



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีน เพื่อคำนวณหาค่าพลังงาน

ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

Determination of Ash and Protein Content for Energy Calculation
in Bakery Products

โดย

นางสาว สิริพร ถือตรง

รหัสนักศึกษา 56080061

ปฏิบัติงาน ณ กลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
ที่อยู่ อาคารศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย ชั้น 3 ซอย โรงพยาบาลศรีธัญญา ถนน ดิوانนท์

ตำบล ตลาดขวัญ อำเภอ เมือง จังหวัด นนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11000

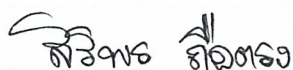
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูฝึกงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2560 จนถึง 28 เมษายน 2560

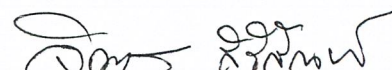
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อคนนอกและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีน เพื่อคำนวณหาค่าพลังงาน ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (Determination of Ash and Protein Content for Energy Calculation in Bakery Products)
โดย	นางสาวสิริพร ถือตรง รหัสนักศึกษา 56080061
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ อุตสาหกรรมเกษตร
ผู้นิเทศงาน	คุณจุฑารัตน์ สุภานวัฒน์ และ คุณสไบ อินทรโชติ
อาจารย์ผู้นิเทศ	อาจารย์ จิราภรณ์ สิริสัมพันธ์

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ 15 ชนิด ได้แก่ 1. ขนมปังหน้าเนย, 2. ทอฟฟี่เค้ก, 3. บราวน์, 4. โดนัทบาวาเรียน, 5. เอแคลร์, 6. ขนมปังพิซซ่า, 7. พัพพูน่า, 8. คริวซอง, 9. แยมโรล, 10. แชนด์วิชแอมชีส, 11. แชนด์วิชพูน่า, 12. คุกกี้เนย, 13. เค้ก, 14. โดนัทโรยน้ำตาล และ 15. พายพูน่า โดยได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากในกรุงเทพฯและปริมณฑล ซึ่งวิธีการวิเคราะห์นั้นประกอบด้วย การสุ่มตัวอย่าง, การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า, การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และ การคำนวณหาค่าพลังงาน ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI) พบว่า คุกกี้เนยมีค่าพลังงานสูงสุด คือ 549 ± 10.49 กิโลแคลอรี/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 27.44 ของ Thai RDI โดยเอแคลร์มีค่าพลังงานต่ำที่สุด คือ 236 ± 25.82 กิโลแคลอรี/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 11.82 ของ Thai RDI


.....


.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
(นางสาว สิริพร ถือตรง) (อาจารย์ จิราภรณ์ สิริสัมพันธ์)

“ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้”

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้ประสบความสำเร็จล่วงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ จิราภรณ์ สิริสัมพันธ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในโครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้ โดยได้ให้ความรู้ ให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการแก้ไขจุดบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่อย่างสม่าเสมอ นอกจากนี้ ยังได้รับความกรุณาจาก คุณ จุฑารัตน์ สุภานวัฒน์ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ และ คุณ สไบ อินทรโชติ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในการให้ความรู้และคำแนะนำในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา และยังได้รับความอนุเคราะห์จากเจ้าหน้าที่ในทุกภาคส่วนที่มีส่วนช่วยในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาให้สำเร็จล่วง

ขอขอบคุณ แพทย์หญิงนภาพรณ วิริยะอุตสาหกุล ผู้อำนวยการสำนักโภชนาการ

คุณนันทยา จงใจเทศ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

คุณปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ

ภัทริธา ยิ่งเลิศรัตนกุล นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

คุณวาริทิพย์ พึ่งพันธ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

คุณปิยาภรณ์ ธรรมสาร นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

ประไพ บัวไข นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

ปิยดา ปาเลย นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

ภัทราภรณ์ นุชกระแสด นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

คุณอภิญญา เบ้าจิงหาร พนักงานธุรการ ส3

คุณสุดใจ วรรณศิลป์ พนักงานธุรการ ส3

สิริพร ถีอตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
8 พ.ค. 60
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญเรื่อง	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัดดูประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและแผนการปฏิบัติสหกิจศึกษา	4
2.1 วัดดูประสงค์ของโครงการ	4
2.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน	4
2.2.1 ด้านสถานประกอบการ	4
2.2.2 ด้านนักศึกษา	4
2.2.3 ด้านมหาวิทยาลัย	5
2.3 แผนการทำงาน	6
บทที่ 3 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีน เพื่อคำนวณหาค่าพลังงาน	7
ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (Determination of Ash and Protein Content for Energy Calculation in Bakery Products)	

เอกสารนี้เป็นสมบัติของมหาวิทยาลัยสุโขทัยเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.2 ที่มาของปัญหา	8
3.3 การตรวจสอบเอกสาร	8
3.4 วัตถุประสงค์ของโครงการที่ได้รับมอบหมาย	10
3.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการที่ศึกษา	10
3.6 ขอบเขตของการศึกษา	10
บทที่ 4 วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาหรือจัดทำโครงการ	12
บทที่ 5 วิธีการศึกษาทดลอง	15
5.1 การสุ่มและการเตรียมตัวอย่าง	15
5.2 วิธีวิเคราะห์	16
5.3 การคำนวณหาค่าพลังงาน	24
5.4 การควบคุมคุณภาพ	24
บทที่ 6 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	27
6.1 ค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่	27
6.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	29
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษา	31
7.1 สรุปผลที่ได้จากการศึกษาทดลอง	31
7.2 สรุปผลที่ได้จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับเจ้าของ ไม่เพื่อให้นักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

7.2.1 ปัญหาและอุปสรรค	32
7.2.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	32
7.2.3 ข้อเสนอแนะ	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แผนการทำงาน	6
ตารางที่ 5.1 Factor สำหรับการคำนวณค่าปริมาณโปรตีนในอาหาร	18
ตารางที่ 6.1 การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของอาหาร (Proximate Analysis)	28
ตารางที่ 6.2 ร้อยละของ ปริมาณโปรตีน, ปริมาณไขมันทั้งหมด, ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และ ค่าพลังงาน ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เปรียบเทียบกับสารอาหารที่แนะนำ ให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI)	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 5.1 การสุมและการเตรียมตัวอย่าง	15
ภาพที่ 5.2 การวิเคราะห์หาปริมาณแถ้โดยวิธี Dry Ash Method	16
ภาพที่ 5.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl Method	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานประกอบการ

กลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตั้งอยู่ที่ 88/22 ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11000

1.2 ลักษณะสถานประกอบการ ผลิตภัณฑ์/ผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการหลักของสถานประกอบการ

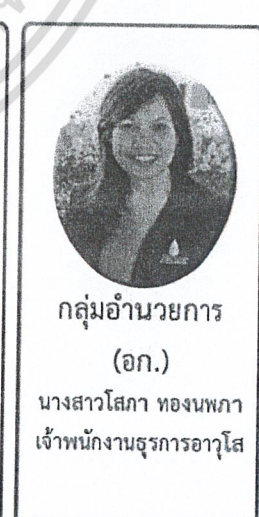
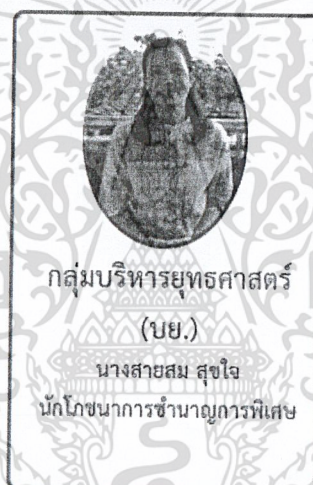
บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ โดยรับบริการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในอาหารและจัดทำฉลากโภชนาการ อาทิเช่น การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture content), การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (Protein content), การวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอล (Cholesterol content), การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุ(แร่) (Mineral content), การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหาร (Dietary fiber), การวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีน (Iodine content) และอื่นๆ นอกจากนี้กลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการยังทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารประเภทต่างๆ เพื่อจัดทำฐานข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแต่ละชนิด

1.2.1 ภารกิจกลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ

- ศึกษาวิจัยคุณค่าทางโภชนาการ
- พัฒนาและจัดทำข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร
- พัฒนาคุณภาพอาหารและผลิตภัณฑ์
- บริการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร
- พัฒนาห้องปฏิบัติการตรวจประเมินสารไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ

ตำแหน่ง คือ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

งานที่ได้รับมอบหมาย คือ วิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนในอาหาร

1.5 ชื่อและตำแหน่งงานของผู้นิเทศงาน

นางสาว จุฑารัตน์ สุภานวัณณ์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ

นางสาว สไบ อินทรโชติ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระยะเวลาการปฏิบัติงาน 4 เดือน (4 มกราคม พ.ศ. 2560 ถึง 28 เมษายน พ.ศ. 2560)

ปฏิบัติงานวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เวลา 08.30 น. ถึง 16.30 น.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและแผนการปฏิบัติสหกิจศึกษา

2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1.1 เพื่อศึกษาปริมาณของถั่วในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอรี่
- 2.1.2 เพื่อศึกษาปริมาณของโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอรี่
- 2.1.3 เพื่อศึกษาค่าพลังงานที่ได้รับเมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอรี่

2.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน

2.2.1 ด้านสถานประกอบการ

- 2.2.1.1 นักศึกษาสามารถปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จลุล่วง
- 2.2.1.2 นักศึกษาสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิบัติงานได้
- 2.2.1.3 นักศึกษาสามารถวางแผนการปฏิบัติงานด้วยตนเอง
- 2.2.1.4 นักศึกษามีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
- 2.2.1.5 นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรมขององค์กร

2.2.2 ด้านนักศึกษา

- 2.2.2.1 ได้เรียนรู้และฝึกทักษะการทำงานจริง ในสถานประกอบการ
- 2.2.2.2 ได้นำความรู้ที่ศึกษาเล่าเรียนมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน
- 2.2.2.3 ได้เรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 2.2.2.4 ได้ฝึกทักษะการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในระหว่างการปฏิบัติงาน

- 2.2.2.5 ได้ฝึกความมีวินัยและความรับผิดชอบต่อภาระหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย โยชน์ด้านการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ด้านมหาวิทยาลัย

- 2.2.3.1 ได้รับข้อมูลและข้อเสนอแนะจากสถานประกอบการ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรสหกิจศึกษา
- 2.2.3.2 ได้รับความเชื่อมั่นจากสถานประกอบการว่านักศึกษาได้เรียนรู้ในหลักสูตรที่ดีและตรงต่อความต้องการของสถานประกอบการ
- 2.2.3.3 เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างสถานประกอบการและสถาบันการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แผนการทำงาน

แผนงาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4				
	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	
1. ศึกษาเรียนรู้และฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์สารอาหารได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า, การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน, การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ และการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน	✓	✓	✓														
2. ปฏิบัติการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
3. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล <ul style="list-style-type: none"> - ทางสถิติเพื่อจัดทำ - โครงร่างปริญญาานิพนธ์ - นำเสนอผลการปฏิบัติงาน - วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า - วิธีการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน 											✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4. รวบรวมผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อจัดทำรูปเล่ม														✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 2.1 แผนการทำงาน

บทที่ 3

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีน เพื่อคำนวณหาค่าพลังงาน

ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

(Determination of Ash and Protein Content for Energy Calculation in Bakery Products)

3.1 บทนำ

เถ้าและโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในอาหารทุกชนิด โดยเถ้า คือ ปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารหลังจากที่ทำการเผาผลาญสารอินทรีย์ต่างๆ จนหมด ซึ่งในเถ้านี้มีองค์ประกอบเป็นแร่ธาตุหลายชนิด โดยแร่ธาตุเหล่านั้นมีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญต่อร่างกาย อาทิ ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในโครงสร้างของร่างกาย เช่น กระดูก, ฟัน และ เลือด แร่ธาตุบางชนิดเป็นส่วนประกอบของสารต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของร่างกายและเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์, ฮอร์โมน และ วิตามิน นอกจากนี้แร่ธาตุยังทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในทุกอวัยวะของร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ เช่น ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท, การแข็งตัวของเลือด และช่วยควบคุมสมดุลของน้ำในการไหลเวียนของของเหลวในร่างกาย และนอกจากนี้ปริมาณเถ้ายังสามารถบ่งบอกคุณภาพของอาหารได้ เนื่องจาก หากพบว่ามีปริมาณเถ้าที่สูงผิดปกติแสดงว่าอาหารชนิดนั้นมีการปลอมปนเกิดขึ้น ซึ่งอาจมีการปลอมปนจาก ทราาย หรือ หิน เป็นต้น ในส่วนของโปรตีนนั้น โปรตีน ถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย และมีความสำคัญในการเสริมสร้างเนื้อเยื่อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย รวมไปถึง การควบคุมเมตาบอลิซึม, การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย, การแข็งตัวของเลือดเมื่อเกิดบาดแผล และการให้พลังงาน โดยโปรตีน 1 กรัม จะให้พลังงานเท่ากับ 4 กิโลแคลอรี

เบเกอรี่ เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมอย่างมากทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด โดยผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมีอยู่มากมายหลายประเภท โดยสามารถแบ่งเป็น 7 ประเภท ได้แก่ 1. ขนมปัง (Bread), 2. เค้ก (Cake), 3. พายชั้น (Puff Pastry),

4. เดนนิส/ครัวซอง (Danish/Croissant), 5. ซอว์ตโด, คุกกี, พายร่วน และทาร์ต (Short Dough, Cookies, Pies & Tarts), 6. ชูเฟสต์ / เอclair (Choux paste/eclair) 7. ครีมนัสตาด ใส่ขนมต่างๆ ไปใช้

การหาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ 15 ชนิดนั้น จะใช้วิธีการทดลองทางห้องปฏิบัติการ คือ วิธี Dry Ash Method สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า และวิธี Kjeldahl Method สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยเมื่อทราบค่าเฉลี่ยของปริมาณเถ้าและค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ทั้ง 15 ชนิดแล้ว ก็จะสามารถนำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาค่าพลังงานที่ได้รับ ของผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ทั้ง 15 ชนิดได้

3.2 ที่มาของปัญหา

เนื่องจาก เบเกอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมอย่างมากในทุกเพศวัย ดังนั้น จึงต้องมีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ เพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณของสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ และเนื่องจากผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่นั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดนั้น ก็จะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ ใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน และ ใช้วัตถุดิบในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่แต่ละชนิดนั้น มีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันและให้พลังงานไม่เท่ากัน ซึ่งปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ควรได้รับต่อวันของคนแต่ละคนก็จะแตกต่างกันไปตามเพศและวัย

3.3 การตรวจสอบเอกสาร

3.3.1 คุณสมบัติทั่วไปของเถ้า

เถ้า คือ ปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารหลังจากที่ทำการเผาผลาญสารอินทรีย์ต่างๆ จนหมด ซึ่งในเถ้าที่มีองค์ประกอบเป็นแร่ธาตุต่างๆ หลายชนิด โดยแร่ธาตุที่พบในเถ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แร่ธาตุหลัก (Macro minerals) และ แร่ธาตุรอง (Trace minerals) โดยแร่ธาตุหลัก คือ แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณมาก โดยร่างกายมีความต้องการในหนึ่งวันมากกว่า 100 mg ขึ้นไป ได้แก่ แคลเซียม (Calcium), ฟอสฟอรัส (Phosphorous), โพแทสเซียม (Potassium), แมกนีเซียม (Magnesium), โซเดียม (Sodium), กำมะถัน (Sulfur) และคลอไรด์ (Chloride) ส่วนแร่ธาตุรอง คือ แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย โดยร่างกายมีความต้องการในหนึ่งวันในปริมาณน้อยกว่า 100 mg ได้แก่ เหล็ก (Iron), สังกะสี (Zinc), ซีลีเนียม (Selenium), แมงกานีส (Manganese), ทองแดง (Copper), ไอโอดีน (Iodine), โครเมียม (Chromium), โคบอลต์ (Cobalt), ฟลูออไรด์ (Fluoride), โมลิบดีนัม (Molybdenum) และ วานาเดียม (Vanadium)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 คุณสมบัติทั่วไปของโปรตีน

โปรตีนประกอบไปด้วยธาตุต่างๆ ได้แก่ คาร์บอน 50%, ออกซิเจน 20%, ไนโตรเจน 6%, และ กำมะถันเพียงเล็กน้อย ซึ่งหน่วยที่เล็กที่สุดของโปรตีน เรียกว่า กรดอะมิโน โดยกรดอะมิโนที่พบเป็น องค์ประกอบของโปรตีนมี 20 ชนิด จำแนกตามความจำเป็นแก่ร่างกาย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ กรดอะมิโนจำเป็น และกรดอะมิโนไม่จำเป็น โดยกรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid) ได้แก่ กรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์เองไม่ได้ หรือสังเคราะห์ได้แต่ไม่เพียงพอกับความ ต้องการของร่างกาย จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้ ได้แก่ อาร์จินีน (Arginine), ฮิสทีดีน (Histidine), ไอโซลิวซีน (Isoleucine), ลิวซีน (Leucine), ไลซีน (Lysine), เมทไทโอนีน (Methionine), ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine), ทรีโอนีน (Threonine), ทริптоแฟน (Tryptophan) และวาเลิน (Valine) ส่วนเด็กต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย 10 ตัว หากขาดกรดอะมิโนเหล่านี้จะทำให้ เนื้อเยื่อไม่สามารถเจริญเติบโตได้ สำหรับผู้ใหญ่ต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย 8 ชนิด ยกเว้น อาร์จินีน (Arginine) และ ฮิสทีดีน (Histidine) ส่วนกรดอะมิโนไม่จำเป็น (Nonessential amino acid) ได้แก่ กรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นได้เพียงพอความต้องการของร่างกายไม่จำเป็นต้อง ได้รับจากอาหาร คือ อาจสังเคราะห์ขึ้นจากสารประกอบพวกไนโตรเจน, จากกรดอะมิโน ที่จำเป็นแก่ ร่างกาย, จากไขมัน และ จากคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโนพวกนี้ได้แก่ อะลานีน (Alanine), ซิสเตอีน (Cysteine), โพรลีน (Proline), แอสพาราจิ้น (Asparagine), แอสพาเทต (Aspartate), กลูตาเมต (Glutamate), กลูตามีน (Glutamine), ไกลซีน (Glycine), เซอรีน (Serine) และ ไทโรซีน (Tyrosine) เป็นต้น และเมื่อกรดอะมิโนหลายๆโมเลกุลมาเรียงต่อกันจำนวนมากด้วยพันธะเพปไทด์จะเกิดเป็น โพลี เพปไทด์ โดยเมื่อโพลีเพปไทด์หลายสายมารวมกันก็จะเกิดเป็นโปรตีน (Watchara & Theerapong, 2008)

แหล่งอาหารของโปรตีน จะพบได้จากพืชและเนื้อสัตว์ โดยเนื้อสัตว์จะให้ปริมาณโปรตีนที่สูง กว่าพืช แต่ถั่วเหลืองนั้นมีปริมาณโปรตีนที่สูงมาก ซึ่งปริมาณโปรตีนในเนื้อสัตว์จะพบมากใน เนื้อไก่, เนื้อวัว, เนื้อหมู, ไข่ และ เนื้อปลา และในส่วนของพืชส่วนใหญ่จะมาจากข้าว ได้แก่ ข้าวสาลี และ ข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การวิเคราะห์ค่าพลังงานจากผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่

ปริมาณพลังงานระหว่างกลุ่มผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ พบว่าปริมาณพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากส่วนประกอบหลักของแต่ละผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย นม, สด, เนย, มاکารีน, ไข่ไก่, แป้ง, น้ำตาล, ซอส์ทเทนนิง และความชื้น ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะปริมาณความมากน้อยของน้ำมีผลทำให้ปริมาณพลังงานของแต่ละผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แม้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ส่วนประกอบหลักมีปริมาณไขมันที่ค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากปริมาณน้ำในขนมเหล่านี้มีปริมาณสูงกว่า ดังนั้นปริมาณพลังงานต่อ 100 กรัม จึงต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มอื่นที่แห้งกรอบ ผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานสูงสุดในกลุ่มคือคุกกี้รสเนย 532 กิโลแคลอรี/100 กรัม เนื่องจากตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแห้งเพราะผ่านขบวนการอบกรอบมาแล้ว ในขณะที่ ครีวของดี, พายทูน่า, โดนัท, แยมโรล และ เอแคลร์รสวานิลลา ตัวผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยแห้งมากนัก จึงทำให้ปริมาณพลังงานต่อ 100 กรัม ไม่สูงมากนัก โดยให้พลังงานดังนี้คือ 495, 414, 386, 301 และ 233 กิโลแคลอรี/100 กรัม ตามลำดับ (ภัทธีรา, 2549)

3.4 วัตถุประสงค์ของโครงการที่ได้รับมอบหมาย

วิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ 15 ชนิด เพื่อคำนวณหาค่าพลังงานของเบเกอร์รี่แต่ละชนิด

3.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการที่ศึกษา

ได้ทราบถึงปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่แต่ละชนิด และสามารถคำนวณค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่แต่ละชนิดได้

3.6 ขอบเขตของการศึกษา

3.6.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

- ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ 15 ชนิด จำนวน 66 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

- ตัวแปรต้น ได้แก่ ผลผลิตกัมมันต์เบเกอรี่ 15 ชนิด ที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน
- ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณเถ้า, ปริมาณโปรตีน, ปริมาณความชื้น, ปริมาณไขมันทั้งหมด, ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และ ค่าพลังงาน

3.6.3 ระยะเวลาการดำเนินการศึกษา

- ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 4 เดือน (ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2560 – วันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2560)

3.6.4 วิธีที่ใช้ในการทดลอง

- วิธีการวิเคราะห์เถ้า Dry Ash Method
- วิธีการวิเคราะห์โปรตีน Kjeldahl Method



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาหรือจัดทำโครงการงาน

4.1 วัสดุดิบ

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 4.1.1 ขนมหิ้งหน้าเนย | 4.1.9 แยมโรล |
| 4.1.2 ทอฟฟี่เค้ก | 4.1.10 แชนด์วิชแฮมชีส |
| 4.1.3 บราวনী | 4.1.11 แชนด์วิชทูน่า |
| 4.1.4 โดนัทบาวาเรียน | 4.1.12 คุกกี้เนย |
| 4.1.5 เอแคลร์ | 4.1.13 เค้ก |
| 4.1.6 ขนมหิ้งพิซซ่า | 4.1.14 โดนัทโรยน้ำตาล |
| 4.1.7 พัพพูน่า | 4.1.15 พายทูน่า |
| 4.1.8 ครั้วของต์ | |

4.2 เครื่องมือ

- 4.2.1 การวิเคราะห์ถ้ำ
- 4.2.1.1 Crucible (HCT , Germany)
- 4.2.1.2 Desiccator (DURAN , Germany)
- 4.2.1.3 Tong
- 4.2.1.4 Muffle Furnace (Thermo Scientific , USA)
- 4.2.1.5 Analytical Balance (4Digital) (METTLER TOLEDO , Switzerland)

4.2.1.6 Hotplate (SI Analytics , Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.7 Spatula

4.2.1.8 Beaker

4.2.2 การวิเคราะห์โปรตีน

4.2.2.1 Kjeltac™ 2300 (FOSS , Denmark)

4.2.2.2 Tecator™ Digester and Scrubber (FOSS , Denmark)

4.2.2.3 Exhaust Manifold and Aspirator (FOSS , Denmark)

4.2.2.4 Cooling Machine (EYELA , Japan)

4.2.2.5 Analytical Balance (4Digital) (Sartorius , USA)

4.2.2.6 Printer (EPSON , Japan)

4.2.2.7 Digestion Tubes (FOSS , Denmark)

4.2.2.8 Beaker

4.2.2.9 Spatula

4.3 สารเคมี

4.3.1 40% NaOH (Fisher , USA)

4.3.2 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Merck , USA)

4.3.3 K_2SO_4 (Fisher , USA)

4.3.4 1% H_3BO_3 (Fisher , USA)

4.3.5 Conc. H_2SO_4 (Merck , USA)

4.3.6 HCl 0.1 M (Merck , USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 Methyl red (Merck , USA)

4.3.8 Bromocresolgreen (SIGMA-ALDRICH , USA)

4.4 สถานที่ทำการทดลอง

- ห้องปฏิบัติการของกลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข



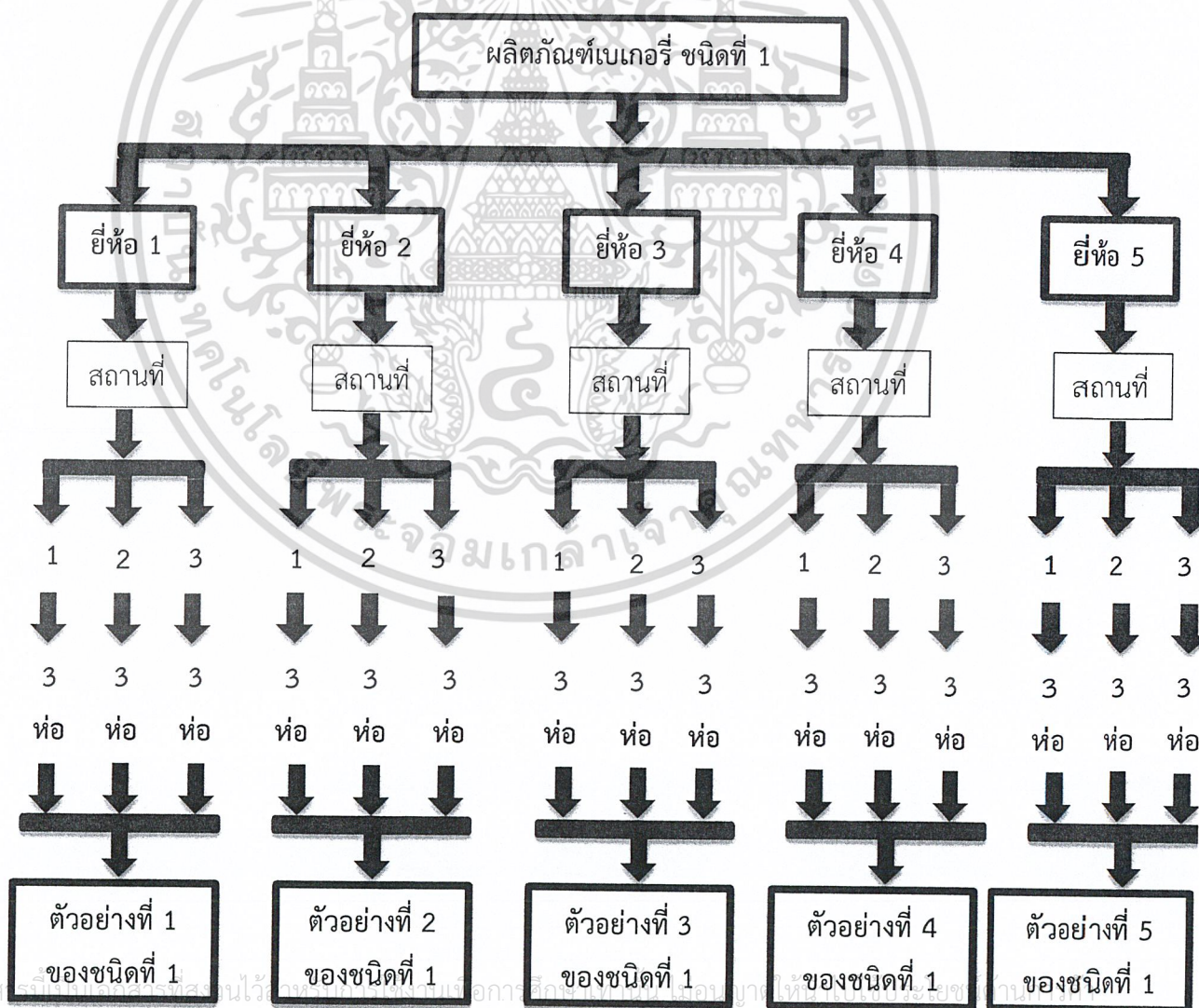
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิธีการศึกษาทดลอง

5.1 การสุ่มและการเตรียมตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้งหมด 15 ชนิด ซึ่งจะทำการสุ่มซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดละประมาณ 5 ยี่ห้อ โดยหนึ่งยี่ห้อจะทำการสุ่มซื้อผลิตภัณฑ์จาก 3 สถานที่ที่ขายและซื้อผลิตภัณฑ์สถานที่ละ 3 ห่อ จากนั้นจะนำผลิตภัณฑ์จากทั้ง 3 แหล่ง มาป้อนรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง แล้วนำตัวอย่างไปเก็บรักษาในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ -20°C หรือนำไปใช้วิเคราะห์ทันที รายละเอียดการสุ่มและการเตรียมตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 5.1



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.1 การสุ่มและการเตรียมตัวอย่าง

5.2 วิธีวิเคราะห์

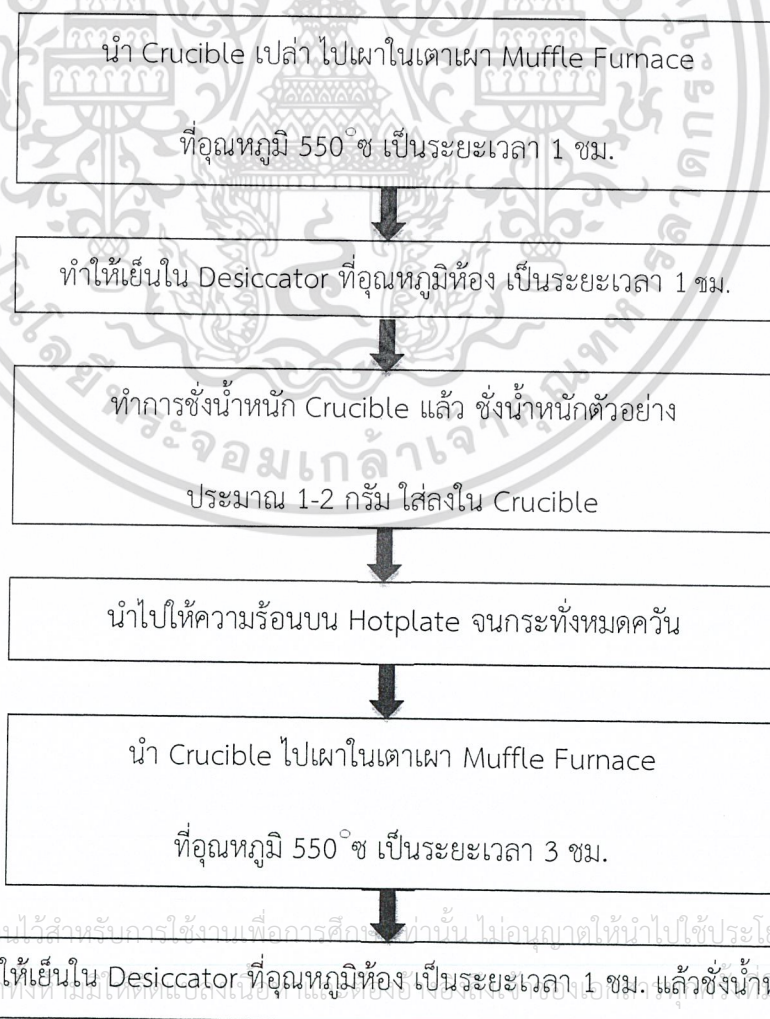
5.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า โดยวิธี Dry Ash Method

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร คือ การหาค่าองค์ประกอบส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ในตัวอย่างอาหาร โดยการเผาตัวอย่างด้วยเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้องค์ประกอบส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ไหม้หมดไป คงเหลือไว้แต่สารอนินทรีย์หรือเถ้า รายละเอียดการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าดังแสดงในภาพที่ 5.2

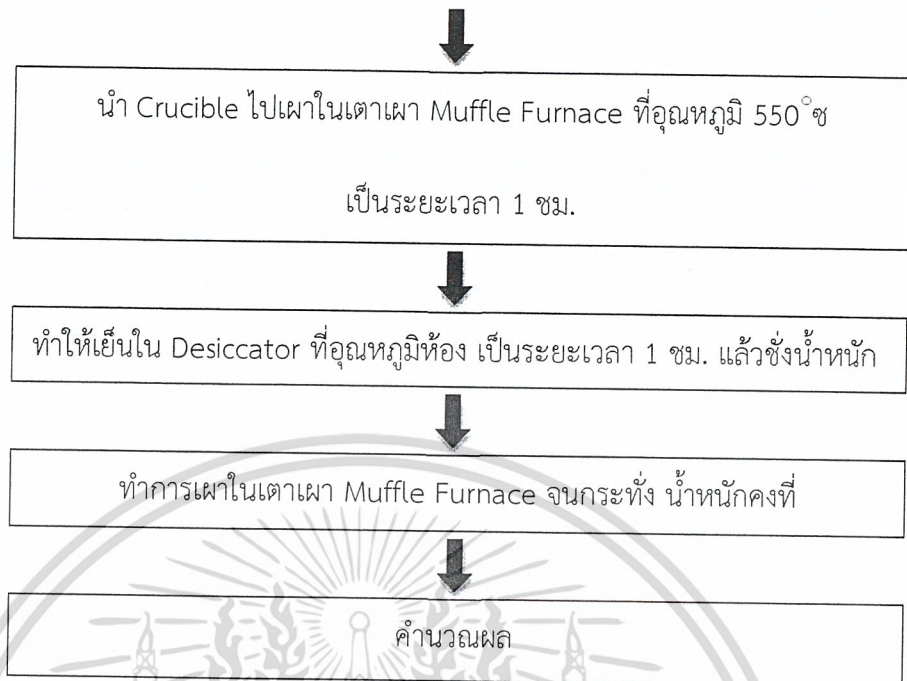
การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เถ้า

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)}} \times 100$$

วิธีการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิมีเหตุแห่งอื่นอย่างใด



ภาพที่ 5.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยวิธี Dry Ash Method

5.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl Method ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การย่อยตัวอย่าง (Digestion)

ทำการย่อยตัวอย่างอาหารด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) เพื่อปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมา ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงโดยใช้สารประกอบคอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และใช้สารประกอบโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) เป็นตัวช่วยเพิ่มจุดเดือด ซึ่งไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารประกอบแอมโมเนียมซัลเฟต (NH_4) $_2$ SO $_4$

2. การกลั่นแอมโมเนีย (Distillation)

นำสารประกอบแอมโมเนียมซัลเฟต (NH_4) $_2$ SO $_4$ มากลั่นด้วยสารละลาย 40% โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เกิดเป็นก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งก๊าซแอมโมเนียจะถูกดักจับด้วย 1% กรดบอริก (H_3BO_3) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การไทเทรตเพื่อหาปริมาณไนโตรเจน (Titration)

นำสารละลายกรดบอริก (H_3BO_3) ที่จับกับก๊าซแอมโมเนียมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 M โดยมีเมทิลเรดและโบรโมครีซอลกรีนเป็นอินดิเคเตอร์

4. การคำนวณผล

นำปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 M ที่ใช้ในการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน แล้วคูณกับค่า Kjeldahl Factor ได้เป็นค่าปริมาณโปรตีนหยาบ (Crude Protein) โดยทั่วไปแล้วโปรตีนมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเฉลี่ย 16% ($100/16 = 6.25$) ดังนั้น การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในอาหารต่างๆ ไป จึงใช้ค่า Kjeldahl Factor เท่ากับ 6.25

ในวัตถุดิบแต่ละชนิดนั้นมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในโปรตีนแตกต่างกัน ดังนั้น ค่า Kjeldahl Factor ก็จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในโปรตีนของวัตถุดิบชนิดต่างๆ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 5.1 Factor สำหรับการคำนวณค่าปริมาณโปรตีนในอาหาร

Foods.	Conversion factors.
1. Milk and product milk.	6.38
2. Barley ,Oats and Rye.	5.83
3. Rice (General rice.)	5.95
4. Wheat flour ,refined.	5.70
5.Wheat ,Whole - kernel.	5.83
6. Almonds.	5.18
7. Peanuts , Brazilnuts.	5.46
8. Soybean.	5.71
9. Nut and seeds , other.	5.30
10. Cereal grains and oil seeds.	6.25
11. Wheat and its product.	5.70
12. Raw peanuts	5.46
13. Peanuts Recipe	6.25
14. Millet , Lotus seeds	6.25
15. Sorghum	5.95
16. Other foods	6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา (AOAC., 2000)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนดังแสดงในภาพที่ 5.3

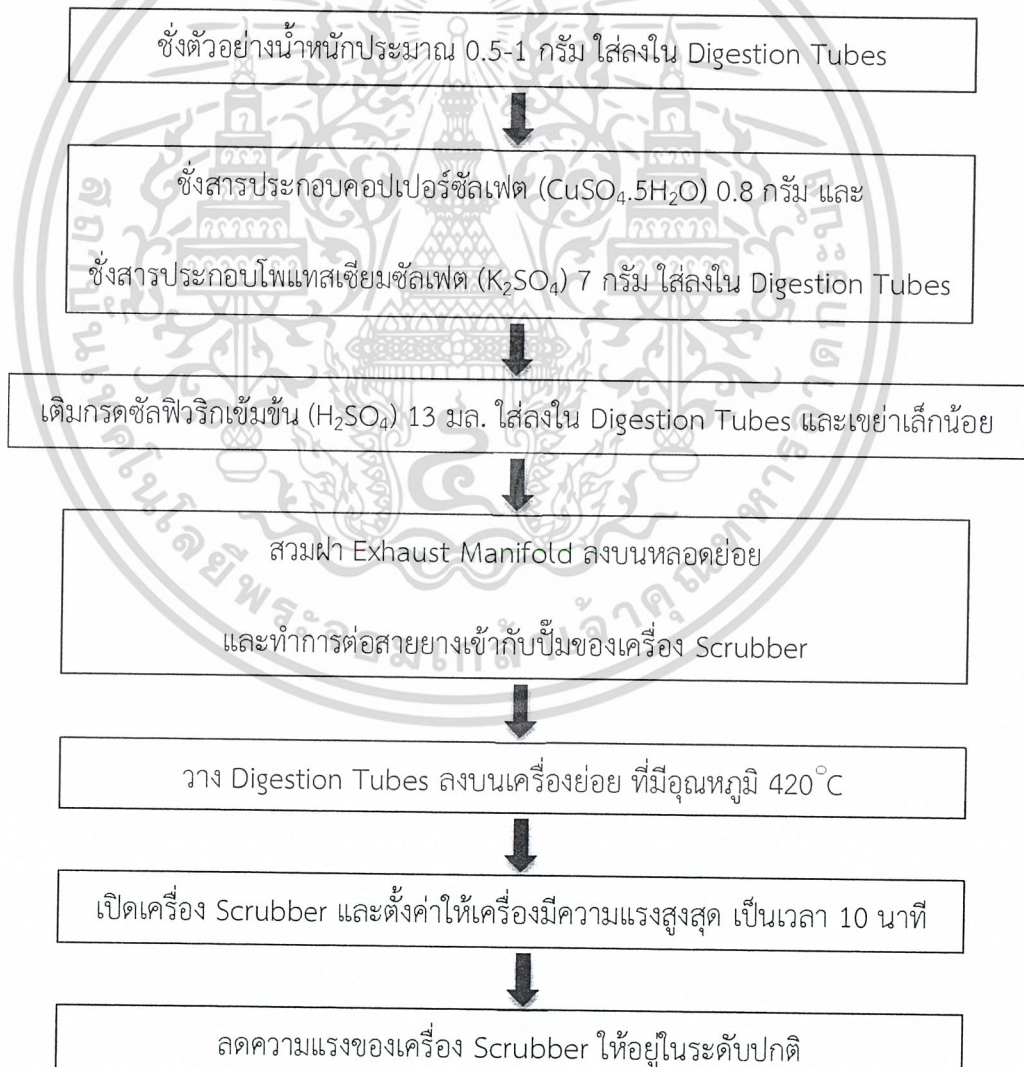
การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีน

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(14.01 \times \text{MHCl} \times \text{mL}(\text{HCl} - \text{Blank}))}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง} \times 10}$$

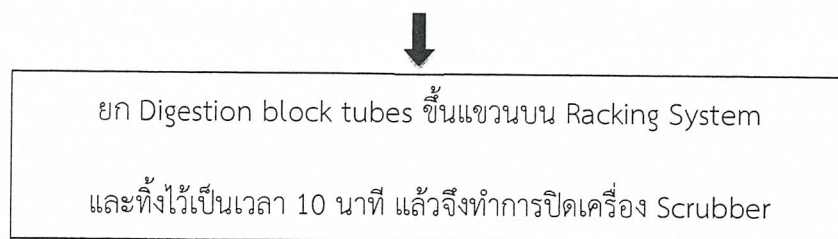
$$\% \text{ โปรตีน} = \% \text{ ไนโตรเจน} \times \text{Factor}$$

วิธีการทดลอง

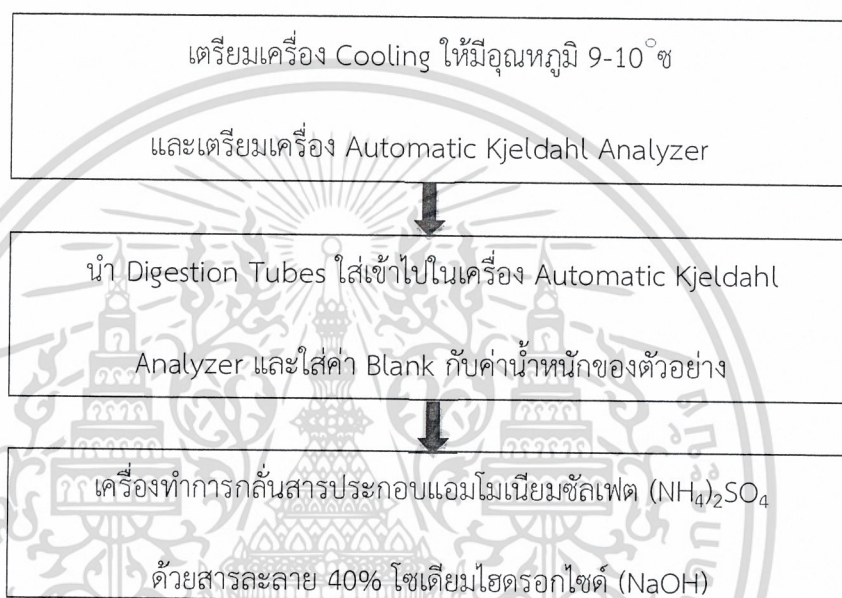
ขั้นตอนที่ 1. การย่อยตัวอย่าง (Digestion)



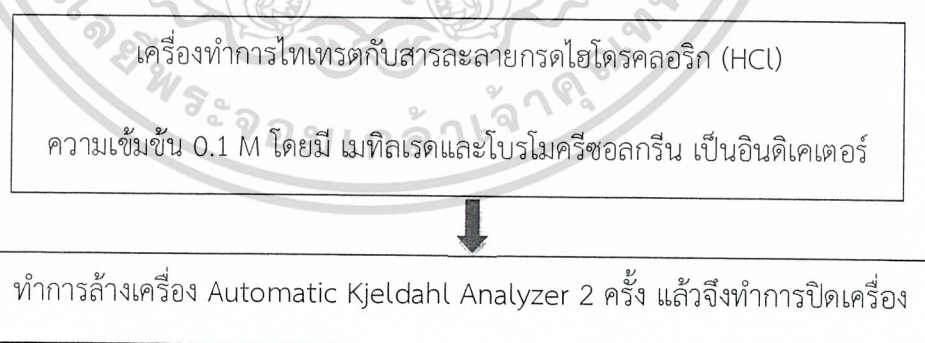
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ทางเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



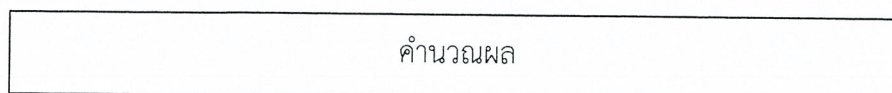
ขั้นตอนที่ 2. การกลั่นแอมโมเนีย (Distillation)



ขั้นตอนที่ 3. การไทเทรตเพื่อหาปริมาณไนโตรเจน (Titration)



ขั้นตอนที่ 4. การคำนวณผล



ภาพที่ 5.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้จัดทำเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี Drying Method

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น คือ การวัดปริมาณน้ำในอาหาร โดยวิธีการที่นิยมใช้โดยทั่วไป คือ การอบแห้ง ซึ่งหลักการของวิธีนี้ คือ น้ำและสารที่ระเหยได้ (Volatile Materials) สามารถระเหยออกจากตัวอย่างอาหารได้ที่อุณหภูมิ 95-100°C ที่ความดันบรรยากาศปกติ ดังนั้น หากทราบน้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างอาหาร น้ำหนักที่สูญเสียไปภายหลังการอบแห้ง คือ ปริมาณน้ำในอาหาร

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างอาหารและบรรจุลงในภาชนะที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
2. อบแห้งที่อุณหภูมิ 103-104 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
3. ทำให้เย็นตัวลงใน Desiccator เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
4. อบแห้งที่อุณหภูมิ 103-104 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. ทำให้เย็นตัวลงใน Desiccator เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
6. ทำการอบแห้งซ้ำ จนกระทั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังการอบแห้งคงที่
7. คำนวณปริมาณความชื้นในอาหาร

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักก่อนอบแห้งและหลังอบแห้ง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

5.2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันทั้งหมด โดยวิธี Ether Extraction Method Digestion By 4 N HCl

ไขมัน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ ดังนั้น ในการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันจึงสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ที่ระเหยง่าย โดยตัวทำละลายอินทรีย์ที่นิยมใช้กันมาก คือ Diethyl ether, Petroleum ether, Dichloromethane, Acetone เป็นต้น ซึ่งสารที่ถูกสกัดได้นอกจากไขมันแล้วยังมีสารบางชนิดที่ถูกสกัดออกมาพร้อมกับไขมันด้วย เช่น Carotenoid, Wax, Sterine และ Alkaloid เป็นต้น เนื่องจากสารที่ถูกสกัดมีทั้งพวกที่เป็นไขมันและไม่ใช่ไขมัน จึงเรียกว่า Crude Fat หรือ Ether Extract

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1

1. นำ Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. ไปอบที่อุณหภูมิ 100^oซ เป็นระยะเวลา 1 ชม.
2. ทำให้เย็นใน Desiccator เป็นระยะเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

ขั้นตอนที่ 2

3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1-2 กรัม ใส่ใน Beaker ขนาด 50 มล.
4. เติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 4 N ปริมาตร 10 มล.
5. นำไปย่อยใน Water bath ที่อุณหภูมิ 70^oซ เป็นระยะเวลา 30 นาที พร้อมใช้แท่งแก้วคน ทุก 5 นาที

ขั้นตอนที่ 3

6. นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาถ่ายลงใน Rohlig tube และล้าง Beaker ด้วยเอทานอล (EtOH) 95% ปริมาตร 10 มล. และ เต็มไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether) ปริมาตร 25 มล. แล้วนำไป นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (Shaker) เป็นระยะเวลา 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) ปริมาตร 25 มล. แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (Shaker) เป็นระยะเวลา 2 นาที
8. ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างน้อย 30 นาที แล้วจึงไขส่วนที่ใสลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. ที่ทราบน้ำหนักแล้ว
9. นำ Erlenmeyer flask ไประเหยด้วย Water bath ที่อุณหภูมิ 100^oซ จนแห้ง
10. นำส่วนตะกอนมาสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติมไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether) และปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) อย่างละ 15 มล. แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (Shaker) เป็นระยะเวลา 2 นาที
11. เมื่อเกิดการแยกชั้นแล้วจึงไขส่วนใสลงใน flask เดิม (โดยในการสกัดครั้งสุดท้ายนั้นควรล้าง Rohlig tube ด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างกากตัวอย่างและส่วนที่เป็นไขมันที่เกาะอยู่ที่ tube แล้วจึงไขส่วนใสลงใน flask เดิม)
12. นำ Erlenmeyer flask ไประเหยด้วย Water bath ที่อุณหภูมิ 100^oซ จนแห้ง
13. นำ Erlenmeyer flask พร้อมตัวอย่างที่ระเหยแห้งแล้ว ไปอบในตู้ Hot air Oven ที่อุณหภูมิ 100^oซ เป็นระยะเวลา 1 ชม. แล้วทำให้เย็นใน Desiccator เป็นระยะเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
14. นำ Erlenmeyer flask ไปอบอีกครั้ง ที่อุณหภูมิ 100^oซ เป็นระยะเวลา 45 นาที แล้วทำให้เย็นใน Desiccator เป็นระยะเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จึงทำการชั่งน้ำหนัก
15. คำนวณผล

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมด

$$\% \text{ ไขมันทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การคำนวณหาค่าพลังงาน

$$\text{พลังงาน} = (\% \text{โปรตีน} \times 4) + (\% \text{ไขมันทั้งหมด} \times 9) + (\% \text{คาร์โบไฮเดรต} \times 4)$$

(โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี, ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี และ คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี)

การคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

$$\% \text{คาร์โบไฮเดรต} = 100 - \% \text{เถ้า} - \% \text{โปรตีน} - \% \text{ความชื้น} - \% \text{ไขมันทั้งหมด}$$

5.4 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพภายใน (Internal Quality Control, IQC) หมายถึง การดำเนินการของห้องปฏิบัติการในการเฝ้าระวังการทดสอบและผลการทดสอบให้น่าเชื่อถือก่อนรายงานผล กระบวนการควบคุมคุณภาพต้องครอบคลุมทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง ตลอดจนถึงการรายงานผลการทดสอบ

วิธีการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการจะต้องเลือกตัวอย่างควบคุม (Quality Control Sample, QC Sample) แล้วทำการทดสอบพร้อมกับตัวอย่างในแต่ละชุด การเลือกตัวอย่างควบคุมขึ้นอยู่กับวิธีวิเคราะห์ ธรรมชาติของตัวอย่าง สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ (analyte) และความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

วิธีการควบคุมคุณภาพภายใน

1. การวิเคราะห์ Certified Reference Materials (CRMs)
2. การวิเคราะห์ QC check standard (Instrument check standard)
3. การวิเคราะห์รีเอเจนต์แบลงค์หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ (Reagent blank or Method blank)

4. การวิเคราะห์ Spiked sample หรือ การหา % Recovery ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตลอดช่วงใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5. การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (Duplicate analysis pair) ของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์ Check หรือ Control sample

7. การตรวจสอบสมรรถนะ (Performance) ของเครื่องมือ

โดยในการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนนั้น จะใช้วิธีการควบคุมคุณภาพภายใน 2 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (Duplicate analysis pair) และ การวิเคราะห์ Check หรือ Control sample

- การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (Duplicate analysis pair)

เกณฑ์ยอมรับ : เกณฑ์การยอมรับของ % ความแตกต่างสัมพัทธ์ (% Relative Percent Difference, RPD) คือ 5% หรือเมื่อผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ควบคุม (Control limit) ถ้าใช้แผนภูมิควบคุม ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

การคำนวณผล

$$\% \text{ ความแตกต่างสัมพัทธ์} = \frac{(\text{ผลการทดสอบครั้งที่ 1} - \text{ผลการทดสอบครั้งที่ 2})}{\text{ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทั้งสองครั้ง}} \times 100$$

- การวิเคราะห์ Check หรือ Control sample

Check หรือ Control sample หมายถึง ตัวอย่างที่ทำ การวิเคราะห์แล้ว มีความคงสภาพและมีความสม่ำเสมอ (Homogeneity) นำมาทดสอบแทรกเข้าไปในชุดตัวอย่าง

เกณฑ์ยอมรับ : ระบุเกณฑ์ % ความแตกต่างจากค่าจริง หรือ % ความถูกต้อง หรือเมื่อผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

ในแต่ละการทดลองจะใช้ Control sample ที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของวิธีการทดลอง ได้แก่

1. การทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าด้วยวิธี Dry Ash Method

ใช้ Control sample คือ แป้งข้าวเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลองวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method

ใช้ Control sample คือ แป้งถั่วเหลือง

3. การทดลองวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี Drying Method

ใช้ Control sample คือ แป้งถั่วเขียว

4. การทดลองวิเคราะห์หาปริมาณไขมันทั้งหมด โดยวิธี Ether Extraction Method Digestion By 4 N HCl

ใช้ Control sample คือ แป้งถั่วเหลือง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

6.1 ค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

จากการศึกษาวิเคราะห์ค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้ง 15 ชนิด เปรียบเทียบกับสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI) โดยค่าพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวัน คือ 2,000 กิโลแคลอรี และปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงานที่ควรได้รับต่อวัน ได้แก่ โปรตีน 50 กรัม, ไขมันทั้งหมด 65 กรัม และ คาร์โบไฮเดรต 300 กรัม ซึ่งพบว่า ลูกก๊วยเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีค่าพลังงานสูงสุด คือ 549 ± 10.49 กิโลแคลอรี/100กรัม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27.44 ของ Thai RDI โดยประกอบด้วยสารอาหารให้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณโปรตีน 7.85 ± 0.27 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 15.70, ปริมาณไขมันทั้งหมด 33.09 ± 1.41 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 50.91 และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 54.88 ± 0.83 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 18.29 ของ Thai RDI และพบว่า เอแคลร์เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีค่าพลังงานต่ำที่สุด คือ 236 ± 25.82 กิโลแคลอรี/100กรัม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11.82 ของ Thai RDI โดยประกอบด้วยสารอาหารให้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณโปรตีน 4.67 ± 0.94 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.34, ปริมาณไขมันทั้งหมด 12.86 ± 3.70 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 19.78 และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 25.48 ± 2.82 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 8.49 ของ Thai RDI โดยค่าพลังงาน, ปริมาณโปรตีน, ปริมาณเถ้า, ปริมาณความชื้น, ปริมาณไขมันทั้งหมด และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.1.1 และ เปรียบเทียบปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงานและค่าพลังงานกับสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI) ดังแสดงในตารางที่ 6.1.2

ตารางที่ 6.1 การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของอาหาร (Proximate Analysis)

ตัวอย่าง	ส่วนประกอบ (กรัม/100กรัม)					พลังงาน* (กิโลแคลอรี/ 100กรัม)
	โปรตีน*	เถ้า*	ความชื้น*	ไขมันทั้งหมด*	คาร์โบไฮเดรต*	
1. ขนมหังหน้าเนย	7.65±0.52	1.28±0.25	28.48±2.36	14.97±2.68	47.62±4.76	356±5.05
2. ทอพีเค้ก	7.24±1.20	1.26±0.28	15.99±1.55	27.92±3.82	47.59±3.52	471±21.51
3. บราวน์	6.72±0.55	1.42±0.24	14.63±2.99	24.91±2.69	52.32±3.44	460±21.26
4. โดนัทบาวาเรียน	4.93±1.32	1.06±0.26	37.66±5.37	13.19±3.49	43.16±4.06	311±33.89
5. เอแคลร์	4.67±0.94	0.82±0.13	56.17±2.39	12.86±3.70	25.48±2.82	236±25.82
6. ขนมหังพิชซ่า	7.50±1.84	1.63±0.20	45.48±6.34	21.43±2.50	23.97±6.50	319±16.61
7. พัพพูน่า	9.56±0.58	1.42±0.08	34.14±1.38	23.88±1.22	31.01±1.94	377±0.88
8. ครั้วของค์	9.45±0.34	1.55±0.24	19.24±2.88	23.86±5.09	45.92±2.72	436±36.32
9. แยมโรล	6.56±0.30	1.03±0.12	28.15±4.68	24.94±2.52	39.32±4.66	408±26.15
10. แชนดรีชแฮมชีส	10.24±0.99	2.18±0.58	43.02±2.81	12.31±3.74	32.26±4.15	281±26.74
11. แชนดรีชทูน่า	10.19±2.93	1.51±0.20	45.19±6.35	13.56±1.84	29.56±7.16	281±28.78
12. คุกกี้เนย	7.85±0.27	1.07±0.20	3.12±0.66	33.09±1.41	54.88±0.83	549±10.49
13. เค้ก	3.74±0.67	1.32±0.34	27.88±12.56	32.18±6.56	34.87±14.99	444±56.69
14. โดนัทโรยน้ำตาล**	5.95	1.47	12.93	20.17	59.48	443
15. พายทูน่า**	6.72	1.36	37.82	19.44	34.66	340

* mean±SD, n≥3

** หมายถึง โดนัทโรยน้ำตาลและพายทูน่านี้มีเพียงอย่างละ 1 ตัวอย่าง จึงไม่สามารถคำนวณค่า mean และค่า SD ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 ร้อยละของ ปริมาณโปรตีน, ปริมาณไขมันทั้งหมด, ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และ ค่าพลังงาน ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เปรียบเทียบกับสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI)

ตัวอย่าง	% Thai RDI			
	โปรตีน*	ไขมันทั้งหมด*	คาร์โบไฮเดรต*	พลังงาน*
1. ขนมปังหน้าเนย	15.29	23.03	15.87	17.79
2. ทอฟฟี่เค้ก	14.47	42.96	15.86	23.53
3. บราวนี่	13.45	38.33	17.44	23.02
4. โดนัทบาวาเรียน	9.86	20.29	14.39	15.55
5. แอแคลร์	9.34	19.78	8.49	11.82
6. ขนมปังพิซซา	15.00	32.97	7.99	15.94
7. พัพพุน่า	19.12	36.74	10.34	18.86
8. ครั้วชองด์	18.89	36.70	15.31	21.81
9. แยมโรล	13.12	38.37	13.11	20.40
10. แชนด์วิชแฮมชีส	20.48	18.94	10.75	14.04
11. แชนด์วิชพุดิน่า	20.38	20.86	9.85	14.05
12. คุกกี้เนย	15.70	50.91	18.29	27.44
13. เค้ก	7.49	49.51	11.62	22.20
14. โดนัทโรยน้ำตาล	11.9	31.03	19.83	22.16
15. พายพุดิน่า	13.44	29.91	11.55	17.02

* ค่าพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวัน คือ 2,000 กิโลแคลอรี และปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงานที่ควรได้รับต่อวัน ได้แก่ โปรตีน 50 กรัม, ไขมันทั้งหมด 65 กรัม และ คาร์โบไฮเดรต 300 กรัม

6.2 วิจัยผลการทดลอง

จากการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ 15 ชนิด พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีความสอดคล้องกับบทความการศึกษาปริมาณพลังงานในอาหารว่างและขนมขบเคี้ยวของกลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข โดยในบทความได้มีการกล่าวถึงการวิเคราะห์กลุ่มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ซึ่งผลการวิเคราะห์กล่าวว่า คุกกี้เนย เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีค่าพลังงานสูงที่สุด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ 532 กิโลแคลอรี/100กรัม และเอแคลร์เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีค่าพลังงานต่ำสุด คือ 233 กิโลแคลอรี/100กรัม (ภัทธีรา, 2549) ซึ่งค่าพลังงานที่วิเคราะห์ได้จากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ 15 ชนิดนั้น พบว่า คุกกี้เนย เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีค่าพลังงานสูงที่สุด คือ 549 ± 10.49 กิโลแคลอรี/100กรัม และเอแคลร์ เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีค่าพลังงานต่ำที่สุด คือ 236 ± 25.82 กิโลแคลอรี/100กรัม โดยความสอดคล้องกันดังกล่าวของผลการวิเคราะห์การศึกษาปริมาณพลังงานในอาหารว่างและขนมขบเคี้ยวของกลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข กับ ค่าพลังงานที่วิเคราะห์ได้จากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ 15 ชนิดนั้น มีผลวิเคราะห์ค่าพลังงานที่ใกล้เคียงกัน อาจเนื่องมาจากการใช้วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน และ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกันในพื้นที่เดียวกัน

จากการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนเพื่อคำนวณหาพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น พบว่า ในการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า โดยวิธี Dry Ash Method นั้น เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมาก แต่อาจเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย อีกทั้งยังใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างมาก ในส่วนของการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method เป็นวิธีวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร แล้วนำไปคำนวณต่อโดยคูณกับค่าคงที่ (Factor) ซึ่งตัวอย่างบางชนิดก็จะมีค่าเฉพาะต่อค่าคงที่ที่แตกต่างกันไปตามร้อยละของปริมาณไนโตรเจนที่พบ โดยในการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนนั้น หากตัวอย่างใดที่มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างน้อยก็จะเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองได้ง่าย ซึ่งวิธีวิเคราะห์นี้เป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีความยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างมากในเรื่องของจำนวนสารเคมีที่ใช้ แต่เป็นวิธีที่ใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ไม่มาก ในส่วนของการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แต่ละชนิดมีการสุ่มมาจำนวนไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการแปรผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษา

7.1 สรุปผลที่ได้จากการศึกษาทดลอง

จากการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานในผลิตภัณฑ์ เบเกอร์รี่ 15 ชนิด ได้แก่ ขนมปังหน้าเนย, ทอफीเค้ก, บราวน์, โดนต์ขาวาเรียน, เอแคลร์, ขนมปังพิชซ่า, พัพพูน่า, ครัฟซองต์, แยมโรล, แซนด์วิชแฮมชีส, แซนด์วิชทูน่า, คุกกี้เนย, เค้ก, โดนต์โรยน้ำตาล และ พายทูน่า ด้วยวิธี Dry Ash Method และวิธี Kjeldahl Method ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

7.1.1 คุกกี้เนยเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ที่มีค่าพลังงานสูงที่สุด คือ 549 ± 10.49 กิโลแคลอรี/100กรัม ตัวอย่าง และ เอแคลร์เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ที่มีค่าพลังงานต่ำที่สุด คือ 236 ± 25.82 กิโลแคลอรี/100กรัม ตัวอย่าง

7.1.2 เปรียบเทียบกับสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI) โดยค่าพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวัน คือ 2,000 กิโลแคลอรี ซึ่งคุกกี้มีค่าพลังงานคิดเป็นร้อยละ 27.44 ของ Thai RDI และ เอแคลร์มีค่าพลังงานคิดเป็นร้อยละ 11.82 ของ Thai RDI

7.1.3 เปรียบเทียบกับสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (%Thai RDI) โดยปริมาณสารอาหารที่ให้พลังงานที่ควรได้รับต่อวัน ได้แก่ โปรตีน 50 กรัม, ไขมันทั้งหมด 65 กรัม และ คาร์โบไฮเดรต 300 กรัม

- คุกกี้ ประกอบด้วยสารอาหารให้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณโปรตีน 7.85 ± 0.27 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 15.70, ปริมาณไขมันทั้งหมด 33.09 ± 1.41 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 50.91 และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 54.88 ± 0.83 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 18.29 ของ Thai RDI

- เอแคลร์ ประกอบด้วยสารอาหารให้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณโปรตีน 4.67 ± 0.94 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.34, ปริมาณไขมันทั้งหมด 12.86 ± 3.70 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 19.78

และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 25.48 ± 2.82 กรัม/100กรัม คิดเป็นร้อยละ 8.49 ของ Thai RDI

7.2 สรุปผลที่ได้จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ในด้าน

7.2.1 ปัญหาและอุปสรรค

ในการดำเนินการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าและปริมาณโปรตีนนั้น ในขั้นตอนของการดักตัวอย่างมาวิเคราะห์นั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะหากดักตัวอย่างที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันหรือดักตัวอย่างที่มีการแยกชั้นกันจะทำให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน โดยจะต้องทำการทดลองซ้ำ ซึ่งจะทำให้สูญเสียระยะเวลาในการทดลองตัวอย่างชนิดอื่นและสูญเสียค่าใช้จ่ายในการทดลองเพิ่มขึ้น

7.2.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้ฝึกการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการทำงานในห้องปฏิบัติการและได้เรียนรู้วิธีการวิเคราะห์ต่างๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ยังทำให้ได้ทราบถึงค่าพลังงานและคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้ง 15 ชนิด

7.2.3 ข้อเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์หาพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้ง 15 ชนิดนั้น เป็นการวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น จึงควรมีการวิเคราะห์หาพลังงานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดอื่นๆ ที่นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้ง 15 ชนิดนี้ เพราะผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งค่าพลังงานและสารอาหารอื่นๆ ที่วิเคราะห์ได้นั้น จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2541. สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (THAI RECOMMENDED DAILY INTAKES-THAI RDI). บัญชีหมายเลข 3 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, ฉบับที่ 182
- ภัทธิรา ยิ่งเลิศรัตนกุล. 2549. การศึกษาปริมาณพลังงานในอาหารว่างและขนมขบเคี้ยว. กลุ่มวิจัยอาหารเพื่อโภชนาการ สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, 16th edition, Pub, Association of Official Analytical Chemists, Inc, USA 1995 (II) 32.1.05, Chapter 32, p.2
- AOAC. 1988. Proximate Analysis of Milk-Based Infant Formula, Infant Formula and Medical Diets, AOAC Official Method 986.25, Chapter 50, p.15
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th edition, Gaithersburg, MD: AOAC International; 2000. Official Method 991.20, p.10-12.
- Gonca, B., Banu, S., Kemal, E. E., Halil, B., Hamit, K., & Ismail, H. B., (2016). Ash analysis of flour sample by using laser-induced breakdown spectroscopy. Spectrochimica Acta Part B, 124, 74-78.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าด้วยวิธี Dry Ash Method

- โดยใช้ Control sample คือ แป้งถั่วเหลือง

QC แป้งถั่วเหลือง	
ครั้ง	ปริมาณเถ้า (กรัม/100กรัม)
1	5.18
2	5.15
3	5.00
4	5.07
5	4.87
6	4.98
7	5.09
8	5.07
9	5.04
10	5.02
11	5.19
12	5.22
13	5.16
14	5.11
15	5.07
16	5.07
17	5.21
18	5.23
mean±SD, n=18	5.10±0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลองวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method

- ใช้ Control sample คือ แป้งถั่วเหลือง

Protein	
ครั้ง	ปริมาณโปรตีน (กรัม/100กรัม)
1	39.37
2	39.50
3	39.81
4	39.73
5	39.41
6	39.39
7	37.90
8	37.91
9	38.99
10	37.73
11	39.27
12	39.18
13	39.25
14	39.92
15	39.52
16	39.54
17	40.40
18	40.30
19	39.82
20	40.17
21	39.85
22	39.79
23	39.75
24	39.46
25	39.52
26	39.50
27	39.51
28	39.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 mean±SD, n=28 39.43±0.64
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ มีมติเห็นชอบเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

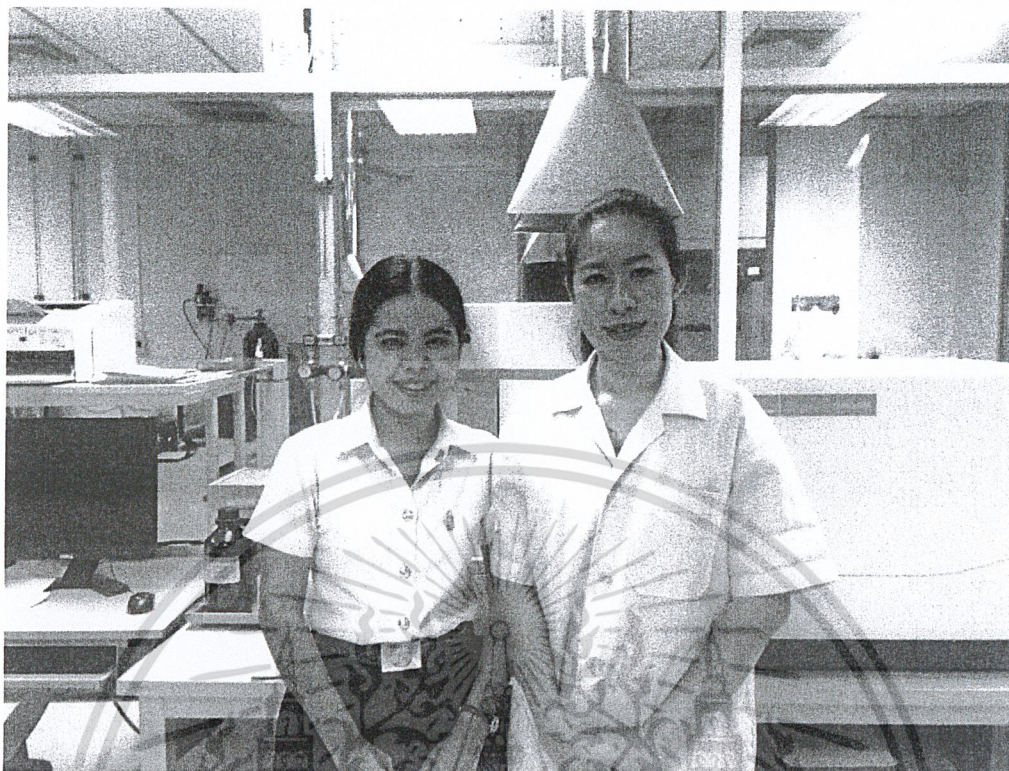
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



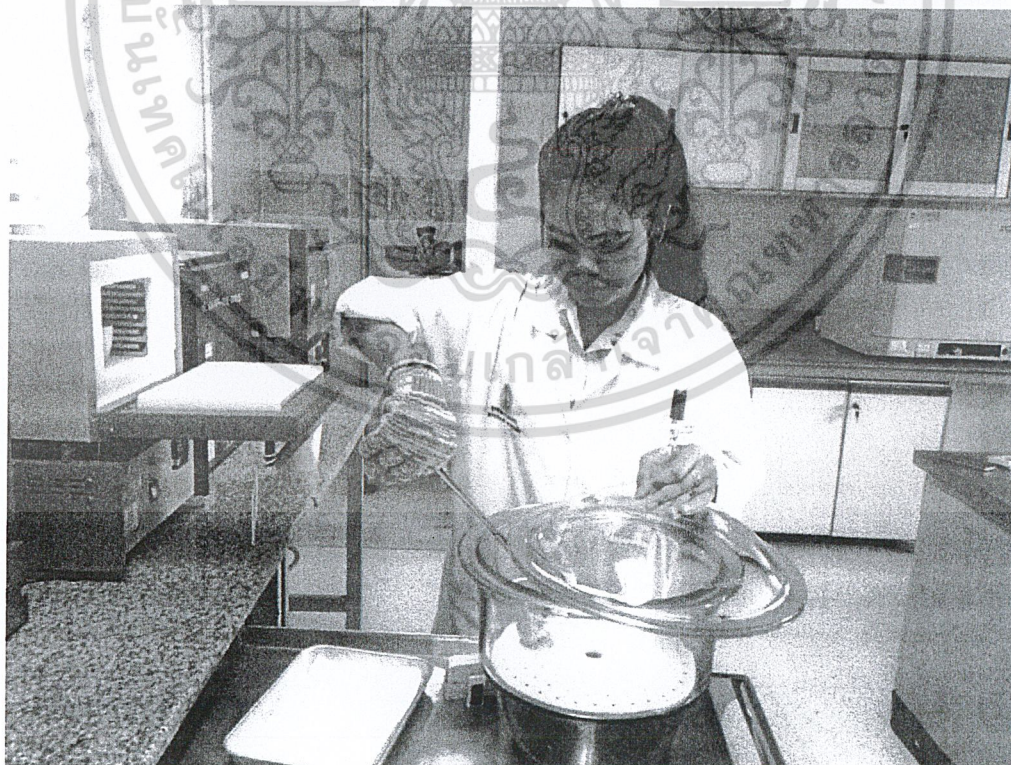
ภาพที่ 1 ข. รูปป้ายโรงงาน



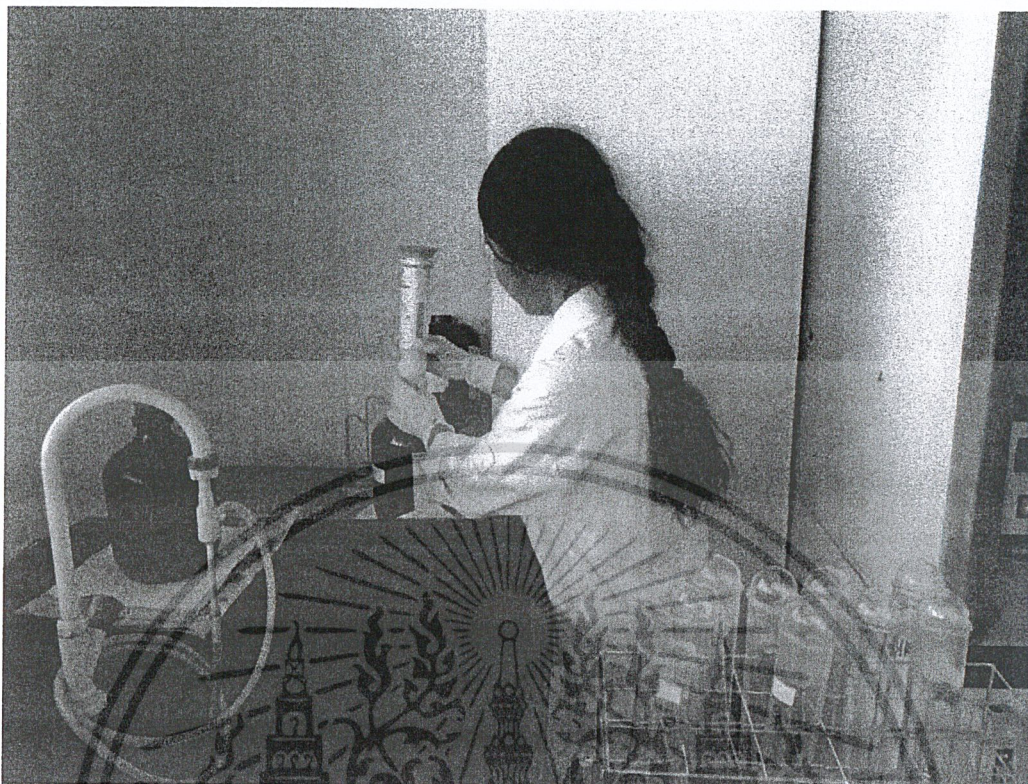
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 2 ข. รูปถ่ายร่วมกับป้ายสถานประกอบการ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ข. รูปถ่ายร่วมกับพนักงานสถานประกอบการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 4 ข. รูปถ่ายขณะปฏิบัติงาน มุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ข. รูปถ่ายขณะปฏิบัติงาน



ภาพที่ 6 ข. รูปถ่ายขณะปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ข. กิจกรรมการสงฆ์พระในวันสงกรานต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้