ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

รายนาม ผู้ทรงคุณวุฒิ

คุณโพธิ์ศรี	ลีลาภัทร	หัวหน้าหน่วยวิเคราะห์สารอาหาร สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณธวัชชัย	คำรินทร์	หัวหน้าหน่วยบริการห้องปฏิบัติการ สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณนคร	ปริวัตรสกุลชัย	ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณประภาพร	ศักดาวงศ์เสรี	ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณอรพินท์	พงษ์ธรรม	ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์พลังงานและปริมาณสารอาหารหลัก

การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหาร โดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter สามารถวิเคราะห์พลังงานในตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว

Calorimetry เป็นการศึกษาความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมี หรือทางกายภาพที่เกิดจาการเปาไหม้ (Heat of combustion)ของสารตัวอย่างภายในเครื่อง Bomb calorimeter ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำใน Bucket สามารถคำนวณค่าพลังงานของสารตัวอย่างโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานได้ค้าพลังงานของสารตัวอย่างมีหน่วยเป็น cal หรือ J หรือ BTU

Bomb calorimeter แบ่งเป็น 3 เทคนิคคือ

1. Isothermal calormetry เป็นเทคนิคในการวัดค่าความร้อนโดยรักษาอุณหภูมิของน้ำใน Bucket ด้วย Insulated container ซึ่งจะตรวจวัดอุณหภูมิน้ำใน Bucket ด้วย Thermometer ที่ติดตั้งอยู่ภายใน เป็นเทคนิคให้ความรวดเร็วในการวิเคราะห์สูง แต่ความแม่นยำต่ำ จึงไม่เป็นที่นิยม

2. Adiabatic calorimetry เป็นเทคนิคที่ต้องปรับอุณหภูมิน้ำใน Jacket ให้ตรงกับอุณหภูมิในลูก BombและBucket เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดการถ่ายเทความร้อน ทางทฤษฎีเป็นเทคนิคที่ให้ความถูกต้องสูง แต่ในทางปฏิบัติการควบคุมไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างระบบทำได้ยากและใช้เวลาวิเคราะห์ยาวนานกว่าเทคนิคอื่น

3. Isoperibol calorimetry เทคนิคนี้จะรักษาอุณหภูมิในน้ำ Jacket ที่อุณหภูมิคงที่ในขณะที่อุณหภูมิของ Bombและ Bucket เพิ่มขึ้นตามปฏิกิริยา เครื่องมือต้องมีการวัดอุณหภูมิของน้ำใน Jacket, Bombและ Bucket อย่างแม่นยำเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความร้อนที่ถ่ายเทลงไปยัง Jacketและนำมาชดเชยกับค่าความร้อนใน Bucket เป็นเทคนิคที่มีความถูกต้องและรวดเร็ว

Bomb calorimeter ยี่ห้อ LECO รุ่น AC-350 เป็นเครื่องมือที่ใช้เทคนิค Isoperibol calorimetry มีอุปกรณ์ประมวลผล Digital signal processer (DSP) ในการคำนวณหาค่าความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร้อนในตัวอย่าง ค่าพลังงานความร้อนคำนวณขณะที่เผาตัวอย่าง โดยการควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งหมด ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมาจะขึ้นอยู่กับตัวอย่างนั้นๆ สำหรับเครื่อง AC-350 ตัวอย่างจะถูกใส่เข้าไปในภาชนะที่บรรจุด้วยออกซิเจนที่มีแรงดันสูงเรียกว่า Bomb ขณะทำการวิเคราะห์ Bomb จะถูกวางลงไปในถังที่บรรจุลงในถังที่บรรจุน้ำและมี Thermometer เพื่อวัดการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ โดยมีความละเอียดของ Thermometer ถึง 0.0001 องศาเซลเซียส ระหว่างการวิเคราะห์น้ำรอบนอกจะถูกควบคุมอุณหภูมิ โดยพัดลมระบายความร้อน

โดยหลักการ Isoperibol จะมีพลังงานความร้อนส่วนหนึ่ง ถ่ายเทระหว่างน้ำภายในและภายนอก Bucket ดังนั้นในระหว่างการวิเคราะห์ จึงมีการวัดอุณหภูมิของทั้งสองส่วนเพื่อคำนวณพลังงานที่ถ่ายเทออกไป แล้วนำค่าความร้อนมาแก้ไขผลของการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง ส่วนประมวลผลของเครื่องรุ่น AC-350 จะอ่านอุณหภูมิทุกๆ 6 วินาที แล้วนำอุณหภูมิที่ได้ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์จะนำอุณหภูมิทั้งหมดมาคำนวณค่าความร้อนและผลของค่าความร้อนจะสามารถหักค่าความร้อนที่เกิดจากสารที่ใช้สำหรับ Spiking ฟิวส์ ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน และความชื้นในตัวอย่างอาหาร เพื่อให้ได้ค่าความร้อนที่ถูกต้อง

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

เครื่อง Bomb calorimeter ยี่ห้อ LECO รุ่น AC-350 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

เครื่อง Bomb calorimeter ยี่ห้อ LECO รุ่น AC-350 มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ keypad, display screen, bucket reservoir water return tank และอุปกรณ์ประมวลผล Digital signal processing (DSP)

Combustion vessel cleaning/wash basin station

อุปกรณ์ประกอบ

1. Crucible
2. Wire fuse
3. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
4. เครื่องพิมพ์ผล

Oxygen tank

สำหรับ Part number ของอุปกรณ์แต่ละส่วนแสดงรายละเอียดในเอกสารคู่มือ AC-350 Instruction Manual (Part number 200-678 April 2003) ©2003 LECO® Corportion

สารมาตรฐาน(Standard)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการตรวจวิเคราะห์พลังงานในอาหารแต่ละครั้งต้องมีการวิเคราะห์สารมาตรฐานร่วมด้วยทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเครื่อง สารมาตรที่ใช้คือ Bezoic acid (Themochemical grade) ซึ่งมีค่าพลังงาน (Calorific value) เท่ากับ 6.32 Kcal ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งต้องทำการวิเคราะห์ Bezoic acid อย่างน้อย 5 ครั้ง และคำนวณค่าพลังงานเฉลี่ย ต่อน้ำหนัก Bezoic acid 1 กรัม เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าพลังงานในตัวอย่างอาหารต่อไปและในระหว่างทำการวิเคราะห์ ควรทำการวิเคราะห์สารมาตรฐาน Bezoic acid ซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ต่อสารตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง (Single standardizing test) เพื่อแน่ใจว่าสภาวะของเครื่องคงที่

วิธีดำเนินการ (Procedure)

วิธีการใช้งานเครื่องสามารถทำได้ดังนี้

1. เปิดสิตอุปกรณ์ต่อพ่วงและ UPS
2. เปิดเครื่อง Bomb calorimeter หน้าจอจะแสดง Copyright screen ให้รอสักครู่ Main menu จะปรากฏขึ้น
3. ที่ Main menu กด 4 จะแสดงหน้า Set up แล้วกด 1 เลือก Analysis method
4. วาง Crucible เปล่าลงบนเครื่องชั่ง เมื่อน้ำหนักคงที่จะมีตัวอักษรg. ปรากฏขึ้น กด Tare เพื่อให้น้ำหนักเป็น 0.0000 g.
5. ใส่ตัวอย่างลงไปใน Crucible รอจนน้ำหนักคงที่ (ไม่เกิน 1.0000 g.)
6. กด Select เพื่อให้เครื่องบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่งโดยเครื่องชั่งที่เชื่อมต่อกัน
7. วาง Crucible ที่ใส่ตัวอย่างในที่วางตัวอย่าง (Sample holder)
8. ยกที่ ล๊อคฟิวส์ที่ขา Electrode ให้สูงกว่าช่องใส่ฟิวส์ สอดปลายด้านหนึ่งของฟิวส์เข้าไปในช่องใส่ฟิวส์ แล้วเลื่อนที่ล๊อคฟิวส์ลงมาล๊อคฟิวส์ ทำเช่นเดียวกันกับปลายอีกด้านหนึ่งของฟิวส์
9. บีบตรงกลางของฟิวส์ให้เป็นรอยพับ แล้วยกฟิวส์ให้สูงขึ้นเหนือตัวอย่างโดยต้องไม่แตะถูกตัวอย่าง
10. หมุน Needle valve (อยู่ส่วนบนของที่วางตัวอย่าง) เปิดให้หมด
11. นำที่วางตัวอย่างใส่ใน Combustion vessel assembly และหมุนฝาปิดโดยไม่ต้องหมุนให้แน่นมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

12. หมุน Needle valve ปิดให้พอตึงมือ

13. เสียบที่เติมก๊าซออกซิเจนเข้าช่องเติม ก๊าซออกซิเจน ของ Combustion vessel assembly แล้วกดปุ่มเติมก๊าซออกวิเจน เมื่อความดันถึง 420 psi เครื่องจะตัดโดยอัตโนมัติ

14. ดึงที่เติมก๊าซออกซิเจนออก

15. Combustion vessel assembly พร้อมที่จะนำไปวิเคราะห์

16. เติมน้ำจาก Pipet ปริมาตร 2000 มิลลิลิตร เข้า Bomb bucket โดยให้น้ำกระทบที่ผนังของ Bomb bucket เพื่อให้น้ำวนและลดฟองอากาศ หลังจากน้ำออกจาก Pipet หมด ให้หมุน Pipet valve ไปในตำแหน่ง Water through pipet position เพื่อเปิดน้ำเข้าสู่ Pipet อีกครั้ง

17. ยก Bomb bucket (มีหูหิ้ว) ไปวางที่ Bomb bucket well โดยให้ตำแหน่งที่วาง Combustion vessel assembly ใน Bomb bucket อยู่ในส่วนหน้า เพื่อจะได้มีช่องว่างพอที่จะให้ใบพัดของ Stirring หมุนได้สะดวก

18. ใส่ที่หิ้ว Combustion vessel assembly เข้าไปในตัว Bomb แล้วยก Combustion vessel assembly ไปวางไว้ใน Bomb bucket (ระวังอย่าให้เอียงหรือหล่น) เมื่อวางดีแล้ว จึงถอนที่หิ้วออกโดยพยายามให้น้ำติดมากับที่หิ้วน้อยที่สุด

19. เสียบสายจุดฟิวส์ 2 เส้น เข้าที่ช่องเสียบด้านบนของ Combustion vessel assembly โดยจับสายไฟในส่วนที่เป็นฉนวน อย่าให้มือโดนน้ำใน Bomb bucket เพราะจะทำให้ปริมาณน้ำเปลี่ยนไป

20. ตรวจสอบการรั่วของ Combustion vessel assembly โดยสังเกตน้ำใน Bomb bucket ว่ามีฟองอากาศออกมาจาก Combustion vessel assembly หรือไม่ ถ้ารั่วห้ามทำการวิเคราะห์โดยเด็ดขาด

21. ปิดฝา Bomb bucket

22. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการวิเคราะห์

23. ขณะทำการ Prefire แถวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิภายใน bucket และที่หน้าจอจะแสดงเวลาที่นับถอยหลังเพื่อจุดฟิวส์ ก่อนที่จะจุดฟิวส์หกวินาที จะมีเสียงสัญญาณดังขึ้นพร้อมทั้งข้อความ Ignite กระพริบขึ้นที่หน้าจอ ขณะ Prefire แถวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิของ Bucket ที่เพิ่มขึ้น (Delta T) และส่วนที่แสดงผลการวิเคราะห์จะแสดงเวลาที่เหลือของการวิเคราะห์(เวลาจะนับถอยหลัง), ID Code และหมายเลข Combustion vessel assembly

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

24. หลังจากสิ้นสุดการวิเคราะห์ให้เปิดฝาของ Bomb bucket ขึ้น ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดใบพัดและ Themp probe ระวังอย่าให้น้ำหกไปโดนฉนวนกันความร้อนรอบนอก Bucket จะทำให้ความแม่นยำของการวิเคราะห์ลดลง ดึงสายจุดฟิวส์ออกและใช้ผ้าเช็ดสายให้แห้ง

25. ยก Combustion vessel assembly ออกจาก Bomb bucket โดยใช้ที่หิ้วเทน้ำจาก Bomb bucket กลับคืนสู่ Reservoir tank และใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด Bomb bucket

26. ต่อสายยาง Discharge เข้าที่ส่วนปลายของ Needle valve อยู่ส่วนบนของCombustion vessel assembly หมุน Needle valve ทวนเข็มนาฬิกาช้าๆเพื่อปล่อยความดันออก

27. หมุนฝาปิด Combustion vessel assembly ออก ดึง Sample holder assembly ออกไปแขวนไว้ในที่เตรียมตัวอย่าง หากพบว่าตัวอย่างมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ต้องวิเคราะห์ใหม่

28. วัดความยาวของฟิวส์ที่เหลือจากการวิเคราะห์ นำไปลบออกจากความยาวของฟิวส์ที่ใส่เข้าไปในเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์และแก้ไขความยาวของฟิวส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งต้องมีสารมาตรฐานคือ Benzoic acid และ In-house quality control คือ Commercial milk powder (Dumex) ร่วมด้วยทุกครั้ง

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document)

1. สมุดLog book บันทึกการใช้งานของเครื่อง
2. เอกสารผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างจากเครื่องพิมพ์ของเครื่อง Bomb calorimeter AC 350

การรายงานผล(Report)

การรายงานผลการวิเคราะห์พลังงานในสารตัวอย่าง หลังจากการทดลองเครื่องสามารถพิมพ์ผลการวิเคราะห์พลังงานได้ในหน่วยของพลังงาน (cal/Joule/BTU) ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างอาหาร

โปรตีน คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยเล็กๆที่เรียกว่า กรดอะมิโน ในการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนหรือไนโตรเจน ใช้เครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น EF-528 ในตัวอย่างขอบงผลิตภัณฑ์อาหาร ปุ๋ย อาหารสัตว์ และการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน/ไนโตรเจน ด้วยเทคนิค Combustion หรือ Dumas method เริ่มมีการใช้ตั้งแต่ปี 1826 ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้มากขึ้น เนื่องจากมีข้อดีหลายประการคือ ผลการวิเคราะห์ไม่ขึ้นกับเมทริกซ์ของตัวอย่าง (Matrix independent) ไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นพิษ ใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อย(ประมาณ 3 นาที ต่อตัวอย่าง)

สารตัวอย่างที่บรรจุใน Tin foil หรือ Tin capsule ถูกเผาในบรรยากาศออกซิเจนที่อุณหภูมิ 850 °C (อุณหภูมิสูงสุดสำหรับเครื่องนี้ คือ 950 °C) เกิดปฏิกิรายาคลลายความร้อนที่เรียกว่า Exothermic reaction ทำให้อุณหภูมิสารตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 1800 °C สภาวะนี้ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ตัวอย่างได้สมบูรณ์มากขึ้น ก๊าซที่เกิดขึ้นได้แก่ CO_2, H_2O, NO_xและ N_2 จะไหลผ่าน Quart wool เพื่อจำกัด Particle ที่เกิดจากการเผาไหม้ Steel wool เพื่อกำจัดเกลือและกำจัดน้ำด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Thermoelectric cooler โดยลดอุณหภูมิลงเหลือ 5 °C ทำให้ H_2OและS_2O บางส่วนถูกกำจัดออกไป จากนั้นก๊าซผ่าน Particle filter เพื่อกำจัดฝุ่นผงขนาดเล็กและเกลือก่อนเข้าสู่ Ballast tank ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ใน Ballast tank ขนาด 4.5 ลิตร และปล่อยให้อยู่ในสภาวะสมดุลเป็นเวลา 20 วินาที เพื่อให้ก๊าซทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่อไปเพียง 3 มิลลิลิตร โดยผ่าน Aliquot loop เพื่อลดปริมาณการใช้งานของสารเคมีและตัวเร่งปฏิกิริยาในลำดับต่อไป

ก๊าซที่ได้จาก Aliquot loop จะถูกพาตัวด้วยก๊าซ He ผ่าน Copper metal N catalyst ที่อุณหภูมิ 750 °C เพื่อกำจัดก๊าซออกซิเจนและเปลี่ยนออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไปเป็น N_2 กำจัด CO_2 ด้วย Magnesium perchlorate หรือ Anhydrone

ก๊าซไนโตเจนที่เหลือจะเข้าสู่ตัวตรวจวัดชนิด Thermal conductivity detector (TCD) สัญญาณที่ตรวจวัดจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของไนโตรเจน ก๊าซไนโตรเจนมีค่า Thermal conductivity ต่ำกว่า ก๊าซฮีเลียม ดังนั้นเมื่อก๊าซไนโตรเจนผ่านเข้ามายัง TC cell จึงทำให้อุณหภูมิของ filament ในตัวตรวจวัดสูงขึ้นและทำให้ตรวจวัดสัญญาณของไนโตรเจนได้ หลังจาดนั้น Software จะคำนวณร้อยละไนโตรเจนและคำนวณค่าโปรตีนรวม (Total protein) ในตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

1. เครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528
2. อุปกรณ์ประกอบได้แก่
    1. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน
    2. LCD Monitor 17 นิ้ว
    3. อุปกรณ์สำรองไฟ สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์(UPS)
    4. เครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์
    5. ก๊าซฮีเลียมความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.99%หรือ High purity grade (99.995%)ขนาด 7 ลูกบาศก์เมตร
    6. ก๊าซออกซิเจนความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.7 %หรือ High purity grade (99.995%)ขนาด 7 ลูกบาศก์เมตร
    7. ปั๊มลมขนาดมอเตอร์ 1.5 แรงม้า
    8. เครื่องชั่งยี่ห้อ Mettler Toledo 4 ตำแหน่ง
    9. อุปกรณ์ปรับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Stabilizer) ยี่ห้อ SOLTEC UPS
3. วัสดุอุปกรณ์
    1. Tin foil สำหรับบรรจุตัวอย่างที่เป็นของแข็ง
    2. Tin capsules สำหรับบรรจุตัวอย่างที่เป็นของเหลว
    3. แท่นสำหรับเตรียมตัวอย่าง
    4. ช้อนตักสารตัวอย่าง(Spatula)

วิธีดำเนินการ (Procedure)

การเปิดเครื่องและการตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่อง มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิด Main สวิทซ์
2. เปิดวาล์วถังก๊าซออกซิเจนและก๊าซฮีเลียม ซึ่งควบคุมความดันที่หัวถังก๊าซทั้งสองชนิดเท่ากับ 35-40 psi
3. เปิดเครื่องปั๊มลม
4. เปิด UPS ของเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528
5. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ผล
6. เปิดเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. ดับเบิ้ลคลิกที่ไอออน Administator

8. เลือกไอคอน LECO 528, FP-528 software บนหน้าจอคอมพิวเตอร์

9. เลือก System configuration ในหน้า System ใส่อุณหภูมิที่ Combustion furnace temperature 850 °C แล้วกด OK เพื่อวอร์มเครื่องอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนทำการวิเคราะห์

10. เลือก Diagnostics ที่ Title bar คลิกเลือก Ambient เพื่อตรวจสอบสภาวะความพร้อมของเครื่องและคลิกเลือก Combustion furnace temperature เพื่อดูอุณหภูมิของเครื่องในหน้า Diagnostics ตรวจสอบ Leak check ดังนี้

10.1 คลิก Oxygen leak check รอเวลาประมาณ 60 วินาที แล้วดู Results

10.2 ถ้าเครื่องปกติจะแสดง Oxygen : Passed

10.3 ถ้าเครื่องผิดปกติจะแสดง Oxygen : Leak in system

10.4 คลิก Helium leak check รอเวลาประมาณ 60 แล้วดู Results

10.5 ถ้าผิดปกติจะแสดง Helium : Leak in system

สารมาตรฐาน(Standard)

EDTA Calibration sample, LECO Corporation, U.S.A. ซึ่งมีค่า certified value สำหรับไนโตเจนเท่ากับ 9.58±0.02 หรือ 9.57±0.04 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นกับ Lot number ที่ผลิต)

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

1. ในการวิเคราะห์ใช้สาร EDTA (LECO Corporation, U.S.A.) ซึ่งมีค่า Certified value สำหรับไนโตรเจนเท่ากับ 9.58 ±0.0.02g%หรือ9.57±0.04g%ทั้งนี้ขึ้นกับ Lot number ที่ผลิต

2. นมผง Dumex (Commercial instant milk powder) เป็น In- house quality control มีปริมาณโปรตีนรวม 10.5 กรัมต่อนมผง 100 กรัม (ขึ้นกับ Lot number ที่ผลิต)

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document)

1. Log book ประจำเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP -528

2. เอกสารประจำเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP -528

การรายงานผล(Report)

เครื่องจะทำการประมวลผลและพิมพ์รายงานผลเป็นเอกสารได้ทั้งในรูปของปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนรวมในหน่วยกรัมต่อ 100 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่างอาหาร

ไขมัน คือ สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในตัวทำละลายไขมัน ในการวิเคราะห์หาปริมารไขมันในตัวอย่างอาหารในครั้งนี้ ใช้เครื่องการวิเคราะห์ไขมันยี่ห้อ LECO รุ่น TFE – 2000 เป็นเครื่องวิเคราะห์ไขมันรวมในตัวอย่างอาหาร การสกัดใช้หลักการ Supercritical fluid extraction โดยใช้ Carbon dioxide Supercritical fluid คือ ของไหล เมื่ออุณหภูมิและความดันถึงจุดวิกฤต คือ 31 °C และ 1072 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (73.91 bars) Supercritical fluid มีความหนานแน่นและสามารถละลายไขมันได้ดี ในการเพิ่มประสิทธิภาพหรือ การควบคุมการสกัดไขมันในตัวอย่างสามารถทำได้โดยการปรับความดันและอุณหภูมิซึ่งสภาวะใน การสกัดที่ดีที่สุดโดยทั่วไปใช้ความดัน 9000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (620.53bars)และอุณหภูมิ 100 °C

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

1. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ LECO รุ่น TFE – 2000
2. Stabilizer ยี่ห้อ soltec
3. เครื่องไมโครเวฟ ยี่ห้อ Sharp
4. Thimble และฐานสำหรับตั้ง Thimble
5. Glass vial
6. เครื่องชั่งที่สามารถชั่งน้ำหนักได้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง
7. Beaker ขนาด 30 ml.
8. Stainless funnel
9. ช้อนตักสาร
10. กระดาชั่งสาร
11. นากาจับเวลา
12. Desiccator
13. Plastic pipette
14. ถุงมือกันความร้อน
15. อุปกรณ์นำ Thimble ออกจากเครื่อง
16. กระดาษ Kimwwipe
17. Glass wool
18. LECO dry

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

19. ก๊าซ Carbon dioxide ชนิดมี Dip tube น้ำหนักก๊าซประมาณ 25 กิโลกรัมต่อถัง

20. ก๊าซ Nitrogen ความบริสุทธิ์ 99.99 % พร้อมมาตรวัดความดันที่ถังเก็บก๊าซ

สารมาตรฐาน(Standard)

Glycerol

วิธีดำเนินการ (Procedure)

วิธีการใช้งานเครื่องสามารถทำได้ดังนี้

1. เปิดวาล์วที่ถังก๊าซ Carbon dioxide ให้เต็มที่และเปิดวาล์วที่ถังก๊าซ Nitrogen โดยกำหนดให้ความดันของก๊าซ Nitrogen อยู่ที่ 240 psi

2. เปิด Switch เครื่อง TFE 2000 ทำการ Warm เครื่องไว้เป็นเวลา 30 นาที

3. ตรวจเช็ค Ambient Monitor ว่าเครื่องอยู่ในสถานะพร้อมทำงานหรือไม่ โดยกด ปุ่ม 5 (Diagnostics) แล้วกดปุ่ม 1 (Ambient Parameter) หน้าจอจะแสดงผลดังตารางต่อไปนี้

Pump Parameter	0	psi
Pump Temp	-20	°C
Cell Temp	100	°C
HVR Temp	100	°C
Cold Junction	25	°C
Flow cell#1	0	lpm
Flow cell#2	0	lpm
Flow cell#3	0	lpm

4. ชั่งน้ำหนัก Glass wool น้ำหนัก ประมาณ 1.3 – 1.5 g.บรรจุลงใน Glass vial นำไปอบด้วย Microwave ที่ระดับความร้อน High เป็นเวลา 4 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desiccator 10 นาที แล้วชั่งน้ำหนักของ Glass vial และ Glass wool พร้อมจดบันทึกไว้ (Wb)

5. เตรียมตัวอย่างตามวิธีการของอาหารแต่ละชนิด บรรจุตัวอย่าลงใน Thimble จากนั้นใส่ glass vial และ thimble ในเครื่อง TFE 2000 (ในการใส่ Thimble ลงในเครื่อง ควรสลับด้านการใช้งานของ Thimble ด้วย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ตรวจสอบข้อมูลใน Method ที่บันทึกไว้แล้วค่อยกดปุ่ม Set up (หมายเลข 4) เลือก extraction method (หมายเลข 1) กดเมนู เลือก Select method (หมายเลข 2) และเลือก Method name พร้อมตรวจ Parameters ต่างๆ ว่าถูกต้องหรือไม่ เสร็จแล้วให้กด Exit กลับสู่หน้าเมนูหลัก

7. เริ่มการวิเคราะห์โดยเลือก Analyse (หมายเลข 1) กดเมนู เลือก Select method (หมายเลข 2) และเลือก Method name ที่ต้องการแล้วจึงกดปุ่ม Start เครื่องจะเริ่มทำงาน

8. เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้ว เครื่องจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ พร้อมกับการเปิดของ slide block และดัน Thimble ขึ้นในลักษณะพร้อมนำออกจากเครื่องได้ การนำ Thimble ออกจากเครื่องให้ใช้อุปกรณ์กด Thimble ให้แน่นและยกออกด้วยความระมัดระวัง

9. นำ Glass vial ออกจากเครื่องและอบใน Microwave เป็นเวลา 4 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน Desiccator 10 นาที จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ได้คือ น้ำหนักของ Glass vial , Glass wool และ ไขมันที่ได้จากการสกัด (Wc)

10. หลังจากการวิเคราะห์ตัวอย่างเสร็จในแต่ละวันต้องทำการ Clean ระบบตาม Cleaning Method ซึ่งมีการกำหนด Parameters ดังนี้

Pressure	9000 psi
Cell Temperature	100°C
HVR Temperature	100°C
Flow	3 lpm
Time	5 minutes Static
Time	10Minutes danamic

11. ในการ Clean ระบบ Thimble บรรจุด้วย LECO dry และ 80 % Ethanol ส่วน Glass vial บรรจุ Glass wool

12. เมื่อ Clean ระบบเสร็จ ให้กลับไปสู่ Mena หลัก โดยการกด Exit

13. นำ Glass vial และ Thimble ออกจากเครื่อง TFE 2000 ปิด Switch เครื่อง TFE 2000และปิดวาล์วก๊าซ Nitrogenและก๊าซ Carbon dioxide

14. ทำความสะอาด Thimble และ อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ

1. ปริมาณไขมันรวมในหน่วยกรัมต่อ100กรัมอาหารแห้ง $= \frac{[(Wc-Wb) \times 100]}{Wa}$

2. ปริมาณไขมันรวมในหน่วยกรัมต่อ100กรัมอาหารสด

$$= \frac{[(Wc-Wb) \times (100-M)]}{(100 \times Wa)}$$

เมื่อ Wa = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

Wb = น้ำหนักของ Glass vial + Glass wool (กรัม)

Wc = น้ำหนักของ Glass vial + Glass wool + ไขมันที่ได้จากการสกัด(กรัม)

M = ร้อยละปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (กรัม%)

การควบคุมคุณภาพ(Quality control)

ในการวิเคราะห์ต้องมีสารควบคุมคุณภาพร่วมด้วยทุกครั้งโดยใช้นมผงยี่ห้อ Dumex เป็น In-house quality control

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document)

1. Log book การใช้งานเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ LECO รุ่น TFE - 2000
2. ประวัติเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ LECO รุ่น TFE- 2000

การรายงานผล(Report)

ปริมาณไขมันรวมในตัวอย่างสามารถรายงานได้ในหน่วยกรัมต่อน้ำหนักอาหารแห้ง 100 กรัมและ/หรือกรัมต่อน้ำหนักอาหารสดส่วนที่กินได้ 100 กรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร

เถ้าในอาหาร คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการเผาอาหารที่อุณหภูมิสูง จนกระทั่งสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ไปหมด เถ้าที่ได้มีส่วนประกอบของแร่ธาตุไม่เหมือนเดิมทุกอย่าง เนื่องจากแร่ธาตุบางอย่างอาจระเหยไประหว่างการเผา ค่าของเถ้าที่หาได้ทำให้ประมาณปริมาณแรธาตุรวมในตัวอย่างซึ่งสามารถบอกถึงคุณภาพของอาหารนั้น ในการเผาย่อยสลายจะใช้อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมงหรืออาจจะมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์ ผลจะได้เถ้าสีขาว หากเถ้ามีสีแดงแสดงว่าการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์ ต้องทำการเผาซ้ำจนกว่าจะได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

1. Crucible
2. Spatula
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mattler Toledo
4. Hot plate
5. Muffle furnace ยี่ห้อ VULCAN รุ่น 3 – 1750
6. Dessicator
7. Watch glass ขนาด 65 mm.

วิธีดำเนินการ (Procedure)

1. นำ Crucible มาเผาใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 450 °C เป็นเวลา 35 นาที แล้วทิ้งให้เย็น
2. นำ Crucible มาใส่ใน Dessicator เป็นเวลา 20 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก Crucible เปล่า (W1)
3. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Crucible แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม (W2)
4. นำตัวอย่างไปเผาบน Hot plate จนกระทั้งตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ
5. นำตัวอย่างเข้า Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (หรืออาจจะมากกว่า 3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์) ทิ้งให้เย็น นำตัวอย่างออกจากเตาแล้วนำเข้า Dessicator เป็นเวลา 20 นาที
6. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W3)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า(กรัม/100กรัมน้ำหนักแห้ง)} = \frac{[(W3-W1) \times 100]}{(W2-W1)}$$

การควบคุมคุณภาพ(Quality control)

ในการวิเคราะห์ต้องมีสารควบคุมคุณภาพร่วมด้วยทุกครั้งโดยใช้นมผงยี่ห้อ Dumex เป็น In-house quality control

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document)

1. สมุดบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างและการทดลอง
2. Log book ประจำเครื่อง Muffle furnace

การรายงานผล(Report)

การรายงานผลจะรายงานเป็นปริมาณเถ้าในหน่วยกรัมต่อน้ำหนักอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัมต่ออาหารสดและแห้ง

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหารใช้วิธีการ Freeze-drying ซึ่งสามารถใช้ได้ดีกับตัวอย่างอาหารทั่วไป ยกเว้นตัวอย่างอาหารที่มีการระเหยได้ง่ายในปริมาณสูง วิธีนี้มีข้อดี คือ สารอาหารยังคงสภาพเดิมสามารถนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอื่นๆต่อไปได้ ตัวอย่างอาหารที่ได้มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการจัดเก็บหลักการของกระบวนการ Freeze-drying คือ น้ำในตัวอย่างอาหารที่อยู่ในสภาพของแข็งจะระเหิดกลายเป็นก๊าซภายใต้ความดันสุญญากาศ เวลาที่ใช้ในกระบวนการทำให้แห้งขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างอาหาร

