ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

คุณโพธิ์ศรี	ลีลาภัทร	หัวหน้าหน่วยวิเคราะห์สารอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณธวัชชัย	คำรินทร์	หัวหน้าหน่วยบริการห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณนคร	ปริวรรตสกุลชัย	ผู้ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
คุณอรพินท์	พงษ์ธรรม	ผู้ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

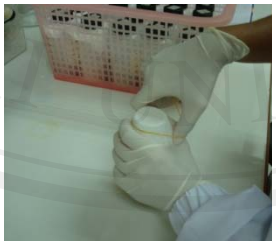
กระบวนการผลิตข้าวแต๋น

	1.นำข้าวเหนียวแช่ลงในน้ำ นำไปนึ่งให้สุก นำมาผสม กับ น้ำแตงโม หลังจากนั้นทำการขึ้นรูป โดยใส่ในแม่พิมพ์วงกลม
	2. ทำให้แห้งโดยการนำไปตากแดดประมาณ 2 วัน นำข้าวแต๋นไปทอดในน้ำมันร้อนจัด
	3. แต่งหน้า โดยการหยอดน้ำอ้อยที่เคี่ยวจนเหนียว หลังจากนั้นทำการบรรจุใส่ถุง
	4. ทำการปิดปากถุงด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศ (vacuum)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การเตรียมตัวอย่างอาหารก่อนนำไปวิเคราะห์ทางเคมี

	1. คัดเลือกตัวอย่างข้าวแต๋น กลุ่มผู้ผลิตเดียวกัน ชั่งน้ำหนักถุงละ 100 กรัม
	2. นำตัวอย่างอาหารปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน
	3. เทตัวอย่างอาหารที่ปั่นละเอียดใส่ในขวดพลาสติก Polyethylene ประมาณ 1ใน3 ของขวด แล้วนำขวดมาชั่งน้ำหนัก(w4)ปิดปากขวดพลาสติกด้วยผ้า Ganze รัดด้วยยางรัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารโดยวิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

1.การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร

หลักการ (Principle)

เถ้าในอาหาร คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการเผาอาหารที่อุณหภูมิสูง จนกระทั่งสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ไปหมด เถ้าที่ได้มีส่วนประกอบของแร่ธาตุไม่เหมือนเดิมทุกอย่าง เนื่องจากแร่ธาตุบางอย่างอาจระเหยไประหว่างเวลาการเผา ค่าของเถ้าที่หาได้ทำให้ประมาณปริมาณแร่ธาตุรวมในตัวอย่างซึ่งสามารถบอกถึงคุณภาพของอาหารนั้นได้ ในการเผาย่อยสลายจะใช้อุณหภูมิ 550 ^{o}C เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง หรืออาจจะมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับชนิดสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์ผลจะได้เถ้าสีขาว หากเถ้ามีสีดำแสดงว่าการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์ ต้องทำการเผาซ้ำจนกว่าจะได้เถ้าสีขาวหรือสีเถา

เครื่องมือเครื่องใช้ (Equipments and supplies)

1. crucible
2. spatula
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยท 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler 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 ^{o}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. นำตัวอย่างไปเผาใน hot plate จนกระทั่งตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ
5. นำตัวอย่างเข้า muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 ^{o}C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (หรืออาจจะมากกว่า 3 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์) ทิ้งให้เย็น นำตัวอย่างออกจากเตา แล้วนำเข้าdessicatoเป็นเวลา 20 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน(w3)

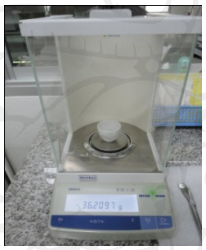
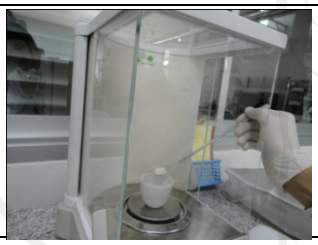
การคำนวณ

1.ปริมาณเถ้า (กรัม/100กรัมน้ำหนักแห้ง) = $\frac{[(w3-w1)\times 100]}{w2-w1}$

2.ปริมาณเถ้า (กรัม/100กรัมน้ำหนักสด) = $\frac{[(w3-w1)\times(100-\%\text{ความชื้นของตัวอย่างอาหาร}]}{w2-w1}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร

	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. ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ใน crucible แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม
	4. นำตัวอย่างอาหารไปเผาใน hot plate จนกระทั่งตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ
	5. นำตัวอย่างอาหารเข้า muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ทิ้งให้เย็น นำตัวอย่างอาหารออกจากเตาแล้วนำเข้า dessicatoเป็นเวลา 20 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหาร

