ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการผลิตข้าวพัน

1. ข้าวพันตำรับเดิม

วิธีในการทำข้าวพันตำรับเดิมมีดังนี้

1) เตรียมแป้งโดยนำข้าวสารจ้าวแช่น้ำในโอ่งประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วนำมาผึ่ง เพื่อให้สะเด็ดน้ำ ใช้ใบตองปิดแล้วรดน้ำ วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน นำข้าวมาโม่ ด้วยโม่หิน ผสมแป้งที่ได้ให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบางทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำแป้งที่ได้มาผสมน้ำให้พอดีไม่เหลวหรือไม่ข้นเกินไป เติมเกลือเล็กน้อยตามชอบ

2) เตรียมเตาอั้งโล่และหม้อดิน ตั้งกระทะใส่น้ำจนเดือดแล้วนำหม้อดินไม่มีก้นที่หุ้มปากหม้อด้วยผ้าขาวบาง มาวางในกระทะ

3) นำแป้งที่เตรียมไว้ละเลงลงบนผ้า ขณะที่มีไอน้ำเดือดอยู่ (คล้ายการทำข้าวเกรียบปากหม้อ) ให้มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบางๆ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้ว ปิดฝาหม้อไว้ประมาณ 30 วินาที แล้วเปิดฝาออก

4) ใช้ไม้ไผ่ที่เหลาให้แหลมแต่ไม่คมแซะด้านข้าง แล้วม้วนข้าวพันโดยใช้ไม้ไผ่เป็นแกน วางข้าวพันบนใบตองแล้วดึงไม้ออก จะได้ข้าวพัน 1 พัน รับประทานกับน้ำจิ้ม ซึ่งประกอบด้วยพริกขี้หนูสด (พริกแห้ง หรือพริกป่นก็ได้) น้ำปลา น้ำตาล กระเทียม หรืออาจเติมมะนาวด้วยก็ได้

ภาพ ก.1 ข้าวพันตำรับเดิม

2. ข้าวตำรับผสมฟักทอง

วิธีในการทำข้าวพันผสมฟักทอง

1) ผสมแป้งทั้งหมดและเกลือ ให้เข้ากัน

2) บดฟักทองต้มกับน้ำจนเละ แล้วนำไปผสมกับส่วนผสมในข้อ 1 พักไว้ประมาณ 10-20 นาที เพื่อให้แป้งดูดน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) เตรียมเตาอั้งโล่และหม้อดิน ตั้งกระทะใส่น้ำจนเดือดแล้วนำหม้อดินไม่มีก้นที่หุ้มปากหม้อด้วยผ้าขาวบางมาวางในกระทะ

4) นำแป้งที่เตรียมไว้ละเลงลงบนผ้า ขณะที่มีไอน้ำเดือดอยู่ (คล้ายการทำข้าวเกรียบปากหม้อ) ให้มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบางๆ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้ว ปิดฝาหม้อไว้ประมาณ 30 วินาที แล้วเปิดฝาออก

5) ใช้ไม้ไผ่ที่เหลาให้แหลมแต่ไม่คมแซะด้านข้าง แล้วม้วนข้าวพันโดยใช้ไม้ไผ่เป็นแกนวางบนใบตองแล้วดึงไม้ออก จะได้ข้าวพัน 1 พัน

ภาพ ก.2 ข้าวพันตำรับผสมฟักทอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ข้าวพันตำรับผสมถั่วเขียว

วิธีการทำเช่นเดียวกับข้าวพันผสมฟักทอง เพียงแต่เปลี่ยนจากฟักทองเป็นถั่วเขียว

ภาพ ก.3 ข้าวพันตำรับผสมถั่วเขียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างอาหารเพื่อการวิเคราะห์

ตัวอย่างข้าวพันที่สุ่มซื้อจากตำบลต่างๆ จะมีรูปแบบและลักษณะเฉพาะตัว ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงมีความจำเป็นต้องนำมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ชั่งน้ำหนักขวดพลาสติกเปล่าพร้อมฝา ปิดฉลากขวดด้วย Marking tape ขนาด 2 นิ้ว 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ติดที่ฝาขวด อีกชิ้นหนึ่งติดที่ตัวขวด บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับน้ำหนักขวดเปล่า ชนิดอาหาร วันเดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง

2. นำข้าวพันมารวมกัน แล้วชั่งน้ำหนักข้าวพันทั้งหมด

3. ปั่นข้าวพันด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน เติมน้ำกลั่นในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อให้สามารถปั่นได้ พร้อมทั้งบันทึกปริมาตรของน้ำที่เติม

4. เทข้าวพันที่ปั่นแล้วลงในขวดพลาสติกที่ทราบน้ำหนัก ประมาณหนึ่งในสามของขวด จำนวน 2 ขวด และปิดฝา

5. ชั่งน้ำหนักขวดทั้งหมด และบันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้บนฉลากและปิดไว้ทั้งตัวขวดและบนฝาขวด และทำการจดบันทึกไว้ในสมุดด้วย

6. พัน Parafilm รอบปากขวดข้าวพันปั่นให้แน่น เพื่อป้องกันความชื้นเข้าไป จากนั้นนำขวดไปเข้าเครื่อง Shell freezer ที่ปรับอุณหภูมิเอาไว้ที่ –20 °C. เพื่อให้ตัวอย่างข้าวพันที่ปั่นเคลือบแข็งเป็นแผ่นบางๆรอบผิวภายในขวด เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของการระเหิดของน้ำจากตัวอย่างอาหารเพื่อให้แห้งได้เร็วขึ้น เมื่อนำเข้าเครื่อง Lyophilizer

7. รอจนข้าวพันแข็ง แล้วไว้ใน Deep freezer (-20°C.) ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากนั้นนำเข้าเครื่อง Lyophilizer เพื่อทำให้ข้าวพันแห้ง

8. เก็บข้าวพันแห้งที่ได้ไว้ใน Desiccator อุณหภูมิประมาณ 45 °C. เพื่อป้องกันความชื้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสารอาหารต่อไป ก่อนเก็บขวดที่บรรจุข้าวพันแห้ง บันทึกน้ำหนักที่ได้ติดไว้ที่ฉลากข้างขวด และทำการจดบันทึกไว้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารในตัวอย่างอาหาร

1. **การหาปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหารโดยวิธี** Freeze-drying

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำ Freeze-drying เรียกว่า Lyophilizer

Lyophilizer มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. Vacuum pump

2. Condenser tank มี Acrylic glass bell jar วางอยู่ด้านบนภายใน Condenser tank มี Ice condenser ซึ่งถูกทำให้เย็นโดย Refrigerator ตัว Condenser tank ทำหน้าที่กักเก็บไอน้ำ (Water vapour) ซึ่งเกิดจากการระเหิดของน้ำในตัวอย่างอาหารและกลายเป็นน้ำแข็งอยู่ภายใน

3. Control unit ประกอบด้วย

3.1 ปุ่มควบคุมการปิด-เปิดของ Vacuum pump

3.2 ปุ่มควบคุมการปิด-เปิดของ Condenser cooling

3.3 Vacuum gauge

3.4 หน้าปัดแสดงอุณหภูมิภายใน Condenser tank และใน Acrylic glass bell jar

1.2 การคำนวณหาความชื้นในตัวอย่างอาหาร

น้ำหนักอาหารรวม (คือน้ำหนักอาหารสดเฉพาะส่วนที่กินได้ทั้งหมด) ให้ = a กรัม

น้ำหนักน้ำที่เติมในการปั่นบดอาหาร = b กรัม

น้ำหนักอาหารปั่นรวมทั้งหมด = a+b กรัม

เมื่อปั่นบดอาหารให้ละเอียดเข้ากันดีแล้วอาหารปั่นใส่ในขวดที่ทราบน้ำหนัก เมื่อลบน้ำหนักของขวดและฝาออกแล้ว น้ำหนักที่เหลือ คือน้ำหนักอาหารปั่นในขวดก่อนทำให้แห้ง กำหนดให้ = c กรัม

เมื่อนำอาหารไปทำให้แห้งโดยเครื่อง Lyophilizer ชั่งน้ำหนักขวดพร้อมกับอาหารแห้ง ลบน้ำหนักขวดเปล่าออกจะเหลือน้ำหนักอาหารแห้งในขวด กำหนดให้ = d กรัม

น้ำหนักอาหารปั่นก่อนทำให้แห้ง c กรัม ทำให้เป็นอาหารแห้งมีน้ำหนัก = d กรัม

ถ้าน้ำหนักปั่นทั้งหมด a+b กรัม ทำให้เป็นอาหารแห้งที่มีน้ำหนัก $\frac{d(a+b)}{c}$ กรัม

อาหารแห้ง $\frac{d(a+b)}{c}$ กรัม = น้ำหนักอาหารแห้งทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\therefore \text{ความชื้นในอาหารทั้งหมด} = a - \frac{d(a+b)}{c} \text{ กรัม}$$

โดยทั่วไปนิยมรายงานความชื้นต่อน้ำหนักอาหารสด 100 กรัม :ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

อาหารสดส่วนที่กินได้ทั้งหมด a กรัม มีความชื้น $= a - \frac{d(a+b)}{c}$ กรัม

ถ้าอาหารส่วนที่กินได้ทั้งหมด 100 กรัม มีความชื้น $= \{ a - \frac{d(a+b)}{c} \} \frac{X100}{a}$ กรัม

2. การหาปริมาณขี้เถ้าในตัวอย่างอาหาร

2.1 ขั้นตอนการเผาตัวอย่างอาหาร

1.เผา Crucible ที่สะอาดปราศจากแร่ธาตุในเตาเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 450° C นาน 15 นาที

2.ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วเก็บไว้ใน desiccator ประมาณ 20 นาที ชั่งน้ำหนักของ Crucible โดยใช้เครื่องชั่งที่มีมาตราวัดละเอียดสามารถอ่านได้ถึง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.ชั่งอาหารแห้งในปริมาณที่พอเหมาะใน Crucible (ประมาณ 1ใน 4 ของCrucible)

4.เตรียมเตาเผาโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 450° C แล้วนำ Crucible ที่บรรจุอาหารใส่ไว้ในเตาเป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งการเผาสมบูรณ์ แล้วปิดสวิทช์เตาเผา และทิ้ง Crucible ไว้ให้เย็นในเตา

5.นำเอา Crucible ออกจากเตาเผา ในเช้าวันรุ่งขึ้นและใส่ไว้ใน Desiccator จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

6.ชั่งน้ำหนัก Crucible รวมทั้งขี้เถ้าไว้

2.2 การคำนวณ

กำหนดให้น้ำหนักของ Crucible เปล่า = a กรัม

น้ำหนักของตัวอย่างอาหารใน Crucible = b กรัม

น้ำหนักของขี้เถ้า + น้ำหนัก Crucible = c กรัม

$$\therefore \text{น้ำหนักของจี้เถ้า (กรัม/100กรัม อาหารแห้ง)} = \frac{(c - a)}{b} \times 100 \text{ กรัม}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การหาปริมาณไขมันรวมในตัวอย่างอาหาร

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

1. 4 N HCl
2. Ethanol 25% + 0.4% amyl alcohol
3. Petroleum-ether, จุดเดือด 40-60°C

3.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งสารตัวอย่าง ~ 5 กรัม ใส่ลงใน flask
2. เติม 50 มิลลิลิตร ของ 4 N HCl และใส่ glass bead 5 เม็ด
3. นำมาต่อเข้ากับ condensor และต้มสารฟสมให้เดือด 1 ชั่วโมง
4. กรองและล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน (DDW) จนกระทั่งสารละลายไม่อยู่ในสภาพที่เป็นกรด (โดยใช้กระดาษ pHทดสอบ)
5. นำสารที่กรองได้ไปทำให้แห้งโดยการอบในเตาอบ (Oven) 60°C นาน 1-2 ชั่วโมง แล้วนำสารตัวอย่างไปใส่ Thimble
6. ชั่งน้ำหนัก Flask เปล่า
7. เติม Petroleum-ether 130 มิลลิลิตร และนำไปต่อกับ Soxhlet extractor ต้มให้เดือด นาน 5-8 ชั่วโมง
8. ระเหย Petroleum-ether โดยนำมาวางในอ่างน้ำร้อน (Steam bath) ในตู้ควันจนสารระเหยแห้ง
9. นำ Flask ไปอบที่อุณหภูมิ 60°C ประมาณ 2 วัน จนกระทั่งน้ำหนักสารตัวอย่างคงที่
10. ชั่งน้ำหนัก Flask รวมกับไขมัน