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

1. เครื่อง Lyophilizer ยี่ห้อ Leybold –Heraeus รุ่น Lyovac GT 2
2. เครื่อง Lyophilizer ยี่ห้อ Christ รุ่น Alpha 1- 4
3. ตู้แช่แข็ง ยี่ห้อ Sunyo
4. เครื่อง Homogenizer 2094 ยี่ห้อ Foss
5. เครื่อง Cyclotec sample mill 1093 ยี่ห้อ Foss
6. เครื่อง Blender ยี่ห้อ National รุ่น MX- T2Gn
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo
8. ขวดพลาสติก Polyethylene ขนาด 240 ml
9. Cylinder ขนาด 100 ml
10. Beaker
11. Spatula
12. Funnel
13. ถุงมือยาง
14. ถุงพลาสติกชนิดเย็นและร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

15. ยางรัด
16. ผ้าGauze
17. Marking tape ขนาด 1 นิ้ว และ 2 นิ้ว
18. ปากกา Permanent
19. กระดาษอเนกประสงค์
20. มีด
21. ตะร้า
22. เขียง
23. น้ำบริสุทธิ์ปราศจากอิออน (น้ำ Type I)

วิธีดำเนินการ (Procedure)

การเตรียมตัวอย่างอาหารจะใช้เฉพาะส่วนที่กินได้เท่านั้น ส่วนที่กินไม่ได้ เช่น เมล็ดเปลือก ก้าง กระดูก ให้แยกทิ้งไป การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างซึ่ง มีวิธีการเตรียมตัวอย่าง 3 แบบคือ

1. สารตัวอย่างที่เป็นของผสมระหว่างของแข็งปนของเหลวและมีการเติมน้ำบริสุทธิ์ Type I หรือแบบปั่นเปียก

2. สารตัวอย่างที่เป็นของแข็งที่แห้งและมีการปั่นโดยไม่เติมน้ำบริสุทธิ์ Type Iหรือแบบปั่นแห้ง

3. สารตัวอย่างเป็นของเหลว

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในอาหารแบบเติมน้ำบริสุทธิ์ Type I หรือแบบปั่นเปียก

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งน้ำหนักขวดพลาสติก Polyethylene เปล่าด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักของขวดพลาสติก(W3) ที่ชั่งได้ที่ฉลากขวดพลาสติก

2. นำตัวอย่างอาหารสดเฉพาะส่วนที่กินได้ ชั่งน้ำหนัก (W1) แล้วนำไปใส่ในเครื่องปั่นอาหาร

3. เติมน้ำบริสุทธิ์ (น้ำ Type I) ที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงไปในเครื่องปั่น (W2) แล้วบันทึกน้ำหนัก

4. ปั่นตัวอย่างอาหารให้เข้ากันจนกระทั่งสารตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เทตัวอย่างอาหารปั่นใส่ในขวดพลาสติก Polyethylene ประมาร 1 ใน 3 ของขวด แล้วนำขวดมาชั่งน้ำหนัก (W4) ปิดปากขวดพลาสติก Polyethylene ด้วยผ้าGauze รัดด้วยยางรัด แล้วนำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 °C โดยทำการเอียงขวดเพื่อให้มีพื้นผิวสัมผัสมากที่สุดเป็นเวลา 1 คืน

6. นำขวดตัวอย่างอาหารเข้าเครื่อง Lyophilizer จนกระทั่งตัวอย่างอาหารแห้งสนิท

7. นำขวดตัวอย่างอาหารออกจากเครื่อง Lyophilizer แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารพร้อมขวด (W5) แล้วบันทึกน้ำหนัก

การคำนวณความชื้นแบบปั่นเปียก

ปริมาณความชื้น(กรัมต่อ100กรัมอาหาร)

$$= 100-[100\times(W1+W2)\times(W5-W3)]/[W1\times(W4-W3)]$$

W1 = น้ำหนักอาหารเริ่มต้น(อาหารสด,กรัม)

W2 = น้ำบริสุทธ์ (น้ำ Type I) เติม (มิลลิลิตร = กรัม)

W3 = น้ำหนักขวดเปล่า(กรัม)

W4 = น้ำหนักขวดเปล่าและอาหารปั่นสด (กรัม)

W5 = น้ำหนักขวดเปล่าและอาหารแห้ง(กรัม)

การควบคุมคุณภาพ(Quality control)

ในการวิเคราะห์ต้องมีสารควบคุมคุณภาพร่วมด้วยทุกครั้งโดยใช้นมสดยี่ห้อ Foremost UHT ชนิดจืดเป็น In-house quality control

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document)

1. สมุดบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างและการทดลอง
2. Log book ประจำเครื่อง Lyophilizer

การรายงานผล(Report)

การรายงานผลจะรายงานเป็นปริมาณความชื้นในหน่วยกรัมต่อน้ำหนักอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัมต่ออาหารสด

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารที่ได้จากการคำนวณจากสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (กรัมเปอร์เซ็นต์) = 100 – (ความชื้น + เถ้า + ไขมัน+ โปรตีน)

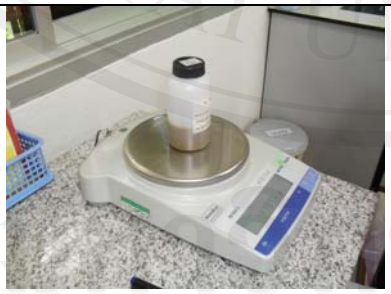
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

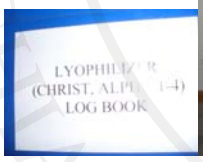
วิธีการเตรียมตัวอย่างอาหารและรูปภาพขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

	1. ตัวอย่างข้าวซอย
	2. เตรียมอุปกรณ์ในการปั่นตัวอย่างอาหาร
	3. ปั่นตัวอย่างอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน
	4. เทตัวอย่างอาหารลงใส่ขวดปิดฝาให้สนิท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	5. กรณีที่ตัวอย่างอาหารแห้งต้องเตรียมน้ำในการปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
	6. ตัวอย่างอาหารที่ปั่นเป็นเนื้อเดียวกัน
	7. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารหลังปั่นอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน
	8. ปิดฝาขวดด้วยผ้าก๊อต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	9. ขวดตัวอย่างอาหารที่ปิดขวดด้วยผ้าก๊อต
	10. นำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 °C โดยทำการเอียงขวดนอน เพื่อให้มีพื้นผิวสัมผัสมากที่สุด เป็นเวลา 1 คืน
	11. นำขวดตัวอย่างอาหารเข้าเครื่อง Lyophilizer จนกระทั่งตัวอย่างอาหารแห้งสนิท
	12. นำขวดตัวอย่างอาหารออกจากเครื่อง Lyophilizer ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารพร้อมขวด (W5) บันทึกน้ำหนัก ได้ค่าความชื้น นำตัวอย่างอาหารที่ได้ออกจากขวด เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์สารอาหารตัวอื่นต่อไป

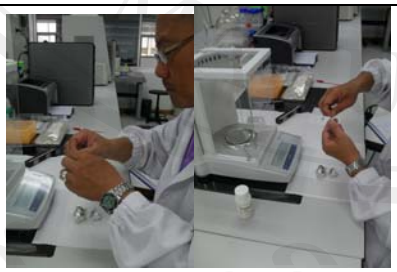
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	13. ตัวอย่างอาหารที่ได้จากการหาความชื้น
	14. ในการวิเคราะห์ต้องมีสารควบคุมคุณภาพร่วมด้วยทุกครั้งโดยใช้นมผงยี่ห้อ Dumex เป็น In-house quality control

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

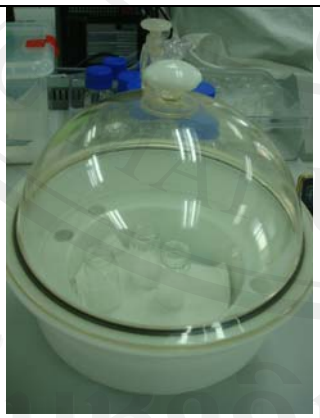
รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

1 2	1. รูป Tin foil 2. สารมาตรฐาน
	3. ใส่ตัวอย่างอาหารลงใน Tin foil
	4. ใส่สารมาตรฐาน
	5. ปิด Tin foil ให้สนิท
	6. นำตัวอย่างอาหารที่อยู่ใน Tin foil ลงในเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น EF-528

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

	1. ชั่งน้ำหนัก Glass wool น้ำหนักประมาณ 1.3 – 1.5 g.บรรจุลงใน Glass vial
	2. นำไปอบด้วย Microwave ที่ระดับความร้อน High เป็นเวลา 4 นาที
	3. ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desiccator 10 นาที แล้วชั่งน้ำหนักของ Glass vial และ Glass wool พร้อมจดบันทึกไว้ (Wb)
	4. ชั่งตัวอย่างอาหาร

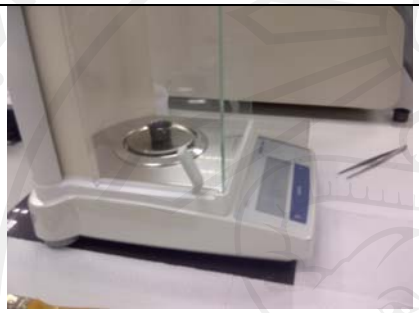
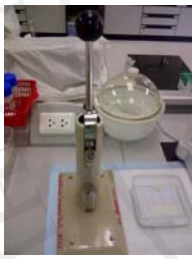
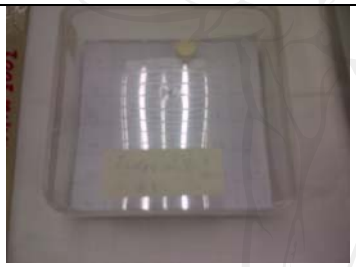
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	5. แช่ 80 % เอทานอล ทิ้งไว้นาน 5 นาที
	6. ใส่ผง LECODAY คลุกให้เข้ากัน
	7. บรรจุตัวอย่างใน Thimble
	8. ใส่ glass vial และ thimble ในเครื่อง TFE 2000