หลักการ (Principle)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหารใช้วิธีการ Freeze-drying ซึ่งสามารถใช้ได้กับตัวอย่างอาหารทั่วไปยกเว้นตัวอย่างอาหารที่มีการระเหยได้ง่ายในปริมาณสูง วิธีนี้มีข้อดี คือ สารอาหารยังคงสภาพเดิม สามารถนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอื่นๆ ต่อไปได้ ตัวอย่างอาหารที่ได้มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการจัดเก็บหลักการของกระบวนการ Freeze-drying คือ น้ำในตัวอย่างอาหารที่มีอยู่ในสภาพของแข็งจะระเหิดกลายเป็นแก๊สภายใต้ความดันสุญญากาศ เวลาที่ใช้ในการบวนการทำให้แห้งขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างอาหาร

เครื่องมือเครื่องใช้ (Equipments and supplies)

1. เครื่อง Lyophilizer ยี่ห้อ Christ รุ่น Alpha1-4
2. ตู้แช่แข็ง ยี่ห้อ Sanyo
3. เครื่อง Homogenizer 2094 ยี่ห้อ Foss
4. เครื่อง Blender ยี่ห้อ National รุ่น MX-T2GN
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo
6. ขวดพลาสติก Polyethylene ขนาด 240ml
7. ช้อนตักสาร (Spatula)
8. Funnel
9. ถุงมือยาง
10. ถุงพลาสติกชนิดเย็นและร้อน
11. ยางรัด
12. ผ้า Ganze
13. Marking tape ขนาด 1 นิ้วและ 2 นิ้ว
14. ปากกา Permanent
15. กระดาษเอนกประสงค์
16. ตะกร้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีดำเนินการ (Procedure)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหารแบบปั่นแห้ง ตัวอย่างอาหารที่เป็นของแข็งแห้ง สามารถปั่นให้เข้ากันโดยไม่ต้องเติมน้ำบริสุทธิ์

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1.ชั่งน้ำหนักขวดพลาสติก Polyethylene เปล่า ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักของขวดพลาสติก(w3)ที่ชั่งได้ที่ฉลากข้างขวดพลาสติก

2.ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ในเครื่องปั่นอาหาร และปั่นตัวอย่างให้ละเอียด

3.เทตัวอย่างอาหารที่ปั่นละเอียดใส่ในขวดพลาสติก Polyethylene ประมาณ 1 ใน 3 ของขวดแล้วนำขวดมาชั่งน้ำหนัก(w4)ปิดปากขวดพลาสติก Polyethylene ด้วยผ้า Ganze รัดด้วยยางรัด แล้วนำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 ^{o}C โดยทำการเอียงขวดเพื่อให้มีพื้นผิวสัมผัสมากที่สุด เป็นเวลา 1 คืน

4.นำขวดตัวอย่างอาหารเข้าเครื่อง Lyophilizer จนกระทั่งสารตัวอย่างอาหารแห้งสนิท

5.นำขวดตัวอย่างอาหารออกจากเครื่อง Lyophilizer แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารพร้อมขวด(w5)

การคำนวณความชื้นแบบปั่นแห้ง

ปริมาณความชื้น (กรัมต่อ100กรัมอาหาร) = 100- [(w5-w3)] /[w4-w3]

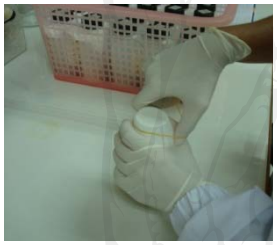
W3 = น้ำหนักขวดเปล่า (กรัม)

W4 = น้ำหนักขวดเปล่าและตัวอย่างอาหารปั่นสด (กรัม)

W5 = น้ำหนักขวดเปล่าและตัวอย่างอาหารปั่นแห้ง (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหาร

	1.ชั่งน้ำหนักขวดพลาสติก Polyethylene เปล่า ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักของขวดพลาสติก (w3) ที่ชั่งได้ที่ฉลากข้างขวดพลาสติก
	2.ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ในเครื่องปั่นอาหาร และปั่นตัวอย่างให้ละเอียด
	3.เทตัวอย่างอาหารที่ปั่นละเอียดใส่ในขวดพลาสติก Polyethylene ประมาณ 1 ใน 3 ของขวดแล้วนำขวดมาชั่งน้ำหนัก (w4) ปิดปากขวดพลาสติก Polyethylene ด้วยผ้า Ganze รัดด้วยยางรัด
	4. แล้วนำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 ^{o}C โดยทำการเอียงขวดเพื่อให้มีพื้นผิวสัมผัสมากที่สุด เป็นเวลา 1 คืน
	5. นำขวดตัวอย่างอาหารเข้าเครื่อง Lyophilizer จนกระทั่งสารตัวอย่างอาหารแห้งสนิท นำขวดตัวอย่างอาหารออกจากเครื่อง Lyophilizer แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารพร้อมขวด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ไขมันยี่ห้อ LECO รุ่น TFE-2000 เป็นเครื่องมือในการใช้วิเคราะห์ไขมันรวมในตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆ เช่น อาหารผสม ข้าว ถั่ว เป็นต้น โดยอาหารต้องมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous sample)

หลักการ (Principle)

เครื่องมือวิเคราะห์ไขมันยี่ห้อ LECO รุ่น TFE-2000 เป็นเครื่องวิเคราะห์ไขมันรวมในตัวอย่างอาหาร การสกัดใช้หลักการ Supercritical fluid extraction โดยใช้ Carbon dioxide Supercritical fluid คือ ของไหลเมื่ออุณหภูมิและความดันถึงจุดวิกฤต คือ 31 ^{o}C และ 1072 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (73.91bars) Supercritical fluid มีความหนาแน่นสามารถละลายไขมันได้ดี ในการเพิ่มประสิทธิภาพหรือการควบคุมการสกัดไขมันในตัวอย่างสามารถทำได้โดยการปรับความดันและอุณหภูมิ ซึ่งสภาวะการสกัดที่ดีที่สุดโดยทั่วไปใช้ความดัน 9000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (620.53 bars) และอุณหภูมิ 100 ^{o}C

เครื่องมือเครื่องใช้ (Equipments and supplies)

1.เครื่องมือวิเคราะห์ไขมันยี่ห้อ LECO รุ่น TFE-2000

2.เครื่องไมโครเวฟ ยี่ห้อ Sharp

3. Thimble และฐานสำหรับตั้ง Thimble

4.Glass vial

5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี้ห้อ Mettler Toledo

6.Beaker ขนาด 30 มิลลิลิตร

7.ช้อนตักสาร (Spatula)

8.กระดาษชั่งสาร

9.นาฬิกาจับเวลา

10. Dessicator

11.Plastic pipette

12.ถุงมือกันความร้อน

13.อุปกรณ์นำ Thimble ออกจากเครื่อง

14. กระดาษ Kimwipe

15. Glass wool

16. LECO dry

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

17.ก๊าซ Carbon dioxide ชนิดมี Dip tube น้ำหนักก๊าซประมาณ 25 กิโลกรัมต่อถัง
18.ก๊าซ Nitrogen ความบริสุทธิ์ 99.99% พร้อมมาตราวัดความดันที่ถังก๊าซ

วิธีดำเนินการ (Procedure)

วิธีการใช้เครื่องสามารถทำได้ ดังนี้

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

2.เปิด swich เครื่อง TFE-2000 ทำการ warm เครื่องไว้เป็นเวลา 30 นาที

3.ตรวจเช็คAmbient Monitorว่าเครื่องอยู่ในสถานะพร้อมทำงานหรือไม่ โดยกดปุ่ม 5(Diagnostics) แล้วกดปุ่ม 1 (Ambient Parameter) หน้าจอจะแสดงผลดังตารางต่อไปนี้

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

4. ชั่ง Glass wool น้ำหนักประมาณ 2 กรัม เขียนหมายเลขกำกับ บรรจุลงใน Glass vial นำไปอบด้วย เครื่องไมโครเวฟ ที่ระดับความร้อน High เป็นเวลา 4 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นใน Dessicator 10 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก ของ Glass vial และ Glass wool พร้อมจดบันทึก

5.เตรียมตัวอย่างอาหารแห้ง ชั่งน้ำหนักโดยประมาณ 2 กรัม (บันทึกน้ำหนักแน่นอนโดยละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ใน Beaker เติม 80% Isopropanol ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที ชั่ง LECO dry ประมาณ 1.5 กรัม และใส่ลงไป ผสมให้เข้ากันโดย Spatula บรรจุตัวอย่างลงใน Thimble จากนั้นใส่ Glass vial และThimble ในเครื่อง TFE-2000

6. ตรวจสอบข้อมูลใน Method ที่บันทึกไว้แล้วโดยกดปุ่ม set up (หมายเลข4) เลือก Extraction method (หมายเลข1) กดเมนู เลือก Select method (หมายเลข2) และเลือก Method name พร้อมตรวจ Parameters ต่างๆว่าถูกต้องหรือไม่ เสร็จแล้วให้กด Exit กลับสู่หน้าเมนูหลัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. เริ่มการวิเคราะห์โดยเลือก Analyse (หมายเลข1) กดเมนู เลือก Select method (หมายเลข2) และเลือก Method name ที่ต้องการแล้วจึงกดปุ่ม Start เครื่องจะเริ่มทำงาน

8.เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้ว เครื่องจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ พร้อมกับการเปิดของ Slife block และดันThimbleขึ้นในลักษณะพร้อมนำออกจากเครื่องได้ การนำ Thimble ออกจากเครื่องให้ใช้อุปกรณ์กด Thimble ให้แน่นและยกออกด้วยความระมัดระวัง

9.นำ Glass vial ออกจากเครื่องและอบในไมโครเวฟ เป็นเวลา 4 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน Dessicator 10 นาที จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ได้ คือ Glass vial , Glass woolและไขมันที่ได้จากการสกัด

การคำนวณ

1. ปริมาณไขมันรวมในหน่วย กรัมต่อ 100 กรัมอาหารแห้ง $= \frac{(w_c - w_b) \times 100}{w_a}$

2. ปริมาณไขมันรวมในหน่วย กรัมต่อ 100 กรัมอาหารสด $= \frac{(w_c - w_b) \times (100 - M)}{100 \times w_a}$

เมื่อ w_c = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

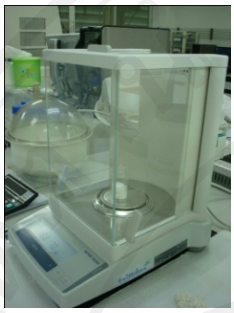
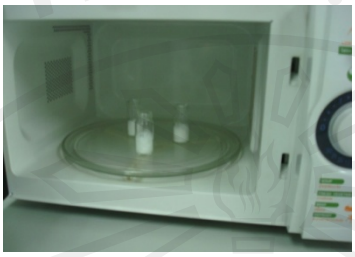
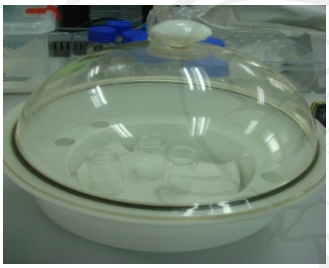
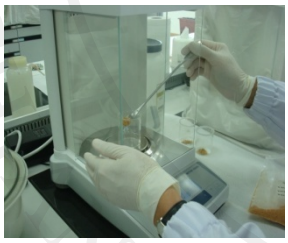
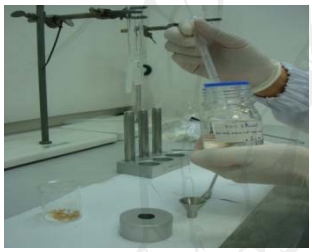
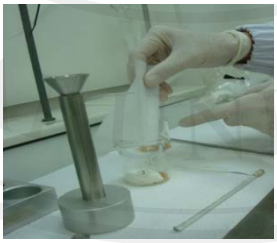
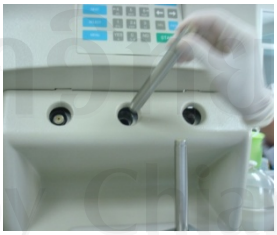
w_b = น้ำหนักของ Glass vial + Glass wool (กรัม)

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

M = ร้อยละปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (กรัม%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่างอาหาร

 	1.ชั่งน้ำหนัก Glass wool น้ำหนักประมาณ 1.3 – 1.5 g.บรรจุลงใน Glass vial นำไปอบด้วย Microwave ที่ระดับความร้อน High เป็นเวลา 4 นาที
	2. ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desiccator 10 นาที แล้วชั่งน้ำหนักของ Glass vial และ Glass wool พร้อมจดบันทึกไว้
 	3.ชั่งตัวอย่างอาหารแห้ง ประมาณ 2 กรัม ใส่ใน Beaker เติม 80% Isopropanol ปริมาตร 2 มิลลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที
	4. ชั่ง LECO dry ประมาณ 1.5 กรัม ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Spatula
	5. บรรจุตัวอย่างอาหารลงใน Thimble จากนั้นใส่ glass vial และ thimble ในเครื่อง TFE 2000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยใช้เครื่องProtein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528 ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน หรือไนโตรเจน ในตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหาร ในการวิเคราะห์ปริมาณโดยตรงนั้นทำได้ยากเนื่องจากองค์ประกอบของโมเลกุลโปรตีนมีความซับซ้อน แต่การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนสามารถตรวจสอบได้ง่ายและมีความถูกต้องสูง ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของโมเลกุลโปรตีนมีอยู่ปริมาณ 15-17.6 เปอร์เซ็นต์ จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโปรตีนโดยทั่วไปปริมาณโปรตีนจะเท่ากับค่าคงที่ของไนโตรเจนคูณกับค่าคงที่ 6.25 และค่านี้อาจเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับชนิดอาหาร

หลักการ (Principle)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน หรือไนโตรเจน ด้วยเทคนิค Combustion มีข้อดี คือ ผลการวิเคราะห์ไม่ขึ้นกับเมทริกซ์ของตัวอย่าง ไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นพิษ ใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อย (ประมาณ 3 นาที ต่อตัวอย่าง)

สารตัวอย่างที่บรรจุใน Tin foil ถูกเผาในบรรยากาศออกซิเจนที่อุณหภูมิ 850-650 ^{o}C เกิดปฏิกิริยาความร้อนที่เรียกว่า Exothermic reaction ทำให้อุณหภูมิสารตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 1800 ^{o}C สภาวะนี้ช่วยให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น ก๊าซที่เกิดขึ้น ได้แก่ CO_2 H_2O NO_x และN_2 จะไหลผ่าน Quart wool เพื่อกำจัด Particle ที่เกิดจากการเผาไหม้ Steel wool เพื่อกำจัดเกลือ และกำจัดน้ำด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Thermoelectric cooler โดยลดอุณหภูมิเหลือ 5 ^{o}C ทำให้ H_2O และ S_2O บางส่วนถูกกำจัดไป จากนั้นก๊าซผ่าน Particle filter เพื่อกำจัดฝุ่นผงขนาดเล็กและเกลือ ก่อนเข้าสู่ Ballast tank ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ใน Ballast tank ขนาด 4.5 ลิตร และปล่อยให้อยู่ในสภาวะสมดุลเป็นเวลา 20 วินาที เพื่อให้ก๊าซทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่อไปเพียง 3 มิลลิลิตร โดยผ่าน Aliquot loop ก๊าซที่ได้จาก Aliquot loop จะถูกพาด้วยก๊าซ He ผ่าน Copper metal N catalyst ที่อุณหภูมิ 750 ^{o}C เพื่อกำจัดก๊าซออกซิเจน และเปลี่ยนออกไซด์ของไนโตรเจน(NO_x) ไปเป็น N_2 กำจัด CO_2 ด้วยNaOH/Silica หรือ Lecosorb กำจัด H_2O (ที่เกิดจากกระบวนการกำจัด CO_2) ด้วย Magnesium perchlorate หรือAnhydrone

ก๊าซไนโตรเจนที่เหลือจะเข้าสู่ตัวตรวจวัดชนิด Thermal conductivity detector (TCD) สัญญาณที่ตรวจวัดจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของไนโตรเจน ก๊าซไนโตรเจนมีค่า Thermal conductivity ต่ำกว่าก๊าซฮีเลียม ดังนั้นเมื่อก๊าซไนโตรเจนผ่านเข้ามายัง TC cell จึงทำให้อุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของ Filament ในตัวตรวจวัดสูงขึ้น และทำให้ตรวจวัดสัญญาณของไนโตรเจนได้ หลังจากนั้น Software จะคำนวณร้อยละไนโตรเจนและคำนวณค่าโปรตีนรวม (Total protein) ในตัวอย่าง

เครื่องมือเครื่องใช้ (Equipments and supplies)

1. เครื่องProtein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528

2.อุปกรณ์ประกอบได้แก่

2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

2.2 LCD Monitor 17 นิ้ว

2.3 อุปกรณ์สำรองไฟ สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ (UPS)

2.4 เครื่องพิมผลเลเซอร์

2.5 ก๊าซฮีเลียมความบริสุทธิไม่ต่ำกว่า 99.99%

2.6 ก๊าซออกซิเจนความบริสุทธิไม่ต่ำกว่า 99.7%

2.7 ปั๊มลมขนาดมอเตอร์ 1.5 แรงม้า

2.8 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี้ห้อ Mettler Toledo

2.9 อุปกรณ์ปรับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Stabilizer) ยี่ห้อ SOLTEC UPS

3.วัสดุอุปกรณ์

3.1 Tin foil สำหรับบรรจุตัวอย่างที่เป็นของแข็ง

3.2 แท่นสำหรับเตรียมตัวอย่าง

3.3 ช้อนตักสาร (Spatula)

วิธีดำเนินการ (Procedure)

1. ทำการเปิดเครื่องแล้วตรวจสอบการใช้งานของเครื่อง

2. ทำการวิเคราะห์ Blank เครื่องจะทำการวิเคราะห์ใช้เวลาประมาณ 3 นาทีต่อตัวอย่าง ให้วิเคราะห์ Blank หลายครั้งจนกะทั่งได้ค่าเกือบจะคงที่และทำการ Drift โดยการเลือกค่า Blank 3 ค่าสุดท้ายที่มีค่า Nitrogen% ต่างกันไม่เกิน 0.01

3. วิเคราะห์สารมาตรฐาน EDTA

- ชั่งสารมาตรฐาน EDTA ประมาณ 0.2 กรัม ทำการวิเคราะห์ 2-3 ครั้ง (Certified ของ Nitrogen% ของสารมาตรฐาน EDTA คือ 9.57±0.04 g%) (ช่วงยอมรับ 9.53 – 9.61 g%)

4.วิเคราะห์ตัวอย่าง โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

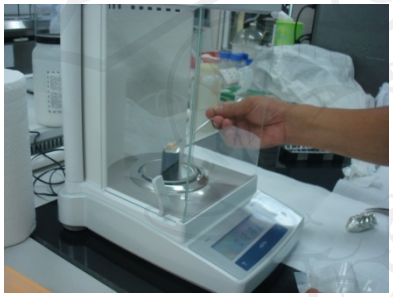
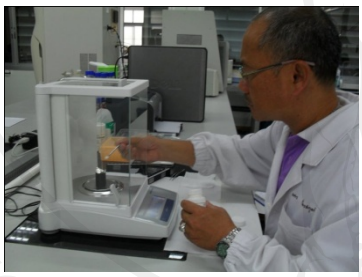
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- กด F3 (Log in) ที่หน้า Sample name : ใส่ค่าน้ำหนักตัวอย่าง(ที่ชั่งได้ประมาณ0.2 กรัม ใส่ใน Tin foil พับด้านบนของ Tin foil ให้สนิทและพยายามพับให้ขนาดพอดีที่จะเข้ารูช่อง Load sample ของเครื่องได้) เลือก method แล้วกด ok กดF5 (Analysis)

- ให้ทำการวิเคราะห์ 2-3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่างเพื่อความถูกต้องและแม่นยำของผลการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างอาหาร

1 2	1. Tin foil 2. EDTA Calibration sample
	1.วิเคราะห์สารมาตรฐาน EDTA - ชั่งสารมาตรฐาน EDTA ประมาณ 0.2 กรัม - ทำการวิเคราะห์ 2-3 ครั้ง
	2. วิเคราะห์ตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหาร(ที่ชั่งได้ประมาณ0.2 กรัม ใส่ใน Tin foil
	3.พับด้านบนของ Tin foil ให้สนิทและพยายามพับให้ขนาดพอดีที่จะเข้ารูช่อง Load sample ของเครื่องได้)
	6. นำตัวอย่างอาหารที่อยู่ใน Tin foil ลงในเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น EF-528

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหารโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter สามารถวิเคราะห์พลังงานในตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว นอกจากนี้เครื่องยังสามารถวิเคราะห์พลังงานในตัวอย่างชนิดอื่นๆเช่น ถ่าน ถ่านหิน น้ำมันไบโอดีเซล เป็นต้น

หลักการ (Principle)

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

Bomb calorimeter ยี่ห้อ LECO รุ่น AC-350 เป็นเครื่องมือที่ใช้เทคนิค Isoperibol calorimetry มีอุปกรณ์ประมวลผล Digital signal processer (DSP) ในการคำนวณหาค่าความร้อนในตัวอย่าง ค่าพลังงานความร้อนคำนวณขณะที่เผาตัวอย่าง โดยการควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งหมด ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมาจะขึ้นอยู่กับตัวอย่างนั้นๆ สำหรับเครื่อง AC-350 ตัวอย่างจะถูกใส่เข้าไปในภาชนะที่บรรจุด้วยออกซิเจนที่มีแรงดันสูงเรียกว่า Bomb ขณะทำการวิเคราะห์ Bomb จะถูกวางลงไปในถังที่บรรจุลงในถังที่บรรจุน้ำและมี Thermometer เพื่อวัดการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ โดยมีความละเอียดของ Thermometer ถึง 0.0001 องศาเซลเซียส ระหว่างการวิเคราะห์น้ำรอบนอกจะถูกควบคุมอุณหภูมิโดยพัดลมระบายความร้อน

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือเครื่องใช้(Equipment and supplies)

เครื่อง Bomb calorimeter ยี่ห้อ LECO รุ่น AC-350 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

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

2. Combustion vessel cleaning/wash basin station

อุปกรณ์ประกอบ

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

3. Oxygen tank

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. ปรากฏขึ้นกด 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 แล้วยกฟิวส์ให้สูงขึ้นเหนือตัวอย่าง โดยต้องไม่แตะถูกตัวอย่าง

10. หมุน Needle valve (อยู่ส่วนบนของที่วางตัวอย่าง) เปิดให้หมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

11. นำที่วางตัวอย่างใส่ใน Combustion vessel assembly และหมุนฝาปิดโดยไม่ต้องหมุนให้แน่นมาก

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

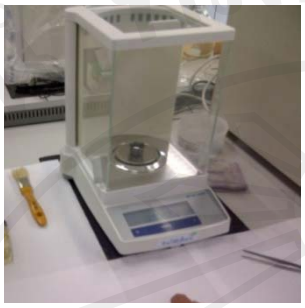
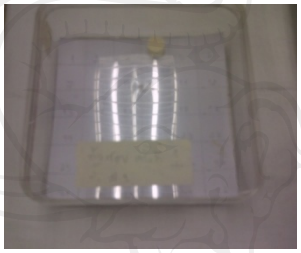
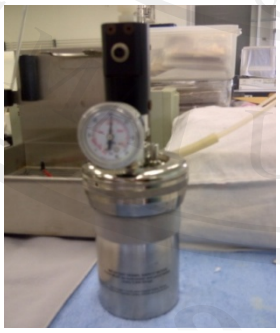
26. ต่อสายยาง Discharge เข้าที่ส่วนปลายของ Needle valve อยู่ส่วนบนของ Combustion vessel assembly หมุน Needle valve ทวนเข็มนาฬิกาช้าๆเพื่อปล่อยความดันออก

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

28. วัดความยาวของฟิวส์ที่เหลือจากการวิเคราะห์ นำไปลบออกจากความยาวของฟิวส์ที่ใส่เข้าไปในเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์และแก้ไขความยาวของฟิวส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหาร

	1. วาง Crucible เปล่าลงบนเครื่องชั่ง เมื่อน้ำหนักคงที่จะมีตัวอักษร g. ปรากฏขึ้น กด Tare เพื่อให้น้ำหนักเป็น 0.0000 กรัม
	2.อัดตัวอย่างอาหารลงในแท่นปั๊ม
	3. ใส่ตัวอย่างอาหารลงไปใน Crucible รอจนน้ำหนักคงที่ (ไม่เกิน 1.0000 กรัม)
	4.วางตัวอย่างอาหารใส่ใน Combustion vessel assembly และหมุนฝาปิดโดยไม่ต้องหมุนให้แน่นมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหาร (ต่อ)

	4. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการวิเคราะห์ 5. ขณะทำการ Prefire แถวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิภายใน bucket และที่หน้าจอจะแสดงเวลาที่นับถอยหลังเพื่อจุดฟิวส์ ก่อนที่จะจุดฟิวส์หกวินาทีจะมีเสียงสัญญาณดังขึ้นพร้อมทั้งข้อความ Ignite กระพริบขึ้นที่หน้าจอ ขณะ Prefire แถวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิของ Bucket ที่เพิ่มขึ้น (Delta T) และส่วนที่แสดงผลการวิเคราะห์จะแสดงเวลาที่เหลือของการวิเคราะห์(เวลาจะนับถอยหลัง), ID Code และหมายเลข Combustion vessel assembly
	6.หมุนฝาปิด Combustion vessel assembly ออกดึง Sample holder assembly ออกไปแขวนไว้ในที่เตรียมตัวอย่าง หากพบว่า ตัวอย่างมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ต้องวิเคราะห์ใหม่
	7. วัดความยาวของฟิวส์ที่เหลือจากการวิเคราะห์ นำไปลบออกจากความยาวของฟิวส์ที่ใส่เข้าไปในเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์และแก้ไขความยาวของฟิวส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในตัวอย่างอาหาร

โดยทั่วไปการกินอาหารจะให้ปริมาณสารอาหารที่แตกต่างกัน ตามชนิดของอาหารนั้นๆ ซึ่งปริมาณสารอาหารในวัตถุดิบที่นำมาประกอบอาหารแต่ละชนิดดูได้จากตารางแสดงคุณค่าสารอาหารในอาหาร 100 กรัม ทำให้ทราบว่าอาหารที่รับประทานให้สารอาหารคาร์โบไฮเดรตในปริมาณเท่าไหร่ ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้ (อัจฉรา ดลวิทยาคุณ, 2550)

สูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหาร (กรัมเปอร์เซ็นต์) = 100-(ความชื้น +เถ้า+ไขมัน+โปรตีน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

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

ภาคผนวก ฉ

การแสดงตัวอย่างข้อมูลโภชนาการแบบย่อของข้าวแต๋นผลิตในหมู่บ้านทุ่งม่านเหนือ ตำบลบ้านเป้า อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

ตัวอย่างฉลากโภชนาการสำหรับข้าวแต๋น

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวแต๋นหน้าธัญพืช

ข้อมูลโภชนาการ
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 แผ่น (12.22กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง : 12 แผ่น
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งแผ่น

พลังงานทั้งหมด 58.53 กิโลแคลอรี่ (พลังงานที่ได้จากไขมัน 25.11 กิโลแคลอรี่)

		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
โปรตีน	0.92 กรัม	1.22
คาร์โบไฮเดรต	7.89 กรัม	2.43
ไขมัน	2.77 กรัม	6.23
ความชื้น	0.47 กรัม	
เถ้า	0.17 กรัม	

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้บริโภคต้องการพลังงาน

วันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ ควรได้รับสารอาหารต่างๆดังนี้*

โปรตีน	75	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	325	กรัม
ไขมัน	44.44	กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการสำหรับข้าวแต๋น

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวแต๋นหน้าหมูหยองน้ำพริกเผา

ข้อมูลโภชนาการ
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 แผ่น (11.66กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง : 12 แผ่น

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งแผ่น
พลังงานทั้งหมด 53.44 กิโลแคลอรี่ (พลังงานที่ได้จากไขมัน 19.17 กิโลแคลอรี่)

		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
โปรตีน	0.97 กรัม	1.29
คาร์โบไฮเดรต	7.82 กรัม	2.41
ไขมัน	2.13 กรัม	4.80
ความชื้น	0.54 กรัม	
เถ้า	0.20 กรัม	

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้บริโภคต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้*

โปรตีน	75	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	325	กรัม
ไขมัน	44.44	กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการสำหรับข้าวแต๋น

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวแต๋นหน้าน้ำอ้อย (ข้าวเหนียวขาว)

ข้อมูลโภชนาการ
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 แผ่น (8.60กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง : 24 แผ่น

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งแผ่น
พลังงานทั้งหมด 39.62 กิโลแคลอรี่ (พลังงานที่ได้จากไขมัน 14.90 กิโลแคลอรี่)

		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
โปรตีน	0.45 กรัม	0.59
คาร์โบไฮเดรต	6.07 กรัม	1.87
ไขมัน	1.66 กรัม	3.73
ความชื้น	0.34 กรัม	
เถ้า	0.10 กรัม	

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้บริโภคต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้*

โปรตีน	75	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	325	กรัม
ไขมัน	44.44	กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างฉลากโภชนาการสำหรับข้าวแต๋น

ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวแต๋นหน้าน้ำอ้อย (ข้าวเหนียวดำ)

ข้อมูลโภชนาการ
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 แผ่น (9.10กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง : 8 แผ่น

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งแผ่น
พลังงานทั้งหมด 42.67 กิโลแคลอรี่ (พลังงานที่ได้จากไขมัน 16.02 กิโลแคลอรี่)

		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
โปรตีน	0.46 กรัม	0.62
คาร์โบไฮเดรต	6.13 กรัม	1.97
ไขมัน	1.78 กรัม	3.99
ความชื้น	0.47 กรัม	
เถ้า	0.17 กรัม	

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้บริโภคต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี่ ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้*

โปรตีน	75	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	325	กรัม
ไขมัน	44.44	กรัม

***ที่มา** ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ.2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาววัชรางค์ ยั่งยืน

วัน เดือน ปี เกิด 16 มกราคม 2529

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์)
โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง จังหวัดลำปาง

ประวัติการฝึกอบรม

พ.ศ. 2552 Gas Chomatography and High Performance Liquid Chromatography.
การจัดการระบบประกันคุณภาพโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved