



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก

เครื่องปรุง และวิธีทำ ตำรับอาหารล้านนา 5 ตำรับ
ของวาทินี เอี่ยมศรีทอง และประหยัด สายวิเชียร (2538)

แกงผักกาด

เครื่องปรุง

1. ผักกาดเขียว (ผักกาดแก้ว)	500	กรัม
2. ไข่ (ส่วนขา)	200	กรัม
3. น้ำปลา	2½	ถ้วยตวง
4. มะแขว่น	1	ช้อนชา
5. น้ำปลา	1	ช้อนโต๊ะ

เครื่องปรุงน้ำพริก

1. พริกแห้งเม็ดขนาดกลาง	5	เม็ด
2. ตะไคร้ซอย	2	ช้อนโต๊ะ
3. เกลือป่น	½	ช้อนชา
4. หอมแดงซอย	1	ช้อนโต๊ะ
5. กะปิ	½	ช้อนชา

วิธีทำ

- มะแขว่น คั่วพอหอม ปั่นให้ละเอียด
 - ไข่สับทั้งกระดูกเป็นชิ้นขนาด ½ x 1 นิ้ว
 - โขลกเครื่องน้ำพริกให้ละเอียด
 - ผักทุบเบา ๆ หั่นเป็นท่อน ๆ (ประมาณ 2 นิ้ว)
 - ตั้งน้ำให้เดือด ใส่ไข่ ลดไฟลงเป็นขนาดกลาง พอไข่สุก ใส่เครื่องน้ำพริกละลายให้ทั่ว
- เพิ่มไฟให้แรงขึ้น พอเดือดพล่าน ใส่ผัก ปิดฝาจนผักสุก (ประมาณ 3 นาที) ปรุงรสด้วยน้ำปลา และมะแขว่น

แกงขนุน

เครื่องปรุง

1. ขนุนอ่อน	2	ถ้วยตวง
2. เนื้อหมู 3 ชั้น	½	ถ้วยตวง
3. กระดูกหมูสับชิ้นใหญ่	1	ถ้วยตวง
4. มะเขือเทศหั่น	1½	ถ้วยตวง
5. ชะอมเด็ดแล้ว	¾	ถ้วยตวง
6. ใบชะพลูหั่นหยาบๆ	½	ถ้วยตวง
7. น้ำปลา	4	ถ้วยตวง
8. น้ำปลา	3	ช้อนโต๊ะ
9. น้ำตาล	1	ช้อนชา

เครื่องปรุงน้ำพริก

1. พริกแห้ง	5	เม็ด
2. ตะไคร้หั่นฝอย	2	ช้อนโต๊ะ
3. ลูกผักชี	½	ช้อนชา
4. กะปิ	1	ช้อนชา
5. หอมแดงซอย	2	ช้อนโต๊ะ
6. ข่าหั่นละเอียด	1	ช้อนโต๊ะ
7. รากผักชี	1	ช้อนชา
8. เกลือป่น	½	ช้อนชา
9. กระเทียมซอย	1½	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

- ขนุนอ่อนหั่นขนาด ½ x 1 นิ้ว หมู 3 ชั้น หั่นขนาด ½ x 1 นิ้ว

- โขลกเครื่องแกงให้ละเอียดพักไว้ ใช้หม้อขนาดกลางใส่น้ำตั้งไฟกลาง พอน้ำเดือดใส่หมูและกระดูกหมู ต้มประมาณ 10 นาที

- ละลายเครื่องแกง ใส่ลงในหม้อต้มหมู ใส่ขนุนอ่อน ต้มจนขนุนสุกนุ่มดี ใส่มะเขือเทศ ใบชะพลู น้ำปลาและน้ำตาล ปลดปล่อยให้เดือดต่อไปอีก 1-2 นาที ใส่ชะอม คนให้ทั่ว ปลดปล่อยให้เดือดอีกประมาณ 2 นาที ยกลง

แกงแคไก่

เครื่องปรุง

1. ขาไก่สับทั้งกระดูก	300	กรัม
2. มะเขือเจ้าพระยาผ่าสี่	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
3. ถั่วฝักยาวหั่น 1 นิ้ว	1	ถ้วยตวง
4. หน่อไม้ต้มสุกหั่นบาง	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
5. ผักตำลึงเด็ด	2	ถ้วยตวง
6. ดอกแค	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
7. ชะอมเด็ด	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
8. ผักชีฝรั่งตัดยาว 1 นิ้ว	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
9. ใบชะพลูหั่นหยาบ	1	ถ้วยตวง
10. ดอกผักเห็ด	$\frac{1}{4}$	ถ้วยตวง
11. น้ำเปล่า	$2\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
12. น้ำมันพืช	$\frac{1}{3}$	ถ้วยตวง
13. น้ำปลา	4	ช้อนโต๊ะ
14. น้ำตาลทราย	1	ช้อนชา

เครื่องปรุงน้ำพริก

1. พริกแห้ง	9	เม็ด
2. รากผักชีหั่นละเอียด	1	ช้อนชา
3. หอมแดงซอย	$2\frac{1}{2}$	ช้อนโต๊ะ
4. กระเทียมซอย	$1\frac{1}{2}$	ช้อนโต๊ะ
5. เกลือป่น	1	ช้อนชา
6. ถั่วเน่าแผ่น (ปิ้งไฟ)	3	แผ่น
7. กะปิ	$\frac{1}{2}$	ช้อนชา

วิธีทำ

- โขลกเครื่องน้ำพริกแกงให้ละเอียด พักไว้
- กระทะตั้งไฟปานกลาง ใส่น้ำมันพอร้อนจัด นำน้ำพริกลงผัดจนมีกลิ่นหอม ใส้ไก่ลง ผัดต่ออีก 1-2 นาที ใส้หน่อไม้ น้ำปลาน้ำปลา เร่งไฟให้แรงขึ้น พอเดือดใส้มะเขือ ถั่วฝักยาว ดอกแค ใบชะพลู ดอกผักเผ็ด ผักชีฝรั่ง ตำลึง ตามลำดับ คนให้ทั่ว ปล่อยให้เดือดอีก 1-2 นาที ใส้ชะอม ใส้น้ำตาลตัดรส คนให้ทั่ว ปิดไฟ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ตำขมูน

เครื่องปรุง

1. หมูหันชิ้นเล็ก ๆ	1	ถ้วยตวง
2. ขมูนอ่อนต้มเปื่อย	1 1/3	ถ้วยตวง
3. มะเขือเทศเล็กผ่าสี่	1	ถ้วยตวง
4. ใบมะกรูดหั่นฝอย	1	ช้อนโต๊ะ
5. หอมแดงซอย	1½	ช้อนโต๊ะ
6. น้ำปลา	1½	ช้อนโต๊ะ
7. น้ำตาล	½	ช้อนชา
8. พริกขี้หนูทอด	10	เม็ด

เครื่องปรุงน้ำพริก

1. พริกแห้ง	5	เม็ด
2. กะปิ	1	ช้อนชา
3. เกลือป่น	½	ช้อนชา
4. หอมแดงซอย	2½	ช้อนโต๊ะ
5. กระเทียมซอย	1½	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

- โขลกเครื่องน้ำพริกให้ละเอียดพักไว้
- กระทะตั้งไฟปานกลาง ใส่น้ำมันพอร้อน ใส่น้ำมันพอร้อน ใส่น้ำมันพอร้อนไปเจียวพหอมเหลือง ตักขึ้นเอาไว้โรยหน้า ใส่น้ำมันพอร้อน ใส่น้ำมันพอร้อน ประมาณ 1 นาที ใส่น้ำพริกที่โขลกแล้ว ผัดให้เข้ากันดี ใส่น้ำพริกที่โขลกแล้ว ผัดให้เข้ากันดี ใส่น้ำปลา น้ำตาล ผัดอีกประมาณ 3-5 นาที จนแห้งดี ปิดไฟ ยกลง

แกงผักใส่ไก่

เครื่องปรุง

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| 1. พริกเขียวหั่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า | 400 กรัม |
| 2. น่องไก่สับ 4 ท่อน | 200 กรัม |
| 3. น้ำเปล่า | 5 ถ้วยตวง |
| 4. น้ำมัน | 3 ช้อนโต๊ะ |
| 5. น้ำปลา | 3 ช้อนโต๊ะ |
| 6. ต้นหอม ผักชี หั่นหยาบ ๆ | 1/3 ถ้วยตวง |
| 7. มะแขว่น | ½ ช้อนชา |

เครื่องปรุงน้ำพริก

- | | |
|---------------------|------------|
| 1. พริกแห้งเม็ดใหญ่ | 5 เม็ด |
| 2. หัวหอมหั่นหยาบ | 1 ช้อนโต๊ะ |
| 3. กระเทียมหั่นหยาบ | 1 ช้อนโต๊ะ |
| 4. ตะไคร้ซอยละเอียด | 2 ช้อนโต๊ะ |
| 5. ขมิ้นหั่นหยาบ | 1 ช้อนชา |
| 6. เกลือป่น | 1 ช้อนชา |
| 7. กะปิ | 1 ช้อนโต๊ะ |

วิธีทำ

- พริกเขียวหั่น $\frac{3}{4} \times 1$ นิ้ว หน้า $\frac{1}{4}$ นิ้ว
- มะแขว่นคั่วพอหอม โขลกให้ละเอียด ตักพักไว้
- โขลกเครื่องน้ำพริกให้ละเอียดเข้ากันดี
- ตั้งกระทะใส่น้ำมัน ใช้ไฟปานกลาง ผัดน้ำพริกให้หอม ใส่ไก่ผัดต่อไปจนเนื้อเข้ากัน

น้ำพริกดี เติมน้ำ ตั้งไฟต่อไปจนไก่สุก ใส่ผักตั้งไฟต่อไปจนผักสุก (ประมาณ 10 นาที) ปรุงรสด้วยน้ำปลา และมะแขว่น

ภาคผนวก ข

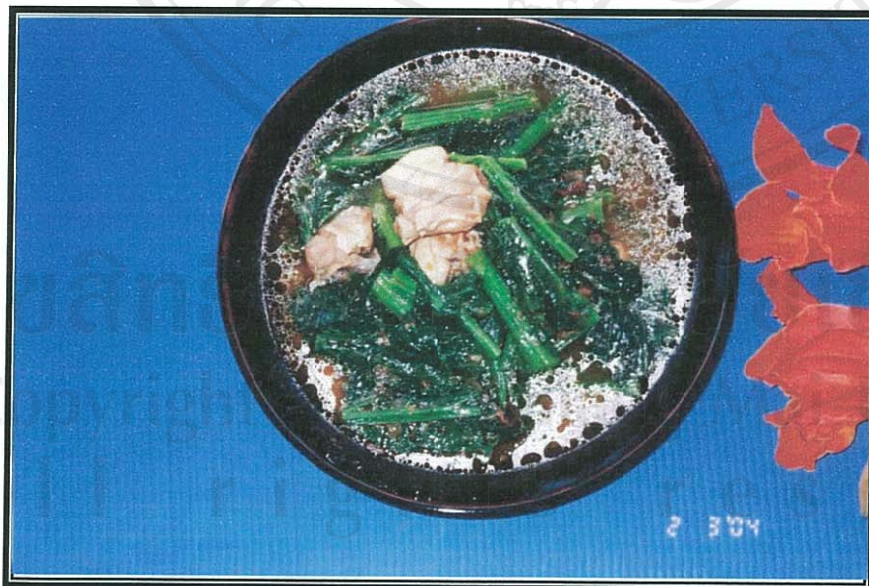
ภาพตัวอย่างอาหารล้านนา

แกงผักกาด



ภาพที่ 1 เครื่องปรุงแกงผักกาด

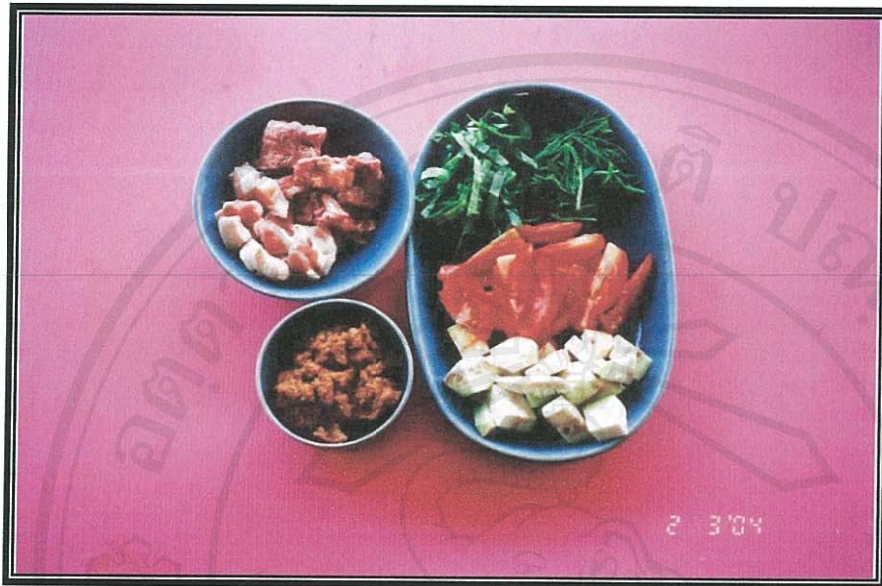
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหัต สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547



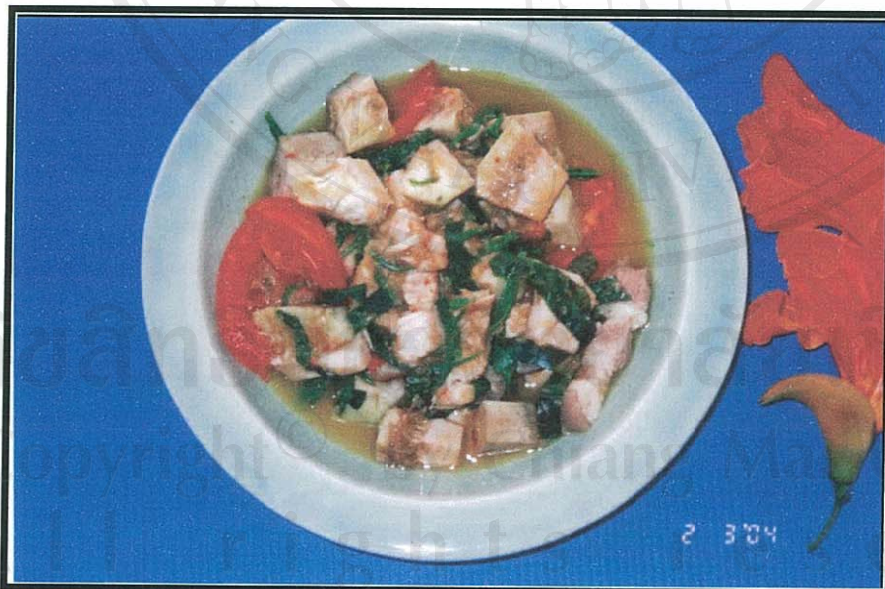
ภาพที่ 2 แกงผักกาด

ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหัต สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

แกงขนุน



ภาพที่ 3 เครื่องปรุงแกงขนุน
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

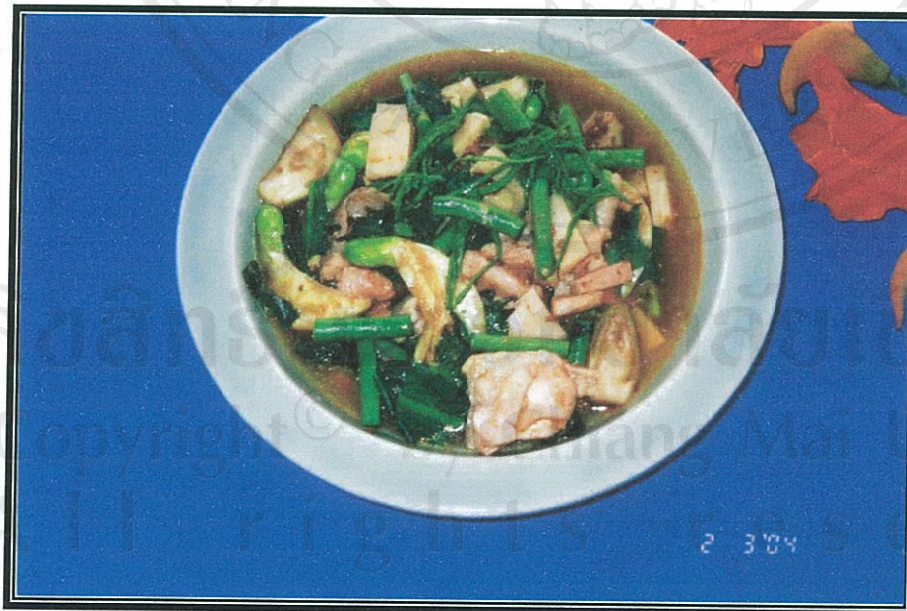


ภาพที่ 4 แกงขนุน
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

แกงแค



ภาพที่ 5 เครื่องปรุงแกงแค
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547



ภาพที่ 6 แกงแค
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

ตำขมุน



ภาพที่ 7 เครื่องปรุงตำขมุน
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

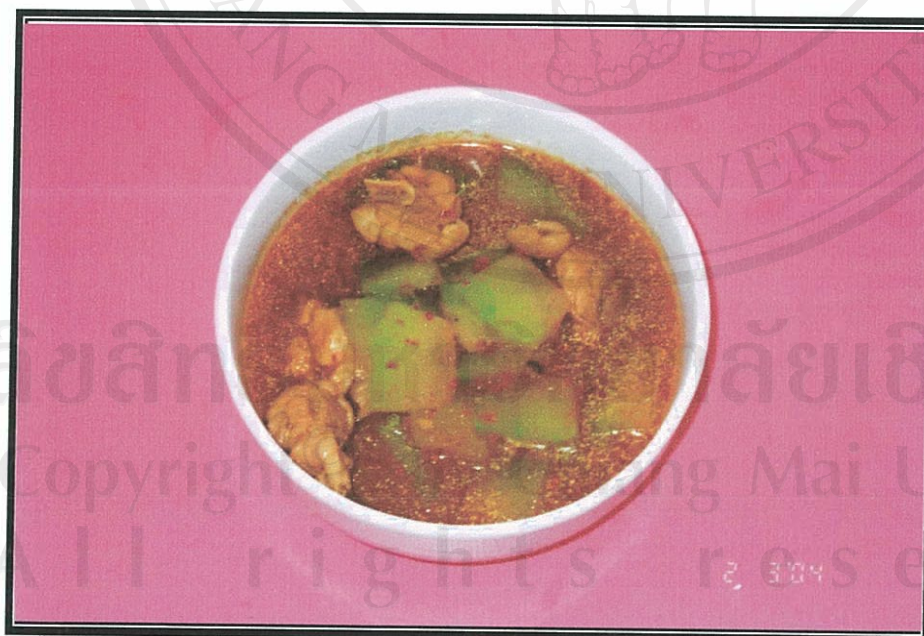


ภาพที่ 8 ตำขมุน
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

แกงฟักใส่ไก่



ภาพที่ 9 เครื่องปรุงแกงฟักใส่ไก่
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547



ภาพที่ 10 แกงฟักใส่ไก่
ถ่ายภาพโดย รองศาสตราจารย์ประหยัด สายวิเชียร 2 มีนาคม 2547

ภาคผนวก ค

สารเคมี เครื่องมือ-อุปกรณ์

สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณคุณค่าสารอาหารในตำรับอาหารสัตว์โดยวิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์โปรตีน

สารเคมี

1. สารละลายกรดบอริก boric acid 4 %(w/v)
(Boric acid ; H_3BO_3)
2. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 95 – 97 %
(Sulfuric acid ; H_2SO_4)
3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N
(Hydrochloric acid ; HCl)
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 %(w/v)
(Sodium hydroxide ; NaOH)
5. สารละลายมาตรฐานไนโตรเจนเข้มข้น 2.10 mg/mL
(Standard Nitrogen)
6. สารที่เติมลงไปเพื่อให้ทราบว่ปฏิกิริยาถึงจุดสมมูล (Bromocresol green in absolute alcohol 0.2 % (w/v))
7. เม็ดเร่งปฏิกิริยา (Kjel tab auto)(1.5 g K_2SO_4 , 0.0075 g Se)

เครื่องมือ-อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง (Test tube)
2. เตาไฟฟ้า (Electric hot plate)
3. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
4. ชุดควบแน่น (Condenser)

การวิเคราะห์ไขมัน

สารเคมี

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4N
(Hydrochloric acid ; HCl)
2. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum-ether)

เครื่องมือ-อุปกรณ์

1. ขวดก้นกลม (Round bottom flask)
2. ชุดควบแน่น (Condenser)
3. กระดาษทดสอบความเป็น กรด-เบส (กระดาษ Universal indicator)
4. เตาอบ (Oven)
5. กระดาษกรองชนิดกระดาษ (Thimble)
6. อุปกรณ์สกัด (Extraction flask)
7. อ่างน้ำร้อน (Steam bath)

การวิเคราะห์ความชื้น

เครื่องมือ-อุปกรณ์

1. เครื่องทำแห้งโดยใช้ความเย็น (Lyophilizer)
2. เครื่องปั่นอาหาร (Blender)
3. ขวดพลาสติก (Polyethylene) ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ตู้แช่แข็ง

การวิเคราะห์ถ้ำ

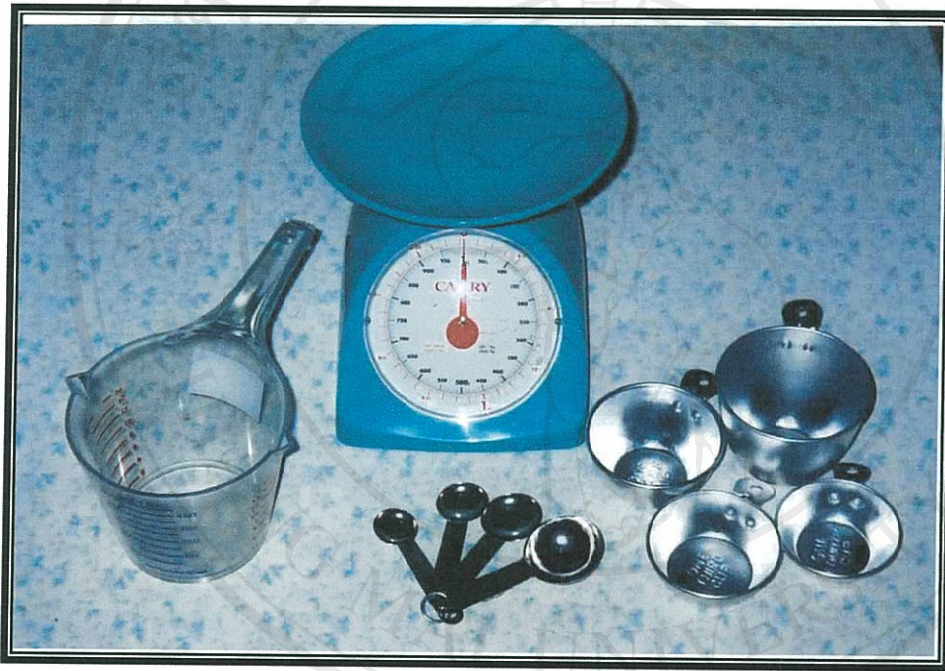
เครื่องมือ-อุปกรณ์

1. ถ้วยเผาสาร (Crucible)
2. เครื่องดูดความชื้น (Desiccator)
3. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
4. แผ่นให้ความร้อน (Hot plate)
5. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารในตำรับอาหารล้านนา ประกอบด้วย

1. เครื่องชั่งตวง
2. ช้อนตวง
3. ถ้วยตวงของแห้ง
4. ถ้วยตวงของเหลว

อุปกรณ์เครื่องชั่งตวง



ภาพที่ 11 อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมในการประกอบอาหาร

ถ่ายภาพโดย นางสาวประภาพรณ กั้นรัชกษา 26 ธันวาคม 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

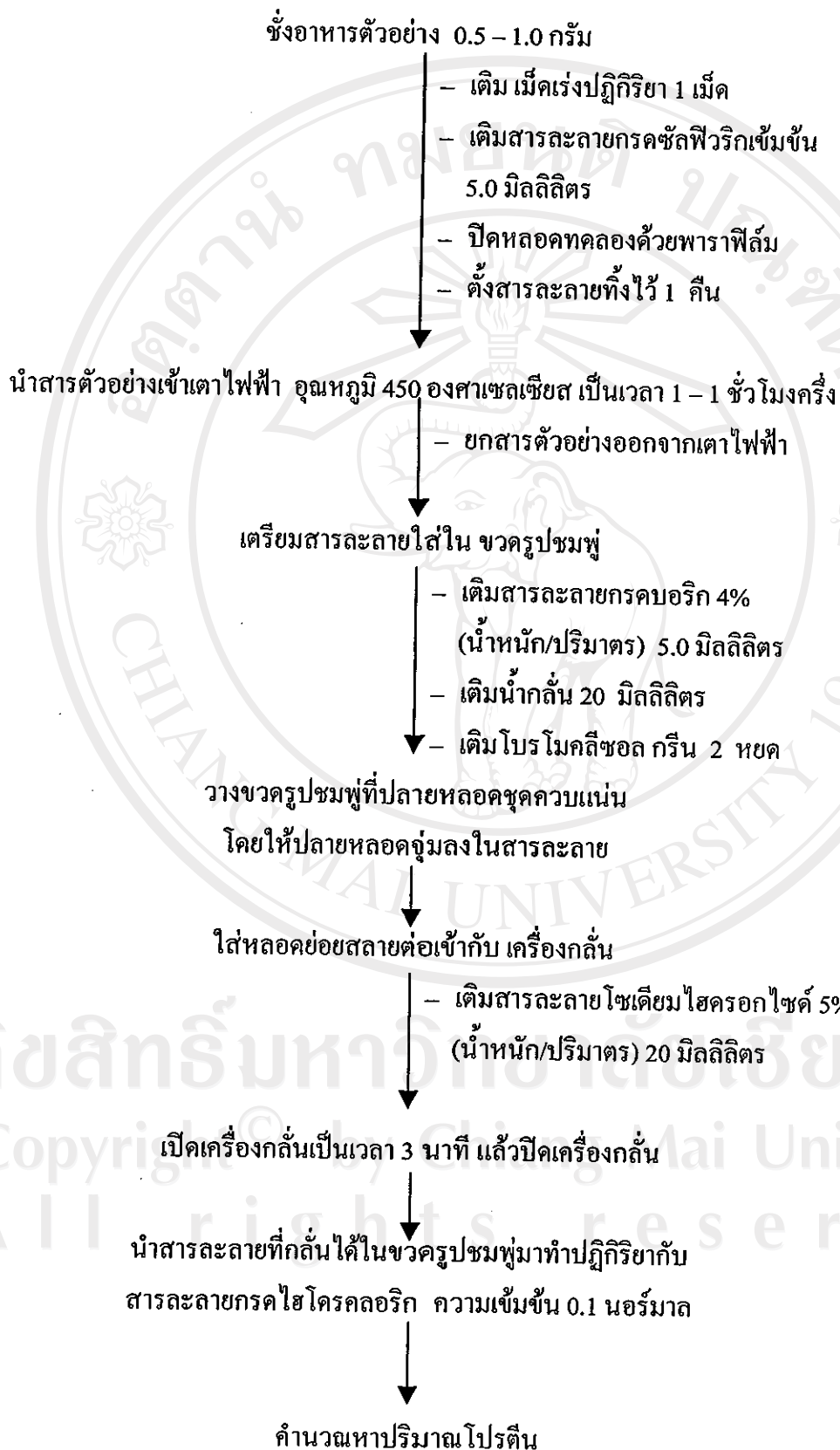
การวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารโดยวิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์โปรตีน

1. ชั่งอาหารตัวอย่างที่ทำให้แห้งแล้วน้ำหนักที่แน่นอนระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 กรัม ใส่ในหลอดย่อยสลาย เติมเม็ดเร่งปฏิกิริยา (Kjel tab auto) 1 เม็ด แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างข้างหลอด
2. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5.0 มิลลิลิตร ปิดหลอดทดลองด้วยพาราฟิล์ม แล้วตั้งสารละลายทิ้งไว้ 1 คืน
3. นำสารตัวอย่างไปเข้าเตาไฟฟ้า (Electric hot plate) ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 1 ชั่วโมงครึ่ง ทำการย่อยสลายจนได้สารละลายใส แล้วยกสารตัวอย่างออกจากเตาไฟฟ้า (Electric hot plate) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. เตรียมสารละลายใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยเติมสารดังต่อไปนี้
 - 1) สารละลายกรดบอริก (Boric acid) 4 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) 5.0 มิลลิลิตร
 - 2) น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร
 - 3) อินดิเคเตอร์ (Bromocresol green) 2 หยด
5. การกลั่นสารตัวอย่าง มีวิธีทำดังต่อไปนี้
 - 1) วางขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่ปลายหลอด ชุดควบแน่น (Condenser) โดยให้ปลายหลอดจุ่มในสารละลาย
 - 2) ใส่หลอดย่อยสลายต่อเข้ากับเครื่องกลั่น
 - 3) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) 20.0 มิลลิลิตร
 - 4) เปิดเครื่องกลั่นเป็นเวลา 3 นาที แล้วปิดเครื่องกลั่น
6. นำสารละลายที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) มาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล แล้วบันทึกปริมาตรสารละลายเพื่อนำไปคำนวณปริมาณโปรตีน

ขั้นตอนดังกล่าวสรุปเป็นแผนภูมิการทดลองได้ดังนี้

แผนภูมิ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาโปรตีน



การวิเคราะห์หาไขมัน

1. ชั่งอาหารตัวอย่างที่ทำให้แห้งแล้วน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม (W_a) ใส่ลงไป
ในขวดก้นกลมขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติม 50 มิลลิลิตร ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 4 นอร์มอล และใส่
เม็ดแก้ว (glass bead) 5 เม็ด เพื่อลดการเดือดของน้ำ
3. นำขวดก้นกลม (Round bottom flask) มาต่อกับชุดควบแน่น (Condenser) และต้มสาร
ตัวอย่างให้เดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. กรองและล้างตะกอนสารตัวอย่างด้วยน้ำร้อน (น้ำกลั่นปราศจากไอออน) จนกระทั่ง
สารตัวอย่างอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง (ทดสอบด้วยกระดาษทดสอบความเป็นกรดเบส Universal
indicator)
5. นำสารที่กรองได้ไปเข้าเตาอบ (Oven) 60 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมงหรือจนสาร
ตัวอย่างแห้ง แล้วนำสารตัวอย่างไปใส่ในกระดาษกรองชนิดกระเปาะ (Thimble)
6. ชั่งน้ำหนักอูปรณ์สกัด (Extraction flask) เปล่า (W_b กรัม)
7. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum-ether) 130 มิลลิลิตร ลงไปในอูปรณ์สกัด
(Extraction flask) แล้วนำไปต่อกับเครื่องกลั่น (Soxhlet extractor) สกัดสารตัวอย่างนาน 5-8 ชั่วโมง
8. ละเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum-ether) โดยนำอูปรณ์สกัด (Extraction flask)
มาวางบนอ่างน้ำร้อน (steam bath) ระเหยสารละลายจนแห้ง
9. นำอูปรณ์สกัด (Extraction flask) ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสประมาณ 2 วัน
จนกระทั่งน้ำหนักสารตัวอย่างคงที่
10. ชั่งน้ำหนักอูปรณ์สกัด (Extraction flask) กับไขมัน (W_c กรัม)
ขั้นตอนดังกล่าวสรุปเป็นแผนภูมิการทดลองได้ดังนี้

แผนภูมิ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาไขมัน

ชั่งสารตัวอย่าง 5 กรัม (Wa) ใส่ลงในขวดก้นกลม

- เติม 50 มิลลิลิตร ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 4 นอร์มัล
- ใส่เม็ดแก้ว 5 เม็ด

นำขวดก้นกลมมาต่อกับชุดควบแน่น

- ต้มสารตัวอย่าง 1 ชั่วโมง
- ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- กรองและล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน
- ทำให้สารตัวอย่างอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง (ใช้กระดาษทดสอบความเป็นกรด-เบส)

นำอาหารตัวอย่างเข้าเตาอบ 1 - 2 ชั่วโมง

นำสารตัวอย่างไปใส่กระดาษกรองชนิดกระดาษเปาะ

ชั่งน้ำหนักอุปกรณ์สกัด (Wb)

- เติมนิโตรเลียมอีเทอร์ 130 มิลลิลิตร

นำอุปกรณ์สกัดไปต่อกับเครื่องกลั่น

- สก๊คนาน 5 - 8 ชั่วโมง

นำอุปกรณ์สกัดไปวางบนอ่างน้ำร้อนระเหย นิโตรเลียมอีเทอร์ จนแห้ง

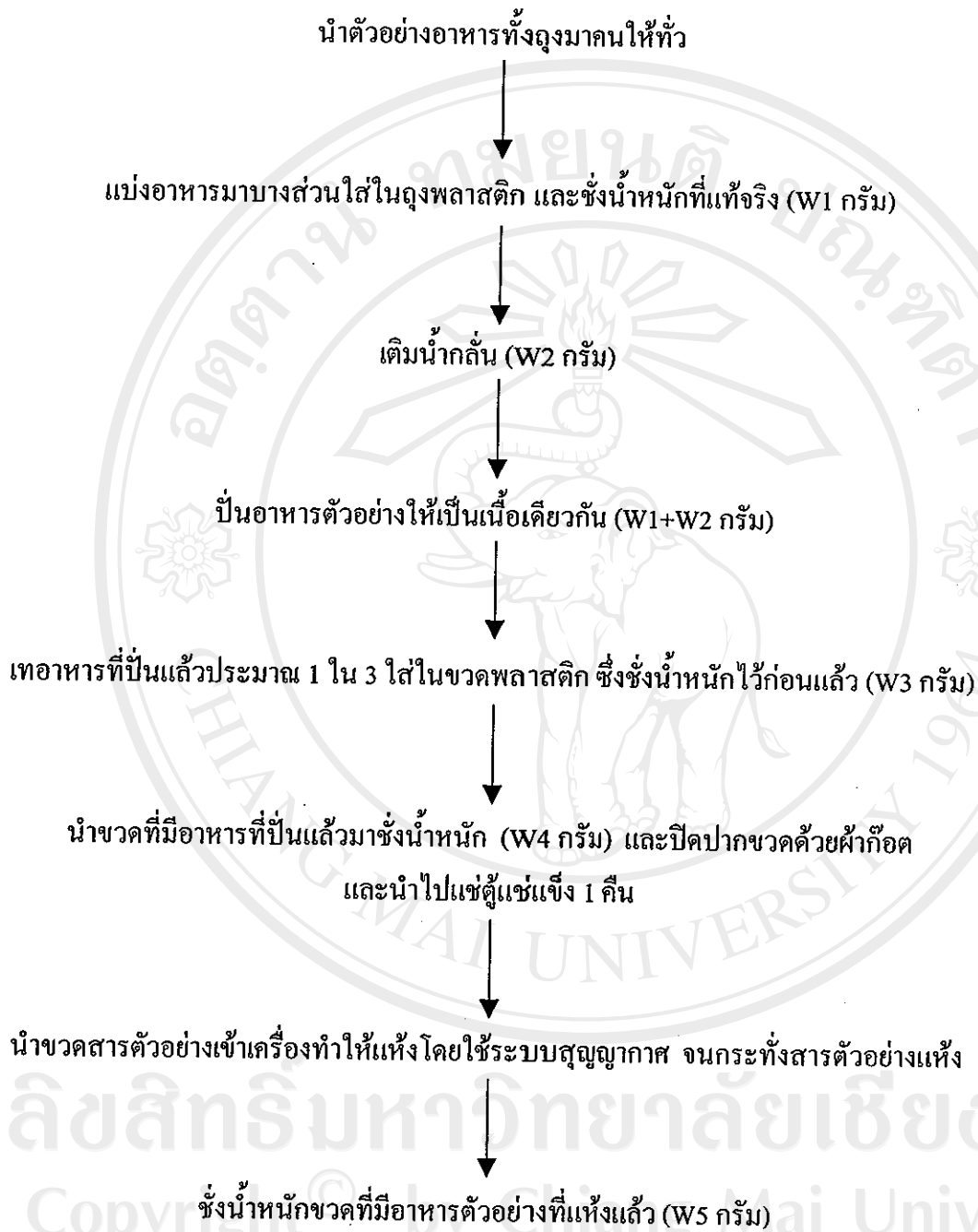
นำอุปกรณ์สกัดอบเป็นเวลา 2 วัน จนน้ำหนักของสารตัวอย่างคงที่

ชั่งน้ำหนักอุปกรณ์สกัดกับไขมัน (Wc)

การวิเคราะห์ความชื้น

1. นำตัวอย่างอาหารทั้งถุงมาคนให้เข้ากัน และแบ่งอาหารมาพอประมาณ ชั่งน้ำหนักอาหารที่แน่นอน (W1 กรัม)
 2. เติมน้ำกลั่นที่ทราบปริมาตรแน่นอน (W2 กรัม) ลงไปในเครื่องปั่น (การเติมน้ำกลั่นลงไปในการปั่นของอาหารแต่ละชนิดจะเติมไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความหนืดของอาหาร)
 3. ปั่นตัวอย่างอาหารให้เข้ากันจนกระทั่งอาหารตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน และชั่งน้ำหนัก (W1+W2 กรัม)
 4. ทำสลากริดข้างขวดพลาสติก (Polyethylene) แล้วนำขวดพลาสติกเปล่าไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W3 กรัม)
 5. เทอาหารปั่นบางส่วนใส่ในขวดพลาสติก (Polyethylene) ประมาณ 1 ใน 3 ของขวด แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W4 กรัม) ปิดปากขวดพลาสติก (Polyethylene) ด้วยผ้าก๊อตแล้วนำไปแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน
 6. นำขวดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง ทำให้แห้งที่ใช้ระบบสุญญากาศ (Lyophilizer) จนกระทั่งสารตัวอย่างแห้ง (ประมาณ 5 วัน)
 7. นำขวดซึ่งมีอาหารตัวอย่างออกจากเครื่อง ทำให้แห้งโดยใช้ระบบสุญญากาศ (Lyophilizer) และชั่งน้ำหนักอาหารตัวอย่าง (W5 กรัม)
- ขั้นตอนดังกล่าวสรุปเป็นแผนภูมิการทดลองได้ดังนี้

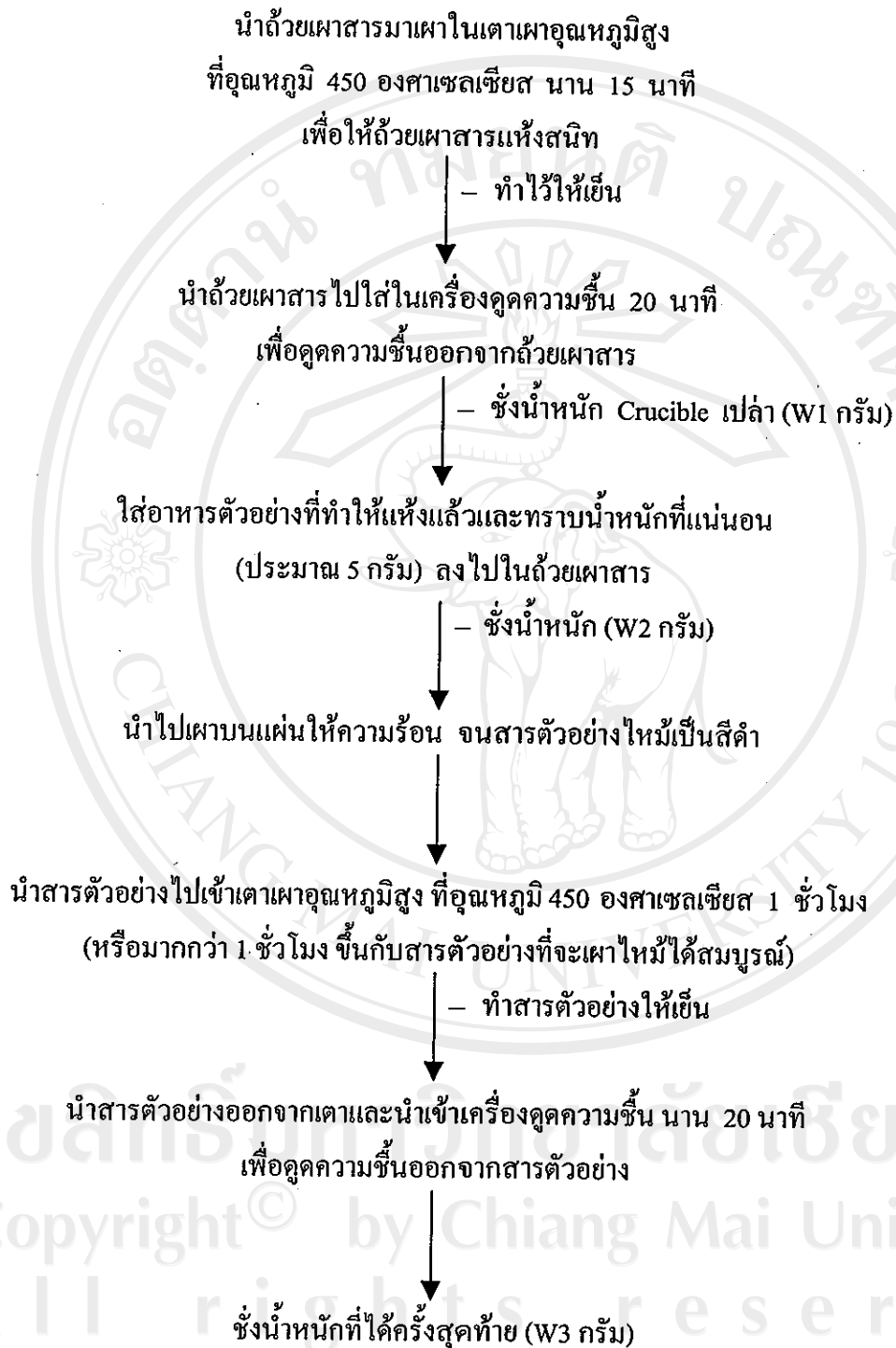
แผนภูมิ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาความชื้น



การวิเคราะห์หาถ้ำ

1. ทำถ้วยเผาสาร (Crucible) ให้แห้งสนิทด้วยการนำไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
 2. นำถ้วยเผาสารมาใส่ในเครื่องดูดความชื้น (Desiccator) เป็นเวลา 20 นาที แล้วชั่งน้ำหนักถ้วยเผาสารเปล่า (W_1 กรัม)
 3. ใส่อาหารตัวอย่างที่แห้งแล้วและทราบน้ำหนักที่แน่นอน (ประมาณ 5 กรัม) ลงในถ้วยเผาสาร (W_2 กรัม)
 4. นำสารตัวอย่างไปเผาบนแผ่นให้ความร้อน (Hot plate) จนกระทั่งสารตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ
 5. นำสารตัวอย่างเข้าเตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (หรืออาจจะมากกว่า 1 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดสารตัวอย่างที่จะเผาไหม้ได้สมบูรณ์) ทิ้งสารตัวอย่างให้เย็น นำสารตัวอย่างออกจากเตาแล้วนำเข้าเครื่องดูดความชื้น (Desiccator) เป็นเวลา 20 นาที
 6. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W_3 กรัม)
- ขั้นตอนดังกล่าวสรุปเป็นแผนภูมิการทดลองได้ดังนี้

แผนภูมิ 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาถ้ำ



ภาคผนวก จ

สูตรการคำนวณหาปริมาณสารอาหารจากวิธีวิเคราะห์ทางเคมี

1. การคำนวณหาปริมาณโปรตีน

สูตร

1. สารละลายมาตรฐานไนโตรเจนเข้มข้น 2.10 มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร

ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)} \times \text{ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)} \times (14)}{\text{ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

2. ปริมาณโปรตีนในอาหารตัวอย่าง

ปริมาณโปรตีน (กรัมเปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)} \times \text{ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)} \times 14 \times \text{Conversion factor}^* \times (100 - \% \text{ความชื้น})}{1000 \times \text{ปริมาณอาหารแห้งที่ใช้ (กรัม)}}$$

* คือ ตัวเลขที่ใช้ในการเปลี่ยนค่าของไนโตรเจนให้เป็น โปรตีน

2. การคำนวณหาปริมาณไขมัน

สูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (กรัมเปอร์เซ็นต์)} = \frac{(w_c - w_b) \times (100 - \% \text{ความชื้น})}{w_a}$$

 w_a = น้ำหนักอาหารตัวอย่างที่ทำให้แห้งแล้ว (กรัม) w_b = น้ำหนักอุปกรณ์สกัดเปล่า (กรัม) w_c = น้ำหนักของไขมันรวมกับน้ำหนักของอุปกรณ์สกัดเปล่า (กรัม)

3. การคำนวณปริมาณความชื้น

สูตร

$$\text{ความชื้น (กรัมเปอร์เซ็นต์)} = \frac{100 - [(W_5 - W_3) (W_1 + W_2) \times 100]}{(W_4 - W_3) W_1}$$

กำหนดให้

$$W_1 = \text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น (อาหารสด, กรัม)}$$

$$W_2 = \text{น้ำที่เติม (มิลลิลิตร = กรัม)}$$

$$W_3 = \text{น้ำหนักขวดเปล่า(กรัม)}$$

$$W_4 = \text{น้ำหนักขวดเปล่า + อาหารป้อนสด (กรัม)}$$

$$W_5 = \text{น้ำหนักขวดเปล่า + อาหารป้อนแห้ง (กรัม)}$$

4. การคำนวณปริมาณเถ้า

สูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (กรัมเปอร์เซ็นต์)} = \frac{(W_3 - W_1) \times (100 - \% \text{ ความชื้น})}{(W_2 - W_1)}$$

กำหนดให้

$$W_1 = \text{น้ำหนักถ้วยเผาสารเปล่า (กรัม)}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักถ้วยเผาสาร + น้ำหนักอาหารแห้ง (กรัม)}$$

$$W_3 = \text{น้ำหนักถ้วยเผาสาร + น้ำหนักเถ้า (กรัม)}$$

1. การคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต

สูตร

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (กรัม\%)} = 100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า})$$

ภาคผนวก ฉ

การคำนวณหาปริมาณสารอาหารจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย

1. แสดงตัวอย่างการคำนวณจากตาราง 4.1-4.5

แสดงตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณสารอาหารของแกงผักกาดจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการ

น้ำหนักรวมของวัตถุดิบก่อนปรุง	1,215	กรัม
น้ำหนักรวมของวัตถุดิบหลังปรุง	1,150	กรัม
น้ำหนักของวัตถุดิบหายไป	$1,215 - 1,150 =$	65 กรัม

แสดงว่าค่าความชื้นของอาหารหายไปในช่วงของการปรุงอาหาร

นั่นคือ ความชื้นที่ได้จากการคำนวณจริงจากตาราง 1,095 กรัม

แต่ ความชื้นหลังจากการปรุงอาหาร $1,095 - 65 = 1,030$ กรัม

ส่วนคุณค่าสารอาหารโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

การคำนวณหาความชื้น

น้ำหนักรวมหลังปรุง 1,150 กรัม มีความชื้น 1,030 กรัม

ถ้า น้ำหนักรวมหลังปรุง 100 กรัม มีความชื้น $\frac{1,030 \times 100}{1,150} = 89.57$ กรัม

ดังนั้นปริมาณความชื้นของแกงผักกาด คือ 89.57 กรัม/อาหาร 100 กรัม

การคำนวณหาโปรตีน

น้ำหนักรวมหลังปรุง 1,150 กรัม มีโปรตีน 53.97 กรัม

ถ้า น้ำหนักรวมหลังปรุง 100 กรัม มีโปรตีน $\frac{53.97 \times 100}{1,150} = 4.69$ กรัม

ดังนั้นปริมาณโปรตีนของแกงผักกาด คือ 4.69 กรัม/อาหาร 100 กรัม

ดังนั้นการหาปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ของแกงผักกาด แกงขนุน แกงเต้าไก่ ตำขนุน และแกงผักใส่ไก่ ใช้วิธีการคำนวณเดียวกัน

2. แสดงตัวอย่างการคำนวณจากตาราง 4.7

การหาค่า % ความแตกต่างของปริมาณสารอาหารที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ทางเคมี และวิธีการคำนวณจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย

สูตร

$$\% \text{ ความแตกต่าง} = \frac{(\text{ค่าที่ได้จากตารางโภชนาการ} - \text{ค่าที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ทางเคมี}) \times 100}{\text{ค่าที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ทางเคมี}}$$

แสดงตัวอย่างการหาค่า % ความแตกต่างของความชื้นในแกงผักกาด

$$\begin{aligned} \% \text{ ความแตกต่าง} &= \frac{(89.57 - 88.04) \times 100}{88.04} \\ &= 1.73 \% \end{aligned}$$

ดังนั้น % ความแตกต่างของความชื้นในแกงผักกาด คือ 1.73%

ดังนั้นการหา % ความแตกต่างของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ของแกงผักกาด แกงขนุน แกงแคไก่ ตำขนุน และแกงฟักใส่ไก่ ใช้วิธีการคำนวณเช่นเดียวกัน

3. แสดงตัวอย่างการคำนวณพลังงานจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันที่ได้จากการวิเคราะห์อาหาร ดังผลตามตาราง 4.6

แสดงตัวอย่างการคำนวณพลังงานในแกงผักกาดโดยใช้ข้อมูลจากตาราง 4.6

แกงผักกาด มีโปรตีน 4.85 กรัม ไขมัน 2.56 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 3.14 กรัม

โดย โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี

ดังนั้น $(4.85 \times 4) + (2.56 \times 9) + (3.14 \times 4) = 56.08$ กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม

แสดงว่า แกงผักกาด 100 กรัม ให้พลังงาน 56.08 กิโลแคลอรี

ดังนั้นการหาค่าพลังงานในแกงขนุน แกงแคไก่ ตำขนุน และแกงฟักใส่ไก่ ใช้วิธีการคำนวณเช่นเดียวกัน

ภาคผนวก ข

การควบคุมคุณภาพของวิธีวิเคราะห์สารอาหารในห้องปฏิบัติการ

สารอาหาร (กรัม%)	ตัวอย่าง	ความเชื่อมั่น (Precision)				ความถูกต้อง (Accuracy)		
		จำนวน	\bar{X}	SD	%CV	ค่าที่ได้จาก การวิเคราะห์ (กรัม%)	ค่าที่มี อยู่จริง (กรัม%)	เปอร์เซ็นต์ ความ ถูกต้อง
โปรตีน	นมผง	20	17.04	0.03	1.76	17.04	18.00*	94.67
ไขมัน	นมผง	20	19.56	0.52	2.66	19.56	20.00*	97.80
เกลือ	นมผง	20	4.06	0.07	1.72	4.06	4.00*	101.05
ความชื้น	นมสด	20	88.29	0.06	0.07	88.29	89.30**	98.86

\bar{X} = ค่าเฉลี่ย

SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

%CV = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

* ค่าที่มีอยู่จริงในนมผง โดยดูจากส่วนประกอบข้างกระป๋อง

** ค่าที่มีอยู่จริงในนมสด UHT ชนิดจืด (อ้างจากหนังสือ Thai Food Composition Tables,

Institute of Nutrition, Mahidol University, 1999, page 71)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล

นางสาวประภาพรณ กั้นรักษา

วัน เดือน ปี เกิด

11 พฤศจิกายน 2522

ภูมิลำเนา

15 ซอย 3 ถนนหมื่นคำมพรวด ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการศึกษา

2544

ปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved