



Defective Products Reduction in
Dehydrated Pineapple Production
using Six Sigma Technique

การลดผลิตภัณฑ์มีตำหนิในกระบวนการผลิต
สัปปะรดอบแห้งโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกมา



จัดทำโดย



นายก้องเกียรติ
วิริยะบำรุงกิจ
รหัส
580612057

นางสาววันทณีย์
ดวงสร้อย
รหัส
590612090

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.รุ่งฉัตร ชมภูอินไหว



ที่มาและความสำคัญ

GOOD



NOT GOOD



1 ผู้คนหันมาสนใจ
ในการดูแลรักษา
สุขภาพ
กันมากขึ้นและผลไม้
ก็เป็นหนึ่งในตัวเลือก
ที่คนเลือกที่จะบริโภค

2 เกิดการแปรรูปผลไม้
เป็นผลไม้อบแห้ง
เพื่อให้มีอายุจัดการนาน

3 บริษัทกรณีศึกษาเป็น
ผู้ผลิตผลไม้อบแห้ง อาทิ
เช่น สับปะรดอบแห้ง

4 พบปัญหาผลิตภัณฑ์
มีตำหนิหรือของเสีย
จากกระบวนการผลิต
สับปะรดอบแห้งเกิดขึ้น
เช่นผลิตภัณฑ์มีสี
ที่ไม่ตรงตามสเปคของลูกค้า

5 ผู้วิจัยจึงหาแนวทาง
เพื่อลดสัดส่วนของ
เสีย
ที่เกิดจากสีสับปะรด
ไม่ตรงตามสเปค

วัตถุดิบประสมค์

เพื่อลดสัดส่วนผลิตภัณฑ์
มีตำหนิในกระบวนการผลิต
สัปปะรดอบแห้ง



ขอบเขตการศึกษา



1. ศึกษาในกระบวนการผลิต
สัปปะรดอบแห้ง ของบริษัท
นานาฟรุต จำกัด อำเภอป่าซาง
จังหวัดลำพูน



2. ศึกษาสัดส่วนผลิตภัณฑ์มี
ตำหนิหลังจากสิ้นสุด
กระบวนการอบ (OVEN)



3. ศึกษาสัปปะรดสายพันธุ์
ภูแล เท่านั้น



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1

สามารถลดของเสียใน
กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์
สัปปะรดอบแห้ง

2

สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิต
ที่ต้องเสียไปเนื่องจากการเกิด
ผลิตภัณฑ์มีตำหนิหรือของเสีย
หลังจากการอบ

ระเบียบวิธีการ

ทำโครงการ



โครงการวิจัยนี้ดำเนินรายละเอียดตามขั้นตอนหลัก DMAIC ของซิกซ์ ซิกมา โดยมีดังต่อไปนี้

การกำหนดปัญหา(Define)

การวัด(Measure)

การวิเคราะห์(Analyze)

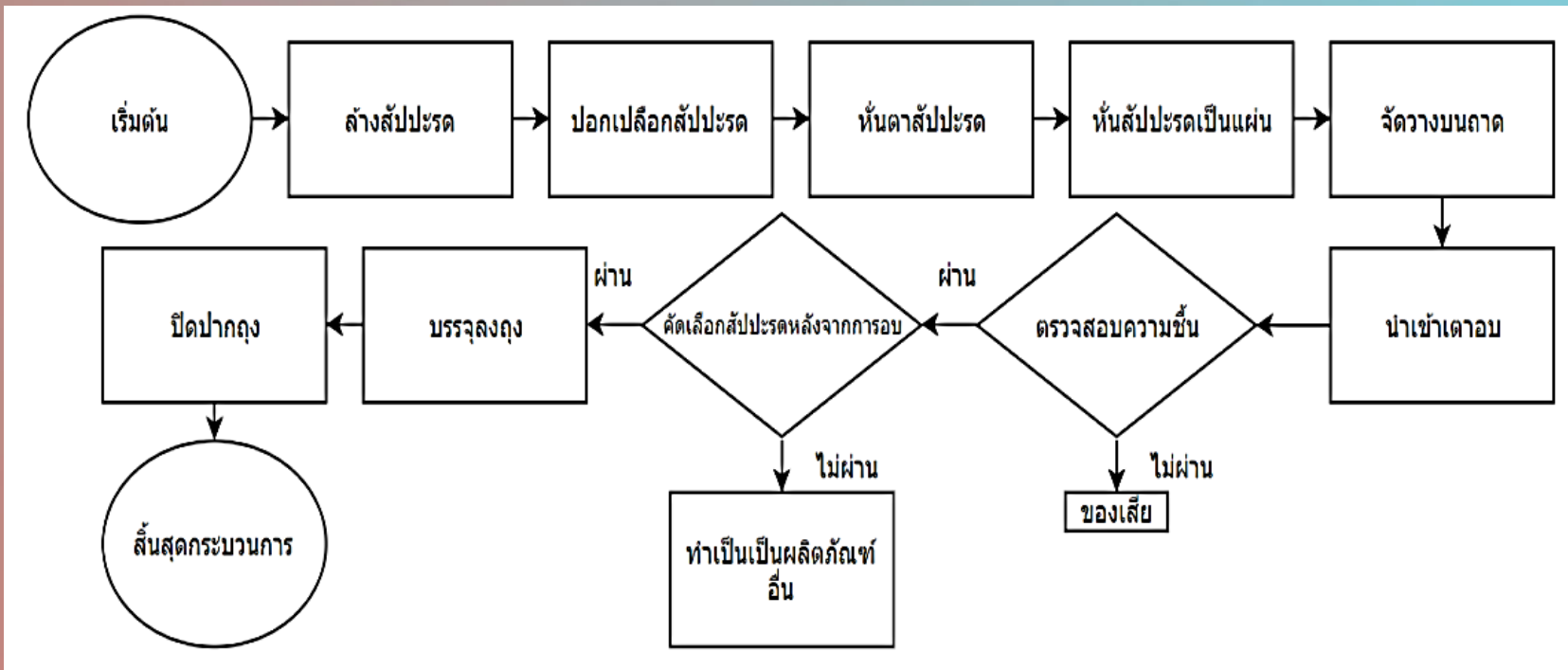
การปรับปรุง(Improve)

การควบคุม(Control)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การกำหนดปัญหา(Define)

1. กระบวนการและขั้นตอนการผลิตสัปรดอบแห้ง แสดงแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนการผลิต





ล้างสัปปะรด



ปอกเปลือกสัปปะรด



หั่นตาสัปปะรด



หั่นสัปปะรดให้เป็นแผ่น

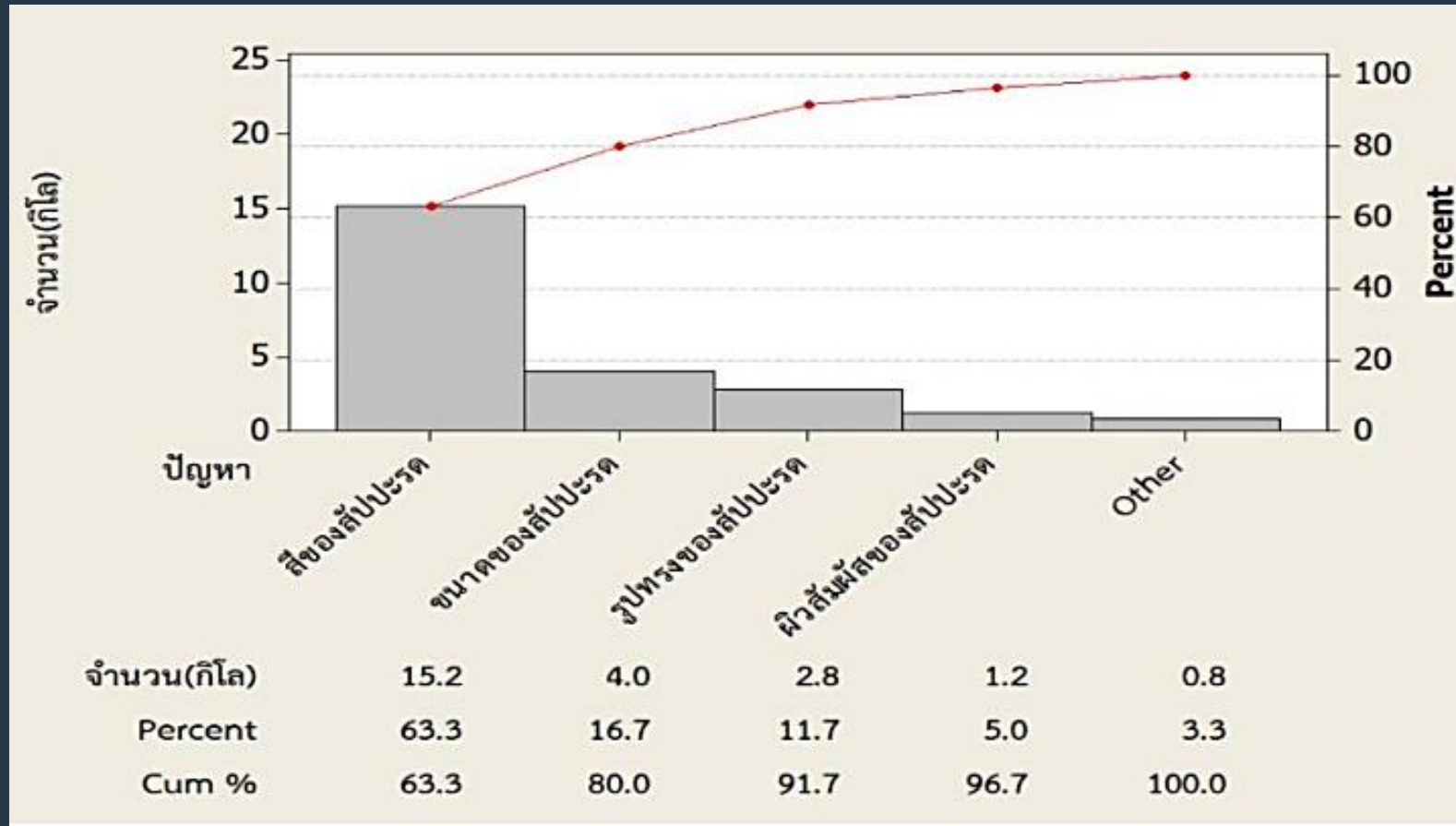


จัดวางบนถาด



นำเข้าเตาอบ

2. แผนภูมิพาเรโตเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา เพื่อคัดเลือกปัญหาที่ส่งผลกระทบมากที่สุด



ปัญหาที่ส่งผลกระทบมากที่สุดคือสีสปีปะรดไม่ตรงตามสเปค

การวัด(Measure)

3. วิเคราะห์ระบบการวัดของข้อมูล โดยใช้วิธี GR&R แบบข้อมูลนับ (Attribute Data) เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการจำแนกสีของสลิปกระดาษว่าผ่าน หรือไม่ผ่าน



1.เตรียมสลิปกระดาษทั้งหมด 9 ชิ้นโดยให้หัวหน้างานจำแนกสลิปกระดาษ (ตำหนิ 3 ชิ้น และไม่มีตำหนิ 6 ชิ้น)



2. ให้พนักงานจำนวน 5 คน ตรวจสอบสลิปกระดาษที่เตรียมมาว่าพบตำหนิหรือไม่



3.หากไม่พบตำหนิให้ทำเครื่องหมายกากบาทในช่องผ่าน แต่ถ้าพบตำหนิให้ทำเครื่องหมายกากบาทในช่องไม่ผ่าน



[illegible]

ชั้นที่	รูปชิ้นงาน	ผลการ ตรวจ
1		ผ่าน
2		ผ่าน
3		ผ่าน

รูปชิ้นงานที่ผ่านและไม่ผ่านที่
ใช้ในการศึกษา

-ชิ้นงานดีคือ 1 2 3 5 8 9

-ชั้นที่เสียคือ 4 6 7

4		ไม่ผ่าน
5		ผ่าน
6		ไม่ผ่าน

รูปชิ้นงานที่ผ่านและไม่ผ่านที่
ใช้ในการศึกษา

-ชิ้นงานดีคือ 1 2 3 5 8 9

-ชิ้นที่เสียคือ 4 6 7

7		ไม่ผ่าน
8		ผ่าน
9		ผ่าน

รูปชิ้นงานที่ผ่านและไม่ผ่านที่
ใช้ในการศึกษา

-ชิ้นงานดีคือ 1 2 3 5 8 9

-ชิ้นที่เสียคือ 4 6 7

ผลการเห็นพ้องกันของพนักงานแต่ละคน (WITHIN APPRAISER)

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95 % CI
A	9	9	100.00	(71.69, 100.00)
B	9	8	88.89	(51.75, 99.72)
C	9	9	100.00	(71.69, 100.00)
D	9	9	100.00	(71.69, 100.00)
E	9	9	100.00	(71.69, 100.00)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
A	F	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
	P	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
B	F	0.76623	0.333333	2.29870	0.0108
	P	0.76623	0.333333	2.29870	0.0108
C	F	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
	P	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
D	F	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
	P	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
E	F	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013
	P	1.00000	0.333333	3.00000	0.0013

พนักงานคนที่ 1 3 4 และ 5 มีค่าเปอร์เซ็นต์รีพีทเทบิลิตี้เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถวัดงานได้ซ้ำเหมือนกัน 9 ขึ้น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 71.69 เปอร์เซ็นต์ถึง 100.00

พนักงานคนที่ 2 ได้ค่าเปอร์เซ็นต์รีพีทเทบิลิตี้เท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ สามารถวัดงานได้ซ้ำเหมือนกัน 8 ขึ้น ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 51.75 เปอร์เซ็นต์ถึง 99.72 เปอร์เซ็นต์

ตรวจสอบได้ผลมากกว่าเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์แสดงว่าผ่านเกณฑ์ทุกคน

ผลการเห็นพ้องกันของพนักงานทุกคนกับมาตรฐาน (All Appraisers vs Standard)

All Appraisers vs Standard

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95 % CI
9	8	88.89	(51.75, 99.72)

Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
F	0.929870	0.105409	8.82152	0.0000
P	0.929870	0.105409	8.82152	0.0000

- * เปอร์เซ็นต์คะแนนประสิทธิภาพของค่าแอตทริบิวต์เท่ากับ 88.89 เปอร์เซ็นต์
- * ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับ
- * พนักงานทุกคนสามารถ ตรวจสอบได้ผลเหมือนกันทุกครั้งและมีความถูกต้องเพียง 8 ชิ้น เท่านั้น

4. วัดความสามารถกระบวนการในปัจจุบัน

วัดจากสัดส่วนผลิตภัณฑ์มีตำหนิหลังจากสิ้นสุดกระบวนการอบ

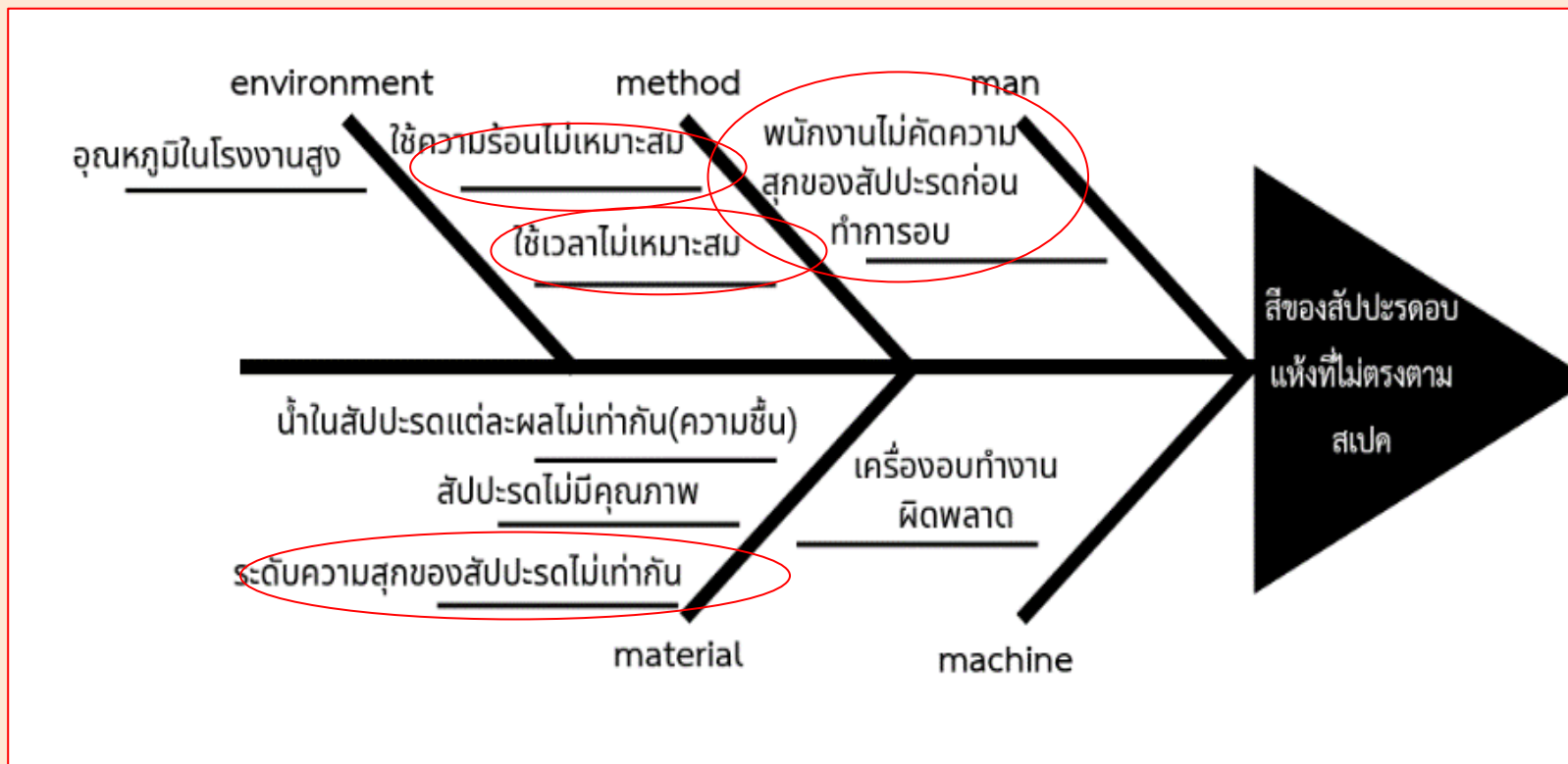
มีสัดส่วนของเสียอยู่ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนทั้งหมด

สีของสัปปะรดอบแห้งไม่ตรงตามสเปคคิดเป็น 18.99
เปอร์เซ็นต์ จากของเสียทั้งหมด

การวิเคราะห์(Analyze)

5. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยทำการสร้างแผนภาพก้างปลา เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้สีของสับปะรดอบแห้งไม่ตรงตามสเปค และนำไปหาแนวทางในการแก้ไขในขั้นตอนต่อไป

จากแผนภูมิพาเรโตพบว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบมากที่สุดคือ สีของสับปะรดอบแห้งไม่ตรงตามสเปค ดังนั้นจึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดังนี้



การปรับปรุง(Improve)

6.แนวทางแก้ไขและปรับปรุง คือ เสนอให้ต้องมีการแบ่งสัปปะรดเป็นกลุ่มที่เหมาะสมและศึกษาเงื่อนไขในการอบสำหรับสัปปะรดแต่ละกลุ่ม โดยจากการศึกษางานวิจัยของ พลรัชต์ บุญมี (2551) พบว่า ระดับความหวานและระดับความบริบูรณ์มีผลต่อสีของสัปปะรด ผู้วิจัยจึงได้เสนอให้แบ่งกลุ่มสัปปะรดเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ระดับความ
หวาน 10-12 brix และ
ระดับความบริบูรณ์ 2-4

กลุ่มที่ 2 ระดับความ
หวาน 10-12 brix และ
ระดับความบริบูรณ์ 5-7

กลุ่มที่ 3 ระดับความ
หวาน 13-15 brix และ
ระดับความบริบูรณ์ 2-4

กลุ่มที่ 4 ระดับความ
หวาน 13-15 brix และ
ระดับความบริบูรณ์ 5-7

ตาราง ความสัมพันธ์ของระดับความบริสุทธิ์และสีของเนื้อ
สับปะรด

ระดับความบริสุทธิ์ของสับปะรดภูแล	สีของเนื้อสับปะรด
2	มีสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองซีด
3	มีสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองซีด
4	มีสีเหลือง
5	มีสีเหลือง
6	มีสีเหลืองเข้ม
7	มีสีเหลืองเข้ม

การปรับปรุง(Improve)

7. ศึกษาเงื่อนไขในการอบแห้งสัปปะรดแต่ละกลุ่มพบว่าอุณหภูมิที่ 70-90 องศา และเวลาที่ใช้ก็คือ 500-600 นาที ส่งผลต่อการเปลี่ยนสีสัปปะรดมากที่สุด

	ความหวาน (brix)	ระดับความบริสุทธิ์	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการอบ (นาที)
กลุ่ม 1	10 ถึง 12	2 ถึง 4	70	500
	10 ถึง 12	2 ถึง 4	70	600
	10 ถึง 12	2 ถึง 4	90	500
	10 ถึง 12	2 ถึง 4	90	600
กลุ่ม 2	10 ถึง 12	5 ถึง 7	70	500
	10 ถึง 12	5 ถึง 7	70	600
	10 ถึง 12	5 ถึง 7	90	500
	10 ถึง 12	5 ถึง 7	90	600
กลุ่ม 3	13 ถึง 15	2 ถึง 4	70	500
	13 ถึง 15	2 ถึง 4	70	600
	13 ถึง 15	2 ถึง 4	90	500
	13 ถึง 15	2 ถึง 4	90	600
กลุ่ม 4	13 ถึง 15	5 ถึง 7	70	500
	13 ถึง 15	5 ถึง 7	70	600
	13 ถึง 15	5 ถึง 7	90	500
	13 ถึง 15	5 ถึง 7	90	600

อุปกรณ์ในการทำโครงการงาน

Hand
refractometer
เครื่องวัดปริมาณ
น้ำตาล



Color quest
sphere hunter
lab เครื่องวัดค่าสี



อุปกรณ์ในการทำโครงการงาน

Hot Air Oven เตา
อบลมร้อน



Moisture
Analyze เครื่องวัด
ความชื้น



ผลการอบสัปปะรดกลุ่ม1 ความหวาน 10-12 บริบูรณ์ 2-4

อุณหภูมิในการอบ	ระยะเวลาในการอบ	ภาพก่อนอบ	ภาพหลังอบ
70 องศาเซลเซียส	500 นาที		
70 องศาเซลเซียส	600 นาที		
90 องศาเซลเซียส	500 นาที		
90 องศาเซลเซียส	600 นาที		

ผลการอบสัปปะรดกลุ่ม2 ความหวาน 10-12 บริบูรณ์ 5-7

อุณหภูมิในการอบ	ระยะเวลาในการอบ	ภาพก่อนอบ	ภาพหลังอบ
70 องศาเซลเซียส	500 นาที		
70 องศาเซลเซียส	600 นาที		
90 องศาเซลเซียส	500 นาที		
90 องศาเซลเซียส	600 นาที		

ผลการอบสัปปะรดกลุ่ม3 ความหวาน 13-15 บริบูรณ์ 2-4

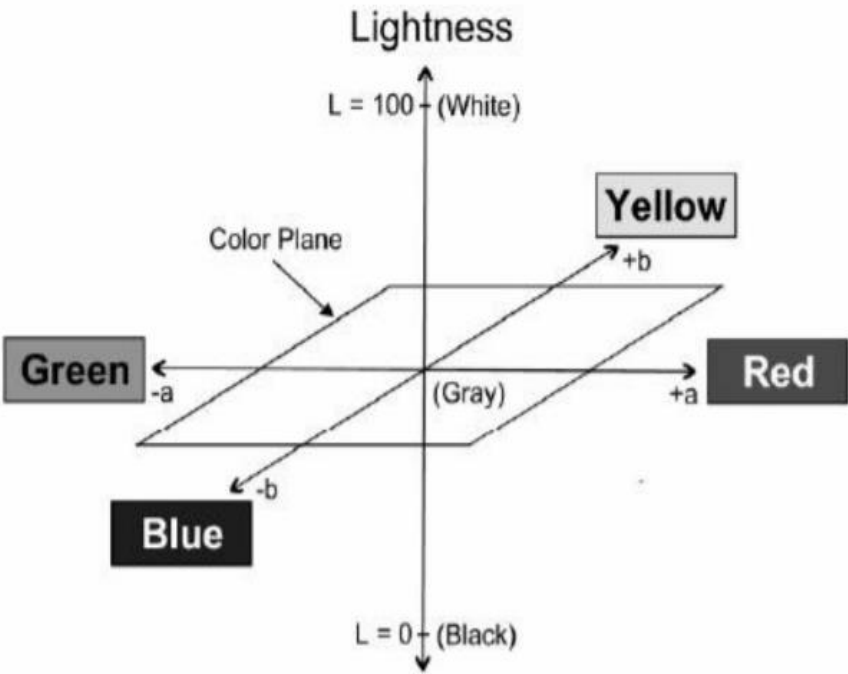
อุณหภูมิในการอบ	ระยะเวลาในการอบ	ภาพก่อนอบ	ภาพหลังอบ
70 องศาเซลเซียส	500 นาที		
70 องศาเซลเซียส	600 นาที		
90 องศาเซลเซียส	500 นาที		
90 องศาเซลเซียส	600 นาที		

ผลการอบสัปปะรดกลุ่ม4 ความหวาน 13-15 บริบูรณ์ 5-7

อุณหภูมิในการอบ	ระยะเวลาในการอบ	ภาพก่อนอบ	ภาพหลังอบ
70 องศาเซลเซียส	500 นาที		
70 องศาเซลเซียส	600 นาที		
90 องศาเซลเซียส	500 นาที		
90 องศาเซลเซียส	600 นาที		

ผลการวัดค่าสี(L*) ค่าความสว่างของสีแต่ละกลุ่ม

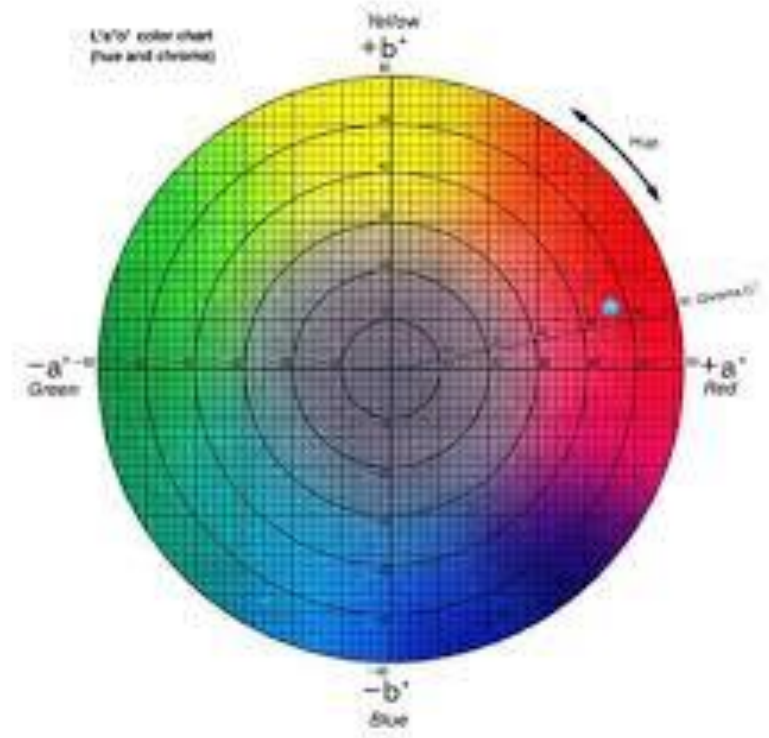
ความหวาน	ความ บริสุทธิ์	อุณหภูมิ			
		70 องศาเซลเซียส		70 องศาเซลเซียส	
		ระยะเวลา			
		500 นาที	600 นาที	500 นาที	600 นาที
10-12	2-4	61.34	59.52	50.84	47.81
		66.88	64.09	37.46	35.15
10-12	5-7	65.43	64.62	49.13	42.22
		68.58	62.76	41.46	43.01
13-15	2-4	70.08	70.82	42.26	48.76
		69.08	64.73	47.45	45.76
13-15	5-7	63.96	35.60	31.82	28.58
		35.49	33.58	29.67	27.39



L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)
L = 0 สีที่ได้จะมีดำเป็นสีดำ
L = 100 สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว

ผลการวัดค่าสี (b*) ค่าความเหลืองของสัปปะรดแต่ละกลุ่ม

ความหวาน	ความ บริสุทธิ์	อุณหภูมิ			
		70 องศาเซลเซียส		70 องศาเซลเซียส	
		ระยะเวลา			
		500 นาที	600 นาที	500 นาที	600 นาที
10-12	2-4	37.02	35.60	31.82	28.58
		35.49	33.58	29.67	27.39
10-12	5-7	37.56	41.52	30.29	28.21
		42.62	39.12	30.14	27.62
13-15	2-4	37.36	37.91	31.78	31.49
		39.14	37.32	33.21	32.63
13-15	5-7	40.23	41.33	32.97	30.72
		42.23	42.03	34.12	32.22



b* ใช้กำหนดสีเหลือง หรือสีน้ำเงิน
b เป็น + วัดภูมิสีออกเหลือง
b เป็น - วัดภูมิสีออกน้ำเงิน

จากนั้นนำค่า L^* คุณ b^*
เพื่อนำค่าของผลคูณทั้ง 2 ไปวิเคราะห์ค่า
ความแปรปรวนต่อไป



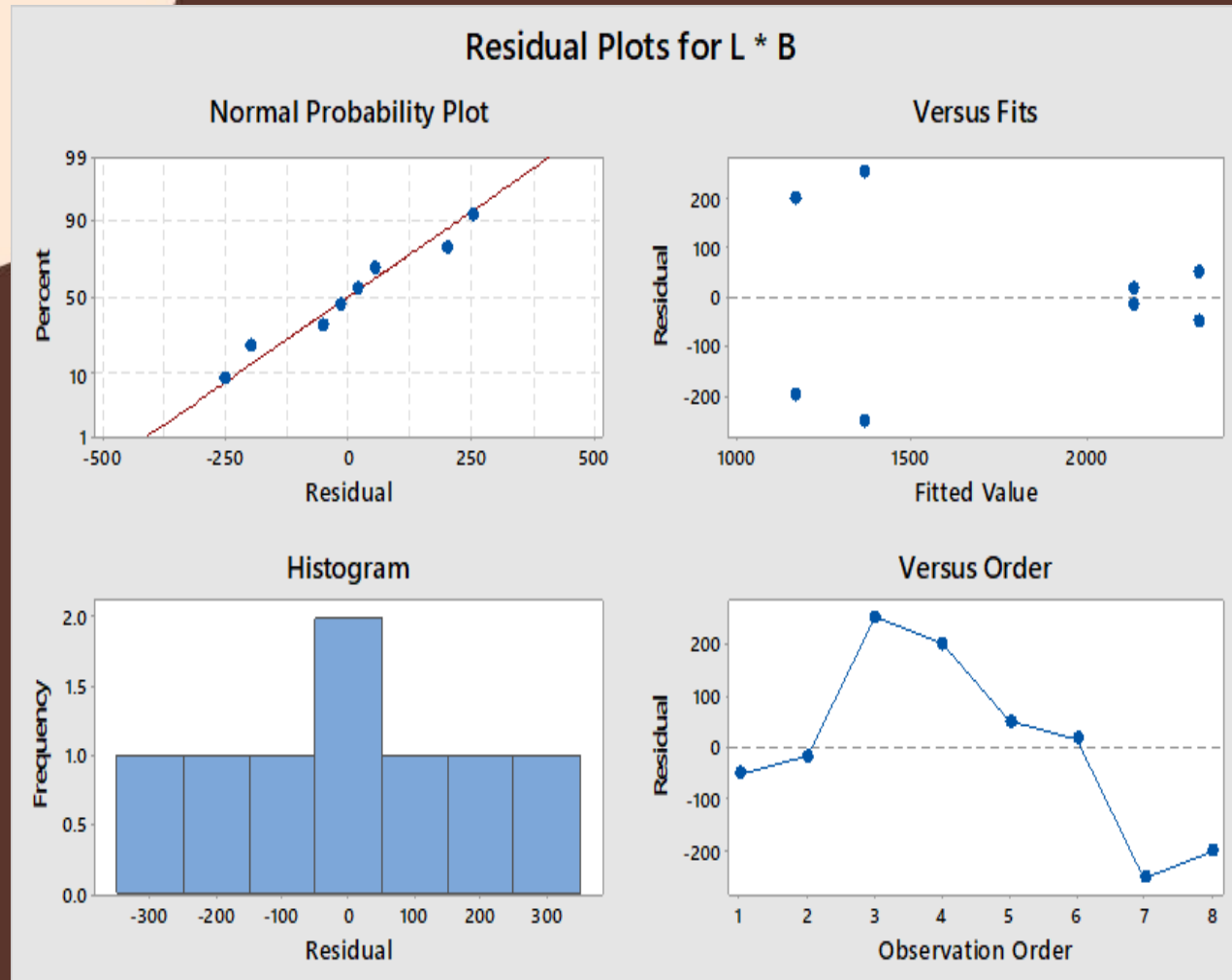
ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนในกลุ่มความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 2-4

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	1934492	644831	11.97	0.018
Linear	2	1934403	967202	17.96	0.010
time	1	74753	74753	1.39	0.304
temp	1	1859650	1859650	34.52	0.004
2-Way Interactions	1	89	89	0.00	0.970
time*temp	1	89	89	0.00	0.970
Error	4	215465	53866		
Total	7	2149957			

อุณหภูมิมีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญ
เนื่องจาก P-value น้อยกว่า 0.05

$L * B = 1746.7 - 482.1 \text{ temp}$ อุณหภูมิที่ใช้คือ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบเท่าไรก็ได้

ผลวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลในกลุ่มความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 2-4



การกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลผล
ตอบสี่ของสัปปะรดอบแห้งมีแนวโน้มกระจาย
ตัวแบบปกติ

ส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวแบบอิสระ
ไม่ขึ้นอยู่กับลำดับการทดลอง

ส่วนตกค้างมีความแปรปรวนคงที่

การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองสำหรับความ
หวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 2-4

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		1746.7	82.1	21.29	0.000	
time	-193.3	-96.7	82.1	-1.18	0.304	1.00
temp	-964.3	-482.1	82.1	-5.88	0.004*	1.00
time*temp	-6.7	-3.3	82.1	-0.04	0.970	1.00

S = 232.091

R-Sq = 89.98 %

R-Sq(adj) = 82.46 %

ความแม่นยำในการวิเคราะห์เป็นที่พึงพอใจ

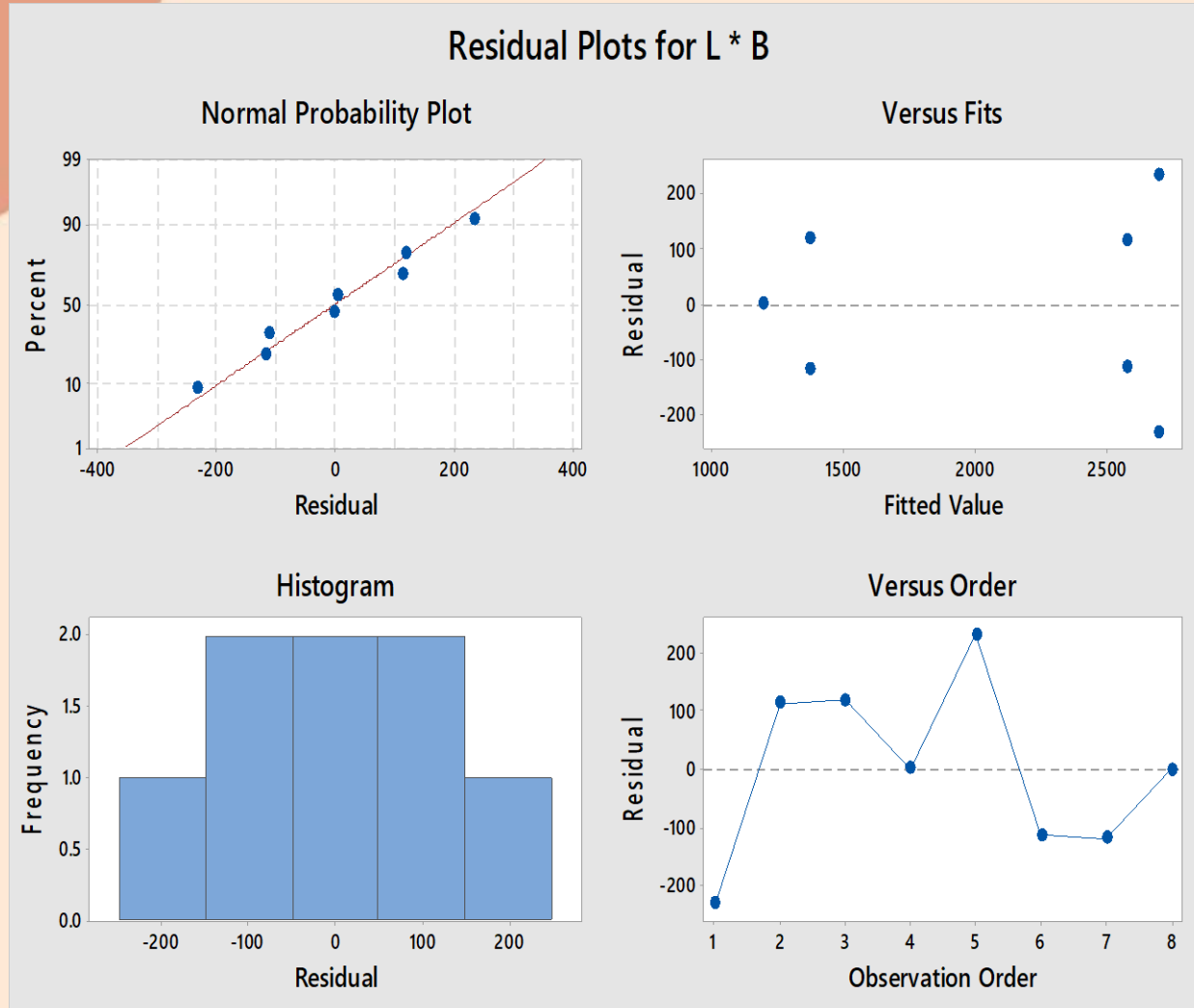
ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนในกลุ่มความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 5-7

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	3694430	1231477	30.28	0.003
Linear	2	3692732	1846366	45.40	0.002
time	1	45154	45154	1.11	0.351
temp	1	3647578	3647578	89.69	0.001
2-Way Interactions	1	1698	1698	0.04	0.848
time*temp	1	1698	1698	0.04	0.848
Error	4	162680	40670		
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Total	7	3857110			

อุณหภูมิมีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญ
เนื่องจาก P-value น้อยกว่า 0.05

$L * B = 1954.4 - 675.2 \text{ temp}$
อุณหภูมิที่ใช้คือ 70 องศาเซลเซียส
โดยใช้เวลาในการอบเท่าไรก็ได้

ผลวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลในกลุ่มความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 5-7



การกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบ
สีของสัปปะรดอบแห้งมีแนวโน้มกระจายตัวแบบ
ปกติ

ส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวแบบอิสระไม่
ขึ้นอยู่กับลำดับการทดลอง

ส่วนตกค้างมีความแปรปรวนคงที่

การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองสำหรับความ
หวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 5-7

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		1954.4	71.3	27.41	0.000	
time	-150.3	-75.1	71.3	-1.05	0.351	1.00
temp	-1350.5	-675.2	71.3	-9.47	0.001*	1.00
time*temp	-29.1	-14.6	71.3	-0.20	0.848	1.00

S = 201.668

R-Sq = 95.78 %

R-Sq (adj) = 92.62 %

ความแม่นยำในการวิเคราะห์เป็นที่พึงพอใจ

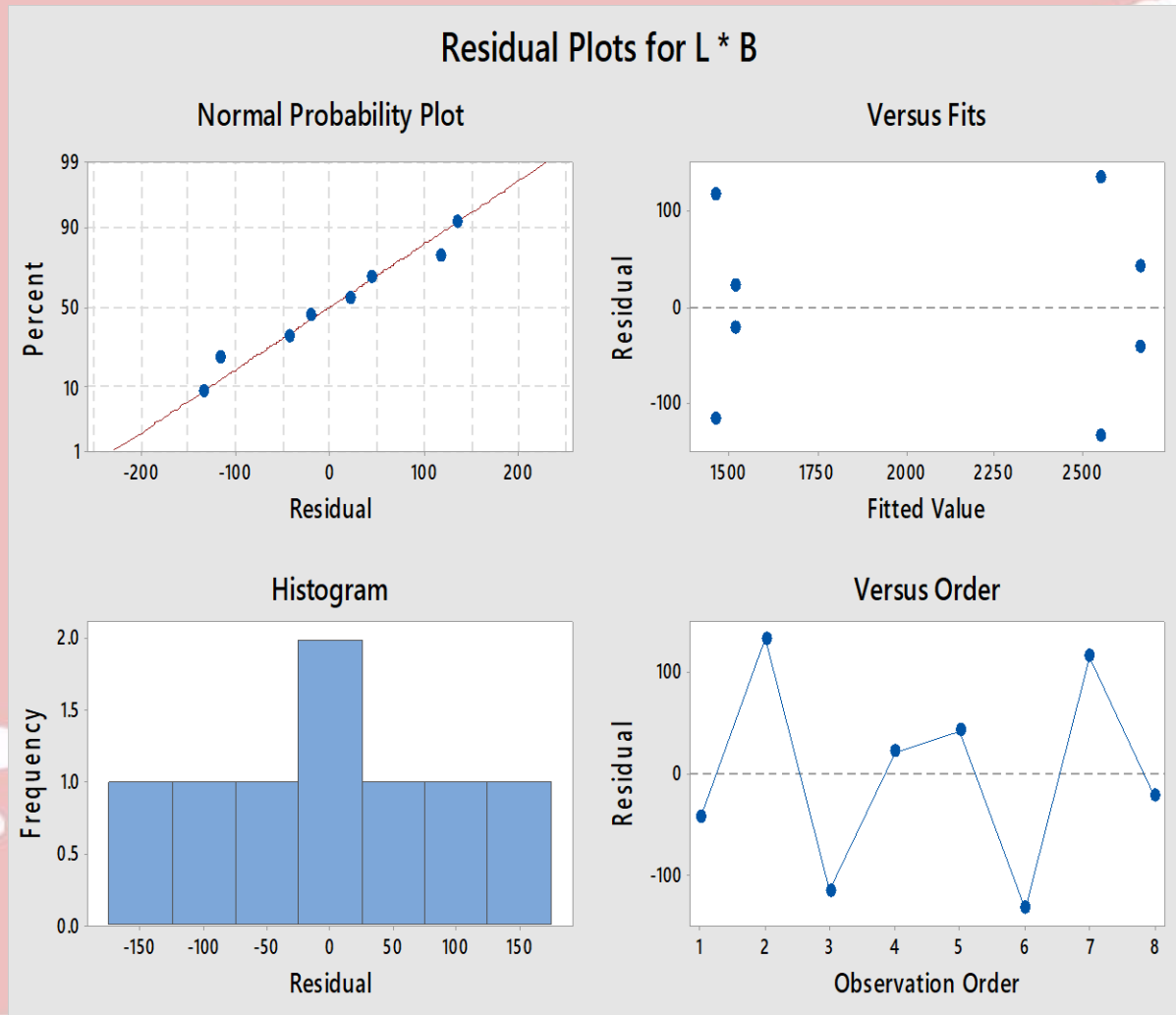
ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนในกลุ่มความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 2-4

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	2518535	839512	49.49	0.001
Linear	2	2504820	1252410	73.83	0.001
time	1	1560	1560	0.09	0.777
temp	1	2503261	2503261	147.57	0.000
2-Way Interactions	1	13715	13715	0.81	0.419
time*temp	1	13715	13715	0.81	0.419
Error	4	67852	16963		
Total	7	2586387			

อุณหภูมิมีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญ
เนื่องจาก P-value น้อยกว่า 0.05

$L * B = 2046.2 - 559.4 \text{ temp}$
อุณหภูมิที่ใช้คือ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบเท่าไรก็ได้

ผลวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลในกลุ่มความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 2-4



การกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบ
สีของสัปปะรดอบแห้งมีแนวโน้มกระจายตัวแบบ
ปกติ

ส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวแบบอิสระไม่
ขึ้นอยู่กับลำดับการทดลอง

ส่วนตกค้างมีความแปรปรวนคงที่

การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองสำหรับความ
หวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 2-4

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		2046.2	46.0	44.44	0.000	
time	-27.9	-14.0	46.0	-0.30	0.777	1.00
temp	-1118.8	-559.4	46.0	-12.15	0.000	1.00
Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
time*temp	82.8	41.4	46.0	0.90	0.419	1.00

S = 130.242

R-Sq = 97.38%

R-Sq(adj) = 95.41%

ความแม่นยำในการวิเคราะห์เป็นที่พึงพอใจ

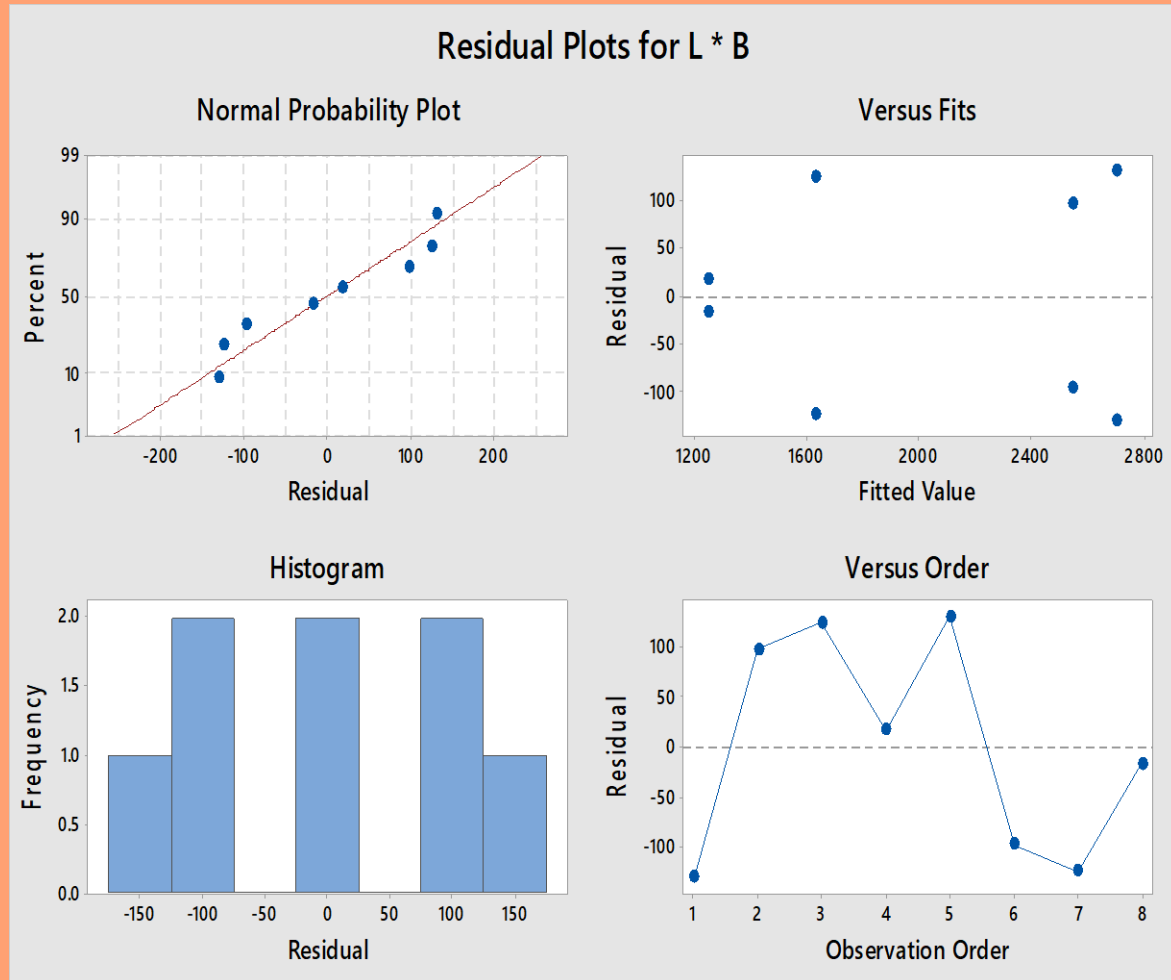
ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนในกลุ่มความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 5-7

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	2985780	995260	47.05	0.001
Linear	2	2960265	1480133	69.98	0.001
time	1	147662	147662	6.98	0.057
temp	1	2812604	2812604	132.97	0.000
2-Way Interactions	1	25514	25514	1.21	0.334
time*temp	1	25514	25514	1.21	0.334
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Error	4	84608	21152		
Total	7	3070388			

อุณหภูมิมีผลอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจาก P-value น้อยกว่า 0.05

L * B=2031.5 – 592.9 temp อุณหภูมิที่ใช้คือ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบเท่าไรก็ได้

ผลวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลในกลุ่มความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 5-7



การกระจายตัวของส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบ
สีของสัปปะรดอบแห้งมีแนวโน้มกระจายตัวแบบ
ปกติ

ส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวแบบอิสระไม่
ขึ้นอยู่กับลำดับการทดลอง

ส่วนตกค้างมีความแปรปรวนคงที่

การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองสำหรับความ
หวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 5-7

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		2031.5	51.4	39.51	0.000	
time	-271.7	-135.9	51.4	-2.64	0.057	1.00
temp	-1185.9	-592.9	51.4	-11.53	0.000	1.00
time*temp	-112.9	-56.5	51.4	-1.10	0.334	1.00

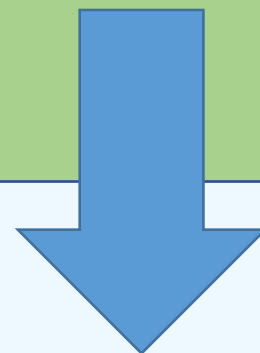
S = 145.437

R-Sq = 97.24%

R-Sq(adj) = 95.18%

ความแม่นยำในการวิเคราะห์เป็นที่พึงพอใจ

ผลการวิเคราะห์ทุกกลุ่มของสัปปะรด
พบว่า มีเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิที่มีผลต่อผล
ตอบสีของสัปปะรดโดยอุณหภูมิ 70 องศา
เซลเซียสจะทำให้ค่าสีดีที่สุด



ผู้วิจัยจึงทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลความขึ้นเพื่อหา
ระดับเวลาในการอบที่เหมาะสม

ผลวิเคราะห์ค่าความชื้นในกลุ่มความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 2-4

ข้อมูลความชื้นหลังจากอบสัปดาห์	
ระยะเวลาอบ(นาทีก)	ความชื้น(เปอร์เซ็นต์ db)
500	8.36
	3.61
600	3.27
	2.33

Two-Sample T-Test and CI: กลุ่ม 1 500, กลุ่ม 1 600

Method

μ_1 : mean of กลุ่ม 1 500
 μ_2 : mean of กลุ่ม 1 600
Difference: $\mu_1 - \mu_2$
Equal variances are assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
กลุ่ม 1 500	2	5.98	3.36	2.4
กลุ่ม 1 600	2	2.800	0.665	0.47

Estimation for Difference

Difference	Pooled StDev	95% CI for Difference
3.18	2.42	(-7.23, 13.60)

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
T-Value	DF	P-Value
1.32	2	0.319

ถึงแม้ผลจาก T-test จะไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญแต่ Standard Deviationของแต่ละกลุ่มอุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก

อุณหภูมิ 500 นาทีกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.36 ซึ่งหมายความว่าความชื้นมีความกระจายตัวมากๆ

อุณหภูมิ 600 นาทีก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.665 มีความหมายว่าความชื้นค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน

เลือกอุณหภูมิในการอบที่ 600 นาทีกเพื่อให้การอบสัปดาห์อบแห้งมีความชื้นที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด

ผลวิเคราะห์ค่าความชื้นในกลุ่มความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 5-7

ข้อมูลความชื้นหลังจากอบสัปดาห์

ระยะเวลาอบ(นาทีก)

ความชื้น(เปอร์เซ็นต์ db)

500

3.09

2.55

600

2.31

1.86

Two-Sample T-Test and CI: กลุ่ม 2 500, กลุ่ม 2 600

Method

μ_1 : mean of กลุ่ม 2 500

μ_2 : mean of กลุ่ม 2 600

Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
กลุ่ม 2 500	2	2.820	0.382	0.27
กลุ่ม 2 600	2	2.085	0.318	0.22

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.735	(-3.731, 5.201)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
2.09	1	0.284

ถึงแม้ผลจาก T-test จะไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญแต่ Standard Deviation ของแต่ละกลุ่มอุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก

อุณหภูมิ 500 นาทีกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.382 หมายความว่าความชื้นมีความเกาะกลุ่มกัน

อุณหภูมิ 600 นาทีก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.318 มีความหมายว่าความชื้นค่อนข้างเกาะกลุ่มเช่นกัน

เลือกอุณหภูมิในการอบที่ 500 นาทีกเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการอบ

ผลวิเคราะห์ค่าความชื้นในกลุ่มความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 2-4

ข้อมูลความชื้นหลังจากอบสัปดาห์

ระยะเวลาอบ(นาทีก)	ความชื้น(เปอร์เซ็นต์ db)
500	6.46
	2.96
600	4.37
	3.40

Two-Sample T-Test and CI: กลุ่ม 3 500, กลุ่ม 3 600 Method

μ_1 : mean of กลุ่ม 3 500

μ_2 : mean of กลุ่ม 3 600

Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
กลุ่ม 3 500	2	4.71	2.47	1.7
กลุ่ม 3 600	2	3.885	0.686	0.48

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.83	(-22.25, 23.90)

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$		
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$		
T-Value	DF	P-Value	
0.45	1	0.729	

ถึงแม้ผลจาก T-test จะไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญแต่ Standard Deviation ของแต่ละกลุ่มอุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก

อุณหภูมิ 500 นาทีมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.47 ซึ่งหมายความว่าความชื้นมีความกระจายตัวมากๆ

อุณหภูมิ 600 นาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.686 มีความหมายว่าความชื้นค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน

เลือกอุณหภูมิในการอบที่ 600 นาทีเพื่อให้การอบสัปดาห์อบแห้งมีความชื้นที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด

ผลวิเคราะห์ค่าความชื้นในกลุ่มความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 5-7

ข้อมูลความชื้นหลังจากอบสัปดาห์

ระยะเวลาอบ(นาทีก)	ความชื้น(เปอร์เซ็นต์ db)
500	4.06
	3.85
600	3.80
	3.81

Two-Sample T-Test and CI: กลุ่ม 4 500, กลุ่ม 4 600 Method

μ_1 : mean of กลุ่ม 4 500

μ_2 : mean of กลุ่ม 4 600

Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
กลุ่ม 4 500	2	3.955	0.148	0.10
กลุ่ม 4 600	2	3.80500	0.00707	0.0050

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.150	(-1.186, 1.486)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
1.43	1	0.389

ถึงแม้ผลจาก T-test จะไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญแต่ Standard Deviation ของแต่ละกลุ่มอุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก

อุณหภูมิ 500 นาทีมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.148 ซึ่งหมายความว่าความชื้นมีความเกาะกลุ่มกัน

อุณหภูมิ 600 นาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.007 มีความหมายว่าความชื้นค่อนข้างเกาะกลุ่มเช่นกัน

เลือกอุณหภูมิในการอบที่ 500 นาทีเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการอบ

สรุปผล

สัปดาห์กลุ่มที่ 1 ระดับความหวาน 10-12 ความบริสุทธิ์ 2-4 ควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและระยะเวลาในการอบ 600 นาที

สัปดาห์กลุ่มที่ 2 ระดับความหวาน 10-12 ระดับความบริสุทธิ์ 5-7 ควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและระยะเวลาในการอบ 500 นาที

สัปดาห์กลุ่มที่ 3 ระดับความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 2-4 ควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและระยะเวลาในการอบ 600 นาที

สัปดาห์กลุ่มที่ 4 ระดับความหวาน 13-15 ความบริสุทธิ์ 5-7 ควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและระยะเวลาในการอบ 500 นาที

หลังการปรับปรุง

ทำการทดสอบยืนยันผลจาก
สถานการณ์จริง ขั้นตอนการ
ทำงานคือ นำสัปปะรดสด 16
กิโลกรัมมาแบ่งกลุ่ม สามารถ
แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ **กลุ่ม 2** และ
กลุ่ม 4 เกิดจากการวัดค่าระดับ
ความหวานและแบ่งตามความ
บริบูรณ์ โดยทั้ง 2 กลุ่ม **อบที่**
อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสและ
ระยะเวลาอบ 500 นาที



วัดความหวานของ
สัปปะรดสด



แบ่งระดับความ
บริบูรณ์

- นำสัปปะรดที่แบ่งกลุ่มเสร็จแล้วไปปอกตา, หั่นสัปปะรด, จัดเรียงแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม จนกลายเป็นสัปปะรดอบแห้ง
- คัดแยกสัปปะรดดีและของเสีย



หลังจากการอบ
ซ้ายมือ กลุ่ม 2
ขวามือ กลุ่ม 4



ภาพที่ 1 กลุ่ม 2
ภาพที่ 2 กลุ่ม 4
ภาพที่ 3 ของเสีย

จากการปรับปรุงกระบวนการ หลังอบได้สัปปะรดอบแห้ง 1.12 กิโลกรัม ได้ของดี 1.04 กิโลกรัม และของเสียจากสีไม่ตรงสเปค 0.08 กิโลกรัม **ของเสียลดลงไปได้ 11.85 %**



ผลิตภัณฑ์รวม



ของดี



ของเสีย

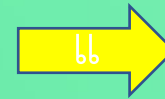
เปอร์เซ็นต์ของเสียปัจจุบัน 7.14 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจะเห็นว่าสามารถ**ลดลง**ได้จากก่อนปรับปรุงที่มี 18.99 เปอร์เซ็นต์

การควบคุม(Control)

ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	การควบคุม
1	การล้างสัปะรด	ให้พนักงานล้างสัปะรดที่จะนำมาเข้าสู่กระบวนการปอกเปลือก	ควรล้างให้สะอาดเพื่อง่ายต่อการปอกเปลือก



ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	การควบคุม
2	การปอกเปลือกสัปะรด	นำสัปะรดที่ล้างมาแล้วมาทำการปอกเปลือก และตัดออก	ควรปอกตาสัปะรดออกให้ ถ้ามีตาสัปะรดติดอยู่ ผลិតภักดิ์จะเกิดเป็นรอยไหม้เกิดขึ้น
3	การแบ่งระดับความบริบูรณ์	ให้พนักงานคัดแยกความสุกของสัปะรด	ทำเอกสารภาพตัวอย่างสี่ระดับความสุกของสัปะรด(สีเหลืองเข้ม, สีเหลืองอ่อน)



ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	การควบคุม
4	การวัดระดับความหวาน	ให้พนักงานสุ่มวัดระดับความหวานจากกลุ่มความบริสุทธิ์สัปปะรดที่ได้แบ่งไว้	ทำป้ายระดับความหวานโดยแบ่งกลุ่มความหวานเป็น 10-12 บริกซ์ และ 13-15 บริกซ์
5	การหั่นสัปปะรดให้เป็นแผ่น	ให้พนักงานใช้เครื่องหั่นสัปปะรดให้เป็นแผ่นขนาด 0.8 ถึง 1 เซนติเมตรเพื่อนำเข้าเตาอบ	คัดแยกหัวและท้ายของสัปปะรดเนื่องจากเป็นของเสียในกระบวนการผลิต



ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	การควบคุม
6	การจัดเรียงก่อนเข้าเตาอบ	ให้พนักงานเรียงตามการจัดกลุ่มตามระดับความหวานและความบริสุทธิ์ที่กำหนด	ทำปายระยะเวลาการอบและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแต่ละกลุ่มโดย - กลุ่มที่1 ความหวาน10-12 บริบูรณ์ 2-4 ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบ 600 นาที -กลุ่มที่2 ความหวาน10-12 บริบูรณ์ 5-7 ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบ 500 นาที -กลุ่มที่3 ความหวาน13-15บริบูรณ์ 2-4 ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบ 600 นาที -กลุ่มที่4 ความหวาน13-15บริบูรณ์ 5-7 ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบ 500 นาที
7	การคัดแยกของเสียหลังจากการอบ	ให้พนักงานคัดแยกสัปปะรดที่ผ่านและไม่ผ่าน	ทำใบตรวจสอบวัดความสามารถในการคัดแยกสัปปะรดว่าผ่าน ไม่ผ่าน โดยทำการวัดเดือนละ 1 ครั้ง

Thank you

