25.5529	17.5405	5.84682	24.36	0.000
Square	2	13.4193	13.4193	6.70965	27.96	0.000
Interaction	3	0.1873	0.1873	0.06244	0.26	0.853
Residual Error	27	6.4794	6.4794	0.23998		
Lack-of-Fit	9	4.9794	4.9794	0.55326	6.64	0.000
Pure Error	18	1.5000	1.5000	0.08333		
Total	35	45.6389				

Response Surface Regression: Teste versus TP, TE1, TE2

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Teste

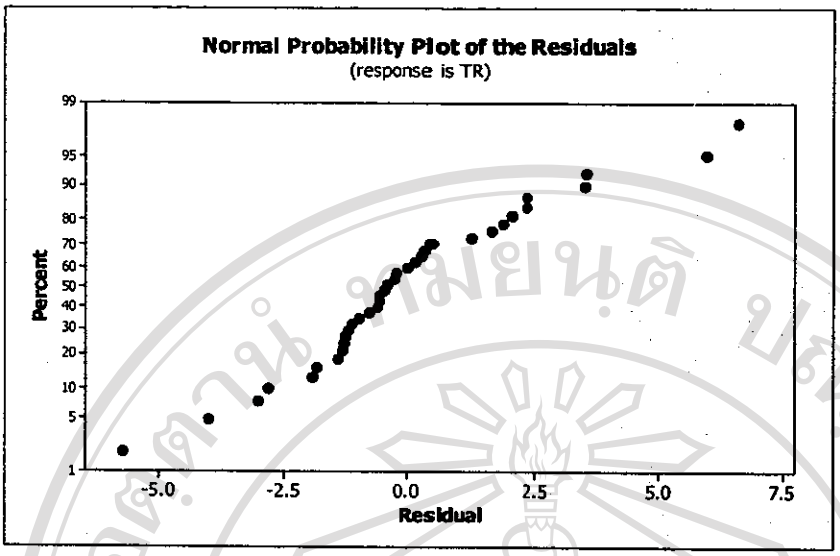
Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3.26642	2.09396	1.560	0.130
TP	-0.31306	0.11390	-2.749	0.011
TE1	0.33608	0.14922	2.252	0.033
TE2	-0.32023	0.17244	-1.857	0.074
TE1*TE1	-0.01042	0.00318	-3.273	0.003
TE2*TE2	0.00818	0.00426	1.922	0.065
TP*TE1	-0.01042	0.00735	-1.417	0.168
TP*TE2	0.00648	0.00837	0.773	0.446
TE1*TE2	-0.00032	0.00256	-0.124	0.903

S = 0.5762 R-Sq = 79.3% R-Sq(adj) = 73.1%

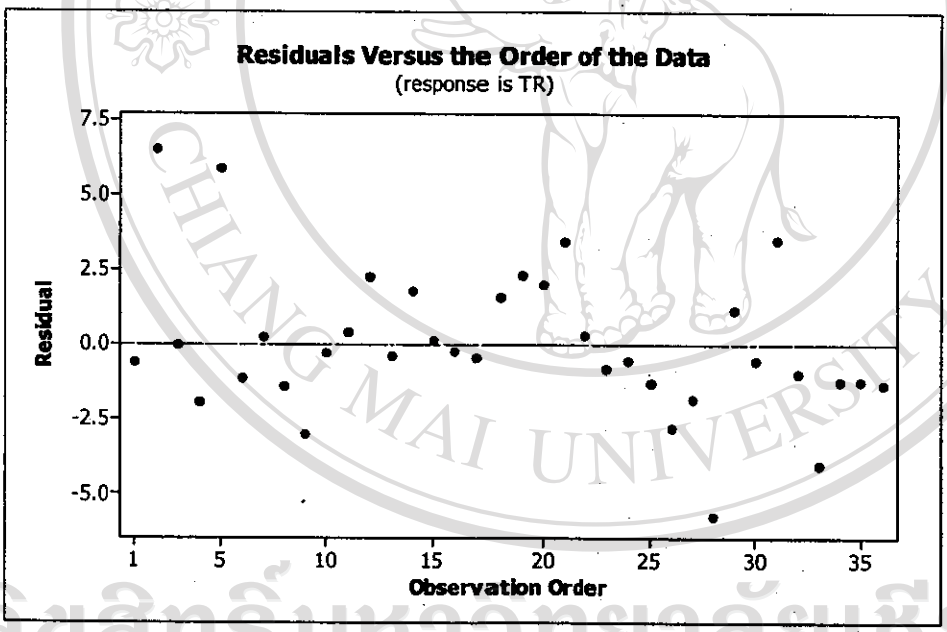
Analysis of Variance for Teste

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	8	34.2592	34.2592	4.2824	12.90	0.000
Linear	3	28.6070	10.8245	3.6082	10.87	0.000
Square	2	4.7819	4.7819	2.3910	7.20	0.003
Interaction	3	0.8703	0.8703	0.2901	0.87	0.467
Residual Error	27	8.9630	8.9630	0.3320		
Lack-of-Fit	9	5.9630	5.9630	0.6626	3.98	0.006
Pure Error	18	3.0000	3.0000	0.1667		
Total	35	43.2222				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

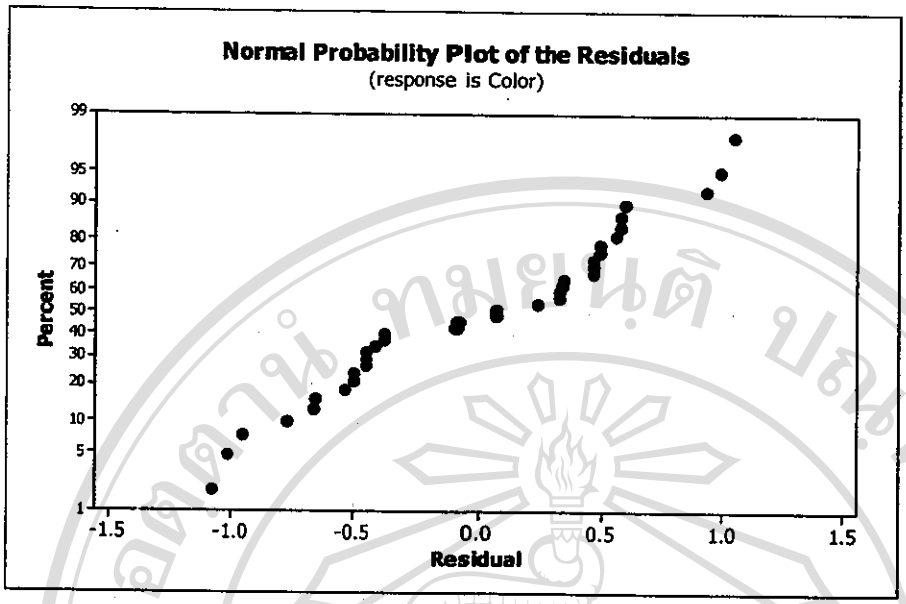


รูป ค.3 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบปริมาณ TR (ชาโม่)

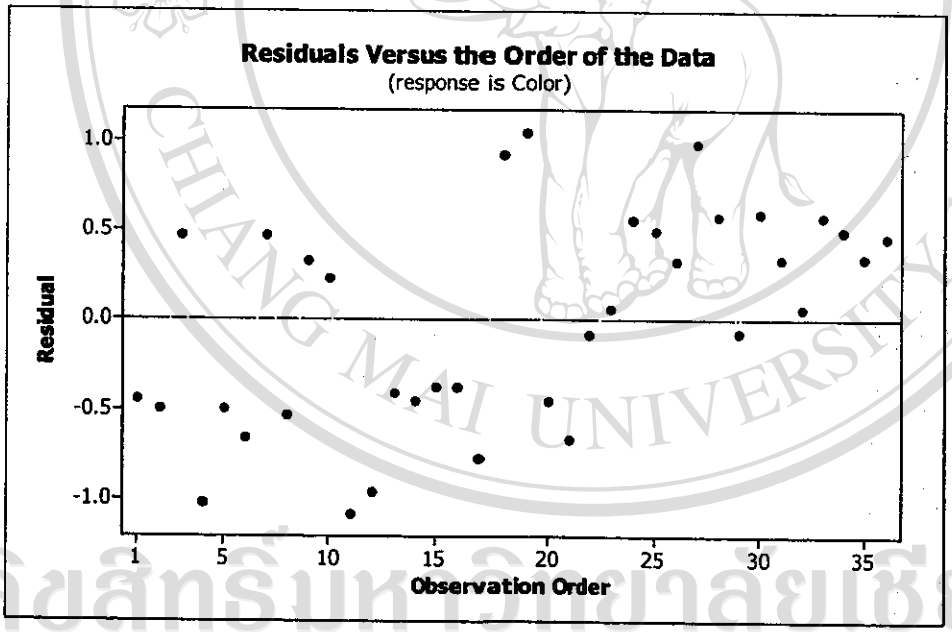


รูป ค.4 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบปริมาณ TR (ชาโม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

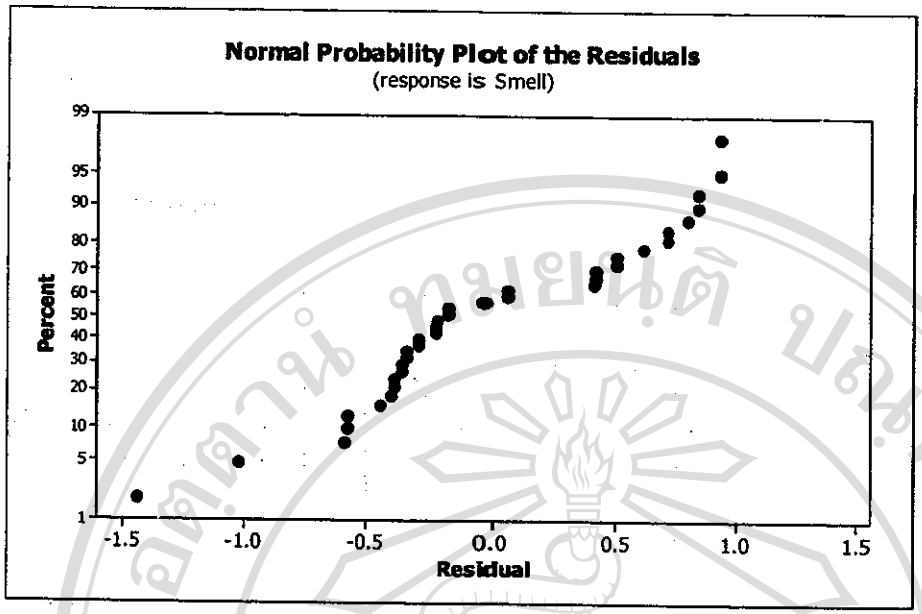


รูป ค.5 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบสี (ชาโม่)

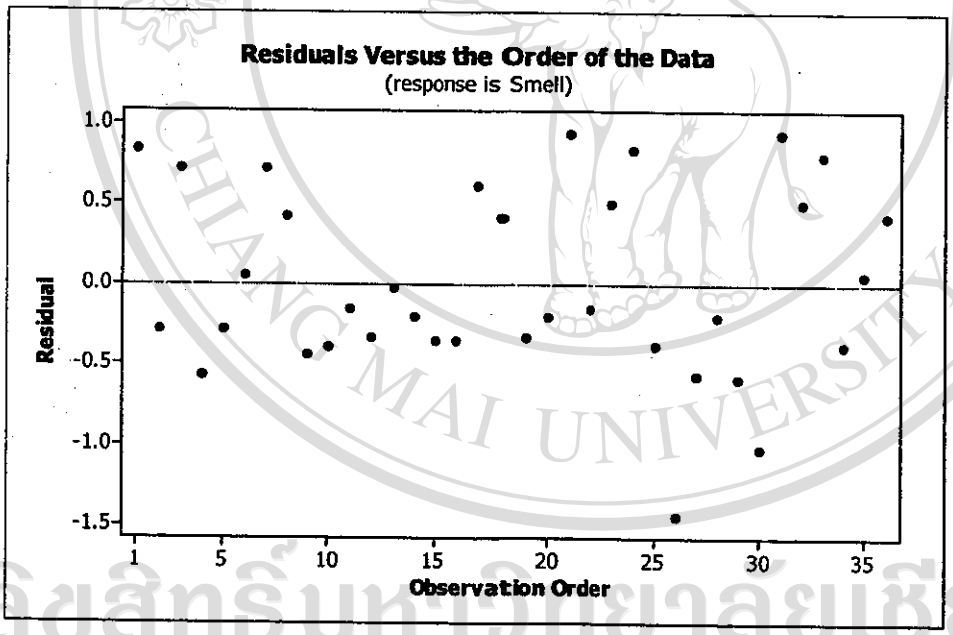


รูป ค.6 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบสี (ชาโม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

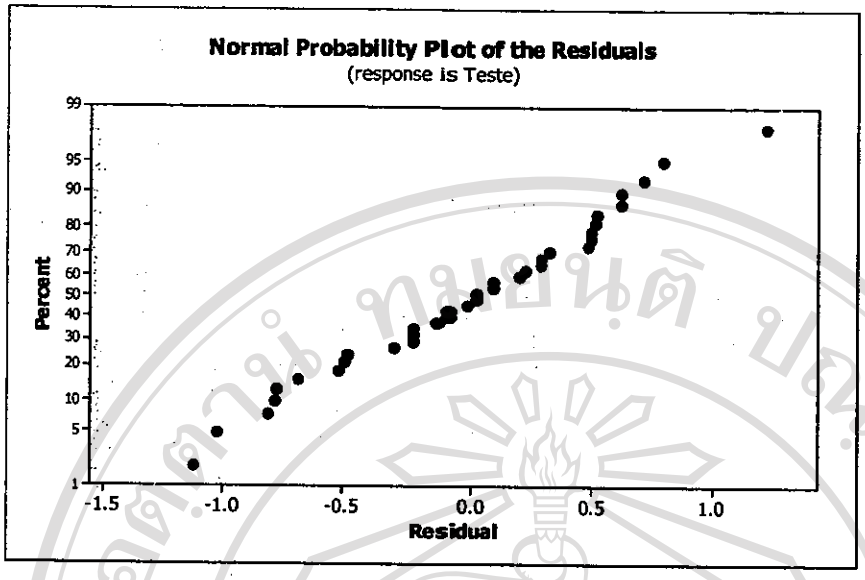


รูป ค.7 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบกลิ่น (ชาโม่)

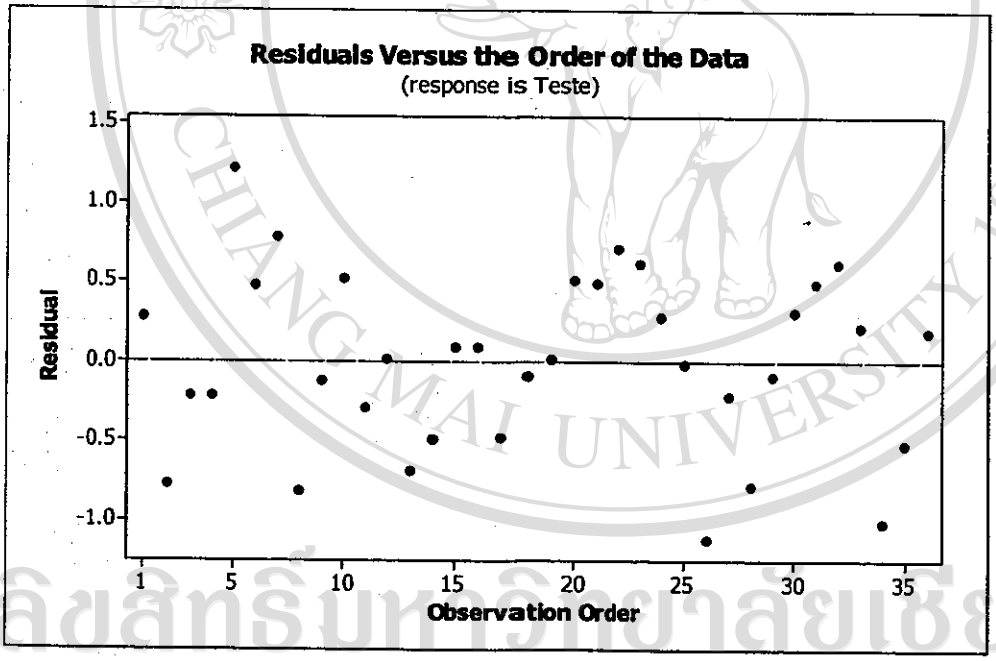


รูป ค.8 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบกลิ่น (ชาโม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



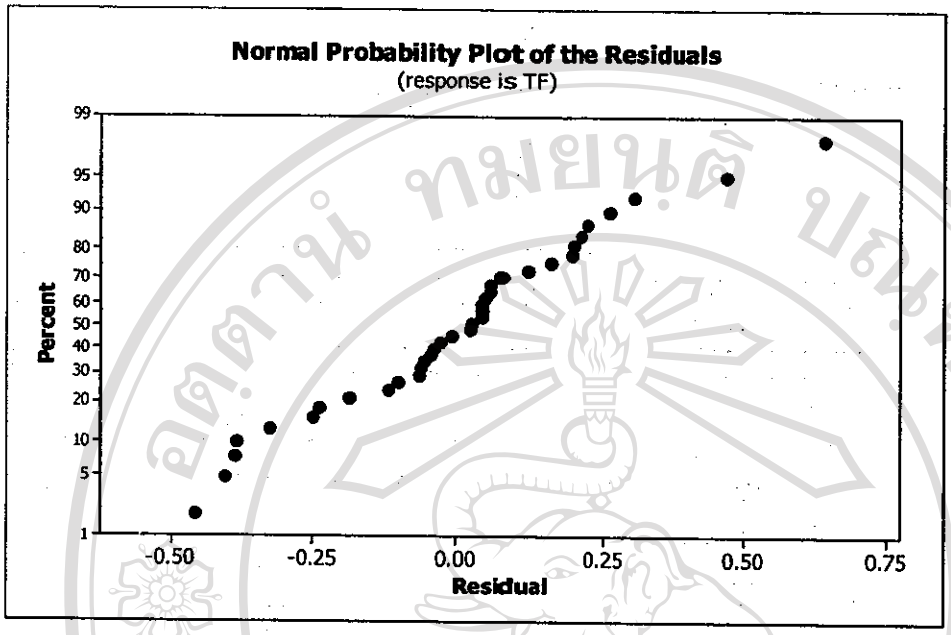
รูป ค.9 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบรสชาติ (ชาโม่)



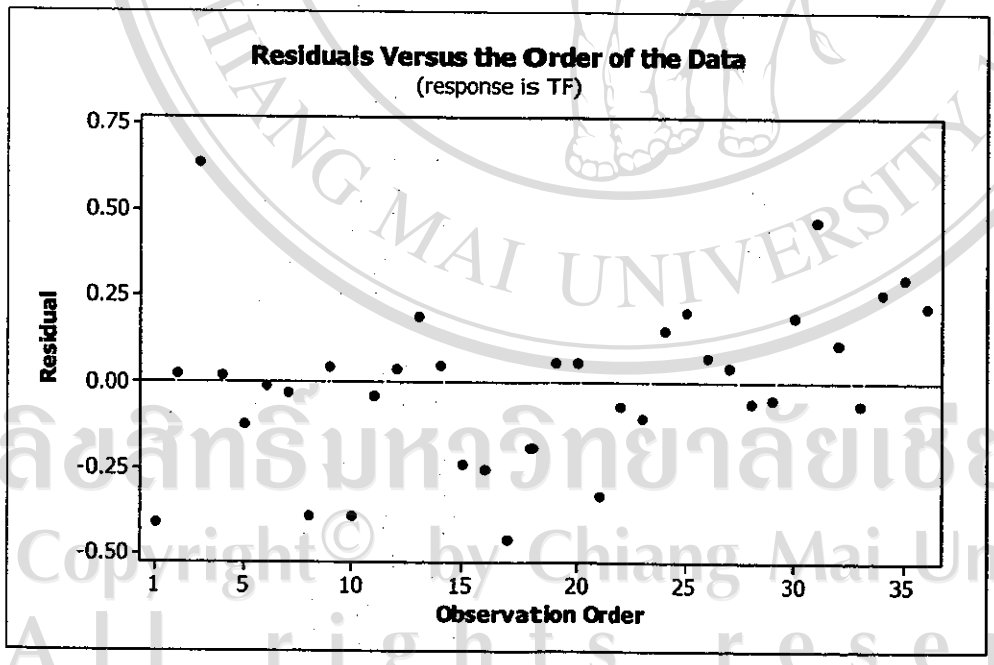
รูป ค.10 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบรสชาติ (ชาโม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1 การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลผลตอบจากการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาใบ

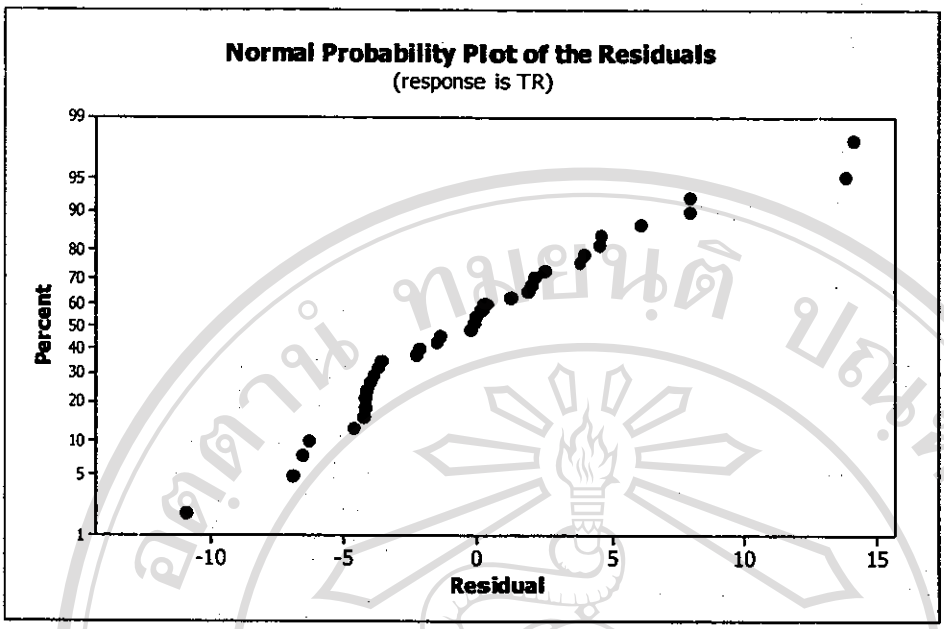


รูป ค.11 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบปริมาณ TF (ชาใบ)

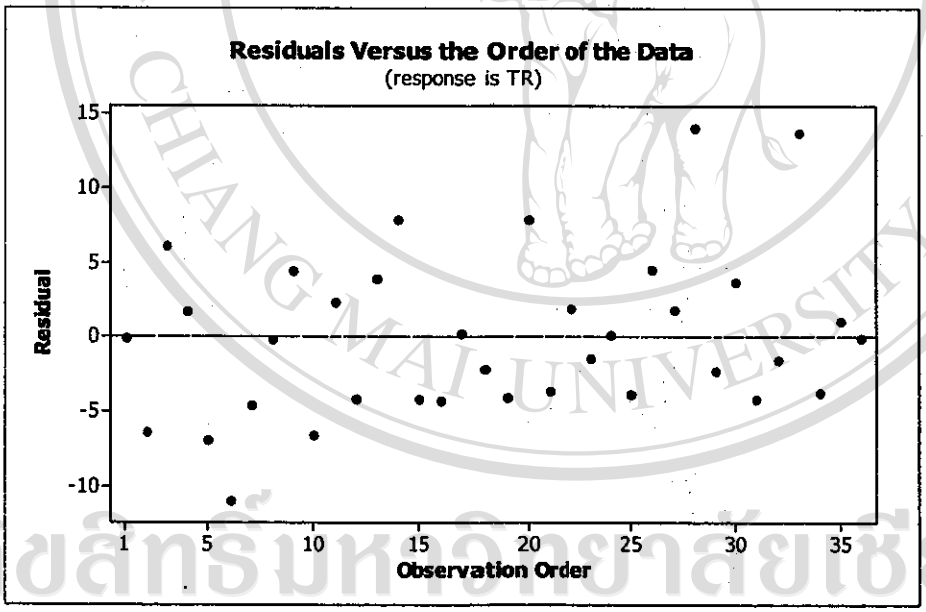


รูป ค.12 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบปริมาณ TF (ชาใบ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

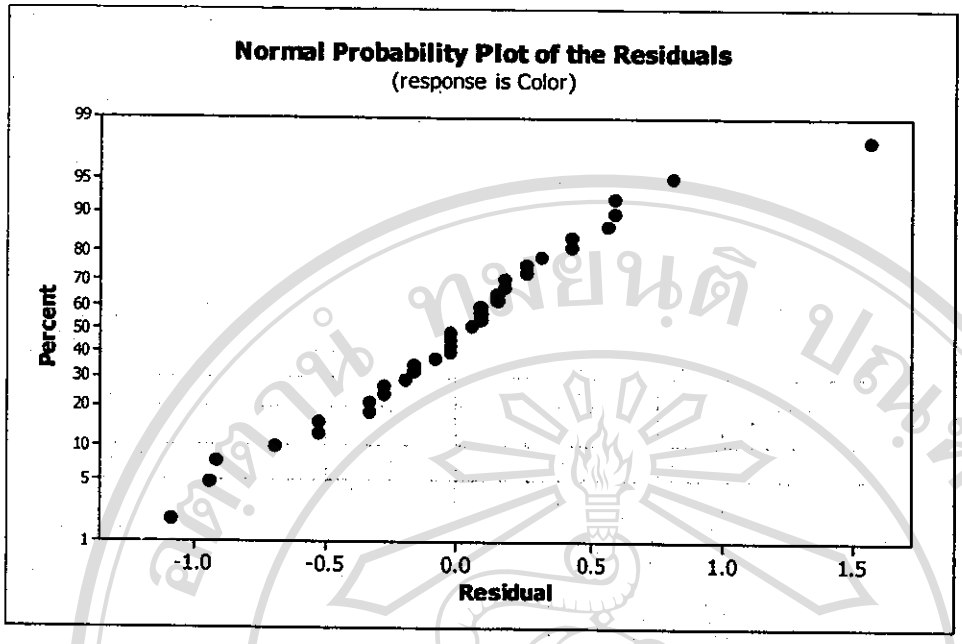


รูป ค.13 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบปริมาณ TR (ชาใบ)

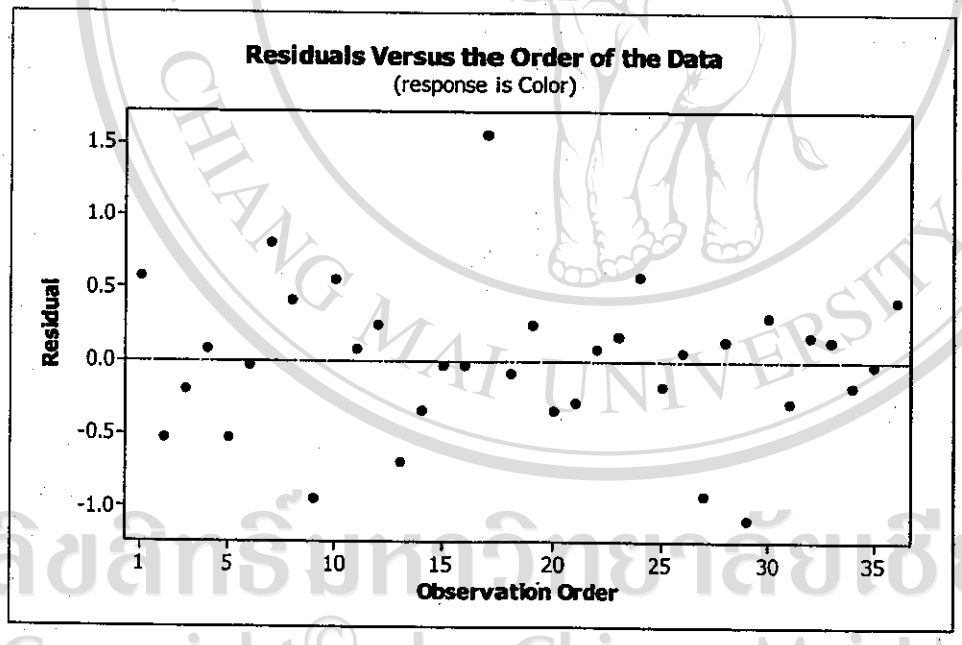


รูป ค.14 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบปริมาณ TR (ชาใบ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

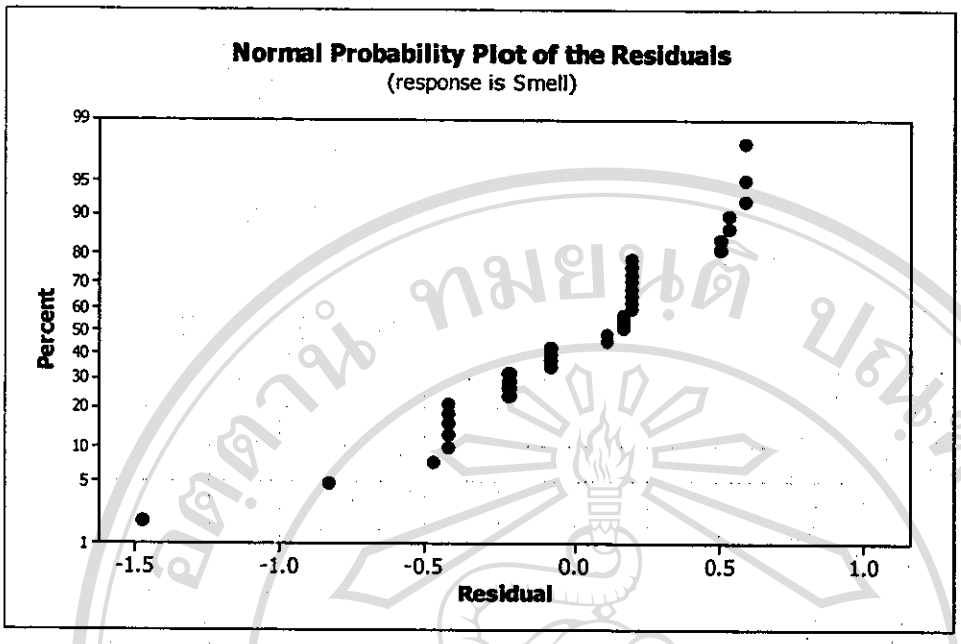


รูป ค.15 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบสี (ชาใบ)

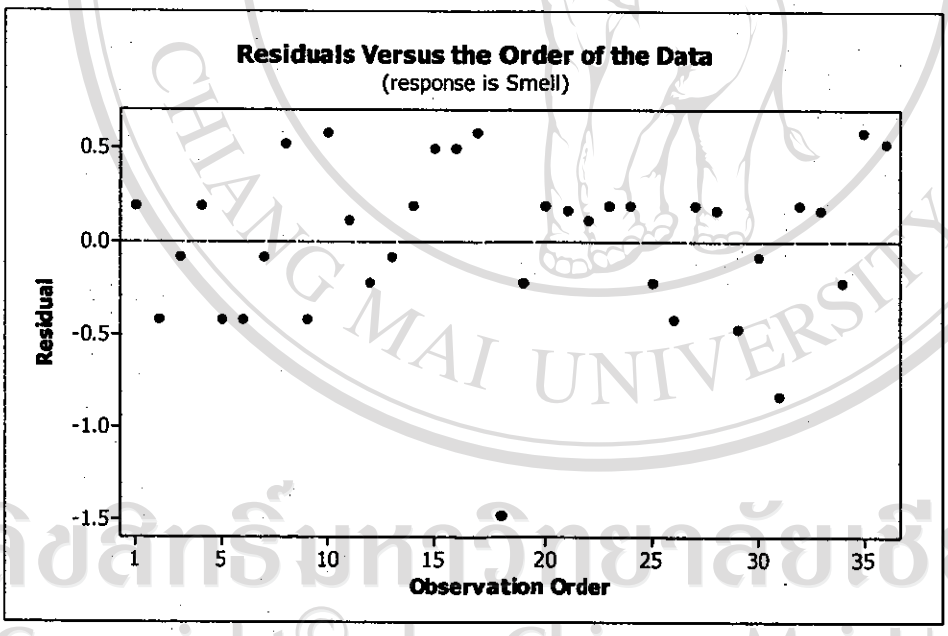


รูป ค.16 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบสี (ชาใบ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

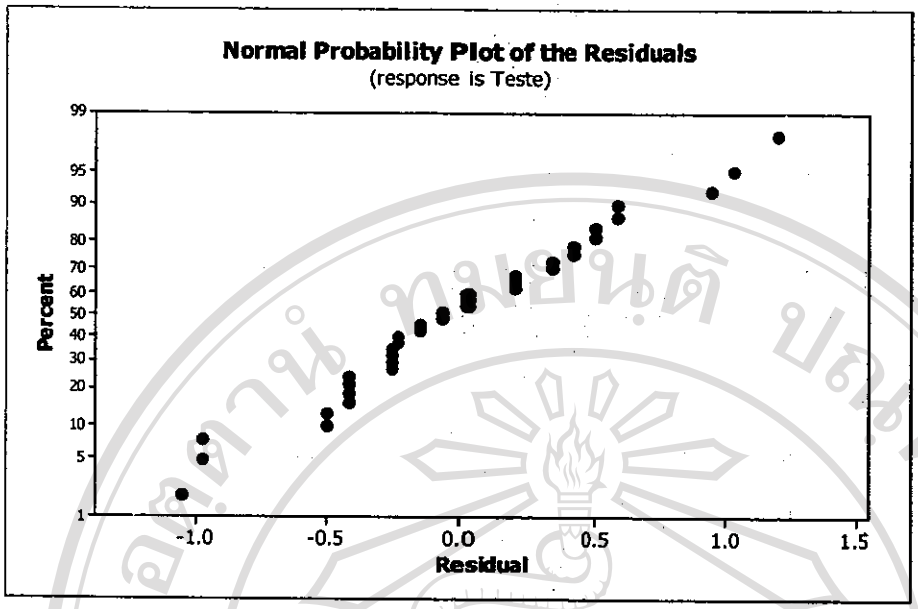


รูป ค.17 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบกลิ่น (ชาใบ)

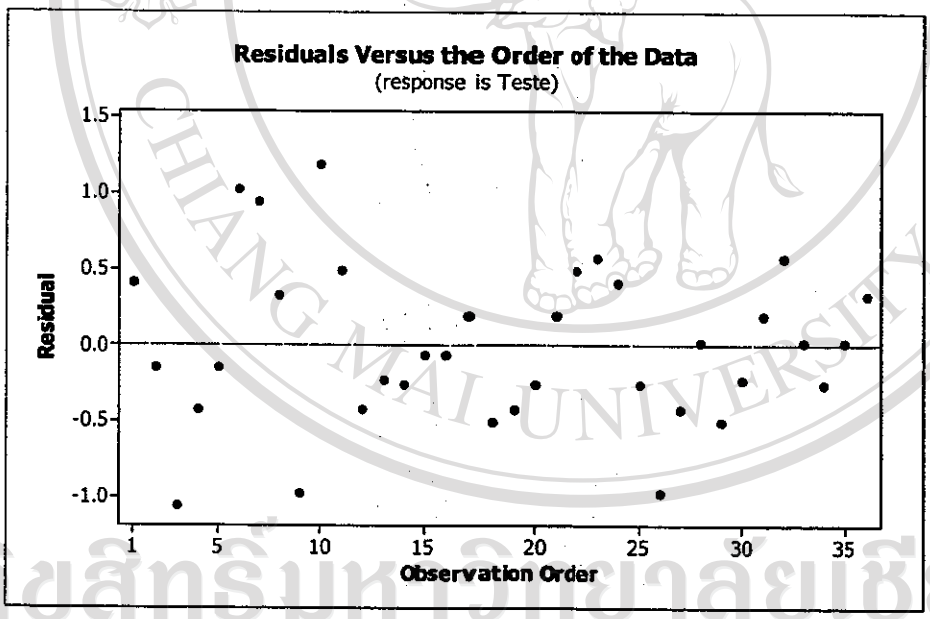


รูป ค.18 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบกลิ่น (ชาใบ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ค.19 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบรสชาติ (ชาใบ)



รูป ค.20 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบรสชาติ (ชาใบ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยด้านปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR, ค่าสี กลิ่น รสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส และปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น รสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกันจากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ

ตาราง ง.1 การวิเคราะห์ปริมาณ TF และ TR จากบริษัทที่เป็นที่นิยมในตลาด

Sample	E1		E2		E3		%TF	%TR
	380nm	460nm	380nm	460nm	380nm	460nm		
Top Black Tea	0.631	0.230	0.925	0.329	1.048	0.346	1.421	25.143
Lipton Tea	0.719	0.262	0.951	0.299	0.969	0.281	1.617	22.294
Twinings English Breakfast Tea	0.571	0.212	1.029	0.312	0.963	0.286	1.284	23.163

หมายเหตุ E ที่ 380 nm : $\%TF = 2.25 * E_1$

$\%TR = 7.06(4E_3-E_1)$

จากตาราง ง.1 เป็นผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านกลิ่น และสีของชาฝรั่งจากบริษัทที่เป็นที่นิยมในตลาดซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณสาร Theaflavin :TF ซึ่งเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในชาและ Thearubigin :TR ซึ่งเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดสีแดงในน้ำชา โดยชาฝรั่งคุณภาพดีจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างสารประกอบทั้งสองชนิดนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่ง

1. ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF และ TR จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF และ TR จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่ดังตาราง ง.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.2 ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF และ TR จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
TFโม่	Target	0.833	1.617	1.676	1	1
TRโม่	Target	15.363	22.294	30.629	1	1

Global Solution

TP = 19.9999

TE1 = 3.7426

TE2 = 15.5426

Predicted Responses

TFโม่ = 1.6170, desirability = 1.00000

TRโม่ = 22.2940, desirability = 1.00000

Composite Desirability = 1.00000

จากตาราง ง.2 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของปริมาณสาร TF และ TR เป็นค่า Target เนื่องจากค่า ปริมาณสาร TF และ TR เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติด้านกลิ่น และสีของชาฝรั่งตามลำดับ ซึ่งชาฝรั่งที่ดีจะต้องมีสารทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ค่าวิเคราะห์ปริมาณสาร TF และ TR ของชาลิปตันเป็น Target ของการทดลอง ดังนั้นจึงกำหนด Target ของ TF = 1.617 โดย Lower = 0.833 และ Upper = 1.676 ส่วน Target ของ TR = 22.294 โดย Lower = 15.363 และ Upper = 30.629 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณสาร TF และ TR ของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 19.9999 หรือประมาณ 20 องศาเซลเซียส

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 3.7426 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 ชั่วโมง 45 นาที

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบโม่(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 15.5426 หรือประมาณ 15 นาที 30 วินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อค่าของสี กลิ่น และรสชาติที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่ ดังตาราง ง.3

ตาราง ง.3 ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อค่าของสี กลิ่น และรสชาติที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
Color	Maximum	-3	0	0	1	1
Smell	Maximum	-5	0	0	1	1
Taste	Maximum	-4	0	0	1	1

Global Solution

TP = 20

TE1 = 2

TE2 = 16

Predicted Responses

Color = -0.34478, desirability = 0.88507

Smell = -1.05480, desirability = 0.78904

Taste = -1.48311, desirability = 0.62922

Composite Desirability = 0.76026

จากตาราง ง.3 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของชาฝรั่งโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นค่า Maximum เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้เป็นคะแนนเทียบเท่าชาลิปตัน ดังนั้นจึงกำหนด Maximum และ Target ของ Color Smell และ Taste = 0 โดย Lower ของ Color = -3 Smell = -5 และ Taste = -4 ซึ่งค่าที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหมาะสมของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของชาฝรั่งแบบโม่โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบ โม่(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 20 องศาเซลเซียส

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 2 ชั่วโมง

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบ โม่(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 16 นาที

3. ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่ ดังตาราง ง.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.4 ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

Response Optimization

Parameters	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
TFโม่	Target	0.833	1.617	1.676	1	1
TRโม่	Target	15.363	22.294	30.629	1	1
Color	Maximum	-3.000	0.000	0.000	1	1
Smell	Maximum	-5.000	0.000	0.000	1	1
Taste	Maximum	-4.000	0.000	0.000	1	1

Global Solution

TP = 20

TE1 = 2

TE2 = 16

Predicted Responses

TFโม่ = 1.6169, desirability = 0.99991

TRโม่ = 21.4903, desirability = 0.88405

Color = -0.3448, desirability = 0.88507

Smell = -1.0548, desirability = 0.78904

Taste = -1.4831, desirability = 0.62922

Composite Desirability = 0.82768

จากตาราง ง.4 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของปริมาณสาร TF และ TR เป็นค่า Target และของค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของชาฝรั่งโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นค่า Maximum และป้อนค่า Upper Lower เช่นเดียวกันกับตารางที่ 2 และ3 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 20 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 2 ชั่วโมง

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบโม่(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 16 นาที

ผลการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

1. ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF และ TR จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF และ TR จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบดังตาราง ง.5

ตาราง ง.5 ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณTFและTRจากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
TF	Target	0.144	1.617	1.617	1	1
TR	Target	1.412	22.294	30.854	1	1

Global Solution

TP = 16.0425

TE1 = 9.8444

TE2 = 2.0146

Predicted Responses

TF = 1.5427, desirability = 0.94956

TR = 22.7408, desirability = 0.94780

Composite Desirability = 0.94868

จากตาราง ง.5 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของปริมาณสาร TF และ TR เป็นค่า Target เนื่องจากค่า ปริมาณสาร TF และ TR เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติด้านกลิ่น และสีของชาฝรั่งตามลำดับ ซึ่งชาฝรั่งที่ดีจะต้องมีสารทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ค่าวิเคราะห์ปริมาณสาร TF และ TR ของชาลิปตันเป็น Target ของการทดลอง ดังนั้นจึงกำหนด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Target ของ TF = 1.617 โดย Lower = 0.144 และ Upper = 1.617 ส่วน Target ของ TR = 22.294 โดย Lower = 1.412 และ Upper = 30.854 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณสาร TF และ TR ของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 16.0425 หรือประมาณ 16 องศาเซลเซียส

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 9.8444 ชั่วโมง หรือประมาณ 9 ชั่วโมง 50 นาที

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบใบ(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 2.0146 นาที หรือประมาณ 2 นาที

2. ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อค่าของสี กลิ่น และรสชาติที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ ดังตาราง ง.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.6 ค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อค่าของสี กลิ่น และรสชาติที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
Color	Maximum	-5	0	0	1	1
Smell	Maximum	-5	0	0	1	1
Taste	Maximum	-5	0	0	1	1

Global Solution

TP = 16.0000

TE1 = 7.3439

TE2 = 2.0000

Predicted Responses

Color = -2.10866, desirability = 0.57827

Smell = -1.23142, desirability = 0.75372

Taste = -1.46542, desirability = 0.70692

Composite Desirability = 0.67541

จากตาราง ง.6 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของชาฝรั่งโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นค่า Maximum เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้เป็นคะแนนเทียบเท่าชาลิปตัน ดังนั้นจึงกำหนด Maximum และ Target ของ Color Smell และ Taste = 0 โดย Lower ของ Color = -5 Smell = -5 และ Taste = -5 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของชาฝรั่งแบบใบโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 16 องศาเซลเซียส

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 7.3439 ชั่วโมง หรือประมาณ 7 ชั่วโมง 20 นาที

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบใบ(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ ดังตาราง ง.7

ตาราง ง.7 ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

Response Optimization

Parameters

	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
TF	Target	0.144	1.617	1.617	1	1
TR	Target	1.412	22.294	30.854	1	1
Color	Maximum	-5.000	0.000	0.000	1	1
Smell	Maximum	-5.000	0.000	0.000	1	1
Taste	Maximum	-5.000	0.000	0.000	1	1

Global Solution

TP = 16.0000

TE1 = 10.2291

TE2 = 2.0000

Predicted Responses

TF = 1.5507, desirability = 0.95498

TR = 22.2674, desirability = 0.99872

Color = -2.3030, desirability = 0.53940

Smell = -1.2128, desirability = 0.75745

Taste = -1.5066, desirability = 0.69868

Composite Desirability = 0.77090

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง ง.7 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของปริมาณสาร TF และ TR เป็นค่า Target และของค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของชาฝรั่งโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นค่า Maximum และป้อนค่า Upper Lower เช่นเดียวกันกับตารางที่ 5 และ6 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 16 องศาเซลเซียส

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 10.2291 ชั่วโมง หรือประมาณ 10 ชั่วโมง 14 นาที

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบใบ(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแต่ละชนิดด้วยฟังก์ชัน Optimizer

1.1 สมการทำนายค่าที่เหมาะสมของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

1.1.1 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.1

$$Y1 = 0.098898(TP) - 0.138692(TE1) - 0.001759(TE1^2) - 0.00688(TP)(TE1) + 0.003587(TP)(TE2) \quad (จ.1)$$

(R-Sq = 79.4% R-Sq(adj) = 73.4%)

1.1.2 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.2

$$Y2 = 51.3126 - 1.7533(TP) - 0.043(TE1^2) \quad (จ.2)$$

(R-Sq = 67.3% R-Sq(adj) = 57.6%)

1.1.3 สมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.3

$$Y3 = -6.75752 + 0.35572(TP) + 0.00846(TE1^2) - 0.01823(TP)(TE1) \quad (จ.3)$$

(R-Sq = 54.3% R-Sq(adj) = 40.7%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1.4 สมการทำนายค่ากลิ่น โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.4

$$Y4 = -6.95856 + 0.27013(TP) - 0.49976(TE2) + 0.02111(TP)(TE2) - 0.00633(TE1)(TE2) \quad (จ.4)$$

(R-Sq = 73.4% R-Sq(adj) = 65.6%)

1.1.5 สมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.5

$$Y5 = -12.4207 + 0.564(TP) + 0.6725(TE1) - 0.0391(TP)(TE1) \quad (จ.5)$$

(R-Sq = 70.5% R-Sq(adj) = 61.8%)

1.2 สมการทำนายค่าที่เหมาะสมของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

1.2.1 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.6

$$Y6 = 3.32676 - 0.13644(TP) + 0.13692(TE1) - 0.00437(TE1^2) \quad (จ.6)$$

(R-Sq = 67.3% R-Sq(adj) = 61.8%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.2 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.7

$$Y7 = 78.1505 - 2.9568(TP) - 0.0762(TE1^2) + 0.0565(TE1)(TE2) \quad (จ.7)$$

(R-Sq = 53.8% R-Sq(adj) = 46.1%)

1.2.3 สมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.8

$$Y8 = -0.23789(TP) - 0.01563(TP)(TE1) \quad (จ.8)$$

(R-Sq = 81.9% R-Sq(adj) = 78.8%)

1.2.4 สมการทำนายค่ากลิ่น โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.9

$$Y9 = -0.3163(TP) + 0.39942(TE1) - 0.02018(TE1^2) \quad (จ.9)$$

(R-Sq = 85.4% R-Sq(adj) = 83.0%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.5 สมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.10

$$Y10 = -0.31306(TP) + 0.33608(TE1) - 0.01042(TE1^2) \quad (จ.10)$$

(R-Sq = 77.2% R-Sq(adj) = 73.5%)

เมื่อได้สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ ด้วยฟังก์ชัน Optimizer แล้วทำการฟิตสมการใหม่ด้วยฟังก์ชัน Regression โดยการนำค่าอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ระยะเวลาในการผึ่ง (TE1) และระยะเวลาในการนวด (TE2) เฉพาะตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลตอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สังเกตจากค่า P-Value ของปัจจัยจะต้องมีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งจะได้สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ ดังนี้

2. สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแต่ละชนิดด้วยการฟิตสมการใหม่ด้วยฟังก์ชัน Regression

2.1 สมการทำนายค่าที่เหมาะสมของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

2.1.1 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$Y11 = -0.630 + 0.0989(TP) + 0.146(TE1) - 0.00176(TE1^2) - 0.00688(TP)(TE1) + 0.00359(TP)(TE2) - 0.0526(TE2) \quad (จ.11)$$

(R-Sq = 77.6% R-Sq(adj) = 73.0%)

2.1.2 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.12

$$Y12 = 47.9 - 1.52(TP) + 0.932(TE1) - 0.0430(TE1^2) \quad (จ.12)$$

(R-Sq = 62.2% R-Sq(adj) = 58.6%)

2.1.3 สมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.3

$$Y13 = -7.99 + 0.405(TP) + 0.122(TE1) - 0.0182(TP)(TE1) + 0.00846(TE1^2) \quad (จ.13)$$

(R-Sq = 50.4% R-Sq(adj) = 44.0%)

2.1.4 สมการทำนายค่ากลิ่น โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$Y14 = -5.73 + 0.192\,(TP) + 0.0080\,(TE1) - 0.368\,(TE2) + 0.0211\,(TP)(TE2) - 0.00633\,(TE1)(TE2) \quad (จ.14)$$

(R-Sq = 69.7% R-Sq(adj) = 64.6%)

2.1.5 สมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.5

$$Y15 = -13.9 + 0.613\,(TP) + 0.760\,(TE1) - 0.0391\,(TP)(TE1) \quad (จ.15)$$

(R-Sq = 59.8% R-Sq(adj) = 56.0%)

2.2 สมการทำนายค่าที่เหมาะสมของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

2.2.1 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.16

$$Y16 = 3.18 - 0.133\,(TP) + 0.0723\,(TE1) - 0.00437\,(TE1^2) \quad (จ.16)$$

(R-Sq = 57.6% R-Sq(adj) = 53.6%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.17

$$Y17 = 43.8 - 1.08\,(TP) + 0.284\,(TE1) - 0.642\,(TE2) + 0.0565\,(TE1)(TE2) - 0.0762\,(TE1^2) \quad (จ.17)$$

(R-Sq = 60.8% R-Sq(adj) = 54.3%)

2.2.3 สมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.18

$$Y18 = 3.03 - 0.316\,(TP) + 0.208\,(TE1) - 0.0156\,(TP)(TE1) \quad (จ.18)$$

(R-Sq = 82.6% R-Sq(adj) = 81.0%)

2.2.4 สมการทำนายค่ากลิ่น โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.19

$$Y19 = 2.26 - 0.347\,(TP) + 0.367\,(TE1) - 0.0202\,(TE1^2) \quad (จ.19)$$

(R-Sq = 71.8% R-Sq(adj) = 69.1%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.5 สมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ จ.10

$$Y20 = 3.25 - 0.361\,(TP) + 0.146\,(TE1) - 0.0104\,(TE1^2) \qquad (จ.20)$$

(R-Sq = 65.6% R-Sq(adj) = 62.3%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบเพื่อยืนยันผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ฉ.1 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่

คุณสมบัติ	ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย			ผลตอบ	Response Optimizer	การยืนยันผล
	TP	TE1	TE2			
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR	19.9701	3.2653	16	ปริมาณสารTF	1.5533	1.5597
				ปริมาณสารTR	22.2937	21.41439
				สี	-	-1.4
				กลิ่น	-	-1
				รสชาติ	-	-0.6
สี กลิ่น และรสชาติ	20	2	16	ปริมาณสารTF	-	1.5336
				ปริมาณสารTR	-	22.31525
				สี	-0.34478	-1
				กลิ่น	-1.0548	-0.8
				รสชาติ	-1.48311	-0.4
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR สี กลิ่น และรสชาติ	20	2	16	ปริมาณสารTF	1.5431	1.5336
				ปริมาณสารTR	21.4903	22.31525
				สี	-0.3448	-1
				กลิ่น	-1.0548	-0.8
				รสชาติ	-1.4831	-0.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ฉ.2 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาใบ

คุณสมบัติ	ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย			ผลตอบ	Response Optimizer	การยืนยันผล
	TP	TE1	TE2			
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR	16.0425	9.8444	2.0146	ปริมาณสารTF	1.5427	1.4778
				ปริมาณสารTR	22.7408	21.88035
				สี	-	-1.4
				กลิ่น	-	-1.2
				รสชาติ	-	-0.8
สี กลิ่น และรสชาติ	16	7.3439	2	ปริมาณสารTF	-	1.5138
				ปริมาณสารTR	-	21.0501
				สี	-2.10866	-1.4
				กลิ่น	-1.23142	-1.2
				รสชาติ	-1.46542	-0.8
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR สี กลิ่น และรสชาติ	16	10.2291	2	ปริมาณสารTF	1.5507	1.5354
				ปริมาณสารTR	22.2674	22.13451
				สี	-2.303	-1.4
				กลิ่น	-1.2128	-1.2
				รสชาติ	-1.5066	-0.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ฉ.3 บันทึกการทดลองเพื่อผลการยืนยันผลที่ปัจจัยที่เหมาะสมต่อค่าปริมาณสาร TF และปริมาณสาร TR ในชาแบบชาโม่

ครั้งที่	E1	E2	%TF	%TR	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	0.719	0.995	1.61775	23.02266	-1	-1	0
2	0.698	1.02	1.5705	23.87692	-1	-1	-1
3	0.625	0.889	1.40625	20.69286	-2	-1	0
4	0.703	0.899	1.58175	20.42458	-2	-1	-1
5	0.721	0.855	1.62225	19.05494	-1	-1	-1
เฉลี่ย	0.6932	0.9316	1.5597	21.41439	-1.4	-1	-0.6

ตาราง ฉ.4 บันทึกการทดลองเพื่อยืนยันผลปัจจัยที่เหมาะสมต่อค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR และค่าสี กลิ่นรสชาติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาแบบชาโม่

ครั้งที่	E1	E2	%TF	%TR	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	0.654	0.954	1.4715	22.32372	-1	-1	0
2	0.664	1.004	1.494	23.66512	-1	-1	1
3	0.595	0.889	1.33875	20.90466	-1	-1	-1
4	0.774	0.932	1.7415	20.85524	-1	-1	-1
5	0.721	1.024	1.62225	23.8275	-1	0	-1
เฉลี่ย	0.6816	0.9606	1.5336	22.31525	-1	-0.8	-0.4

ตาราง ฉ.5 บันทึกการทดลองเพื่อยืนยันผลค่าปริมาณสาร TF และปริมาณสาร TR ในชาแบบชาใบ

ครั้งที่	E1	E2	%TF	%TR	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	0.578	0.912	1.3005	21.6742	-1	-1	0
2	0.624	0.925	1.404	21.71656	-1	-1	-1
3	0.649	0.991	1.46025	23.4039	-1	-2	0
4	0.712	0.897	1.602	20.30456	-2	-1	-2
5	0.721	0.97	1.62225	22.30254	-2	-1	-1
เฉลี่ย	0.6568	0.939	1.4778	21.88035	-1.4	-1.2	-0.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ฉ.6 บันทึกการทดลองเพื่อยืนยันผลที่ปัจจัยที่เหมาะสมต่อค่าสี กลิ่น รสชาติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาแบบชาใบ

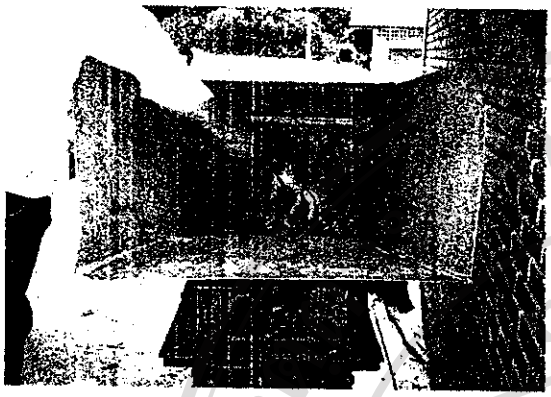
ครั้งที่	E1	E2	%TF	%TR	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	0.654	0.954	1.4715	22.32372	-1	-1	-1
2	0.664	0.896	1.494	20.6152	-1	-2	-1
3	0.595	0.889	1.33875	20.90466	-2	-1	-1
4	0.759	0.932	1.70775	20.96114	-2	-1	-1
5	0.692	0.897	1.557	20.44576	-1	-1	0
เฉลี่ย	0.6728	0.9136	1.5138	21.0501	-1.4	-1.2	-0.8

ตาราง ฉ.7 บันทึกการทดลองเพื่อยืนยันผลที่ปัจจัยที่เหมาะสมต่อค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR และค่าสี กลิ่นใบรสชาติจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในชาแบบชา

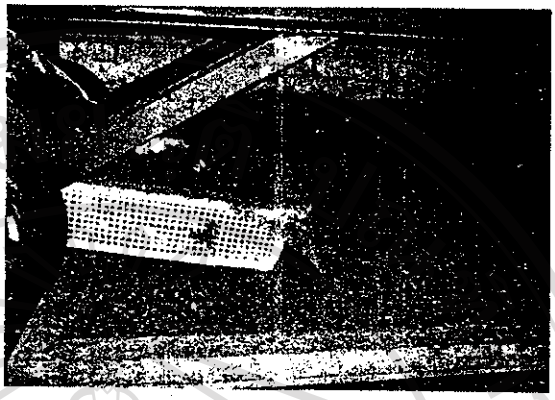
ครั้งที่	E1	E2	%TF	%TR	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	0.637	0.954	1.43325	22.44374	-1	-1	-1
2	0.664	1.001	1.494	23.5804	-2	-1	1
3	0.616	0.873	1.386	20.30456	-2	-2	-1
4	0.774	0.922	1.7415	20.57284	-1	-1	-1
5	0.721	1.022	1.62225	23.77102	-1	-1	0
เฉลี่ย	0.6824	0.9544	1.5354	22.13451	-1.4	-1.2	-0.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปจากการทดลองแปรรูปชาฟรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบตามที่ได้ออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน



รูป ฉ.1 แสดงการตีโม่ยอดชา



รูป ฉ.2 ลักษณะชาโม่ที่จะทำมาทำการแปรรูป

รูป ฉ.3 ปริมาณชาโม่ และชาใบที่ในการทดลอง การทดลองละ 500 กรัม

รูป ฉ.4 แสดงกระบวนการผึ่งชาโม่และชาใบ

รูป ฉ.5 เมื่อเวลาผ่านไปชาจะเกิดการหมักตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมีจึงมีสีเข้มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปจากการทดลองหาค่าปริมาณสาร Theaflavin (TF) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในชาที่ผ่านการหมัก และสาร Thearubigin (TR) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดสีแดงในน้ำชา

รูป ฉ.6 น้ำชาที่ชงจากตัวอย่างชายี่ห้อดัง ได้แก่ ชาลิปตัน ชาทไวนิ่งอิงลิชเบรกฟัด และชาทไวนิ่งเออเกรย์ ตามลำดับ

รูป ฉ.7 น้ำชาที่ชงด้วยตัวอย่างชาจากการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

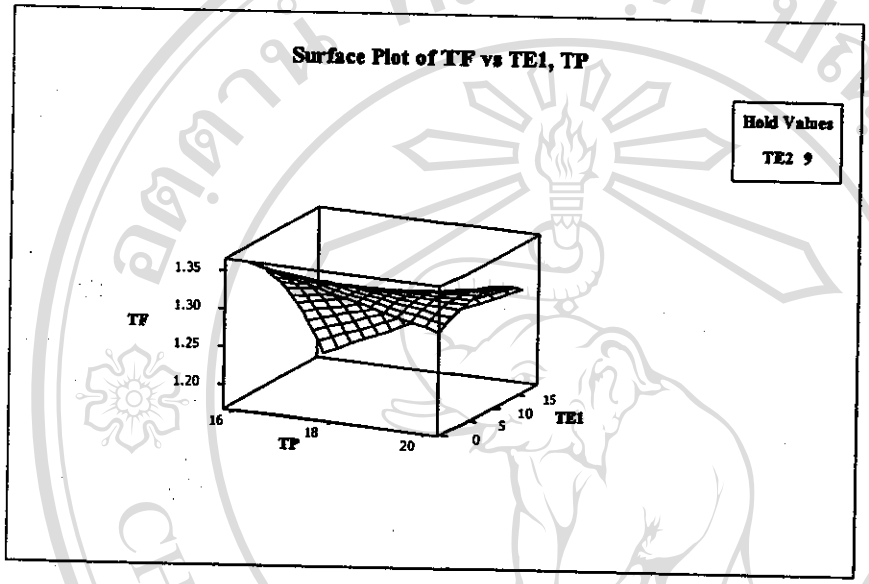
ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์พื้นผิวผลตอบโดยดูจาก Surface Plot และ Contour Plot ของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ

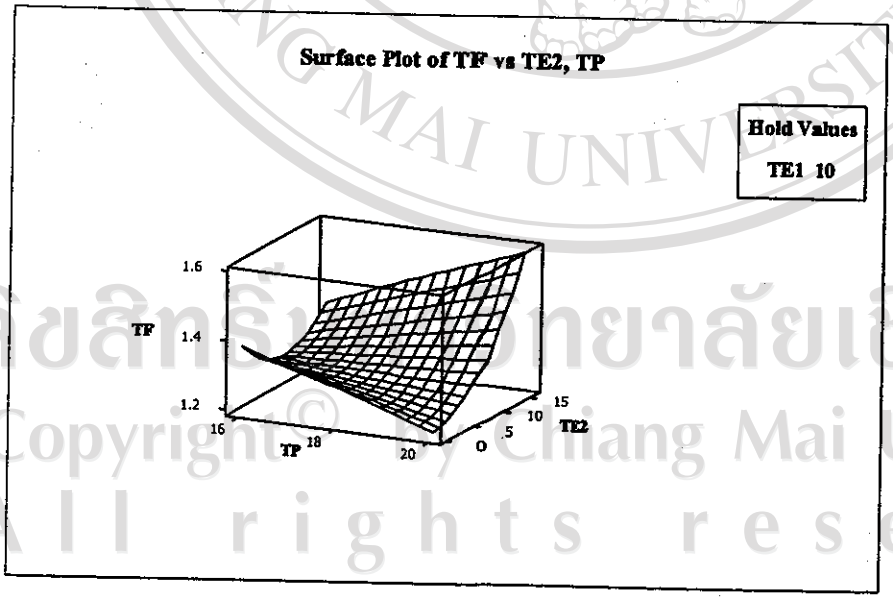
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1 พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.1 a,b และc

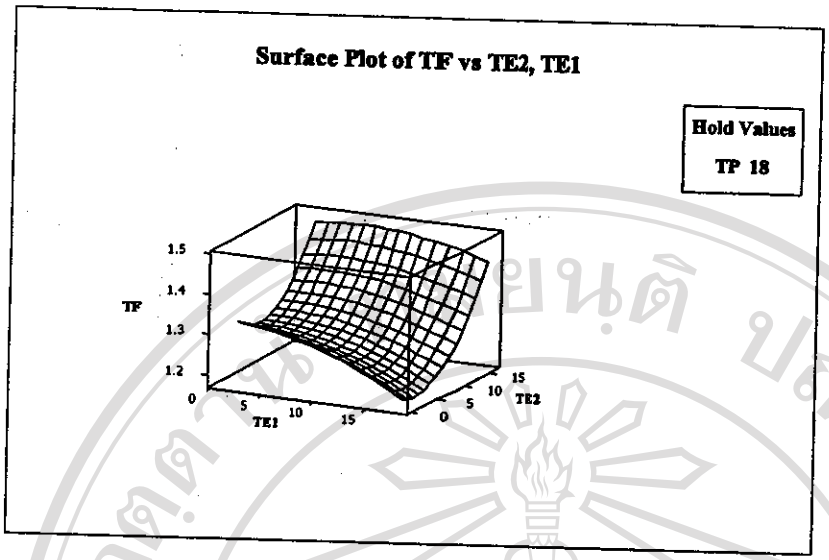


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



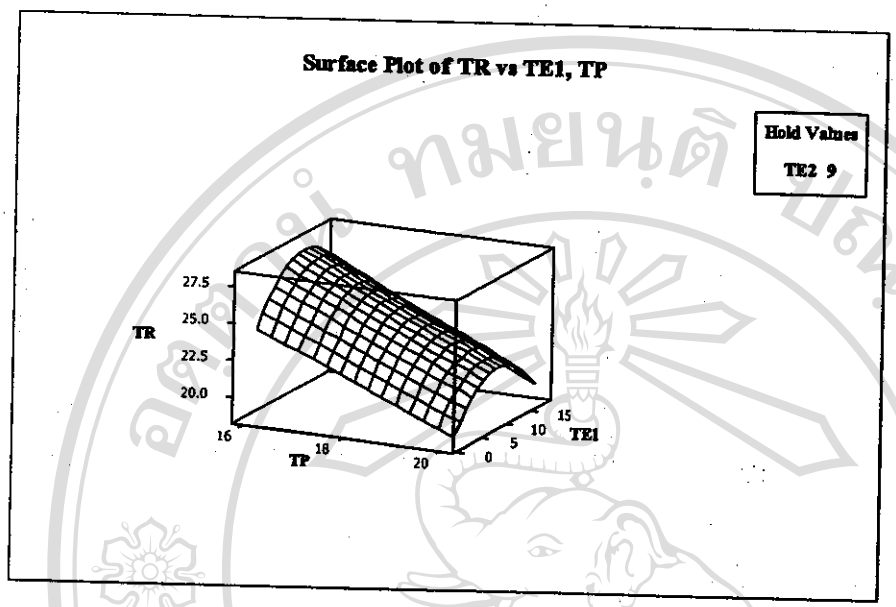
(c)

รูป ช.1 พื้นผิวผลตอบของค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

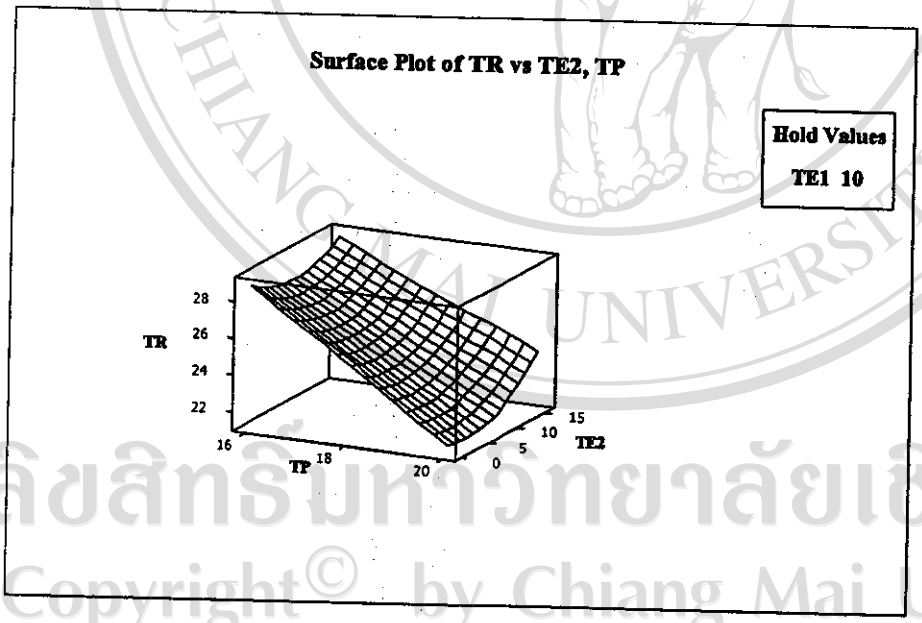
จากรูป ช.1 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.1 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูงและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง รูป ช.1 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางๆ ประมาณ 12-14 ชั่วโมง และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบไม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.2 a,b และc

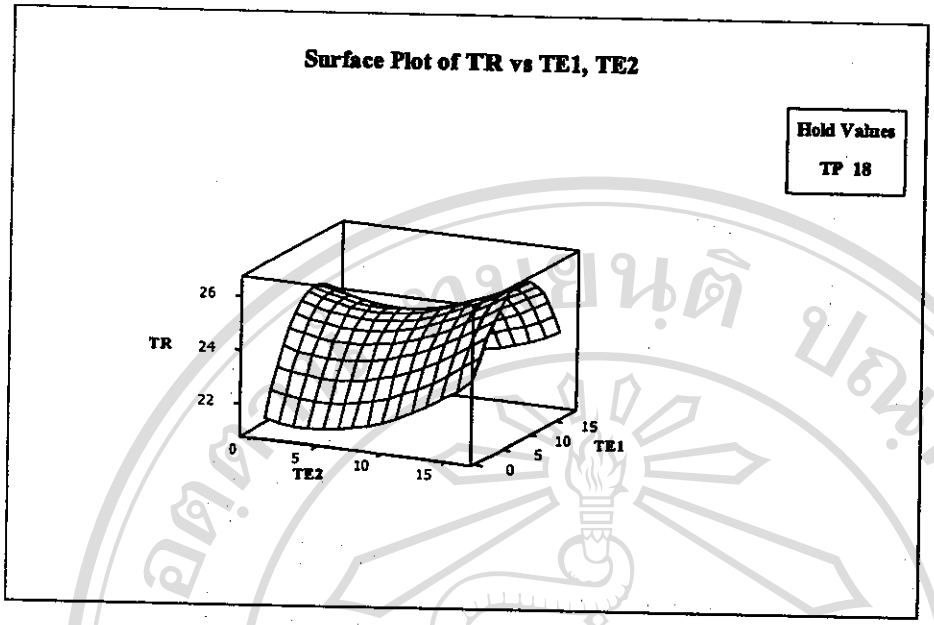


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



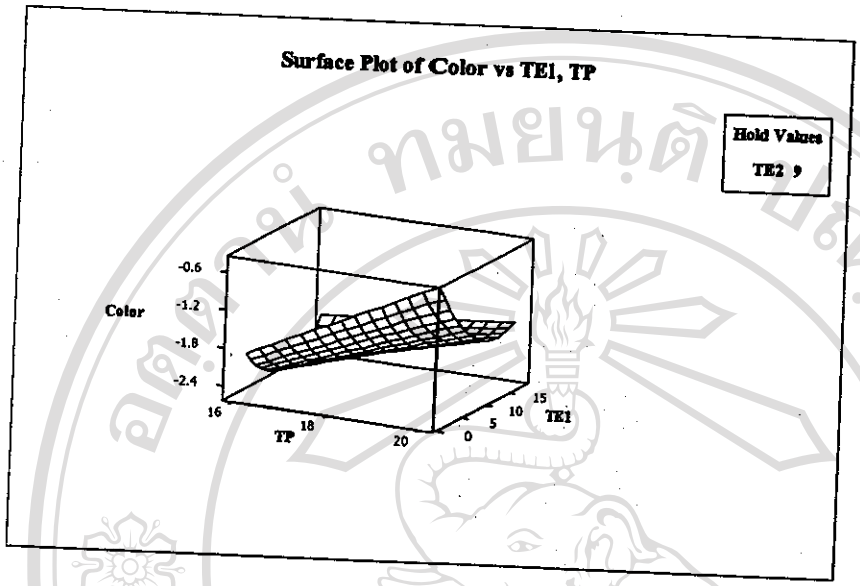
(c)

รูป ช.2 พื้นผิวผลตอบของค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

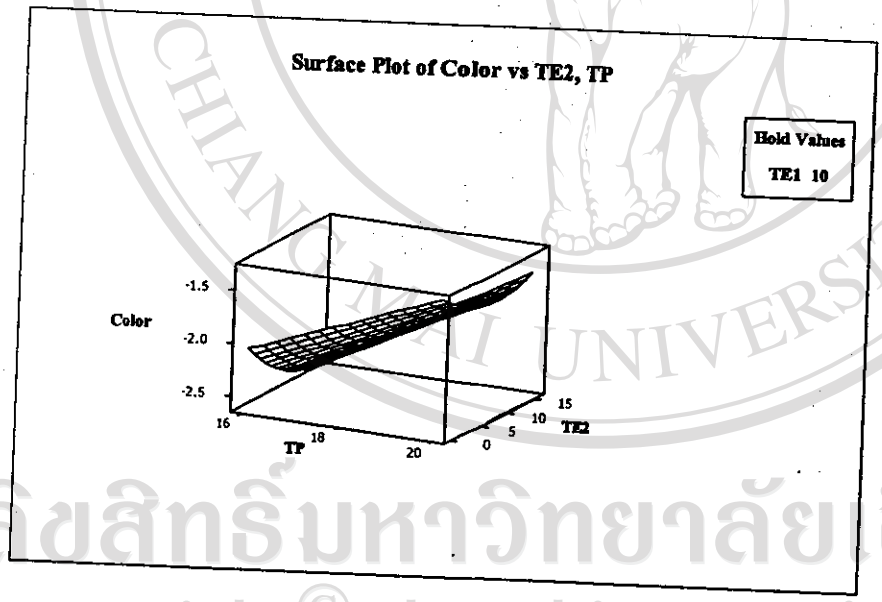
จากรูป ช.2 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย (ประมาณ 22.3) จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลาง รูป ช.2 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.2 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ของค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.3 a,b และc

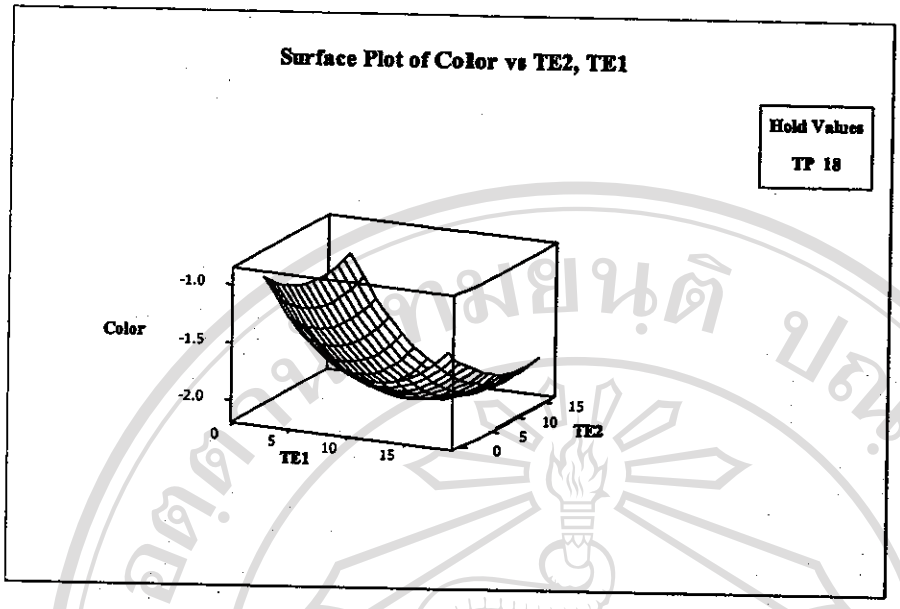


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



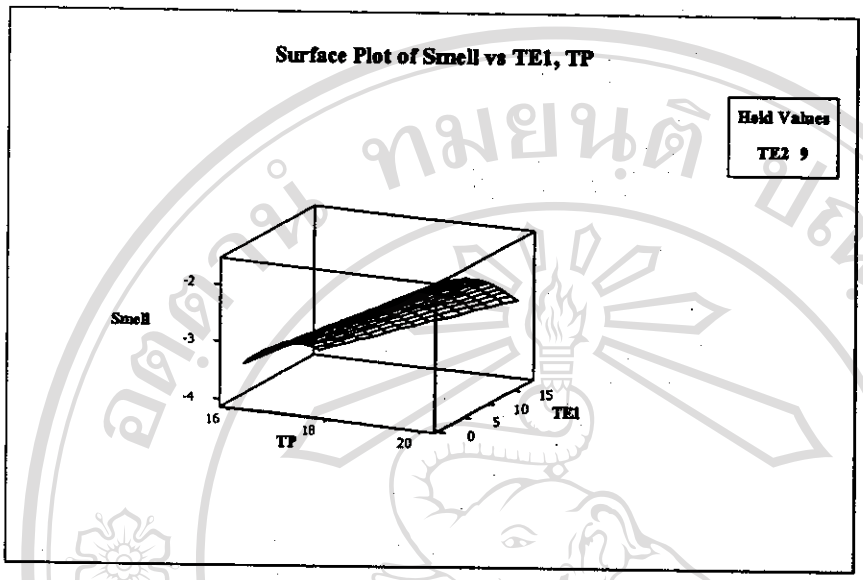
(c)

รูป ช.3 พื้นผิวผลตอบของค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

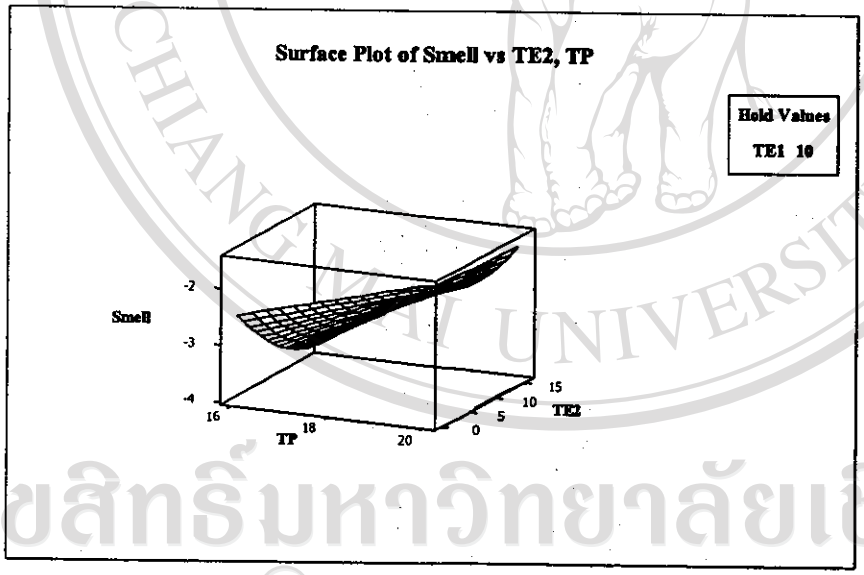
จากรูป ช.3 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง รูป ช.3 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูงและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.3 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ของค่าของกลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.4 a,b และc

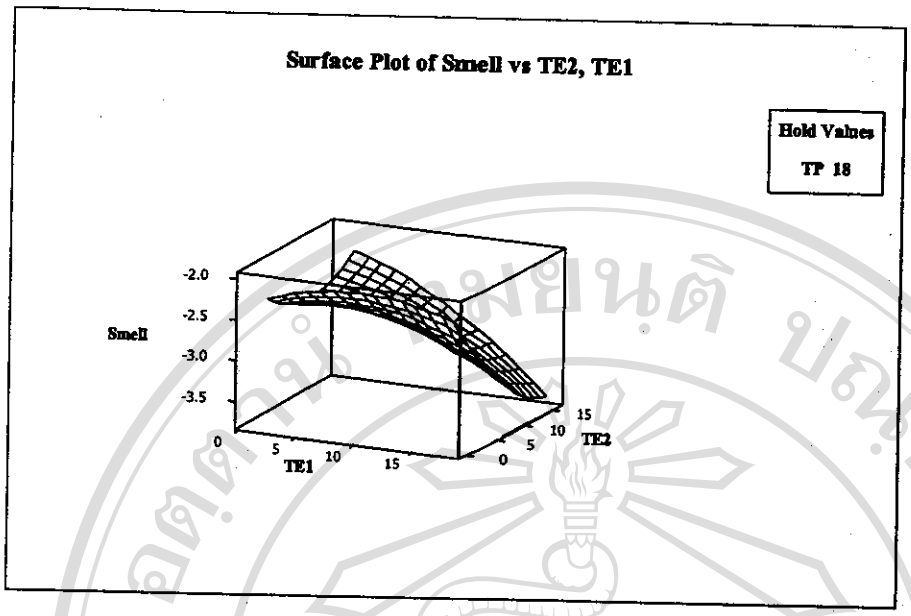


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



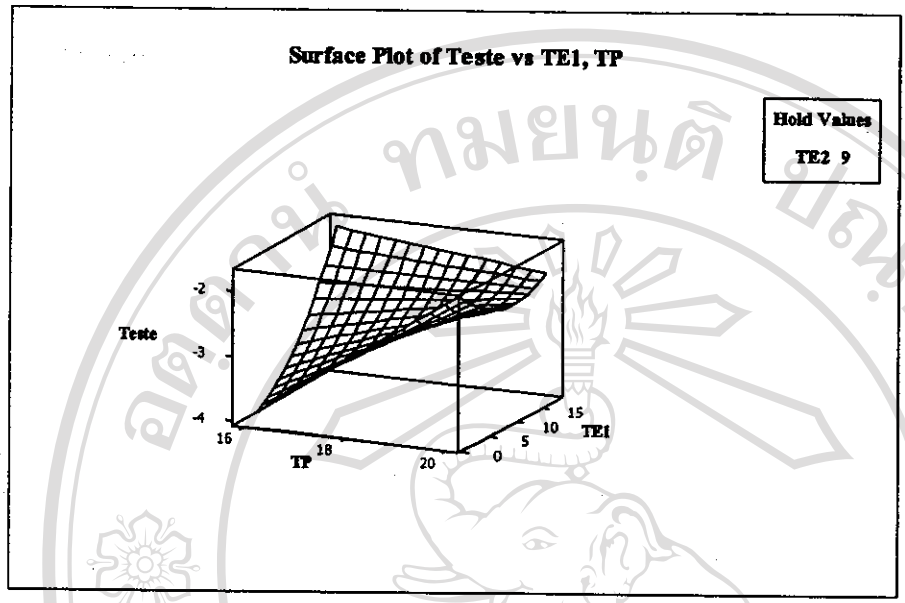
(c)

รูป ช.4 พื้นผิวผลตอบของค่าของกลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

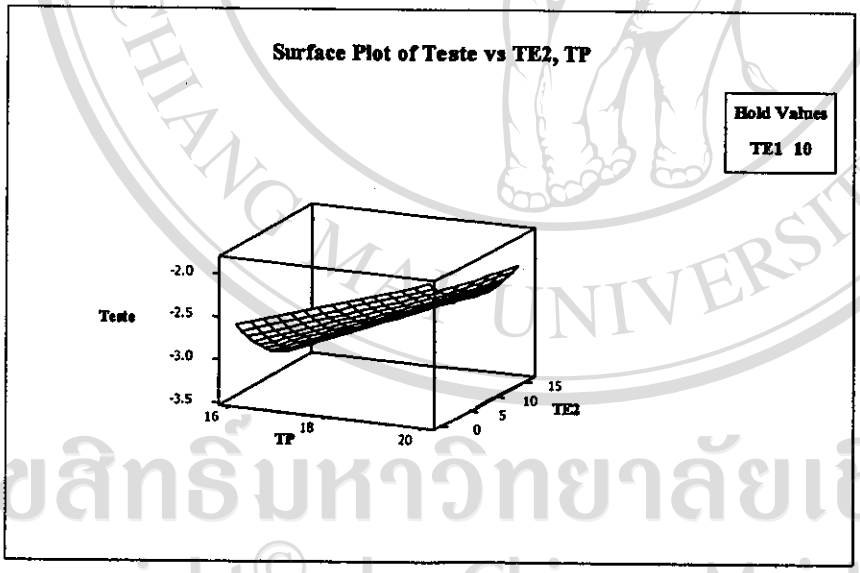
จากรูป ช.4 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง รูป ช.4 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง รูป ช.4 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ของค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.5 a,b และc

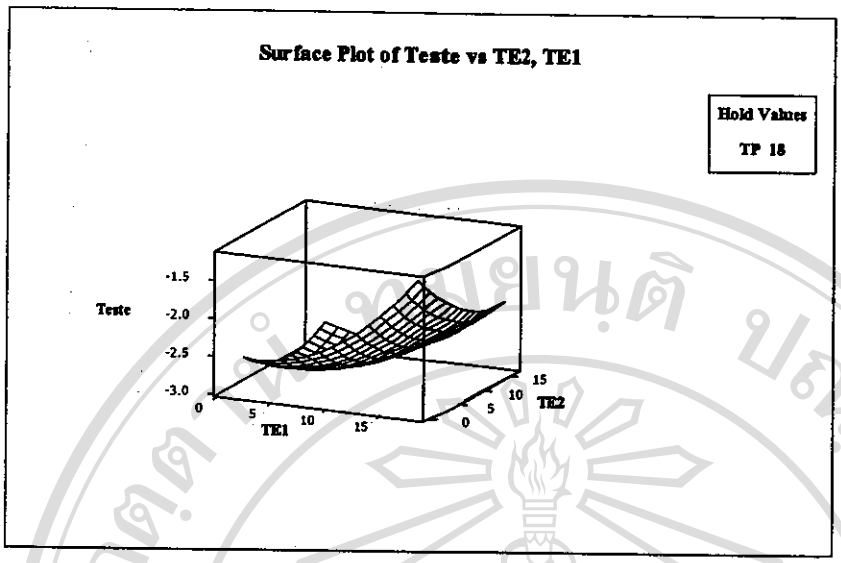


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(c)

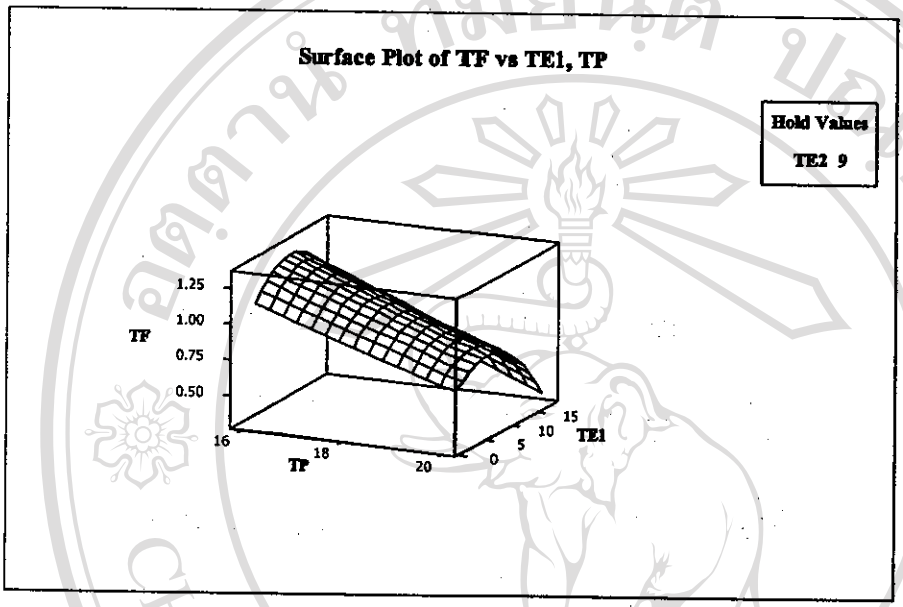
รูป ช.5 พื้นผิวผลตอบของค่าของรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

จากรูป ช.5 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.5 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.5 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

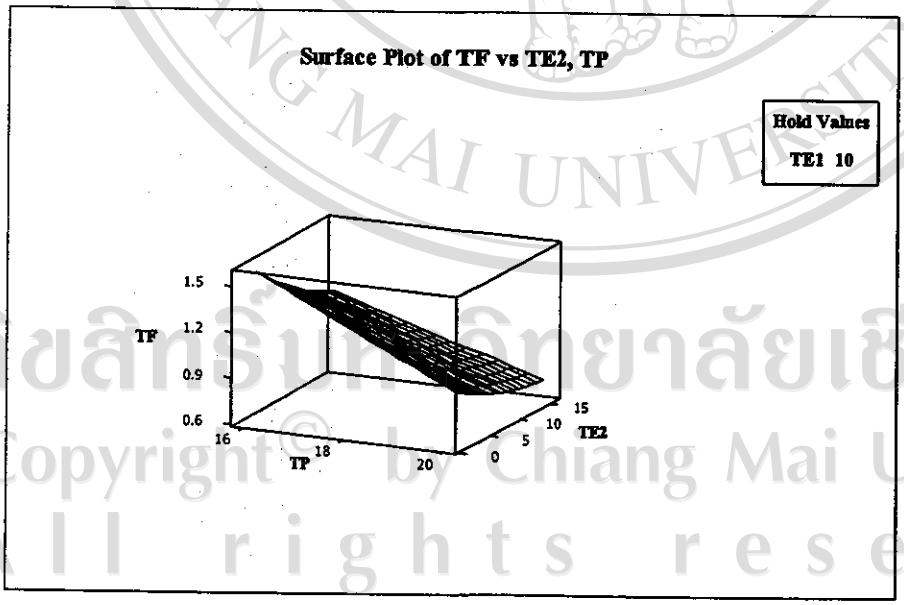
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2 พื้นผิวผลตอบค่า Surface Plot ปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.6 a,b และc

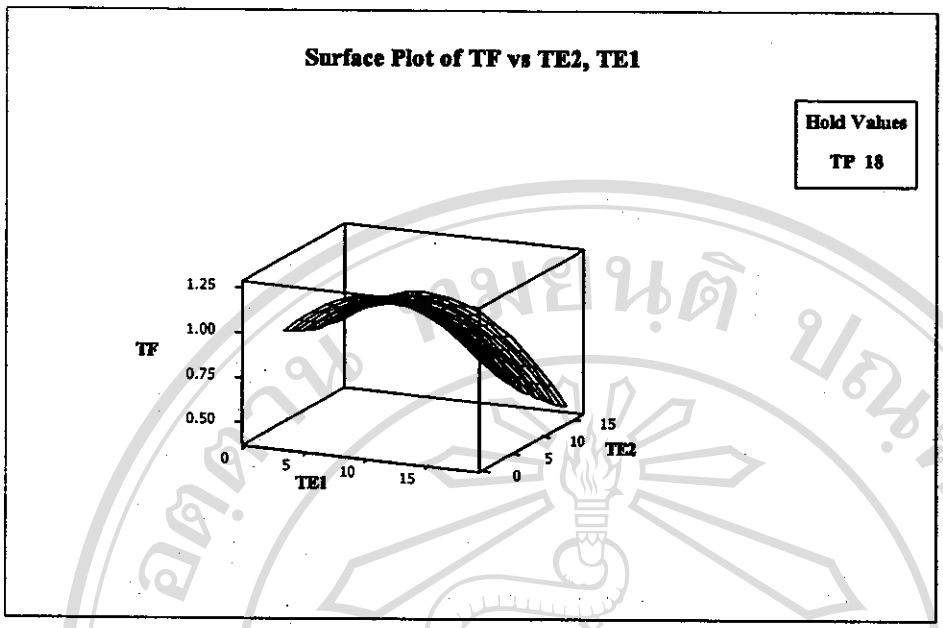


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



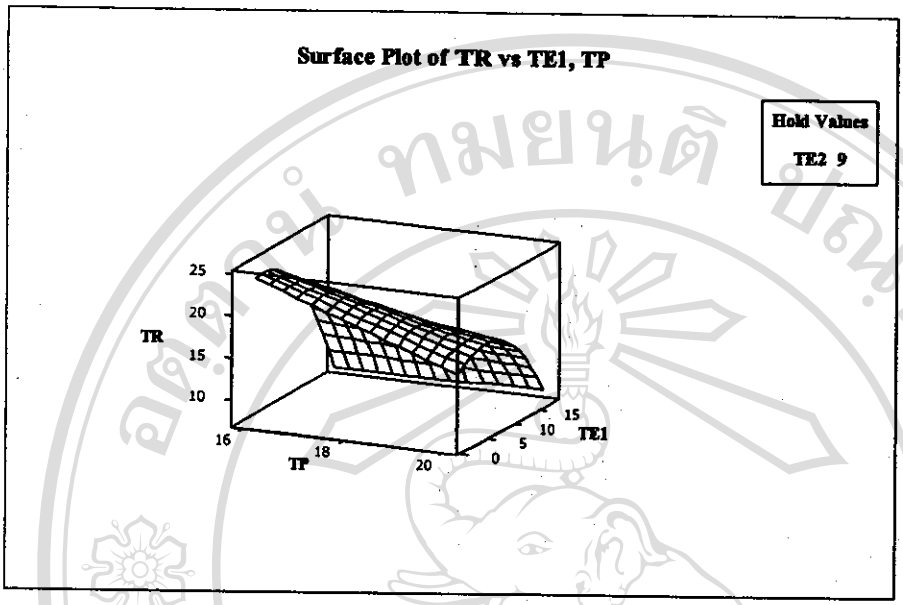
(c)

รูป ช.6 พื้นผิวผลตอบของค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

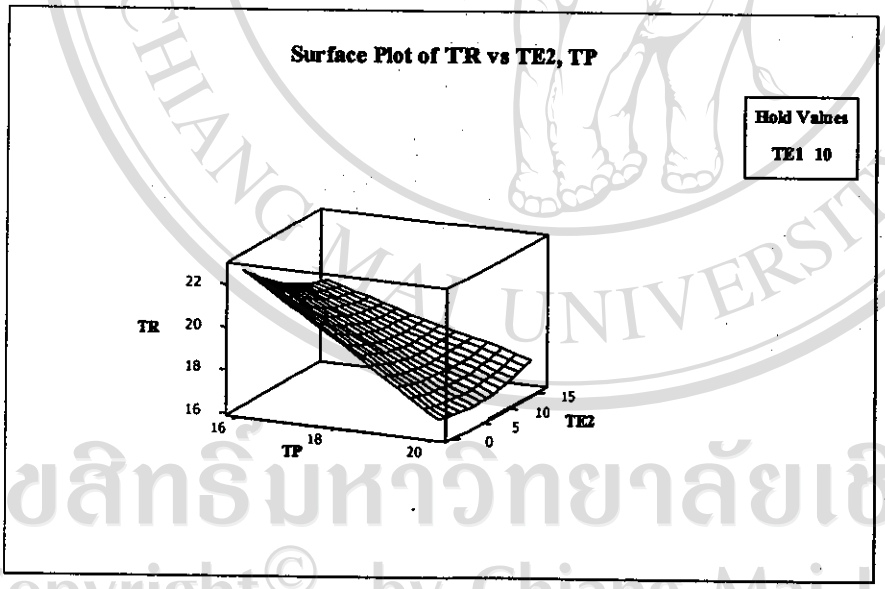
จากรูป ช.6 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.6 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.6 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลาง ประมาณ 8-10 ชั่วโมง และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TF สูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบค่า Surface Plot ปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.7 a,b และc

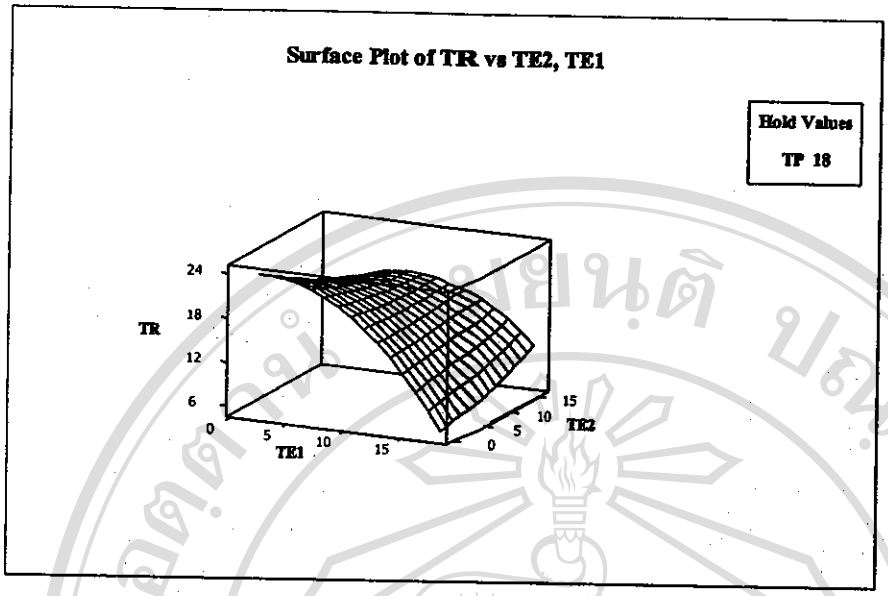


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



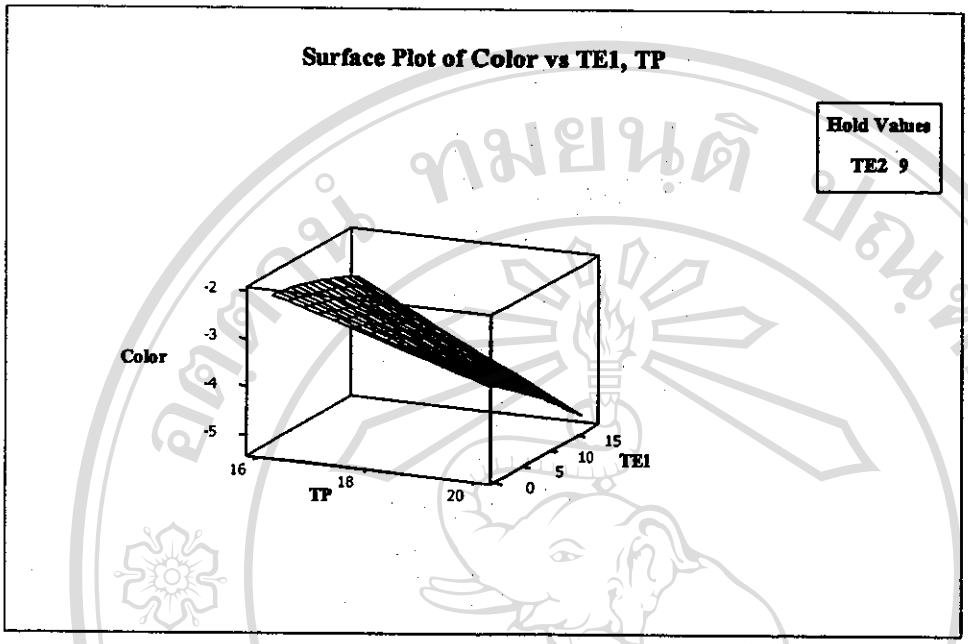
(c)

รูป ช.7 พื้นผิวผลตอบของค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

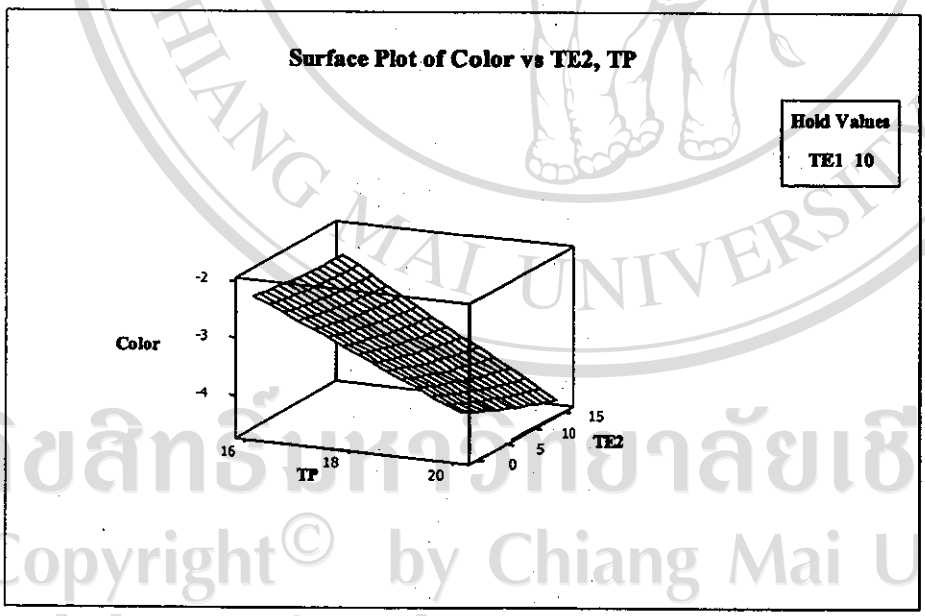
จากรูป ช.7 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย (ประมาณ 22.3) จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.7 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.7 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าปริมาณสาร TR ที่ค่าเป้าหมาย จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ของค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.8 a,b และc

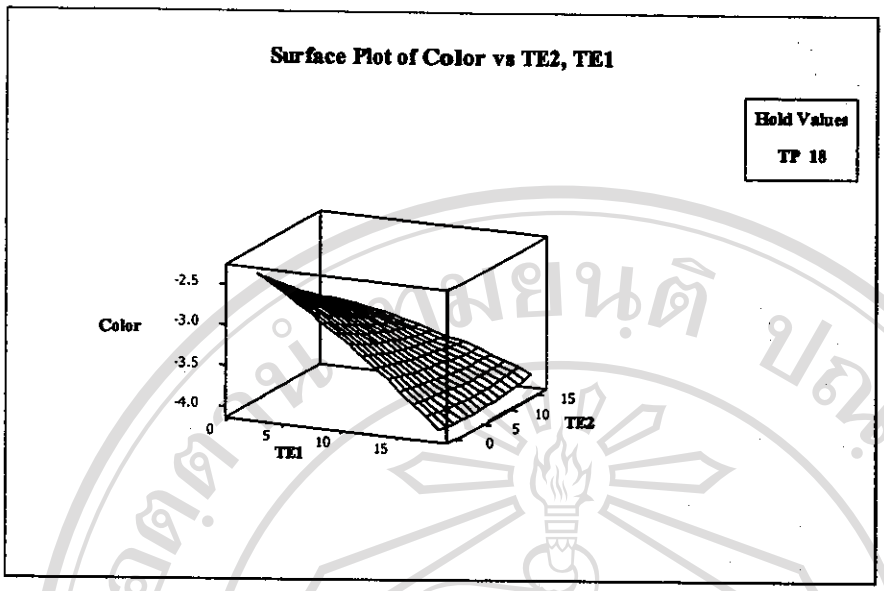


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



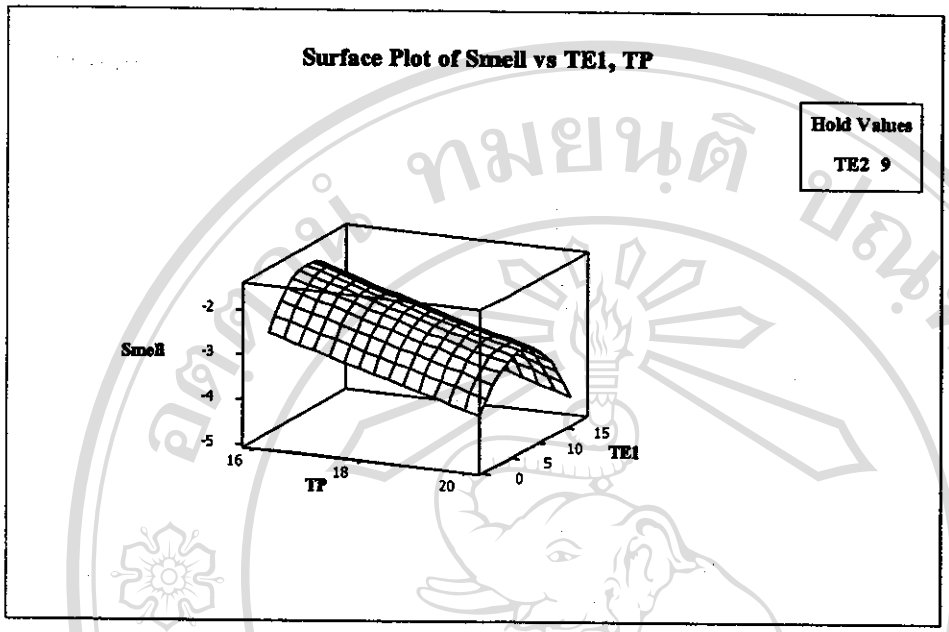
(c)

รูป ช.8 พื้นผิวผลตอบของค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

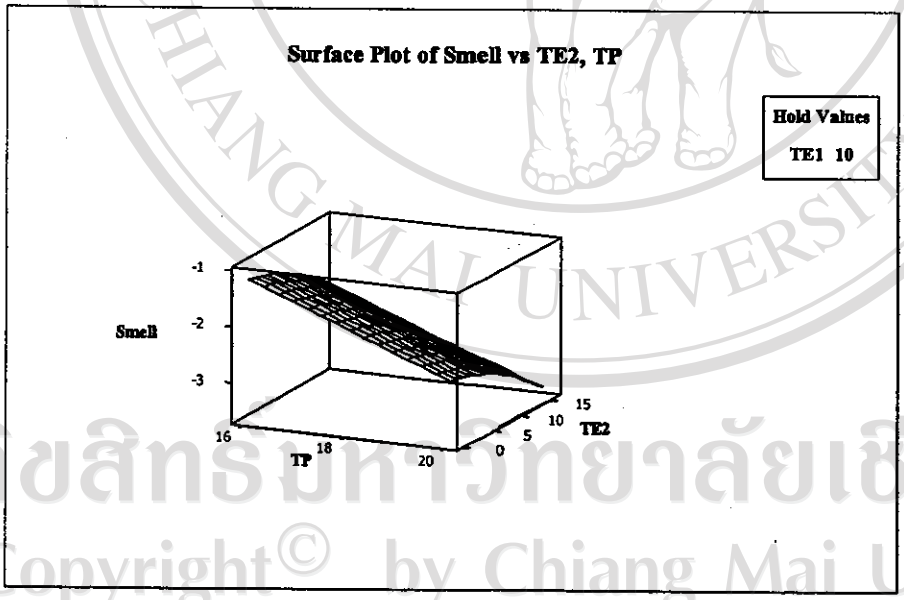
จากรูป ช.8 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.8 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.8 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่าสี ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ของค่าของกลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.9 a,b และc

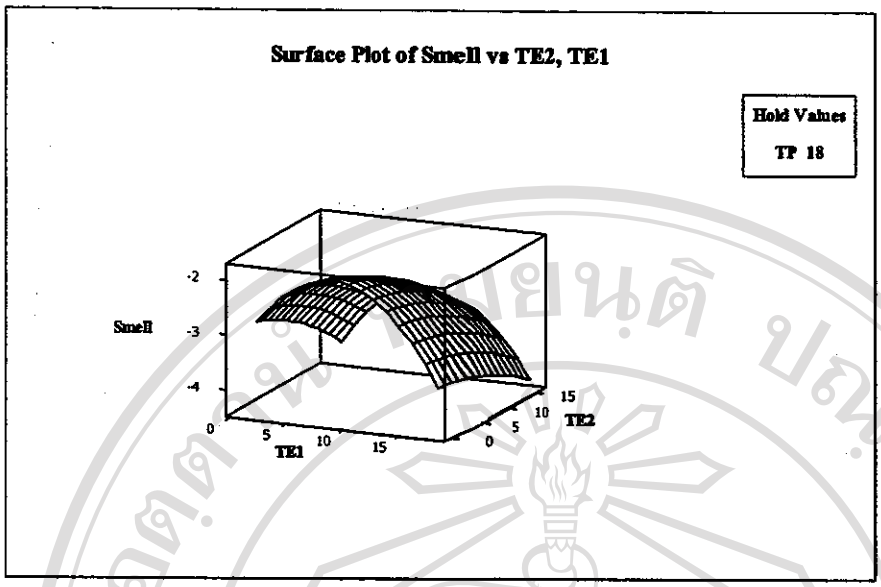


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



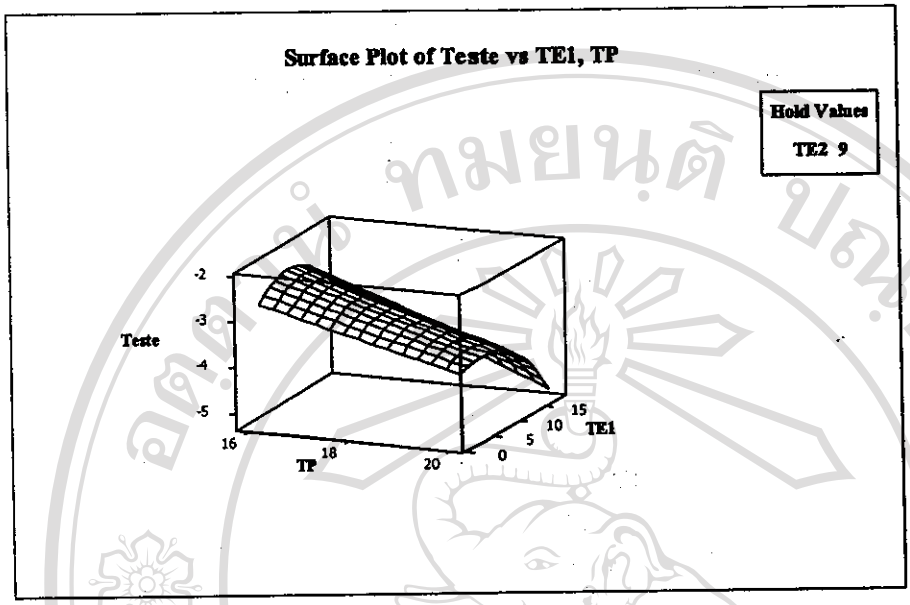
(c)

รูป ช.9 พื้นผิวผลตอบของค่าของกลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

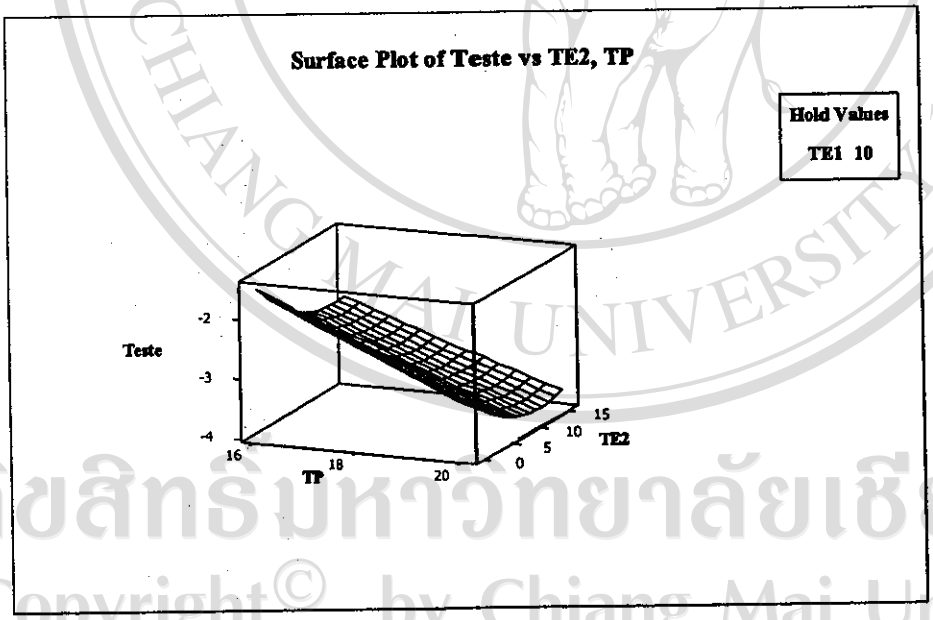
จากรูป ช.9 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.9 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.9 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลาง และระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ากลิ่น ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวผลตอบ Surface Plot ของค่าสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.10 a,b และc

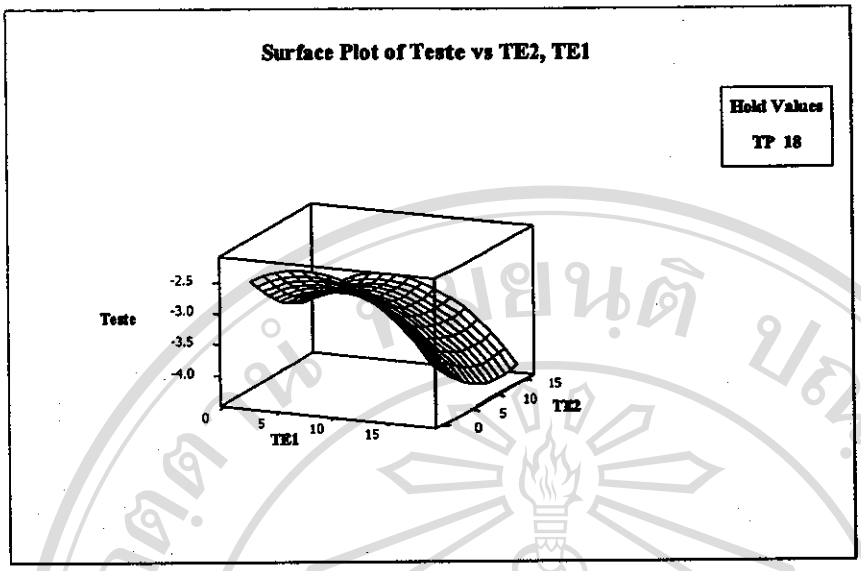


(a)



(b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(c)

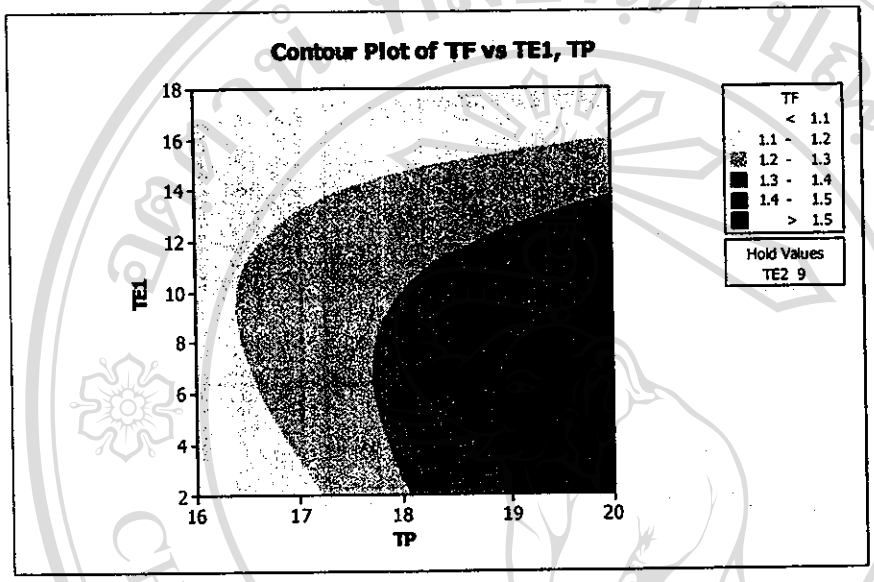
รูป ช.10 พื้นผิวผลตอบของค่าของรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) กับระยะเวลาในการนวด (TE2) c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) กับระยะเวลาในการนวด (TE2)

จากรูป ช.10 a) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและอุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.10 b) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่ง (TP) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ รูป ช.10 c) เวลาในกระบวนการผึ่ง (TE1) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับกลางและระยะเวลาในการนวด (TE2) ที่ทำให้ได้ค่ารสชาติ ที่ค่าสูงสุด จะเป็นค่าอยู่ที่ระดับต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่

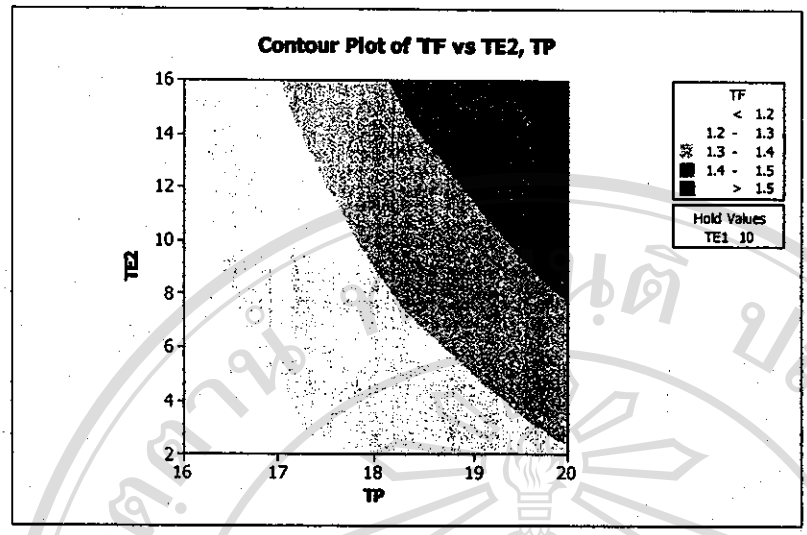
พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.11 a,b และc



รูป ช.11(a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

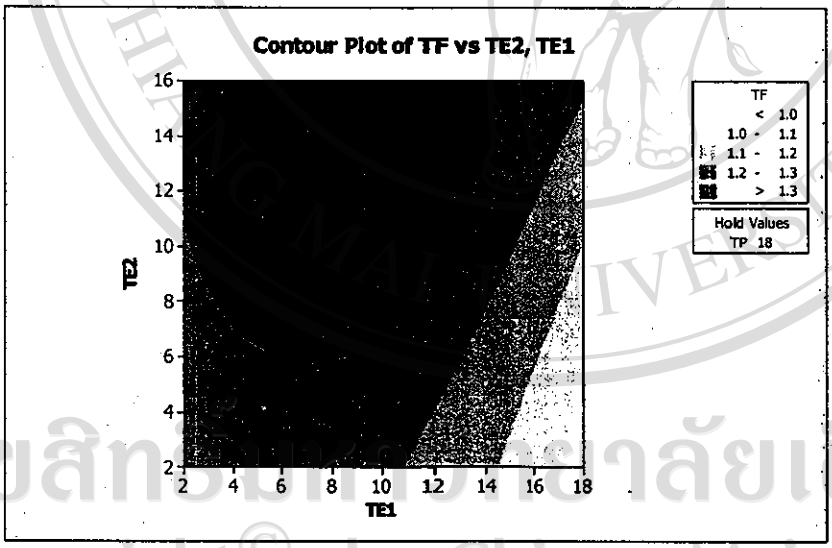
จากรูป ช.11(a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.11(b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.11(b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 16 นาที

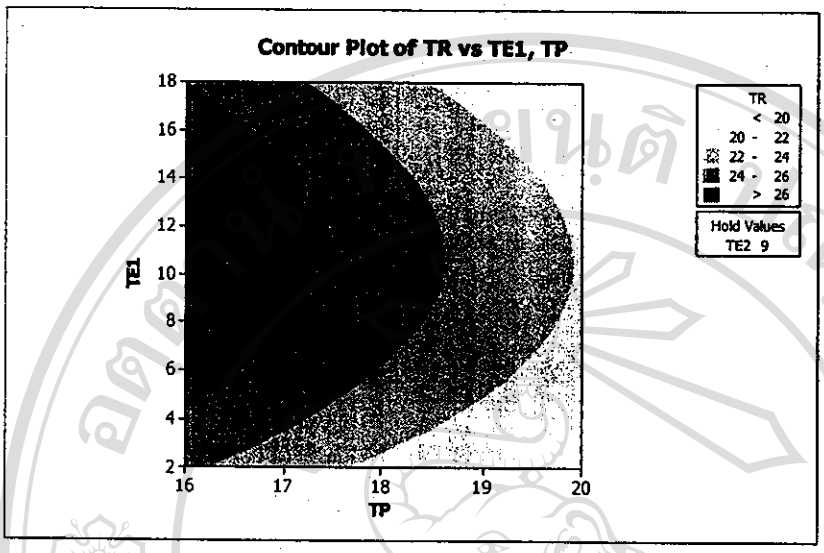


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ช.11(c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.11(c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 16 นาที

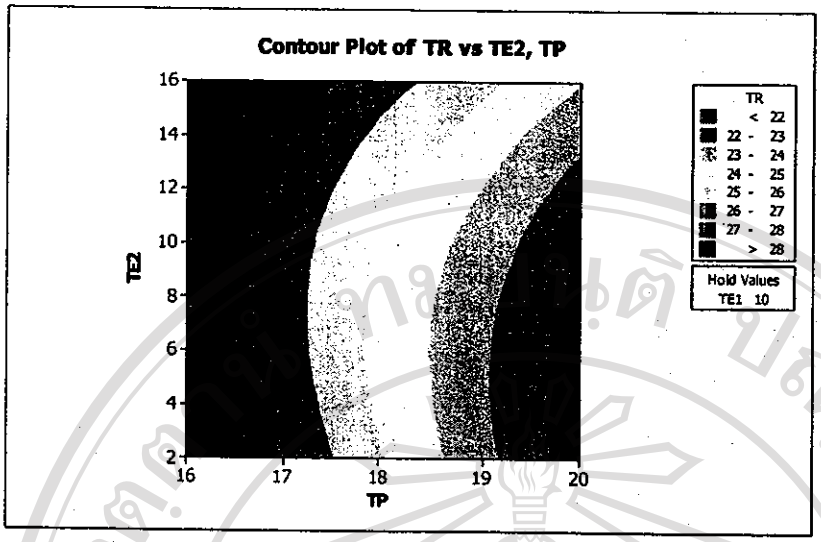
<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบไม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.12 a,b และc</u>



รูป ช.12 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

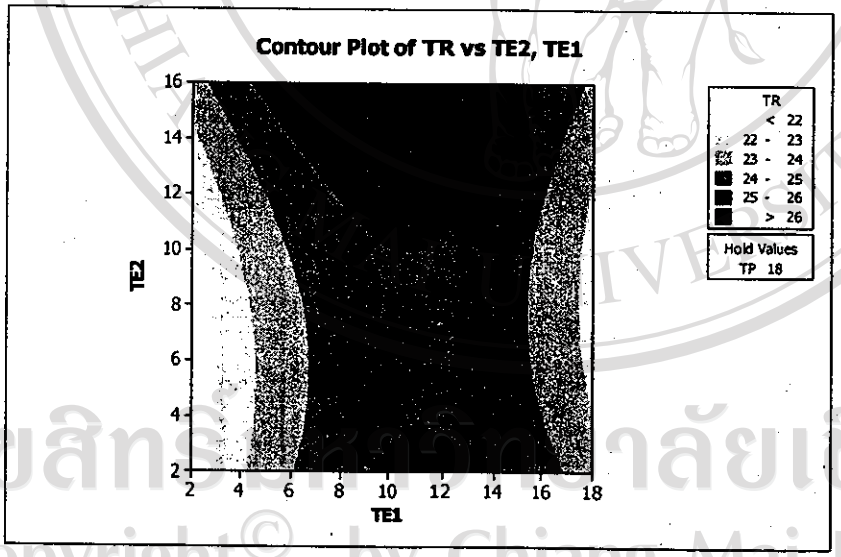
จากรูป ช.12 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบเป้าหมายของปริมาณสาร TR ประมาณ 22.294 จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 18.5 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 10 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.12 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.12 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบเป้าหมายของปริมาณสาร TR ประมาณ 22.294 จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 19.5 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 4 นาที

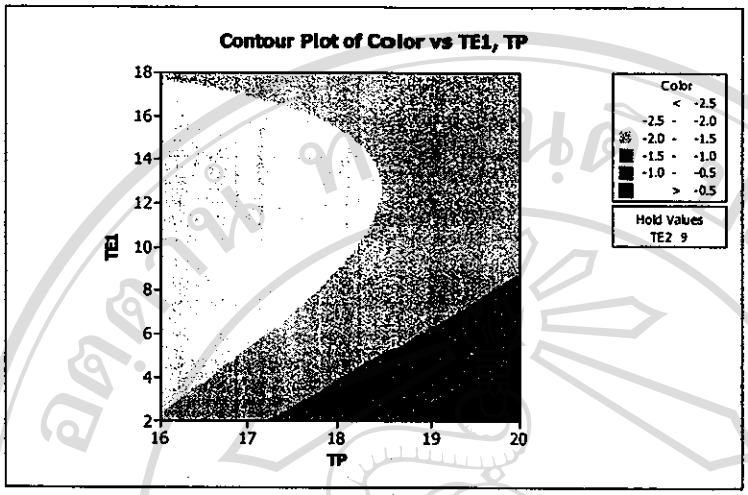


รูป ช.12 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.12 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบเป้าหมายของปริมาณสาร TR ประมาณ 22.294 จะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 3 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

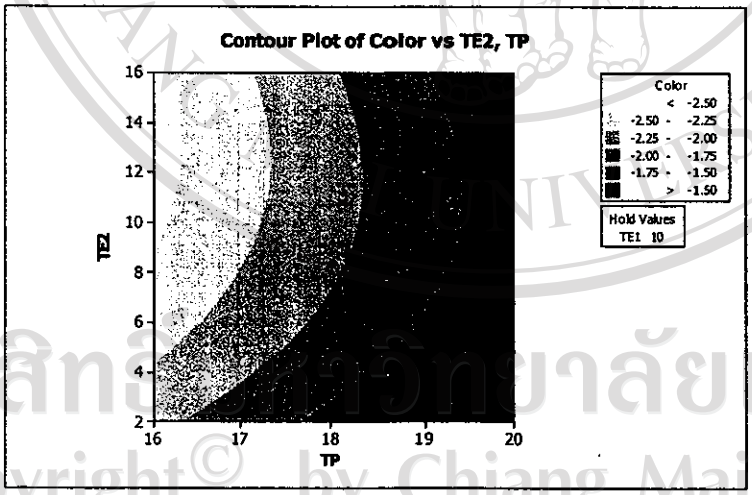
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ของค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.13 a,b และc</u>



รูป ช.13 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

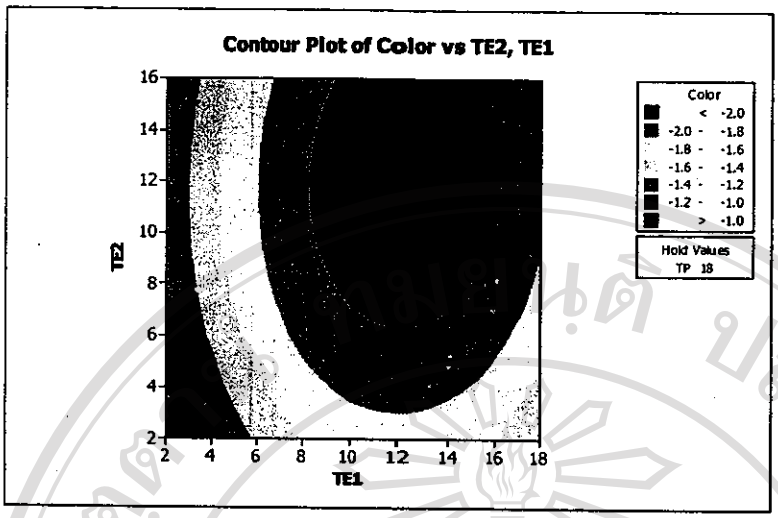
จากรูป ช.13 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของสีน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง



รูป ช.13 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.13 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของสีน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

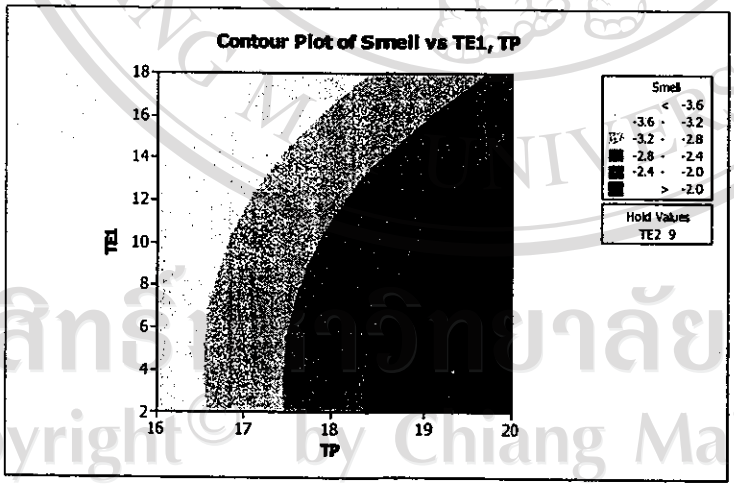
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.13 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.13 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของสีน้ำชาจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

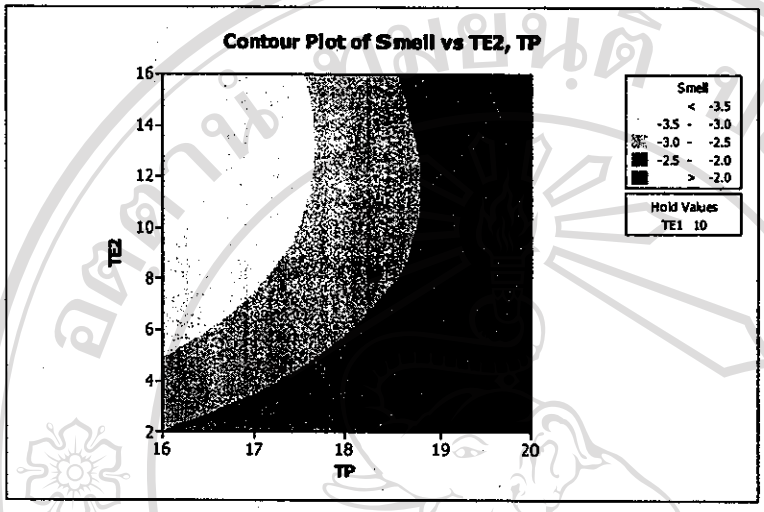
<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ของค่าของกลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.14 a,b และc</u>



รูป ช.14 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

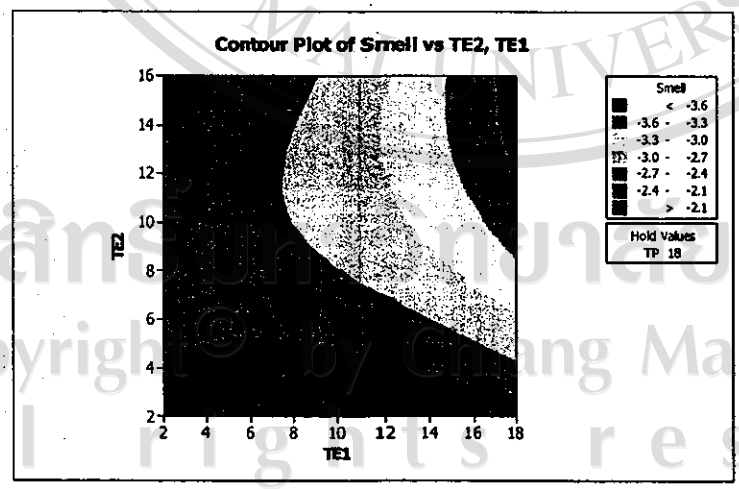
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูป ช.14 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของกลิ่นน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง



รูป ช.14 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.14 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของกลิ่นน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 16 นาที

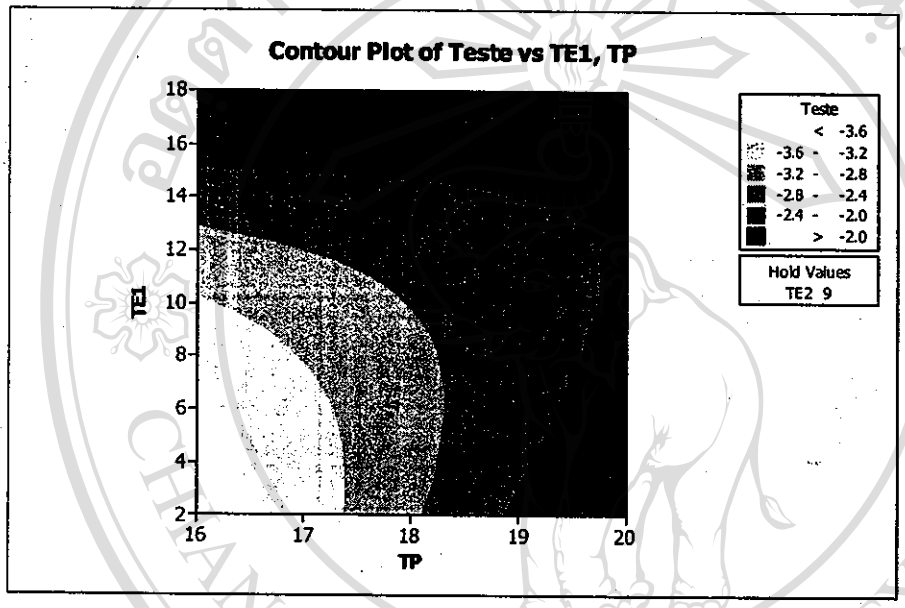


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ช.14 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.14 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของกลิ่นน้ำชาจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

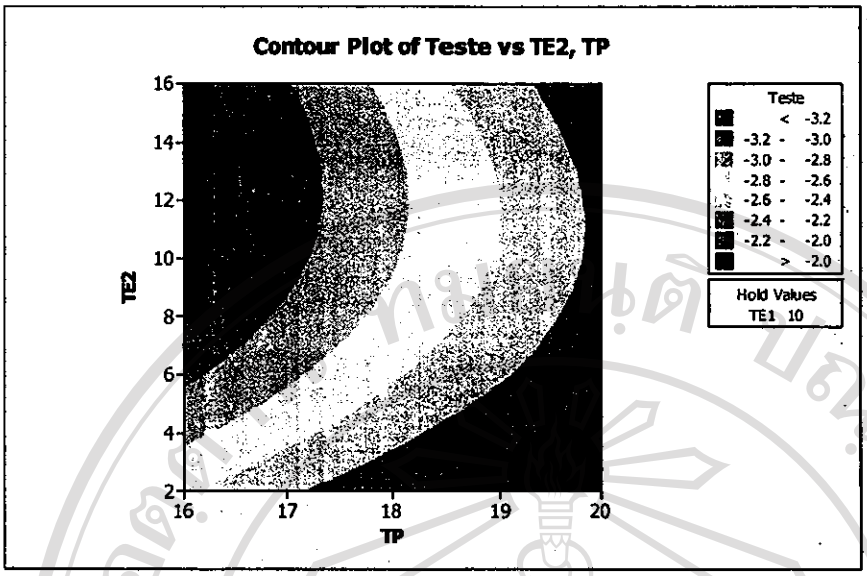
<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ของค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.15 a,b และc</u>



รูป ช.15 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

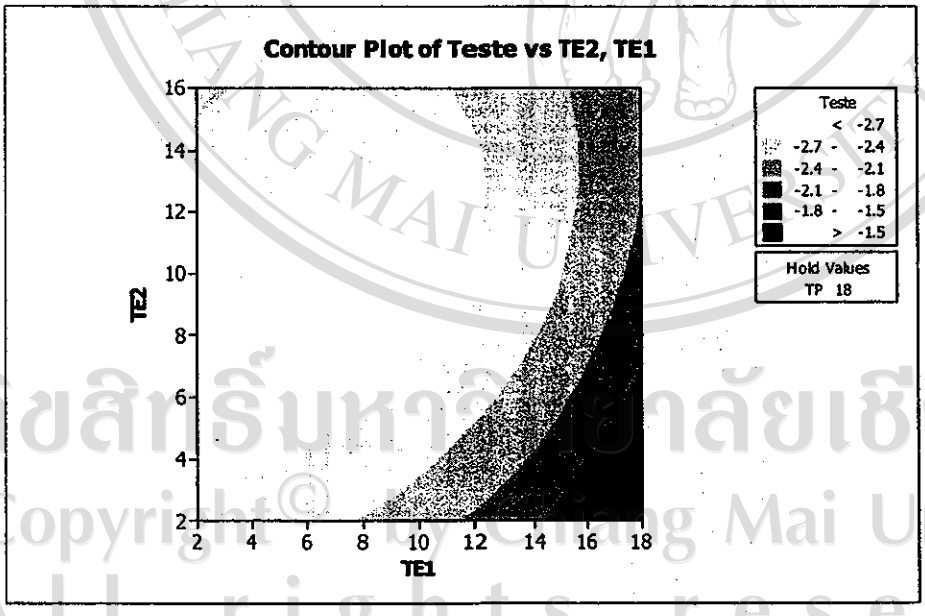
จากรูป ช.15 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของรสชาติจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 18 ชั่วโมง และอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.15 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.15 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของรสชาติจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที



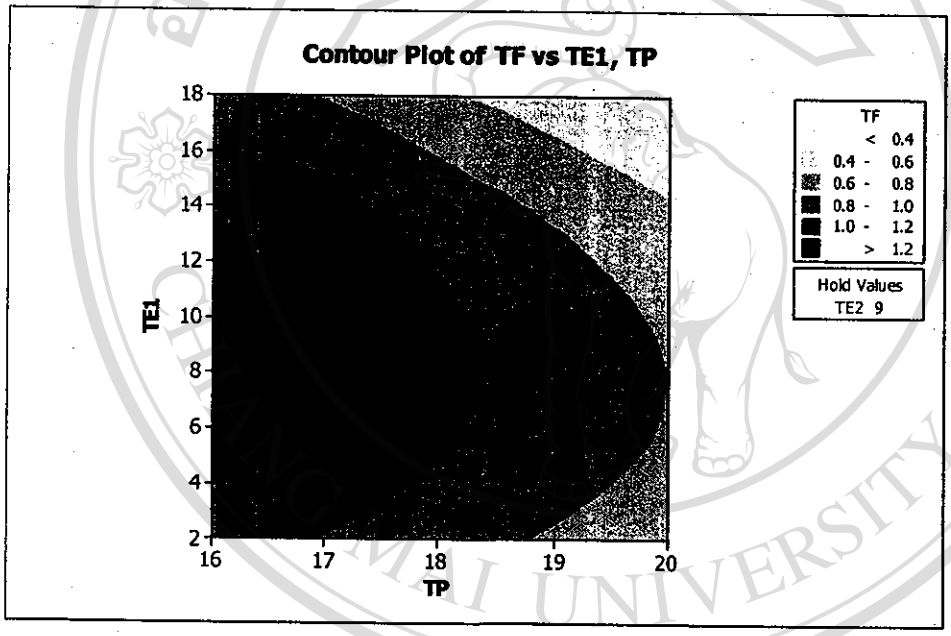
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ช.15 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.15 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบของรสชาติสูงสุดจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 18 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

4 พื้นผิวผลตอบค่า Contour Plot ปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ

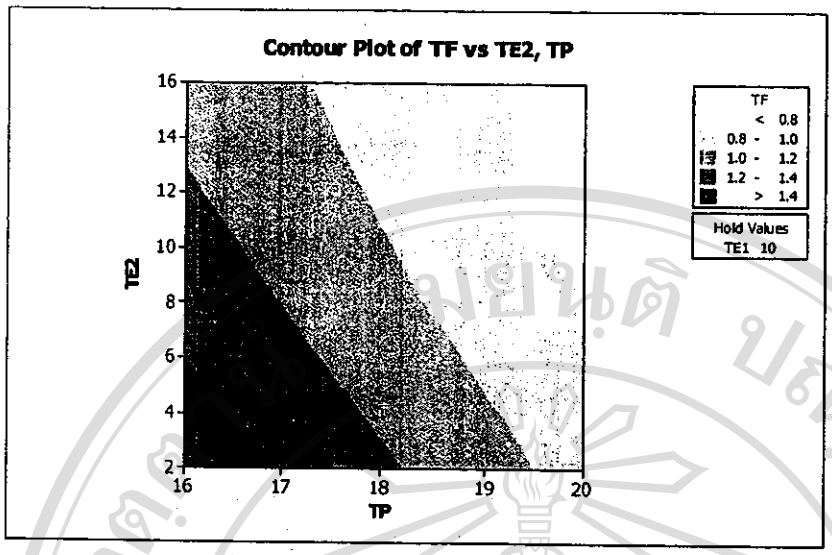
พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.16 a,b และc



รูป ช.16 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

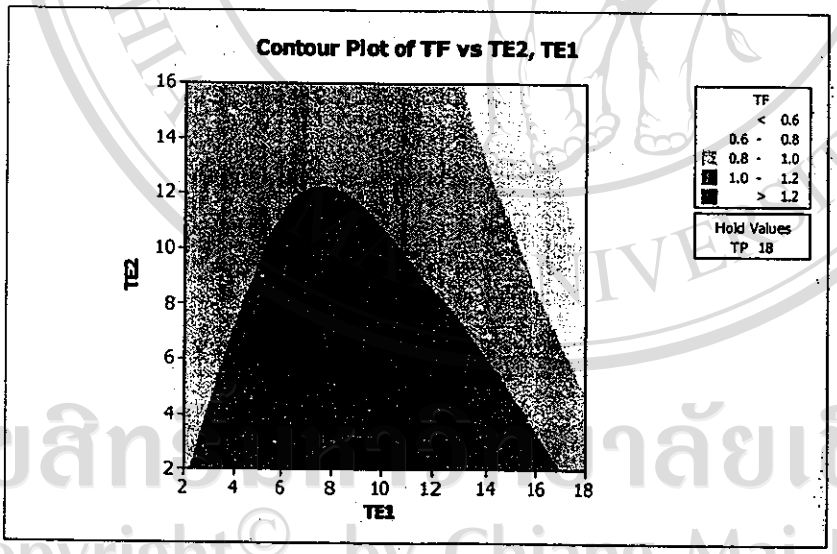
จากรูป ช.16 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 8 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.16 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.16 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

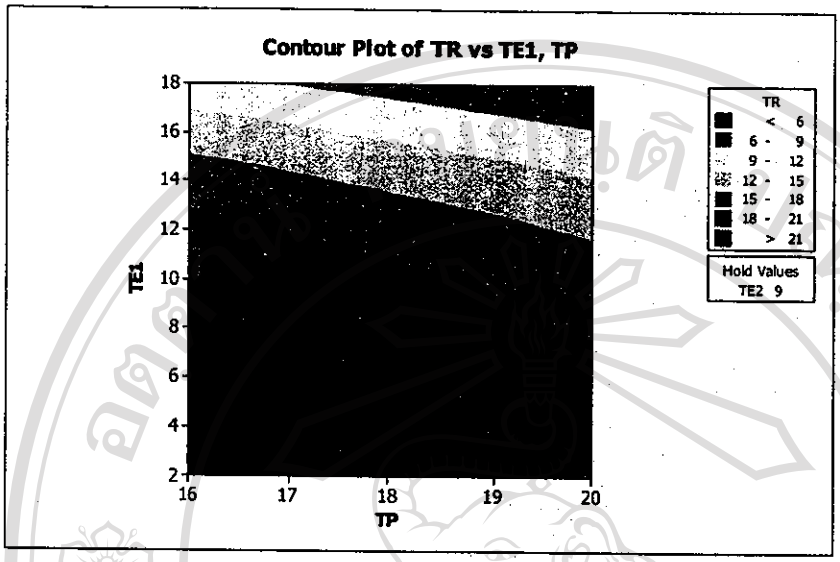


รูป ช.16 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.16 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบของปริมาณสาร TF สูงสุดจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 10 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

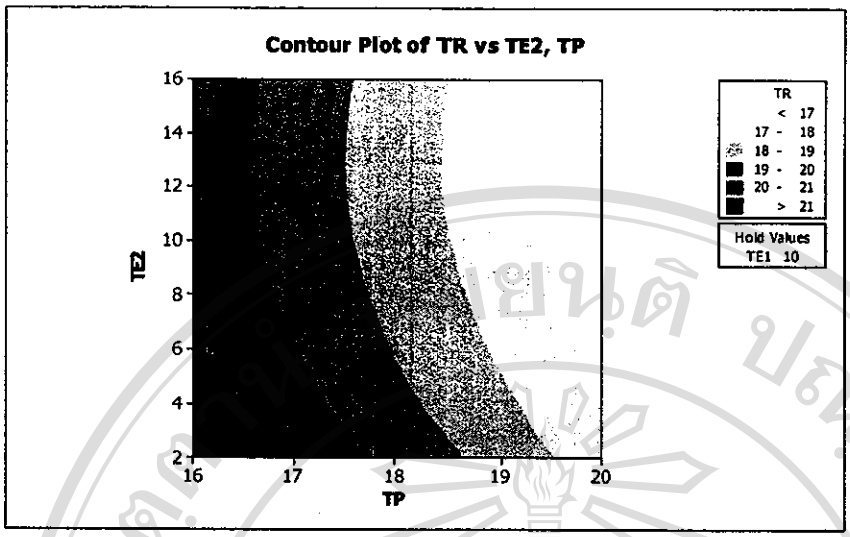
พื้นผิวผลตอบค่า Contour Plot ปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.17 a,b และc



รูป ช.17 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

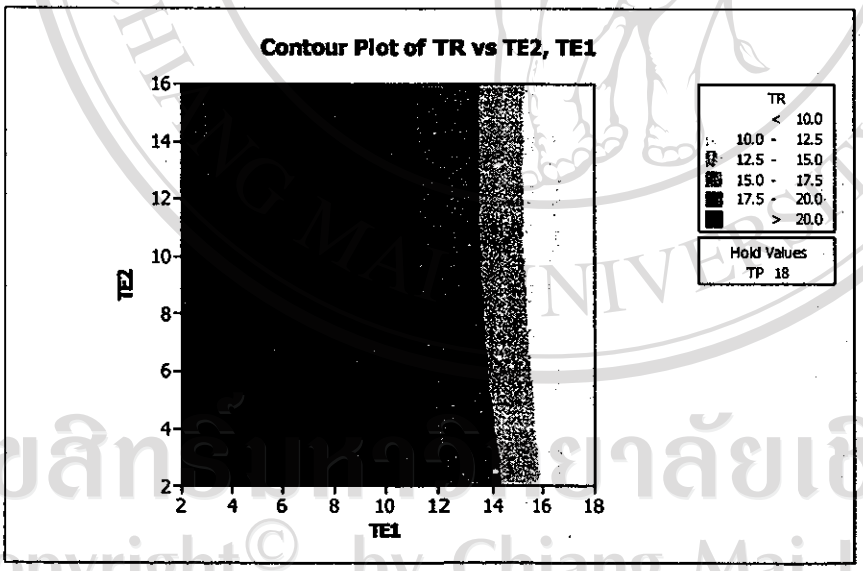
จากรูป ช.17 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบเป้าหมายของปริมาณสาร TR ประมาณ 22.294 จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.17 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.17 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบเป้าหมายของปริมาณสาร TR ประมาณ 22.294 จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

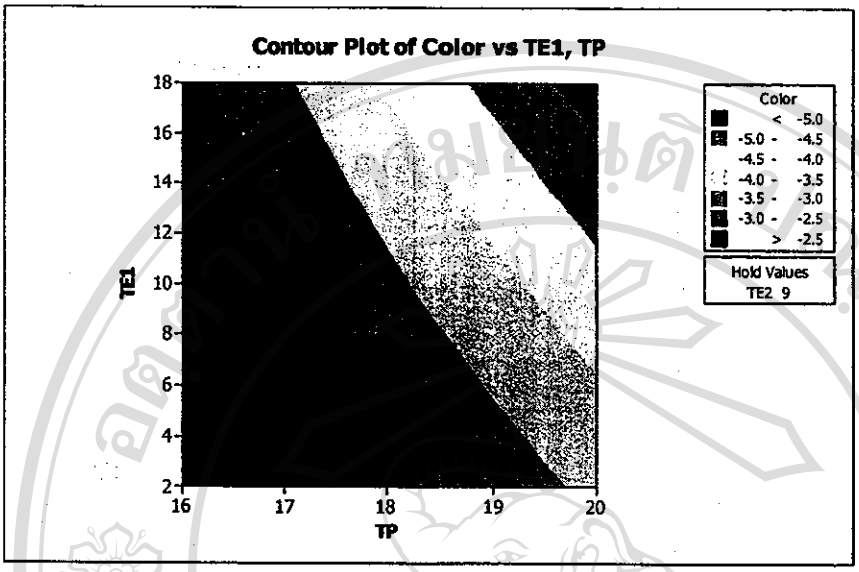


รูป ช.17 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.17 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบเป้าหมายของปริมาณสาร TR ประมาณ 22.294 จะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

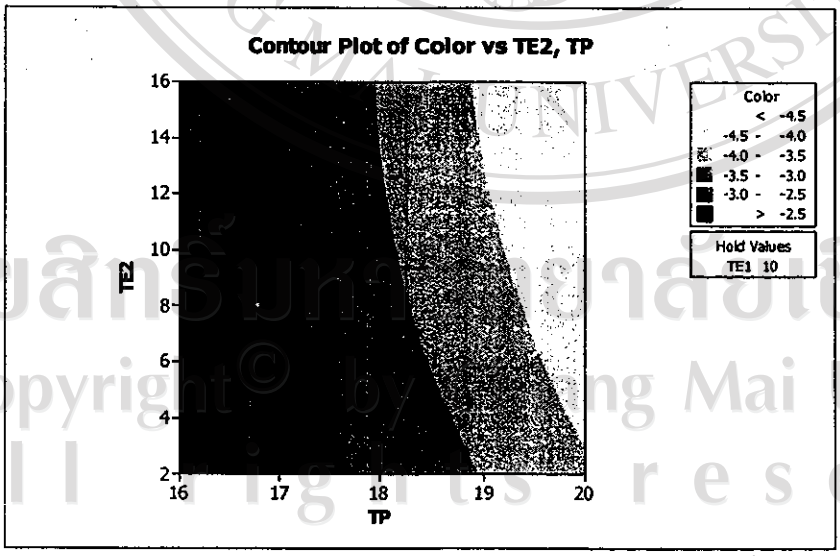
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ของค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.18 a,b และc</u>



รูป ช.18 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

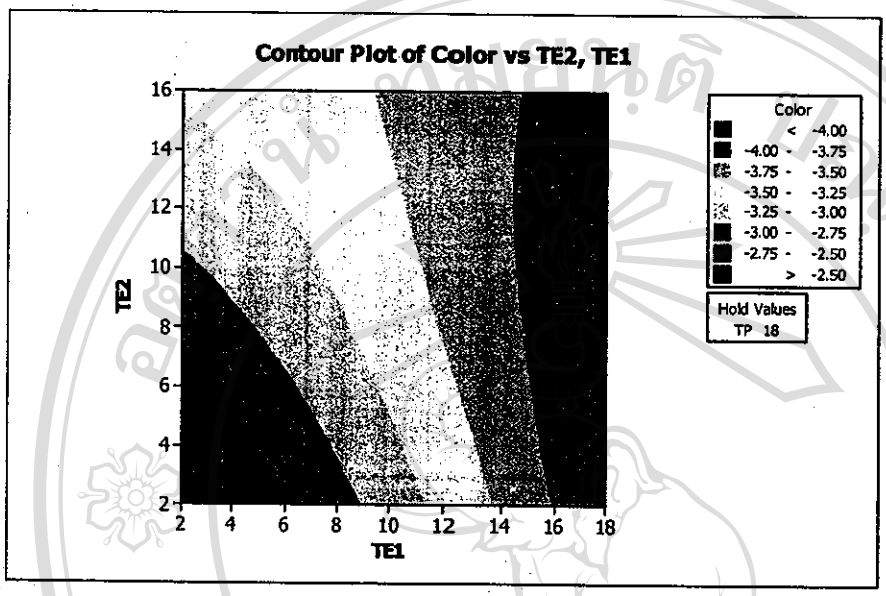
จากรูป ช.18 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของสีน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ช.18 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.18 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของสีน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

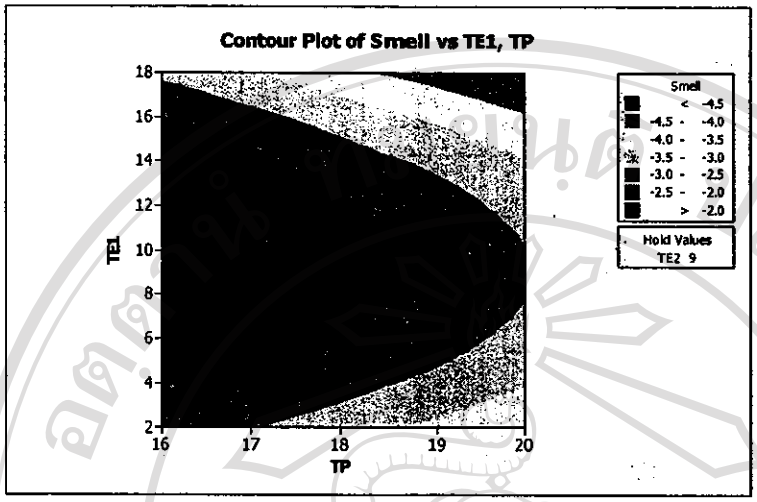


รูป ช.18 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.18 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของสีน้ำชาจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

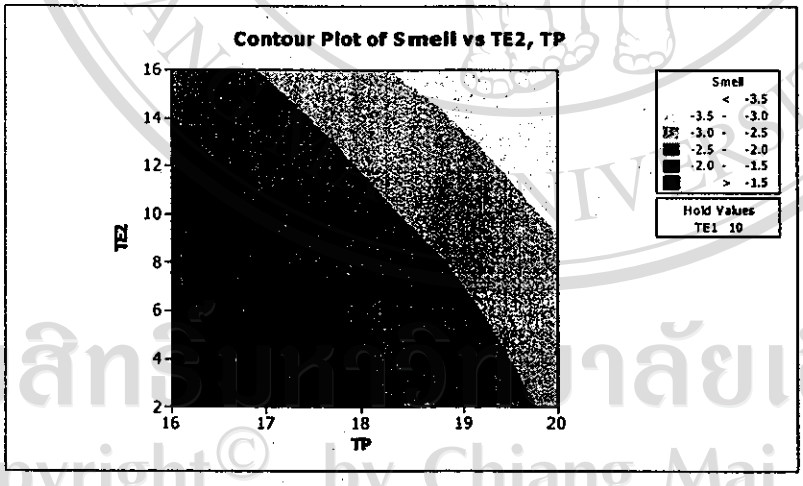
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ของค่าของกลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.19 a,b และc</u>



รูป ช.19 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

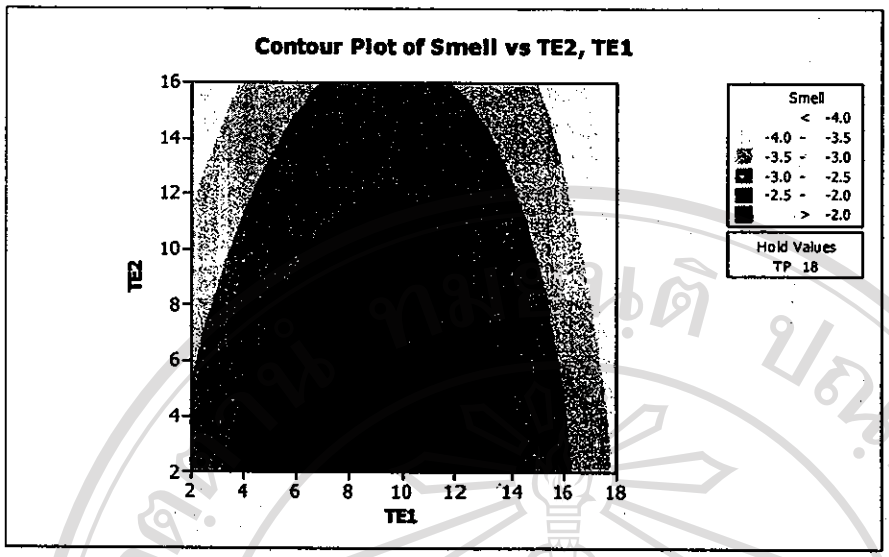
จากรูป ช.19 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของกลิ่นน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 9 ชั่วโมง



รูป ช.19 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.19 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของกลิ่นน้ำชาจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

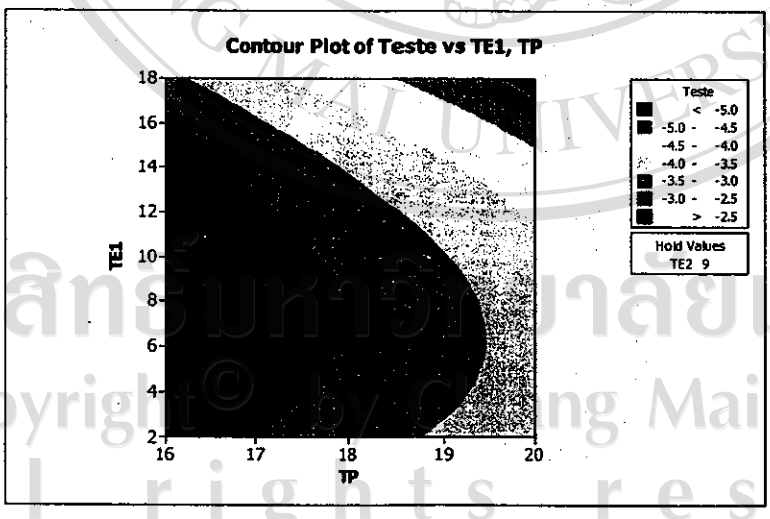
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.19 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.19 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของกลิ่นน้ำชาจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 9 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

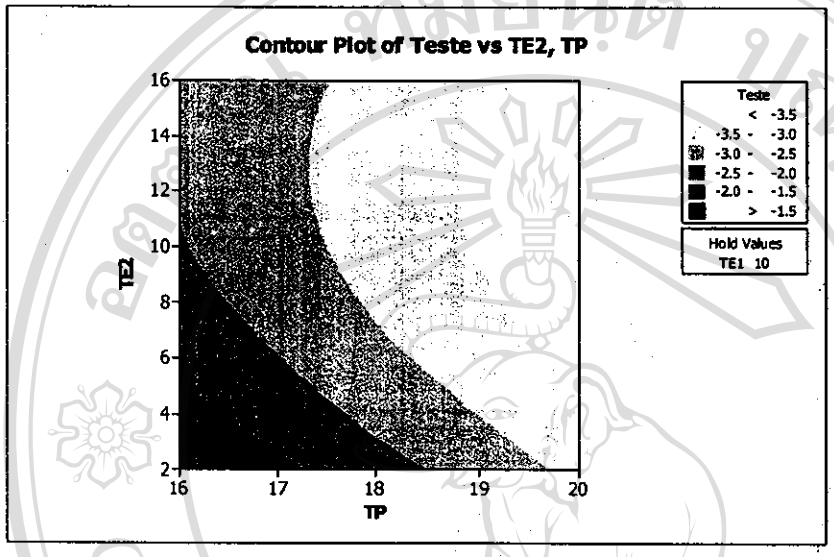
<u>พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ของค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป ช.20 a,b และc</u>



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ช.20 (a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

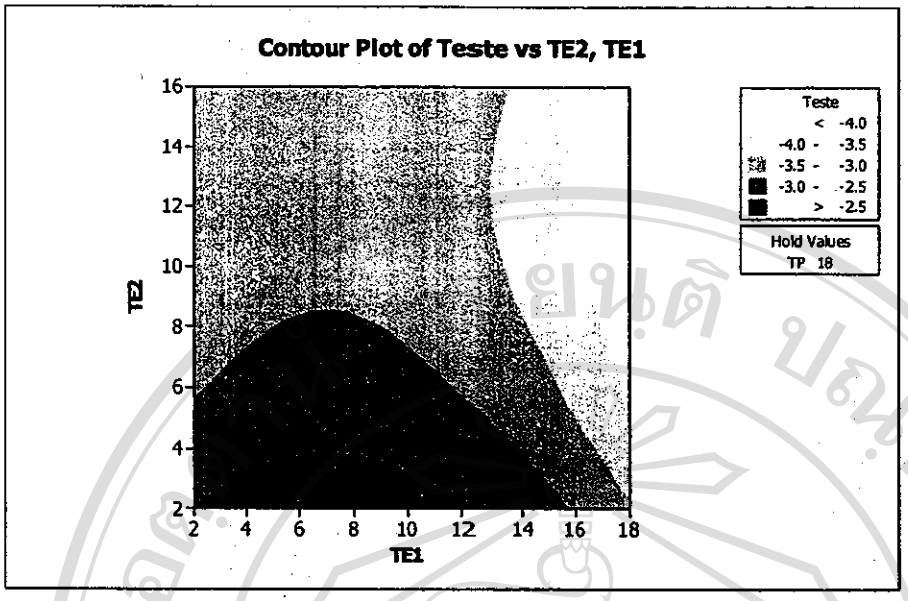
จากรูป ช.20 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของรสชาติจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 18 ชั่วโมง และอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 8 ชั่วโมง



รูป ช.20 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.20 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของรสชาติจะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 16 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ช.20 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป ช.20 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบของรสชาติสูงสุดจะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 8 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ซ

ข้อมูลจริงจากการทดลองเพื่อหาปริมาณสาร TF และ TR แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.1 เก็บข้อมูลหาความชื้นของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 16 องศาเซลเซียส

Sample		ขนาดใบชาที่ตัดเบอร์	เวลาผึ่ง (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (%)
A1	16:1:3hr	1	3	92	76.09
A2	16:1:6hr	1	6	85	74.12
A3	16:1:9hr	1	9	79	72.15
A4	16:1:12hr	1	12	70	68.57
A5	16:1:15hr	1	15	64	65.63
A6	16:1:18hr	1	18	58	62.07
A7	16:2:3hr	2	3	96	77.08
A8	16:2:6hr	2	6	92	76.09
A9	16:2:9hr	2	9	89	75.28
A10	16:2:12hr	2	12	83	73.49
A11	16:2:15hr	2	15	78	71.79
A12	16:2:18hr	2	18	75	70.67
A13	16:3:3hr	3	3	96	77.08
A14	16:3:6hr	3	6	93	76.34
A15	16:3:9hr	3	9	91	75.82
A16	16:3:12hr	3	12	89	75.28
A17	16:3:15hr	3	15	82	73.17
A18	16:3:18hr	3	18	77	71.43
A19	16:4:3hr	4	3	96	77.08
A20	16:4:6hr	4	6	93	76.34
A21	16:4:9hr	4	9	91	75.82
A22	16:4:12hr	4	12	89	75.28
A23	16:4:15hr	4	15	84	73.81
A24	16:4:18hr	4	18	80	72.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.2 เก็บข้อมูลหาความชื้นของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 20 องศาเซลเซียส

Sample		ขนาดใบชาที่ตัดเบอร์	เวลาผึ่ง (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (%)
B1	20:1:3hr	1	3	97	77.32
B2	20:1:6hr	1	6	94	76.60
B3	20:1:9hr	1	9	93	76.34
B4	20:1:12hr	1	12	90	75.56
B5	20:1:15hr	1	15	86	74.42
B6	20:1:18hr	1	18	83	73.49
B7	20:2:3hr	2	3	97	77.32
B8	20:2:6hr	2	6	95	76.84
B9	20:2:9hr	2	9	94	76.60
B10	20:2:12hr	2	12	92	76.09
B11	20:2:15hr	2	15	89	75.28
B12	20:2:18hr	2	18	87	74.71
B13	20:3:3hr	3	3	98	77.55
B14	20:3:6hr	3	6	96	77.08
B15	20:3:9hr	3	9	95	76.84
B16	20:3:12hr	3	12	94	76.60
B17	20:3:15hr	3	15	90	75.56
B18	20:3:18hr	3	18	88	75.00
B19	20:4:3hr	4	3	98	77.55
B20	20:4:6hr	4	6	97	77.32
B21	20:4:9hr	4	9	96	77.08
B22	20:4:12hr	4	12	95	76.84
B23	20:4:15hr	4	15	91	75.82
B24	20:4:18hr	4	18	90	75.56

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.3 เก็บข้อมูลหาความชื้นของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 20 องศาเซลเซียส

Sample		ขนาดใบชาที่ตัดเบอร์	เวลาผึ่ง (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (กรัม)	ความชื้น (%)
C1	25:1:3hr	1	3	32	31.25
C2	25:1:6hr	1	6	24	8.33
C3	25:1:9hr	1	9	22	0.00
C4	25:1:12hr	1	12	22	0.00
C5	25:1:15hr	1	15	22	0.00
C6	25:1:18hr	1	18	22	0.00
C7	25:2:3hr	2	3	42	47.62
C8	25:2:6hr	2	6	25	12.00
C9	25:2:9hr	2	9	22	0.00
C10	25:2:12hr	2	12	22	0.00
C11	25:2:15hr	2	15	22	0.00
C12	25:2:18hr	2	18	22	0.00
C13	25:3:3hr	3	3	45	51.11
C14	25:3:6hr	3	6	27	18.52
C15	25:3:9hr	3	9	23	4.35
C16	25:3:12hr	3	12	22	0.00
C17	25:3:15hr	3	15	22	0.00
C18	25:3:18hr	3	18	22	0.00
C19	25:4:3hr	4	3	56	60.71
C20	25:4:6hr	4	6	31	29.03
C21	25:4:9hr	4	9	26	15.38
C22	25:4:12hr	4	12	22	0.00
C23	25:4:15hr	4	15	22	0.00
C24	25:4:18hr	4	18	22	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.4 ข้อมูลหาปริมาณ TF และ TR ของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 16 องศาเซลเซียส

Sample		E1		E2		E3		%TF	%TR
		380nm	460nm	380nm	460nm	380nm	460nm		
A1	16:1:3hr	0.435	0.161	0.722	0.252	0.831	0.285	0.979	20.397
A2	16:1:6hr	0.402	0.145	0.638	0.224	0.711	0.278	0.905	17.241
A3	16:1:9hr	0.333	0.133	0.559	0.204	0.548	0.192	0.748	13.123
A4	16:1:12hr	0.374	0.155	0.589	0.211	0.608	0.202	0.842	14.529
A5	16:1:15hr	0.488	0.169	0.621	0.216	0.622	0.214	1.099	14.118
A6	16:1:18hr	0.492	0.181	0.782	0.249	0.752	0.234	1.107	17.757
A7	16:2:3hr	0.196	0.088	0.389	0.129	0.380	0.126	0.442	9.351
A8	16:2:6hr	0.211	0.089	0.396	0.135	0.464	0.194	0.475	11.608
A9	16:2:9hr	0.204	0.086	0.392	0.128	0.458	0.172	0.459	11.494
A10	16:2:12hr	0.259	0.110	0.536	0.174	0.471	0.149	0.583	11.462
A11	16:2:15hr	0.180	0.074	0.378	0.102	0.398	0.157	0.405	9.969
A12	16:2:18hr	0.183	0.076	0.389	0.134	0.425	0.179	0.412	10.704
A13	16:3:3hr	0.191	0.080	0.312	0.118	0.375	0.165	0.429	9.244
A14	16:3:6hr	0.207	0.079	0.505	0.203	0.554	0.240	0.465	14.194
A15	16:3:9hr	0.168	0.073	0.333	0.112	0.320	0.110	0.378	7.856
A16	16:3:12hr	0.212	0.089	0.398	0.144	0.408	0.145	0.476	10.018
A17	16:3:15hr	0.181	0.073	0.352	0.118	0.329	0.109	0.408	8.019
A18	16:3:18hr	0.173	0.075	0.290	0.101	0.282	0.105	0.389	6.752
A19	16:4:3hr	0.164	0.067	0.246	0.073	0.279	0.106	0.369	6.730
A20	16:4:6hr	0.146	0.061	0.243	0.076	0.253	0.096	0.328	6.130
A21	16:4:9hr	0.143	0.061	0.248	0.072	0.246	0.089	0.321	5.940
A22	16:4:12hr	0.133	0.072	0.245	0.072	0.219	0.088	0.300	5.251
A23	16:4:15hr	0.158	0.070	0.207	0.066	0.251	0.096	0.355	5.971
A24	16:4:18hr	0.154	0.074	0.257	0.073	0.239	0.083	0.347	5.664

<u>หมายเหตุ</u> E ที่ 380 nm : %TF = 2.25 * E_1 และ %TR = 7.06($4E_3$-E_1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.5 ข้อมูลหาปริมาณ TF และ TR ของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 16 องศาเซลเซียส

Sample		E1		E2		E3		%TF	%TR
		380nm	460nm	380nm	460nm	380nm	460nm		
B1	20:1:3hr	0.364	0.155	0.545	0.204	0.505	0.174	0.819	11.693
B2	20:1:6hr	0.313	0.128	0.605	0.230	0.581	0.229	0.705	14.206
B3	20:1:9hr	0.315	0.128	0.612	0.234	0.594	0.236	0.709	14.551
B4	20:1:12hr	0.341	0.132	0.597	0.231	0.576	0.221	0.767	13.859
B5	20:1:15hr	0.321	0.130	0.589	0.220	0.534	0.193	0.723	12.806
B6	20:1:18hr	0.423	0.166	0.820	0.290	0.756	0.243	0.952	18.350
B7	20:2:3hr	0.181	0.084	0.449	0.148	0.378	0.125	0.407	9.390
B8	20:2:6hr	0.184	0.092	0.481	0.192	0.302	0.125	0.415	7.213
B9	20:2:9hr	0.178	0.087	0.465	0.182	0.297	0.121	0.401	7.131
B10	20:2:12hr	0.174	0.086	0.397	0.175	0.255	0.118	0.392	5.973
B11	20:2:15hr	0.169	0.085	0.356	0.128	0.309	0.110	0.381	7.532
B12	20:2:18hr	0.175	0.091	0.364	0.131	0.311	0.117	0.394	7.547
B13	20:3:3hr	0.180	0.085	0.396	0.135	0.293	0.101	0.406	7.011
B14	20:3:6hr	0.157	0.078	0.304	0.106	0.295	0.117	0.354	7.211
B15	20:3:9hr	0.153	0.081	0.280	0.111	0.288	0.105	0.343	7.059
B16	20:3:12hr	0.180	0.087	0.312	0.115	0.008	0.001	0.405	-1.053
B17	20:3:15hr	0.164	0.086	0.356	0.130	0.019	0.010	0.370	-0.611
B18	20:3:18hr	0.182	0.089	0.353	0.121	0.031	0.000	0.409	-0.397
B19	20:4:3hr	0.142	0.076	0.254	0.103	-0.043	-0.012	0.320	-2.217
B20	20:4:6hr	0.171	0.086	0.271	0.101	0.002	0.003	0.385	-1.162
B21	20:4:9hr	0.157	0.086	0.252	0.096	0.246	0.092	0.353	5.827
B22	20:4:12hr	0.134	0.083	0.256	0.098	0.227	0.094	0.302	5.458
B23	20:4:15hr	0.149	0.089	0.260	0.102	0.252	0.091	0.335	6.062
B24	20:4:18hr	0.164	0.088	0.232	0.095	0.229	0.089	0.369	5.300

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ E ที่ 380 nm : $\%TF = 2.25 * E_1$ และ $\%TR = 7.06(4E_3-E_1)$

ตาราง ซ.6 ข้อมูลหาปริมาณ TF และ TR ของชาทั้ง 4 ขนาดที่อุณหภูมิห้องเย็น 25 องศาเซลเซียส

Sample		E1		E2		E3		%TF	%TR
		380nm	460nm	380nm	460nm	380nm	460nm		
C1	25:1:3hr	0.548	0.214	0.784	0.298	0.704	0.234	1.233	16.012
C2	25:1:6hr	0.468	0.192	0.736	0.266	0.665	0.220	1.053	15.475
C3	25:1:9hr	0.365	0.162	0.758	0.272	0.691	0.228	0.821	16.943
C4	25:1:12hr								
C5	25:1:15hr								
C6	25:1:18hr								
C7	25:2:3hr	0.281	0.121	0.427	0.162	0.001	0.001	0.633	-1.957
C8	25:2:6hr	0.277	0.127	0.497	0.186	0.068	0.016	0.623	-0.047
C9	25:2:9hr	0.251	0.119	0.449	0.174	-0.046	-0.004	0.566	-3.062
C10	25:2:12hr								
C11	25:2:15hr								
C12	25:2:18hr								
C13	25:3:3hr	0.259	0.111	0.408	0.159	-0.018	-0.003	0.582	-2.331
C14	25:3:6hr	0.193	0.102	0.468	0.188	0.008	0.015	0.435	-1.148
C15	25:3:9hr	0.275	0.127	0.505	0.183	0.041	0.001	0.619	-0.777
C16	25:3:12hr	0.182	0.092	0.345	0.126	-0.110	-0.027	0.409	-4.392
C17	25:3:15hr								
C18	25:3:18hr								
C19	25:4:3hr	0.262	0.157	0.411	0.159	0.006	0.001	0.5895	-1.6803
C20	25:4:6hr	0.243	0.116	0.367	0.148	-0.089	-0.025	0.546	-4.225
C21	25:4:9hr	0.238	0.111	0.358	0.141	-0.108	-0.025	0.535	-4.722
C22	25:4:12hr	0.249	0.119	0.328	0.139	-0.144	-0.038	0.561	-5.817
C23	25:4:15hr								
C24	25:4:18hr								

หมายเหตุ E ที่ 380 nm : %TF = 2.25 * E_1 และ %TR = 7.06($4E_3$-E_1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.7 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบโม่ทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ.	0	0	0	0	0	
1	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-2	-3	-3	-3	
2	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-2	-2	-3	
3	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-1	0	-1	-2	
4	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-2	-3	-4	-4	
5	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-3	-2	-2	-1	
6	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-3	-1	-1	-1	
7	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-4	0	-1	-1	
8	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-3	-3	-4	
9	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-2	-1	-2	-2	
10	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-2	0	-2	-1	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.8 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบไม่ทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
11	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-2	-3	-4	-2	
12	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-3	-5	-2	
13	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-1	-2	-2	-3	
14	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-2	-2	-3	-4	
15	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-3	-2	-3	-2	
16	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-1	-2	-3	-2	
17	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-4	-1	-1	-2	
18	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-1	-3	-4	
19	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-2	-1	-5	-2	
20	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-2	-2	-3	-3	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.9 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบโม่ทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 3

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
21	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-3	-2	-1	-1	
22	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-2	-2	-4	-1	
23	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-1	-2	-2	-2	
24	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-2	-2	-3	-3	
25	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-3	-3	-1	-3	-1	
26	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-3	-1	-3	-3	
27	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-3	-1	-4	-4	
28	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-1	-3	-3	
29	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-2	-2	-4	-4	
30	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-1	-3	-2	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.10 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบโม่ทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 4

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
31	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-2	-1	-1	-1	
32	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-2	-2	-2	
33	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีอ่อน	-4	-2	-1	-2	-2	
34	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีเข้ม	-1	-2	-1	-3	-2	
35	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	0	-1	-2	
36	ผงชาขนาดไม่สม่ำเสมอ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-2	-3	-3	

สรุป ภาพรวมของตัวอย่างชาในตาราง ซ.7 – ซ.10 โดยรวมแล้วสีสม่ำเสมอคล้าย Reference และรสชาติมีความเป็นชาฝรั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.11 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบชาใบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
1	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-2	-2	-2	-2	
2	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-4	-5	-4	-4	
3	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-1	-4	-4	-5	
4	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-2	-2	-3	-3	
5	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-3	-5	-4	-4	
6	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-4	-5	-3	
7	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-3	-3	-4	-3	
8	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-2	-1	-2	
9	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-2	-5	-3	-4	
10	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-1	-3	-3	-2	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.12 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบชาใบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
11	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-2	-3	-3	-3	
12	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-4	-3	-3	-4	-4	
13	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-4	-5	-3	-4	
14	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-2	-2	-2	-2	
15	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-4	-3	-5	-4	-5	
16	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-4	-3	-5	-4	-5	
17	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-4	-2	-3	-3	
18	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-2	-4	-3	
19	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-2	-3	-4	-4	
20	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-2	-2	-2	-2	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.13 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบชาใบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 3

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
21	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-5	-5	-4	-4	
22	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-3	-3	-3	-3	
23	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-1	-2	-1	-1	
24	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-2	-2	-2	-2	
25	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-3	-3	-3	-3	
26	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-4	-3	-4	-3	-4	
27	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-2	-3	-3	-3	
28	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-5	-5	-5	-5	
29	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-2	-3	-3	-3	
30	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-2	-4	-3	-4	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.14 ข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพชาแบบชาใบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 4

แบบทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัส							
ผู้ประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท ชาระมิงค์						
ตัวอย่างที่	ลักษณะภายนอก	ลักษณะกากชา		ลักษณะน้ำชา			หมายเหตุ
		สี	กลิ่น	สี	กลิ่น	รส	
Ref	ผงละเอียดป่นสม่ำเสมอ สีดำ	0	0	0	0	0	
31	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-4	-5	-5	-4	
32	ผงชาขนาดใหญ่ สีค่อนข้างเข้ม	-2	-3	-2	-1	-1	
33	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-4	-5	-5	-5	
34	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-2	-3	-3	-3	
35	ผงชาขนาดใหญ่ สีอ่อน	-3	-3	-4	-4	-4	
36	ผงชาขนาดใหญ่ สีเข้ม	-1	-3	-2	-1	-2	

สรุป โดยภาพรวมของตัวอย่างชาในตาราง ซ.11 – ซ.14 ในด้านลักษณะทางกายภาพ (ตัวชา) มีขนาดใหญ่เกินไป, สีตัวชายังอ่อนไป ควรตรวจสอบดูที่กระบวนการหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฌ

คู่มือวิธีการแปรรูปชาฝรั่งสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ของเกษตรกรผู้ปลูกชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุปกรณ์ที่ใช้

1. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิขณะทำการผึ่งชา
2. นาฬิกาสำหรับใช้ควบคุมเวลาในการแปรรูปแต่ละกระบวนการ (นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกาปลุก)
3. ตระแกรงสำหรับใช้ในการผึ่งชา
4. เครื่องหั่นย่อยวัชพืชที่นำมาประยุกต์เป็นเครื่องตัดละเอียดชาที่ขนาดตระแกรงเบอร์ 2 (ใช้สำหรับการแปรรูปชาแบบโม่)
5. เครื่องนวดชาเขียว
5. เครื่องอบแห้งชา

1. กรรมวิธีการแปรรูปชาฝรั่งแบบทั้งยอด

1.1 เก็บยอดชาโดยเก็บเฉพาะ 1 ยอดตูม กับ 2 ใบบนสุดดังรูป ฌ.1

รูป ฌ.1 ยอดชาที่ใช้ในการแปรรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 นำยอดชาที่เก็บมาได้มากองรวมกันดังรูป ฌ.2 โดยทิ้งไว้เพื่อให้น้ำค้างหรือหยดน้ำที่ค้างอยู่ตามใบระเหย โดยทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงซึ่งจะจับเวลาตั้งแต่เริ่มเก็บใบชา (เช่น ถ้าเริ่มเก็บยอดชาเวลา 06.00น. จะทำการเริ่มแปรรูปในกระบวนการผึ่งเวลา 09.00น.)

รูป ฌ.2 ยอดชาที่นำมากองรวมกันเพื่อนรอเข้าสู่กระบวนการแปรรูป

1.3 เมื่อครบ 3 ชั่วโมงแล้ว นำใบชาที่เก็บมาทำการผึ่งบนตระแกรง โดยเกลี่ยให้มีความหนาสม่ำเสมอกันประมาณ 1 นิ้ว ดังรูป ฌ.3

รูป ฌ.3 การผึ่งยอดชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

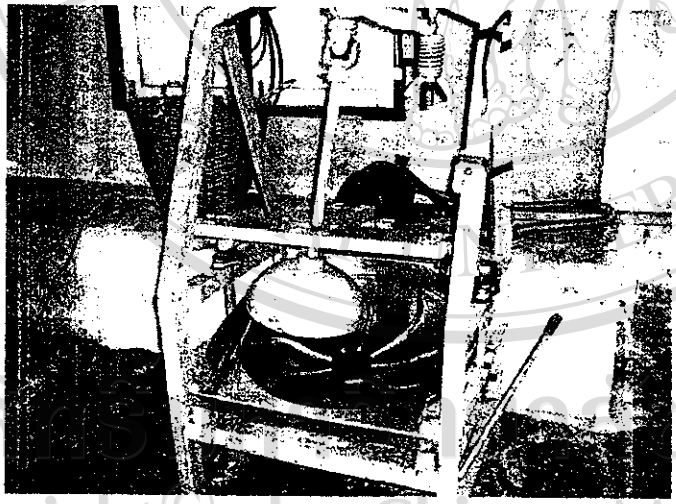
1.4 ทำการวัดอุณหภูมิขณะผึ่งโดยเลือกช่วงเวลาการผึ่งที่อุณหภูมิ 16-20 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการผึ่ง โดยดูจากอุณหภูมิที่วัดได้แล้วนำมาเทียบหาเวลาในการผึ่งจากตาราง ฌ.1

ตาราง ฌ.1 ใช้หาระยะเวลาในการผึ่งที่เหมาะสมของการแปรรูปชาทั้งยอดเมื่อวัดอุณหภูมิห้องที่ทำการผึ่งชาได้ดังนี้

อุณหภูมิในห้องที่ทำการผึ่ง (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการผึ่งที่เหมาะสม (ชั่วโมง)
*16	10 ชั่วโมง 14 นาที
17	9 ชั่วโมง 30 นาที
18	9
19	8
20	7

หมายเหตุ *16 หมายถึง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปชาใบเพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามผลการวิจัย

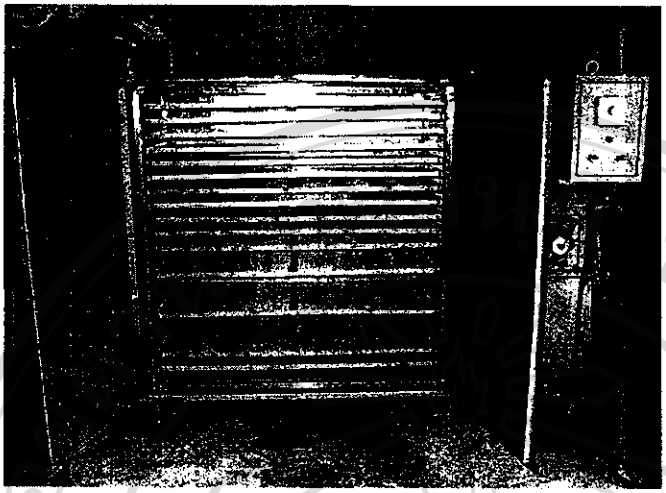
1.5 จากนั้นนำชาที่ผึ่งแล้วไปทำการนวดด้วยเครื่องนวด ชาเขียว เป็นเวลา 2 นาที ดังรูป ฌ.4



รูป ฌ.4 เครื่องนวดชาเขียวที่นำมาประยุกต์ใช้ในการนวดยอดชาที่ผ่านการผึ่งแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6 เมื่อนวดยอดชาแล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการสุดท้ายคือการอบแห้งยอดชาโดยใช้ตู้อบดังรูป ฌ.5



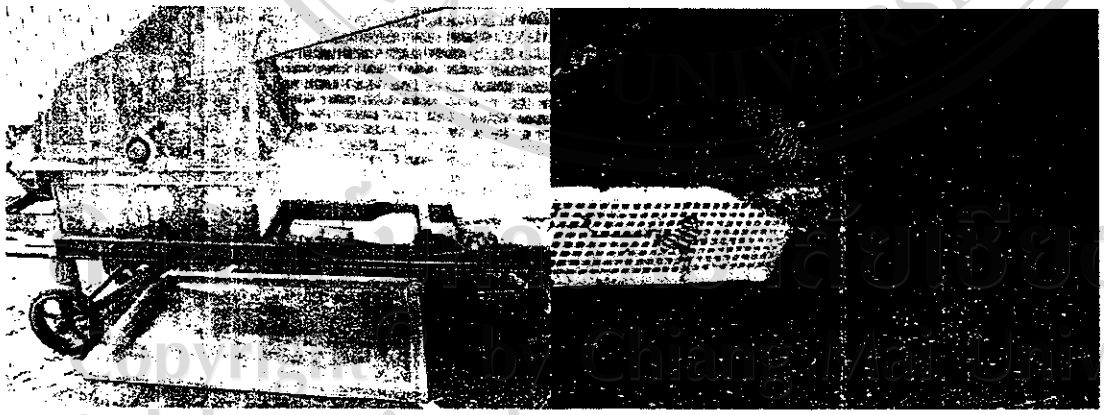
รูป ฌ.5 ตู้อบสำหรับใช้อบแห้งยอดชา

1.7 เสร็จสิ้นกระบวนการแปรรูป นำยอดชาที่แห้งแล้วไปบรรจุแล้วเก็บรักษา

2. กรรมวิธีการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่

2.1 เก็บยอดชาโดยเก็บเฉพาะ 1 ยอดตูม กับ 2 ใบบนสุดดังรูป ฌ.1

2.2 ทำการตัดละเอียดยอดชาที่เก็บมาด้วยเครื่องหั่นย่อยวัชพืช ให้มีขนาดละเอียดโดยใช้กระแตรงเบอร์ 2 จะได้ชาโม่เพื่อนำมาแปรรูปต่อไปดังรูป ฌ.6



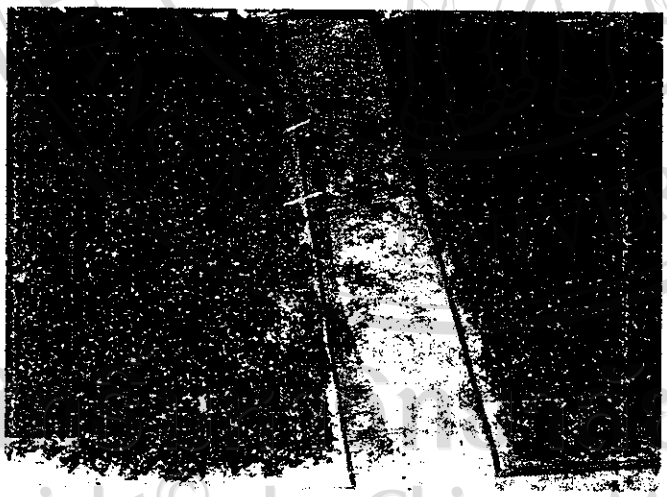
รูป ฌ.6 เครื่องหั่นย่อยวัชพืชและรูปยอดชาที่ผ่านการตัดโดยใช้ตระแกรงเบอร์ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 นำมากองรวมกันดังรูป ฌ.7 โดยทิ้งไว้เพื่อให้น้ำค้างหรือหยดน้ำที่ค้างอยู่ตามใบระเหย โดยทิ้งไว้ 3 ชั่วโมงซึ่งจะจับเวลาตั้งแต่เริ่มเก็บใบชา (เช่น ถ้าเริ่มเก็บยอดชาเวลา 06.00น. จะทำการเริ่มแปรรูปในกระบวนการผึ่งเวลา 09.00น.)

รูป ฌ.7 ชาโม่ที่นำมากองรวมกันเพื่อนรอเข้าสู่กระบวนการแปรรูป

2.3 เมื่อครบ 3 ชั่วโมงแล้ว นำชาโม่มาทำการผึ่งบนตระแกรง โดยเกลี่ยให้มีความหนาสม่ำเสมอกันประมาณ 1 นิ้ว ดังรูป ฌ.8



รูป ฌ.8 การผึ่งชาโม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

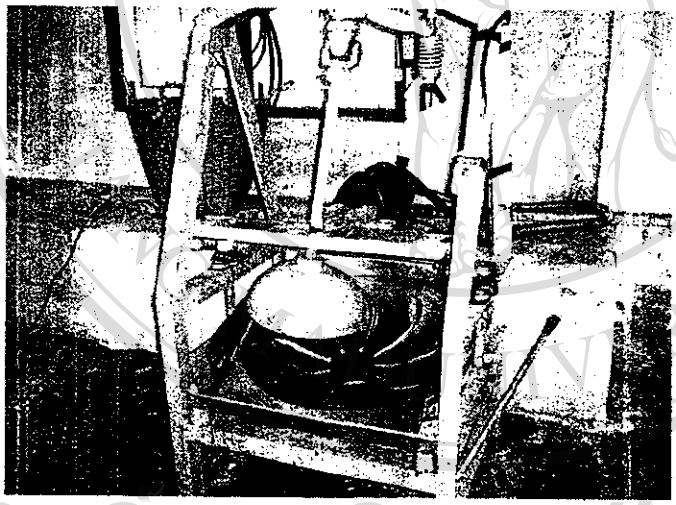
2.4 ทำการวัดอุณหภูมิขณะผึ่งโดยเลือกช่วงเวลาการผึ่งที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการผึ่ง โดยดูจากอุณหภูมิที่วัดได้แล้วนำมาเทียบหาเวลาในการผึ่งจากตาราง ฌ.2

ตาราง ฌ.2 ใช้หาระยะเวลาในการผึ่งที่เหมาะสมของการแปรรูปชาแบบชาโม่เมื่อวัดอุณหภูมิห้องที่ทำการผึ่งชาได้ดังนี้

อุณหภูมิในห้องที่ทำการผึ่ง (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการผึ่งที่เหมาะสม (ชั่วโมง)
18	6
19	4
*20	2

หมายเหตุ *20 หมายถึง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปชาโม่เพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามผลการวิจัย

2.5 จากนั้นนำชาที่ผึ่งแล้วไปทำการนวดด้วยเครื่องนวด ชาเขียว เป็นเวลา 16 นาที ดังรูป ฌ.4



รูป ฌ.4 เครื่องนวดชาเขียวที่นำมาประยุกต์ใช้ในการนวดยอดชาที่ผ่านการผึ่งแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 เมื่อนวดชาโม่แล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการสุดท้ายคือการอบแห้งชาโม่โดยใช้ตู้อบดังรูป ฌ.5

รูป ฌ.5 ตู้อบสำหรับใช้อบแห้งยอดชา

2.7 เสร็จสิ้นกระบวนการแปรรูป นำชาโม่ที่อบแห้งแล้วไปบรรจุแล้วเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

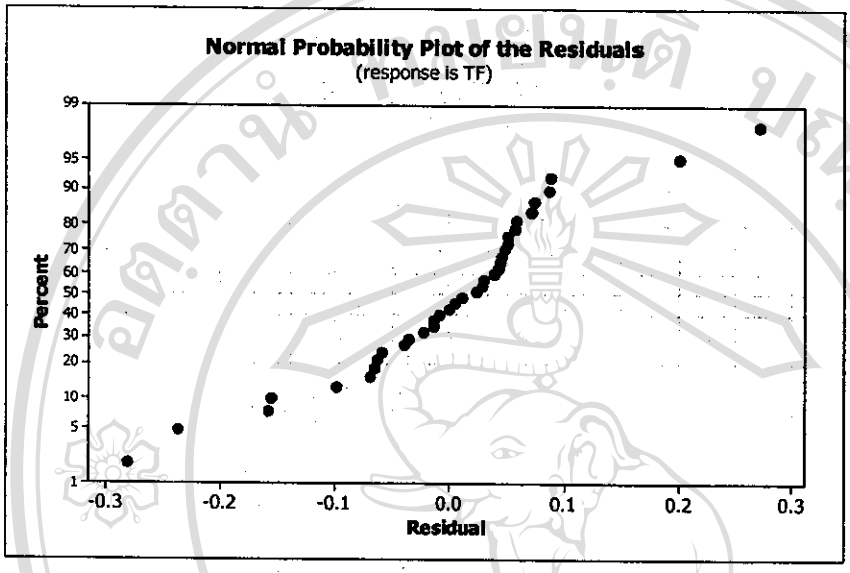
ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสายใจ ชัยศิขริน
วัน เดือน ปีเกิด	3 สิงหาคม 2523
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนส่วนบุญโญปถัมภ์ ลำพูน ปี 2541 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (กว. เครื่องกล) จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ปี 2546

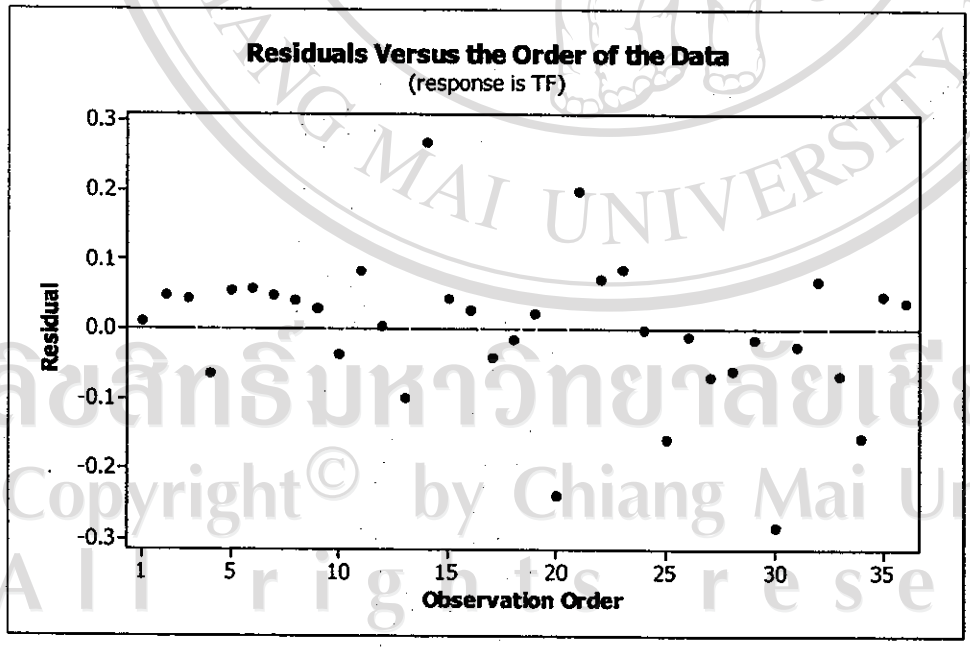
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking) ก่อนที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเราต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลที่จะวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลผลตอบจากการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่



รูป ค.1 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบปริมาณ TF (ชาโม่)



รูป ค.2 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบปริมาณ TF (ชาโม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved