ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก

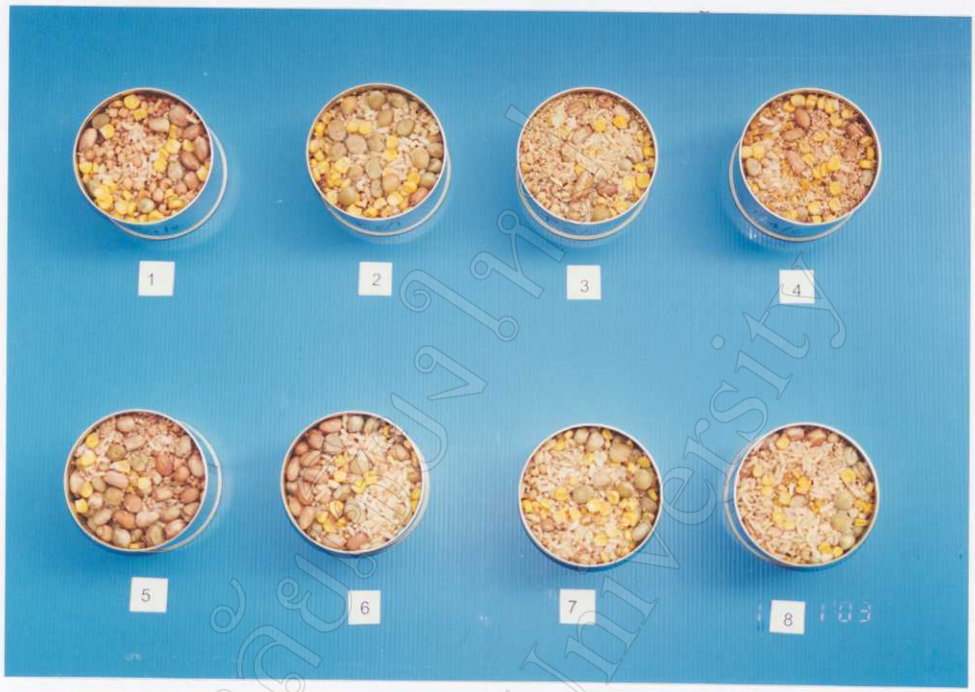
รูปแสดงส่วนประกอบข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋อง และผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ ก.1 ส่วนประกอบของข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋อง

ภาพ ก.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋องในการศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสม

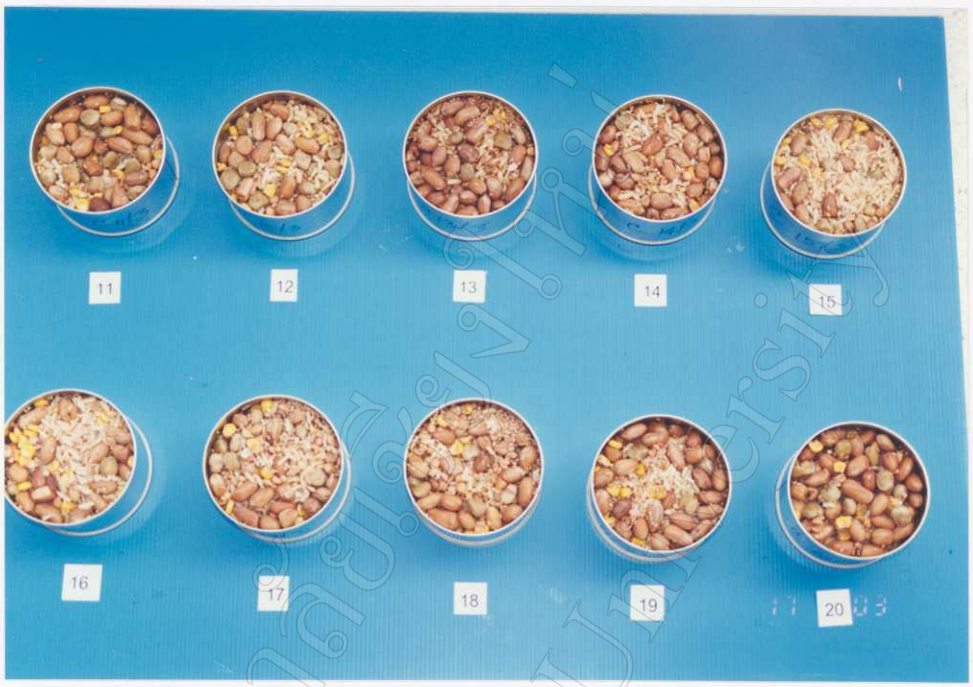
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ ก.3 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋องในการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องบรรจุกระป๋อง

ภาพ ก.4 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋องในการพัฒนาสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพ ก.5 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋องในการพัฒนาสูตร

ภาพ ก.6 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋องในการพัฒนาสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

ภาพ ก.7 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋องที่ผ่านการพัฒนาสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบ

วิธีการเรียงลำดับตามความชอบ

ชื่อ.....วันที่.....ชุดที่.....

ตัวอย่าง ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋อง

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งเรียงลำดับตามความชอบของท่าน โดยเขียนลำดับ 1 = ชอบมากที่สุด ไปถึงลำดับ 6 = ชอบน้อยที่สุด

กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

รหัส	ลำดับ
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

Hedonic Scaling Test in BIB

ในการทำ Plackett Burman and Design

ชื่อ.....วันที่.....ชุดที่.....

ผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋อง

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ โดยทำทีละตัวอย่าง ไม่ชิมย้อนกลับ กำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง				
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

Hedonic Scaling Test in BIB

ในการพัฒนาสูตร

ชื่อ.....วันที่.....ชุดที่.....

ผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้องผสมธัญพืช และถั่วบรรจุกระป๋อง

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ โดยทำทีละตัวอย่าง ไม่ชิมย้อนกลับ กำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง				
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ค
แบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืชบรรจุกระป๋อง

คำชี้แจ้ง ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืชบรรจุกระป๋อง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาให้มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอ โดยนำข้าวกล้องหอมมะลิ รวมกับธัญพืช ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วลันเตา ข้าวโพด งา และลูกเดือย หุงให้สุกบรรจุอยู่ในกระป๋อง พร้อมบริโภคได้ทันที เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการศึกษา โดยมี นางสาวกมลรัตน์ ครุธาโรจน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นผู้ศึกษาการผลิตข้าวกล้องผสมธัญพืชบรรจุกระป๋อง

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่า เหมาะสมที่สุด

เฉพาะเจ้าหน้าที่

No 1-3 ☐☐☐

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคข้าวกล้อง

1.ท่านชอบรับประทานข้าวกล้องหรือไม่ LIK 4 ☐

( ) ชอบ

( ) ไม่ชอบ เหตุผล .....

2. ความถี่ในการรับประทานข้าวกล้องของท่าน FREQ 5 ☐

( ) มากกว่าหรือเท่ากับ 7 ครั้งครั้งต่อสัปดาห์

( ) 4 – 6 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 1 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 1 – 3 ครั้งต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือน

( ) ไม่รับประทานเลย

3.สถานที่รับประทานข้าวกล้องของท่านส่วนใหญ่คือ (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) PLAC 6-12 เฉพาะเจ้าหน้าที่

( ) ที่บ้าน, ที่พัก ( ) ที่ทำงาน

( ) สถานศึกษา ( ) ร้านอาหารเจ

( ) ร้านอาหารในห้างสรรพสินค้า ( ) ร้านอาหารทั่วๆไป

( ) อื่นๆ ระบุ.....

4. เหตุผลของท่านในการเลือกบริโภคข้าวกล้อง(เลือกตอบ 1 ข้อ) BENE 13

( ) มีวิตามินสูง

( ) ช่วยระบบทางเดินอาหารและขับถ่าย

( ) ช่วยบำบัดโรคจากภาวะทุพโภชนาการ

( ) รสชาติดี

( ) ราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับคุณประโยชน์

( ) หาซื้อได้สะดวก

5. ปัญหาที่ท่านประสบในการบริโภคข้าวกล้อง(เลือกตอบ 1 ข้อ) PROB 14

( ) ใช้เวลานานในการหุงต้ม

( ) เนื้อสัมผัสแข็ง

( ) ไม่มีเวลาในการปรุงอาหารเอง

( ) สีไม่น่ารับประทาน

6. ท่านมีเวลาในการทำอาหารมากน้อยเพียงใด(เลือกตอบ 1 ข้อ) TIME 15

( ) มีเวลามากเพียงพอ

( ) มีเวลาเล็กน้อย

( ) ไม่มีเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

วิธีบริโภค : เปิดกระป๋อง ใส่ภาชนะ ผสมให้เข้ากัน อุ่นด้วยไมโครเวฟ 1 – 2 นาที ความร้อนระดับปานกลาง หรือ นำกระป๋องต้มในน้ำเดือด 1 – 2 นาที เปิดกระป๋อง พร้อมรับประทาน

กรุณาชิมผลิตภัณฑ์แล้วทำเครื่องหมาย / ในช่องคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ตามระดับความชอบของท่าน

เฉพาะเจ้าหน้าที่

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด	PROD 16-21
ลักษณะปรากฏ										
สี										
กลิ่น										
รสชาติ										
เนื้อสัมผัส										
ความชอบรวม										

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

เฉพาะเจ้าหน้าที่

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋องนี้หรือไม่ ACC 22 ☐

( ) ยอมรับ

( ) ไม่ยอมรับ สาเหตุเพราะ.....

8. ถ้ามีผลิตภัณฑ์นี้วางขายในท้องตลาด ท่านจะซื้อหรือไม่ ราคา10บาท/กป. PRIC 23 ☐

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ.....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์

9. เพศ SEX 24 ☐

( ) หญิง ( ) ชาย

10. อายุ AGE 25 ☐

( ) น้อยกว่า 20 ปี ( ) 20 - 40 ปี

( ) 41 - 60 ปี ( ) มากกว่า 60 ปี

11. การศึกษา GRAD 26 ☐

( ) น้อยกว่าหรือเท่ากับประถมศึกษา

( ) มัธยม/ ปวช./ ปวส.

( ) อนุปริญญา หรือเทียบเท่า

( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

12.อาชีพ POSI 27 ☐

( ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงาน/เจ้าหน้าที่บริษัทเอกชน

( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ลูกจ้าง/รับจ้าง

( ) แม่บ้าน

( ) นักศึกษา/นักเรียน

( ) อื่นๆ ระบุ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

- การตรวจวัดค่าสีระบบ Hunter

<u>วิธีการ</u> :

เป็นการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta camera ; Model CR 300 วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter values, color – L, a, b) โดยค่าสี L เป็นค่าของความสว่าง (Lightness) a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และ b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ L คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a มีค่าเป็นบวก เป็นสีแดง

มีค่าเป็นลบ เป็นสีเขียว

b มีค่าเป็นบวก เป็นสีเหลือง

มีค่าเป็นลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ทุกครั้งโดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; illuminant D65 10^0 ; Y = 94.10, x = 0.3157 และ y = 0.3324) กับแผ่น Aperture ขนาด 50 mm แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋องโดยทำการวัด 2 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำโดยสุ่มวัดตามส่วนต่างๆภายในกระป๋องวัดค่า 5 ครั้ง

- การตรวจวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดค่าแรงกด (Compression force)

ดัดแปลงจาก (Sesmat and Meullenet, 2001)

<u>วิธีการ</u> :

เครื่องมือที่ใช้ในการวัด Texture ใช้หัววัดที่เรียกว่า Krammer shear โดยนำผลิตผลที่ต้องการวัดชั่งน้ำหนักจำนวน 30 กรัม ใส่ลงในกล่องตัวอย่าง ทำการกดวัด จนผลิตผลแตกออก วัดค่าแรงต้านสูงสุด

เซ็ตอุปกรณ์ของเครื่อง Instron Series สำหรับวัดค่าแรงกด ตั้งอัตราเร็วในการกด 2 mm/s ระยะทางในการกดลงเฉือนเท่ากับ 30 cm วัดออกมาเป็นค่า Compression peak load ในหน่วยของนิวตัน นำตัวอย่างข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋องทำการตรวจวัด 2 ซ้ำ โดยในแต่ละซ้ำวัด 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

- การวัดอัตราการยืดตัวของข้าวสุก (Grain ratio during cook) (Julino and perez, 1984)

<u>วิธีการ</u> :

1. ทำการสุ่มนำเมล็ดข้าวกล้องดิบมา 25 เมล็ด วัดความยาวโดยเวอร์เนีย นำมาหาค่าเฉลี่ย
2. ทำการสุ่มวัดเมล็ดข้าวกล้องสุกในกระป๋องจำนวน 25 เมล็ด วัดความยาวโดยเวอร์เนีย นำมาหาค่าเฉลี่ย โดยให้ 1 กระป๋อง เป็น 1 ซ้ำ ทำการวัด 2 ซ้ำ
3. นำค่าที่ได้มาคำนวณอัตราการยืดตัวของข้าวสุก ในรูป Elongation ratio

$$\text{Elongation ratio} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวกล้องหุงสุก(n=25)}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวกล้องดิบ(n=25)}}$$

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ทางเคมี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

● การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) 14.063

<u>วิธีการ</u> :

1. เตรียมจานอลูมิเนียม (Moisture cans) ก้นเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรสำหรับหาความชื้นโดยล้างให้สะอาด นำไปอบให้แห้งสนิทในตู้อบประมาณ 20-30 นาที ทำให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องในโถอบแห้ง (Desiccator) แล้วชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งอาหารตัวอย่างจำนวน 5 กรัม ในจานหาความชื้น (Moisture cans) ที่สะอาด อบจนแห้งและทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง (หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่)

3. นำจานและอาหารตัวอย่างในข้อ 2 ไปชั่งน้ำหนัก

4. ทำซ้ำแบบข้อ 2 โดยนำไปอบหลังชั่งน้ำหนักของแข็งทั้งหมด (ข้อ 3) โดยอบต่อครั้งละ 30นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่

5. คำนวณค่าร้อยละของความชื้นได้ดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละของความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้อบ (กรัม)}} \times 100$$

● การหาปริมาณเถ้า (AOAC, 1995) 14.064

<u>วิธีการ</u> :

1. นำ Crucible ที่สะอาด และเผาในเตาเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิประมาณ 500-550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0.5-1 ชั่วโมง ทำให้เย็น และชั่งจนทราบน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม ใส่ลงใน Crucible สำหรับหาเถ้าที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักแล้ว เผาไหม้อาหารดังกล่าวด้วยตะเกียงบุนเซ่นจนไม่มีควันดำ จึงนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500-550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีเทาปนขาว

3. นำไปทำให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วชั่งหาน้ำหนักเถ้า คำนวณค่าร้อยละของเถ้าทั้งหมดในอาหารตัวอย่าง

$$\text{ค่าร้อยละของเถ้าทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}} \times 100$$

● การหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl (AOAC, 1995) 14.068

วิธีการ :

1. ชั่งอาหารตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม (ขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในอาหาร) ใส่ใน Kjeldahl flask หรือหลอดที่ใช้สำหรับย่อย

2. เติมตัวคะตะลิสผสม (Na_2SO_4:$CuSO_4.5H_2O$:SeO_2=96:3.5:0.5) ประมาณ 5 กรัม เพื่อช่วยเพิ่มจุดเดือดของกรด และเติมกรดซัลฟูริคเข้มข้นประมาณ 15 มิลลิลิตร

3. จากนั้นนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อย Buchi 430 Digestor โดยให้ความร้อนไปเรื่อยๆ จนสารละลายไม่มีสีเหลือง แสดงว่าการย่อยสมบูรณ์

4. ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น อาจใช้น้ำกลั่นล้างคอหลอด นำไปกลั่นต่อไป

5. ต่อภาชนะกลั่นที่บรรจุสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ เข้ากับตัวเครื่องกลั่น (เครื่องกลั่นไนโตรเจน Buchi 323 Distillation Unit) โดยใช้ฟลาสค์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุกรดบอริคความเข้มข้นร้อยละ 2 ประมาณ 20-60 มิลลิลิตร และใส่อินดิเคเตอร์ด้วยนำมารองรับที่ปลายของ Condensor

6. เติมน้ำเพื่อลดความเข้มข้นของกรดในสารละลายตัวอย่าง และลดความรุนแรงของปฏิกิริยาเมื่อด่างถูกปล่อยลงสู่ตัวอย่างในขั้นตอนถัดมา ควรเติมน้ำในอัตราส่วนของกรดต่อน้ำประมาณ 1:2

7. เติมด่าง NaOH ควรใช้อัตราส่วนของกรดต่อด่าง ประมาณ 1:3 และความเข้มข้นของด่างที่ใช้คือร้อยละ 32

8. ระยะเวลาในการกลั่นประมาณ 3 นาที เป็นอันว่าสิ้นสุดการกลั่น จากนั้นนำสารละลายที่ได้ในฟลาสค์ขนาด 250 มิลลิลิตร มาไตเตรตด้วยสารละลายกรดเกลือหรือกรดซัลฟูริคมาตรฐานความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล

9. คำนวณปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง แล้วนำมาคูณด้วยแฟกเตอร์ที่เหมาะสม จะได้ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

ค่าร้อยละของไนโตรเจน = [(S-B)/W]xNx100

โดย S = มิลลิลิตรของกรดที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของกรดที่ใช้ในการไตเตรต Blank

W = น้ำหนักของตัวอย่าง N = Normality of Standard Acid

ค่าร้อยละของโปรตีน = ค่าร้อยละของไนโตรเจน x Factor

สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องผสมธัญพืชและถั่วบรรจุกระป๋อง Factor ที่ใช้คือ 6.25

- การหาปริมาณไขมันโดยวิธี Direct extraction (ใช้ Soxhlet apparatus) (AOAC, 1995) 14.067

<u>วิธีการ</u> :

1. นำของแข็งทั้งหมด (ที่เหลือจากการอบในตู้อบที่ 100 องศาเซลเซียส เพื่อหาความชื้นแล้ว) ใส่ใน Thimble เพื่อนำไปสกัดหาปริมาณไขมันใน Soxhlet extractor ด้วยสารละลายปิโตรเลียมอีเธอร์ (มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส)

2. ปิดปลาย Thimble ด้วยสำลีที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว (Defatted-cottonwood) นำThimble ไปใส่ใน Extraction unit ของ Soxhlet apparatus

3. นำฟลาสค์ (Ground glass joint flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอบแห้งและทิ้งให้เย็นในโถอบแห้งมาชั่งน้ำหนัก

4. เติมปิโตรเลียมอีเธอร์ใส่ลงในฟลาสค์ ให้ปริมาณเพียงพอที่จะให้เกิดการสกัดอย่างสมบูรณ์ ต่อฟลาสค์ และ Extraction unit เข้ากับ Condensor

5. เริ่มสกัดโดยใช้เตาไฟฟ้า (Electric mantle) ให้ได้อัตรากลั่น 5-6 หยดต่อวินาที กลั่นนานประมาณ 4 ชั่วโมง หรือจนไขมันถูกสกัดออกมากที่สุด จึงหยุดการสกัด

6. แยก Soxhlet flask ออกจาก Extractor เอา Thimble ที่ใส่ในตัวอย่างออก นำ Soxhlet flask ไประเหยเอาอีเธอร์ออก

7. จากนั้นนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30-45 นาทีปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนักไขมันที่อยู่ใน Soxhlet flask

8. คำนวณหาปริมาณไขมันได้ดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละของไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมัน}}{\text{น้ำหนักอาหารตัวอย่างก่อนการอบหาความชื้น}} \times 100$$

- การหาปริมาณเส้นใย (AOAC, 1995) 14.065

<u>วิธีการ</u> :

1. ชั่งตัวอย่างที่ไขมันไม่เกิน 1% หรือตัวอย่างที่สกัดไขมันออกและอบเรียบร้อยแล้ว ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน โดยใช้บีกเกอร์ (3.2) ใส่ตัวอย่าง 1 กรัมและชั่งน้ำหนัก (w1) ถ่ายตัวอย่างลงในบีกเกอร์ (3.1) แล้วชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ที่ถ่ายตัวอย่างออกเรียบร้อยแล้ว (w2)

2. ตวงสารละลายกรดซัลฟูริกจำนวน 200มล. ด้วยกระบอกตวง (3.4) ถ่ายใส่บีกเกอร์ (3.3) แล้วนำไปต้มบนเตาไฟฟ้า (4.1) โดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา

3. เมื่อสารละลายซัลฟูริคเริ่มเดือดจึงถ่ายลงในบีกเกอร์ในข้อ (3.1) โดยการหมุนบีกเกอร์แล้วใช้กรดซัลฟูริคค่อยๆล้างตัวอย่างที่ติดข้างบีกเกอร์ออก

4. นำไปต้มบนเตาไฟฟ้า โดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากของบีกเกอร์ให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที (ถ้าปริมาณสารละลายกรดลดลงให้เติมน้ำร้อนเพิ่มจนได้ปริมาณเท่าเดิม)

5. กรองทันทีด้วยกรวยบุชเนอร์ (3.8) ที่มีผ้ากรอง (3.6) โดยใช้แรงสูญญากาศ

6. ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง ลงในกรวยบุชเนอร์

7. ล้างสิ่งตกค้างบนผ้ากรอง ด้วยน้ำร้อนจนกรดหมด ทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีการดาษลิตมัส (3.13) สีน้ำเงินเป็นแดง

8. ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (5.2) 200มล. ใส่ในบีกเกอร์ที่ใช้ต้มด่าง (3.3) นำไปต้มให้เดือดบนเตาไฟฟ้า แล้วล้างกากบนผ้ากรองลงในบีกเกอร์ใบเดิมให้หมด (ควรตั้งบีกเกอร์ด่างบนเตาไฟฟ้าเมื่อเริ่มทำการกรองในข้อ 6)

9. นำไปต้มบนเตาไฟฟ้า โดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากของบีกเกอร์ให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที (ถ้าปริมาณสารละลายด่างลดลง ให้เติมน้ำร้อนเพิ่มจนได้ปริมาณเท่าเดิม)

10. กรองทันทีผ่านกรวยบุชเนอร์ซึ่งบุด้วยกระดาษกรอง (3.11) ที่ตัดพอดีและฉีดน้ำให้แนบสนิทกับกรวยบุชเนอร์แล้ว

11. ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง ลงในกรวยบุชเนอร์

12. ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดด่าง ทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส (3.13) แดงเป็นสีน้ำเงิน

13. ถ่ายกากใส่ถ้วยกระเบื้องที่ทนร้อน (3.12) ด้วยน้ำร้อนจนหมดกาก นำไประเหยน้ำออกโดยใช้อ่างน้ำร้อน (4.5) จนแห้ง

14. นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 102±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (w3)

15. เผาถ้วยกระเบื้องพร้อมกากที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผา (4.3) อุณหภูมิ 550±25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก(w4)

16. บันทึกข้อมูลและคำนวณผลการทดลองดังนี้

$$\text{ปริมาณกาก ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(w3-w4)(100-\%H_2O-\%fat)}{(w1-w2)}$$

- การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Colorimetry (AOAC, 2000) 995.11

<u>วิธีการ</u>:

1.การเตรียมสารละลายสำหรับตรวจวัด

1.1 ชั่งตัวอย่างที่ผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วให้มีน้ำหนักแน่นอน 0.5 – 1.5 กรัม (+/- 1mg) ใส่ในถ้วยกระเบื้อง ควรเตรียม blank โดยใช้ถ้วยกระเบื้องเปล่า ไม่ต้องเติมอะไรเพื่อควบคุมไม่ให้มีการปนเปื้อนฟอสฟอรัส แล้วดำเนินการตามวิธีเหมือนการตรวจสอบตัวอย่าง

1.2 เติม ZnO ลงในถ้วยกระเบื้อง 0.5 กรัมแล้วผสมให้เข้ากันโดยใช้แท่งแก้ว ปล่อยแท่งแก้วไว้ในถ้วยกระเบื้อง ทำให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 110 °C นาน 1-2 ชั่วโมง ควรเผาตัวอย่างให้เป็นสีดำบนเตาไฟฟ้าก่อนจะเข้าเตาเผา

1.3 วางถ้วยกระเบื้องในเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิห้อง เปิดเครื่องให้อุณหภูมิสูงถึง 525 °C คงอุณหภูมินี้นาน 4 ชั่วโมง หรือตลอดคืน ถ้าเตาเผาเถ้ามีระบบตั้งเวลาและอุณหภูมิ ตั้งอุณหภูมิให้เพิ่มขึ้นช้า ๆ ในตอนแรก เพื่อเลี่ยงไม่ให้ตัวอย่างกระเด็นออกไป

1.4 ย้ายถ้วยกระเบื้องออกจากเตาเผาเถ้า แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติม น้ำกลั่นลงไป 5 ml และ HCl อีก 5 ml เพื่อทำให้ถ้วยกระเบื้องเย็น คลุมถ้วยกระเบื้องด้วยกระจกนาฬิกาแล้วต้มให้เดือดบนเตาไฟฟ้าอย่างระมัดระวังนาน 5 นาที

1.5 นำสิ่งที่ได้จากถ้วยกระเบื้องมากรองแล้วใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml ล้างถ้วยกระเบื้องและผิวด้านในของกระจกนาฬิกาด้วยน้ำร้อน 5 ml แล้วล้างซ้ำอีก 4 ครั้ง กรองส่วนที่ล้างได้แล้วนำไปรวมกันในขวดปรับปริมาตร

1.6 ทำให้ขวดปรับปริมาตรมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วทำให้สารละลายเป็นกลางด้วย สารละลาย 50% KOH จนสารละลายกลายเป็นสีเงินจาง ๆ ($Zn(OH)_2$) เติม HCl ทีละหยดจน

กระทั่งสีเงินหายไป เติมต่อไปอีก 2 หยด ปล่อยให้ส่วนผสมนี้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเจือจางด้วยน้ำให้เป็น 100 ml

1.7 อาจใช้ pipet 1.00-10.0 ml ที่มีความแม่นยำในการปรับปริมาตรสารละลายในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 ml ก็ได้ แล้วแต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่คาดว่ามีในตัวอย่าง เจือจางให้เป็น 15 ml ด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลาย molybdate-ascorbic acid ลงในตัวอย่างหรือสารมาตรฐานที่อยู่ในขวดปรับปริมาตรขวดละ 20 mL C(j) แกว่งส่วนผสมอย่างระมัดระวัง

1.8 นำขวดปรับปริมาตรที่พร้อมจะวิเคราะห์ใส่ในตะกร้าโลหะ ปิดฝาแต่ละขวดด้วยจุกสอดแถบกระดาษกรองแคบ ๆ เข้าไประหว่างจุกและปากขวดเพื่อจะได้เปิดจุกออกได้ง่ายภายหลัง วางที่ถ่วงน้ำหนักไว้บนขวดปรับปริมาตร แช่ตะกร้านี้ไว้ในอ่างน้ำที่เดือดแรง ๆ นาน 15 นาที นำขวดออกมาทำให้เย็นด้วยน้ำประปาจนมีอุณหภูมิ ประมาณ 20-30 °C แล้วเจือจางให้เป็น 50 ml ด้วยน้ำ deionized ผสมให้เข้ากัน

2.การตรวจวัด

2.1 ถ่ายสารละลายข้อ D ลงใน cuvette หรือ flow cell ขนาด 1 ml วัดการดูดกลืนแสงเทียบกับ blank ที่ความยาวคลื่น 823 +/- 1 nm ต้องวัดภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากทำให้เกิดสีแล้ว

2.2 สร้างกราฟมาตรฐานโดยพล็อตค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) กับปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายมาตรฐาน (0, 0.01, 0.02 , 0.03, 0.04, 0.05 และ 0.06 mg) ถ้าค่าการดูดกลืนแสงที่วิเคราะห์ได้เกินช่วงให้เจือจางตัวอย่างที่เหลือแล้วทำให้เกิดสี จึงนำไปวัดอีกครั้ง

การคำนวณ

การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (g/100 g) ทำดังนี้

$$P\ (g/100\ g) = 100 \times \frac{(V2/V1) \times P}{W}$$

โดยที่ V1 = ปริมาตรของสารละลายที่นำมาทำให้เกิดสี (ml)

V2 = ปริมาตรของขวดปรับปริมาตรที่มีเถ้าตัวอย่าง (ในที่นี้ใช้ 100 ml)

P = ปริมาณฟอสฟอรัสจากกราฟมาตรฐานที่สัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสงที่วิเคราะห์ได้ (mg)

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (mg)

การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัสในเลซิทิน ดังนี้

ปริมาณฟอสฟอรัส g/100 g ตัวอย่าง = 30 X P (g/100 g)

การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 g/100 g ดังนี้

P_2O_5, g/100 g = 2.29 X P (g/100g)

- การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี 2 (riboflavin) โดยวิธี fluorometry (AOAC, 2000) 981.15

<u>วิธีการ</u>:

1. การเตรียมตัวอย่าง

บดตัวอย่างที่จะทดสอบแล้วร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ 40

2. การตรวจวัด

2.1 นำตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักแน่นอนไว้แล้ว (ไม่เกิน 1.5 กรัม ตัวอย่างปริมาณที่ใช้ควรมี niacin อยู่ประมาณ 0.2 mg) ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 mlเติม $Ca(OH)_2$ เข้มข้น โดยใช้ Rainin pipet, หรือชั่งเอามา 0.55 กรัม ใส่ลงในขวด เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 ml ปิดปากขวดด้วยกระดาษอลูมิเนียม เขย่าแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อนาน 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 121°C สำหรับตัวอย่างที่ติดภาชนะระหว่างการย่อย (มีน้ำมันอยู่มาก) ให้เตรียมในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml แล้วค่อยถ่ายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

2.2 ขณะที่สารละลายทั้งหมดกำลังร้อน ให้เติม 1.5 M HCl ลงไป 10 ml (1+7) ด้วย auto pipettor แล้วเขย่าเพื่อให้ละลายเข้ากับ $Ca(OH)_2$ ที่อยู่ในขวด ต้องให้แน่ใจว่า $Ca(OH)_2$ ละลายจนหมด ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (สารมาตรฐานและสารละลายที่จะใช้ทดสอบอาจเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้)

2.3 สำหรับตัวอย่างที่จะวัดและสารมาตรฐาน ให้เติม สารละลาย buffer ด้วย pipettor ลงไป 25 ml เติม wetting agent 2 หยด แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น (อาจมีการตกตะกอนและ pH สุดท้ายประมาณ 6.7) เขย่า แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman 2V (ใช้กรวยกรองแบบใช้แล้วทิ้งจะสะดวกดี)

2.4 ปั๊มสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นมาก (3ug/ml) ผ่านระบบแล้วตั้งตัวบันทึกที่ 100% โดยทำการปรับและเทียบมาตรฐานก่อน ปล่อยสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่างที่จะวัดผ่านระบบ ใช้สารละลายมาตรฐาน 1 ครั้งต่อตัวอย่าง 20 ตัวอย่างเพื่อปรับความคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง ถ้าสารละลายตัวอย่างมีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายมาตรฐานให้เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วย buffer จนอยู่ในช่วงของสารมาตรฐาน หลังจากวิเคราะห์ตัว

อย่างจนหมดแล้ว เปลี่ยนสายดูดสารละลาย CNBr ให้เป็นน้ำกลั่น ปล่อยให้ปั๊มน้ำกลั่นผ่านประมาณ 15 นาที แล้ววัดหาค่า blank ที่สัมพันธ์กัน นอกเหนือจากวิธีวิเคราะห์แบบนี้ อาจใช้เครื่องมือที่เป็นช่องคู่ ซึ่งสามารถตรวจวัดตัวอย่างพร้อมกับปรับค่า blank ในเวลาเดียวกันได้ การหาความเข้มข้นของ niacin (C , ug/ml) ใช้คำนวณจากกราฟมาตรฐาน

$$\text{Niacin หรือ niacinamide (mg) /g} = C \times 10/W$$

โดยที่ W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (g)

- การวิเคราะห์ปริมาณไนอะซิน (niacin) โดยวิธี biological assay (AOAC, 2000) 944.13

<u>วิธีการ</u>:

1. สารละลายมาตรฐาน Niacin

(a) สารละลายสต๊อค 100 ug/ml ชั่งสารมาตรฐานอ้างอิง USP Niacin ที่ทำให้แห้งจนน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงแล้วในระบบปิดอย่างแม่นยำ แล้วเก็บไว้ใน dessicator ที่มีดในสภาพมี P_2O_5 อยู่ด้วย ละลายสารมาตรฐานนี้ใน 25% alcohol แล้วเจือจางด้วย 25% alcohol เพื่อให้ความเข้มข้นเป็น 100 ug/ml เก็บไว้ในที่มืด อุณหภูมิประมาณ 10 °C

(b) สารละลายปานกลาง 1 10 ug/ml ละลายสารละลายสต๊อค (a) 100 ml ด้วย 25% alcohol แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในที่มืด อุณหภูมิประมาณ 10 °C

(c) สารละลายสำหรับใช้งาน เจือจางสารละลายปานกลาง 1 (b) ในปริมาณที่เหมาะสมด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรที่เหมาะสม ปริมาณ 5 ml ของสารละลายนี้จะทำปฏิกิริยาพอดีกับสารที่ไตเตรท ประมาณ 8-12 ml ใช้สารละลายนี้เป็นสารละลายมาตรฐาน (ความเข้มข้นของ niacin มักจะอยู่ที่ 0.1-0.4 ug/ml) เตรียมก่อนใช้งานทุกครั้ง

2. เชื้อตั้งต้น

(a) อาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลวเจือจางสารละลายสต๊อคของ Basal medium (A) ปริมาณที่แน่นอนด้วยสารละลายที่มี niacin 0.2 ug/ml ในปริมาตรเท่า ๆ กัน เติม medium นี้ 10 ml ลงในหลอดทดลอง ปิดปากหลอดเพื่อป้องกันการปนเปื้อน นึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 15 นาทีด้วยหม้อนึ่งความดันสูง ที่อุณหภูมิ 121-123 °C ทำให้เย็นลงเร็วที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดสีจากการที่ความร้อนสูงเกินไป เก็บในที่มืดอุณหภูมิประมาณ 10 °C

(b) เชื้อตั้งต้นถ่ายเซลล์จากสต๊อคที่เลี้ยงไว้ ตามวิธีที่ 960.46 C (c) ดูข้อ 45.2.01 ลงในหลอดที่มีอาหารเหลว 10 ml และทำปลอดเชื้อแล้ว (a) บ่มที่อุณหภูมิระหว่าง 30-40 °C รักษาอุณหภูมิให้คงที่ (+/- 5°C) เป็นเวลา 6-24 ชั่วโมง จากนั้นปั่นอาหารที่มีเชื้อ และดูดส่วนใสทิ้งไปใน

สภาวะปลอดเชื้อ ล้างเซลล์ 3 ครั้งด้วยสารละลาย 0.9% NaCl ที่ปลอดเชื้อหรือ suspension medium (960.46 B (c) ดูข้อ 45.2.01) ครั้งละ 10 ml ละลายตะกอนของเซลล์กลับด้วยสารละลาย 0.9% NaCl ที่ปลอดเชื้อหรือ suspension medium ของเหลวที่มีเซลล์แขวนลอยอยู่นี้จะใช้เป็นเชื้อตั้งต้น

3. สารละลายสำหรับตรวจวัด

(a) สำหรับตัวอย่างที่แห้งหรือมีความชื้นอยู่บ้าง และไม่มีสารที่เป็นด่าง

ให้เติม 0.5 M H_2SO_4 ลงไปไม่น้อยกว่า 10 เท่าของน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (คิดเป็นกรัม) สารละลายที่ได้ต้องมี niacin ไม่เกิน 5.0 mg/ml ถ้าตัวอย่างไม่ละลายให้บดละเอียด เพื่อให้กระจายตัวในของเหลวได้มากที่สุด คนแรง ๆ แล้วล้างข้างภาชนะด้วย 0.5 M H_2SO_4

นำส่วนผสมที่ได้ไปนึ่งฆ่าเชื้อนาน 30 นาทีที่อุณหภูมิ 121 –123 °C แล้วทำให้เย็น ถ้าจับตัวเป็นก้อนให้คนแรง ๆ จนกว่าจะกระจายตัวมากที่สุด ถ้าไม่พบโปรตีนที่ละลายน้ำได้ ให้ปรับ pH เป็น 6.8 ด้วยสารละลาย NaOH เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรสุดท้ายเท่ากับที่ตอนแรกวัดไว้ ปริมาณ Niacin จะมีพอ ๆ กับในสารละลายมาตรฐาน B (c) ถ้าขุ่นให้กรองก่อน

ถ้าพบว่ามีโปรตีนที่ละลายอยู่ ให้ปรับ pH เป็น 6.0 –6.5 ด้วยสารละลาย NaOH พร้อมกับคนแรง ๆ จากนั้นให้เติมสารละลาย HCl เจือจางจนกระทั่งไม่มีตะกอนตกออกมาอีก (pH มักจะอยู่ประมาณ 4.5 ซึ่งเป็นจุดที่โปรตีนส่วนมากไม่ละลายน้ำ) เจือจางส่วนผสมด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรเท่ากับที่วัดไว้ตอนแรก กรอง (ในกรณีที่กรองยาก ให้นำไปปั่นหรือกรองด้วย fritted glass โดยใช้ filter aid ที่เหมาะสม อาจต้องเปลี่ยนที่กรองบ่อย ๆ โดยทั่วไป Ash free paper pulp และ Celite Analytical Filter –Aid ก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ) แบ่งส่วนที่กรองแล้วนี้ไปตรวจสอบโปรตีนที่ละลายน้ำโดยเติม สารละลาย HCl เจือจางทีละหยด ถ้าไม่มีตะกอนเกิดขึ้นอีก ให้เติมสารละลาย NaOH จน pH กลับไปเท่าเดิมพร้อมกับคนแรง ๆ แล้วใช้สารละลายที่ตรวจสอบโปรตีนแล้วนี้ไปดำเนินการตามวิธีข้างล่าง

(1) ถ้าไม่มีการตกตะกอนเพิ่มอีก เติมสารละลาย NaOH ลงไปพร้อมกันคนให้เข้ากันแรง ๆ เพื่อปรับ pH ให้เป็น 6.8 แล้วเจือจางให้ปริมาตรกลับเป็นเหมือนตอนเริ่มแรก (ml) ปริมาณ Niacin จะมีพอ ๆ กับในสารละลายมาตรฐาน B (c) ถ้าขุ่นให้กรองก่อน

(2) ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นอีกให้ปรับ pH ไปที่จุดที่มีการตกตะกอนสูงสุดอีกครั้ง แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรเท่ากับตอนแรก กรอง แล้วแบ่งส่วนที่กรองได้มาดำเนินการตามข้อ 1

4. การทดสอบ

ใช้สารละลายมาตรฐาน B (c) สารละลายสำหรับทดสอบ D สารละลายสต๊อคของ basal medium A และ เชื้อตั้งต้น C (b) ค่าที่ได้สามารถเทียบเป็นปริมาณ niacin ได้ ถ้าหากเป็น niacinamide ให้คูณค่าที่ได้ด้วย 0.992

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ฉ
ต้นทุนการผลิต

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การคำนวณต้นทุนการผลิต

ตาราง ฉ.1 แสดงราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ลำดับที่	ส่วนประกอบ	ราคา (บาท/kg)	จำนวนที่ใช้ (g)	คิดเป็นเงิน (บาท)
1	ข้าวกล้อง	20	44.55	0.89
2	ถั่วลันเตา	71.74	9.73	0.70
3	ถั่วลิสง	46	26.09	1.20
4	ลูกเดือย	46	3.04	0.14
5	งา	107.69	10.09	1.18
6	ข้าวโพด	75	6.5	0.49
7	น้ำ	6	100	0.60
8	กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ขนาด 307x201	2.87	1	2.87
	รวมต้นทุนวัตถุดิบ	-	-	8.07

ค่าแรงงานและเชื้อเพลิง ร้อยละ 20

$$= \frac{8.07 \times 20}{100}$$

$$= 1.61 \text{ บาท}$$

ต้นทุนการผลิต $= 1.61 + 8.07$

$= 9.88$ บาท

ดังนั้นต้นการผลิตต่อ 1 กระป๋อง คิดเป็นเงิน 9.88 บาท หรือ 10 บาท

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวกมลรัตน์ ครุธาโรจน์
วัน เดือน ปีเกิด	2 พฤศจิกายน 2520
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง ปีการศึกษา 2542
ประสบการณ์	พ.ศ. 2543 - 2544 อาจารย์ประจำคณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University