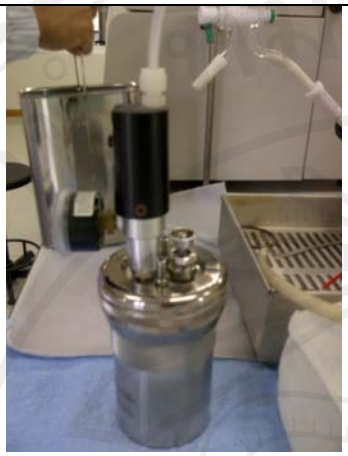
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พลังงาน

	1. วาง Crucible เปล่าลงบนเครื่องชั่ง เมื่อน้ำหนักคงที่จะมีตัวอักษร g. ปรากฏขึ้น กด Tare เพื่อให้น้ำหนักเป็น 0.0000 g.
 	2. อัดตัวอย่างอาหารลงในแท่นปั๊ม
	3. ใส่ตัวอย่างลงไปใน Crucible รอจนน้ำหนักคงที่ (ไม่เกิน 1.0000 g.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	4. วางตัวอย่างใส่ใน Combustion vessel assembly และหมุนฝาปิดโดยไม่ต้องหมุนให้แน่นมาก
	5. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการวิเคราะห์ 6. ขณะทำการ Prefire แถวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิภายใน bucket และที่หน้าจอจะแสดงเวลาที่นับถอยหลังเพื่อจุดฟิวส์ ก่อนที่จะจุดฟิวส์หกวินาที จะมีเสียงสัญญาณดังขึ้นพร้อมทั้งข้อความ Ignite กระพริบขึ้นที่หน้าจอ ขณะ Prefire แถวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิของ Bucket ที่เพิ่มขึ้น (Delta T) และส่วนที่แสดงผลการวิเคราะห์จะแสดงเวลาที่เหลือของการวิเคราะห์ (เวลาจะนับถอยหลัง), ID Code และหมายเลข Combustion vessel assembly

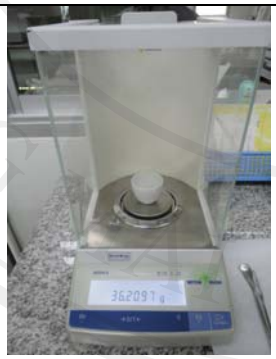
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	7. หมุนฝาปิด Combustion vessel assembly ออก ดึง Sample holder assembly ออกไปแขวนไว้ในที่เตรียมตัวอย่าง หากพบว่าตัวอย่างมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ต้องวิเคราะห์ใหม่
	8. วัดความยาวของฟิวส์ที่เหลือจากการวิเคราะห์ นำไปลบออกจากความยาวของฟิวส์ที่ใส่เข้าไปในเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์และแก้ไขความยาวของฟิวส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ช

รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

	1. นำ Crucible มาเผาใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 450 °C เป็นเวลา 35 นาที แล้วทิ้งให้เย็น
	2. นำ Crucible มาใส่ใน Dessicator เป็นเวลา 20 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก Crucible เปล่า
	3. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Crucible แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม
	4. นำตัวอย่างไปเผาบน Hot plate จนกระทั่งตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	5. นำตัวอย่างเข้า Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (หรืออาจจะมากกว่า 3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์) ทิ้งให้เย็น นำตัวอย่างออกจากเตาแล้วนำเข้า Dessicator เป็นเวลา 20 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ซ

เครื่องเคียงข้าวซอยและผลการวิเคราะห์เครื่องเคียงข้าวซอย

เครื่องเคียงข้าวซอย

เครื่องเคียงข้าวซอยประกอบไปด้วย พริกคั่ว หอมแดง ผักกาดดอง

พริก

พริก เป็นพืชในตระกูล Solanaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Capsicum frutescens L. ชื่อภาษาอังกฤษว่า Chilli peppers, chili, chile หรือ chilli มาจากคำภาษาสเปน ว่า chile โดยส่วนมากแล้ว ชื่อเหล่านี้มักหมายถึง พริกที่มีขนาดเล็ก ส่วนพริกขนาดใหญ่ที่มีรสอ่อนกว่าจะเรียกว่า Bell Pepper ในสหรัฐอเมริกา Pepper ในประเทศอังกฤษและไอร์แลนด์, capsicum ในประเทศอินเดียกับออสเตรเลีย และ Paprika ในประเทศทวีปยุโรปหลายประเทศ พริกชนิดต่างๆ มีต้นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกา ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีปลูกกันในหลายประเทศทั่วโลก เพราะพริกเป็นเครื่องเทศที่สำคัญชื่อหนึ่ง และยังมีคุณสมบัติเป็นยาสมุนไพรด้วยเช่นกัน

ชนิดของพริก

พริกมีหลายชนิด เช่น พริกขี้หนู พริกไทย พริกหยวก พริกเหลือง พริกชี้ฟ้า พริกหนุ่ม พริกกะเหรี่ยง ประเทศไทยนั้นมักนิยมปลูกพริกอยู่ 2 ชนิดซึ่งได้แก่

1. พริกหวาน พริกหยวก พริกชี้ฟ้า (ในกลุ่ม C. annuum)
2. พริกเผ็ดได้แก่ พริกขี้หนูสวน พริกขี้หนูใหญ่ (ในกลุ่ม C. furtescens)

สรรพคุณของพริก

พริกมีวิตามินซี สูง เป็นแหล่งของกรด ascorbic ซึ่งสารเหล่านี้ ช่วยขยายเส้นโลหิตในลำไส้และกระเพาะอาหารเพื่อให้ดูดซึมอาหารดีขึ้น ช่วยร่างกายขับถ่าย ของเสียและนำธาตุอาหารไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย (tissue) สำหรับพริกขี้หนูสดและพริกชี้ฟ้าของไทย มีปริมาณวิตามิน ซี 87.0 - 90 มิลลิกรัม / 100 g นอกจากนี้พริกยังมีสารเบต้า - แคโรทีนหรือวิตามินเอ สูง(พริกขี้หนูสด 140.77 RE)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พริกยังมีสารสำคัญอีก 2 ชนิด ได้แก่ Capsaicin และ Oleoresinโดยเฉพาะสาร Capsaicin ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และผลิตภัณฑ์รักษาโรค ในอเมริกามีผลิตภัณฑ์จำหน่ายในชื่อ Cayenne สำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร สาร Capsaicin ยังมีคุณสมบัติทำให้เกิดรสเผ็ด ลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ หัวไหล่ แขน บั้นเอว และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และมีผลิตภัณฑ์จำหน่ายทั้งชนิดเป็นโลชั่นและครีม (Thaxtra - P Capsaicin) แต่การใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจมีผลกระทบต่ออาการหยุดชะงักการทำงานของกล้ามเนื้อได้เช่นกัน เพื่อความปลอดภัย USFDA ได้กำหนดให้ใช้สาร capsaicin ได้ ที่ความเข้มข้น 0.75 % สำหรับเป็นยารักษาโรค

สารเคมีในพริก

ในพริกนั้นมีสารที่สำคัญคือ Capsaicin นอกจากนั้นยังมีสารอื่นๆที่ให้ความเผ็ดอีก คือ Dihydrocapsaicin ,Nordihydrocapsaicin ,Homodihydrocapsaicin ,และ Homocapsaicin

สาร Capsaicin นี้ ถูกค้นพบในรูปผลึกบริสุทธิ์โดย พี เอ บุชธอลซ์ ต่อมา แอล ที เทรช ศึกษาสารนี้และให้ชื่อว่า Capsaicin มีสูตรทางเคมีคือ C18H27NO3 ซึ่งมีฤทธิ์ระคายเคืองต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยทำให้ประสาทรับความรู้สึกไหม้ที่เนื้อเยื่อ กระตุ้นการผลิตเมือกออกมาป้องกันการระคายเคืองและกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยย พืชจำพวกพริกนี้จะผลิตสารนี้ออกมาเพื่อป้องกันการถูกบริโภคโดยสัตว์กินพืช โดยสารนี้จะพบในเนื้อเยื่อของผลพริก มากกว่าในเมล็ด นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่าแมงมุมทาแรนทูลาก็มีพิษซึ่งมีส่วนประกอบด้วยเช่นกันของสารนี้เช่นกันสาร capsaicin บริสุทธิ์จะมีลักษณะเป็น คริสตัล หรือ ไขใสๆ ไม่มีกลิ่น และมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ

กลุ่มของสารเคมี Capsaicinoid ได้แก่

1. Capsaicin
2. Dihydrocapsaicin
3. Nordihydrocapsaicin
4. Homodihydrocapsaicin
5. Homocapsaicin

โดยที่ Capsaicin จะพบในพริกมากที่สุด คือ 97% และให้รสเผ็ดมากที่สุด

นักเคมีชื่อ "วิลเบอร์ สโควิลล์" ได้ศึกษาปริมาณสาร capsaicin ในพริกแต่ละสายพันธุ์ จากทั่วโลก และใช้ข้อมูลนี้ จัดทำสเกลสโควิลล์ขึ้น ซึ่งเป็นสเกลซึ่งวัดความเผ็ดของพริกเมื่อเทียบกับสารcapsaicin บริสุทธิ์ แต่กรรมวิธีการตรวจสอบสาร Capsaicin ของ สโควิลล์ไม่เที่ยงตรงเนื่องจากเขาใช้การสกัดน้ำจากพริกชนิดนั้นๆมาแล้วให้อาสาสมัคร 5 คนลองชิมแล้วให้ความเห็นว่าพริกนั้นเผ็ดประมาณระดับไหน ความไม่เที่ยงตรงนี้ทำให้มีผู้พัฒนาวิธีตรวจสอบสารนี้ในพริกใหม่ โดยให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อว่า high performance liquid chromatography ซึ่งเป็นการวัดความร้อนที่สารเคมีนี้ผลิตออกมา และนำไปคำนวณโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะได้สเกลแบบใหม่คือ ASTA pungency ยูนิต

สารสำคัญอีกอย่างที่มีอยู่ในพริกและมีประโยชน์ในด้านต้านมะเร็งคือ แคโรทีนอยด์ เราจะสามารถสังเกตได้เลยว่าผักผลไม้ใดมีสารนี้หรือไม่โดยดูจากสี เหลือง ส้ม และ แดง แคโรทีนอยด์นี้ก็คือรูปแบบหนึ่งของสารแคโรทีน โดยมีการรวมตัวกับออกซิเจนทำให้เป็นแคโรทีนอยด์ ในพริกจะมีเบต้าแคโรทีนมากกว่าแอลฟ่าแคโรทีน สารเบต้าแคโรทีนนี้มีประโยชน์ต่อร่างกายมาก กล่าวคือ เมื่อถูกย่อยในลำไส้เล็กแล้ว จะกลายเป็น เรตินอลซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของวิตามินเอ และจะถูกเก็บสะสมไว้ในตับเพื่อนำไปใช้ในคราวจำเป็น เบต้าแคโรทีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และยังช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และช่วยให้ระบบสืบพันธุ์ทำงานได้ดี นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการรับประทานแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในรูปแบบยาเม็ดอาหารเสริม ซึ่งในปัจจุบัน ได้รับความนิยมในหมู่คนรักสุขภาพเป็นจำนวนมาก พวกเขาพบว่าการรับประทานเม็ดแคโรทีนสังเคราะห์เพิ่มความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งปอด และมะเร็งอีกหลายชนิดมากขึ้น เนื่องจากในยาเม็ดสังเคราะห์จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์มากเกินความจำเป็นต่อร่างกาย แต่พวกเขายังไม่ได้ทำการวิจัยในสารแคโรทีนอยด์ธรรมชาติซึ่งมาจากพืช การรับประทานแคโรทีนอยด์มากไปก็ส่งผลเสียต่อร่างกายเช่นกัน ถึงแม้จะเป็นแคโรทีนอยด์จากผักผลไม้ธรรมชาติสดๆ การรับประทานแครอทหรือผักผลไม้ที่มีสารแคโรทีนอยด์มากเกินไป จะทำให้ผิวหนังเป็นสีเหลือง ซึ่งเรียกว่า ภาวะ carotenemia นอกจากนี้ยังอาจนำไปสู่ภาวะที่ร่างกายมีวิตามินเอมากเกินไปด้วย ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย

สารสุดท้ายในพริกที่จะกล่าวถึงคือกรด ascorbic acid ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของวิตามินซี $C_6H_8O_6$ วิตามินซี ละลายน้ำได้ พบได้ทั่วไปในพืช และผลไม้ทุกชนิด นอกจากนี้ยังพบในสัตว์หลายชนิดอีกด้วย เป็นสารที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน เป็นตัวการร่วมในการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลในสัตว์ เกี่ยวข้องกับการสร้างคอลาเจนซึ่งเป็นโครงสร้างของผิวหนังและหลอดเลือด และช่วยในการขนส่งไขมันไปยังไมโทรคอนเดรียให้สันดาปอาหารได้เป็นพลังงาน

ในสมัยก่อน ยุคที่อังกฤษล่าอาณานิคม ลูกเรือที่เดินทางข้ามทวีปโดยใช้เวลาเป็นเดือน ๆ มักเป็นโรคลักปิดลักเปิด หรือโรคเลือดออกตามไรฟัน เจมส์ ลินด์ หมอของบริษัทการค้าอินเดียตะวันออกเป็นคนแรกที่สรุปว่าสารบางอย่างในผลไม้จำพวกส้ม สามารถรักษาโรคลักปิดลักเปิดได้ อีกหลายร้อยปีต่อมา อัลเบิรต์ กอยจี้และทีมนักวิจัย สามารถแยกวิตามินซีบริสุทธิ์ได้ และตั้งชื่อมันว่ากรดแอสคอบิก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณวิตามินซีที่แนะนำต่อวันสำหรับผู้ใหญ่ชายคือ 90 มิลลิกรัม หญิงคือ 75 มิลลิกรัม ถ้าหากรับประทานเกินความจำเป็นของร่างกาย ทำให้ปวดท้อง และอาจทำให้ท้องเสียได้

หอมแดง

หอมแดง เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ ของประเทศในถบ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศไทยส่งออกหอมแดงไปยังประเทศมาเลเซียเป็นจำนวนมาก การซื้อขายส่วนใหญ่เป็นหัวๆ ชั่งขายเป็นกิโลกรัม และมัดขายเป็นกำๆ แต่ก็ขายตามน้ำหนัก เช่นเดียวกัน

ชื่อวิทยาศาสตร์: Allium cepa linn .cv group Aggregatum

ชื่อวงศ์ : Ascalonicum auct . non linn .

ชื่ออื่นๆ : หอมแดง หอมไทย หอมบัว หอมเล็ก หอมหัว

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ :

ไม้ล้มลุก สูง 20-30 ซม. มีหัวใต้ดิน เกิดจากใบเกร็ด เรียงซ้อนกันเป็นรูปทรงกลมหรือรูปไข่กว้าง 1-3.5 ซม ยาว 1.5-4 ซม. มีหลายหัวเกาะกลุ่มด้วยกัน เปลือกหุ้มสีม่วงหรือสีน้ำตาล ใบเดี่ยว เกิดจากรากเรียงซ้อนกัน รูปแถบ กว้าง 3-10 มม. ยาว 10-35 ซม. ดอกช่อซี่ร่ม รูปทรงกลม เกิดจากหัวใต้ดิน ดอกรูประฆังหรือคนโทกลีบรวม 6 กลีบ เรียงเป็น 2 วง สีเขียวถึงขาว ผลแห้งแตกได้ เป็น 3 ภู เมล็ดแบนสีดำ

คุณค่าทางอาหาร

คุณค่าทางอาหารของหอมแดง ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม คือ มีน้ำเป็นส่วนประกอบ 88 กรัม โปรตีน 1.5 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 9 กรัม ใยอาหาร 0.7 กรัม เถ้า (ash) 0.6 กรัม แคลเซี่ยม 36 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 40 มิลลิกรัม เหล็ก 0.8 มิลลิกรัม วิตามินเอ 5 หน่วยสากล (I.U.) วิตามินบี1 0.03 มิลลิกรัม วิตามินซี 2 มิลลิกรัม พลังงาน 160 Kj คุณภาพของหอมแดงขึ้นอยู่กับของแข็ง (Solids) ที่ละลายน้ำได้ และให้กลิ่นหอม เมื่อนำไปทอด หอมแดงจะมี soluble solid อยู่ระหว่าง 15-20 Brix เป็นส่วนประกอบของกรดแอมิโน S-allkyl cysteine sulphoxides ที่ให้ทั้งรสชาติ และกลิ่นฉุนของหอม

หอมแดงเป็นพืชสมุนไพรที่เป็นยารักษาโรค

หอมแดงมีคุณสมบัติ เป็นยารักษาโรค ใช้ลดไข้และรักษาแผลได้ โดยเอาหัวหอมแดงมาซอยเป็นแว่นๆ ผสมกับน้ำมันมะพร้าวและเกลือ ต้มให้เดือด แล้วนำมาพอกแผล นอกจากนั้นหอมแดง ยังช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด และยับยั้งเส้นเลือดอุดตัน ด้วยการบริโภคสด หรือประกอบอาหาร หรือบริโภคชนิดผง(ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผักกาดดอง

ผักกาดดอง ใช้ผักกาดเขียวปลีในการทำ ผักกาดเขียวปลีมีชื่ออื่นว่า ตั่วฉ่าย, ไก๋ฉ่าย (จีน), ผักกาดปั่น (ภาคเหนือ) (ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547) ผักกาดโสภณ ผักโสภณ (ภาคเหนือ)

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ผักกาดเขียวปลีเป็นพืชระยะสั้น อายุปีเดียว ใช้แวลาปลูกเพียง 60-70 วัน พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อนำมาทำผักกาดดองเป็นพันธุ์ปลีกลม คือมีลักษณะเข้าปลี ถ้าเป็นช่วงหน้าหนาว อากาศประมาณ 20 องศาเซลเซียส ปลีจะใหญ่เป็นพิเศษ ผักกอดใจ (เข้าปลี) ไว ถ้าอุณหภูมิอยู่ราวๆ 34 องศาเซลเซียส ตัวผักมักไม่อวบ อากาศเป็นตัวแปรสำคัญของผักกาดโสภณหรือผักกาดเขียวปลี เนื่องจากความเย็นทำให้ผักเข้าปลีจนกลมแน่น หัวใหญ่ อวบ และมีความกรอบ ในประเทศไทย จังหวัดภาคเหนือ เช่น เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำปาง แพร่ และตาก มีภูมิอากาศเหมาะสมจึงเพาะปลูกผักกาดชนิดนี้มาก (ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547)

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

ทางโภชนาการ

ผักกาดเขียวปลี มีแคลเซียม และวิตามินเอสูง (ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547)

ทางยา

เมล็ด มีรสเผ็ดร้อน ช่วยย่อยอาหาร รักษาอาการหวัด และอาการปวดได้ดี ใบและก้าน ช่วยความจำ (ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547)

การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหาร โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหารเริ่มจากการปั่นตัวอย่างอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenization)และนำไปย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยกรด เรียกว่าการวิเคราะห์ตัวอย่างสด หรือนำตัวอย่างที่เป็นเนื้อเดียวกันนั้นไปทำให้แห้งโดยเครื่อง Lyophilizer จะทำให้อาการแห้งแล้วจึงนำอาหารนั้นไปย่อยสลายอินทรีย์ด้วยกรด เรียกว่า การวิเคราะห์ตัวอย่างแห้ง ผลจากการย่อยสลายอาหารด้วยกรดจะได้สารละลายใสและเจือจางด้วยตัวทำละลายให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมของแต่ละธาตุแล้วตรวจวัดปริมาณแร่ธาตุต่างๆด้วยเครื่อง ASS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ Varian รุ่น SpectrAA-640

2. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3100

3. หลอดย่อยสลาย(Digestion tube) ขนาด 100 ml

4. Erlenmeyer flask ขนาด 150 ml หรือ 250 ml

5. Greaduated centrifuge tube ขนาด 15 ml

6. Pasture pipette

7. Volumetric flask ขนาด 25, 50, 100, 500และ1,000 ml

8. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo

สารมาตรฐาน(Standard)

รายละเอียดอยู่ในหัวข้อสารเคมีของการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุแต่ละชนิด

วิธีดำเนินการ (Procedure)

ในการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุนั้นจำเป็นต้องย่อยสลายอาหารก่อน สำหรับการวิเคราะห์ต่อไปนี้จะใช้วิธีการย่อยสลายตัวอย่างแบบเปียก (Wet digestion) ซึ่งสามารถใช้กรดผสมดังนี้

1. ชั่งอาหารแห้งน้ำหนักที่แน่นอน(ใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง)ใส่ในขวด Erlenmeyer flask

2. เติม Glass bead 4-5 เม็ดและกรดไนตริกเข้มข้น 10.00 ml เขย่าผสมสารให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 ชั่วโมง

3. ปิดขวด Erlenmeyer flask ด้วยพาราฟิล์ม แล้วตั้งสารผสมทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไว้ 1 คืน

4. นำขวด Erlenmeyer flask มาต้มบนเตาไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิ 120 – 160 °C จนกระทั่งควันสีน้ำตาลระเหยออกมาหมดใกล้หมด ให้ยกขวดออกจากเตาไฟฟ้าแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2.00 ml แล้วนำสารละลายไปต้มต่อจนเหลือปริมาตรประมาณ 0.50 ml ให้ยกออกจากเตาไฟฟ้าและทิ้งสารละลายไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. ใช้ Pasture pipette ดูดสารละลายที่ย่อยสลายแล้วใส่หลอด Greaduated centrifuge tube ขนาด 15.00 ml หลังจากนั้นใช้ขวดบรรจุน้ำบริสุทธิ์ปราศจากอิออนฉีดเพื่อล้างสารที่ติดข้างภาชนะขวด Erlenmeyer flask แล้วเขย่าผสมสารและดูดสารละลายใส่หลอด Greaduated centrifuge tube ทำการล้างซ้ำอีก 2 -3 ครั้ง

6. เติมน้ำบริสุทธิ์ปราศจากอิออนลงไปในหลอวัดปริมาตรจนกระทั้งสารละลายมีปริมาตรครบ 10.00 ml

7. ปิดปากหลอดวัดปริมาตรด้วยพาราฟิล์มและเขย่าผสมสารละลายให้เข้ากัน ซึ่งสารละลายนี้เรียกว่า Wet digestion solution

8. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปเจือจางให้มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับการวัดปริมาณแร่ธาตุต่างๆด้วยเครื่อง ASS ต่อไป

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ใช้สารที่เป็น Internal quality control ดังนี้

1. SRM 1577 C Bovine liver

2. Commercial milk powder : Dumex

Dumex สามารถจัดซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ก่อนที่จะนำมาเป็นตัวควบคุมคุณภาพจะต้องนำมาทำ OCV (Optimum condition variance) แล้วนำค่านี้ไปใช้อ้างอิงการวิเคราะห์ซึ่งค่านี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามการจัดหาซื้อนม Dumex จะใช้ค่านี้อ้างอิงในแต่ละช่วงละยะเวลาหนึ่งๆเท่านั้นๆ ถ้าหากซื้อนม Dumex ครั้งใหม่ก็ต้องทำ OCV ใหม่อีกครั้งหนึ่งเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงผลการวิเคราะห์ครั้งหลังๆต่อไป

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document)

ข้อมูลผลการวิเคราะห์จะได้จากการนำสารละลายมาจรฐาน สารควบคุมคุณภาพและสารตัวอย่าง ไปตรวจวัดปริมาณแร่ธาตุต่างๆด้วยเครื่อง ASS เครื่องจะประมวลผลการวิเคราะห์แล้วสามารถพิมพ์ผลได้ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์บันทึกในคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณปริมาณแร่ธาตุต่างๆในตัวอย่างอาหารชนิดนั้น

การรายงานผล (Report)

การรายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุต่างๆในอาหารมักนิยมรายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหารสด 100 กรัมหรือมิลลิกรัมเปอร์เซ็น นอกจากนี้ยังสามารถรายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหารแห้ง 100 กรัมได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์สารอาหาร หน่วยวิจัยโภชนาการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ

โซเดียม(Na) แมกนีเซียม(Mg) และ เหล็ก (Fe) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Atomic apsorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3100ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ใช้สารที่เป็น Internal quality control ได้แก่ SRM 1577 C Bovine liver และ Commercial milk powder : Dumex

ผลการวิเคราะห์เครื่องเคียงของข้าวซอยที่ขายใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ผักกาดดอง พริกคั่ว และหอมแดง จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารหลักคือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้นและพลังงาน ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร แสดงในตาราง ดังนี้

ตาราง ช.1 น้ำหนักของเครื่องเคียงข้าวซอยจำแนกตามร้านจำหน่าย (กรัม)

ประเภทเครื่องเคียง	น้ำหนัก	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
อิสลาม		
ผักกาดดอง	316.64	286.34
พริกป่นผัดน้ำมัน	87.20	96.38
ทั่วไป		
ผักกาดดอง	158.93	172.7
พริกป่นผัดน้ำมัน	88.75	83.28

****หมายเหตุ : หอมแดง ได้จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.2 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณสารอาหาร(กรัม) ของผักกาดดองจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

สารอาหาร	การวิเคราะห์		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2			
พลังงาน	107.16	89.42	98.29	12.54	85.40 - 111.17
โปรตีน	1.04	1.22	1.13	0.13	0.99 - 1.26
ไขมัน	0.46	0.57	0.52	0.08	0.43 - 0.60
คาร์โบไฮเดรต	26.48	22.51	24.50	2.81	21.61 - 27.38
เถ้า	2.32	2.39	2.36	0.05	2.30 - 2.41
ความชื้น	69.7	73.31	71.51	2.55	68.88 - 74.13

จากตาราง ซ.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณสารอาหารของผักกาดดองจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและปริมารสารอาหาร ดังนี้ พลังงาน 98.29 (กิโลแคลอรี่ต่อน้ำหนักสด100กรัม) โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต 1.13, 0.52, 24.50 (กรัมต่อน้ำหนักสด100กรัม) ตามลำดับ โดยช่วงประมาณค่าร้อยละของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มีดังนี้ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน อยู่ในช่วงระหว่าง 85.40 - 111.17, 21.61 - 27.38 , 0.99 - 1.26 , 0.99 - 1.26 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.3 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของพริกป่นผัดน้ำมันจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

สารอาหาร	การวิเคราะห์		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2			
พลังงาน	772.05	782.59	777.32	7.45	769.66 - 784.97
โซเดียม	7.8	4.74	6.06	1.87	4.13 - 7.98
แคลเซียม	40.5	46.26	43.38	4.07	39.19 - 47.56
เหล็ก	4.27	4.57	4.42	0.21	4.20 - 4.63

จากตาราง ซ.3 พบว่า ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของพริกป่นผัดน้ำมันจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและปริมาณแร่ธาตุ ดังนี้ 777.32 (กิโลแคลอรี่ต่อน้ำหนักสด100กรัม) โซเดียม แคลเซียม เหล็ก 6.06, 43.38, 4.42 (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด100กรัม) ตามลำดับ โดยช่วงประมาณค่าร้อยละของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มีดังนี้ พลังงาน และโซเดียม แคลเซียม เหล็ก อยู่ในช่วงระหว่าง 769.66 - 784.97, 4.13 - 7.98 , 39.19 - 47.56 และ 4.20 - 4.63 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.4 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณสารอาหาร(กรัม) ของผักกาดดองจากร้านข้าวซอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

สารอาหาร	การวิเคราะห์		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2			
พลังงาน	11.81	12.92	12.37	0.78	11.56 - 13.17
โปรตีน	0.44	0.51	0.48	0.05	0.42 - 0.53
ไขมัน	0.24	0.24	0.24	-	0.24
คาร์โบไฮเดรต	1.97	2.09	2.03	0.08	1.94 - 2.11
เถ้า	2.33	2.38	2.36	0.04	2.31 - 2.40
ความชื้น	95.02	94.78	94.90	0.17	94.72 - 95.07

จากตาราง ซ.4 พบว่า ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณสารอาหาร(กรัม) ของผักกาดดองจากร้านข้าวซอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและปริมารสารอาหาร ดังนี้ พลังงาน 12.37 (กิโลแคลอรี่) โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและ0.48, 0.24, 2.03 (กรัม)ตามลำดับ โดยช่วงประมาณค่าร้อยละของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มีดังนี้ พลังงานและโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต อยู่ในช่วงระหว่าง 11.56 - 0.53 , 0.24 , 1.94 - 2.11 และ11.49 - 13.24 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.5 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของพริกป่นผัดน้ำมันจากข้าวซอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

สารอาหาร	การวิเคราะห์		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2			ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
พลังงาน	745.57	790.12	767.85	31.50	735.47 - 800.22
โซเดียม	40.36	31.28	35.82	6.42	29.22 - 42.41
แคลเซียม	36.43	40.33	38.23	2.55	35.60 - 40.85
เหล็ก	3.87	4.30	4.09	0.30	3.78 - 4.39

จากตาราง ซ.5 พบว่า ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี่) และ ปริมาณแร่ธาตุ (มิลลิกรัม) ของพริกป่นผัดน้ำมันจากร้านข้าวซอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและแร่ธาตุ ดังนี้ พลังงาน 767.85 (กิโลแคลอรี่ต่อน้ำหนักสด100กรัม) โซเดียม แคลเซียม เหล็ก 35.82, 38.23, 4.09 (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด100กรัม) ตามลำดับ โดยช่วงประมาณค่าร้อยละของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มีดังนี้ พลังงานและโซเดียม แคลเซียม เหล็ก และพลังงาน อยู่ในช่วงระหว่าง 735.47 - 800.22, 29.22 - 42.41 , 35.60 - 40.85 และ 3.78 - 4.39 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ซ.6 ปริมาณสารอาหารและพลังงานของหอมแดง(กรัมต่อน้ำหนักสด100กรัม)

สารอาหาร	**ปริมาณสารอาหาร**
ความชื้น(กรัม)	83.9
โปรตีน(กรัม)	2.7
เถ้า(กรัม)	0.6
ไขมัน(กรัม)	0.2
คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	12.6
เส้นใย(กรัม)	-0.6
พลังงาน(กิโลแคลอรี่)	63
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	16
ฟอสฟอรัส(มิลลิกรัม)	59
วิตามินเอ (ไมโครกรัมของเรตินอล)	28
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.09
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.03
วิตามินบี 3 (มิลลิกรัม)	0.5
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	5

****ที่มา : ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย

จากตาราง ซ.6 พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของหอมแดง(กรัม/อาหาร100กรัม) มีปริมาณสารอาหารและพลังงานดังนี้ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและพลังงานดังนี้ 2.7, 0.02, 12.60(กรัม)และ63(กิโลแคลอรี่)ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุป

คุณค่าทางโภชนาการของเครื่องเคียงข้าวซอยต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

เครื่องเคียง	พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	เถ้า (กรัม)	ความชื้น (กรัม)	โซเดียม (มิลลิกรัม)	แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)
ข้าวซอยอิสลาม									
ผักกาดดอง	98.29	1.13	0.52	24.50	2.36	71.51	-	-	-
พริกป่นผัดน้ำมัน	772.05	-	-	-	-	-	7.8	40.50	4.27
ข้าวซอยทั่วไป									
ผักกาดดอง	12.37	0.48	0.24	2.03	2.36	94.90	-	-	-
พริกป่นผัดน้ำมัน	745.57	-	-	-	-	-	40.36	36.43	3.87

****ที่มา :- ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฌ

ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546

ตาราง ฌ.1 ปริมาณพลังงานและโปรตีนที่ควรได้รับประจำวัน

กลุ่มตามอายุและเพศ	**น้ำหนัก** กิโลกรัม	**ส่วนสูง** เซนติเมตร	**พลังงาน** กิโลแคลอรี/วัน	**โปรตีน** กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน	**โปรตีน** กรัม/วัน
ทารก					
0-5 เดือน	5	58	----------น้ำนมแม่----------		
6-11 เดือน	8	71	800	1.9	15
เด็ก					
1-3 ปี	13	90	1,000	1.4	18
4-5 ปี	18	108	1,300	1.2	22
6-8 ปี	23	122	1,400	1.2	28
วัยรุ่น					
ผู้ชาย					
9-12 ปี	33	139	1,700	1.2	40
13-15 ปี	49	163	2,100	1.2	58
16-18 ปี	57	169	2,300	1.1	63
ผู้หญิง					
9-12 ปี	34	143	1,600	1.2	41
13-15 ปี	46	155	1,800	1.2	55
16-18 ปี	48	157	1,850	1.1	53
ผู้ใหญ่					
ผู้ชาย					
19-30 ปี	57	166	2,150	1.0	57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

31-50 ปี	57	166	2,100	1.0	57
51-70 ปี	57	166	2,100	1.0	57
71 ปี	57	166	1,750	1.0	57
ผู้หญิง					
19-30 ปี	52	155	1,750	1.0	52
31-50 ปี	52	155	1,750	1.0	52
51-70 ปี	52	155	1,750	1.0	52
[3] 71 ปี	52	155	1,550	1.0	52
หญิงตั้งครรภ์					
ไตรมาสที่ 1			+ 0		+ 25
ไตรมาสที่ 2			+ 300		+ 25
ไตรมาสที่ 3			+ 300		+ 25
หญิงให้นมบุตร					
0-5 เดือน			+ 500		+ 25
6-11 เดือน			+ 500		+ 25

† แรกเกิดจนถึงก่อนอายุครบ 6 เดือน

‡ อายุ 1 ปีจนถึงก่อนอายุครบ 4 ปีปริมาณโซเดียม โปแตสเซียม และคลอไรด์ที่ควรได้รับประจำวัน

หมายเหตุ ค่าที่นำเสนอในตารางนี้สำหรับปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน (Recommended Dietary Allowance หรือ RDA) แสดงด้วยตัวเลขทึบ ปริมาณสารอาหารที่พอเพียงในแต่ละวัน (Adequate Intake หรือ AI) แสดงด้วยตัวเลขธรรมดาและมีเครื่องหมาย * กำกับอยู่ข้างบน ค่า RDA และ AI เป็นปริมาณที่แนะนำสำหรับแต่ละบุคคลทั้ง 2 ค่า ความแตกต่างอยู่ที่การได้มาRDA จะเป็นปริมาณที่ครอบคลุมความต้องการของบุคคลในกลุ่ม (ร้อยละ 97-98)สำหรับทารกซึ่งดื่มน้ำนมแม่และมีสุขภาพดีใช้ค่า AI ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอาหารที่ได้รับจากน้ำนมแม่ สำหรับค่า AI ตามเพศและวัยอื่นๆ เชื่อว่าเป็นค่าที่เพียงพอสำหรับความต้องการของบุคคลในกลุ่มแต่ยังขาดข้อมูล หรือความ ไม่แน่นอนของข้อมูลที่จะนำไปกำหนดปริมาณที่บริโภคตามเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

† แรกเกิดจนถึงก่อนอายุครบ 6 เดือน

‡ อายุ 1 ปีจนถึงก่อนอายุครบ 4 ปี

ก เป็นค่า retinol activity equivalent (RAE), 1 RAE = 1 m g retinol, 12 m g b –carotene, 24 m g a -carotene, หรือ 24 m g b -cryptoxanthin

ข cholecalciferol, 1 m g cholecalciferol = 40 IU (หน่วยสากล) vitamin D

ค a -tocopherol รวมทั้ง *RRR*-a -tocopherol และ a -tocopherol ที่พบตามธรรมชาติในอาหาร และ 2 *R*-stereoisomeric forms ของ a -tocopherol (*RRR*-,*RSR*-,*RRS*-, และ *RSS*-a -tocopherol ที่พบในอาหารเพิ่มคุณค่า (fortified food) และอาหารเสริม (supplement food)

ง niacin equivalent (NE), 1 mg niacin = 60 mg tryptophan; 0-6 เดือน = preformed niacin (ไม่ใช่ NE)

จ dietary folate equivalent (DFE), 1 DFE = 1 มคก. โฟเลตจากอาหาร = 0.6 มคก.กรดโฟลิกจากอาหารเพิ่มคุณค่า (fortified food)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ญ

ฉลากโภชนาการของข้าวซอย

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้

	ปริมาณสารอาหารหารที่ควรได้รับ	100 % RDAที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน
โปรตีน	75 กรัม	10% - 15%
ไขมัน	44.44 กรัม	20% - 35%
คาร์โบไฮเดรต	325 กรัม	45% - 65%

สูตรการคำนวณหาค่า % RDA (ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ ต่อวัน)

$$\%RDA = \frac{\{(\text{สารอาหารที่ได้/ถ้วย})\}}{\{\text{ปริมาณสารอาหารที่ 100\%ของRDA}\}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวซอยไก่ อิสลาม

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวซอยไก่ อิสลาม หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวซอย 1 ถ้วย (330.77 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 367.20 กิโลแคลอรี่ พลังงานจากไขมัน 272.43 กิโลแคลอรี่		
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
โปรตีน	17.41	23.21
ไขมัน	18.50	41.62
คาร์โบไฮเดรต	28.67	8.82
เถ้า	3.57	
ความชื้น	262.63	
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*		
โปรตีน		75 กรัม
ไขมัน		44.44 กรัม
คาร์โบไฮเดรต		325 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี่) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4		

ที่มา : * ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวซอยเนื้อ อิสลาม

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวซอยเนื้อ อิสลาม หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวซอย 1 ถ้วย (358.14 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 383.92 กิโลแคลอรี่ พลังงานจากไขมัน 228.78 กิโลแคลอรี่		
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
โปรตีน	22.54	30.05
ไขมัน	15.54	34.96
คาร์โบไฮเดรต	34.37	10.57
เถ้า	3.71	
ความชื้น	282.45	
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*		
โปรตีน		75 กรัม
ไขมัน		44.44 กรัม
คาร์โบไฮเดรต		325 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี่) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4		

ที่มา : * ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวซอยไก่ ทั่วไป

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวซอยไก่ ทั่วไป หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวซอย 1 ถ้วย (347.83 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 381.50 กิโลแคลอรี่ พลังงานจากไขมัน 233.82 กิโลแคลอรี่		
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
โปรตีน	19.29	25.72
ไขมัน	15.88	35.73
คาร์โบไฮเดรต	37.27	11.46
เถ้า	4.89	
ความชื้น	270.51	
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*		
โปรตีน		75 กรัม
ไขมัน		44.44 กรัม
คาร์โบไฮเดรต		325 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี่) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4		

ที่มา : * ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวซอยเนื้อ ทั่วไป

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวซอยเนื้อ ทั่วไป หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวซอย 1 ถ้วย (361.25 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 408.99 กิโลแคลอรี่ พลังงานจากไขมัน 247.23 กิโลแคลอรี่		
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
โปรตีน	21.59	28.78
ไขมัน	16.79	37.78
คาร์โบไฮเดรต	39.90	12.27
เถ้า	5.49	
ความชื้น	277.48	
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*		
โปรตีน		75 กรัม
ไขมัน		44.44 กรัม
คาร์โบไฮเดรต		325 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี่) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4		

ที่มา : * ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวซอยหมู ทั่วไป

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวซอยหมู ทั่วไป หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวซอย 1 ถ้วย (345.83 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 432.82 กิโลแคลอรี่ พลังงานจากไขมัน 294.84 กิโลแคลอรี่		
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
โปรตีน	19.95	26.12
ไขมัน	20.02	45.04
คาร์โบไฮเดรต	41.02	12.62
เถ้า	5.35	
ความชื้น	278.96	
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*		
โปรตีน		75 กรัม
ไขมัน		44.44 กรัม
คาร์โบไฮเดรต		325 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี่) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4		

ที่มา : * ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฎ

การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร

การประมาณค่าเป็นการหาค่าประมาณ (Estimate) ของพารามิเตอร์ซึ่งเป็นลักษณะของประชากรที่สนใจจะศึกษา โดยอาศัยค่าสถิติจากกลุ่มตัวอย่างมาเป็นค่าประมาณ การประมาณค่าจะเชื่อถือได้มากน้อยขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้มา และระดับความมีนัยสำคัญที่กำหนดไว้สำหรับการประมาณค่านิยมใช้ระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence) เพื่ออธิบายถึงความถูกต้องของค่าประมาณว่าเชื่อถือได้กี่เปอร์เซ็นต์ เช่น ถ้าระดับความเชื่อมั่น 95% หมายความว่าให้โอกาสผิดพลาดได้ 5% แต่ถ้าต้องการระดับความเชื่อมั่น 99% จะให้โอกาสผิดพลาดได้ 1% นั่นคือในการทดลองกลุ่มตัวอย่างแบบเดียวกัน 100 กลุ่ม มีโอกาสผิดพลาดได้ 5 กลุ่ม หรือ 1 กลุ่ม

การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (μ)

การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นเบื้องต้น คือ เงื่อนไขในการเลือกใช้สูตร

กรณีไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ที่ระดับความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$

สูตร ช่วงประมาณ $\mu = \overline{X} \pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1} (s/\sqrt{n})$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวเยาวลักษณ์ ทรัพย์ศิริ
วัน เดือน ปี เกิด	7 มกราคม 2530
ประวัติการศึกษา	
2547	มัธยมศึกษาตอนปลาย(วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) โรงเรียนเชียงคำวิทยาคม อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา
2551	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปางจังหวัดลำปาง
ประวัติการฝึกอบรม	
2551	Successfully Completed The Short – Term Training Course From October 20th to November 2nd , 2008 in The Field Of Food Science at Hunan Agricultural University ChangSha City, Hunan Province, Republic Of China.
2552	Gas Chromatography and High Performance Liquid Chromatography. การจัดการระบบประกันคุณภาพโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved