



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

1. การวัดปริมาณแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์

อุปกรณ์

เครื่องวัดปริมาณแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Quantek Instrument model 902D, U.S.A.)

วิธีการ

ก่อนการใช้งานควรอุ่นเครื่องอย่างน้อย 2 ถึง 3 นาที แล้วปรับเทียบเครื่องโดยการกดสวิตช์ ค้างไว้ประมาณ 4 ถึง 6 วินาที เพื่อสูบอากาศเข้าเครื่อง อ่านค่าปริมาณแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีต้องสามารถอ่านปริมาณแก๊สออกซิเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 20.70 ถึง 21.10 และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 0.00 ถึง 0.20

วัดปริมาณแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์ โดยการเสียบเข็มวัดผ่านบรรจุภัณฑ์ แล้วกดสวิตช์เพื่อดูดอากาศจากภายในบรรจุภัณฑ์เข้าสู่เครื่องวัด เพื่อป้องกันการรั่วซึมของแก๊สที่อาจเกิดจากการเสียบเข็มวัด ควรใช้แผ่นยืดหยุ่นติดบนบรรจุภัณฑ์บริเวณจุดที่จะวัด แล้วเสียบเข็มวัดผ่านแผ่นยืดหยุ่น อ่านปริมาณแก๊สที่ตรวจพบภายในบรรจุภัณฑ์

2. การวัดปริมาณความชื้น (AOAC., 1995)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius model BP 610, Germany)
2. ตู้อบสูญญากาศ (WTB Binder model VD, Germany)

วิธีการ

อบจานโลหะพร้อมฝาที่ระดับอุณหภูมิ 100 ถึง 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก จดน้ำหนักความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักประมาณ 3 กรัมใส่ลงในจานโลหะที่อบและทราบน้ำหนักที่แน่นอน ปิดฝาและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ระหว่างรอชั่งตัวอย่างต่อไปนำใส่ไว้ในโถดูดความชื้นจนกระทั่งครบทุกตัวอย่าง แล้วจึงนำไปอบในตู้อบสูญญากาศ ที่ระดับอุณหภูมิ 70 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ± 0.5 ชั่วโมง ขณะอบให้เปิดฝาจานโลหะ คำนวณปริมาณความชื้นทั้งหมดจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{(M_1 - M_0)}$$

M_0 หมายถึง น้ำหนักของงานโลหะพร้อมฝา (กรัม)

M_1 หมายถึง น้ำหนักของงานโลหะพร้อมฝาและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

M_2 หมายถึง น้ำหนักของงานโลหะพร้อมฝาและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

3. การวัดปริมาณน้ำอิสระ

อุปกรณ์

เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Novasina, Switzerland)

วิธีการ

นำตัวอย่างกาแฟคั่วบดใส่ในเซลล์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ อ่านค่าจากเครื่องที่ผ่านการปรับเทียบจากตัวอย่างมาตรฐาน โดยตัวอย่างที่รอการตรวจสอบ ต้องอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท

4. การวัดค่าสีตามระบบอินเทอร์เน็ต

อุปกรณ์

เครื่องวัดค่าสี (Juki Instrument model JC 801, Japan)

4.1 การวัดค่าสีของกาแฟคั่วบด

วิธีการ

ใส่ตัวอย่างกาแฟคั่วบดในเซลล์สำหรับวัดค่าสีของวัตถุผง วัดค่าสีโดยเลือกใช้หลักการสะท้อนของแสง บันทึกค่า L ค่า a และค่า b

4.2 การวัดค่าสีของกาแฟผงสำเร็จ

วิธีการ

เตรียมตัวอย่างกาแฟผงสำเร็จโดยใช้กาแฟ 4 ช้อนชา (ประมาณ 4.5 กรัม) ต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร นำตัวอย่างใส่ในเซลล์สำหรับวัดค่าสีของสารละลาย วัดค่าสีโดยเลือกใช้หลักการส่องผ่านของแสง บันทึกค่า L ค่า a และ ค่า b

5. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC., 1995)

อุปกรณ์

เครื่องเขย่า (New Brunswick Scientetific Innova 4340, U.S.A.)

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

การเตรียม

ซังสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร

การหาความเข้มข้นที่แน่นอน

หาความเข้มข้นที่แน่นอนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยไทเทรตกับสารละลายปฐภูมิโพแทสเซียมไฮโดรเจนทาเลต [potassium hydrogen phthalate, $\text{KH}(\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4)$]

ซังสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนทาเลตประมาณ 0.4 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วเติมฟีนอล์ฟธาลีน 2 ถึง 3 หยดเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตสารละลายปฐภูมิด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติ คือ สารละลายเปลี่ยนจากใสเป็นสีชมพู คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนจากสูตร

ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

$$= \frac{\text{น้ำหนักของ } \text{KH}(\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4) \text{ (กรัม)} \times 1,000}{\text{น้ำหนักโมเลกุลของ } \text{KH}(\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4) \times \text{ปริมาตรของ NaOH (มิลลิลิตร)}}$$

2. ฟีนอล์ฟธาลีน

3. แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 แล้วเจือจางให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 80

วิธีการ

ซังตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 75 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วนำไปแช่ต่อเนื้อ 16 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 นำของเหลวที่กรองได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร เติมฟีนอล์ฟธาลีน 2 ถึง 3 หยดเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบไร้ตัวอย่าง (blank test) โดยใช้ น้ำกลั่น คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดจากสูตร

ปริมาณกรดทั้งหมด (มิลลิลิตรของค่ามาตรฐานต่อตัวอย่าง 100 กรัม)

$$= \frac{(V_1 - V_2) \times N \times V_3 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

V_1 หมายถึง ปริมาตรของ NaOH (มิลลิลิตร) ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 หมายถึง ปริมาตรของ NaOH (มิลลิลิตร) ที่ใช้ไตเตรทการทดสอบไว้ตัวอย่าง

V_3 หมายถึง ปริมาตรของสารละลายกาแฟ 100 มิลลิลิตร

N หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

6. การวัดความเป็นกรด-ด่าง

อุปกรณ์

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Metrohm model 744, Switzerland)

วิธีการ

ก่อนการวัดให้ปรับเทียบเครื่องวัดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการวัดค่าสีกาแฟขงสำเร็จ แล้วนำตัวอย่างใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จุ่มอิเล็กโทรดลงในตัวอย่าง อ่านค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างจากเครื่องวัด

7. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (ดัดแปลงจาก AOAC., 1995)

อุปกรณ์

1. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Mettmert, Germany)

2. เครื่องเขย่า (New Brunswick Scientetific Innova 4340, U.S.A.)

สารเคมี

1. คลอโรฟอร์ม

2. กรดอะซิติก

3. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว

เตรียมโดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เติมสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ลงไปเรื่อยๆ จนไม่ละลาย

4. น้ำแข็งความเข้มข้นร้อยละ 1

ซังสตาร์ช 1 กรัม ละลายในน้ำเล็กน้อย ต้มจนน้ำแข็งใส วางไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

5. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.002 นอร์มัล

เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.002 นอร์มัลทุกครั้งที่ทดลองจาก standard stock ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

การเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมโคริออกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

ชั่งสารโซเดียมโคริออกไซด์ 13 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมโคริออกไซด์

1) อบสารโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ประมาณ 0.4 กรัม ที่ระดับอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

2) ชั่งสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ 1 กรัม ในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร

3) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร

4) เติมน้ำที่เตรียมจากข้อ 1) 10 มิลลิลิตร จะได้สีน้ำตาลเข้ม วางไว้ในที่มืด 6 นาฬิกา

5) ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมโคริออกไซด์ จนได้สีเหลือง เติมน้ำเพิ่มความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ไตเตรตต่อจนได้สารละลายสีฟ้า

6) คำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมโคริออกไซด์จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมโคริออกไซด์} = \frac{W \times 1,000 \times 6}{294.19 \times V}$$

W หมายถึง น้ำหนักของ $K_2Cr_2O_7$ (กรัม)

V หมายถึง ปริมาตรของโซเดียมโคริออกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

การสกัดน้ำมันจากกาแฟคั่วบด (ดัดแปลงจาก Koniecko, 1979)

ชั่งกาแฟ 25 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำมัน 100 มิลลิลิตร เขย่าต่อเนื่องประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อสกัดน้ำมัน จากนั้นนำมารอง และวัดปริมาตร สารละลายที่ได้จากการกรอง เขย่าผสม แล้วแบ่งเป็น 4 ส่วนเท่ากัน นำสารละลาย 2 ส่วนไปไตเตรตหาค่าเปอร์ออกไซด์ และสารละลายอีก 2 ส่วนใส่ในภาชนะที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไประเหยคลอโรฟอร์มบนอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ระดับอุณหภูมิประมาณ 65 ถึง 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งคลอโรฟอร์มระเหยออกไปจนหมด พิจารณาจากกลิ่นคลอโรฟอร์มที่หมดไป สารที่คงเหลือจากการระเหยคือน้ำมันที่สกัดได้ บันทึกน้ำหนักน้ำมันที่ได้ซึ่งเทียบเท่ากับน้ำหนักน้ำมันอีก 2 ส่วน ที่ใช้ในการไตเตรต

วิธีการ

นำสารละลายที่ได้จากการแบ่ง 4 ส่วน มาเติมกรดอะซิติก ในสัดส่วนระหว่าง สารละลาย (ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาตรของคลอโรฟอร์มที่ได้จากการแบ่ง 4 ส่วน) ต่อ กรดอะซิติก เท่ากับ 2 ต่อ 3

เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว 0.5 มิลลิลิตร วางไว้ในที่มืด 1 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรเพื่อหยุดปฏิกิริยา จากนั้นเติมน้ำแบ่งความเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมโซโครัลเฟตความเข้มข้น 0.002 นอร์มัล สังเกตจุดยุติ คือสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี ทำการทดสอบซ้ำตัวอย่างโดยใช้กลั่นแล้ว คำนวณค่าเปอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมสมมูลต่อน้ำมัน 1,000 กรัม) จากสูตร

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์} = \frac{(V - V_0) \times N \times 1,000}{W}$$

V หมายถึง สารละลายมาตรฐานโซเดียมโซโครัลเฟตที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_0 หมายถึง สารละลายมาตรฐานโซเดียมโซโครัลเฟตที่ใช้ไตเตรทในการทดสอบ ไร้ตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมโซโครัลเฟต

W หมายถึง น้ำหนักของน้ำมัน (กรัม)

8. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธี Lane and Eynon (AOAC., 1995)

สารเคมี

1. สารละลาย Carez I: ละลาย zinc acetate dihydrate [$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] 21.9 กรัม ใน น้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติก 3 กรัม ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร
2. สารละลาย Carez II: ละลาย potassium ferrocyanide trihydrate [$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$] 10.6 กรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร
3. สารละลาย Fehling I: ละลาย copper sulphate pentahydrate ($\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 34.639 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร
4. สารละลาย Fehling II: ละลาย sodium hydroxide (NaOH) 50 กรัม และ sodium potassium tartrate ($\text{KNaC}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 73 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวด ปรับปริมาตร

วิธีการ

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน

ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม เติมสารละลาย Carez I และ Carez II ลงไปอย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร วางทิ้งไว้

ประมาณ 20 นาที แล้วกรอง เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน ซึ่งค่าที่ได้เป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในตัวอย่าง ที่ไม่รวมน้ำตาลซูโครส

preliminary titration

นำสารละลายที่กรองได้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ไล่ฟองอากาศในบิวเรตออก ให้หมด ปิเปตสารละลาย mixed Fehling's Reagents มา 10 มิลลิลิตร (อย่างละ 5 มิลลิลิตร) ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมลูกแก้ว (glass bead) ลงไปเพื่อป้องกันการล้นของสารละลาย นำไปต้มจนเดือด ไตเตรทจนสีฟ้าหายไป เหลือตะกอนสีส้มแดงของคิวปริสออกไซด์ บันทึกปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้

accurate titration

เมื่อเตรียมสารละลายตัวอย่างให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมในการไตเตรทแล้ว ไตเตรทซ้ำเช่นเดียวกับ preliminary titration โดยปิเปต mixed Fehling's Reagents มา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมลูกแก้วเพื่อป้องกันการเดือด แล้วเติมสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปในขวดรูปชมพู่ทันที โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ในการทำ preliminary titration ประมาณ 1 ถึง 2 หยด ไตเตรทจนสีฟ้าจางหายไปหมดเหลือแต่ตะกอนสีส้มแดงของคิวปริสออกไซด์ บันทึกปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ นำไปเทียบหาปริมาณน้ำตาลในสารละลายตัวอย่างจากตาราง แล้วคำนวณหาร้อยละน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชัน (D1)

การวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชัน

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชัน ใช้สารละลายน้ำตาลเดิมที่เหลือจากการไตเตรทหาค่า D1 แล้ว โดยแบ่งมาจำนวนหนึ่งให้ทราบปริมาตรที่แน่นอนเพื่อใช้ประโยชน์ในการคำนวณ สำหรับการทดลองนี้ใช้ 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดเกลือเข้มข้น 5 มิลลิลิตร นำไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ระดับ 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว ปรับให้ส่วนผสมเป็นกลางด้วยด่าง (NaOH ความเข้มข้น 5 นอร์มัล) แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปใส่ในบิวเรตเพื่อไตเตรทกับสารละลาย mixed Fehling's Reagents มา 10 มิลลิลิตร ทำเช่นเดียวกับการหาค่า D1 บันทึกปริมาตรของน้ำตาลที่ใช้ นำไปหาค่า D2 ซึ่งเป็นร้อยละน้ำตาลทั้งหมดหลังการอินเวอร์ชัน

$$\text{ร้อยละน้ำตาลซูโครส (S)} = 0.95 (D2-D1)$$

$$\text{ร้อยละน้ำตาลทั้งหมด} = D1 + S$$

9. การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการวิเคราะห์ประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาและปริมาณ (Quantitative descriptive analysis, QDA) (ดัดแปลงจาก Hootman, 1992)

การวิเคราะห์ประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาและปริมาณเป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ธรรมชาติและความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์อาหาร แต่เป็นวิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงต้องใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝน เพื่อให้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือ ซึ่ง Hootman (1992) แบ่งขั้นตอนการทดสอบเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การคัดเลือกผู้ทดสอบ การคิดค้นคำศัพท์ การฝึกฝนการให้คะแนน และการประเมินตัวอย่าง

9.1 การคัดเลือกผู้ทดสอบ

Lyon *et al.* (1992) รายงานว่าวิธีการนี้ต้องใช้ผู้ทดสอบชิมอย่างน้อยที่สุด 8 คน ที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้ทดสอบทั้งหมด 25 คน หรือเรียกว่า กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายทั้ง 25 คน ผ่านการพิจารณาลักษณะพื้นฐานโดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ข แบบทดสอบหากกลุ่มเป้าหมาย) ซึ่งกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จากนั้นผู้ทดสอบทั้ง 25 คน ผ่านขั้นตอนพื้นฐานของการคัดเลือกดังนี้

9.1.1 การสร้างความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง กาแฟคั่วบดที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่

- (1) กาแฟสดใหม่ หมายถึง กาแฟที่คั่วบดใหม่
- (2) กาแฟสดปานกลาง หมายถึง กาแฟคั่วบดที่เก็บในถุงออลูมิเนียมฟอยล์เป็นเวลาประมาณ 3 เดือน
- (3) กาแฟเก่า หมายถึง กาแฟคั่วบดที่เก็บในถุงออลูมิเนียมฟอยล์เป็นเวลาประมาณ 6 เดือน

หมายเหตุ: กาแฟคั่วบดในขั้นตอนการสร้างความคุ้นเคยได้จากการศึกษาปัญหาพิเศษของพัตรเพ็ญ (2547)

การเตรียมตัวอย่าง

ชงกาแฟผ่านเครื่องชงโดยใช้กาแฟคั่วบด 4 ช้อนชา ต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร นำกาแฟเทใส่แก้วชิมชนิดใสที่สามารถบรรจุร้อนได้ ปริมาตรประมาณ 30 มิลลิลิตร เสิร์ฟตัวอย่างพร้อมขนมปังจืด น้ำเปล่า โถบ้วนปาก และกระดาษเช็ดปาก

การทดสอบ

ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างกาแฟที่ได้ที่ละตัวอย่าง ก่อนชิมตัวอย่างต่อไปผู้ทดสอบต้องเคี้ยวขนมปังจืดและล้างปากด้วยน้ำเปล่า เพื่อชะล้างรสชาติตกค้างบนต่อมรับรส

ในขั้นตอนของการสร้างความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ ผู้นำการทดสอบจะระบุชนิดของตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทราบ เพื่อให้ผู้ทดสอบจดจำลักษณะของกาแฟคั่วบดที่ระยะเวลาการเก็บต่างกัน และเพื่อสร้างความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์จึงทดสอบทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดสอบวันละ 1 ซ้ำ ติดต่อกัน 5 วัน

9.1.2 การทดสอบความสามารถในการจำแนกผลิตภัณฑ์

เมื่อผู้ทดสอบเริ่มคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทดสอบความสามารถในการจำแนกความสดของกาแฟ โดยใช้ตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับ 9.1.1 ผู้ทดสอบเรียงลำดับความสดของกาแฟโดยระบุในใบประเมิน (ภาคผนวก ข ใบประเมินการทดสอบ โดยวิธีการ ranking test) ทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ เพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบเกิดความอ่อนล้า จึงทดสอบครั้งละ 2 ซ้ำ และหยุดพักประมาณ 10 นาที ก่อนการทดสอบซ้ำที่ 2

9.1.3 การคัดเลือก

ผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกคือผู้ทดสอบที่สามารถเรียงลำดับความสดของกาแฟคั่วบดได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 50 (2 ครั้ง) ซึ่งผลการทดสอบมีผู้ผ่านการคัดเลือกจำนวน 9 คน

9.2 การคิดค้นคำศัพท์

การคิดค้นคำศัพท์เป็นขั้นตอนการค้นหาคำศัพท์ที่ใช้อธิบายลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบต้องอธิบายลักษณะของตัวอย่างอย่างเป็นอิสระ ไม่ปรึกษากันลงในใบประเมิน (ภาคผนวก ข ใบประเมินการทดสอบเชิงพรรณนาสำหรับการคิดค้นคำศัพท์) จากนั้นจึงประชุมร่วมกันเพื่อพิจารณาคำศัพท์ที่เหมาะสมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบด ในการคิดค้นคำศัพท์ใช้ตัวอย่างกาแฟคั่วบด 2 ชุด

ชุดที่ 1 กาแฟคั่วบดเช่นเดียวกับขั้นตอน 9.1.1

ชุดที่ 2 กาแฟคั่วบดที่จำหน่ายทางการค้า ได้แก่ กาแฟคั่วบดที่ผลิตจากโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กาแฟคั่วบดตราคอฟฟี่빈 และกาแฟคั่วบดตราชูชุกิ

จากการทดสอบทั้ง 2 ชุด สามารถคัดเลือกคำศัพท์ที่เหมาะสมสำหรับกาแฟคั่วบด ดังนี้ สีน้าตาล กลิ่นหอม กลิ่นไหม้ กลิ่นหืน รสขม รสเปรี้ยว รสชาติดกค้ำ และความชอบโดยรวม

9.3 การฝึกฝนการให้คะแนน

วิธีการให้คะแนนที่ใช้สำหรับการทดลองคือ การใช้สเกล เนื่องจากค่าที่ได้ค่อนข้างละเอียด และสามารถป้องกันอคติที่อาจเกิดจากการให้คะแนนแบบตัวเลข โดยเลือกใช้สเกลแบบเส้นตรง ความยาว 15 เซนติเมตร

ตัวอย่าง

กาแฟคั่วบดที่จำหน่ายทางการค้า ได้แก่ กาแฟคั่วบดที่ผลิตจากโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กาแฟคั่วบดตราคอฟฟี่บีน และกาแฟคั่วบดตราชูชุกิ

การฝึกฝน

ผู้นำการทดสอบเสนอตัวอย่างแก่ผู้ทดสอบแบบสุ่ม จากนั้นผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มของลักษณะต่างๆ โดยทำเครื่องหมายลงบนสเกลในใบประเมิน (ภาคผนวก ข ใบประเมินการทดสอบเชิงพรรณนา)

การทดสอบแต่ละครั้งผู้ทดสอบจะทำการทดสอบ 3 ซ้ำ และหยุดพักประมาณ 10 นาที ก่อนเริ่มทดสอบซ้ำต่อไป จากนั้นผู้นำการทดสอบเปลี่ยนผลการทดสอบเป็นตัวเลขโดยวัดค่าจากด้านหัวสเกล แล้วนำค่าจากแต่ละซ้ำมาตรวจสอบความเที่ยงตรงของผู้ทดสอบ โดยตัวอย่างกาแฟจากผู้ผลิตเดียวกันควรมีคะแนนในแต่ละซ้ำใกล้เคียงกัน

สำหรับขั้นตอนการฝึกการให้คะแนนใช้เวลาฝึกฝนทั้งหมด 5 ครั้ง จนกระทั่งผู้ทดสอบเริ่มให้คะแนนค่อนข้างเที่ยงตรง จึงสิ้นสุดการฝึกฝน

9.4 การประเมินตัวอย่าง

ผู้ทดสอบประเมินตัวอย่างลงในใบประเมิน (ภาคผนวก ข ใบประเมินการทดสอบเชิงพรรณนา) โดยทดสอบอย่างอิสระ ไม่มีการปรึกษากัน จากนั้นผู้นำการทดสอบเปลี่ยนผลเป็นตัวเลข เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป



ภาคผนวก ข
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. แบบทดสอบหากลุ่มเป้าหมาย

1. คุณดื่มกาแฟหรือไม่ ☐ ดื่ม ☐ ไม่ดื่ม
2. คุณเคยดื่มกาแฟชนิดใดบ้าง
 - ☐ กาแฟสด
 - ☐ กาแฟสำเร็จรูปชนิดที่ผลิตจากเมล็ดกาแฟโดยไม่ผ่านการปรุงแต่งด้วยสารประกอบอื่น เช่น กาแฟดำ เป็นต้น
 - ☐ กาแฟสำเร็จรูปชนิดที่ผลิตจากเมล็ดกาแฟและมีการปรุงแต่งด้วยส่วนผสมอื่น เช่น คาราเมล เป็นต้น
 - ☐ กาแฟสำเร็จรูปชนิด three in one
 - ☐ กาแฟสำเร็จรูปชนิดสกัดกาแฟอื่น
3. คุณชอบกาแฟชนิดใดมากที่สุด กรุณาระบุ.....
4. คุณดื่มกาแฟเมื่อใด
 - ☐ ดื่มกาแฟทุกๆ โอกาสที่มี
 - ☐ ดื่มกาแฟบ่อยครั้งมาก
 - ☐ ดื่มกาแฟบ่อย
 - ☐ ดื่มกาแฟและต้องการดื่มขณะนี้
 - ☐ ดื่มกาแฟไม่บ่อยครั้งนัก ถ้ามีก็ดื่ม ถ้าไม่มีก็ไม่ดื่ม
 - ☐ ดื่มไม่ชอบดื่มกาแฟ แต่ดื่มได้เป็นบางโอกาส
 - ☐ ดื่มแทบจะไม่ดื่มกาแฟเลย
 - ☐ ดื่มจะดื่มกาแฟก็ต่อเมื่อไม่มีเครื่องดื่มชนิดอื่นให้ดื่ม
 - ☐ ดื่มจะดื่มกาแฟก็ต่อเมื่อถูกบังคับเท่านั้น
5. คุณสนใจที่จะเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในกาแฟหรือไม่
 - ☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ (ถ้าสนใจกรุณาทำข้อต่อไป)
6. กรุณาทำเครื่องหมาย / หน้าข้อความต่อไปนี้ตามความเป็นจริง
 - ☐ คุณไม่เป็นโรคโพรงจมูกอักเสบชนิดเรื้อรัง
 - ☐ คุณไม่เป็นโรคใช้หวัดเรื้อรัง

☐ คุณไม่เป็นโรคภูมิแพ้

☐ คุณไม่เป็นโรคตาบอดสี

7. กรุณาระบุรายละเอียดดังต่อไปนี้

ชื่อ.....นามสกุล.....

รหัส.....สาขา.....

โทรศัพท์.....

ระบุวันเวลาที่สะดวกในการเข้าร่วมทดสอบ.....



2. ใบประเมินการทดสอบโดยวิธี ranking test

วันที่ทดสอบ.....		
หมายเลขผู้ทดสอบ.....		
กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา เพื่อจัดลำดับความสดของกาแฟจากใหม่ไปเก่า ก่อนประเมินตัวอย่างต่อไปให้ผู้ทดสอบเคี้ยวขนมปังจืดและล้างปากด้วยน้ำเปล่า		
	กาแฟสดใหม่	กาแฟสดปานกลาง
ใส่รหัสตัวอย่าง		
	กาแฟเก่า	

3. ใบประเมินการทดสอบเชิงพรรณนาสำหรับการคิดค้นคำศัพท์

วันที่ทดสอบ.....

หมายเลขผู้ทดสอบ.....

กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา โดยเขียนบรรยายลักษณะที่ตรวจพบได้
ก่อนประเมินตัวอย่างต่อไปให้ผู้ทดสอบเขียนมโนทัศน์และล้างปากด้วยน้ำเปล่า โปรดให้สัญญาณ
ถ้าต้องการตัวอย่างเพิ่มหรือต้องการความช่วยเหลือ

รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....

4. ใบประเมินการทดสอบเชิงพรรณนา

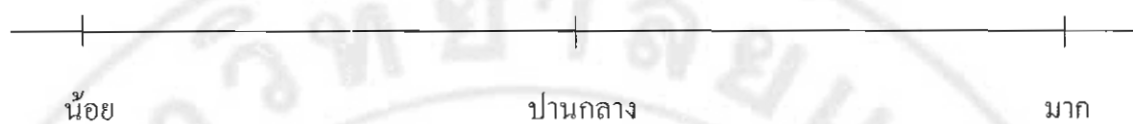
กรุณาประเมินตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา โดยทำเครื่องหมายลงบนสเกล ก่อน
ประเมินตัวอย่างต่อไปให้ผู้ทดสอบเคี้ยวขนมปังจืดและล้างปากด้วยน้ำเปล่า

สีน้ำตาล	_____	_____	_____
อ่อน		ปานกลาง	เข้ม
กลิ่นหอม	_____	_____	_____
อ่อน		ปานกลาง	เข้ม
กลิ่นไหม้	_____	_____	_____
อ่อน		ปานกลาง	เข้ม
กลิ่นหืน	_____	_____	_____
อ่อน		ปานกลาง	เข้ม
รสขม	_____	_____	_____
อ่อน		ปานกลาง	เข้ม
รสเปรี้ยว	_____	_____	_____
อ่อน		ปานกลาง	เข้ม

รสชาติตกค้าง



ความชอบโดยรวม





ภาคผนวก ค

สมบัติของแผ่นดินปาลวอฐุมิเนียม

สมบัติของแผ่นเปลวอลูมิเนียม

ตารางที่ 25 แสดงสมบัติทางกายภาพของแผ่นเปลวอลูมิเนียม

สมบัติ	รายละเอียด
ความหนาแน่น	2.7 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ความถ่วงจำเพาะ	2.7 (โดยประมาณ)
ช่วงหลอมเหลว	643-657 องศาเซลเซียส
การนำความร้อน	53 วัตต์ต่อ (เมตร.เคลวิน)
สัมประสิทธิ์ความร้อนในการขยายตัว	23.6×10^{-6} ต่อองศาเซลเซียส
การสะท้อนกลับของแสงสีขาว (ตะเกียงทั้งสตน)	ร้อยละ 85-88
การสะท้อนกลับสำหรับรังสีความร้อน จากตัวกำเนิดที่ 37.8 องศาเซลเซียส	ร้อยละ 95 (โดยประมาณ)
สภาพเปล่งรังสีที่ 37.8 องศาเซลเซียส	ร้อยละ 5 (โดยประมาณ)
เลขอะตอมิก	13
น้ำหนักเชิงอะตอม	26.98
วาเลนซ์	3
ความร้อนจำเพาะที่ 20 องศาเซลเซียส	0.21-0.23
จุดเดือด	1,760 องศาเซลเซียส
สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทาน	
- ที่ 20 องศาเซลเซียส	0.0040-0.0036
- ที่ 100 องศาเซลเซียส	0.0031-0.0028
สมบัติที่อุณหภูมิต่ำ	มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และดึงเป็นเส้นได้ แม้อุณหภูมิต่ำถึง (-195.6) องศาเซลเซียส

ที่มา: ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2456)

ตารางที่ 26 แสดงสมบัติในการใช้งานของแผ่นเปลวอลูมิเนียม

สมบัติ	รายละเอียด
รูปแบบ	เป็นม้วนหรือแผ่น
ความหนา	4.3-150 ไมครอน (0.00017-0.0059 นิ้ว)
ความกว้างสูงสุด	1.7 เมตร (68 นิ้ว) สำหรับอลูมิเนียมบาง 1.8 เมตร (72 นิ้ว) สำหรับอลูมิเนียมหนา
การซึมผ่านของไอน้ำ	- ความหนามากกว่า 25.4 ไมครอน (0.001 นิ้ว) ไอน้ำซึมผ่านไม่ได้ - ความหนา 8.9 ไมครอน (0.00035 นิ้ว) อัตราการซึมผ่านของไอน้ำมีค่าไม่เกิน 0.02 กรัมต่อ 0.065 ตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง ที่ 37.8 องศาเซลเซียส
ความทนทานต่อการกัดกร่อน	สารออกไซด์ที่ฉาบผิวหน้าตามธรรมชาติของอลูมิเนียมจะช่วยป้องกันการกัดกร่อน
การใช้กับอาหาร	ไม่มีพิษและมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของสารประกอบในสภาพของสารละลายหลายชนิด
การทำเป็นรูปร่าง	สามารถพับแบนได้
การดูดซึมของเหลว	ป้องกันน้ำและของเหลวได้หลายชนิด
การป้องกันไขมัน	ไม่ดูดซึมไขมัน
ผลของการฆ่าเชื้อต่อวัสดุ	ความร้อนและความชื้นที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ไม่มีผลเสียต่อโลหะ
ผลกระทบต่อกลิ้นและรส	ไม่ทำให้กลืนหรือรสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง
การส่องผ่านของแสง	แสงผ่านไม่ได้
การปิดผนึก	ให้รอยพับที่สนิทและเกาะติดกับสารประกอบที่ช่วยในการปิดผนึกหลายชนิด
การเกิดประกายไฟ	ใช้กับสารระเหยที่ลุกเป็นไฟได้ โดยอลูมิเนียมไม่เกิดประกายไฟ

ที่มา: คัดแปลงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2456)



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างกรดที่พบในกาเฟลั่ว

ตัวอย่างกรดที่พบในกาแฟ

ตารางที่ 27 ตัวอย่างกรดที่พบในกาแฟ

ชนิดของกรด	ปริมาณ (กรัมต่อกิโลกรัมตัวอย่าง)
กรดมาลิก (malic acid)	2.16
กรดควินิก (quinic acid)	7.93
กรดซิตริก (citric acid)	6.72
กรด 2-ฟิวราโนอิก (2-furanoic acid)	0.14
กรดมาลิก (maleic acid)	0.09
กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid)	1.78
กรด 3,4-ไดไฮดรอกซีเบนโซอิก (3,4-dihydroxybenzoic acid)	0.08
กรด 2,5-ไดไฮดรอกซีเบนโซอิก (2,5-dihydroxybenzoic acid)	0.23
กรดฟอร์มิก (formic acid)	2.01
กรดคลอโรจีนิก (chlorogenic acid)	21.40
กรดอะซิติก (acetic acid)	5.15
กรดไกลโคลิก (glycolic acid)	1.32
กรดเมซาโคนิก (mesaconic acid)	0.08
กรดไพโรกลูตามิก (pyroglutamic acid)	0.87
กรดซัคซินิก (succinic acid)	0.07
กรดซิตราโคนิก (citraconic acid)	0.54
กรดฟิวมาริก (fumaric acid)	0.12
กรดอิตาโคนิก (itaconic acid)	0.16
กรดแลคติก (lactic acid)	0.88
กรดทาทาริก (tartaric acid)	0.04

ที่มา: ดัดแปลงจาก Clarke and Vitzthum (2001)



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	8,723.435	323.090	278.519	1.490	1.745
A	3	5,845.073	1,948.358	1,679.576	2.600	3.780
B	6	1,894.074	315.679	272.130	2.100	2.800
A×B	18	984.287	54.683	47.139	1.610	1.944
Error	224	259.847	1.160			
Total	251	8,983.281				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	2,179.042	80.705	93.042	1.490	1.745
A	3	1,118.235	372.745	429.721	2.600	3.780
B	6	617.087	102.848	118.569	2.100	2.800
A×B	18	443.298	24.651	28.419	1.610	1.944
Error	224	194.300	0.867			
Total	251	2,373.342				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นของกาแฟคั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	51.519	1.908	176.640	1.490	1.745
A	3	31.323	10.441	966.556	2.600	3.780
B	6	4.924	0.821	75.973	2.100	2.800
A×B	18	15.272	0.848	78.543	1.610	1.944
Error	224	2.420	1.080×10^{-2}			
Total	251	53.939				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำอิสระของกาแฟคั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	5,873.838	217.550	374.944	1.490	1.745
A	3	2,867.055	955.685	1,647.113	2.600	3.780
B	6	1,334.934	222.489	383.458	2.100	2.800
A×B	18	1,671.849	92.880	160.079	1.610	1.944
Error	224	129.969	0.580			
Total	251	6,003.807				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L ของกาแฟคั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	327.885	12.144	106.659	1.490	1.745
A	3	154.631	51.544	452.708	2.600	3.780
B	6	95.534	15.922	139.846	2.100	2.800
A×B	18	77.719	4.318	37.923	1.610	1.944
Error	224	25.504	0.114			
Total	251	353.389				

หมายเหตุ: ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าจาก 0 คือ สีดำ ถึง 100 คือ สีขาว

 A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a ของกาแฟคั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	10.308	0.382	2.710	1.490	1.745
A	3	0.641	0.214	1.517	2.600	3.780
B	6	1.448	0.241	1.712	2.100	2.800
A×B	18	8.219	0.457	3.241	1.610	1.944
Error	224	31.560	0.141			
Total	251	41.868				

หมายเหตุ: ค่า a หมายถึง ค่าที่บอกความเป็นสีเขียว-สีแดง a (+) แสดงความเป็นสีแดง และ a (-) แสดงความเป็นสีเขียว

 A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b ของกาแฟตัวบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	41.237	1.527	40.375	1.490	1.745
A	3	1.988	0.663	17.522	2.600	3.780
B	6	34.395	5.733	151.544	2.100	2.800
A×B	18	4.853	0.270	7.128	1.610	1.944
Error	224	8.473	3.783×10^{-2}			
Total	251	49.710				

หมายเหตุ: ค่า b หมายถึง ค่าที่บอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน b (+) แสดงความเป็นสีเหลือง และ b (-) แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L ของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	88.169	3.266	1.253	1.490	1.745
A	3	3.917	1.306	0.501	2.600	3.780
B	6	30.482	5.080	1.950	2.100	2.800
A×B	18	53.770	2.987	1.147	1.610	1.944
Error	224	583.600	2.605			
Total	251	671.769				

หมายเหตุ: ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าจาก 0 คือ สีดำ ถึง 100 คือ สีขาว

A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a ของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	91.951	3.406	1.934	1.490	1.745
A	3	19.015	6.338	3.600	2.600	3.780
B	6	19.903	3.317	1.884	2.100	2.800
A×B	18	53.033	2.946	1.674	1.610	1.944
Error	224	394.359	1.761			
Total	251	486.310				

หมายเหตุ: ค่า a หมายถึง ค่าที่บอกความเป็นสีเขียว-สีแดง a (+) แสดงความเป็นสีแดง และ a (-) แสดงความเป็นสีเขียว

A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b ของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	88.117	3.264	1.981	1.490	1.745
A	3	16.174	5.391	3.273	2.600	3.780
B	6	11.094	1.849	1.122	2.100	2.800
A×B	18	60.850	3.381	2.052	1.610	1.944
Error	224	368.977	1.647			
Total	251	457.094				

หมายเหตุ: ค่า b หมายถึง ค่าที่บอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน b (+) แสดงความเป็นสีเหลือง และ b (-) แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดของกาแฟคั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	919.201	34.044	2.940	1.490	1.745
A	3	371.108	123.703	10.681	2.600	3.780
B	6	321.013	53.502	4.620	2.100	2.800
A×B	18	227.079	12.615	1.089	1.610	1.944
Error	224	2,594.302	11.582			
Total	251	3,513.502				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างของกาแฟคั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	0.347	1.285×10^{-2}	10.372	1.490	1.745
A	3	7.988×10^{-2}	2.663×10^{-2}	21.488	2.600	3.780
B	6	0.158	2.613×10^{-2}	21.233	2.100	2.800
A×B	18	0.109	6.070×10^{-3}	4.898	1.610	1.944
Error	224	0.278	1.239×10^{-3}			
Total	251	0.625				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์ออกไซด์ของกาแฟั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	322.311	11.937	10.170	1.490	1.745
A	3	173.962	57.987	49.402	2.600	3.780
B	6	73.494	12.249	10.435	2.100	2.800
A×B	18	74.855	4.159	3.543	1.610	1.944
Error	224	262.930	1.174			
Total	251	585.241				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกาแฟั่วบด

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	92.081	3.410	1.345	1.490	1.745
A	3	4.332	1.444	0.573	2.600	3.780
B	6	30.438	5.073	2.015	2.100	2.800
A×B	18	57.311	3.184	1.264	1.610	1.944
Error	224	564.054	2.518			
Total	251	656.135				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีน้ำตาลของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	25.865	0.958	1.117	1.490	1.745
A	3	6.104	2.035	2.372	2.600	3.780
B	6	3.582	0.597	0.696	2.100	2.800
A×B	18	16.179	0.899	1.048	1.610	1.944
Error	224	192.164	0.858			
Total	251	218.030				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลิ่นหอมของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	715.509	26.500	22.161	1.490	1.745
A	3	178.087	59.362	49.642	2.600	3.780
B	6	400.535	66.756	55.824	2.100	2.800
A×B	18	136.888	7.605	6.360	1.610	1.944
Error	224	267.863	1.196			
Total	251	983.372				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลิ่นไหม้ของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	77.286	2.862	1.475	1.490	1.745
A	3	0.728	0.243	0.125	2.600	3.780
B	6	69.943	11.657	6.008	2.100	2.800
A×B	18	6.615	0.367	0.189	1.610	1.944
Error	224	434.636	1.940			
Total	251	511.921				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลิ่นหืนของกาแฟขงสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	607.003	22.482	38.890	1.490	1.745
A	3	272.759	90.920	157.278	2.600	3.780
B	6	267.519	44.587	77.128	2.100	2.800
A×B	18	66.725	3.707	6.412	1.610	1.944
Error	224	129.491	0.578			
Total	251	736.493				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสนิยมของกาแฟสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	48.252	1.787	0.972	1.490	1.745
A	3	1.190	0.397	0.216	2.600	3.780
B	6	23.707	3.951	2.148	2.100	2.800
A×B	18	23.356	1.298	0.705	1.610	1.944
Error	224	411.989	1.839			
Total	251	460.241				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสเปรี้ยวของกาแฟสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	43.226	1.601	5.301	1.490	1.745
A	3	22.657	7.552	25.007	2.600	3.780
B	6	8.555	1.426	4.721	2.100	2.800
A×B	18	12.013	0.667	2.210	1.610	1.944
Error	224	67.650	0.302			
Total	251	110.875				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรสชาติตกค้างของกาแฟขี้ผึ้งสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	49.701	1.841	1.020	1.490	1.745
A	3	2.494	0.831	0.461	2.600	3.780
B	6	34.761	5.793	3.210	2.100	2.800
A×B	18	12.446	0.691	0.383	1.610	1.944
Error	224	404.269	1.805			
Total	251	453.970				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชอบโดยรวมของกาแฟขี้ผึ้งสำเร็จ

Source	df	Sum of Squares	Mean square	F	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	27	765.963	28.369	18.836	1.490	1.745
A	3	335.284	111.761	74.204	2.600	3.780
B	6	315.899	52.650	34.957	2.100	2.800
A×B	18	114.573	6.377	4.234	1.610	1.944
Error	224	337.373	1.506			
Total	251	1,103.337				

หมายเหตุ: A หมายถึง ชนิดของบรรจุภัณฑ์ B หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวพัชรเพ็ญ เพ็ญจำรัส
เกิดเมื่อ 17 กันยายน 2522
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2540 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย
จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2545 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
จังหวัดเชียงใหม่