

## ภาคผนวก ก

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

#### ก.1 วิธีวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (%acidity) ในรูปของกรดซิตริกโดยการไทเทรต (AOAC, 2000)

##### การเตรียมตัวอย่าง

นำผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล) พันธุ์เชียงใหม่ แซ่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -22 องศาเซลเซียส วางไว้จนละลายที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) มาปั่นด้วยเครื่องบดหยาบ 3 ครั้ง นำน้ำหม่อนที่ได้มากรองผ่านผ้าขาวบาง ที่รองบนตะแกรงขนาด 100 mesh นำของเหลวที่ได้ไปเหวี่ยงด้วยความเร็ว 9,600 rpm นาน 20 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส แล้วแยกเอาส่วนใสไปตรวจทดสอบ

##### การไทเทรต

เติมฟีนอล์ฟทาไลน์ 1 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นต้มเพื่อปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ 300 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนเป็นสีชมพู เติมตัวอย่างที่เตรียมไว้ 10 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติ (สีชมพู)

##### การคำนวณ

$$\% \text{acidity} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{Equi. Wt of acid} \times 100}{\text{ml/g sample} \times 1000}$$

โดยที่ Equi. Wt of acid = 64

#### ก.2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Total anthocyanins) ด้วยวิธี pH-differential (Giusti และ Wrolstad, 2005)

##### การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.025 โมลาร์ pH 1.0  
ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 1.86 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 980 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ วัดค่า pH และปรับให้สารละลายมีค่า pH 1.0 ด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc.HCl) และปรับปริมาตร 1 ลิตรในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลายโซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.4 โมลาร์ pH 4.5

ซึ่งโซเดียมอะซิเตต ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 54.43 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 960 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ วัดค่า pH และปรับให้เป็น pH 1.0 ด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc.HCl) และปรับปริมาตร 1 ลิตรในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

### การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Total anthocyanins)

1. เปิดเครื่อง spectrophotometer นานอย่างน้อย 30 นาที ก่อนใช้งาน
2. เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยไปแตสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ pH 1.0 ให้มีค่า dilution factor ต่างๆ เพื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่  $\lambda_{\text{vis-max}}$  (513 นาโนเมตร) จนค่าการดูดกลืนแสงที่  $\lambda_{\text{vis-max}}$  อยู่ในช่วงเส้นตรงของ spectrophotometer (ค่าการดูดกลืนแสงควรน้อยกว่า 1.2)

**หมายเหตุ** การเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ โดยใช้ปริมาตรตัวอย่างที่มากเกินไปอาจทำให้สารละลายบัฟเฟอร์ ไม่สามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ได้ จึงควรใช้ตัวอย่างไม่เกินร้อยละ 20 ของปริมาตรทั้งหมด

3. ใช้น้ำกลั่นเป็น blank ทั้งที่  $\lambda_{\text{vis-max}}$  และ 700 นาโนเมตร
4. นำสารละลาย 2 ชุด (ไปแตสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ pH 1.0 และโซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 4.5) ที่เตรียมไว้มาเจือจางกับตัวอย่าง (เหมือนอธิบายในข้อ 2) ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละ dilution ที่  $\lambda_{\text{vis-max}}$  ( $A_{\lambda_{\text{vis-max}}}$ ) และ 700 ( $A_{700}$ ) นาโนเมตร (เพื่อหักลบค่าความขุ่นที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น) หักลบกับ blank ซึ่งคือน้ำกลั่น

6. คำนวณค่าการดูดกลืนแสงของ diluted sample (A) ดังนี้

$$A = (A_{\lambda_{\text{vis-max}}} - A_{700})_{\text{pH 1.0}} - (A_{\lambda_{\text{vis-max}}} - A_{700})_{\text{pH 4.5}}$$

7. คำนวณความเข้มข้นของ monomeric anthocyanin ในตัวอย่างเริ่มต้น

$$\text{ปริมาณ monomeric anthocyanin pigment} = (A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 1000) / (\epsilon \times l)$$

โดยที่ MW = น้ำหนักโมเลกุล 449.2 (cyanidin-3-glucoside)

DF = dilution factor (สำหรับตัวอย่าง เช่น ตัวอย่าง 0.2 มิลลิลิตร เจือจางได้ปริมาตร 3 มิลลิลิตร, DF = 15)

$\epsilon$  = โมลาร์แอบซอปติวิตี (Molar absorptivity) ค่านี้จะขึ้นกับชนิดของแอนโทไซยานินและตัวทำละลาย โดยทั่วไปมักใช้ค่าของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (Cyanidin-3-glucoside) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1.0 ซึ่งเท่ากับ  $26,900 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

สมการที่แสดงข้างต้นถือว่า pathlength คือ 1 เซนติเมตร

## ภาคผนวก ข

### การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

#### ข.1 วิธีวัดค่าความคงตัวของความขุ่นทางกายภาพ (Padival และคณะ, 1980)

ในน้ำผลไม้ที่มีการเติมสารให้ความคงตัว ส่วนของเนื้อผลไม้จะมีการจับตัวกันตกตะกอนหรือลอยขึ้นไปอยู่ข้างบนในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้เกิดส่วนใสขึ้น ดังนั้นความสูงทั้งหมดของน้ำผลไม้ (H) และความสูงของเนื้อผลไม้ที่แขวนลอยอยู่ (h) ถูกตรวจสอบค่าที่วัดได้และระยะเวลาในความคงตัวของความขุ่น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ร้อยละความคงตัวของความขุ่น} = h/H \times 100$$

#### ข.2 การวัดความขุ่น

นำตัวอย่างมาทำการเจือจาง โดยเจือจาง 25 เท่า แล้วนำไปวัดความขุ่น โดยจะมีหน่วยเป็น NTU

หมายเหตุ: ที่ต้องมีการเจือจางตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีค่าความขุ่นเกิน 800 NTU ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดที่เครื่องจะสามารถอ่านได้

#### ข.3 การวัดค่าสี (Hunter Associates Laboratory, Inc., 1996)

นำตัวอย่างวางใส่ลงในภาชนะสำหรับวัดสีของเครื่อง Hunter Lab Color Quest 45/0 ทำการวัดในระบบ CIE  $L^* a^* b^* C^* h^*$  โดยทำการวัด 3 ครั้งในแต่ละตัวอย่าง

CIE  $L^* a^* b^*$  (CIELAB) เป็นระบบการวัดสีที่สามารถบอกความแตกต่างของสีโดย

$L^*$  ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)

$L^* = 0$  = Perfect black sample

$L^* = 100$  = Perfect white sample

$a^*$  ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว

$a^*$  เป็น + แสดงว่าวัตถุมีสีแดง

$a^*$  เป็น - แสดงว่าวัตถุมีสีเขียว

$b^*$  ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

$b^*$  เป็น + แสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง

$b^*$  เป็น - แสดงว่าวัตถุมีสีน้ำเงิน

นอกจากนี้ในระบบ CIELAB ยังมีการเชื่อมค่า  $a^*$  และ  $b^*$  เข้ากับค่า Hue และ Chroma โดยกำหนดค่า Color team อีก 2 ตัว คือ Hue angle ( $h^*$ ) และ Chroma ( $C^*$ )

Hue angle เป็นตัวเลขที่ระบุว่ามีสีอยู่ตำแหน่งใดในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา โดย

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

ถ้า  $h^* = 0^\circ$  แสดงว่าเป็นสีแดง

$h^* = 90^\circ$  แสดงว่าเป็นสีเหลือง

$h^* = 180^\circ$  แสดงว่าเป็นสีเขียว

$h^* = 270^\circ$  แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

ส่วนค่า Chroma ได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่  $a^* = h^* = 0$  ไปยังตำแหน่งตัวอย่าง  $C^*$  บอกค่าความสดสีที่มีความสว่างค่าหนึ่ง ๆ

#### ข.4 วิธีการวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดบรูคฟิลด์

นำตัวอย่างเครื่องตีมน้ำหม่อนชนิดขุนไล่ในบีกเกอร์ขนาด 30 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งมีอุณหภูมิคงที่ นำไปวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบบรูคฟิลด์ โดยใช้ RV spindle set S05 ความเร็วรอบ 100 rpm

#### ข.5 วิธีการตรวจสอบปริมาณน้ำหม่อนที่ผลิตได้ คิดเป็นร้อยละ (%yield)

นำผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล) พันธุ์เชียงใหม่ แซ่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -22 องศาเซลเซียส วางไว้จนละลายที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) มาปั่นด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้แยกกาก 3 ครั้ง นำน้ำหม่อนที่ได้มากรองผ่านผ้าขาวบาง ที่รองบนตะแกรงขนาด 100 mesh นำของเหลวที่ได้ไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 9,600 rpm นาน 20 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส แล้วแยกเอาส่วนใส (น้ำหม่อน) มาชั่งน้ำหนัก คิดเป็นร้อยละ (%yield) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ปริมาณผลผลิต (\%yield)} = \frac{\text{น้ำหม่อนที่ได้ (g)}}{\text{น้ำหนักผลหม่อน (g)}} \times 100$$

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสนี้ ดำเนินการโดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ประเมินความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำหอมชนิดชุ่น โดยมีแบบฟอร์มในการทดสอบ ดังนี้

แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส		
ชื่อ .....	วันที่ .....	
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มน้ำหอมชนิดชุ่น		
คำชี้แจง 1. ผู้ทดสอบจะได้รับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำหอมชนิดชุ่น 3 สูตร		
2. กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วทำการประเมินโดยกรอกคะแนนลงในช่องว่าง		
9=ชอบมากที่สุด 8=ชอบมาก 7=ชอบปานกลาง 6=ชอบเล็กน้อย		
5=เฉยๆ 4=ไม่ชอบเล็กน้อย 3=ไม่ชอบปานกลาง 2=ไม่ชอบมาก		
1=ไม่ชอบมากที่สุด		
คุณลักษณะ	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....
สี	.....	.....
กลิ่น	.....	.....
รสชาติ	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....
ข้อเสนอแนะ .....		
.....		

## ภาคผนวก ง

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ง.1.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อปริมาณแอนโธไซยานิน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	648788.719 <sup>a</sup>	3	216262.906	43.799	.000
Intercept	806718.399	1	806718.399	163.382	.000
pH	648788.719	3	216262.906	43.799	.000*
Error	39501.027	8	4937.628		
Total	1495008.145	12			
Corrected Total	688289.746	11			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .943 (Adjusted R Squared = .921)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อปริมาณแอนโธไซยานิน

(I) pH		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
2.5	4.0	107.240	57.374	.099	-25.064	239.544
	6.0	539.626*	57.374	.000	407.322	671.931
	8.0	481.566*	57.374	.000	349.262	613.870
4.0	2.5	-107.240	57.374	.099	-239.544	25.064
	6.0	432.386*	57.374	.000	300.082	564.690
	8.0	374.326*	57.374	.000	242.022	506.630

ตารางภาคผนวกที่ ง.1.2 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อปริมาณแอนโธไซยานิน

pH		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
6.0	2.5	-539.626*	57.374	.000	-671.931	-407.322
	4.0	-432.386*	57.374	.000	-564.690	-300.082
	8.0	-58.060	57.374	.341	-190.364	74.244
8.0	2.5	-481.566*	57.374	.000	-613.870	-349.262
	4.0	-374.326*	57.374	.000	-506.630	-242.022
	6.0	58.060	57.374	.341	-74.244	190.364

หมายเหตุ: \* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อความคงตัวของสี (L\*)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	155.357 <sup>a</sup>	3	51.786	465.002	.000
Intercept	1002.841	1	1002.841	9004.856	.000
pH	155.357	3	51.786	465.002	.000*
Error	.891	8	.111		
Total	1159.089	12			
Corrected Total	156.248	11			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (L\*)

pH		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2.5	4.0	-2.1533 <sup>*</sup>	.27248	.000	-2.7817	-1.5250
	6.0	-9.4833 <sup>*</sup>	.27248	.000	-10.1117	-8.8550
	8.0	-5.6500 <sup>*</sup>	.27248	.000	-6.2783	-5.0217
4.0	2.5	2.1533 <sup>*</sup>	.27248	.000	1.5250	2.7817
	6.0	-7.3300 <sup>*</sup>	.27248	.000	-7.9583	-6.7017
	8.0	-3.4967 <sup>*</sup>	.27248	.000	-4.1250	-2.8683
6.0	2.5	9.4833 <sup>*</sup>	.27248	.000	8.8550	10.1117
	4.0	7.3300 <sup>*</sup>	.27248	.000	6.7017	7.9583
	8.0	3.8333 <sup>*</sup>	.27248	.000	3.2050	4.4617
8.0	2.5	5.6500 <sup>*</sup>	.27248	.000	5.0217	6.2783
	4.0	3.4967 <sup>*</sup>	.27248	.000	2.8683	4.1250
	6.0	-3.8333 <sup>*</sup>	.27248	.000	-4.4617	-3.2050

หมายเหตุ: \* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (a\*)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	331.554 <sup>a</sup>	3	110.518	276.571	.000
Intercept	801.477	1	801.477	2005.698	.000
pH	331.554	3	110.518	276.571	.000*
Error	3.197	8	.400		
Total	1136.228	12			
Corrected Total	334.751	11			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .987)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (a\*)

pH		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2.5	4.0	1.2500*	.51614	.042	.0598	2.4402
	6.0	10.2200*	.51614	.000	9.0298	11.4102
	8.0	11.8533*	.51614	.000	10.6631	13.0436
4.0	2.5	-1.2500*	.51614	.042	-2.4402	-.0598
	6.0	8.9700*	.51614	.000	7.7798	10.1602
	8.0	10.6033*	.51614	.000	9.4131	11.7936
6.0	2.5	-10.2200*	.51614	.000	-11.4102	-9.0298
	4.0	-8.9700*	.51614	.000	-10.1602	-7.7798
	8.0	1.6333*	.51614	.013	.4431	2.8236
8.0	2.5	-11.8533*	.51614	.000	-13.0436	-10.6631
	4.0	-10.6033*	.51614	.000	-11.7936	-9.4131
	6.0	-1.6333*	.51614	.013	-2.8236	-.4431

หมายเหตุ: \* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (b\*)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16.851 <sup>a</sup>	3	5.617	33.116	.000
Intercept	110.050	1	110.050	648.846	.000
pH	16.851	3	5.617	33.116	.000*
Error	1.357	8	.170		
Total	128.257	12			
Corrected Total	18.207	11			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .925 (Adjusted R Squared = .898)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (b\*)

pH		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2.5	4.0	1.5133*	.33626	.002	.7379	2.2888
	6.0	1.7600*	.33626	.001	.9846	2.5354
	8.0	-1.1600*	.33626	.009	-1.9354	-.3846
4.0	2.5	-1.5133*	.33626	.002	-2.2888	-.7379
	6.0	.2467	.33626	.484	-.5288	1.0221
	8.0	-2.6733*	.33626	.000	-3.4488	-1.8979
6.0	2.5	-1.7600*	.33626	.001	-2.5354	-.9846
	4.0	-.2467	.33626	.484	-1.0221	.5288
	8.0	-2.9200*	.33626	.000	-3.6954	-2.1446
8.0	2.5	1.1600*	.33626	.009	.3846	1.9354
	4.0	2.6733*	.33626	.000	1.8979	3.4488
	6.0	2.9200*	.33626	.000	2.1446	3.6954

หมายเหตุ: \* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.5.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (C\*)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	252.465 <sup>a</sup>	3	84.155	239.150	.000
Intercept	1025.086	1	1025.086	2913.072	.000
pH	252.465	3	84.155	239.150	.000*
Error	2.815	8	.352		
Total	1280.366	12			
Corrected Total	255.280	11			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .989 (Adjusted R Squared = .885)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.5.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (C\*)

pH		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2.5	4.0	1.7067*	.48435	.008	.5898	2.8236
	6.0	10.4033*	.48435	.000	9.2864	11.5202
	8.0	9.4400*	.48435	.000	8.3231	10.5569
4.0	2.5	-1.7067*	.48435	.008	-2.8236	-.5898
	6.0	8.6967*	.48435	.000	7.5798	9.8136
	8.0	7.7333*	.48435	.000	6.6164	8.8502
6.0	2.5	-10.4033*	.48435	.000	-11.5202	-9.2864
	4.0	-8.6967*	.48435	.000	-9.8136	-7.5798
	8.0	-.9633	.48435	.082	-2.0802	.1536
8.0	2.5	-9.4400*	.48435	.000	-10.5569	-8.3231
	4.0	-7.7333*	.48435	.000	-8.8502	-6.6164
	6.0	.9633	.48435	.082	-.1536	2.0802

หมายเหตุ: \* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.6.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (h\*)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5851.290 <sup>a</sup>	3	1950.430	95.262	.000
Intercept	9805.227	1	9805.227	478.901	.000
pH	5851.290	3	1950.430	95.262	.000*
Error	163.796	8	20.474		
Total	15820.312	12			
Corrected Total	6015.086	11			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .973 (Adjusted R Squared = .963)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.6.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่อ  
ความคงตัวของสี (h\*)

pH		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2.5	4.0	5.2100	3.69454	.196	-3.3096	13.7296
	6.0	-11.2033*	3.69454	.016	-19.7230	-2.6837
	8.0	-51.1200*	3.69454	.000	-59.6396	-42.6004
4.0	2.5	-5.2100	3.69454	.196	-13.7296	3.3096
	6.0	-16.4133*	3.69454	.002	-24.9330	-7.8937
	8.0	-56.3300*	3.69454	.000	-64.8496	-47.8104
6.0	2.5	11.2033*	3.69454	.016	2.6837	19.7230
	4.0	16.4133*	3.69454	.002	7.8937	24.9330
	8.0	-39.9167*	3.69454	.000	-48.4363	-31.3970
8.0	2.5	51.1200*	3.69454	.000	42.6004	59.6396
	4.0	56.3300*	3.69454	.000	47.8104	64.8496
	6.0	39.9167*	3.69454	.000	31.3970	48.4363

หมายเหตุ: \* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของความหนืดในเครื่องดีมน้ำหอมชนิดชุนในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	865668.660 <sup>a</sup>	19	45561.508	518.505	.000
Intercept	1218019.874	1	1218019.874	13861.479	.000
date	3106.686	2	1553.343	17.678	.000
type	123666.412	1	123666.412	1407.366	.000
content	654816.885	2	327408.442	3726.019	.000
date * type	3678.697	2	1839.349	20.932	.000
date * content	4029.694	4	1007.423	11.465	.000
type * content	55466.411	2	27733.206	315.613	.000
date * type * content	20770.580	4	5192.645	59.094	.000*
rep	133.294	2	66.647	.758	.476
Error	2987.609	34	87.871		
Total	2086676.142	54			
Corrected Total	868656.268	53			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ๓.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลของความชุ่มชื้นในเครื่องดีมน้ำหอมชนิดชุ่มชื้นในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2783466.822 <sup>a</sup>	49	56805.445	1253.813	.000
Intercept	7134241.000	1	7134241.000	157467.377	.000
date	82666.148	7	11809.450	260.659	.000
type	1326336.111	1	1326336.111	29274.967	.000
content	1060167.792	2	530083.896	11700.042	.000
date * type	6692.570	7	956.081	21.103	.000
date * content	3830.961	14	273.640	6.040	.000
type * content	299629.514	2	149814.757	3306.720	.000
date * type * content	4072.505	14	290.893	6.421	.000*
rep	71.222	2	35.611	.786	.459
Error	4258.778	94	45.306		
Total	9921966.600	144			
Corrected Total	2787725.600	143			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .998)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ๙.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาค่าสี (L\*) ในเครื่องต้ม  
น้ำหม่อนชนิดขุนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส  
เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.929 <sup>a</sup>	19	.523	29.752	.000
Intercept	621.998	1	621.998	35413.786	.000
date	2.883	2	1.441	82.067	.000
type	.469	1	.469	26.676	.000
content	.539	2	.269	15.343	.000
date * type	1.115	2	.557	31.730	.000
date * content	3.601	4	.900	51.255	.000
type * content	.925	2	.463	26.339	.000
date * type * content	.368	4	.092	5.241	.002*
rep	.029	2	.015	.838	.441
Error	.597	34	.018		
Total	632.524	54			
Corrected Total	10.526	53			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .943 (Adjusted R Squared = .912)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาค่าดี (a\*) ในเครื่องดื่ม  
น้ำหม่อนชนิดชุ่นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส  
เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26.234 <sup>a</sup>	19	1.381	189.921	.000
Intercept	2439.629	1	2439.629	335567.778	.000
date	3.269	2	1.634	224.798	.000
type	.636	1	.636	87.470	.000
content	4.716	2	2.358	324.345	.000
date * type	1.367	2	.684	94.026	.000
date * content	13.991	4	3.498	481.102	.000
type * content	.337	2	.169	23.200	.000
date * type * content	1.870	4	.468	64.318	.000*
rep	.048	2	.024	3.302	.049
Error	.247	34	.007		
Total	2466.110	54			
Corrected Total	26.481	53			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .991 (Adjusted R Squared = .985)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาค่าสี (b\*) ในเครื่องดีม  
น้ำหมอนชนิดขุนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส  
เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.863 <sup>a</sup>	19	.361	49.515	.000
Intercept	.735	1	.735	100.757	.000
date	3.630	2	1.815	248.821	.000
type	.614	1	.614	84.225	.000
content	.509	2	.254	34.870	.000
date * type	.525	2	.262	35.974	.000
date * content	.919	4	.230	31.488	.000
type * content	.345	2	.173	23.675	.000
date * type * content	.312	4	.078	10.678	.000*
rep	.009	2	.004	.606	.551
Error	.248	34	.007		
Total	7.846	54			
Corrected Total	7.111	53			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .965 (Adjusted R Squared = .946)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาค่าสี (C\*) ในเครื่องต้ม  
น้ำหม่อนชนิดขุนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส  
เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24.953 <sup>a</sup>	19	1.313	151.860	.000
Intercept	2451.608	1	2451.608	283479.989	.000
date	3.062	2	1.531	177.046	.000
type	.669	1	.669	77.344	.000
content	4.234	2	2.117	244.780	.000
date * type	1.379	2	.690	79.734	.000
date * content	13.346	4	3.336	385.788	.000
type * content	.315	2	.157	18.195	.000
date * type * content	1.925	4	.481	55.645	.000*
rep	.024	2	.012	1.381	.265
Error	.294	34	.009		
Total	2476.855	54			
Corrected Total	25.247	53			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .988 (Adjusted R Squared = .982)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาค่าสี (h\*) ในเครื่องต้ม  
น้ำหมอนชนิดขุนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส  
เป็นเวลา 7 วัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1500700.306 <sup>a</sup>	19	78984.227	32.929	.000
Intercept	972614.502	1	972614.502	405.483	.000
date	513487.257	2	256743.629	107.036	.000
type	147451.591	1	147451.591	61.473	.000
content	145018.604	2	72509.302	30.229	.000
date * type	129065.274	2	64532.637	26.904	.000
date * content	377873.543	4	94468.386	39.384	.000
type * content	4444.352	2	2222.176	.926	.406
date * type * content	178639.801	4	44659.950	18.619	.000*
rep	4719.882	2	2359.941	.984	.384
Error	81554.272	34	2398.655		
Total	2554869.080	54			
Corrected Total	1582254.578	53			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .948 (Adjusted R Squared = .920)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลการทดสอบ  
ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	79.500 <sup>a</sup>	20	3.975	8.143	.000
Intercept	1782.225	1	1782.225	3650.919	.000
trt	.225	1	.225	.461	.505
panelist	79.275	19	4.172	8.547	.000
Error	9.275	19	.488		
Total	1871.000	40			
Corrected Total	88.775	39			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .896 (Adjusted R Squared = .786)

ตารางภาคผนวกที่ ง.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลการทดสอบ  
ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	96.000 <sup>a</sup>	20	4.800	12.000	.000
Intercept	1904.400	1	1904.400	4761.000	.000
trt	.400	1	.400	1.000	.330
panelist	95.600	19	5.032	12.579	.000
Error	7.600	19	.400		
Total	2008.000	40			
Corrected Total	103.600	39			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .927 (Adjusted R Squared = .894)

ตารางภาคผนวกที่ ง.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลการทดสอบ  
ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	134.900 <sup>a</sup>	20	6.745	17.144	.000
Intercept	1380.625	1	1380.625	3509.281	.000
trt	2.025	1	2.025	5.147	.035*
panelist	132.875	19	6.993	17.776	.000
Error	7.475	19	.393		
Total	1523.000	40			
Corrected Total	142.375	39			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .947 (Adjusted R Squared = .892)

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ง.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลการทดสอบ  
ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	59.900 <sup>a</sup>	20	2.995	.687	.794
Intercept	1782.225	1	1782.225	408.595	.000
trt	.625	1	.625	.143	.709
panelist	59.275	19	3.120	.715	.764
Error	82.875	19	4.362		
Total	1925.000	40			
Corrected Total	142.775	39			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .420 (Adjusted R Squared = -.191)

ตารางภาคผนวกที่ ง.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลการทดสอบ  
ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	90.400 <sup>a</sup>	20	4.520	6.556	.000
Intercept	1562.500	1	1562.500	2266.221	.000
trt	.900	1	.900	1.305	.267
panelist	89.500	19	4.711	6.832	.000
Error	13.100	19	.689		
Total	1666.000	40			
Corrected Total	103.500	39			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .873 (Adjusted R Squared = .740)

ตารางภาคผนวกที่ ง.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากการศึกษาผลการทดสอบ  
ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	45.100 <sup>a</sup>	20	2.255	1.795	.104
Intercept	1974.025	1	1974.025	1570.952	.000
trt	.625	1	.625	.497	.489
panelist	44.475	19	2.341	1.863	.092
Error	23.875	19	1.257		
Total	2043.000	40			
Corrected Total	68.975	39			

หมายเหตุ: <sup>a</sup> หมายถึง R Squared = .654 (Adjusted R Squared = .290)



## 7. ประสบการณ์ในงานวิจัย

### Publication :

Akkarachaneeyakorn, S., Laguerre, J.C., Tattiyakul, J., Neugnot, B., Boivin, P., Morales, F.J., and Birlouez-Aragon, I. 2010. Optimization of Combined Microwave-Hot Air Roasting of Malt Based on Energy Consumption and Neo-Formed Contaminants Content. *Journal of Food Science* 75(4):201-207.

สุธิดา อัครชเนียกร, สุปรียา อภินทนาพงศ์ และศิริขวัญ ทินรัตน์. 2556. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของรุ่นที่ใส่น้ำนมถั่วเหลือง. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 12(1):1-9.

### Poster presentation:

Akkarachaneeyakorn, S., Laguerre, J.C., Tattiyakul, J., Neugnot, B., Boivin, P., Morales, F.J. and Birlouez-Aragon, I. 2010. Optimization of Combined Microwave-Hot air Roasting of Malt Based on Energy Consumption and Neo-Formed Contaminants Content. Abstract has been presented for a poster session in the Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting being held in Anaheim California, USA, June8, 2009.