

## บรรณานุกรม

กองโภชนาการ. (2546). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยปี 2546

กระทรวงสาธารณสุข,กรมอนามัย [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://www.thaimtb.com/forum/viewtopic.php?f=64&t=402052>

(22 มีนาคม 2555).

กนกทิพย์ พัฒนาพัฑฒ์. (2543). สถิติเบื้องต้นทางการศึกษา. เชียงใหม่:

ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กนกวรรณ วิสาสะ.(2553). คุณค่าทางโภชนาการในขนมไทยบางชนิด. วิทยานิพนธ์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. (การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและโภชนาการ) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. (2546).

ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

(พิมพ์ครั้งที่ 3)

คณะอนุกรรมการสาขาโภชนศาสตร์ คณะโภชนาการแห่งชาติ พ.ศ. 2510 ตำราโภชนาการ

(ฉบับแก้ไข) [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

[http://guru.sanook.com/enc\\_preview.php?id=1093&title=%A4%D8%B3%A4%E8%D2%B7%D2%A7%E2%C0%AA%B9%D2%A1%D2%C3%A2%CD%A7%CD%D2%CB%D2%C3](http://guru.sanook.com/enc_preview.php?id=1093&title=%A4%D8%B3%A4%E8%D2%B7%D2%A7%E2%C0%AA%B9%D2%A1%D2%C3%A2%CD%A7%CD%D2%CB%D2%C3)

(22 มีนาคม 2555).

ณัชชา บุญปลื้ม. (2550). การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระใน

การทำน้ำเสาวรส. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. (2545). “ใยอาหารเพื่อสุขภาพ” วสารอาหาร 32(3) ; 157-159.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์ (2537). โภชนศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้งเฮ้าส์.

\_\_\_\_\_. (2543). เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

\_\_\_\_\_. (2551). ศัพท์วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2551.

- ทวีศักดิ์ อักษรทับ. (2549). คุณค่าทางโภชนาการและใยอาหารล้าหนา. การค้นคว้าแบบอิสระ  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์ศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปนัดดา จันทร์อุไร. (2553). คุณค่าทางโภชนาการของลูกชิ้น. วิทยานิพนธ์.  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประภาพรรณ กันธรักษา. (2547). การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารล้าหนา  
โดยวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและการคำนวณจากตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร  
ไทย. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์ศึกษา)  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประหยัด สายวิเชียร. (2547). อาหาร วัฒนธรรมและสุขภาพ. เชียงใหม่ : บริษัทนพบุรีการพิมพ์  
จำกัด
- พีระพงศ์ บุญศิริ. (2541). โภชนาการและการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- พัทยา นฤคินทร์(2545). การพัฒนาตำรับอาหารไทยอ้างอิง ประเภทอาหารคาวร่วมสำหรับ และ  
การศึกษา คุณค่าทางโภชนาการ. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(โภชนศาสตร์)  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ภูรินทร์ เทพเทพินทร์. (2553). ประวัติข้าวซอย.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา  
<http://muslimchiangmai.net/index.php?topic=629.0> ( 26 มิถุนายน 2554)
- ลักขณา รุจนะไกรกานต์และนิธิยา รัตนานพนธ์. (2540). หลักการวิเคราะห์อาหาร.  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วรรณิ ธรรมคุณาวุฒิ. (2542). การผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม. วิทยานิพนธ์.  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โภชนวิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วาณี เอี่ยมศรีทอง และ ประหยัด สายวิเชียร. (2538). อาหารล้าหนา. เชียงใหม่ : บริษัทกลาง  
เวียงการพิมพ์จำกัด.
- วิไลภรณ์ สุจา. (2554). [แหล่งที่มา]. อาหารพื้นบ้านภาคเหนือ [http : http://lms.thaicyberu.go.th](http://lms.thaicyberu.go.th)  
( 22 มีนาคม 2555)
- สิริเกต แซ่ลี. (2541). การเปรียบเทียบคุณค่าอาหารของผักทองพันธุ์ดำ พันธุ์ลาย และพันธุ์ญี่ปุ่น  
และการสำรวจ ความนิยมในการบริโภคเมล็ดผักทอง. วิทยานิพนธ์.  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โภชนวิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. (2545). โภชนศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุชาดา สุพรรณพย์คณ์. (2545). การพัฒนาตำรับอาหารไทยอ้างอิงประเภทอาหารจานเดียวและอาหารว่างและการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมใจ วิชัยดิษฐ. (2551). ใครกินได้. กรุงเทพฯ : บริษัทประยูรวงศ์ฟรุ๊นติ้งจำกัด.
- ศักดิ์ดา พริ้งลำภู. (2552). เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาคุณภาพอาหารและโภชนาการ รหัสวิชา 90872 สาขาวิชาโภชนศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อรรวรรณ กิรติสุทธิสาธ. (2552). คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนในกากถั่วเหลืองที่หมักด้วยเชื้อ *Rhizopus oligosporus* และ *Bacillus subtilis*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. (อาหารเคมี) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. (2555). อาหารไทยสี่ภาค [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.thaifoodtoworld.com/home/nativercipe.php> ( 14 มกราคม 2555)
- Akindahunsi A.A. and F.L. Oyetayo. (2004). **Nutrient and antinutrient distribution of edible mushroom, *Pleurotus tuberrgium* (fries) singer.**  
<http://www.sciencedirect.com/science?> [online].Availade [11 June 2011]
- Al-Kanhal MA, al-Mohizea IS, al-Othaimen AI, Khan MA. (2003). **New food composition data on selected ethnic foods consumed in Europe.**  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> [online].Availade [14 May 2011]
- Badrie N., M. Joseph and N. Darbasie, (2003). **Nutritive composition of a street food "Doubles" chana(*Civer arietinum*) burger and its components sold in Trinidad, west I dies.** <http://www.sciencedirect.com/science?> [online].Availade [28 Dec. 2011]
- JH Cho , Kim IH. (2010) **Fish meal - nutritive value.** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> [online].Availade [14 May 2011]
- L Kaufer , Englberger L, Cue R, Lorens A, Albert K, Pedrus P, Kuhnlein HV. (2010) **Evaluation of a "traditional food for health" intervention in Pohnpei, Federated States of Micronesia.** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> [online]. Availade [14 May 2011]

MA al-Kanhal , al-Mohizea IS, al-Othaimen AI, Khan MA. (2003) **Nutritive value of various breads in Saudi Arabia.** <http://www.PubMed.com> .Availade [14 May 2011]

Nevgiz Cevdet and Iclal Donmez (2003). **Chemical composition and nutritive value of Pinus ponea L seeds.** <http://www.sciencedirect.com/science?> [online].Availade [23 May. 2011]



ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### รายนาม ผู้ทรงคุณวุฒิ

|              |                |   |
|--------------|----------------|---|
| คุณ โพรธีศรี | ลีลาภัทร       | หัวหน้าหน่วยวิเคราะห์สารอาหาร<br>สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่    |
| คุณรัชชัย    | คำรินทร์       | หัวหน้าหน่วยบริการห้องปฏิบัติการ<br>สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| คุณนคร       | ปรีวัตรสกุลชัย | ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์<br>สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่         |
| คุณประภาพร   | ศักดาวงศ์เสรี  | ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์<br>สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่         |
| คุณอรพินท์   | พงษ์ธรรม       | ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์<br>สถาบันวิทยาศาสตร์สุขภาพ<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่         |

## ภาคผนวก ข

### วิธีการวิเคราะห์พลังงานและปริมาณสารอาหารหลัก

#### การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานในตัวอย่างอาหารโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter สามารถวิเคราะห์พลังงานในตัวอย่างอาหารชนิดต่างๆทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว

Calorimetry เป็นการศึกษาความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีหรือทางกายภาพที่เกิดจากการเผาไหม้ (Heat of combustion) ของสารตัวอย่างภายในเครื่อง Bomb calorimeter ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำใน Bucket สามารถคำนวณค่าพลังงานของสารตัวอย่างโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานได้ค่าพลังงานของสารตัวอย่างมีหน่วยเป็น cal หรือ J หรือ BTU

Bomb calorimeter แบ่งเป็น 3 เทคนิคคือ

1. Isothermal calorimetry เป็นเทคนิคในการวัดค่าความร้อนโดยรักษาอุณหภูมิของน้ำใน Bucket ด้วย Insulated container ซึ่งจะตรวจวัดอุณหภูมิใน Bucket ด้วย Thermometer ที่ติดตั้งอยู่ภายใน เป็นเทคนิคให้ความรวดเร็วในการวิเคราะห์สูง แต่ความแม่นยำต่ำ จึงไม่เป็นที่นิยม

2. Adiabatic calorimetry เป็นเทคนิคที่ต้องปรับอุณหภูมิใน Jacket ให้ตรงกับอุณหภูมิใน Bomb และ Bucket เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดการถ่ายเทความร้อน ทางทฤษฎีเป็นเทคนิคที่ให้ความถูกต้องสูง แต่ในทางปฏิบัติการควบคุมไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างระบบทำได้ยากและใช้เวลาวิเคราะห์ยาวนานกว่าเทคนิคอื่น

3. Isoperibol calorimetry เทคนิคนี้จะรักษาอุณหภูมิในน้ำ Jacket ที่อุณหภูมิกงที่ ในขณะที่อุณหภูมิของ Bomb และ Bucket เพิ่มขึ้นตามปฏิกิริยา เครื่องมือต้องมีการวัดอุณหภูมิของน้ำใน Jacket, Bomb และ Bucket อย่างแม่นยำเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความร้อนที่ถ่ายเทลงไปยัง Jacket และนำมาชดเชยกับค่าความร้อนใน Bucket เป็นเทคนิคที่มีความถูกต้องและรวดเร็ว

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

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

โดยหลักการ Isoperibol จะมีพลังงานความร้อนส่วนหนึ่ง ถ่ายเทระหว่างน้ำภายในและภายนอก Bucket ดังนั้นในระหว่างการวิเคราะห์ จึงมีการวัดอุณหภูมิของทั้งสองส่วนเพื่อคำนวณพลังงานที่ถ่ายเทออกไป แล้วนำค่าความร้อนมาแก้ไขผลของการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง ส่วนประมวลผลของเครื่องรุ่น AC-350 จะอ่านอุณหภูมิทุกๆ 6 วินาที แล้วนำอุณหภูมิที่ได้ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์จะนำอุณหภูมิทั้งหมดมาคำนวณค่าความร้อนและผลของค่าความร้อนจะสามารถหาค่าความร้อนที่เกิดจากสารที่ใช้สำหรับ Spiking พีวส์ ซัลเฟอร์ ในโตรเจนและความชื้นในตัวอย่างอาหาร 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® Corporation

สารมาตรฐาน(Standard)

ในการตรวจวิเคราะห์พลังงานในอาหารแต่ละครั้งต้องมีการวิเคราะห์สารมาตรฐานร่วมด้วยทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเครื่อง สารมาตรฐานที่ใช้คือ Bezoic acid (Thermochemical 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 ซ้ำ อย่างน้อย 1 ครั้ง ต่อสารตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง (Single standardizing test) เพื่อแน่ใจว่าสถานะของเครื่องคงที่

#### วิธีดำเนินการ (Procedure)

##### วิธีการใช้งานเครื่องสามารถทำได้ดังนี้

1. เปิดสวิตช์อุปกรณ์ต่อพ่วงและ 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 เมื่อน้ำหนักคงที่จะมีตัวอักษร g. ปรากฏขึ้น กด Tare เพื่อให้น้ำหนักเป็น 0.0000 g.
5. ใส่ตัวอย่างลงไป Crucible รอจนน้ำหนักคงที่ (ไม่เกิน 1.0000 g.)
6. กด Select เพื่อให้เครื่องบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่งโดยเครื่องชั่งที่เชื่อมต่อกัน
7. วาง Crucible ที่ใส่ตัวอย่างในที่วางตัวอย่าง (Sample holder)
8. ยกที่ ล็อคฟิวส์ที่ขา Electrode ให้สูงกว่าช่องใส่ฟิวส์ สอดปลายด้านหนึ่งของฟิวส์เข้าไปในช่องใส่ฟิวส์ แล้วเลื่อนที่ล็อคฟิวส์ลงมาล็อคฟิวส์ ทำเช่นเดียวกันกับปลายอีกด้านหนึ่งของฟิวส์
9. บีบตรงกลางของฟิวส์ให้เป็นรอยพับ แล้วยกฟิวส์ให้สูงขึ้นเหนือตัวอย่าง โดยต้องไม่แตะถูกตัวอย่าง
10. หมุน Needle valve (อยู่ส่วนบนของที่วางตัวอย่าง) เปิดให้หมด
11. นำที่วางตัวอย่างใส่ใน Combustion vessel assembly และหมุนฝาปิด โดยไม่ต้องหมุนให้แน่นมาก

12. หมุน Needle valve ปิดให้พอดีมือ
13. เสียบที่เติมก๊าซออกซิเจนเข้าช่องเติม ก๊าซออกซิเจน ของ Combustion vessel assembly แล้วกดปุ่มเติมก๊าซออกซิเจน เมื่อความดันถึง 420 psi เครื่องจะตัดโดยอัตโนมัติ
14. ค้างที่เติมก๊าซออกซิเจนออก
15. Combustion vessel assembly พร้อมทั้งจะนำไปวิเคราะห์
16. เติมน้ำจาก Pipet ปริมาตร 2000 มิลลิลิตร เข้า Bomb bucket โดยให้น้ำกระทบที่ผนังของ Bomb bucket เพื่อให้ให้น้ำวนและลดฟองอากาศ หลังจากนั้นน้ำออกจาก 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. ใส่ที่หัว Combustion vessel assembly เข้าไปในตัว Bomb แล้วยก Combustion vessel assembly ไปวางไว้ใน Bomb bucket (ระวังอย่าให้เอียงหรือหล่น) เมื่อวางดีแล้ว จึงถอนที่หัวออกโดยพยายามให้น้ำติดมากับที่หัวน้อยที่สุด
19. เสียบสายจุดฟิวส์ 2 เส้น เข้าที่ช่องเสียบด้านบนของ Combustion vessel assembly โดยจับสายไฟในส่วนที่เป็นฉนวน อย่าให้มีมือโดนน้ำใน 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 แดวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิภายใน bucket และที่หน้าจอจะแสดงเวลาที่นับถอยหลังเพื่อจุดฟิวส์ ก่อนที่จะจุดฟิวส์หกวินาที จะมีเสียงสัญญาณดังขึ้นพร้อมทั้งข้อความ Ignite กระพริบขึ้นที่หน้าจอ ขณะ Prefire แดวบนสุดของหน้าจอจะแสดงอุณหภูมิของ Bucket ที่เพิ่มขึ้น (Delta T) และส่วนที่แสดงผลการวิเคราะห์จะแสดงเวลาที่เหลือของการวิเคราะห์(เวลาจะนับถอยหลัง), ID Code และหมายเลข Combustion vessel assembly

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

25. ยก Combustion vessel assembly ออกจาก Bomb bucket โดยใช้ที่หิ้ว เทน้ำจาก 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

#### การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

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

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ (Data record and used document )

1. สมุด Log book บันทึกการใช้งานของเครื่อง

2. เอกสารผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างจากเครื่องพิมพ์ของเครื่อง Bomb

calorimeter AC 350

#### การรายงานผล(Report)

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

### การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างอาหาร

โปรตีน คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยเล็กๆที่เรียกว่ากรดอะมิโน ในการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนหรือไนโตรเจน ใช้เครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น EF-528 ในตัวอย่างของบงผลิตภัณฑ์อาหาร ปุ๋ย อาหารสัตว์และ การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน/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 ) เกิดปฏิกิริยาปลดปล่อยความร้อนที่เรียกว่า Exothermic reaction ทำให้อุณหภูมิสารตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 1800 °C สภาวะนี้ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ตัวอย่างได้สมบูรณ์มากขึ้น ก๊าซที่เกิดขึ้นได้แก่ CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> และ N<sub>2</sub> จะไหลผ่าน Quart wool เพื่อจำกัด Particle ที่เกิดจากการเผาไหม้ Steel wool เพื่อจำกัดเกลือและกำจัดน้ำด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Thermoelectric cooler โดยลดอุณหภูมิลงเหลือ 5 °C ทำให้ H<sub>2</sub>O และ S<sub>2</sub>O บางส่วนถูกกำจัดออกไป จากนั้นก๊าซผ่าน Particle filter เพื่อจำกัดฝุ่นผงขนาดเล็กและเกลือ ก่อนเข้าสู่ 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 เพื่อจำกัดก๊าซออกซิเจนและเปลี่ยนออกไซด์ของไนโตรเจน (NO<sub>x</sub>) ไปเป็น N<sub>2</sub> กำจัด CO<sub>2</sub> ด้วย Magnesium perchlorate หรือ Anhydron

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

### 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. บี้มลมขนาดมอเตอร์ 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 สวิตช์
2. เปิดวาล์วถังก๊าซออกซิเจนและก๊าซฮีเลียม ซึ่งควบคุมความดันที่หัวถังก๊าซทั้งสองชนิดเท่ากับ 35-40 psi
3. เปิดเครื่องบี้มลม
4. เปิด UPS ของเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528
5. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ผล
6. เปิดเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528

7. ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน Administrator  
 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 เพื่อตรวจสอบสถานะความพร้อมของเครื่องและคลิกเลือก 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 สำหรับไนโตรเจนเท่ากับ  $9.58 \pm 0.02$  หรือ  $9.57 \pm 0.04$  เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นกับ Lot number ที่ผลิต)

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

1. ในการวิเคราะห์ใช้สาร EDTA (LECO Corporation, U.S.A.) ซึ่งมีค่า Certified value สำหรับไนโตรเจนเท่ากับ  $9.58 \pm 0.02\%$  หรือ  $9.57 \pm 0.04\%$  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

### การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่างอาหาร

ไขมัน คือ สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในตัวทำละลายไขมัน ในการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่างอาหารในครั้งนี้ ใช้เครื่องการวิเคราะห์ไขมันยี่ห้อ LECO รุ่น TFE – 2000 เป็นเครื่องวิเคราะห์ไขมันรวมในตัวอย่างอาหาร การสกัดใช้หลักการ Supercritical fluid extraction โดยใช้ Carbon dioxide Supercritical fluid คือ ของไหลเมื่ออุณหภูมิและความดันถึงจุดวิกฤต คือ 31 °C และ 1072 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (73.91 bars) Supercritical fluid มีความหนานแน่นและสามารถละลายไขมันได้ดี ในการเพิ่มประสิทธิภาพหรือการควบคุมการสกัดไขมันในตัวอย่างสามารถทำได้โดยการปรับความดันและอุณหภูมิซึ่งสภาวะในการสกัดที่ดีที่สุดโดยทั่วไปใช้ความดัน 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. ข้อนตักสาร
10. กระดาษชั่งสาร
11. นาฬิกาจับเวลา
12. Desiccator
13. Plastic pipette
14. ถูมือกันความร้อน
15. อุปกรณ์นำ Thimble ออกจากเครื่อง
16. กระดาษ Kimwipe
17. Glass wool
18. LECO dry

19. ก๊าซ Carbon dioxide ชนิดมี Dip tube น้ำหนักก๊าซประมาณ 25 กิโลกรัม  
ต่อถัง

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. ตรวจสอบเช็ค 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 บรรจุตัวอย่างลงใน Thimble จากนั้นใส่ glass vial และ thimble ในเครื่อง TFE 2000 ( ในการใส่ Thimble ลงในเครื่อง ควรสลับด้านการใช้งานของ Thimble ด้วย )

6. ตรวจสอบข้อมูลใน Method ที่บันทึกไว้แล้วค่อยกดปุ่ม Set up (หมายเลข 4) เลือก extraction method (หมายเลข 1) กดเมนู เลือก Select method (หมายเลข 2) และเลือก Method name พร้อมตรวจสอบ 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 Menu หลัก โดยการกด Exit
13. นำ Glass vial และ Thimble ออกจากเครื่อง TFE 2000 ปิด Switch เครื่อง TFE 2000 และปิดวาล์วก๊าซ Nitrogen และก๊าซ Carbon dioxide
14. ทำความสะอาด Thimble และ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งาน

## 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)

ในการวิเคราะห์ต้องมีสารควบคุมคุณภาพร่วมด้วยทุกครั้ง โดยใช้ผงยี่ห้อ 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 ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการเผาอาหารที่อุณหภูมิสูง จนกระทั่งสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ไปหมด เถ้าที่ได้มีส่วนประกอบของแร่ธาตุไม่เหมือนเดิมทุกอย่าง เนื่องจากแร่ธาตุบางอย่างอาจจะหายไประหว่างการเผา ค่าของเถ้าที่หาได้ทำให้ประมาณปริมาณแร่ธาตุรวมในตัวอย่างซึ่งสามารถบอกถึงคุณภาพของอาหารนั้น ในการเผาย่อยสลายจะใช้อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมงหรืออาจจะมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์ ผลจะได้เถ้าสีขาว หากเถ้ามีสีแดงแสดงว่าการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์ ต้องทำการเผาซ้ำจนกว่าจะได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา

### 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 จนกระทั่งตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ
5. นำตัวอย่างเข้า Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (หรืออาจจะมากกว่า 3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์) ทิ้งให้เย็น นำตัวอย่างออกจากเตาแล้วนำเข้า Dessicator เป็นเวลา 20 นาที
6. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W3)

### การคำนวณ

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

### การควบคุมคุณภาพ(Quality control)

ในการวิเคราะห์ต้องมีสารควบคุมคุณภาพร่วมด้วยทุกครั้ง โดยใช้นมผงยี่ห้อ

Dumex เป็น In-house quality control

บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ ( Data record and used document )

1. สมุดบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างและการทดลอง
2. Log book ประจำเครื่อง Muffle furnace

การรายงานผล(Report)

การรายงานผลจะรายงานเป็นปริมาณได้ในหน่วยกรัมต่อน้ำหนักอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัมต่ออาหารสดและแห้ง

**การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหาร**

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอาหารใช้วิธีการ Freeze-drying ซึ่งสามารถใช้ได้ดีกับตัวอย่างอาหารทั่วไป ยกเว้นตัวอย่างอาหารที่มีการระเหยได้ง่ายในปริมาณสูง วิธีนี้มีข้อดี คือ สารอาหารยังคงสภาพเดิมสามารถนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอื่นๆต่อไปได้ ตัวอย่างอาหารที่ได้มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการจัดเก็บหลักการของกระบวนการ Freeze-drying คือ น้ำในตัวอย่างอาหารที่อยู่ในสภาพของแข็งจะระเหิดกลายเป็นก๊าซภายใต้ความดันสูญญากาศ 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. ถังมือยาง
14. ถังพลาสติกชนิดเย็นและร้อน

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

#### วิธีดำเนินการ (Procedure)

การเตรียมตัวอย่างอาหารจะใช้เฉพาะส่วนที่กินได้เท่านั้น ส่วนที่กินไม่ได้ เช่น เมล็ดเปลือก ก้าง กระดูก ให้แยกทิ้งไป การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างซึ่ง มีวิธีการเตรียมตัวอย่าง 3 แบบคือ

1. สารตัวอย่างที่เป็นของผสมระหว่างของแข็งปนของเหลวและมีการเติมน้ำบริสุทธิ์ Type I หรือแบบปั่นเปียก
2. สารตัวอย่างที่เป็นของแข็งที่แห้งและมีการปั่น โดยไม่เติมน้ำบริสุทธิ์ Type I หรือแบบปั่นแห้ง
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) ที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงไปเครื่องปั่น (W2) แล้วบันทึกน้ำหนัก
4. ปั่นตัวอย่างอาหารให้เข้ากันจนกระทั่งสารตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน

5. เทตัวอย่างอาหารปั่นใส่ในขวดพลาสติก Polyethylene ประมาณ 1 ใน 3 ของขวด แล้วนำขวดมาชั่งน้ำหนัก (W4) ปิดปากขวดพลาสติก Polyethylene ด้วยผ้า Gauze รััดด้วยยางรััด 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 = น้ำบริสุทธิ์ (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 + ไขมัน + โปรตีน)

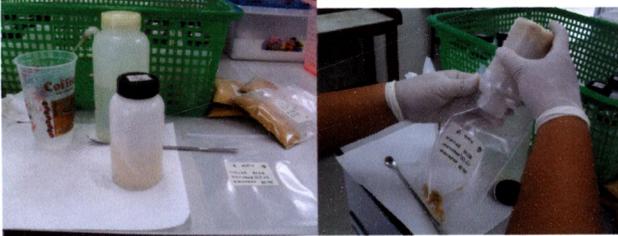


ภาคผนวก ค

วิธีการเตรียมตัวอย่างอาหารและรูปภาพขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

|   |   |
|---|---|
|    | <p>1. ตัวอย่างข้าวชอย</p>                       |
|   | <p>2. เตรียมอุปกรณ์ในการปั่นตัวอย่างอาหาร</p>   |
|  | <p>3. ปั่นตัวอย่างอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน</p> |
|  | <p>4. เทตัวอย่างอาหารลงใส่ขวดปิดฝาให้สนิท</p>   |

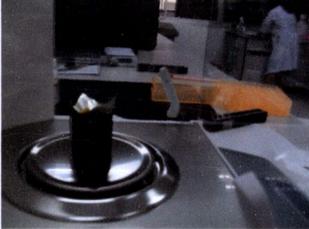
|   |   |
|---|---|
|   | <p>5. กรณีที่ตัวอย่างอาหารแห้งต้องเตรียมน้ำในการปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน</p> |
|  | <p>6. ตัวอย่างอาหารที่ปั่นเป็นเนื้อเดียวกัน</p>                                 |
|  | <p>7. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารหลังปั่นอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน</p>             |
|  | <p>8. ปิดฝาขวดด้วยผ้าก๊อต</p>   |

|   |   |
|---|---|
|    | <p>9. ขวดตัวอย่างอาหารที่ปิดขวดด้วยผ้าก๊อต</p>  |
|    | <p>10. นำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ <math>-20^{\circ}\text{C}</math> โดยทำการเอียงขวดนอน เพื่อให้มีพื้นผิวสัมผัสมากที่สุด เป็นเวลา 1 คืน</p>   |
|    | <p>11. นำขวดตัวอย่างอาหารเข้าเครื่อง Lyophilizer จนกระทั่งตัวอย่างอาหารแห้งสนิท</p>   |
|  | <p>12. นำขวดตัวอย่างอาหารออกจากเครื่อง Lyophilizer ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารพร้อมขวด (W5) บันทึกน้ำหนัก ได้ค่าความชื้น นำตัวอย่างอาหารที่ได้จากขวด เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์สารอาหารตัวอื่นต่อไป</p> |

|   |   |
|---|---|
|  | <p>13. ตัวอย่างอาหารที่ได้จากการหา<br/>ความชื้น</p>   |
|  | <p>14. ในการวิเคราะห์ต้องมีสาร<br/>ควบคุมคุณภาพพร้อมด้วยทุก<br/>ครั้งโดยใช้นมผงยี่ห้อ Dumex<br/>เป็น In-house quality control</p> |

## ภาคผนวก ง

### รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

|  |   |   |
|--|---|---|
| <br>1 | <br>2  | <ol style="list-style-type: none"><li>รูป Tin foil</li><li>สารมาตรฐาน</li></ol> |
|      | <ol style="list-style-type: none"><li>ใส่ตัวอย่างอาหารลงใน Tin foil</li></ol>   |   |
|     | <ol style="list-style-type: none"><li>ใส่สารมาตรฐาน</li></ol>   |   |
|     | <ol style="list-style-type: none"><li>เปิด Tin foil ให้สนิท</li></ol>   |   |
|     | <ol style="list-style-type: none"><li>นำตัวอย่างอาหารที่อยู่ใน Tin foil ลงในเครื่อง Protein/Nitrogen Determinator ยี่ห้อ LECO รุ่น EF-528</li></ol> |   |

## ภาคผนวก จ

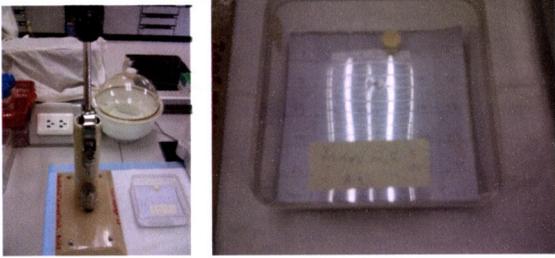
### รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

|   |  |
|---|--|
|    | <p>1. ชั่งน้ำหนัก Glass wool น้ำหนัก<br/>ประมาณ 1.3 – 1.5 g.บรรจุลงใน<br/>Glass vial</p>                                 |
|   | <p>2. นำไปอบด้วย Microwave ที่ระดับ<br/>ความร้อน High เป็นเวลา 4 นาที</p>  |
|  | <p>3. ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desiccator 10 นาที<br/>แล้วชั่งน้ำหนักของ Glass vial และ<br/>Glass wool พร้อมจดบันทึกไว้ (Wb)</p> |
|  | <p>4. ชั่งตัวอย่างอาหาร</p>  |

|   |   |
|---|---|
|    | <p>5. แช่ 80% เอทานอล ทิ้งไว้ 5 นาที</p>                |
|    | <p>6. ใส่ผง LECODAY กดให้เข้ากัน</p>                    |
|   | <p>7. บรรจุตัวอย่างลงใน Thimble</p>                     |
|  | <p>8. ใส่ glass vial และ thimble ในเครื่อง TFE 2000</p> |

## ภาคผนวก ฉ

### รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พลังงาน

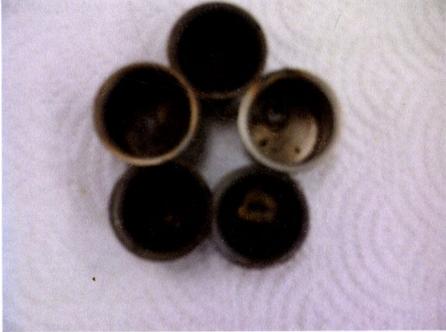
|   |   |
|---|---|
|    | <p>1. วาง Crucible เพลาลงบนเครื่องชั่ง<br/>เมื่อน้ำหนักคงที่จะมีตัวอักษร<br/>ปรากฏขึ้น กด Tare เพื่อให้<br/>น้ำหนักเป็น 0.0000 g.</p> |
|    | <p>2. อัดตัวอย่างอาหารลงในแท่นปี้ม</p>  |
|  | <p>3. ใส่ตัวอย่างลงไป<br/>ใน Crucible รอน<br/>น้ำหนักคงที่ (ไม่เกิน 1.0000 g.)</p>  |



4. วางตัวอย่างใส่ใน Combustion vessel assembly และหมุนฝาปิดโดยไม่ต้องหมุนให้แน่นมาก



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

|  |   |
|--|---|
|   | <p>7. หมุนฝาปิด Combustion vessel assembly ออก ค้าง Sample holder assembly ออกไปแขวนไว้ในที่เตรียมตัวอย่าง หากพบว่าตัวอย่างมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ต้องวิเคราะห์ใหม่</p>      |
|  | <p>8. วัดความยาวของฟิวส์ที่เหลือจากการวิเคราะห์ นำไปลบออกจากความยาวของฟิวส์ที่ใส่เข้าไปในเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์และแก้ไขความยาวของฟิวส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ถูกต้อง</p> |

## ภาคผนวก ช

### รูปภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

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



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

## ภาคผนวก ซ

### เครื่องเคียงข้าวซอยและผลการวิเคราะห์เครื่องเคียงข้าวซอย

#### เครื่องเคียงข้าวซอย

เครื่องเคียงข้าวซอยประกอบไปด้วย พริกคว่ำ หอมแดง ผักกาดคอง

#### พริก

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

#### ชนิดของพริก

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

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

#### สรรพคุณของพริก

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

พริกยังมีสารสำคัญอีก 2 ชนิด ได้แก่ Capsaicin และ Oleoresin โดยเฉพาะสาร Capsaicin ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และผลิตภัณฑ์รักษาโรค ในอเมริกามีผลิตภัณฑ์จำหน่ายในชื่อ Cayenne สำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร สาร Capsaicin ยังมีคุณสมบัติทำให้เกิดรสเผ็ด ลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ หัวไหล่ แขน บั้นเอว และส่วนต่างๆ ของร่างกาย และมีผลิตภัณฑ์จำหน่ายทั้งชนิดเป็น โลชั่นและครีม (Thaxtra - P Capsaicin) แต่การใช้ในปริมาณที่มากเกินไป อาจมีผลกระทบต่ออาการหยุดชะงักการทำงานของกล้ามเนื้อได้เช่นกัน เพื่อความปลอดภัย USFDA ได้กำหนดให้ใช้สาร capsaicin ได้ ที่ความเข้มข้น 0.75 % สำหรับเป็นยารักษาโรค

สารเคมีในพริก

ในพริกนั้นมีสารที่สำคัญคือ Capsaicin นอกจากนั้นยังมีสารอื่นๆ ที่ให้ความเผ็ดอีก คือ Dihydrocapsaicin ,Nordihydrocapsaicin ,Homodihydrocapsaicin ,และ Homocapsaicin

สาร Capsaicin นี้ ถูกค้นพบในรูปผลึกบริสุทธิ์โดย พี เอ บุชชอลซ์ ต่อมา แอล ที เทรช คีทศาสตร์นี้และให้ชื่อว่า Capsaicin มีสูตรทางเคมีคือ  $C_{18}H_{27}NO_3$  ซึ่งมีฤทธิ์ระคายเคืองต่อสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยนม โดยทำให้ประสาทรับความรู้สึกใหม่ที่เนื้อเยื่อ กระตุ้นการผลิตเมือกออกมาป้องกันการระคายเคืองและกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อย พืชจำพวกพริกนี้จะผลิตสารนี้ออกมาเพื่อป้องกันการถูกบริโภคโดยสัตว์กินพืช โดยสารนี้จะพบในเนื้อเยื่อของผลพริก มากกว่าในเมล็ด นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่าแมงมุมทาแรนทูลาก็มีพิษซึ่งมีส่วนประกอบด้วยเช่นกันของสารนี้เช่นกัน สาร 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 ซึ่งเป็นสเกลซึ่งวัดความเผ็ดของพริกเมื่อเทียบกับ สารcapsaicin บริสุทธิ์ แต่กรรมวิธีการตรวจสอบสาร Capsaicin ของ สโควิลล์ไม่เที่ยงตรงเนื่องจาก เขาใช้การสกัดน้ำจากพริกชนิดนั้นๆมาแล้วให้อาสาสมัคร 5 คนลองชิมแล้วให้ความเห็นว่าพริกนั้น เผ็ดประมาณระดับไหน ความไม่เที่ยงตรงนี้ทำให้มีผู้พัฒนาวิธีตรวจสอบสารนี้ในพริกใหม่ โดยให้

ชื่อว่า high performance liquid chromatography ซึ่งเป็นการวัดความร้อนที่สารเคมีนี้ผลิตออกมา และนำไปคำนวณโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะได้สเกลแบบใหม่คือ ASTA pungency ยูนิต

สารสำคัญอีกอย่างที่มีอยู่ในพริกและมีประโยชน์ในด้านต้านมะเร็งคือ แคโรทีนอยด์ เราจะสามารถสังเกตได้เลยว่าผักผลไม้ใดมีสารนี้หรือไม่โดยดูจากสี เหลือง ส้ม และ แดง แคโรทีนอยด์นี้ก็คือรูปแบบหนึ่งของสารแคโรทีน โดยมีการรวมตัวกับออกซิเจนทำให้เป็นแคโรทีนอยด์ ในพริกจะมีเบต้าแคโรทีนมากกว่าแอลฟาแคโรทีน สารเบต้าแคโรทีนนี้มีประโยชน์ต่อร่างกายมาก กล่าวคือ เมื่อถูกย่อยในลำไส้เล็กแล้ว จะกลายเป็น เรตินอลซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของวิตามินเอ และจะถูกเก็บสะสมไว้ในตับเพื่อนำไปใช้ในคราวจำเป็น เบต้าแคโรทีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และยังช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และช่วยให้ระบบสืบพันธุ์ทำงานได้ดี นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการรับประทานแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในรูปแบบยาเม็ดอาหารเสริม ซึ่งในปัจจุบัน ได้รับความนิยมในหมู่คนรักสุขภาพเป็นจำนวนมาก พวกเขาพบว่า การรับประทานเม็ดแคโรทีนสังเคราะห์เพิ่มความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งปอด และมะเร็งอีกหลายชนิดมากขึ้น เนื่องจากในยาเม็ดสังเคราะห์จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์มากเกินไปจนความจำเป็นต่อร่างกาย แต่พวกเขายังไม่ได้ทำการวิจัยในสารแคโรทีนอยด์ธรรมชาติซึ่งมาจากพืช การรับประทานแคโรทีนอยด์มากเกินไปก็ส่งผลเสียต่อร่างกายเช่นกัน ถึงแม้จะเป็นแคโรทีนอยด์จากผักผลไม้ธรรมชาติสดๆ การรับประทานแคโรทีนหรือผักผลไม้ที่มีสารแคโรทีนอยด์มากเกินไป จะทำให้ผิวหนังเป็นสีเหลือง ซึ่งเรียกว่า ภาวะ carotenemia นอกจากนี้ยังอาจนำไปสู่ภาวะที่ร่างกายมีวิตามินเอมากเกินไปด้วย ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย

สารสุดท้ายในพริกที่จะกล่าวถึงคือกรด ascorbic acid ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของวิตามินซี  $C_6H_8O_6$  วิตามินซี ละลายน้ำได้ พบได้ทั่วไปในพืช และผลไม้ทุกชนิด นอกจากนี้ยังพบในสัตว์หลายชนิดอีกด้วย เป็นสารที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน เป็นตัวการร่วมในการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลในสัตว์ เกี่ยวข้องกับการสร้างคอลลาเจนซึ่งเป็นโครงสร้างของผิวหนังและหลอดเลือด และช่วยในการขนส่งไขมัน ไปยังไมโทคอนเดรียให้สันดาปอาหารได้เป็นพลังงาน

ในสมัยก่อน ยุคที่อังกฤษล่าอาณานิคม ลูกเรือที่เดินทางข้ามทวีปโดยใช้เวลาเป็นเดือน ๆ มักเป็นโรคลักปิดลักเปิด หรือโรคเลือดออกตามไรฟัน เจมส์ ลินด์ หมอของบริษัทรถการค้าอินเดีย ตะวันออกเป็นคนแรกที่สรุปว่าสารบางอย่างในผลไม้จำพวกส้ม สามารถรักษาโรคลักปิดลักเปิดได้ อีกหลายร้อยปีต่อมา อัลเบิร์ต กอยซ์และทีมนักวิจัย สามารถแยกวิตามินซีบริสุทธิ์ได้ และตั้งชื่อมันว่ากรดแอสคอร์บิก

ปริมาณวิตามินซีที่แนะนำต่อวันสำหรับผู้ใหญ่ชายคือ 90 มิลลิกรัม หญิงคือ 75 มิลลิกรัม ถ้าหากรับประทานเกินความจำเป็นของร่างกาย ทำให้ปวดท้อง และอาจทำให้ท้องเสียได้

#### หอมแดง

หอมแดง เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศในแถบ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศไทยส่งออกหอมแดงไปยังประเทศมาเลเซียเป็นจำนวนมาก การซื้อขายส่วนใหญ่เป็นหัวๆ ซั่งขายเป็นกิโลกรัม 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 เกิดจากใบเก้ร็ด 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 โยอาหาร 0.7 กรัม เถ้า ( ash ) 0.6 กรัม แคลเซียม 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 โดยเอาหัวหอมแดงมาชอยเป็นแว่นๆ ผสมกับน้ำมันมะพร้าวและเกลือ ต้มให้เดือด แล้วนำมาพอกแผล นอกจากนั้นหอมแดง ยังช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด และยับยั้งเส้นเลือดอุดตัน ด้วยการบริโภคสด หรือประกอบอาหาร หรือบริโภคชนิดผง(ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547)

### ผักกาดดอง

ผักกาดดอง ใช้ผักกาดเขียวปลีในการทำ ผักกาดเขียวปลีมีชื่ออื่นว่า ตำน้อย, ใก้ฉ่าย (จีน), ผักกาดป๋น (ภาคเหนือ) (ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, 2547) ผักกาดโสมก ผักโสมก (ภาคเหนือ)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ผักกาดเขียวปลีเป็นพืชระยะสั้น อายุปีเดียว ใช้เวลาปลูกเพียง 60-70 วัน พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อนำมาทำผักกาดดองเป็นพันธุ์ปลีกลม คือมีลักษณะเข้าปลี ถ้าเป็นช่วงหน้าหนาว อากาศประมาณ 20 องศาเซลเซียส ปลีจะใหญ่เป็นพิเศษ ผักกอดใจ (เข้าปลี) ไร่ ถ้าอุณหภูมิอยู่ราวๆ 34 องศาเซลเซียส ตัวผักมักไม่อวบ อากาศเป็นตัวแปรสำคัญของผักกาดโสมกหรือผักกาดเขียวปลี 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 จะทำให้อาหารแห้งแล้วจึงนำอาหารนั้นไปย่อยสลายอินทรีย์ด้วยกรด เรียกว่า การวิเคราะห์ตัวอย่างแห้ง ผลจากการย่อยสลายอาหารด้วยกรดจะได้สารละลายใสและเจือจางด้วยตัวทำละลายให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมของแต่ละธาตุแล้วตรวจวัดปริมาณแร่ธาตุต่างๆด้วยเครื่อง ASS

## 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. Graduated centrifuge tube ขนาด 15 ml
6. Pasture pipette
7. Volumetric flask ขนาด 25, 50, 100, 500 และ 1,000 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 จนกระทั่งควันสีขาวตลกระเหยออกมาหมดเกลี้ยงหมด ให้ยกขวดออกจากเตาไฟฟ้าแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2.00 ml แล้วนำสารละลายไปต้มต่อจนเหลือปริมาตรประมาณ 0.50 ml ให้ยกออกจากเตาไฟฟ้าและทิ้งสารละลายไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

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

6. เติมน้ำบริสุทธิ์ปราศจากอิออนลงไปในห้องวัดปริมาตรจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรครบ 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 จะใช้ค่านี้อ้างอิงในแต่ละช่วงระยะเวลาหนึ่งๆเท่านั้น ถ้าหากซื้อนม Dumex ครั้งใหม่ก็ต้องทำ OCV ใหม่อีกครั้งหนึ่งเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงผลการวิเคราะห์ครั้งหลังๆต่อไป

#### บันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ ( Data record and used document )

ข้อมูลผลการวิเคราะห์จะได้จากการนำสารละลายมาจรรยา สารควบคุมคุณภาพและสารตัวอย่าง ไปตรวจวัดปริมาณแร่ธาตุต่างๆด้วยเครื่อง ASS เครื่องจะประมวลผลการวิเคราะห์แล้วสามารถพิมพ์ผลได้ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์บันทึกในคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณปริมาณแร่ธาตุต่างๆในตัวอย่างอาหารชนิดนั้น

#### การรายงานผล (Report)

การรายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุต่างๆในอาหารมักนิยมรายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหารสด 100 กรัมหรือมิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสามารถรายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหารแห้ง 100 กรัมได้อีกด้วย

การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์สารอาหาร หน่วยวิจัยโภชนาการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์  
สุขภาพ

โซเดียม(Na) แมกนีเซียม(Mg) และ เหล็ก (Fe) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Atomic absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3100 ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ใช้สารที่เป็น 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 ข.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

ตาราง ซ.2 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโกลแคลอรี) และ ปริมาณสารอาหาร(กรัม) ของผักกาดของจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

| สารอาหาร     | การวิเคราะห์ |            | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน | ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร<br>ที่ระดับความเชื่อมั่น 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(กิโกลแคลอรี) และ ปริมาณสารอาหารของผักกาดของจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและปริมาณสารอาหาร ดังนี้ พลังงาน 98.29 (กิโกลแคลอรีต่อน้ำหนักสด100กรัม) 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, 0.43 - 0.60 ตามลำดับ

ตาราง ซ.3 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโกลแคลอรี) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของฟริกป่นผัดน้ำมันจากร้านข้าวซอยอิสลาม  
(ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

| สารอาหาร | การวิเคราะห์ |            | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร<br>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(กิโกลแคลอรี) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของฟริกป่นผัดน้ำมันจากร้านข้าวซอยอิสลาม (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและปริมาณแร่ธาตุ ดังนี้ 777.32 (กิโกลแคลอรีต่อน้ำหนักสด100กรัม) 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

ตาราง ซ.4 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโลแคลอรี) และ ปริมาณสารอาหาร(กรัม) ของผักกาดของจากร้านข้าวซอยทั่วไป  
(ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

| สารอาหาร     | การวิเคราะห์ |            | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร<br>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(กิโลแคลอรี) และ ปริมาณสารอาหาร(กรัม) ของผักกาดของจากร้านข้าวซอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและปริมาณสารอาหาร ดังนี้ พลังงาน 12.37 (กิโลแคลอรี) 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

ตาราง ข.5 ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโกลแคลอรี) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของฟริกป่นพัฒน์น้ำมันจากข้าวชอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม)

| สารอาหาร | การวิเคราะห์ |            | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ช่วงประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร<br>ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % |
|----------|--------------|------------|-----------|----------------------|---|
|          | ครั้งที่ 1   | ครั้งที่ 2 |           |                      |   |
| 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 ข.5 พบว่า -ผลการวิเคราะห์พลังงาน(กิโกลแคลอรี) และ ปริมาณแร่ธาตุ(มิลลิกรัม) ของฟริกป่นพัฒน์น้ำมันจากร้านข้าวชอยทั่วไป (ต่อน้ำหนักสด100กรัม) มีพลังงานและแร่ธาตุ ดังนี้ พลังงาน 767.85 (กิโกลแคลอรีต่อน้ำหนักสด100กรัม) โซเดียม แคลเซียม เหล็ก 35.82, 38.23, 4.09 (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด100กรัม) ตามลำดับ โดยช่วงประมาณค่าร้อยละของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มีดังนี้ พลังงานและ โซเดียม แคลเซียม เหล็ก และพลังงาน อยู่ในช่วงระหว่าง 735.47 - 800.22, 29.22 - 42.41 , 35.60 - 40.85 และ 3.78 - 4.39 ตามลำดับ

ตาราง ข.6 ปริมาณสารอาหารและพลังงานของหอมแดง(กรัมค่อน้ำหนักสด100กรัม)

| 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(กิโลแคลอรี)             | 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 ข.6 พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของหอมแดง(กรัม/อาหาร100กรัม) มีปริมาณสารอาหารและพลังงานดังนี้ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและพลังงานดังนี้ 2.7, 0.02, 12.60(กรัม)และ63(กิโลแคลอรี)ตามลำดับ

สรุป

มูลค่าทางโภชนาการของเครื่องเคียงข้าวชอยต่อหน้าหนักสด 100 กรัม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

| เครื่องเคียง     | พลังงาน<br>(กิโลแคลอรี) | โปรตีน<br>(กรัม) | ไขมัน<br>(กรัม) | คาร์โบไฮเดรต<br>(กรัม) | ใย<br>(กรัม) | ความชื้น<br>(กรัม) | โซเดียม<br>(มิลลิกรัม) | แมกนีเซียม<br>(มิลลิกรัม) | เหล็ก<br>(มิลลิกรัม) |
|------------------|-------------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------|--------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|
| ข้าวชอยอิสลาม    |                         |                  |                 |                        |              |                    |                        |                           |                      |
| ผักกาดดอง        | 98.29                   | 1.13             | 0.52            | 24.50                  | 2.36         | 71.51              | -                      | -                         | -                    |
| พริกป่นผัดน้ำมัน | 772.05                  | -                | -               | -                      | -            | -                  | 7.8                    | 40.50                     | 4.27                 |
| ข้าวชอยทั่วไป    |                         |                  |                 |                        |              |                    |                        |                           |                      |
| ผักกาดดอง        | 12.37                   | 0.48             | 0.24            | 2.03                   | 2.36         | 94.90              | -                      | -                         | -                    |
| พริกป่นผัดน้ำมัน | 745.57                  | -                | -               | -                      | -            | -                  | 40.36                  | 36.43                     | 3.87                 |

\*\*\*\*ที่มา :- ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทางเคมี

ภาคผนวก ฉ

ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546

ตาราง ฉ.1 ปริมาณพลังงานและโปรตีนที่ควรได้รับประจำวัน

| กลุ่มตามอายุ<br>และเพศ | น้ำหนัก<br>กิโลกรัม | ส่วนสูง<br>เซนติเมตร | พลังงาน<br>กิโล<br>แคลอรี/<br>วัน | โปรตีน<br>กรัม/น้ำหนักตัว 1<br>กิโลกรัม/วัน | โปรตีน<br>กรัม/<br>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                     |

|                      |    |     |       |     |      |
|----------------------|----|-----|-------|-----|------|
| 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   |
| <b>ผู้หญิง</b>       |    |     |       |     |      |
| 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   |
| ≥ 71 ปี              | 52 | 155 | 1,550 | 1.0 | 52   |
| <b>หญิงตั้งครรภ์</b> |    |     |       |     |      |
| ไตรมาสที่ 1          |    |     | + 0   |     | + 25 |
| ไตรมาสที่ 2          |    |     | + 300 |     | + 25 |
| ไตรมาสที่ 3          |    |     | + 300 |     | + 25 |
| <b>หญิงให้นมบุตร</b> |    |     |       |     |      |
| 0-5 เดือน            |    |     | + 500 |     | + 25 |
| 6-11 เดือน           |    |     | + 500 |     | + 25 |

† แรกเกิดจนถึงก่อนอายุครบ 6 เดือน

‡ อายุ 1 ปีจนถึงก่อนอายุครบ 4 ปีปริมาณ โซเดียม โปแตสเซียม และคลอไรด์ที่ควรได้รับประจำวัน

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

† 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 มก. โฟเลตจากอาหาร = 0.6 มก.กรดโฟลิกจากอาหารเพิ่มคุณค่า (fortified food)

## ภาคผนวก ญ

### ฉลากโภชนาการของข้าวชอย

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้

|              | ปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับ | 100 % RDA ที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน |
|--------------|----------------------------|-------------------------------------|
| โปรตีน       | 75 กรัม                    | 10% - 15%                           |
| ไขมัน        | 44.44 กรัม                 | 20% - 35%                           |
| คาร์โบไฮเดรต | 325 กรัม                   | 45% - 65%                           |

สูตรการคำนวณหาค่า % RDA ( ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ต่อวัน)

$$\%RDA = \frac{\{ \text{สารอาหารที่ได้/ถ้วย} \}}{\{ \text{ปริมาณสารอาหารที่ 100\% ของ RDA} \}} \times 100$$

## ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวชอยไก่ อิสลาม

|  |        |                               |
|--|--------|-------------------------------|
| ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวชอยไก่ อิสลาม                                      |        |                               |
| หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวชอย 1 ถ้วย ( 330.77 กรัม )                          |        |                               |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค                                       |        |                               |
| พลังงานทั้งหมด 367.20 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 272.43 กิโลแคลอรี         |        |                               |
|  |        | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน |
| โปรตีน   | 17.41  | 23.21                         |
| ไขมัน  | 18.50  | 41.62                         |
| คาร์โบไฮเดรต   | 28.67  | 8.82                          |
| เกลือ  | 3.57   |                               |
| ความชื้น   | 262.63 |                               |
| ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน                                  |        |                               |
| ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*  |        |                               |
| โปรตีน   |        | 75 กรัม                       |
| ไขมัน  |        | 44.44 กรัม                    |
| คาร์โบไฮเดรต   |        | 325 กรัม                      |
| พลังงาน ( กิโลแคลอรี ) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4 |        |                               |

ที่มา : \* ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

## ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวชอยเนื้อ อิสลาม

|  |        |                               |
|--|--------|-------------------------------|
| ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวชอยเนื้อ อิสลาม                                    |        |                               |
| หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวชอย 1 ถ้วย ( 358.14 กรัม )                          |        |                               |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค                                       |        |                               |
| พลังงานทั้งหมด 383.92 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 228.78 กิโลแคลอรี         |        |                               |
|  |        | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน |
| โปรตีน   | 22.54  | 30.05                         |
| ไขมัน  | 15.54  | 34.96                         |
| คาร์โบไฮเดรต   | 34.37  | 10.57                         |
| เกลือ  | 3.71   |                               |
| ความชื้น   | 282.45 |                               |
| ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน                                  |        |                               |
| ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*  |        |                               |
| โปรตีน   |        | 75 กรัม                       |
| ไขมัน  |        | 44.44 กรัม                    |
| คาร์โบไฮเดรต   |        | 325 กรัม                      |
| พลังงาน ( กิโลแคลอรี ) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4 |        |                               |

ที่มา : \* ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

## ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวชอยไก่ ทั่วไป

|  |        |                               |
|--|--------|-------------------------------|
| ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวชอยไก่ ทั่วไป                                      |        |                               |
| หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวชอย 1 ถ้วย ( 347.83 กรัม )                          |        |                               |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค                                       |        |                               |
| พลังงานทั้งหมด 381.50 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 233.82 กิโลแคลอรี         |        |                               |
|  |        | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน |
| โปรตีน   | 19.29  | 25.72                         |
| ไขมัน  | 15.88  | 35.73                         |
| คาร์โบไฮเดรต   | 37.27  | 11.46                         |
| เกลือ  | 4.89   |                               |
| ความชื้น   | 270.51 |                               |
| ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน                                  |        |                               |
| ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*  |        |                               |
| โปรตีน   |        | 75 กรัม                       |
| ไขมัน  |        | 44.44 กรัม                    |
| คาร์โบไฮเดรต   |        | 325 กรัม                      |
| พลังงาน ( กิโลแคลอรี ) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4 |        |                               |

ที่มา : \* ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

## ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวชอยเนื้อ ทั่วไป

|  |        |                               |
|--|--------|-------------------------------|
| ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวชอยเนื้อ ทั่วไป                                    |        |                               |
| หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวชอย 1 ถ้วย ( 361.25 กรัม )                          |        |                               |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค                                       |        |                               |
| พลังงานทั้งหมด 408.99 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 247.23 กิโลแคลอรี         |        |                               |
|  |        | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน |
| โปรตีน   | 21.59  | 28.78                         |
| ไขมัน  | 16.79  | 37.78                         |
| คาร์โบไฮเดรต   | 39.90  | 12.27                         |
| เกลือ  | 5.49   |                               |
| ความชื้น   | 277.48 |                               |
| ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน                                  |        |                               |
| ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*  |        |                               |
| โปรตีน   |        | 75 กรัม                       |
| ไขมัน  |        | 44.44 กรัม                    |
| คาร์โบไฮเดรต   |        | 325 กรัม                      |
| พลังงาน ( กิโลแคลอรี ) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4 |        |                               |

ที่มา : \* ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

## ตัวอย่างฉลากโภชนาการของข้าวชอยหมู ทั่วไป

|  |        |                               |
|--|--------|-------------------------------|
| ข้อมูลโภชนาการสำหรับข้าวชอยหมู ทั่วไป                                      |        |                               |
| หนึ่งหน่วยบริโภค : ข้าวชอย 1 ถ้วย ( 345.83 กรัม )                          |        |                               |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค                                       |        |                               |
| พลังงานทั้งหมด 432.82 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 294.84 กิโลแคลอรี         |        |                               |
|  |        | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน |
| โปรตีน   | 19.95  | 26.12                         |
| ไขมัน  | 20.02  | 45.04                         |
| คาร์โบไฮเดรต   | 41.02  | 12.62                         |
| เกลือ  | 5.35   |                               |
| ความชื้น   | 278.96 |                               |
| ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน                                  |        |                               |
| ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวัน ควรได้รับสารอาหารดังนี้*  |        |                               |
| โปรตีน   |        | 75 กรัม                       |
| ไขมัน  |        | 44.44 กรัม                    |
| คาร์โบไฮเดรต   |        | 325 กรัม                      |
| พลังงาน ( กิโลแคลอรี ) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4 |        |                               |

ที่มา : \* ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.

## ภาคผนวก ก

### 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 ( $\mu$ )

การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเป็นเบื้องต้น คือ เงื่อนไขในการเลือกใช้สูตร

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

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



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวเยาวลักษณ์ ทรัพย์ศิริ

วัน เดือน ปี เกิด

7 มกราคม 2530

ประวัติการศึกษา

2547

มัธยมศึกษาตอนปลาย(วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์)

โรงเรียนเชิงคำวิทยาคม อำเภอเชิงคำ จังหวัดพะเยา

2551

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

( สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

วิทยาเขตลำปางจังหวัดลำปาง

ประวัติการฝึกอบรม

2551

Successfully Completed The Short – Term Training

Course From October 20<sup>th</sup> to November 2<sup>nd</sup> , 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.

การจัดการระบบประกันคุณภาพโรงงานอุตสาหกรรม

อาหาร