3.3 วิธีคำนวณ

กำหนดให้สารตัวอย่างในข้อ 1. = a กรัม

น้ำหนัก Flask เปล่า = b กรัม

น้ำหนัก Flask + ไขมัน = c กรัม

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{(c-b) \times 100}{a}$$

4. การปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1 สารเคมีที่ใช้

1. กรดซัลฟิวริคเข้มข้น (Concentrated sulphuric acid) ควรเลือกชนิดของกรดที่มีปริมาณของไนโตรเจนผสมอยู่น้อยที่สุด

2. สารประกอบซึ่งเป็นของผสมระหว่าง Copper sulphate และ Potassium sulphate (1:1 W/V)

3. 50% Sodium hydroxide

4. Boric acid, 4% (W/V) in distilled water

5. Bromcresol green in absolute alcohol, 0.2%

6. Standard Ammonium sulphate

4.2 ขั้นตอนการหาไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl method

การย่อย (Digestion) เพื่อทำลายพันธะเคมีของตัวอย่างอาหาร เช่น เนื้อ เนย แข็ง เป็นต้น ให้กลายเป็นโมเลกุลของ Amino acid และเปลี่ยนโมเลกุลย่อยให้เป็น Amonium radicalมีวิธีการทำดังนี้

1. นำตัวอย่างอาหารซึ่งเป็นของแข็งประมาณ 0.5-1.0 กรัม หรือตัวอย่างอาหารซึ่งเป็นของเหลว ประมาณ 0.1-1.0 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วสำหรับย่อยตัวอย่าง เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 5 มิลลิลิตรลงไปและเติมเกลือ Potassium sulphate หรือ Kjeltab ลงไป 1 เม็ด (1 เม็ดของ Kjeltab ประกอบด้วย 1.5 กรัม K_2SO_4 และ 0.0075 กรัม Se) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) Kjeltab จะทำให้อุณหภูมิของการย่อยสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงกว่า 370 °C ทำให้การย่อยสลายเกิดได้อย่างสมบูรณ์

2. นำหลอดแก้วย่อยสลายตัวอย่าง ใส่ลงในเครื่องย่อย ปรับอุณหภูมิของเครื่องให้สูงขึ้นประมาณ 370-450°C และควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 1-1½ ชั่วโมง เพื่อให้การย่อยสลายเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ คือได้สารละลายที่ใส นำหลอดย่อยออกจากเครื่องย่อย ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ข้อสำคัญในขบวนการย่อย คือ ต้องควบคุมอัตราส่วนของกรดเกลือให้เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากการเร่งการย่อยให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิของการย่อย นอกจากการใช้ Hydrogen peroxide แล้วยังมีการเพิ่มอัตราส่วนของกรดซัลฟูริค และเกลือ Potassium sulphate แต่ทั้ง 2 วิธีอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของ Ammonia ได้ ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบกับสารไนโตรเจนที่ทราบค่าก่อน เพื่อจะได้ควบคุมการย่อยสมบูรณ์ ในระยะเวลาที่น้อยที่สุดโดยไม่มีการสูญเสียไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การกลั่น (Distillstion) เป็นการแยกเอาไนโตรเจนออกจากสารละลายอาหารที่ถูกย่อยแล้วในหลอดย่อย โดยปรับ pH ของสารละลายในหลอดย่อยให้เป็นกลางด้วย 50% Sodium hydroxide โดย Ammonium ion (NH_4^+) จะถูกเปลี่ยนเป็น Ammonia (NH_3)จากนั้นกลั่นไล่ Ammonia ที่ได้ออกมาโดยใช้เครื่องกลั่น (Distillation uint) Ammonia ที่ออกมาจะถูกจับด้วยสารละลายที่เหมาะสม ในวิธีของระบบ Kjeldahl system จะใช้ 4% Boric acid เป็นตัวจับ Ammonia ไว้โดย Ammonia จะรวมกับกรดบอริค กลายเป็น Ammonia borate ซึ่งมีวิธีการทำดังนี้

1. ดูดสารละลาย 4% Boric acid 5 มิลลิลิตร DDH_2O 20 มิลลิลิตร และ Bromcresol green 2 หยด ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร วาง Flask ไว้ใต้ Condenser ในเครื่องกลั่น เลื่อนปลายของ Condenser ให้จุ่มลงในกรดบอริคใน Flask

2. ต่อหลอดย่อยให้เข้ากับเครื่องกลั่น

3. ปล่อย 50% Sodium hydroxide ลงในหลอดย่อย 20 มิลลิลิตร

4. กลั่นแยก Ammonia จากหลอดย่อยประมาณ 3 นาที Ammonia จะลงไปทาง Condenser และจะถูกจับด้วย Boric acid ใน Flask

การไตเตรท (Titration) เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนในอาหาร โดยนำเอาAmmonia ที่ถูกจับไว้ใน Boric มาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดมาตรฐาน (Standard titrant) ที่เหมาะสม คือ 0.1-0.01 N Hydrochloric acid โดยใช้ Bromcresol green เป็น Indicator บอกจุดสะเทิน(Neutral) ของปฏิกิริยา วิธีการทำคือ นำเอาสารละลายใน Erlenmeyer flask จากข้อ 2 มาไตเตรทกับ 0.1-0.01 N Hydrochloric acid ใน Titration unit ซึ่งมีปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องดังนี้

$$-NH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + +2H_2O + 2NH_3$$

$$NH_3 + HBO_2 \longrightarrow NH_4BO_2$$

$$NH_4BO_2 + HCl \longrightarrow HBO_2 + NH_4Cl$$

การคำนวณ

จากปฏิกิริยาในข้อ 4.2.3.4 แสดงว่า NH_4^+ 1 mole จะทำปฏิกิริยากับ HCl 1 mole

จำนวน mole ของ NH_4^+ = จำนวน mole ของ HCl ..... (1)

เนื่องจาก NH_4^+ จะมี N 1 อะตอม อาจกล่าวได้ว่า จำนวน mole ของ NH_4^+ เท่ากับจำนวน mole อะตอมของ N

จากสูตรจำนวน mole อะตอมของ N = $\frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัม}}{\text{น้ำหนักของอะตอม}}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$\therefore$ จำนวน mole อะตอมของ N = $\frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของ N}}{14}$ ..... (2)

จำนวน mole ของ HCl = จำนวนสมมูลย์ของ HCl เนื่องจากมี hydrogen 1 อะตอม จากสูตร จำนวนสมมูลย์ = $\frac{\text{ความเข้มข้นของสารหน่วยเป็น Normality (N) X ปริมาตร (ml)}}{1000}$

จำนวนสมมูลย์ของ HCl = $\frac{N_{HCl} \text{ X } V_{HCl}}{1000}$ ..... (3)

N_{HCl} = ความเข้มข้นของ HCl หน่วยเป็น Nomality

V_{HCl} = ปริมาตรของ HCl ที่ไตเตรทกับตัวอย่าง – ปริมาตรของ HCl ที่ไตเตรทกับ Blank หน่วยเป็น มิลลิลิตร

Blank คือ การใช้น้ำแทนตัวอย่างสารละลายอาหารที่ย่อยแล้ว ผสมกับสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ในกระบวนการวิเคราะห์

แทนสมการที่ 2 และที่ 3 ลงใน 1 จะได้สมการน้ำหนักเป็นกรัม ของ N = $\frac{N_{HCl} \text{ X } V_{HCl}}{1000}$

น้ำหนักเป็นกรัมของ N = $\frac{N_{HCl} \text{ X } V_{HCl} \text{ X14}}{1000}$

น้ำหนักเป็นกรัมของ N ต่อน้ำหนักอาหารที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ = $\frac{N_{HCl} \text{ X } V_{HCl} \text{ X } 14}{1000}$

เนื่องจากโปรตีนทั่วไป 100 กรัม จะมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ 16 กรัม คิดเป็น Factor สำหรับเปลี่ยนค่าไนโตรเจนให้เป็นค่าโปรตีน = 100/16 =6.25 เรียกว่า Conversion factor ซึ่ง Factor จะเปลี่ยนแปลงไปในอาหารแต่ละชนิดขึ้นกับกรดอะมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนนั้น เช่น นม และผลิตภัณฑ์มีค่า Conversion factor = 6.38 ข้าวสาลีมีค่า Conversion factor = 5.7 เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำหนักเป็นกรัมของโปรตีนต่อน้ำหนักของตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

$= \frac{N_{HCl} \text{ X } V_{HCl} \text{ X } 14 \text{ X } 6.25}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร(กรัม)X1000}}$

โดยทั่วไปการรายงานจะรายงานในหน่วยของ กรัมโปรตีนต่อน้ำหนักอาหารสด 100 กรัม ส่วนที่กินได้ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

กำหนดให้ น้ำหนักอาหารส่วนที่กินได้ทั้งหมด = a กรัม

น้ำหนักน้ำที่เติม = b กรัม

น้ำหนักอาหารปั่นทั้งหมด = a+b กรัม

เมื่อนำอาหารปั่น M กรัม ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

อาหารปั่น M กรัม มีโปรตีน = $\frac{N_{HCl} \times V_{HCl} \times 14 \times 6.25}{1000}$ กรัม

อาหารปั่น a+b กรัม มีโปรตีน = $\frac{N_{HCl} \times V_{HCl} \times 14 \times 6.25 \times (a+b)}{1000}$ กรัม

นั่นคือ อาหารส่วนที่กินได้ทั้งหมด a กรัม มีโปรตีน = $\frac{N_{HCl} \times V_{HCl} \times 14 \times 6.25 \times (a+b)}{1000 \times M}$ กรัม

$\therefore$ อาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม มีโปรตีน $= \frac{N_{HCl} \times V_{HCl} \times 14 \times 6.25 \times (a+b) \times 100}{1000 \times M \times a}$ กรัม

$= \frac{N_{HCl} \times V_{HCl} \times 14 \times 6.25 \times (a+b)}{10aM}$ กรัม

หรือโปรตีนรวม (กรัม%) $= \frac{N_{HCl} \times V_{HCl} \times 14 \times 6.25 \times (a+b)}{10aM}$

5. การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 - (ความชื้น + โปรตีน + ไขมัน + เถ้า)

6. การคำนวณปริมาณพลังงานต่อ 100 กรัมของข้าวพัน

พลังงาน = (ไขมัน X 9) + (โปรตีน X 4) + (คาร์โบไฮเดรต) กิโลแคลอรี

7. การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินเอ (นิภาพร ลักษณ์สมญา,2538)

7.1 หลักการในการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำโดยสปอนนิฟายด์ไขมันในสารตัวอย่างด้วยสารละลายด่าง แล้วสกัดวิตามินเอออกจากส่วนที่สปอนนิฟายด์ไม่ได้ด้วยนอร์มัล-เฮกเซน นำไปวัดปริมาณวิตามินเอด้วยเครื่องมือ High performance liquid chromatography (HPLC)

7.1 สารเคมีและสารมาตรฐาน

1. โซเดียมแอสคอร์เบท
2. สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ความเข้มข้น 4%
3. สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 60%
4. สารละลายฟีนอฟทาลีน ความเข้มข้น 0.1% ในแอลกอฮอล์
5. แอบโซลูทแอลกอฮอล์
6. แอลกอฮอล์
7. นอมัล-เฮกเซน
8. โซเดียมซัลเฟต
9. เมธานอล (สำหรับ HPLC)
10. สารมาตรฐาน ออล-ทรานส์ วิตามินเอ-ปาล์มมิเตท
11. ฉลากแจ้งปริมาณวิตามินเอ 1.75 X 10^6 หน่วยสากลต่อกรัม

7.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 7 กรัม ในขวดสีน้ำตาลก้นแบน เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร กวนด้วย Magnetic stirrer จนกระทั่งสารตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน สปอนนิฟายด์ตัวอย่าง โดยเติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 20 มิลลิลิตร, แอลกอฮอล์ 80 มิลลิลิตร, โซเดียมแอสคอร์เบท 1 กรัม, สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 2 มิลลิลิตร ต่อเข้ากับเครื่อง Reflux ซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 80°ซ. Reflux นาน 30 นาที เอาออกจากเครื่อง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นอย่างรวดเร็ว แล้วทำการสกัดวิตามินเอ โดยการถ่ายสารตัวอย่างซึ่งสปอนนิฟายด์แล้วลงในกรวยแยกสีน้ำตาล ล้างก้นขวดแบนสีน้ำตาลด้วยน้ำกลั่นประมาณ 30 มิลลิลิตร แล้วเทน้ำรวมใส่ในกรวยแยกสีน้ำตาล (ให้ปริมาตรของน้ำ : ปริมาตรของแอลกอฮอล์ = 1:1 โดยประมาณ) สกัดด้วยนอร์มัลเฮกเซน 50 มิลลิลิตร 2 ครั้ง และ 40 มิลลิลิตร 2 ครั้ง ครั้งละประมาณ 5 นาที รวมชั้นนอร์มัลเฮกเซน ไม่มีฤทธิ์เป็นด่าง(โดยการทดสอบกับน้ำที่ล้างไม่เกิดสีกับสารละลายฟีนอฟทาลีน) กรองชั้น นอร์มัล-เฮกเซน ผ่านโซเดียมซัลเฟตลงในขวดก้นแบนสีน้ำตาล นำไประเหยให้เกือบแห้งด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ (Rotary evaporate) ที่ควบคุมอุณหภูมิของน้ำไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เป่าให้แห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน ละลายสารที่เหลืออยู่ด้วยเมธานอล (สำหรับ HPLC) ครั้งละ 3 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร (ให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มีความเข้มข้นของวิตามินเอ ประมาณ 1.5-1.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) กรองด้วย Membrane filter ขนาด 0.45 มิลลิไมครอน วัดปริมาณวิตามินเอเทียบกับสารมาตรฐานด้วย High performance liquid chromatography (HPLC) โดยใช้ Mobile phase เป็นเมธานอล และน้ำ อัตราส่วน 95:5 เวลาในการแยก 5.5 นาที Flow rate 1 มิลลิลิตรต่อนาที และตรวจวัดด้วย uv detector ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

7.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณวิตามินเอในสารตัวอย่าง} = \frac{A_1 \times m_2 \times 100}{A_2 \times m_0}$$

คำนวณเป็นไมโครกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง โดยที่

A_1 = ความสูงของ peak ของวิตามินเอของสารตัวอย่าง

A_2 = ความสูงของ peak ของ External standard

m_2 = ปริมาณวิตามินเอใน External standard (หน่วยเป็นไมโครกรัม)

m_0 = น้ำหนักของสารตัวอย่าง (หน่วยเป็นกรัม)

8 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน (AOAC, 2000)

8.1 หลักการในการวิเคราะห์

สกัดสารที่ละลายในไขมันด้วยอะซีโตนและเฮกเซน จากนั้นนำไปผ่านคอลัมน์เพื่อแยก chlorophylls และ hydroxy carotenes ออก แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนโดยวิธี spectrophotometry

8.2 สารเคมี

1. อะซีโตน
2. เฮกเซน
3. Absorbent (Activated magnesia)
4. Diatomaceous earth

8.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. การสกัด สกัดตัวอย่างด้วย อะซีโตนและเฮกเซน

2. การแยกรงควัตถุ นำสารละลายที่ได้จากการสกัดมาผ่านคอลัมน์ซึ่งมี Activated magnesia และ Diatomaceous earth (1+1, w/w)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การหาปริมาณเบต้าแคโรทีน นำสารละลายที่ได้จากการผ่านคอลัมน์มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 436 นาโนเมตร (nm) เทียบกับสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวอัมพิกา นรินทรกุล ณ อยุธยา

วัน เดือน ปี เกิด 24 เมษายน 2520

ประวัติการศึกษา

2538 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเซนต์โยเซฟบางนา จังหวัดสมุทรปราการ

2542 ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสบการณ์การทำงาน

2542-2543 เจ้าหน้าที่วิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved