บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

อย่างที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 ว่ากระบวนการผลิตชาฝรั่งมีกระบวนการหลักอยู่ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการผึ่ง และกระบวนการนวด (Rolling) ซึ่งขั้นตอนการผลิตชาฝรั่งแต่ละขบวนการผลิตค่อนข้างจะแน่นอน โดยมีหลักการที่สำคัญ คือ เริ่มจากนำยอดชาสดที่ทำการตัดละเอียดด้วยเครื่องตัด เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาผึ่งบนตระแกรงเพื่อให้ความชื้นในใบชาลดลง ใบชานุ่มลง ม้วนตัวง่าย และเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จากนั้นนำยอดชาที่ผึ่งไปทำการนวดด้วยเครื่องนวดชา แล้วเข้าสู่ขบวนการสุดท้ายคือการอบแห้งด้วยเครื่องอบเพื่อหยุดยั้งปฏิกิริยาเคมี และลดความชื้นจนถึงสภาพแห้ง เพื่อเก็บและบรรจุ ต่อไป

และเนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นแนวทางการวิจัย เพื่อให้ชาวบ้านที่เป็นเกษตรกรผู้ปลูกชาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งจากกระบวนการแปรรูปดังกล่าวเกษตรกรผู้ปลูกชาจะติดปัญหาในขั้นตอนการตัดละเอียดด้วยเครื่องตัด ดังนั้น ชาที่ใช้ในการแปรรูปจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การแปรรูปชาแบบใบ และการแปรรูปชาแบบตัด ในที่นี้จะเรียกว่า ชาโม่

หลังจากดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่างๆ ในบทที่ 3 เรียบร้อยแล้วเราจะได้ผลการวิจัยในขั้นตอนการออกแบบการทดลองเบื้องต้น ซึ่งเป็นการออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อความชื้นในยอดชา ในกระบวนการผึ่ง เมื่อได้ความสัมพันธ์เบื้องต้นดังที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจะนำปัจจัยเหล่านี้ไปทำการออกแบบการทดลอง เพื่อสร้างสมการทำนายและหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยต่อไป ซึ่งผลวิจัยที่ได้จะเป็นค่าที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยสำหรับการแปรรูปชาฝรั่ง โดยผลการวิจัยทั้งหมดจะได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ ดังนี้

4.1 การออกแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-experiment)

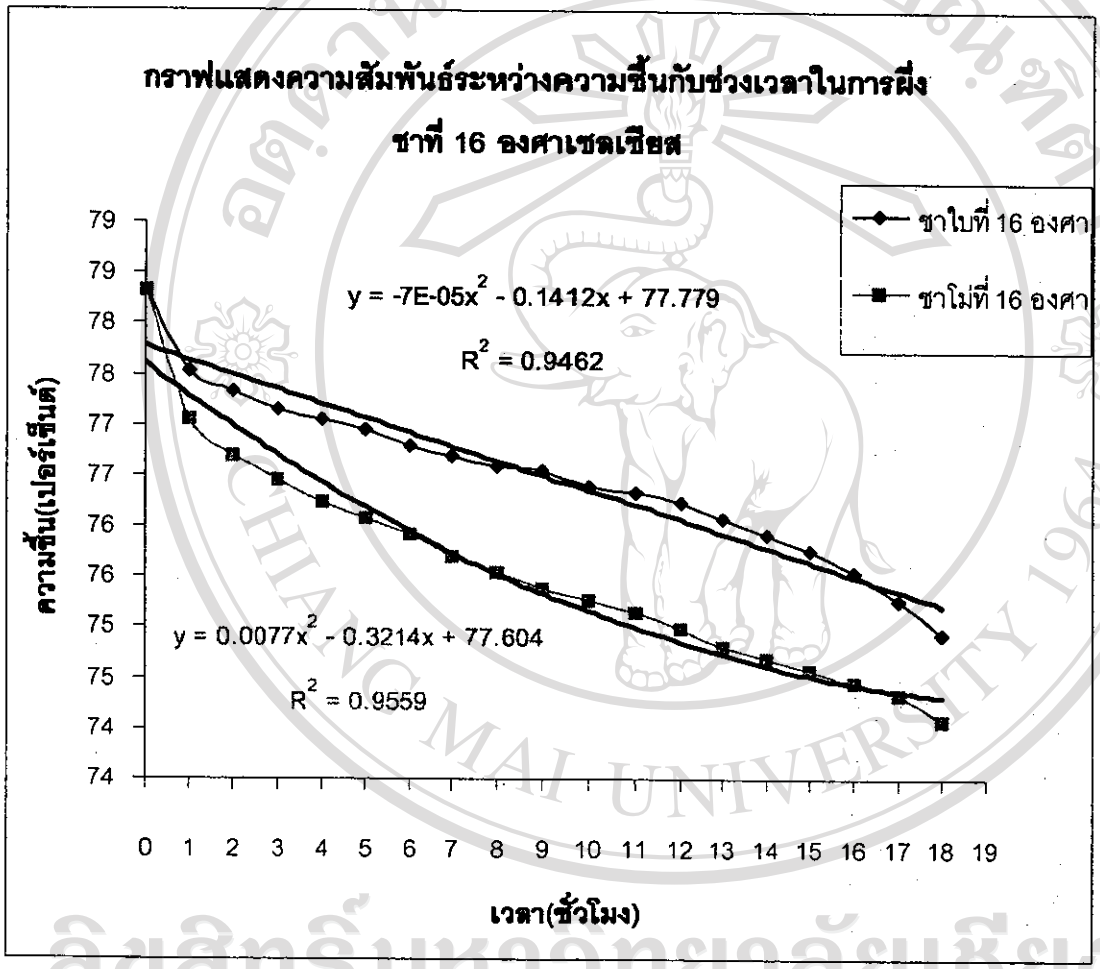
ทำการทดลองก่อนการทดลองจริง เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อความชื้นในยอดชา ในกระบวนการผึ่ง

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักชาก่อนอบ} - \text{น้ำหนักชาหลังอบ}}{\text{น้ำหนักชาก่อนอบ}} \times 100 \qquad (4.1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

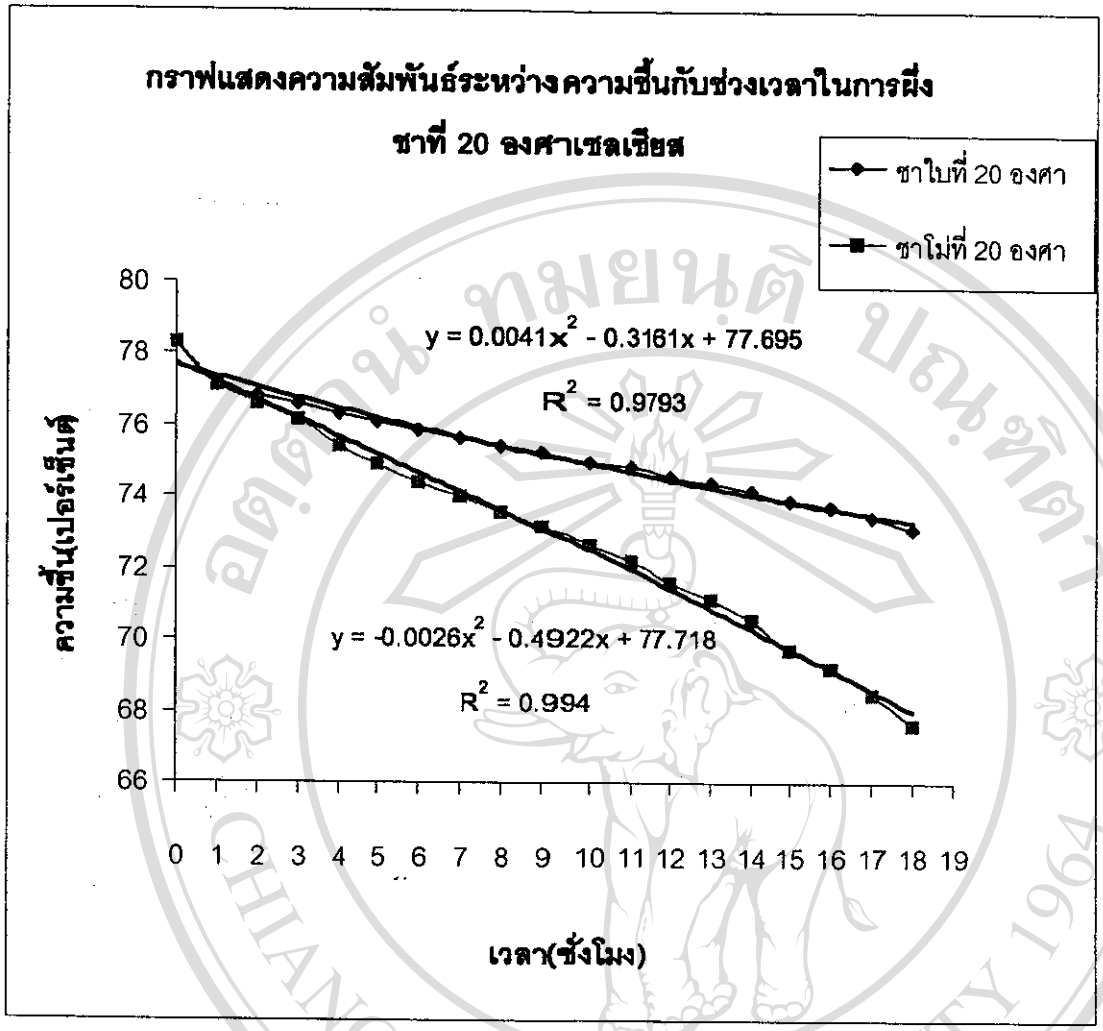
<u>การเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ตัวแปรอุณหภูมิและเวลาต่อความชื้นในยอดชาในกระบวนการผึ่ง</u>

เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลาต่อความชื้นในยอดชาในกระบวนการผึ่ง และเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทดลองจริงโดยกำหนดระดับอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ คือ 16 องศา(ในห้องเย็น) , 20องศา(ในโรงชา) และ 25องศา(ในตู้อบ) จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักชาทุกๆ 1 ชั่วโมง



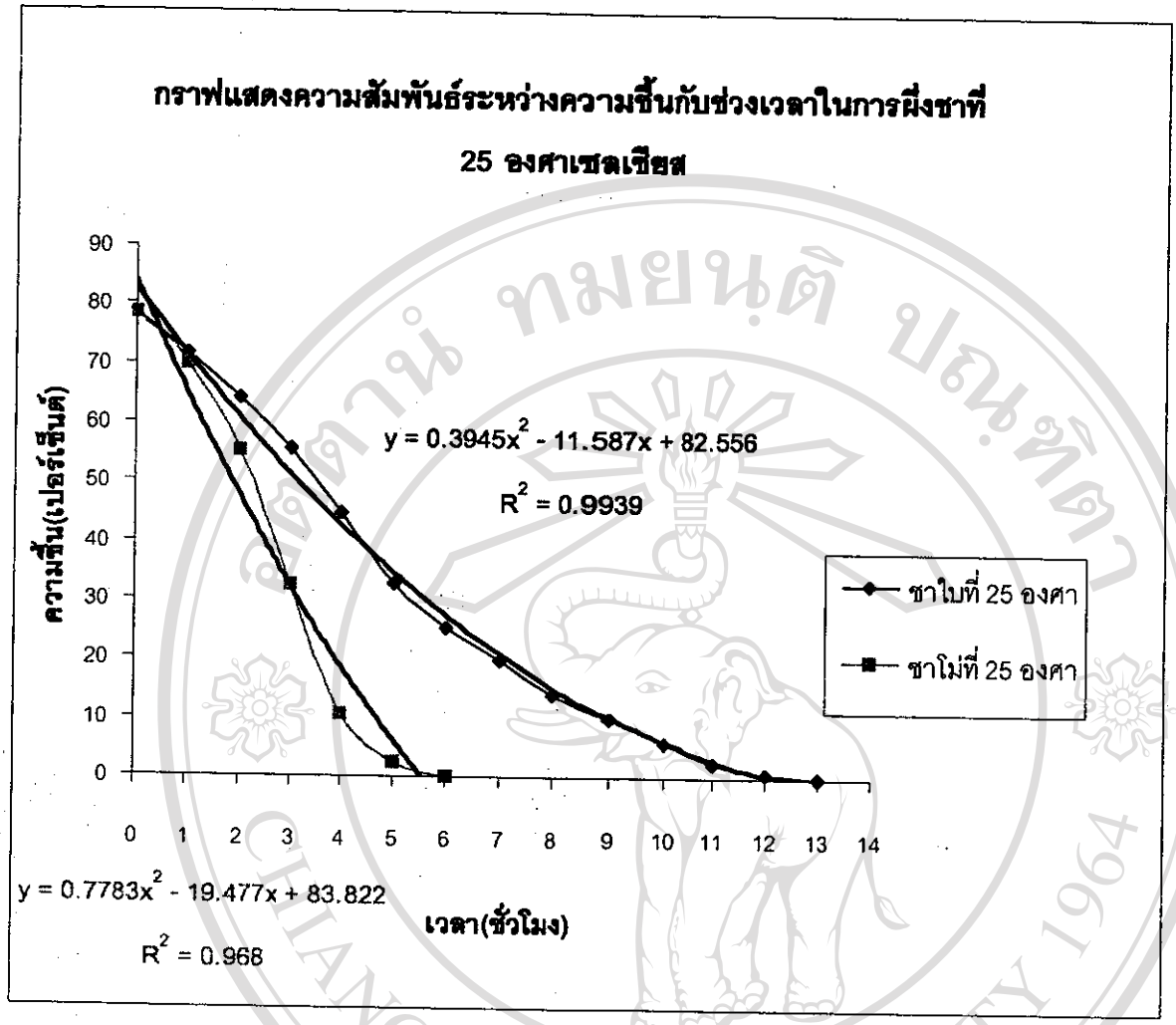
รูป 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นเทียบกับช่วงเวลาในการผึ่งชาโม่และใบที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นเทียบกับช่วงเวลาในการผึ่งชาโม่และใบที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นเทียบกับช่วงเวลาในการผึ่งชาโม่และใบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้นเทียบกับช่วงเวลาในการผึ่งชาโม่ และชาใบที่อุณหภูมิ 16, 20 และ25 องศาเซลเซียส ดังรูป 1,2 และ3 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักจะลดลงแปรผันตามระยะเวลาในการผึ่ง ซึ่งที่อุณหภูมิเดียวกันและเวลาในการผึ่งเดียวกันเปอร์เซ็นต์ความชื้นของชาโม่จะมีค่าน้อยกว่าชาใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทำการทดลองก่อนการทดลองจริง เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อความชื้นในยอดชา ในกระบวนการผึ่ง และเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทดลองจริง โดยกำหนดระดับอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ คือ 16องศา(ในห้องเย็น) , 20องศา(ในโรงชา) และ 25องศา (ในตู้อบ) ทำให้ทราบถึงปัญหาและแนวทางการทำวิจัยต่อไป ดังนี้

1. เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล คือ 18 ชั่วโมง ซึ่งที่อุณหภูมิ 20 องศา เราได้ทำการเก็บข้อมูลในโรงชาทำให้ไม่สามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้เพราะอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงเปลี่ยนมาทำในห้องเย็นและปรับให้มีอุณหภูมิ 20 องศา แทน
2. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับช่วงเวลาในการผึ่งชาใบและชาโม่ที่อุณหภูมิ 16, 20 และ25 องศาเซลเซียส ดังรูป 4.1 – 4.3 พบว่าเส้นกราฟแสดงความชื้นทั้งแบบชาโม่และชาใบที่ 25 องศา มีการลดลงอย่างรวดเร็ว สาเหตุที่ต้องลดระดับปัจจัยอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งที่ 25 องศา เนื่องจากที่อุณหภูมินี้จากการทดสอบพบว่า ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่ยอดชายังไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดคุณสมบัติของชาฝรั่ง เช่น สีของชายังไม่เปลี่ยนเป็นสีที่เข้มขึ้น กลิ่นของชายังไม่หอม และจากการนำมาทดสอบผลตอบโดยวัดค่าปริมาณสาร TF และ TR ไม่สามารถวัดค่าได้เนื่องจากค่าที่วัดออกมาติดลบดังนั้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจึงไม่เหมาะที่จะทำการทดลองแปรรูปชา
3. จากการวิเคราะห์ปริมาณ TR และ TF ในกระบวนการผึ่งชาทั้ง 4 ขนาด พบว่าขนาดที่ให้ปริมาณสารทั้ง 2 ตัวใกล้เคียงกับชายี่ห้อดัง คือ ขนาดละเอียด ทำให้ได้แนวทางในการออกแบบกระบวนการแปรรูปชาฝรั่ง คือเริ่มจากนำยอดชามาตัดละเอียดก่อนแล้วจึงทำการแปรรูปต่อไป
4. จากการวิเคราะห์ปริมาณ TR และ TF ในกระบวนการผึ่งชา พบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศา ชามีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วเกินไปทำให้ที่สภาวะนี้ไม่เหมาะที่จะทำการทดลอง
5. จากการวิเคราะห์ปริมาณ TR และ TF ในกระบวนการผึ่งชา พบว่าที่อุณหภูมิต่างกันค่าความชื้นในกระบวนการผึ่งชาที่ให้ค่าปริมาณสารทั้ง 2 ตัวใกล้เคียงกับชายี่ห้อดัง (ลิปตัน) มีค่าต่างกัน ดังนั้นจึงต้องแยกตัวแปรความชื้นในกระบวนการผึ่งออกเป็น ตัวแปรอุณหภูมิและเวลาแทน

สรุปผลวิเคราะห์เพื่อคัดกรองปัจจัยการออกแบบการทดลองเบื้องต้นจะได้ว่า ปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชา, ระยะเวลาในการผึ่งชา และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะเวลาในกรนวดชา โดยยอดชาที่นำมาทำการทดลองจะมี 2 แบบ คือ ยอดชาที่นำไปตัดจนมีขนาดละเอียดเรียกว่า ชาโม่ และ ยอดชาที่ไม่ถูกตัดเรียกว่าชาใบ

4.2 การออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวนและผลการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ผลการวิจัยในขั้นตอนนี้ได้มาจากการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยจากการออกแบบการทดลองเบื้องต้น

ตาราง 4.1 ปัจจัย ระดับ ขอบเขตและสัญลักษณ์ สำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ ในการออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวน

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

เมื่อแปรรูปชาฝรั่ง ในการออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวน จนครบทุกการทดลองของชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบแล้ว (ดูขั้นตอนที่ 3.2.3-3.2.6 ในบทที่ 3 ประกอบ) นำตัวอย่างชาฝรั่งแปรรูปที่ได้ไปทำการทดสอบหาค่าของสี กลิ่น และรสชาติ ของชาฝรั่ง โดยวิเคราะห์ปริมาณสาร TR ปริมาณสาร TF และการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิม สำหรับการทดลองของชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ ดังตาราง 4.2 และ 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 ค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิม ที่ได้จากการทดลองของชาฝรั่งแบบชาโม่ ในการออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวน

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	T1	T2	TF ชาโม่	TR ชาโม่	สี	กลิ่น	รสชาติ
6	1	16	10	16	1.474	28.191	-3	-3	-3
33	2	20	10	16	1.522	30.629	-2	-2	-3
11	3	20	2	8	1.229	18.576	0	-1	-2
3	4	16	2	16	1.343	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	1.452	18.857	0	-1	-1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	36	16	10	8	1.455	26.575	-2	-3	-3

จากตาราง 4.2 เป็นค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิม ที่ได้จากการทดลองของชาฝรั่งแบบชาโม่ (สามารถดูข้อมูลทั้งหมดจากภาคผนวก ข ตาราง ข.1) ในการออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวนโดยค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบตามหัวข้อ 3.2.3-3.2.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 ค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิม ที่ได้จากการทดลองของชาฝรั่งแบบชาใบ ในการออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวน

ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับการทดลองตามการสุ่ม	TP	T1	T2	TF ชาใบ	TR ชาใบ	สี	กลิ่น	รสชาติ
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
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	36	16	10	8	1.545	20.736	-2	-1	-2

จากตาราง 4.3 เป็นค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิม ที่ได้จากการทดลองของชาฝรั่งแบบชาใบ (สามารถดูข้อมูลทั้งหมดจากภาคผนวก ข ตาราง ข.2) ในการออกแบบการทดลองแฟกทรอเรียลแบบเต็มจำนวน โดยค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบตามหัวข้อ 3.2.3-3.2.6

เมื่อได้ค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิมจากการทดลองของชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบแล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติ สำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของเทอมต่างๆ ของปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลตอบของปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิมจากการทดลองของชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ
2) ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking) ของปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นคนชิมจากการทดลองของชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่ และชาใบ
3) หาค่าที่เหมาะของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติ สำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ โดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ในโปรแกรม MINITAB Release 14 ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการหาค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัย และเป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการวัดค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบ (Composite Desirability; D) โดยค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบนี้หาได้จากสมการ 4.2

$$D = [d_1(y_1) \times d_2(y_2) \times \ldots \times d_k(y_k)]1/k \qquad (4.2)$$

เมื่อ

D คือ ความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบ (Composite Desirability)

d คือ ความพึงพอใจของแต่ละผลตอบ (desirability)

k คือ จำนวนของผลตอบ

จะสังเกตเห็นว่าถ้าผลตอบใดๆ ของ Y_i ไม่ได้รับความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์ ($d_i(Y_i) = 0$) แล้วค่า Overall Desirability เท่ากับ 0 ซึ่งในทางปฏิบัติจะฟิตค่าผลตอบ y_i แทนค่า Y_i ซึ่งถ้ากำหนดให้ L_i , U_i , และ T_i คือ Lower, Upper และ Target ตามลำดับแล้วค่าพึงพอใจของผลตอบ $Y_i = L_i \leq T_i \leq U_i$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าให้ผลตอบคือ ค่าเป้าหมายที่ดีที่สุด แล้วค่าของ Individual Desirability Function จะหาได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
d_i(y_i) &= 0 && \text{if } y_i(x) \le L_i \\
d_i(y_i) &= ((y_i(x)-L_i)/(T_i+L_i))^s && \text{if } L_i \le y_i(x) \le T_i \\
d_i(y_i) &= ((y_i(x)-U_i)/(T_i-U_i))^t && \text{if } L_i \le y_i(x) \le U_i \qquad (4.3) \\
d_i(y_i) &= 0 && \text{if } y_i(x) > U_i
\end{aligned}
$$

ถ้าให้ผลตอบคือ ค่าสูงที่สุด แล้วค่าของ Individual Desirability Function จะหาได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
d_i(y_i) &= 0 && \text{if } y_i(x) < L_i \\
d_i(y_i) &= ((y_i(x)-L_i)/(T_i+L_i))^s && \text{if } L_i \le y_i(x) \le T_i \qquad (4.4) \\
d_i(y_i) &= 1.0 && \text{if } y_i(x) > T_i
\end{aligned}
$$

โดย T_i หมายถึงค่าที่มากพอสำหรับผลตอบ

$$
\begin{aligned}
d_i(y_i) &= 1.0 && \text{if } y_i(x) < T_i \\
d_i(y_i) &= ((y_i(x)-U_i)/(T_i+U_i))^s && \text{if } T_i \le y_i(x) \le U_i \qquad (4.5) \\
d_i(y_i) &= 0 && \text{if } y_i(x) > U_i
\end{aligned}
$$

โดย T_i หมายถึงค่าที่น้อยพอสำหรับผลตอบ

ค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ซึ่งกรณีที่ D มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ผลตอบนั้นได้รับความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้า D มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง ผลตอบตัวใดตัวหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งตัวอยู่นอกขอบเขตของขีดจำกัดการยอมรับ ในกรณีที่ผลตอบมีเพียงตัวเดียวค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบ (Composite Desirability) จะมีค่าเท่ากับความพึงพอใจของผลตอบ (desirability) นั้น

4) สร้างพื้นผิวผลตอบ (Response Surface) แต่ละตัวเทียบกับตัวแปรอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชา ระยะเวลาในการผึ่งชา และระยะเวลาในการนวดชา

5) สร้างสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติ สำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficients) ของปัจจัยในเทอมต่างๆ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR , TF และคะแนนของสี กลิ่น และรสชาติ สำหรับการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โม่และชาใบ (ดูผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาคผนวก ง) เพื่อนำสมการทำนายที่ได้ไปใช้หาค่าที่เหมาะของแต่ละปัจจัยต่อไป

6) เปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 กับค่าของผลตอบที่ได้จากการนำค่าที่เหมาะของปัจจัยไปแทนค่าในสมการทำนายที่สร้างขึ้น

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
TF	ค่าปริมาณสาร Theaflavin เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในชา
TR	ค่าปริมาณสาร Thearubigin เป็นสารที่ทำให้เกิดสีแดงในน้ำชา
Color	ค่าสีจากการทดสอบประสาทสัมผัส
Smell	ค่ากลิ่นจากการทดสอบประสาทสัมผัส
Taste	ค่ารสชาติจากการทดสอบประสาทสัมผัส
TP	อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชา
TE1	ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชา
TE2	ระยะเวลาในการนวดชา
Y11	ปริมาณสาร TF ชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่
Y12	ปริมาณสาร TR ชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่
Y13	ค่าสี ชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่
Y14	ค่ากลิ่น ชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่
Y15	ค่ารสชาติ ชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่
Y16	ปริมาณสาร TF ชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่
Y17	ปริมาณสาร TR ชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่
Y18	ค่าสี ชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่
Y19	ค่ากลิ่น ชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่
Y20	ค่ารสชาติ ชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ผลตอบจากการแปรรูปชาฝรั่ง

หลังจากได้ป้อนข้อมูลค่าปริมาณสาร TF ของชาโม่ลงในโปรแกรมแล้วทำการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะได้ค่าต่าง ๆ เมื่อใช้ฟังก์ชันตัวแปรธรรมชาติ (Uncoded Units) ดังนี้ (ผลวิเคราะห์ของผลตอบอื่นๆ ดูได้จากภาคผนวก ค)

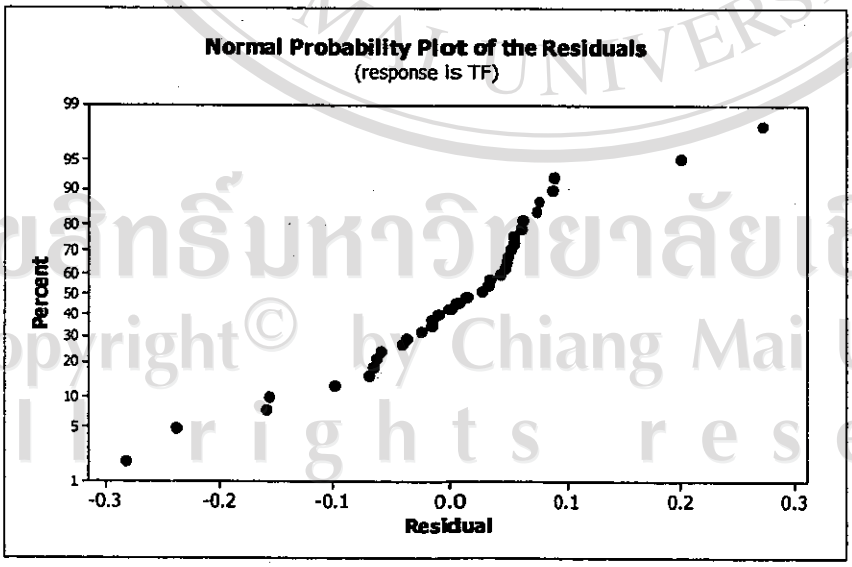
Response Surface Regression: TFโม่ versus TP, TE1, TE2

```
The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for TFโม่

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%

4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking) ก่อนที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเราต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลที่จะวิเคราะห์ ดังนี้

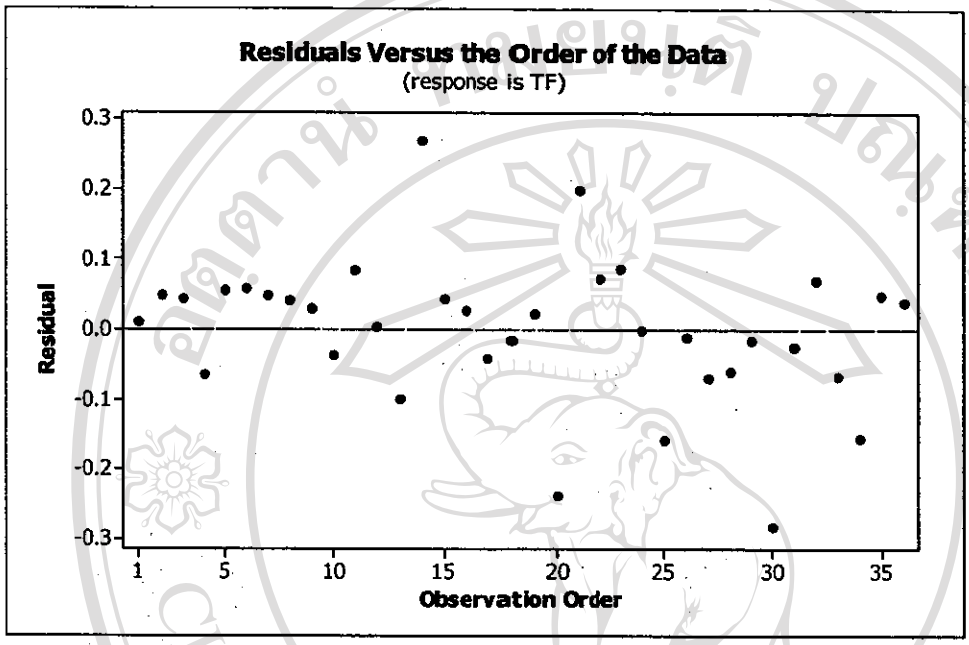
<u>การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลผลตอบปริมาณ TF จากการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่</u>



รูป 4.4 Normal Probability Plot ของส่วนตกค้างของผลตอบปริมาณ TF (ชาโม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution) เป็นการตรวจสอบส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลว่ามีการกระจายแบบแจกแจงปกติหรือไม่ จากรูป 4.4 แสดงให้เห็นว่าส่วนตกค้างจากผลการทดลองของปริมาณ TF ไม่แสดงสิ่งผิดปกติให้เห็นแสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสม



รูป 4.5 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับข้อมูลของผลตอบปริมาณ TF (ชาโม่)

การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) แล้วดูลักษณะการกระจายของจุดที่ใช้แทนข้อมูลบนแผนภูมิว่าเป็นรูปแบบอิสระหรือไม่ จากรูป 4.5 ส่วนตกค้างของผลการทดลองของปริมาณ TF ของการแปรรูปชาโม่ มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอแสดงว่าข้อมูลมีความเป็นอิสระ

4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่ง

4.5.1 ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่ ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 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	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

TFโม่ = 1.543, desirability = 0.9058

TRโม่ = 21.490, desirability = 0.8840

Color = -0.34, desirability = 0.8851

Smell = -1.05, desirability = 0.7890

Taste = -1.48, desirability = 0.6292

Composite Desirability = 0.8115

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.4 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของปริมาณสาร TF และ TR เป็นค่า Target เนื่องจากค่า ปริมาณสาร TF และ TR เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติด้านกลิ่น และสีของชาฝรั่ง ตามลำดับ 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

และของค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี 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 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาโม่ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่ (TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 20 องศาเซลเซียส

(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบโม่ (TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 2 ชั่วโมง

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบโม่ (TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 16 นาที

โดยจะให้ค่าพึงพอใจโดยรวม (Composite Desirability) เท่ากับ 0.8115

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2. ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Response Optimizer จะได้ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 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	0	0	1	1
Smell	Maximum	-5	0	0	1	1
Taste	Maximum	-5	0	0	1	1

Global Solution

TP = 16

TE1 = 10.229

TE2 = 2

Predicted Responses

TF = 1.551, desirability = 0.9550

TR = 22.267, desirability = 0.9987

Color = -2.30, desirability = 0.5394

Smell = -1.21, desirability = 0.7575

Taste = -1.50, desirability = 0.6987

Composite Desirability = 0.7709

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.5 ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่า Goal ของปริมาณสาร TF และ TR เป็นค่า Target เนื่องจากค่า ปริมาณสาร TF และ TR เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติด้านกลิ่น และสีของชาฝรั่ง ตามลำดับ ซึ่งชาฝรั่งที่ดีจะต้องมีสารทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ค่าวิเคราะห์ปริมาณสาร TF และ TR ของชาลิปตันเป็น Target ของการทดลอง ดังนั้นจึงกำหนด

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

และของค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี 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 ซึ่งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญรวมกัน ซึ่งได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งโดยใช้ชาใบ ได้แก่

(1) อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TP) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 16 องศาเซลเซียส

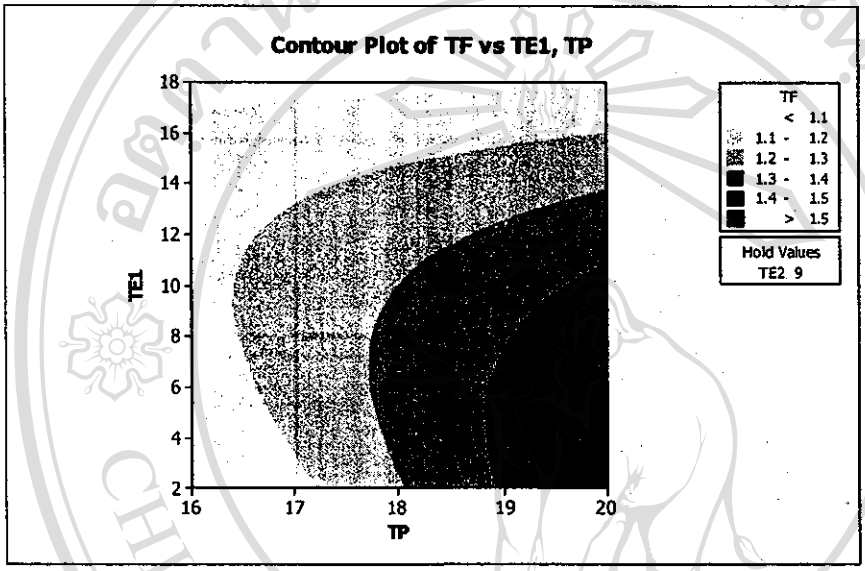
(2) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผึ่งชาฝรั่งแบบใบ(TE1) โดยค่าที่เหมาะที่สุดคือ 10.229 ชั่วโมง หรือประมาณ 10 ชั่วโมง 14 นาที

(3) ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดชาฝรั่งแบบใบ(TE2) โดยค่าที่เหมาะที่สุด คือ 2 นาที โดยจะให้ค่าพึงพอใจโดยรวม (Composite Desirability) เท่ากับ 0.7709

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.6 สร้างพื้นผิวผลตอบ (Response Surface) แต่ละตัวเทียบกับตัวแปรอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชา ระยะเวลาในการผึ่งชา และระยะเวลาในการนวดชา

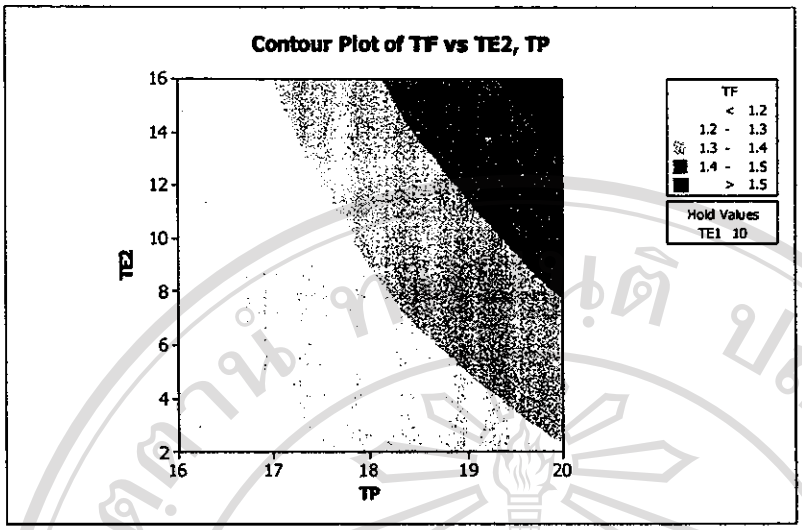
พื้นผิวผลตอบ Contour Plot ค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัย ดังรูป 4.6 a,b และc (พื้นผิวผลตอบ Contour Plot และ Surface Plot ของผลตอบอื่นๆ ดูได้จากภาคผนวก ช)



รูป 4.6(a) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการผึ่ง

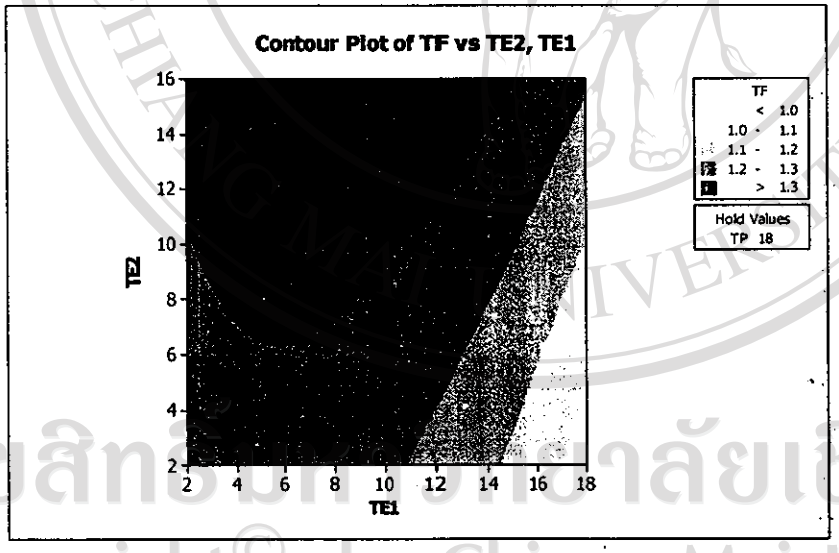
จากรูป 4.6 (a) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในนวดเท่ากับ 9 นาที จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.6 (b) กราฟโครงร่างระหว่างอุณหภูมิในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป 4.6 (b) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่เวลาในการผึ่งเท่ากับ 10 ชั่วโมง จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 16 นาที



รูป 4.6 (c) กราฟโครงร่างระหว่างระยะเวลาในกระบวนการผึ่งและระยะเวลาในการนวด

จากรูป 4.6 (c) เป็นกราฟลักษณะให้ผลตอบสูงสุด โดยคงที่อุณหภูมิในกระบวนการผึ่งชาเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส จะสังเกตว่าค่าผลตอบสูงสุดของปริมาณสาร TF จะอยู่ที่ ระยะเวลาในกระบวนการผึ่งชาประมาณ 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในการนวดชาประมาณ 16 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ปริมาณสาร TR ค่าสี กลิ่น และรสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแต่ละชนิดด้วยการฟิตสมการใหม่ด้วยฟังก์ชัน Regression

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

4.7.1 สมการทำนายค่าที่เหมาะสมของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

4.7.1.1 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.6

$$Y11 = -0.630 + 0.0989(TP) + 0.146(TE1) - 0.00176(TE1^2) - 0.00688(TP)(TE1) + 0.00359(TP)(TE2) - 0.0526(TE2) \quad (4.6)$$

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7.1.2 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.7

$$Y12 = 47.9 - 1.52\,(TP) + 0.932\,(TE1) - 0.0430\,(TE1^2) \qquad (4.7)$$

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

4.7.1.3 สมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.8

$$Y13 = -7.99 + 0.405\,(TP) + 0.122\,(TE1) - 0.0182\,(TP)(TE1) + 0.00846\,(TE1^2) \qquad (4.8)$$

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

4.7.1.4 สมการทำนายค่ากลิ่น โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.9

$$Y14 = -5.73 + 0.192\,(TP) + 0.0080\,(TE1) - 0.368\,(TE2) + 0.0211\,(TP)(TE2) - 0.00633\,(TE1)(TE2) \qquad (4.9)$$

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7.1.5 สมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบโม่ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.10

$$Y15 = -13.9 + 0.613\,(TP) + 0.760\,(TE1) - 0.0391\,(TP)(TE1) \qquad (4.10)$$

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

4.7.2 สมการทำนายค่าที่เหมาะสมของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

4.7.2.1 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TF ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TF ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.11

$$Y16 = 3.18 - 0.133\,(TP) + 0.0723\,(TE1) - 0.00437\,(TE1^2) \qquad (4.11)$$

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

4.7.2.2 สมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าปริมาณสาร TR ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าปริมาณสาร TR ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.12

$$Y17 = 43.8 - 1.08\,(TP) + 0.284\,(TE1) - 0.642\,(TE2) + 0.0565\,(TE1)(TE2) - 0.0762\,(TE1^2) \qquad (4.12)$$

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7.2.3 สมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่าสีโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.13

$$Y18 = 3.03 - 0.316\,(TP) + 0.208\,(TE1) - 0.0156\,(TP)(TE1) \qquad (4.13)$$

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

4.7.2.4 สมการทำนายค่ากลิ่น โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ากลิ่นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.14

$$Y19 = 2.26 - 0.347\,(TP) + 0.367\,(TE1) - 0.0202\,(TE1^2) \qquad (4.14)$$

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

4.7.2.5 สมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบด้วยการฟิตสมการใหม่

เมื่อนำค่า Coefficients ของเทอมต่างๆ ทุกเทอมที่มีผลต่อค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบใบ ไปทำการเขียนสมการทำนายค่ารสชาติโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะได้สมการทำนายดังสมการ 4.15

$$Y20 = 3.25 - 0.361\,(TP) + 0.146\,(TE1) - 0.0104\,(TE1^2) \qquad (4.15)$$

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

เมื่อได้ค่าที่เหมาะสมของผลตอบดังที่กล่าวมานั้นผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบกับค่ายืนยันผลดังได้กล่าวในบทที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.8 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบกับค่าผลการทดลองเพื่อยืนยันผล

ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าของผลตอบ ที่ได้จากการหาค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้ง 2 แบบ โดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ในโปรแกรม MINITAB Release 14 และปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้ง 2 แบบ ที่ได้จากการทดลองเพื่อยืนยันผลการทดลอง

การทดลองเพื่อยืนยันผลการทดลอง เป็นการทดลองบนค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยฟังก์ชัน Response Optimizer เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับการทดลองดังกล่าว แล้วนำชาตัวอย่างที่ได้จากการทดลองเพื่อยืนยันผลไปทำการวิเคราะห์ปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้ง 2 แบบ การทดลองละ 5 ครั้ง (ดูข้อมูลการทดสอบในภาคผนวก ฉ)

เมื่อหาค่าของผลตอบตามวิธีการทั้ง 3 วิธี เรียบร้อยแล้วจะได้ปริมาณ TF TR และค่าของสี กลิ่น และรสชาติ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้ง 2 แบบ ดังตัวอย่างตาราง 4.6 และ 4.7 ซึ่งค่าของผลตอบที่ได้เป็นค่าที่มีความใกล้เคียงกัน แสดงว่าผลการทดลองที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมของปัจจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่

คุณสมบัติ	ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย			ผลตอบ	Response Optimizer	การยืนยันผล
	TP	TE1	TE2			
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR	20	3.74	15.54	ปริมาณสารTF	1.617	1.560
				ปริมาณสารTR	22.294	21.414
				สี	-	-1.4
				กลิ่น	-	-1
				รสชาติ	-	-0.6
สี กลิ่น และรสชาติ	20	2	16	ปริมาณสารTF	-	1.534
				ปริมาณสารTR	-	22.315
				สี	-0.34	-1
				กลิ่น	-1.05	-0.8
				รสชาติ	-1.48	-0.4
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR สี กลิ่น และรสชาติ	20	2	16	ปริมาณสารTF	1.54	1.533
				ปริมาณสารTR	21.490	22.315
				สี	-0.34	-1
				กลิ่น	-1.05	-0.8
				รสชาติ	-1.48	-0.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาใบ

คุณสมบัติ	ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย			ผลตอบ	Response Optimizer	การยืนยันผล
	TP	TE1	TE2			
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR	16	9.84	2	ปริมาณสารTF	1.543	1.478
				ปริมาณสารTR	22.741	21.880
				สี	-	-1.4
				กลิ่น	-	-1.2
				รสชาติ	-	-0.8
สี กลิ่น และรสชาติ	16	7.34	2	ปริมาณสารTF	-	1.514
				ปริมาณสารTR	-	21.050
				สี	-2.11	-1.4
				กลิ่น	-1.23	-1.2
				รสชาติ	-1.47	-0.8
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR สี กลิ่น และรสชาติ	16	10.229	2	ปริมาณสารTF	1.550	1.535
				ปริมาณสารTR	22.267	22.135
				สี	-2.30	-1.4
				กลิ่น	-1.21	-1.2
				รสชาติ	-1.51	-0.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากฟังก์ชัน Response Optimizer กับค่าจากสมการทำนายของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาโม่

คุณสมบัติ	ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย			ผลตอบ	Response Optimizer	สมการทำนาย
	TP	TE1	TE2			
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR สี กลิ่น และรสชาติ	20	2	16	ปริมาณสารTF	1.543	1.665
				ปริมาณสารTR	21.490	19.192
				สี	-0.34	-0.34
				กลิ่น	-1.05	-1.21
				รสชาติ	-1.48	-1.7

ตาราง 4.9 การเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากฟังก์ชัน Response Optimizer กับค่าจากสมการทำนายของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งแบบชาใบ

คุณสมบัติ	ค่าที่เหมาะสมของปัจจัย			ผลตอบ	Response Optimizer	สมการทำนาย
	TP	TE1	TE2			
ปริมาณสารTF ปริมาณสารTR สี กลิ่น และรสชาติ	16	10.229	2	ปริมาณสารTF	1.551	1.334
				ปริมาณสารTR	22.267	21.326
				สี	-2.30	-2.45
				กลิ่น	-1.21	-1.65
				รสชาติ	-1.51	-2.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 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 : $\%TF = 2.25 * E_1$

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

จากการเปรียบเทียบค่าของผลตอบที่ได้จากฟังก์ชัน Response Optimizer กับค่าจากสมการทำนายของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และ4.9 พบว่าค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งหากนำมาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณ TF และ TR จากบริษัทที่เป็นที่นิยมในตลาดดังแสดงในตาราง 4.10 จะเห็นได้ว่า ค่าของผลตอบที่ได้จากฟังก์ชัน Response Optimizer กับค่าจากสมการทำนายของกระบวนการแปรรูปชาฝรั่งทั้งแบบชาโม่และชาใบมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นค่าของปัจจัยที่ได้จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้งานจริง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved