

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
ขอบเขตเนื้อหาของการจัดทำคู่มือ	2
คำจำกัดความ	2
บทที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ	3
โครงสร้างการบริหารจัดการ	3
หน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงาน	8
บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	9
หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามที่ได้รับมอบหมาย	10
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน	14
คุณสมบัติของไขมัน	14
วิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหาร	14
ขั้นตอนการใช้เครื่อง Soxhlet extraction	16
บทที่ 4 เทคนิคการปฏิบัติงาน	17
หลักการ	17
อุปกรณ์ และสารเคมี	17
วิธีการ	18
การคำนวณ	18
องค์ประกอบของเครื่องสกัดไขมัน	29
ขั้นตอนการใส่ตัวอย่างและอุปกรณ์ประกอบเครื่อง	21
การตั้งโปรแกรมการสกัดไขมันของเครื่อง Soxhlet extraction	26

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 5 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ	29
ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไข	29
ข้อเสนอแนะ.....	31
บรรณานุกรม.....	32
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ ฯ.....	34
ภาคผนวก ข การใช้เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์และเทคนิคการชั่งสาร	36
ภาคผนวก ค การใช้เตชีกเคเตอร์.....	38
ประวัติผู้เขียน	40

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 เครื่องสกัดไขมันของบริษัทบูชิ รุ่น B-811	19
4.2 เครื่องทำความเย็น (Cooling)	19

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ

ไขมันเป็นส่วนหนึ่งในส่วนประกอบหลักที่พบในอาหารแทบทุกประเภท ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ นม ธัญพืช และผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ ไขมันจึงเป็นแหล่งสะสมพลังงานและเป็นแหล่งให้กรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย อย่างไรก็ตามการบริโภคไขมันบางประเภท เช่น คอเลสเตอรอล (Cholesterol) และไขมันอิ่มตัว (Saturated fats) ในปริมาณที่มากเกินไปก็ทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกายได้เช่นกัน ในอาหารหลายชนิด ไขมันจะมีบทบาทสำคัญในการกำหนดลักษณะทางกายภาพ เช่น กลิ่น (Flavor) เนื้อสัมผัส (Texture) และความรู้สึกที่ปาก (Mouth feel) ดังนั้นถ้ามีในปริมาณไม่เหมาะสมอาจทำให้ลักษณะทางกายภาพของอาหารชนิดนั้นไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ไขมันหลายชนิดสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่น รส ที่ไม่พึงปรารถนา (Off-flavors) หรือเกิดสารบางชนิดที่อาจเป็นอันตรายได้ เหตุผลเหล่านี้จึงทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ชนิด ปริมาณ สมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และโครงสร้างของไขมัน ปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์ไขมันที่ได้รับความนิยมได้แก่ เทคนิค Gravimetric ซึ่งมีหลักการคือ การวัดน้ำหนักของสารตัวอย่างในตอนต้นเทียบกับผลผลิตสุดท้ายแล้วคำนวณค่าเป็นน้ำหนักหรือเปอร์เซ็นต์ของไขมันที่ได้ (อนุชิตา มุ่งงาม, 2554, น.70)

การสกัดไขมันด้วยวิธีซอกซ์เล็ท (Soxhlet method) เป็นหนึ่งในวิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน ในตัวอย่างอาหาร หรือปริมาณน้ำมันหอมระเหยในสมุนไพร เป็นการสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ (พินท์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพนธ์, 2563)

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าวจึงเป็นเหตุให้ผู้เขียนมาเขียนผลงานคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง “การสกัดไขมันด้วยวิธี Soxhlet โดยมีเนื้อหาประกอบไปด้วยส่วนประกอบของเครื่อง Soxhlet Extraction ภาพของอุปกรณ์ ขั้นตอนการใช้งาน วิธีการดูแลรักษา ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจ และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่องค์กร

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้
- 1.2.2 เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้
- 1.3.2 การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.4 ขอบเขตเนื้อหาของการจัดทำคู่มือ

การปฏิบัติงานนี้ครอบคลุมขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง สารเคมี เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอน การทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธี Soxhlet การใช้เครื่อง Soxhlet Extraction รุ่น B-811 บริษัท BUCHI ของนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ให้กับนักศึกษาที่ใช้ในการเรียนการสอน และวิจัย เป็นประจำทุกปีการศึกษา

1.5 คำจำกัดความ

การสกัดด้วย Soxhlet method เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายใน Flask ระเหยไป แล้วกลั่นตัวลงในทิมเบิล (Thimble) ซึ่งบรรจุตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ เมื่อตัวทำละลายใน Extracting chamber สูงถึงระดับสารสกัดจะ ไหลกลับ ลงไปใน Flask ด้วยวิธีการกลั่นน้ำ Flask นี้ได้รับความร้อนจาก Heating mantle หรือหม้อ อังไอน้ำ ตัวทำละลายจึงระเหยไปทั้งสารสกัดไว้ใน Flask ตัวทำละลายเมื่อกระทบ Condenser จะกลั่นตัว กลับลงมาสกัดใหม่วนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ การสกัดด้วยวิธีนี้ใช้ความร้อนด้วย จึงอาจทำให้ สารเคมีบางชนิดสลายตัว (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพนธ์, 2563)

ไขมัน (Fats) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol) มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า ไขมัน ถ้ามีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า น้ำมัน (Oils) ทั้งไขมันและน้ำมันมีสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) คือไม่ชอบน้ำ (กมลวรรณ สุขสวัสดิ์, 2559)

บทที่ 2

โครงสร้าง และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการ

ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระยะที่ 7 (พ.ศ. 2535–2539) รัฐบาลมีนโยบายที่จะเร่งรัดพัฒนาประเทศ ไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ (NIC; New Industrial Country) ซึ่งต้องการพัฒนากำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีศักยภาพเพียงพอที่จะสนองนโยบายการพัฒนาประเทศ ดังกล่าวนี้นั้น ในส่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามก็ได้มีการเร่งรัดพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยสำนักงานสภามหาวิทยาลัยราชภัฏได้จัดทำโครงการชื่อว่า “โครงการพัฒนาการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ” มีศูนย์ดำเนินการตามโครงการนี้ 13 ศูนย์คือ

1. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
3. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
4. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
5. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
6. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
7. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
8. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
9. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
10. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
11. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
12. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
13. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ตามโครงการดังกล่าว ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้มีการดำเนินการต่อไปนี้

1. ได้จัดสร้างอาคาร 4 ชั้นวงเงินค่าก่อสร้าง 37 ล้านบาท เรียกชื่อว่า “อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์” เริ่มก่อสร้างเมื่อเดือนธันวาคม 2535 แล้วเสร็จในเดือนมกราคม 2538 ปัจจุบันเรียกชื่ออาคารหลังนี้ว่า “ศูนย์วิทยาศาสตร์”

2. จัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทั้งสาขาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา รวมทั้งวิทยาศาสตร์ประยุกต์เข้าประจำศูนย์

3. จัดส่งอาจารย์เข้ารับการอบรมทั้งในประเทศและต่างประเทศ
4. จัดทำโครงการวิจัยปัญหาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของท้องถิ่น
5. สนับสนุนการเรียนการสอนโปรแกรมวิชาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

6. ให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชน

2.1.1 ผู้บริหารศูนย์วิทยาศาสตร์

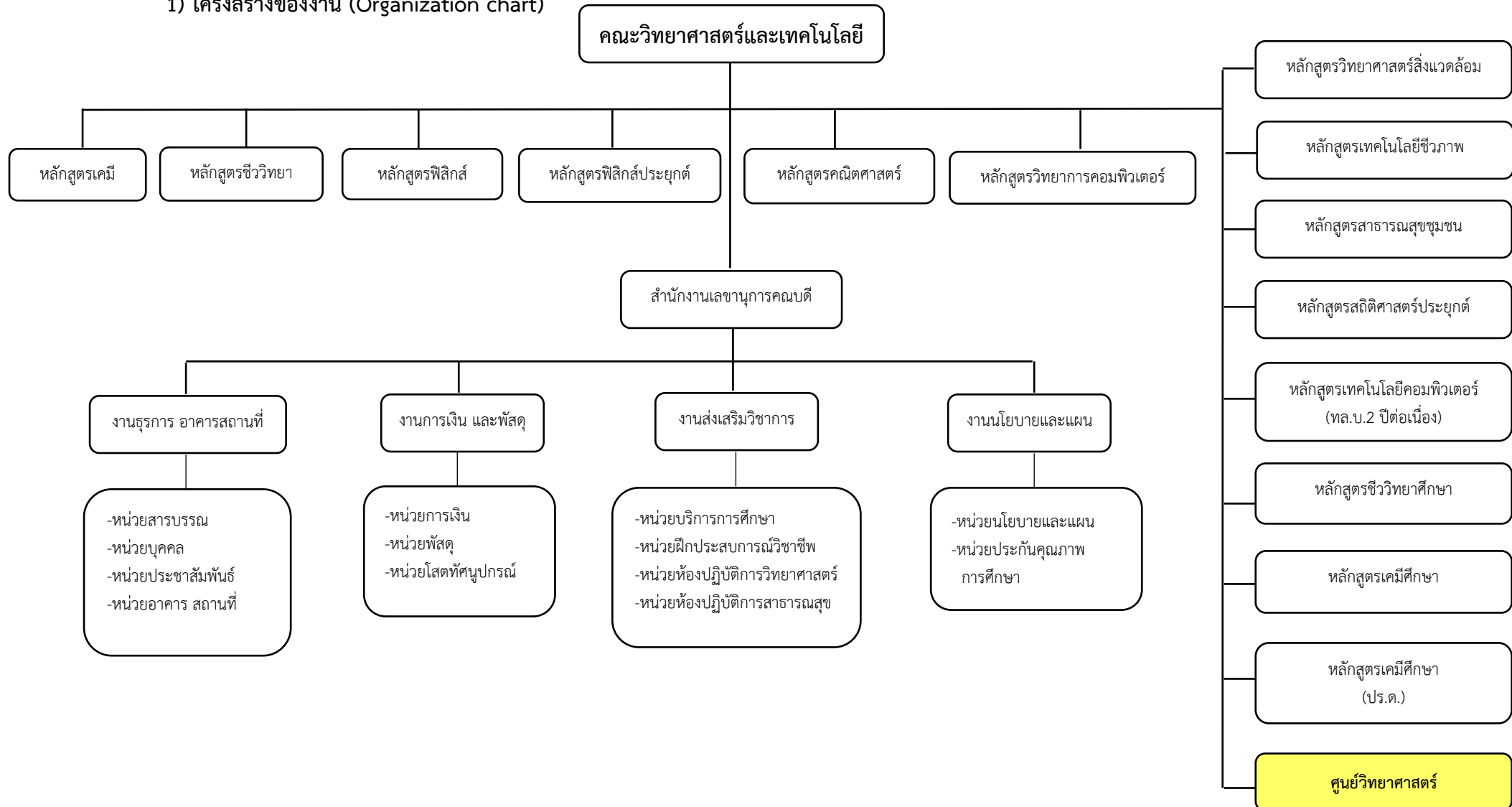
- 1) ศาสตราจารย์ประเวศ บุญมี ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ปี 2536-2538
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ โมเนะตระกูล ตำแหน่ง ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ปี 2539 – 2540
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิตยา แซ่ซิ้ม ตำแหน่ง ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2540- 2541
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรกานต์ แวงวรรณ ตำแหน่ง หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2542- 2545
- 5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรมล จันทสูตร ตำแหน่ง หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2545-2548
- 6) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทองสุข พละมา ตำแหน่ง หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2548- 2551
- 7) อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง ตำแหน่ง หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ ปี 2551- 2552
- 8) ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ บุตรศาสตร์ ตำแหน่งหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2552
- 9) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทองสุข พละมา ตำแหน่ง หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2552- 2555
- 10) อาจารย์ ดร.นุกูลกุด แถลง ตำแหน่งหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2556- 2560
- 11) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิกกร สายแก้ว ตำแหน่งหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ปี 2560- ปัจจุบัน

2.1.2 ปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์

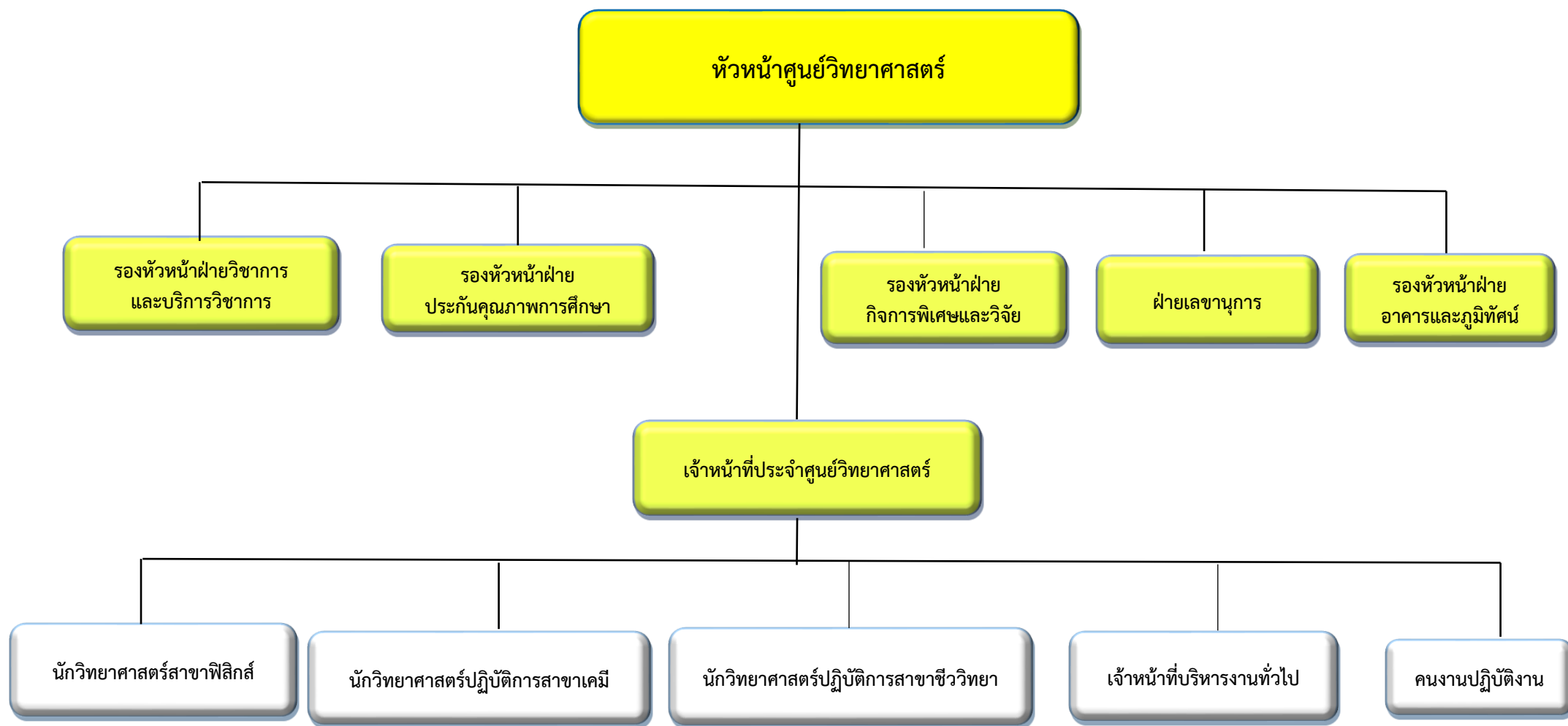
- 1) ปรัชญา
ส่งเสริมบริการ ประสานความรู้ นำสู่ชุมชน
ส่งเสริมและบริการด้านวิทยาศาสตร์ ประสานความรู้สู่ชุมชน
วิทยาศาสตร์ก้าวไกล ใส่ใจบริการ ประสานความรู้ นำสู่ชุมชน
ส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการบริการสังคม
- 2) ปณิธาน
เสริมสร้าง และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านวิทยาศาสตร์สู่ชุมชน
- 3) วิสัยทัศน์
ศูนย์วิทยาศาสตร์ เป็นแหล่งส่งเสริมการเรียนรู้ การวิจัย และบริการวิชาการ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบูรณาการความรู้สากลและภูมิปัญญาชุมชนเพื่อพัฒนาชุมชนให้มีคุณภาพอย่างยั่งยืน

2.1.3 โครงสร้างการบริหารจัดการองค์กร

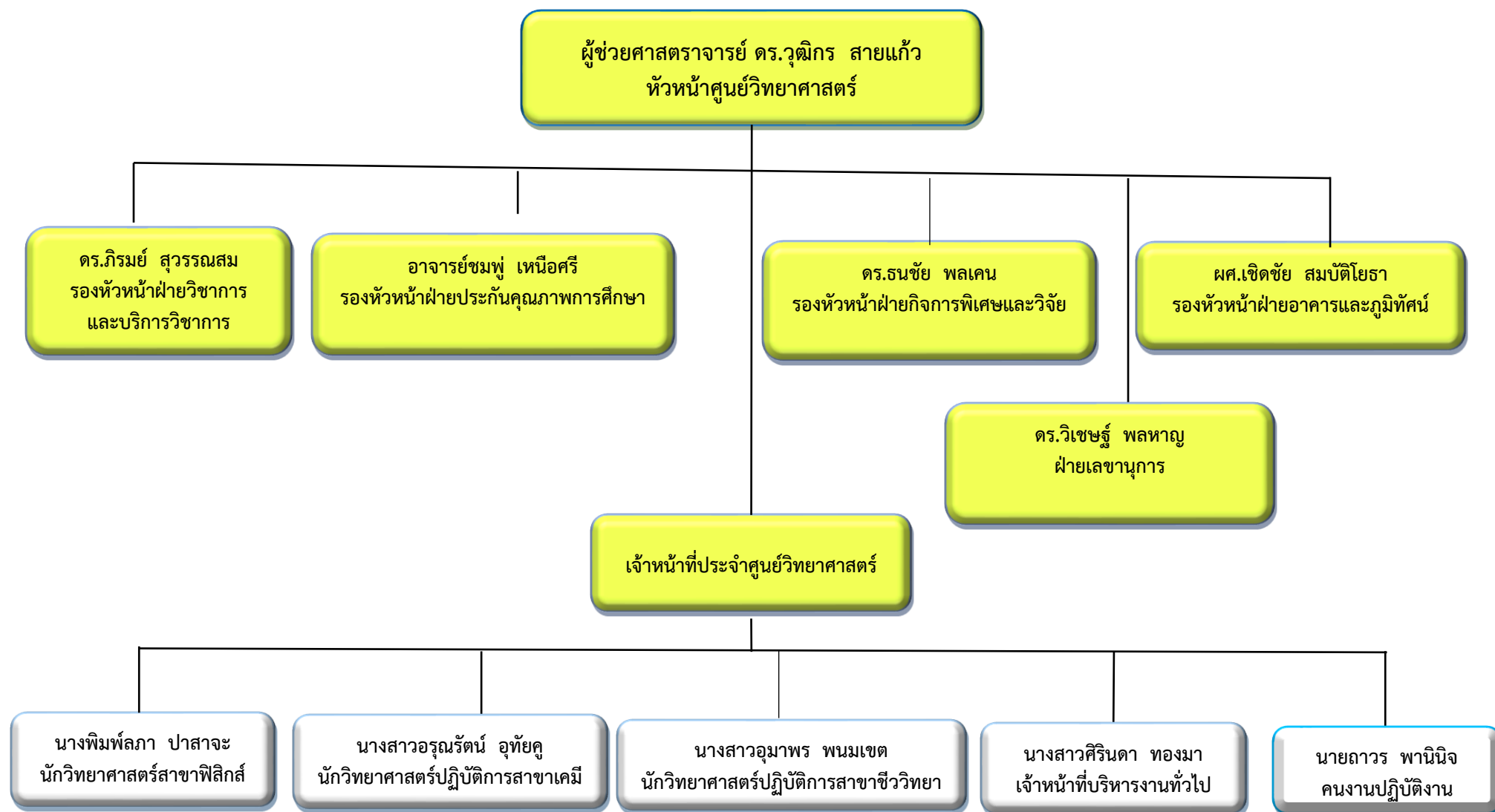
1) โครงสร้างของงาน (Organization chart)



2) โครงสร้างการบริหารหน่วยงาน (Administration chart)



3) โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity chart)



2.2 หน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงาน

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มีหน้าที่ให้บริการและสนับสนุนการเรียนการสอน 3 ดังนี้

1) ด้านการศึกษา

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นสนับสนุนการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยมุ่งให้ผู้เรียนรู้และปฏิบัติอย่างจริงจัง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่แท้จริง ดังนั้นจึงจัดให้มีการพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องเพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ดังนี้

1.1) พัฒนาความพร้อมด้านอุปกรณ์ วัสดุ ครุภัณฑ์ และห้องปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เพื่อให้อาจารย์ และนักศึกษาสามารถใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งให้บริการชุมชนในชุมชนได้

1.2) สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน และทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3) พัฒนาบุคลากร อาจารย์ให้ได้รับการเพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ โดยเข้ารับการอบรม ทั้งในประเทศและต่างประเทศทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อสามารถนำความรู้มาใช้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.4) จัดฝึกอบรม และให้ความรู้แก่บุคคลทั่วไป และบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยให้สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการของชุมชน

2) งานด้านการวิจัย

การวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ก้าวหน้า ทันท่วงที เหตุการณ์ ดังนั้นศูนย์จึงสนับสนุนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ทั้งในส่วนของอาจารย์ และนักศึกษา เพื่อให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ที่ทันสมัย รวมทั้ง เป็นการแก้ปัญหาของชุมชน การกิจสำคัญของด้านการวิจัยมีดังนี้

2.1) บริการเครื่องมือ และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการเรียนการสอนและการวิจัย ทั้งในมหาวิทยาลัย และหน่วยงานอื่น ๆ โดยมีบุคลากรให้คำแนะนำการใช้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

2.2) ส่งเสริมพันธกิจด้านการวิจัย ทางวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ของบุคลากรในมหาวิทยาลัย และบุคคลภายนอก

3) ด้านการให้บริการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้บริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่บุคลากรทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย เพื่อให้ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม

2.3 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

2.3.1 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง

ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ที่กำหนดโดย ก.บ.ม. เมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม 2557 (สภามหาวิทยาลัยฯ เห็นชอบในการประชุมครั้งที่ 6/2557 เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2557) ระบุบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ ดังนี้

1) หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ โดยใช้ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญงาน ทักษะ และประสบการณ์สูงในงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติงานที่ต้องทำการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือวิจัย เพื่อการปฏิบัติงานหรือพัฒนางาน หรือแก้ไขปัญหาในงานที่มีความยุ่งยากและมีขอบเขตกว้างขวาง และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย หรือ

ปฏิบัติงานในฐานะหัวหน้างาน มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการควบคุมการปฏิบัติงาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีขอบเขตเนื้อหาของงานหลากหลาย และมีขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนค่อนข้างมากโดยต้องกำหนดแนวทาง การทำงานที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ตลอดจนกำกับตรวจสอบผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้งานที่รับผิดชอบสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1) ด้านการปฏิบัติการ

1.1.1) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือวิจัย และพัฒนาแนวทางวิธีการในงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำเอกสารวิชาการ คู่มือเกี่ยวกับงานในความรับผิดชอบ และเผยแพร่ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสานพัฒนาแนวคิดทางเทคนิควิชาการ พัฒนางานวิชาการ พัฒนาอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ หาวิธีการในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.1.2) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจสอบ วิจัย ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของวัตถุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด ที่ต้องใช้เทคนิคและประสบการณ์ รักษา ระบบบริหารงานคุณภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและทันต่อความก้าวหน้าของวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำความเห็น สรุปรายงาน เสนอแนะ จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการส่งเสริมสนับสนุน พัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อแก้ไขปัญหา เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1.3) ให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ เช่น พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม ผลิตรายการฝึกอบรม ดำเนินการจัดฝึกอบรม เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและวิธีการของงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้คำปรึกษา แนะนำ ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ เข้าร่วมประชุมคณะกรรมการต่าง ๆ ที่ได้รับแต่งตั้งเพื่อให้ข้อมูลทางวิชาการประกอบการพิจารณาและตัดสินใจ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

1.1.4) ในฐานะหัวหน้างาน นอกจากอาจปฏิบัติงานตามข้อ (1)-(3) ดังกล่าวข้างต้นแล้วต้องทำหน้าที่กำหนดแผนงาน มอบหมาย ควบคุม ตรวจสอบ ให้คำปรึกษา แนะนำ ปรับปรุงแก้ไข ติดตาม ประเมินผล และแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องในการปฏิบัติงานในหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

1.2) ด้านการวางแผน

ร่วมกำหนดนโยบายและแผนงานของหน่วยงานที่สังกัด วางแผนหรือร่วมวางแผน การทำงานตามแผนงานหรือโครงการของหน่วยงาน แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

1.3) ด้านการประสานงาน

1.3.1) ประสานการทำงานร่วมกันโดยมีบทบาทในการให้ความเห็นและคำแนะนำเบื้องต้นแก่สมาชิกในทีมงาน หรือหน่วยงานอื่น เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

1.3.2) ให้ข้อคิดเห็นหรือคำแนะนำเบื้องต้นแก่สมาชิกในทีมงาน หรือบุคคล หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจและความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

1.4) ด้านการบริการ

1.4.1) ให้คำปรึกษา แนะนำ นิเทศ ฝึกอบรม ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แก่ผู้ได้บังคับบัญชา นักศึกษา ผู้รับบริการทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง

1.4.2) พัฒนาข้อมูล จัดทำเอกสารวิชาการ สื่อเอกสารเผยแพร่ ให้บริการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อน เพื่อก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ที่สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน

2.4 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามที่ได้รับมอบหมาย

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนางสาวอรุณรัตน์ อุทัยคุ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ ตามที่ได้รับมอบหมาย มีดังนี้

2.4.1 สนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ

1) ประสานงานกับอาจารย์ประจำรายวิชาปฏิบัติการที่มีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
2) จองการใช้งานในสมุดจองการใช้เครื่องมือ นั้น ๆ ระบุวัน เวลา เพื่อให้ผู้มาขอใช้ทราบว่ช่วงเวลาดังกล่าวเครื่องมือ นั้นมีการใช้งาน

3) จัดเตรียมวัสดุ/ อุปกรณ์ประกอบของเครื่องมือแต่ละชนิด
4) ดูแลและอำนวยความสะดวก รวมถึงให้คำแนะนำที่ถูกต้อง ด้านเทคนิคการปฏิบัติการและการใช้เครื่องมือ ให้แก่นักศึกษาในระหว่างการใช้เครื่องมือในรายวิชาปฏิบัติการ

5) จัดเก็บวัสดุ/ อุปกรณ์ และดูแลความเรียบร้อยหลังเสร็จปฏิบัติการ

2.4.2 ดูแลและให้คำปรึกษานักศึกษาที่ทำวิจัยในการวางแผนการทำงานก่อนทำวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูง

1) นักศึกษาแจ้งความประสงค์ขอใช้เครื่องมือเพื่อใช้ในการงานวิจัยพร้อมกับแจ้งรายละเอียดงานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือ (แจ้งล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วันทำการ)

2) นักศึกษารับคู่มือการใช้งานประจำเครื่องมือ นั้น ๆ ไปศึกษาเบื้องต้น

3) อธิบายหลักการและองค์ประกอบของเครื่องมือ นั้น ๆ การเตรียมตัวอย่างก่อนการนำมาวิเคราะห์ พร้อมเชื่อมโยงกับงานวิจัยของนักศึกษาและเปิดโอกาสให้ซักถาม

- 4) นำนักศึกษาไปที่ห้องเครื่องมือพร้อมสาธิตและอธิบายการใช้งานอุปกรณ์ประกอบเครื่องมือคู่มือประกอบ และให้นักศึกษาลองปฏิบัติพร้อมกับเปิดโอกาสให้ซักถาม
- 5) นักศึกษาเข้าใจหลักการและขั้นตอนการทำงานของเครื่องนั้น ๆ
- 6) นักศึกษาจองวัน เวลา พร้อมเบอร์โทรศัพท์ ในเอกสารการจองใช้เครื่องมือ
- 7) ถึงวัน เวลาที่จอง นักศึกษาเบิกกุญแจเปิดห้องเครื่องมือที่ใช้
- 8) นักศึกษาทำปฏิบัติการวิเคราะห์ และอยู่ในความดูแลของนักวิทยาศาสตร์ คอยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการวิเคราะห์
- 9) เมื่อวิเคราะห์เสร็จเรียบร้อย ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ พร้อมจัดเก็บให้เรียบร้อย ลงชื่อการใช้เครื่องมือ

2.4.3 ช่วยสอนในรายวิชาปฏิบัติการ

- 1) อาจารย์ที่สอนในรายวิชาปฏิบัติการแจ้งให้ช่วยสอนปฏิบัติการในหัวข้อนั้น ๆ
 - 2) รับเอกสารปฏิบัติการนั้น ๆ พร้อมกับให้อาจารย์อธิบายรายละเอียดลำดับของงานและเนื้อหา
 - 3) ศึกษาเอกสารที่ได้รับ พร้อมกับสืบค้นในส่วนที่ไม่เข้าใจ หรือติดต่อสอบถามกับอาจารย์อีกครั้ง
 - 4) จัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และช่วยกันเตรียมสารเคมีกับนักศึกษากลุ่มที่จะเรียนก่อนเรียน
- ถ้าสารเคมีที่ต้องเตรียมแล้วใช้ทันที ให้เตรียมสารในวันทำการวิเคราะห์
- 5) ดำเนินการปฏิบัติการ และสอนทักษะการใช้เครื่องแก้ว อุปกรณ์ จนปฏิบัติการลุล่วงไปด้วยดี
 - 6) ล้าง และเก็บอุปกรณ์ ทำความสะอาดห้องที่ทำการปฏิบัติการ
 - 7) ปิดน้ำ ปิดไฟ ปิดพัดลม หรืออุปกรณ์การทำการปฏิบัติการที่เปิดไว้

2.4.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องมือให้พร้อมใช้งาน และจัดทำบัญชีควบคุมครุภัณฑ์รองรับแผนซ่อมบำรุงกรณีมีการชำรุดใช้งานไม่ได้

- 1) วางแผนการตรวจเช็คเครื่องมือในแต่ละเดือนเพื่อให้พร้อมใช้งาน
- 2) ทำการตรวจเช็คตามแผนที่วางไว้
- 3) เมื่อตรวจพบเครื่องมือที่ไม่พร้อมใช้งาน ติดต่อประสานงานพร้อมแจ้งอาการกับช่างประจำเครื่องของแต่ละบริษัท
- 4) ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากช่าง พร้อมกับราคาในการซ่อม จัดบันทึกเรียงลำดับตามความจำเป็น พร้อมบันทึกแจ้งหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่ออนุมัติซ่อมต่อไป
- 5) เมื่อมีการอนุมัติซ่อม ประสานงานกับช่างประจำเครื่องแต่ละบริษัทเพื่อขอใบเสนอราคาในการซ่อม
- 6) นำใบเสนอราคาให้หัวหน้าศูนย์เซ็นอนุมัติ ส่งหลักฐานการอนุมัติต่อบริษัท
- 7) ช่างจากบริษัทมาดำเนินการซ่อมจนเสร็จ พร้อมกับยื่นใบสั่งจ้าง
- 8) นำใบสั่งจ้างส่งเจ้าหน้าที่ธุรการดำเนินการเบิกจ่ายต่อไป

2.4.5 ให้บริการยืม - คืนอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษา หน่วยงานทั้งภายในและภายนอก

- 1) ผู้ที่ต้องการยืมอุปกรณ์ ทำบันทึกข้อความเรียนหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ แจ้งรายละเอียดสิ่งที่ต้องการยืม
- 2) หัวหน้าศูนย์อนุญาต เจ้าหน้าที่ธุรการแจ้งนักวิทยาศาสตร์ ผู้ที่ต้องการยืมถือบันทึกติดต่อนักวิทยาศาสตร์

3) นักวิทยาศาสตร์จัดอุปกรณ์ และสอบถามถึงการใช้งาน พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการใช้งานกรณี
ที่ผู้เยี่ยมชมต้องการ

4) มีแบบบันทึกการเบิก-จ่าย หรือ ยืม-คืน เป็นหลักฐานและสามารถตรวจสอบได้

5) ครบกำหนดส่ง ผู้เยี่ยมชมอุปกรณ์ ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์และจัดเก็บให้เรียบร้อย กรณีอุปกรณ์เสียหาย
ผู้เยี่ยมชมต้องรับผิดชอบ

6) แจ้งให้หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ทราบเรื่องการคืนอุปกรณ์ หรือเรื่องอุปกรณ์เสียหาย

2.4.6 งานวิเคราะห์ ทดสอบ

1) ผู้ใช้บริการติดต่อสอบถามขอความอนุเคราะห์ วิเคราะห์ ทดสอบตัวอย่าง

2) สอบถามรายละเอียดผู้มาขอความอนุเคราะห์ พร้อมแจ้งขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมา

วิเคราะห์

3) แจ้งรายละเอียดให้หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ทราบ

4) ผู้ขอความอนุเคราะห์ นำบันทึกข้อความเรื่องขอความอนุเคราะห์ เรียนหัวหน้าศูนย์พร้อมแจ้ง

รายละเอียดในบันทึก

5) หัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ให้ความอนุเคราะห์ มอบนักวิทยาศาสตร์ดำเนินการวิเคราะห์ ทดสอบ

6) ผู้ขอความอนุเคราะห์ วิเคราะห์ ทดสอบ นำส่งตัวอย่าง

7) นักวิทยาศาสตร์ทำการวิเคราะห์ทดสอบ พร้อมกับการรายงานผลต่อหัวหน้าศูนย์ฯ

8) หัวหน้าศูนย์ฯ ตรวจสอบผลการวิเคราะห์ ออกรายงานผล

9) นักวิทยาศาสตร์พิมพ์ใบรายงานผลพร้อมกับรับรองผล เสนอหัวหน้าศูนย์ฯเพื่อลงนาม

10) ผู้ขอความอนุเคราะห์มารับผลการวิเคราะห์

2.4.7 บริการวิชาการค่ายวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกสถานที่

1) ร่วมประชุมวางแผนการจัดค่ายวิทยาศาสตร์

2) รับมอบงานจากหัวหน้าโครงการค่าย ประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้อง

3) จัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

4) ดำเนินกิจกรรมตามหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบ และแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อให้โครงการบรรลุ

เป้าหมาย

5) เมื่อเสร็จกิจกรรม เก็บอุปกรณ์ ตรวจสอบเช็ค พร้อมกับเก็บให้เรียบร้อย

2.4.8 จัดทำห้องปฏิบัติการยกระดับให้เข้าสู่มาตรฐานสากล

1) รับทราบรายละเอียดโครงการ และเข้าร่วมโครงการยกระดับห้องปฏิบัติการ

2) เข้าร่วมอบรมตามที่โครงการจัด เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการ

4) พัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อให้เข้าสู่มาตรฐานสากล

3) นำเสนอความคืบหน้าการยกระดับห้องปฏิบัติการของแต่ละปี

2.4.9 จัดเตรียมและรวบรวมข้อมูลการทำประกันคุณภาพภายใน

1) ศึกษารายละเอียดหัวข้อการประกันคุณภาพของแต่ละปี

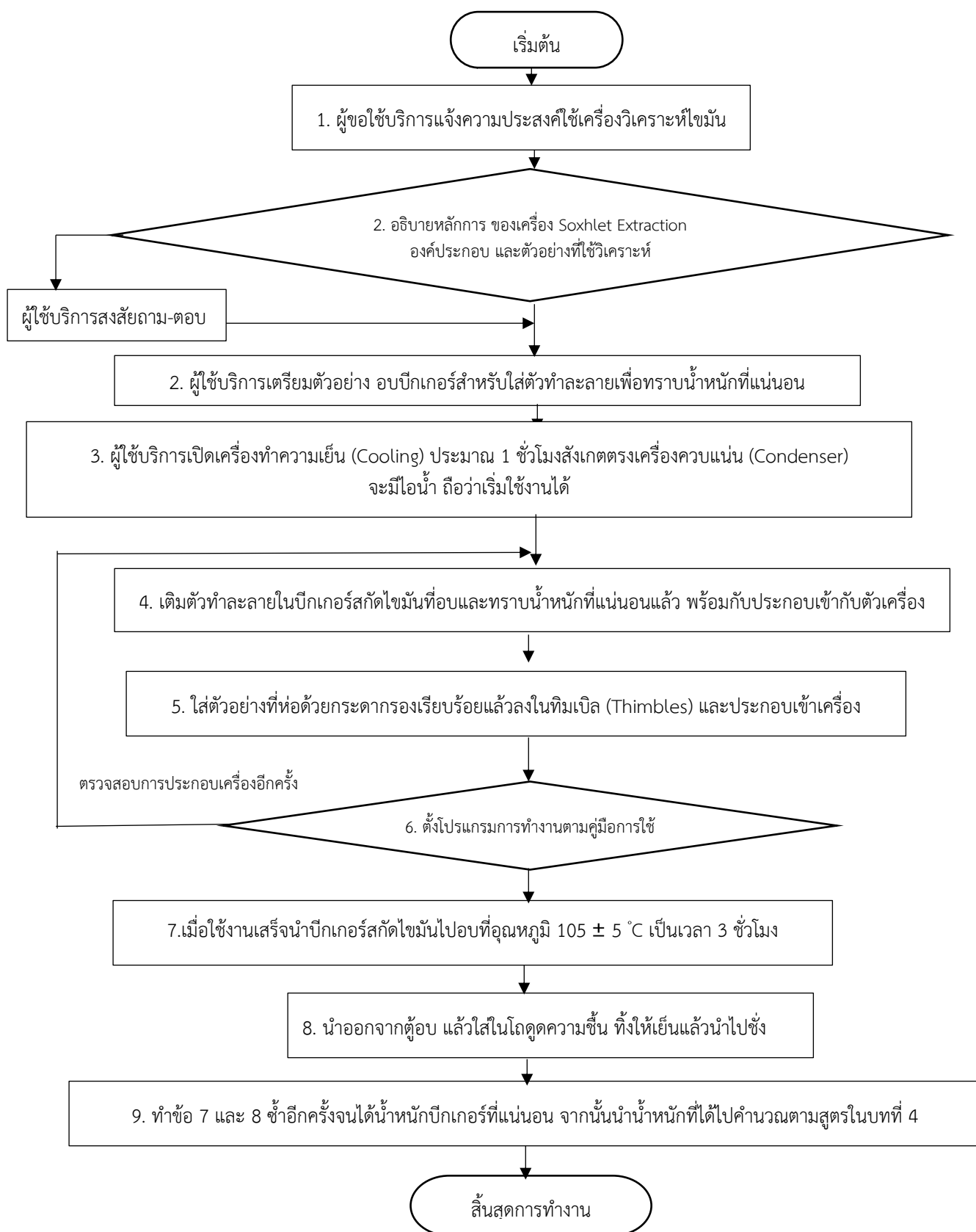
2) ประชุมเพื่อรับมอบงานที่ได้รับผิดชอบ ตามตัวชี้วัด

3) รวบรวมหลักฐาน พร้อมจัดทำรูปเล่มเพื่อรับการประเมิน

4) รับการประเมิน พร้อมแก้ไขในจุดที่บกพร่อง

5) สรุปเล่มการประเมินเพื่อส่งคณะ และสำนักประกันต่อไป

จากภาระหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายดังกล่าวข้างต้น ผู้เขียนได้เลือกการดูแลและให้คำปรึกษาการวางแผนการทำงานก่อนทำวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูง “การวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxhlet ” มาเขียนคู่มือการปฏิบัติงาน โดยมี Flow chart ดังนี้



คู่มือการปฏิบัติงาน “การวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxhlet ”

บทที่ 3

หลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงาน

3.1 หลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานตามคู่มือการวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxhlet ผู้ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้รอบรู้ในงานที่พึงปฏิบัติ ทั้งในวิธีปฏิบัติงาน กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง โดยมีหน้าที่ต้องศึกษาเนื้อหา ปฏิบัติ แนะนำตรวจสอบ และรายงานผลการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์แนวปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ดังนี้

3.2 เนื้อหา

3.2.1 คุณสมบัติของไขมัน (อนุชิตา มุ่งงาม, 2554, น. 70-75) ไขมันเป็นสารชีวโมเลกุลที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายไขมัน เช่น เอสเทอร์ เฮกเซน คลอโรฟอร์ม และเบนซิน เป็นต้น ไขมันเป็นเอสเทอร์ (Ester) หรือเกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ (Esterification) ของกรดไขมันกับกลีเซอรอล ในอาหารชนิดต่าง ๆ จะมีไขมันหลายชนิดอยู่รวมกัน เช่น ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ไดกลีเซอไรด์ (Diglycerides) โมโนกลีเซอไรด์ (Monoglycerides) กรดไขมันอิสระ (Free fatty acids) ฟอสโฟลิปิด สเตอรอล แครอทินอยด์ ไวตามินเอ หรือไวตามินดี เป็นต้น แต่จะมีปริมาณไตรกลีเซอไรด์ เป็นสัดส่วนที่มากที่สุด โดยคิดเป็น 95-99 % ของปริมาณไขมันทั้งหมด ซึ่งโดยปกติแล้วกรดไขมันที่พบในอาหารจะมีสายโซ่ที่ยาวเป็นทั้งชนิดไม่อิ่มตัวและอิ่มตัว อยู่ติดกับโมเลกุลของกลีเซอรอล ปริมาณลิปิดในอาหารนั้นขึ้นกับชนิดของอาหาร

ในการศึกษาวิเคราะห์หรือวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลิปิด มักจะพิจารณาเรื่องการละลายมากกว่าการพิจารณาลักษณะเฉพาะทางโครงสร้างอื่น ๆ มีการแบ่งลิปิดเป็นหลายแบบ เช่น Triacylglycerol หรือ Triglyceride หรือ Triacylglyceride มีคุณสมบัติ Hydrophobic (ไม่ชอบน้ำและแยกตัวจากน้ำ) ส่วนพวก Diacylglycerol และ Monoacylglycerol (Monoglyceride) มีส่วนของโมเลกุลที่มีคุณสมบัติเป็นทั้ง Hydrophobic และ Hydrophilic (ชอบน้ำจับกับน้ำ)

ถ้ากล่าวถึงลิปิดมักหมายถึงทั้งไขมัน (Fat) และน้ำมัน (Oil) ส่วน Liquid triacylglycerol หรือ ไตรกลีเซอไรด์เหลวหมายถึง น้ำมัน (Oils) เช่น น้ำมันถั่วเหลือง (Soybean oil) น้ำมันมะกอก (Olive oil) ฯลฯ ในขณะที่ Solid triacylglycerol หรือไตรกลีเซอไรด์แข็งที่อุณหภูมิห้อง หมายถึง ไขมัน (Fat) เช่น ไขมันหมู ไขมันวัว แต่ทั้ง ๆ ไปก็สามารถเรียกว่า Fat โดยไม่สนใจว่าจะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

3.3 วิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมันในอาหาร

ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมันรวม (Total lipid) ของอาหารมักใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ และการชั่ง ดังนั้นความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูล ปริมาณหรือเปอร์เซ็นต์ไขมันหรือลิปิดจึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติโพลาริตี (Polarity) ของตัวทำละลายอินทรีย์ตามหลักการ “Like dissolves like” และความชื้นของอาหาร เพราะความชื้นสร้างปัญหาแก่การสกัดไขมันของตัวทำละลายอินทรีย์

3.3.1 การเลือกตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ (Sample selection) การวิเคราะห์ไขมันจะให้ผลที่ถูกต้องได้ ต้องมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างและการดูแลรักษาตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ที่เหมาะสม ซึ่งตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ต้องสามารถเป็นตัวแทนของอาหารทั้งหมด และนอกจากนี้วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ไขมันที่ดียังต้องขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง (เช่น เนื้อ นม อาหารทะเล คุกกี้ และครีมผงเป็นต้น) ธรรมชาติของไขมัน เช่น ความสามารถระเหยได้ (Volatility) ความไวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Susceptibility to oxidation) สถานะทางกายภาพ (Physical state) เป็นต้น และกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น Solvent extraction, Non-solvent extraction หรือ Instrumental นอกจากนี้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพและชนิดของไขมันในอาหารชนิดนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องโดยทั่วไปแล้ว วิธีการเตรียมตัวอย่างจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวอย่าง กล่าวคือ ถ้าหากไขมันตัวอย่างสามารถเกิดออกซิเดชันได้ ก็ควรเก็บตัวอย่างในบรรยากาศของไนโตรเจน ที่อุณหภูมิเย็น แสงน้อย หรือมีการเติมสารต้านอนุมูลอิสระลงไปด้วย และถ้าไขมันอยู่ในรูปของแข็ง (ไขมัน) หรืออยู่ในรูปโครงสร้างผลึกก็ต้องระมัดระวังอย่างยิ่งในการควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างอาหาร (Sample preparation) การเตรียมตัวอย่างอาหารที่ต้องระมัดระวัง คือ การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) และเก็บรักษาตัวอย่างขณะรอการวิเคราะห์ (Preservation) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และชนิดของไขมันในอาหาร เช่น อาหารเหลว การสกัดไขมันจะยากกว่าอาหารแข็งหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลว เป็นต้น การเตรียมตัวอย่างขั้นต้นถือว่ามีความเป็นอยู่มาก

3.3.3 การทำให้อาหารแห้งก่อนการวิเคราะห์ (Pre-drying sample) การทำแห้งเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความจำเป็น โดยเฉพาะถ้าต้องการใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เนื่องจากน้ำจะขัดขวางการซึมผ่านของตัวทำละลายอินทรีย์ในการชะเอาไขมันออกมาจากตัวอย่างซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดไขมันลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำตัวอย่างอาหารให้แห้งก่อนที่จะนำไปสกัดไขมันเพื่อวิเคราะห์ โดยควบคุมไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไป ทั้งนี้ถ้าตัวอย่างอาหารมีความชื้น ตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ไม่สามารถทะลุทะลวงเข้าไปในเนื้อเยื่อตัวอย่างอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถ้าใช้อุณหภูมิในการทำตัวอย่างแห้งสูงเกินไป ความร้อนจะทำให้ไขมันบางชนิดจับกับโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรต ทำให้ยากต่อการสกัด ดังนั้นจึงมีวิธีการทำแห้งเพื่อให้เกิดการทำลายอิมัลชันของไขมัน (Break fat-water emulsion) และทำให้ไขมันเป็นอิสระจากตัวอย่างอาหาร

3.3.4 การลดขนาดของตัวอย่าง (Particle size reduction) ตัวอย่างอาหารที่ถูกทำให้แห้งแล้วจะต้องทำให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสและมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous) โดยการบดที่อุณหภูมิต่ำเพื่อลดการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

3.3.5 การสกัดไขมันหรือลิปิด การสกัดไขมันจากอาหารแห้งขึ้นกับขนาดของอนุภาคอาหาร ดังนั้นการบดละเอียดจำเป็นต้องมีการปฏิบัติที่เหมาะสม เช่น ในกรณีของเมล็ดพืชน้ำมัน (Oilseeds เช่น เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดทานตะวัน) วิธีบด ต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความร้อนหรืออุณหภูมิสูง เพราะจะเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation และตามด้วยปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นหืน (Rancidity) ตัวอย่างวิธีการสกัด เช่น Acid hydrolysis ไขมันหรือลิปิด เป็นองค์ประกอบที่มีปริมาณในอาหารพวก ผลิตภัณฑ์นม ขนปัง และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และไขมันมักจะจับตัวแน่นกับโมเลกุลของโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นการสกัดด้วย Nonpolar solvent อย่างเดียวอาจไม่พอเพียง อาหารบางชนิดประกอบด้วยไขมันที่เป็นสารเชิงซ้อนกับโปรตีน (Lipoproteins) หรือกับโพลีแซคคาไรด์ (Glycoproteins) ดังนั้นในการวิเคราะห์ไขมันจำเป็นต้องย่อยพันธะที่เชื่อมต่อน้ำมันกับโมเลกุลเหล่านี้ออกจากกัน การย่อยด้วยกรดเป็นวิธีการปลดปล่อยไขมันให้อยู่ในรูปที่สารละลายอินทรีย์ สามารถสกัดออกมาได้ง่าย ตัวอย่างวิธีการทำ Acid hydrolysis เช่น การย่อยด้วยกรด 3 N กรดไฮโดรคลอริก ประมาณ 1

ชั่วโมง ในปัจจุบันหลายบริษัทได้ออกแบบเครื่องมือเพื่อช่วยเตรียมตัวอย่างในขั้นตอนนี้ ทำให้มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติมากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดไขมันได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งส่วนนี้มักจะควบคู่มา กับส่วนสกัดไขมัน

3.3.6 การเลือกใช้ตัวทำละลาย (Solvent selection) หลักการสำคัญในการเลือกใช้ตัวทำละลาย คือต้องเลือกตัวทำละลายที่มีพลังในการละลายไขมันสูง (Solvent power for lipids) และเป็นสารละลายที่ไม่ มีพลังในการสกัดโปรตีน กรดอะมิโน และคาร์โบไฮเดรต ควรเป็นสารที่ราคาถูก เป็นสารที่มีคุณสมบัติไม่ดูด ความชื้น (Nonhygroscopic) ควรระเหยได้ง่าย ไม่ตกค้าง มี Boiling point ต่ำ ไม่ติดไฟ ไม่เป็นพิษ โดยทั่วไป มักใช้เอทิลอีเทอร์ (Ethyl ether) กับปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) ส่วนน้ำมันพืช น้ำมันจาก ถั่วเหลืองมักใช้ เพนเทน (Pentane) หรือเฮกเซน (Hexane) เป็นตัวทำละลาย และสำหรับในห้อง ปฏิบัติการ ทดลองทั่วไปแนะนำให้ใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ เนื่องจากราคาถูกและปลอดภัยกว่าตัวทำละลายอื่น ๆ

3.4 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

3.4.1 ศึกษาเนื้อหา รายละเอียดการเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ การเลือกตัวทำละลายในการ วิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์

3.4.2 ศึกษาคู่มือการใช้งานเครื่องก่อนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการวิเคราะห์

3.4.3 ควรใส่เสื้อกาวน์ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

3.4.4 ศึกษาระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อความปลอดภัย (ภาคผนวก ก)

3.4.5 ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักให้ใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง และควรเป็นเครื่องชั่งตัวเดียวกันตลอดการ วิเคราะห์

3.4.6 การบันทึกน้ำหนักผลการวิเคราะห์ให้บันทึกผลเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง และให้ได้น้ำหนักที่ แน่นนอน

3.4.7 การชั่งน้ำหนักภาชนะ หรือตัวอย่างไม่ควรใช้มือจับโดยตรงศึกษาการใช้เครื่องชั่ง (ภาคผนวก ข)

3.4.8 การใช้งานเดสิคเคเตอร์ (Desiccator) ควรศึกษาขั้นตอนการใช้งาน (ภาคผนวก ค)

3.4.9 เมื่อประกอบอุปกรณ์และตั้งโปรแกรมการใช้งานเครื่องสกัดไขมันแล้ว ควรสำรวจความ เรียบร้อยอีกครั้งก่อนทำการกด Start

บทที่ 4

เทคนิคการปฏิบัติงาน

เทคนิคการปฏิบัติงาน การหาปริมาณไขมันด้วยวิธีซอกซ์เลท (Crude fat determination using Soxhlet method) ผู้เขียนได้รวบรวมเป็นหลักการ วิธีการวิเคราะห์ การคำนวณ ขั้นตอนการตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่อง Soxhlet คำบรรยายพร้อมภาพประกอบ เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถมองภาพรวมได้ เข้าใจมากขึ้น ตลอดจนการจัดอุปกรณ์ ซึ่งเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำแก่นักศึกษาต่อไป

4.1 หลักการ

ไขมัน เป็นสารประกอบพวกอินทรีย์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืช อาหาร สัตว์ สามารถละลายได้ใน Ether, Benzene, Acetone, และ Chloroform แต่ไม่สามารถละลายได้ในน้ำ ไขมันประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต และบางครั้งยังมีธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ส่วนคาร์โบไฮเดรตไม่มีธาตุอื่นเลย สารประกอบประเภทไขมัน เมื่ออยู่ในสภาพของเหลว ที่อุณหภูมิปกติเรียกว่า น้ำมัน (Oil) ได้แก่ น้ำมันรำ น้ำมันมะพร้าว ถ้าอยู่ในสภาพครึ่งเหลวที่อุณหภูมิปกติเรียกว่า ไขมัน (Fat) ได้แก่ ไขมันจากสัตว์ แต่ถ้าเป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติเรียกว่า ไข (Wax) เช่น ไขผึ้ง การวิเคราะห์หาไขมันในอาหารทำได้โดยใช้ตัวทำละลายที่เป็นอินทรีย์เป็นตัวสกัด ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของตัวทำละลายที่ใช้คือ ต้องระเหยง่าย และ Non-hygroscopic ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมากมี 4 ชนิดคือ Ether, Benzene, Acetone, และ Chloroform สารที่ถูกสกัดได้แบ่งเป็น 2 พวก คือ

4.1.1 สารพวกไขมัน คือกลีเซอไรด์ของกรดไขมัน กรดไขมันอิสระ สเตอรอล เลคซิทีน และไขมันที่ระเหยได้

4.1.2 สารพวกที่ไม่ใช่ไขมัน แต่ตัวทำละลายสามารถสกัดออกมาได้ด้วยมือ เม็ดสีต่าง ๆ เรซิน สารประกอบพวกอัลคาไล และวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ A D E และ K เนื่องจากสารที่ไม่ใช่ไขมันนี้ ปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับพวกไขมัน ดังนั้น สารพวกที่ไม่ใช่ไขมัน จึงไม่มีผลหรือมีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญต่อการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน จากการที่สารที่ถูกสกัดมีทั้งพวกที่เป็นไขมันและไม่ใชไขมัน จึงเรียกลักษณะทั้งสองพวกนี้ว่า Crude fat

4.2 อุปกรณ์ และสารเคมี

4.2.1 อุปกรณ์

- 4.2.1.1 ชุดวิเคราะห์ไขมัน Soxhlet
- 4.2.1.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 4.2.1.3 เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance)
- 4.2.1.4 กระดาษกรอง (Filter papers)
- 4.2.1.5 โถดูดความชื้น (Desiccators)

4.2.2 สารเคมี

4.2.1 ไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether) หรือ

4.2.2 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) ช่วงจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส

4.3 วิธีการวิเคราะห์

4.3.1 ทำตัวอย่างให้แห้งโดยวิธีอบหรือสุญญากาศ (ดูวิธีเตรียมตัวอย่างในบทที่ 3)

4.3.2 ชั่งตัวอย่างอาหารแห้งจากข้อ 4.3.1 มา 1.xxxx กรัม ใส่ใน Extraction thimble หรือชั่งตัวอย่างใส่กระดาษกรองเบอร์ 93 แล้วห่อก่อนใส่ใน Extraction thimble)

4.3.3 ชั่ง Extraction beaker ประจำเครื่องสกัดที่อบให้แห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอนละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัม (W_2)

4.3.4 ใส่ตัวทำละลายใน Extraction beaker โดยใช้ตัวทำละลาย 170 มิลลิลิตร

4.3.5 ใส่ Thimble ที่บรรจุตัวอย่างลงในชุดสกัด Soxhlet ปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นผ่านเครื่องสกัดไขมันให้เหมาะสม เพื่อกันไขมันของตัวทำละลาย ให้เป็นของเหลวซึ่งจะถูกไหลเวียนกลับมาใช้สกัดอีก

4.3.6 ตั้งโปรแกรมการใช้งานของเครื่องสกัด Soxhlet และเริ่มกลั่นแบบรีฟลักซ์ (Reflux) ด้วยระบบ Steam bath

4.3.7 เมื่อครบเวลาสกัด ทำการเปิดระบบถ่ายตัวทำละลายบริสุทธิ์ เพื่อเก็บตัวทำละลายไว้ใช้ในปฏิบัติการครั้งต่อไป

4.3.8 นำ Extraction beaker ออกจากเครื่องสกัด แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออก ในตู้อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส จนแห้ง (10 นาที) เหลือแต่ไขมัน จากนั้นเติม Acetone ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ แล้วเป่าอากาศผ่านเพื่อไล่ตัวทำละลายส่วนสุดท้าย

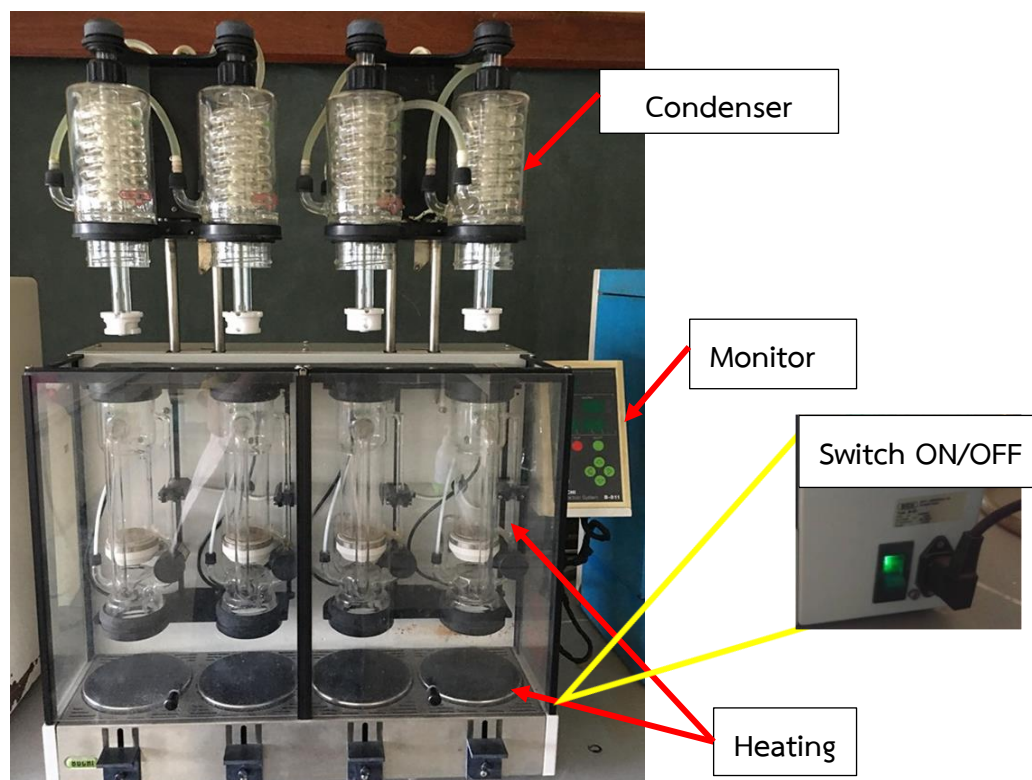
4.3.9 นำ Extraction beaker ที่มีไขมันไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัม (W_3) คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันในสารตัวอย่าง

หมายเหตุ : เครื่องมือนี้ใช้วิเคราะห์ไขมันในตัวอย่างที่เป็นของแข็งเท่านั้น

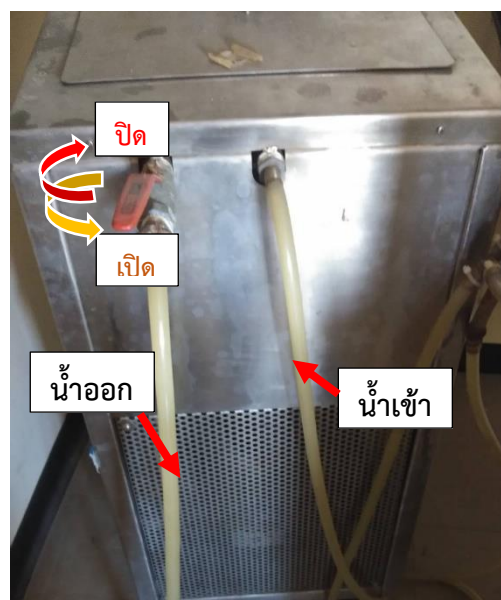
4.4 การคำนวณ

น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (กรัม)	= W_1
น้ำหนัก Extraction beaker ปราศจากไขมัน	= W_2
น้ำหนัก Extraction beaker ที่มีไขมัน	= W_3
ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ไขมัน	= $[(W_3 - W_2) / W_1] \times 100$

4.5 องค์ประกอบของเครื่องสกัดไขมัน



ภาพที่ 4.1 เครื่องสกัดไขมันของบริษัทบูชิ รุ่น B-811



ภาพที่ 4.2 เครื่องทำความเย็น (Cooling)

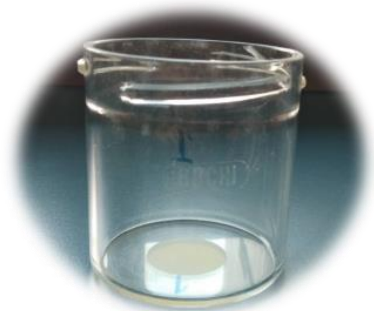
คู่มือการปฏิบัติงาน “การวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxhlet ”



เครื่องสกัดไขมันเมื่อประกอบเสร็จ



เครื่องหลังจากใช้งานเสร็จแล้ว



4.5.1 ปีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลาย
(Solvent beakers, Extraction beakers)



4.5.2 ทิมเบล (สำหรับใส่ตัวอย่าง)
(Extraction thimble)

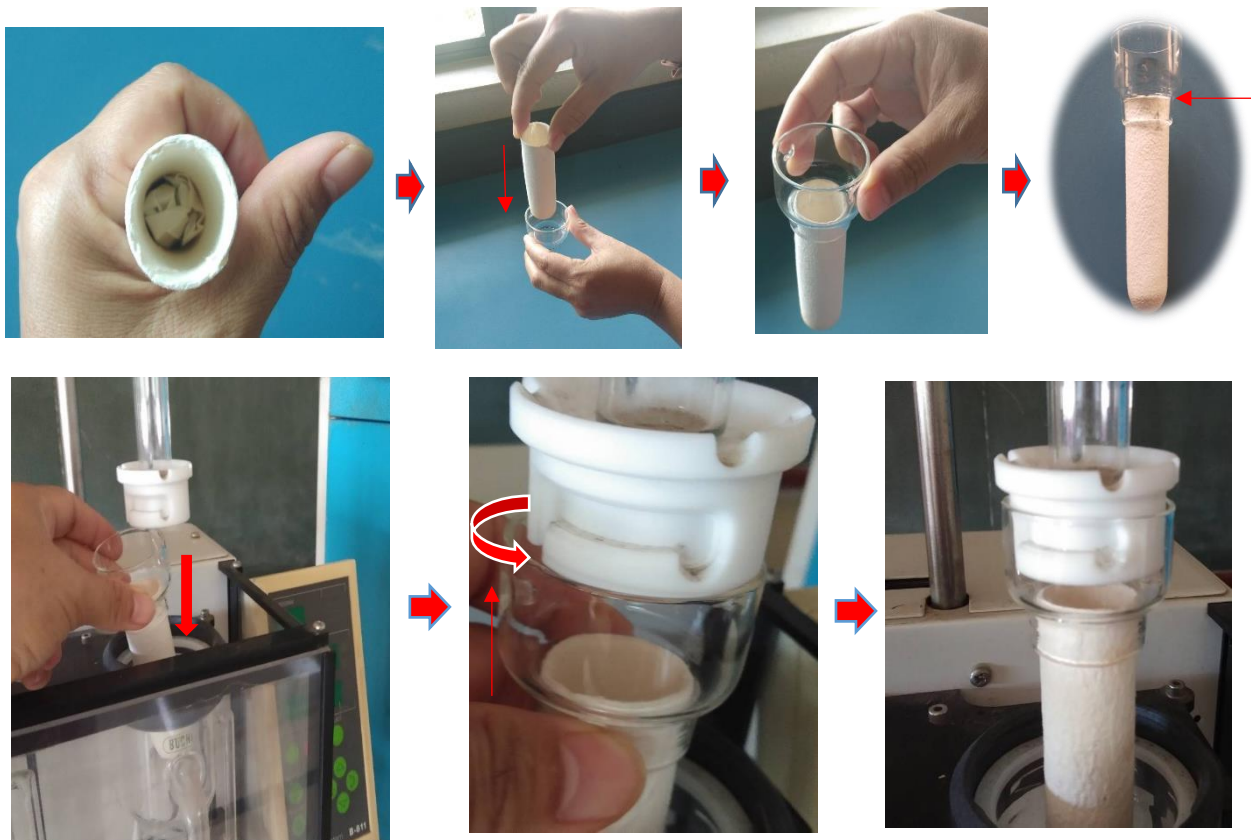


4.5.3 สำหรับแขวนทิมเบล
(Thimble holders)



4.6 ขั้นตอนการใส่ตัวอย่างและอุปกรณ์ประกอบเครื่อง

4.6.1 การใส่ตัวอย่างในทิมเบลและประกอบ



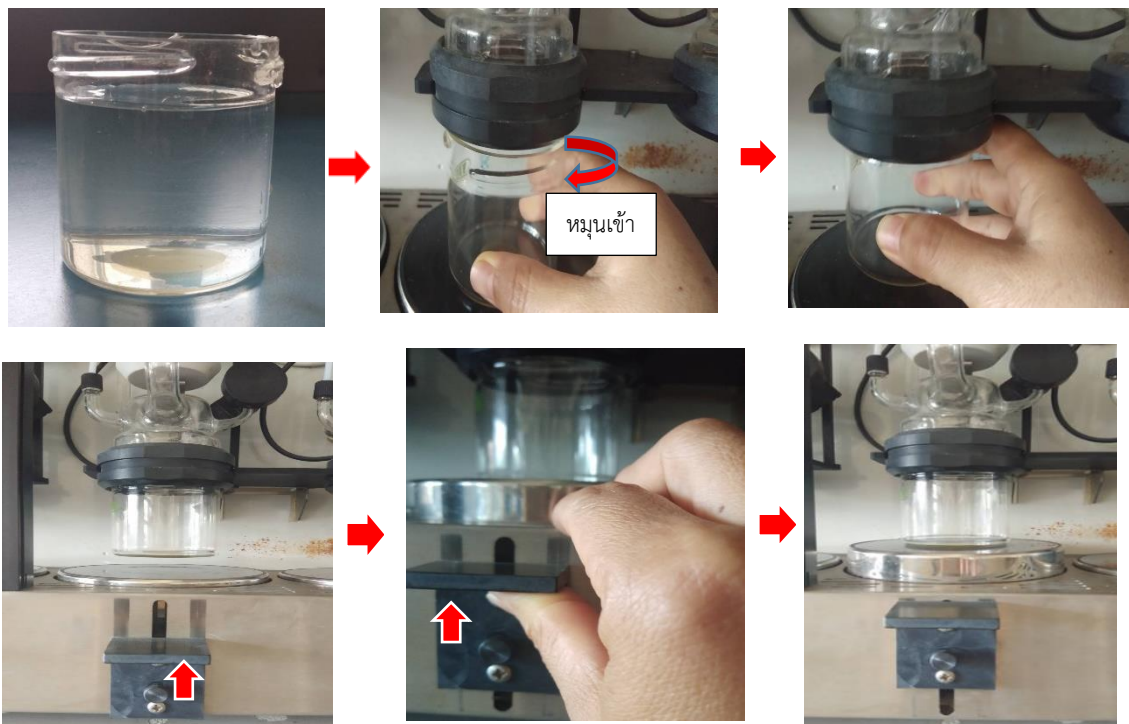
4.6.2 การเปิด-ปิด แผ่นกั้นเพื่อนำปีกเกอร์สกัดไขมันเข้า-ออก



จับปุ่มสีดำติดแผ่นกั้นที่ยื่นออกมาแล้วดันขึ้น
เมื่อต้องการเปิด หรือดันลงเมื่อต้องการปิด

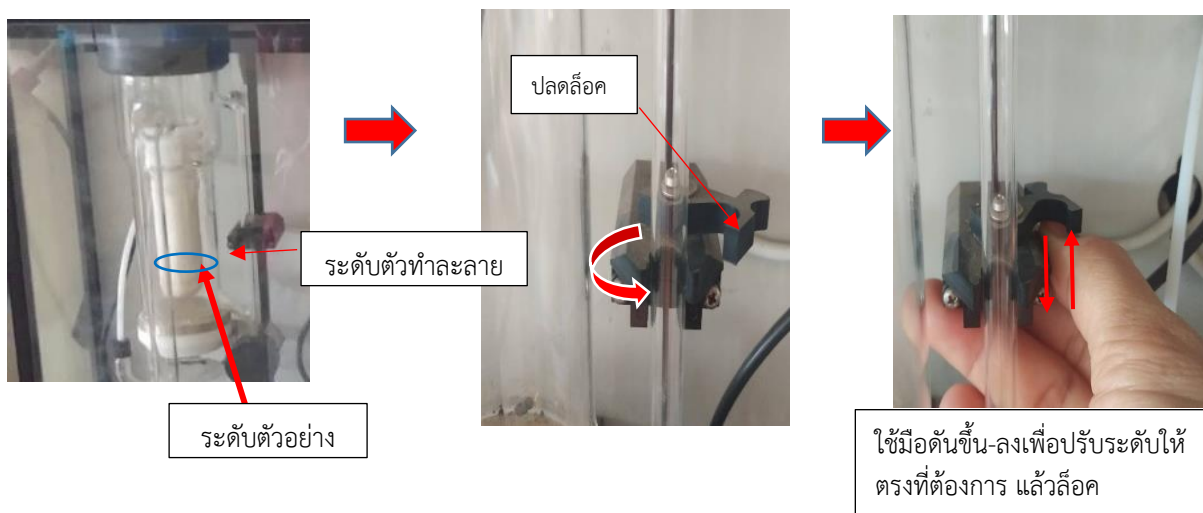
ใช้มือทั้ง 2 ข้างดันแผ่นกั้นขึ้นหรือลง
กรณีที่จับปุ่มสีดำแล้วดันขึ้นหรือลงไม่ได้

4.6.3 การประกอบบีกเกอร์สกัดไขมันพร้อมกับยกเตา



4.6.4 การปรับระดับของตัวทำละลาย

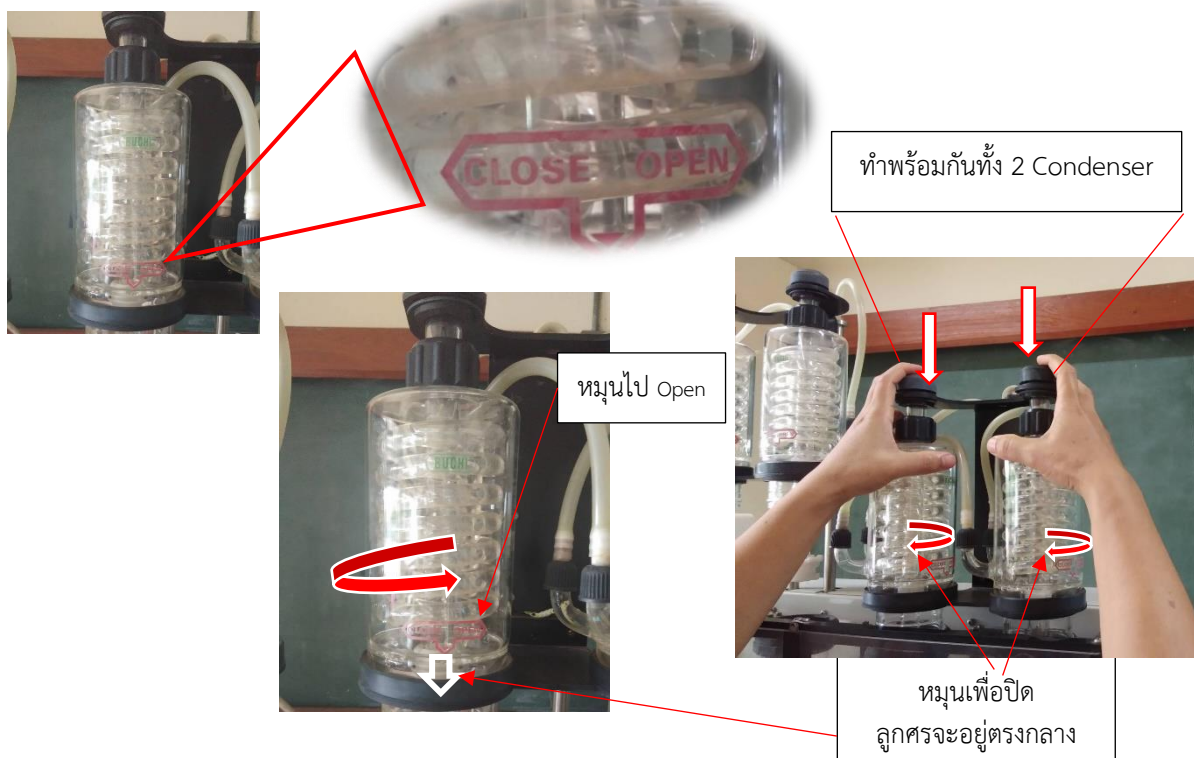
การปรับระดับของตัวทำละลาย กรณีที่ระดับของเซนเซอร์อยู่ต่ำ หรือสูงกว่าระดับตัวอย่างที่อยู่ใน ทิมเบลซึ่งตั้งไว้ปัจจุบัน (ควรปรับระดับเซนเซอร์ให้สูงกว่าระดับตัวอย่างเล็กน้อยเพื่อให้ตัวทำละลายท่วม ตัวอย่าง)



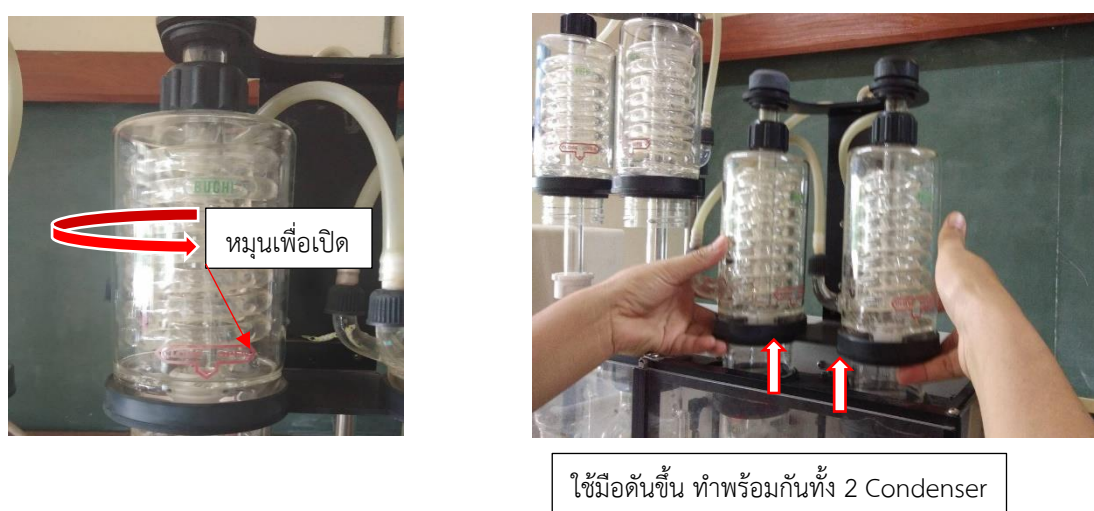
4.6.5 การหมุน Condenser เพื่อปิด-เปิด

ใน Condenser แต่ละตัว จะมีคำว่า CLOSE และ OPEN

การหมุนปิด ใช้ในกรณีประกอบเครื่องก่อนทำการสกัด ให้หมุน Condenser ไปด้าน Open แล้วใช้มือกดตรงสีก้านด้านบนของ Condenser ลงเพื่อล็อก เมื่อกด Condenser ลงจนสุดแล้วหมุนไปด้าน Close เพื่อทำการล็อก หัวลูกศรจะอยู่ตรงกลางพอดี (ควรทำพร้อมกัน 2 Condenser)

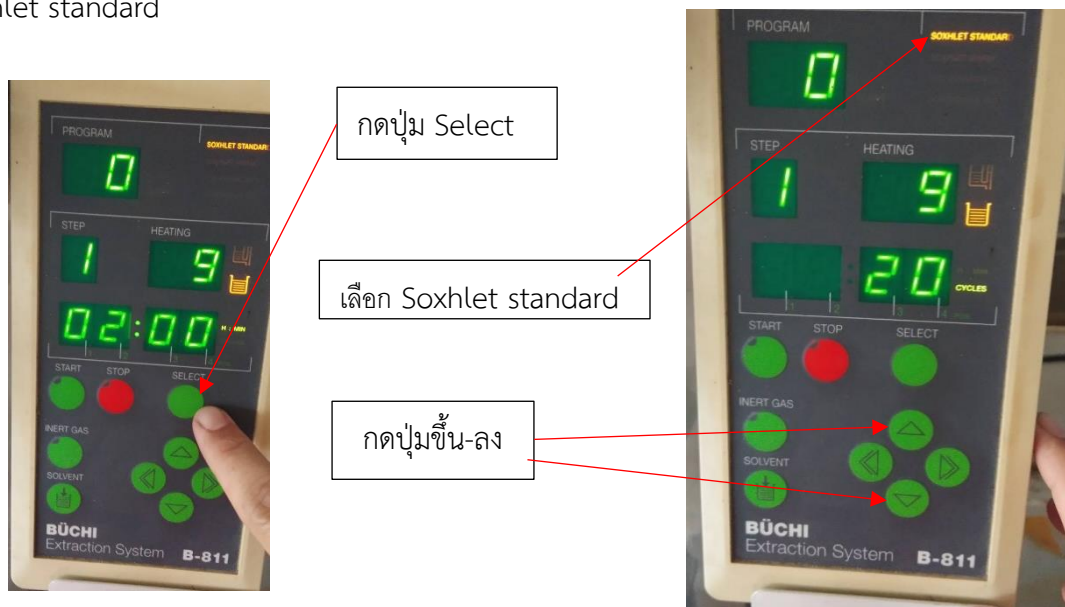


การหมุนเปิด ใช้กรณีต้องการเอาทิมเบิลออกหลังจากสิ้นสุดการสกัด หรือแก้ไขปัญหาการหมุนไม่ลงล็อก โดยให้หมุน Condenser ไปด้าน Open เพื่อปลดล็อก แล้วใช้มือดัน Condenser ทั้งสองขึ้นจนสุด (ควรยกขึ้นพร้อมกัน 2 Condenser)



4.7 การตั้งโปรแกรมเครื่องสกัดไขมันของเครื่อง Soxhlet extraction

1. กดปุ่ม Select แล้วกดปุ่ม  หรือ  เพื่อเลื่อนหา Method ที่ต้องการใช้ให้เลือกเป็น Soxhlet standard



2. ต่อไปกดปุ่ม  จะปรากฏตัวเลขกระพริบในช่อง Step ให้กดปุ่ม  หรือ  ในช่อง Step ให้เป็นเลข 1 (Extraction phase)



3. ต่อไปกดปุ่ม  ตัวเลขในช่อง **Heating** จะกระพริบ ให้กดปุ่ม  หรือ  เพื่อตั้งระดับความร้อนของ **Heating element** (เตา) ให้เลือกเลข **9** ($180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ซึ่ง 1 ระดับ = $20\text{ }^{\circ}\text{C}$)
4. ต่อไปกดปุ่ม  ตัวเลขในช่อง **Cycle** จะกระพริบ ให้กดปุ่ม  หรือ  เพื่อตั้ง **Cycle** (จำนวนรอบของการสกัด) ให้ตั้งเป็น 20
5. ต่อไปกดปุ่ม  ตัวเลขในช่อง **H:Min** จะกระพริบ ให้กดปุ่ม  หรือ  เพื่อตั้งเวลาในการสกัดให้ตั้ง **2:00** (2 ชั่วโมง)



Heating

Cycle



H:Min

6. ต่อไปกดปุ่ม  จะเป็น **Step 2 (Rinsing phase)** แล้วให้กดปุ่ม  หรือ  เพื่อตั้งระดับความร้อนโดยให้ตั้งไปที่เลข **9** ($180\text{ }^{\circ}\text{C}$)
7. ต่อไปกดปุ่ม  เพื่อตั้งเวลา ให้กดปุ่ม  หรือ  เพื่อตั้งเวลาในการ **Rinsing** ให้ตั้ง **00.05** (5 นาที)



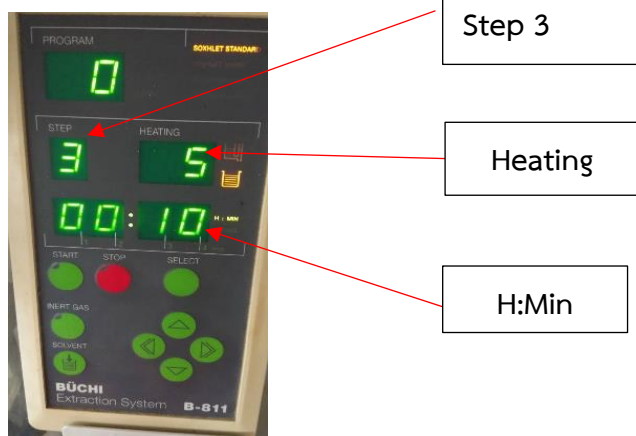
Step 2

Heating

H:Min

8. ต่อไปกดปุ่ม  จะเป็น Step 3 (Drying phase) ให้กดปุ่ม  ตั้ง Heating ให้ตั้งระดับความร้อน โดยกดปุ่ม  หรือ  ให้ใช้เลข 5 (100 °C)

9. กดปุ่ม  เพื่อตั้งเวลา H:Min ให้กดปุ่ม  หรือ  เพื่อตั้งเวลาในการ Drying ให้ตั้ง 00.10 (10 นาที)



10. เมื่อตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม  เพื่อย้อนกลับไปยัง Step 1 แล้วกดปุ่ม Select เพื่อให้เลข 1 ของ Step หยุดกระพริบ จึงกดปุ่ม จากนั้นเครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติจนครบเวลาเครื่องก็จะหยุด



11. เมื่อเครื่องทำงานจนครบตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ จะปรากฏหน้าจอตั้งภาพ แล้วให้นำปากเกอร์สกัดไขมันที่มีไขมันและตัวทำละลายผสมอยู่นิดหน่อยออกมาเพื่อนำไปอบ (อย่าลืมเอาเตาลงก่อน) แล้วนำปากเกอร์เปล่าใส่เข้าไปแทน (อย่าลืมยกเตาขึ้น) แล้วตั้งแผ่นกั้นลง



12. จากนั้นให้กดปุ่ม Solvent เพื่อให้ตัวทำละลายที่ถูกเก็บไว้ชั้นบนไหลลงใส่บีกเกอร์สกัดไขมันเปล่าที่ประกอบเข้าเครื่องในข้อ 11 แล้วรอจนตัวทำละลายไหลลงหมด จากนั้นนำบีกเกอร์ออกมาแล้วเทตัวทำละลายใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้เพื่อเก็บไว้ใช้งานต่อไป

13. กดปุ่ม Stop เพื่อปลดล๊อค แล้วหมุนเปิด Condenser ตามขั้นตอน 4.5.5 (การเปิด) แล้วนำทิมเบิ้ลออก



Stop

Solvent



ตัวทำละลายที่ถูกเก็บไว้

14. นำบีกเกอร์ที่มีไขมันไปอบต่อที่อุณหภูมิ 105 °C ประมาณ 30 นาที แล้วนำออกมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น



15. นำบีกเกอร์ดังกล่าวมาชั่งแล้วคำนวณหาปริมาณไขมัน

หมายเหตุ อย่าลืมเปิด Cooling มิฉะนั้นเครื่องจะไม่ทำงาน ควรจะเปิด Cooling ที่ไว้ก่อนจนได้อุณหภูมิที่ตั้งไว้ (10-15 °C) หรือประมาณ 1 ชั่วโมง

4.7.1 ตัวอย่างตารางการบันทึกผล

ตัวอย่าง	น้ำหนัก ตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักปิกรเกอร์สกัดไขมันก่อนสกัด (กรัม)			น้ำหนักปิกรเกอร์สกัดไขมันหลังสกัด (กรัม)			% ไขมัน	% ไขมันเฉลี่ย
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
A ซ้ำที่ 1	1.0034	90.1234	90.1233	90.1233	90.2471	90.247	90.247	12.3281	12.6471
A ซ้ำที่ 2	1.0057	89.8766	89.8760	89.8760	90.002	90.0018	90.0018	12.5087	
A ซ้ำที่ 3	1.0144	91.0091	91.0083	91.0083	91.1419	91.1415	91.1415	13.1309	

4.7.2 ตัวอย่างการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนักตัวอย่างอาหารของตัวอย่าง A ซ้ำที่ 1 (} W_1 \text{)} &= 1.0034 \text{ กรัม} \\
 \text{น้ำหนัก Extraction beaker ปราศจากไขมันของตัวอย่าง A ซ้ำที่ 1 (} W_2 \text{)} &= 90.1233 \text{ กรัม} \\
 \text{น้ำหนัก Extraction beaker ที่มีไขมันของตัวอย่าง A ซ้ำที่ 1 (} W_3 \text{)} &= 90.2470 \text{ กรัม} \\
 \text{ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ไขมันของตัวอย่าง A ซ้ำที่ 1} &= [(W_3 - W_2) / W_1] \times 100 \\
 &= [(90.2470 - 90.1233) / 1.0034] \times 100 \\
 &= 12.3281 \%
 \end{aligned}$$

บทที่ 5

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่องการวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxhlet ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา ตั้งแต่ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์เข้ากับตัวเครื่อง รวมทั้ง ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการวิเคราะห์ จากการปฏิบัติจริงดังนี้

5.1 ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไข

ปัญหา	อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1. ขั้นตอนเตรียมตัวอย่าง และ อุปกรณ์	- น้ำหนักที่ชั่งได้แต่ละครั้งไม่คงที่	- ควรใช้คีมคีบ (Forceps) ในการ จับปีกเกอร์แทนการใช้มือจับ โดยตรงเนื่องจากมือมีไขมันอาจ ทำให้น้ำหนักไม่คงที่ได้
2. 	- ขณะทำการสกัด แล้วปรากฏ หน้าจอขึ้น “E” ด้านซ้ายมือ และปรากฏจุดสีเขียว	- เมื่อปรากฏ “E” ให้สังเกตว่าไฟ สีเขียวเล็ก ๆ กระจุกที่ช่องไหน นั้นแสดงว่าปีกเกอร์ใบนั้น มี ปริมาณตัวทำละลายไม่เพียงพอ ในการสกัด โดยกดปุ่ม Stop เพียง 1 ครั้ง เพื่อหยุดการทำงานแล้วทำ การเติมตัวทำละลายเพิ่ม จากนั้น ประกอบเครื่องเข้าเหมือนเดิม แล้วกด Start
	- เมื่อกดปุ่ม Start แล้ว ไฟตรง Stop ยังสว่างอยู่	- แสดงว่ากดปุ่ม Start ไม่ถูกจุด หรือประกอบปีกเกอร์เข้ากับ ตัวเครื่องไม่สนิท หรือยกเตาขึ้น ไม่สุด หรือลืมนิดแผ่นกัน ให้กลับไปเช็คจุดต่าง ๆ ที่กล่าวมามีจุดไหนที่ยังไม่ เรียบร้อย

ปัญหา	อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
3. ขณะที่เครื่องกำลังทำงาน	- ขณะที่เครื่องกำลังทำงานแล้วเกิดปัญหา ต้องการหยุดการทำงานเพื่อแก้ไข	- ให้กดปุ่ม Stop เพียง 1 ครั้ง ถ้ากดเกิน 1 ครั้ง (กรณีกดแล้วตรงกับปุ่ม) จะทำให้กระบวนการทำงานนั้นเริ่มใหม่ (นับ 1 ใหม่) ให้แก้ปัญหที่เกิดขึ้นให้เสร็จแล้วตั้งโปรแกรมการทำงานใหม่ โดยสังเกตว่าก่อนกด Stop เพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น เครื่องทำงานถึงขั้นตอนไหน แล้วตั้งค่าเครื่องให้ทำงานตามเวลาที่เหลือต่อ โดยให้ดูขั้นตอนการตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่อง
4. ขั้นตอนการเปิด-ปิด Condenser	- ต้องการเปิด Condenser หลังจากกด Stop แล้วแต่ไม่สามารถหมุน Condenser ออกได้ - เมื่อต้องการปิด Condenser แต่หมุนไม่ตรงล็อก Condenser ค้างและต้องการแก้ไข	- ให้กดปุ่ม Stop เพื่อปลดล็อกอีกครั้ง จากนั้นหมุน Condenser เพื่อเปิด ถ้ายังเปิดไม่ได้แสดงว่ากด Stop ไม่ถูกจุด - ให้กดปุ่ม Stop เพื่อปลดล็อกอีกครั้ง จากนั้นหมุน Condenser เพื่อเปิด ถ้ายังเปิดไม่ได้แสดงว่ากด Stop ไม่ถูกจุด เมื่อเปิดได้แล้ว ให้ทำการปิด Condenser ใหม่ ตามขั้นตอนในข้อ 4.5.5 ในบทที่ 4
5. หลังจากประกอบเครื่องและตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่องเสร็จ แล้วกด Start	- เครื่องไม่ทำงาน	- ให้ไปเช็คตรงเครื่องทำความเย็น (Cooling) ว่าเปิดปั๊มให้น้ำไหลเข้า Condenser หรือไม่ ถ้ายังไม่เปิด ควรเปิดให้น้ำไหลเข้า Condenser เครื่องก็สามารถทำงานได้ หรือ สำรวจดูว่ายกเตาขึ้นครบทุกตัวหรือไม่ ดึงแผ่นกั้นลงมาปิดหมดหรือยัง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 นักศึกษา หรือผู้ที่จะใช้เครื่องสกัดไขมันควรศึกษาเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ ก่อนเพื่อทำปฏิบัติการด้วยความปลอดภัย

5.2.2 มีการทดสอบอุปกรณ์ทุกครั้ง เพื่อลดความคาดเคลื่อนขณะการปฏิบัติทดลองของนักศึกษาและ มีการทดสอบหลาย ๆ ครั้งอย่างละเอียด โดยศึกษาข้อมูลจากคู่มือการปฏิบัติการณ์นั้น ๆ

5.2.3 นักวิทยาศาสตร์ควรมีส่วนร่วมในการวางแผนทำปฏิบัติการกับนักศึกษา ก่อนมีการอนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการ

5.2.4 ควรทำปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ

ภาคผนวก ก

ข้อควรปฏิบัติการในการใช้ห้องปฏิบัติการประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ราชภัฏมหาสารคาม

1. ต้องระลึกลักษณะของห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลอง ด้วยความตั้งใจอย่างจริงจัง
2. ต้องรักษาระเบียบวินัยปฏิบัติ
3. ต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น ๆ และพยายามทำความเข้าใจถึง ขั้นตอนการทดลองให้แจ่มแจ้ง หากมีความสงสัยในตอนใด ๆ จะต้องถามอาจารย์ ผู้ควบคุมเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง การอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองมาก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะจะช่วยประหยัดเวลาในการทดลองและผู้ทดลองจะทำการทดลองด้วยความเข้าใจ
4. ไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือ ที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น
5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองต้องสะอาด
6. อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว นำไปเก็บไว้ที่เดิม
7. ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ควรทำงานในห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันเวลาที่
8. เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ลงในบีกเกอร์ก่อน โดยริน ออกมาประมาณ เท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือให้เทส่วนที่เหลือลงในภาชนะเก็บของเสีย อย่าเทกลับลงในขวดเดิม ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน
9. ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้าต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันทีเพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน
10. อย่าทดลองชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิด อันตรายได้นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ชิมได้
11. อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใด ๆ เป็นอันตราย และพยายามไม่ให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายถูกสารเคมีเหล่านี้ด้วย นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ปฏิบัติ
12. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลา
13. เมื่อต้องการจะตวงกลั่นสารเคมี หรือนำสารเคมีมาตมโดยตรง ควรใช้มือตวงกลั่นสารเคมีนั้นเข้าจุกเพียงเล็กน้อย (อย่าสุดแรง ๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ
14. ออกไซด์ ของธาตุบางชนิดเป็นก๊าซพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซเจนซัลไฟด์ ก็เป็นก๊าซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเหล่านี้ควรทำในตู้ควั่น
15. อย่าทิ้งของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟหรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันตราย ควรทิ้งในขยะที่จัดไว้ให้
16. อย่างนำแก้วร้อน เช่น กระจกบด กวดยก ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลาย ใช้การไม่ได้
17. อย่างนำบีกเกอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมาใช้ต้มน้ำดื่ม ถึงแม้ว่าจะดูสะอาดก็ตาม เพราะอาจมีสารเคมีตกค้างอยู่

18. หลังการทดลองแต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะทำการทดลองอาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายติดอยู่ก็ได้
19. ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำให้สารที่ติดไฟง่ายติดไฟได้ หรืออาจทำให้อนุภาคของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอถูกเผาผลาญในขณะที่สูบบุหรี่ แล้วถูกดูดเข้าไปในปอด
20. อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทาน เข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อหาร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่มหรือที่มือของท่าน ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้
21. เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่ง ต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้น แล้วบอกให้เพื่อน ๆ ช่วยโดยใช้ผ้าหนา ๆ คลุมรอบตัวหรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเปลวไฟให้ดับก็ได้
22. เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ จะต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด และ นำสารที่ติดไฟง่ายออกไปให้ห่างจากไฟมากที่สุด ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองทุกคนควรจะต้องรู้แหล่งที่เก็บเครื่องดับเพลิงและรู้จักวิธีใช้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ได้ทันทั่วทั้ง
23. หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม
24. ก่อนนำเอาสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่างน้อยสองครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด
25. เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เบนโซิลคลอไรด์ ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ โบรมีน ฯลฯ จะต้องทำในตู้ควัน
26. ภาชนะแก้วที่ร้อนจะดูคล้ายกับภาชนะแก้วที่เย็น ดังนั้นควรให้เวลานานพอสมควรในการให้ภาชนะแก้วที่ร้อนเย็นลง
27. น้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีจะต้องใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น เช่น ใช้ล้างอุปกรณ์ เป็นต้น เพราะกว่าจะกลั่นได้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก
28. เมื่อใช้เครื่องควบแน่น อย่าให้น้ำเข้าเครื่องควบแน่นแรงนัก เพราะจะทำให้สูญเสียน้ำ ไปโดยเปล่าประโยชน์ ควรให้น้ำเข้าเครื่องควบแน่นเบา ๆ ก็ได้
29. ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง จะต้องหันปากหลอดทดลองออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่น ๆ ด้วย
30. การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสุญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้
31. ขวดบรรจุสารละลายหรืออุปกรณ์อื่นใดที่มีตัวทำละลายอินทรีย์บรรจุอยู่ อย่าใช้จุกยางปิดปากขวดเป็นอันตราย เพราะตัวทำละลายอินทรีย์กัดยางได้ทำให้สารละลายสกรปรก และจะเอากจุกยางออกจากขวดได้ยาก เพราะจุกส่วนข้างล่างบวม
32. อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำ อย่างรุนแรง จะต้องทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ
33. เมื่อการทดลองใดใช้สารที่เป็นอันตราย หรือเป็นการทดลองที่อาจจะระเบิดได้ ผู้ทดลอง ควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น
34. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดพื้นโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจของในตู้และใส่กุญแจให้เรียบร้อย แล้วล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
35. ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ไม่ประมาท เล่นเล่นอาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

ภาคผนวก ข

การใช้เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์และเทคนิคการชั่งสาร

ในการชั่งสารเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแน่นอนนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจรบกวนการชั่ง (เช่น อุณหภูมิของอากาศ หรืออุณหภูมิของวัตถุที่ชั่ง แรงพยุ้งของอากาศ) แล้ว การชั่งสารจะต้องชั่งด้วยเทคนิคที่ถูกต้องอีกด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการชั่ง ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจและปฏิบัติตามให้ถูกต้อง ตามวิธีต่อไปนี้

1. การใช้เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์

โดยทั่วไปวิธีปฏิบัติในการใช้เครื่องชั่งไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม ต้องมีความระมัดระวังในการใช้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาด การใช้เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์มีดังต่อไปนี้

1.1 ต้องวางเครื่องชั่งบนฐานรองรับที่แน่นหนา แข็งแรง มั่นคง ควรวางในบริเวณที่มีแสงสว่างเพียงพอ แต่ต้องไม่มีแสงแดดส่องโดยตรง ควรวางในที่ที่ไม่มีลมพัดผ่านและควรวางเครื่องชั่งแยกจากเครื่องมืออื่น ๆ รวมทั้งต้องวางไว้ในห้องที่แยกออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อหลีกเลี่ยงไอหรือควันของสารเคมี

1.2 ก่อนใช้งานต้องตรวจระดับการวางของเครื่องชั่งให้อยู่ระดับที่สมดุล โดยดูจากลูกน้ำ ถ้าตำแหน่งของลูกน้ำอยู่ตรงกลาง แสดงว่าเครื่องชั่งวางอยู่ในระดับที่สมดุล ถ้าตำแหน่งลูกน้ำไม่อยู่ตรงกลาง แสดงว่าเครื่องชั่งวางไม่ได้ระดับสมดุล ให้ปรับขาเครื่องชั่งจนกว่าจะได้ระดับพอดี (ในขณะที่ปรับขาเครื่องชั่ง ลูกน้ำจะเลื่อนตามทิศทางที่ปรับระดับขา)

1.3 ปรับเครื่องชั่งให้อ่านน้ำหนักได้ “0” (ศูนย์) พอติเครื่องชั่งบางชนิดสามารถหักน้ำหนักของภาชนะที่ใส่สารออกได้โดยเฉพาะเครื่องชั่งไฟฟ้า การหักน้ำหนักของภาชนะทำได้โดยกดปุ่ม “TARE” บนหน้าปัดของเครื่องชั่ง หลังจากวางภาชนะบนเครื่องชั่งเรียบร้อยแล้ว ตัวเลขบนหน้าปัดจะเปลี่ยนเป็น “0”

1.4 ก่อนชั่งสารให้ตรวจสอบขีดความสามารถในการชั่งของเครื่องชั่ง โดยน้ำหนักของสารที่ต้องการชั่งรวมกับน้ำหนักของภาชนะที่ใส่สาร จะต้องไม่เกินขีดจำกัดดังกล่าว โดยทั่วไปขีดความสามารถของเครื่องชั่งสามารถสังเกตเห็นได้จากบริเวณหน้าปัดของเครื่องชั่ง

1.5 ห้ามจับวัตถุที่ต้องการชั่งด้วยมือเปล่า ให้ใส่ถุงมือที่สะอาดและแห้งจับวัตถุหรือใช้แถบกระดาษที่สะอาดหรือใช้แถบกระดาษที่สะอาดหรือคีมคีบหลักจับวัตถุแทน

1.6 ห้ามจับจานเครื่องชั่งด้วยมือเปล่า เพราะคราบไขมันที่มีจะทำให้ผงฝุ่นหรือสารเคมีเกาะติดจานเครื่องชั่ง ซึ่งอาจทำให้เครื่องชั่งถูกกัดกร่อนได้

1.7 วัตถุที่ต้องการชั่งควรมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ถ้าวัตถุยังร้อนอยู่ให้ปล่อยให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง (อาจเก็บไว้ในเดซิเคเตอร์) แล้วจึงนำไปชั่งทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดแรงพยุ้งของอากาศที่ผิดปกติที่ดันจานให้ลอยสูงขึ้น ทำให้น้ำหนักที่อ่านได้น้อยกว่าน้ำหนักจริงของวัตถุ

1.8 ห้ามวางสารเคมีที่ต้องการชั่งลงบนจานชั่งโดยตรง ให้ใช้กระดาษชั่งสาร ขวดชั่งสาร จานชั่งสาร หรือปิ๊กเกอร์ขนาดเล็กสำหรับชั่งสาร ถ้ามีสารเคมีหกหล่นภายในเครื่องชั่ง ให้ใช้แปรงขนนุ่มปัดออกทันที

1.9 ห้ามชั่งสารที่ระเหยได้ง่าย (เช่น กรด) โดยไม่ปิดฝาขวดให้สนิท

1.10 ปิดประตูเครื่องชั่งเสมอในขณะที่ชั่งสาร เพื่อป้องกันกระแสลมที่ทำให้จานชั่งแกว่งไป-มา

1.11 รักษาเครื่องชั่งให้สะอาดอยู่เสมออย่าให้ผงฝุ่นหรือสารเคมีเข้าไปในเครื่องชั่งหากมีผลฝุ่นเกาะอยู่หรือมีสารเคมีหกเลอะภายในเครื่องชั่ง ให้ใช้แปรงที่มีขนนุ่มปัดทำความสะอาด

12. ปรับเครื่องชั่งให้อ่านน้ำหนัก “0” ทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน
13. เมื่อไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน ควรใส่ถุงดูดความชื้นภายในเครื่องชั่งไว้ เพื่อป้องกันการเกาะของไอน้ำและป้องกันการเกิดสนิม และควรใช้พลาสติกคลุมเครื่องชั่งไว้เพื่อป้องกันฝุ่นละออง

2. เทคนิคการชั่งสาร

โดยทั่วไปเทคนิคในการชั่งสารด้วยเครื่องชั่งชนิดจานเดียว สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีชั่งแบบผลรวม หรือวิธีชั่งโดยตรง และวิธีชั่งโดยการหักออก ดังนี้

2.1 วิธีการชั่งสารแบบผลรวมหรือวิธีชั่งโดยตรง (Weighing by addition หรือ Direct weighing) เป็นวิธีชั่งที่เหมาะสมสำหรับสารที่ไม่ดูดความชื้นหรือสารที่เป็นของเหลวที่ระเหยยาก การชั่งทำได้โดยชั่งภาชนะที่ต้องการใส่สารก่อน แล้วจึงเติมสารลงไปให้อ่านน้ำหนักที่ชั่งอีกครั้ง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น คือน้ำหนักของสารที่นำมาชั่ง การชั่งสารด้วยเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์แบบทอปโหลดโดยวิธีชั่งแบบผลรวม จะทำได้รวดเร็วขึ้น ถ้ากดปุ่ม TARE เพื่อปรับน้ำหนักให้เป็นศูนย์ แล้วจึงเติมสารที่ต้องการชั่งลงไปจนได้น้ำหนักตามที่ต้องการ

2.2 วิธีชั่งโดยการหักออก (Weighing by difference) เป็นวิธีชั่งสารที่ให้ความถูกต้องสูง ใช้ได้กับสารหลายประเภท เช่น สารปฏิกิริยา สารที่ดูดความชื้นง่าย สารที่เป็นของเหลวที่ระเหยง่ายหรือของเหลวกัดกร่อน และสารตัวอย่างที่ชั่งยาก ในการชั่งสารที่ดูดความชื้นง่าย โดยปกติจะต้องนำสารนั้นใส่ในขวดชั่งสาร แล้วนำไปอบไล่ความชื้นในเตาซีเคเตอร์ ก่อนชั่งสารจะต้องชั่งน้ำหนักขวดและสารที่อยู่ในขวด การชั่งน้ำหนักทำได้โดยใช้แถบกระดาษหรือคีมคีบเหล็กที่สะอาดจับขวด เมื่อต้องการชั่งสารให้ใช้แถบกระดาษจับทั้งขวดชั่ง และฝาขวดชั่ง โดยเปิดฝาขวดออก รีบเทสารลงในภาชนะที่เตรียมไว้ให้น้ำหนักใกล้เคียงกับที่ต้องการ โดยการเคาะขวดชั่งหรือหมุนขวดไปมา ปิดฝาขวด แล้วนำขวดพร้อมสารที่เหลือไปชั่งอีกครั้ง น้ำหนักที่ต่างกันทั้งสองครั้ง คือน้ำหนักของสารตัวอย่าง การชั่งแบบนี้จะทำได้รวดเร็ว และทำได้ครั้งละหลายตัวอย่าง

ในกรณีที่เป็ของเหลวระเหยง่าย และเป็นของเหลวที่กัดกร่อน การชั่งจะใช้แอมพูล (Ampule) บรรจุของเหลวตัวอย่างโดยนำแอมพูลให้สนิท แล้วจุ่มแอมพูลลงในของเหลว ของเหลวจะไหลเข้าไปในแอมพูลปิดปลายแอมพูลให้สนิท ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วจึงนำไปชั่ง ถ้วยของเหลวออกจากแอมพูลลงในภาชนะที่เตรียมไว้ ชั่งน้ำหนักแอมพูลอีกครั้ง น้ำหนักที่หายไป คือน้ำหนักของของเหลวตัวอย่าง

(http://sci.pit.ac.th/_files/down/pic_rFbJPEhP.pdf)

ภาคผนวก ค

การใช้เดซิเคเตอร์

เดซิเคเตอร์ (Desiccator) เป็นภาชนะที่ทำด้วยแก้วหรือโลหะที่มีฝาปิด ภายในมีสารดูดความชื้นที่วางไว้ในส่วนล่างของเดซิเคเตอร์ และมีแผ่นกระเบื้องหรือแผ่นโลหะที่เจาะเป็นรูวางคั่นสารดูดความชื้นเอาไว้ เพื่อให้ภาชนะหรือครุชิลที่วางอยู่บนแผ่นกระเบื้องถูกกำจัดความชื้นออกไปด้วยสารดูดความชื้น ตัวเดซิเคเตอร์และฝาจะวางทับติดกันบริเวณขอบที่เป็นกราวด์กลาส (Ground glass) ของทั้งสองส่วนโดยมีสารหล่อลื่น เช่น วาสลีนหรือกรีส ทาบริเวณฝาและขอบตัวเดซิเคเตอร์เพื่อให้ติดกันสนิท

1. การใช้งานเดซิเคเตอร์

เดซิเคเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บสารหรือภาชนะในบรรยากาศที่แห้งหรือใช้เก็บครุชิล (ที่อาจมีตะกอน) ที่ผ่านการเผา แล้วต้องการทำให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องเพื่อชั่งน้ำหนักที่คงที่ ดังนั้นอากาศภายในเดซิเคเตอร์จึงต้องแห้ง เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศที่เก็บภายในเดซิเคเตอร์ดูดความชื้นจากอากาศภายนอกเดซิเคเตอร์ได้ การเปิด-ปิดฝาเดซิเคเตอร์ และการเคลื่อนย้ายเดซิเคเตอร์ปฏิบัติดังนี้

1.1 การเปิด-ปิดฝาเดซิเคเตอร์ มีวิธีปฏิบัติในการเปิดและปิดดังต่อไปนี้

1.1.1 การเปิดฝาเดซิเคเตอร์ ทำได้โดยเลื่อนฝาดออกจากตัว มือซ้ายจับตัวเดซิเคเตอร์ ในขณะที่มือขวาจับส่วนบนของฝา และใช้นิ้วหัวแม่มือดันฝาใช้มือขวาค่อย ๆ เลื่อนฝาดออกจากตัวเดซิเคเตอร์ให้กว้างพอที่จะเอาวัตถุหรือภาชนะเข้าหรือออกจากเดซิเคเตอร์ได้เท่านั้น ถ้ามีความจำเป็นต้องเปิดฝาดอกวาง ให้วางฝาด้านขึ้น และวางในที่ที่ปลอดภัย ไม่ให้ฝาดมุดแตก ระมัดระวังอย่าให้ฝุ่นหรือสิ่งสกปรกเข้าไปติดที่ขอบฝาหรือขอบตัวเดซิเคเตอร์ที่ทาวาสลีนไว้

1.1.2 การปิดฝาเดซิเคเตอร์ ทำได้โดยดันฝาเข้าหาตัว ให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม ต้องขยับฝาให้วาสลีนที่ทาไว้บริเวณขอบที่เป็นกราวด์กลาส กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จนฝาและตัวเดซิเคเตอร์แนบติดกันสนิท ถ้าต้องการใส่สารหรือภาชนะที่เผาไว้จนร้อนจัดในเดซิเคเตอร์เพื่ออบไล่ความชื้น ปิดฝาเดซิเคเตอร์ให้สนิท แล้วทิ้งไว้จนสารหรือภาชนะเย็นลง ภายในเดซิเคเตอร์จะเกิดสุญญากาศทำให้เปิดฝาดไม่ได้ ดังนั้นจึงควรเปิด-ปิดฝา 2-3 ครั้งหลังจากใส่สารหรือภาชนะลงไปแล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสุญญากาศ

1.2 การเคลื่อนย้ายเดซิเคเตอร์ ในกรณีที่ต้องการเคลื่อนย้ายเดซิเคเตอร์เพื่อนำวัตถุที่อบอยู่ภายในไปชั่งน้ำหนักในห้องเครื่องชั่ง และจำเป็นต้องชั่งอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันไม่ให้ครุชิลดูดความชื้นจากอากาศภายนอก การเคลื่อนย้ายจะต้องทำอย่างระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการแตกของฝา ซึ่งนอกจากจะทำให้ของเสียหายแล้ว ยังอาจเกิดอันตรายแก่ผู้อื่นอีกด้วย การย้ายเดซิเคเตอร์ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1.2.1 ใช้มือทั้งสองจับด้านข้างของเดซิเคเตอร์ระหว่างฝากับตัวของเดซิเคเตอร์ ใช้นิ้วหัวแม่มือกดอยู่บนฝา นิ้วอื่น ๆ ที่เหลือจับใต้ฝาและตัวเดซิเคเตอร์แล้วยกเดซิเคเตอร์เพื่อเคลื่อนย้าย

1.2.2 ใช้มือข้างหนึ่งอุ้มตัวเดซิเคเตอร์ส่วนมืออีกข้างหนึ่งจับฝาไว้ให้ไม่เลื่อนตก

2. สารดูดความชื้น

สารดูดความชื้น (Desiccant) ที่นำมาใช้ในเตชิกเคเตอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและข้อดีข้อเสียที่ต่างกัน ซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้นที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากใช้งานง่าย สะดวก ประหยัด และใช้งานคุ้มค่า ซิลิกาเจลมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ กลม ๆ หรือเป็นเกล็ด ค่ายหินใส ไม่มีสี เมื่อนำมาทำเป็นสารดูดความชื้นจะผสมกับโคบอลต์ไนเตรด ที่ใช้เป็นอินดิเคเตอร์บอกระดับความชื้นที่ดูดเข้าไป ถ้าระดับความชื้นในซิลิกาเจลมีน้อย ลักษณะของซิลิกาเจลจะแห้งและมีสีน้ำเงินสด แต่ถ้าซิลิกาเจลดูดความชื้นไว้สีของซิลิกาเจลจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และสามารถนำซิลิกาเจลกลับมาใช้ได้อีกโดยนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส สีของซิลิกาเจลจะเปลี่ยนกลับมาเป็นสีน้ำเงินสดอีกครั้ง

สำหรับสารเคมีอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติในการดูดความชื้นและนำมาใช้ได้ ตัวอย่างเช่น แอนไฮไดรรัส แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมออกไซด์ ฟอสฟอรัส เพนทอกไซด์ แอนไฮไดรรัสแมกนีเซียมเพอร์คลอเรต และแบเรียมคลอเรต เป็นต้น แม้ว่าสารเคมีเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นได้ปานกลางจนถึงระดับดี แต่ข้อเสียที่พบทั่วไปคือ สารเกิดการเปลี่ยนสภาพเมื่อใช้งานไปแล้ว ทำให้หมดคุณสมบัติในการดูดความชื้นและไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่อีก เช่น ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ และแคลเซียมคลอไรด์

(http://sci.pit.ac.th/_files/down/pic_rFbJPEhP.pdf)

บรรณานุกรม

กมลวรรณ สุขสวัสดิ์. (2559). ผลของวิธีการสกัดไขมันต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของไขมันและแป้ง

จากเมล็ดเงาะ (วิทยานิพนธ์). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

บริษัทBUCHI (Thailand) Ltd.,77/175, Sin Sathon Tower,39th FL, Unit F Krungthonburi Rd.

Klongtonsai, Klongsan Bangkok 10600.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. (2563). การสกัดด้วยซอกเลต. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหาร

ครบวงจร. สืบค้นจาก [http:// www.foodnetworksolution.com](http://www.foodnetworksolution.com)

อนุชิตา มุ่งงาม. (2554). หลักการวิเคราะห์อาหาร (เอกสารคำสอน). มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีการ

อาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

การใช้เครื่องชั่งและเดซิเคเตอร์ เข้าถึงข้อมูลได้จาก: http://sci.pit.ac.th/_files/down/pic_rFbJPEhP.pdf

(สืบค้นวันที่ 16 มิถุนายน 2563)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ -สกุล นางสาวอรุณรัตน์ อุทัยคู
เกิด 29 มีนาคม 2524
ที่อยู่ปัจจุบัน 45 หมู่ 5 บ้านโคกศรี ต.หนองปลิง อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เลขที่ 80 ถ.นครสวรรค์ ต.ตลาด อ.เมือง จ.มหาสารคาม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2561 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ประสบการณ์ด้านงานวิจัย

งานวิจัย

1. การทดสอบหาสารประกอบของอัลคาร์ลอยในพืชสมุนไพรบางชนิดในวัดป่าสุวรรณพันชาด
2. การเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกเมล็ดกระบก
3. กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระจากผักปลังแดง
4. การหาฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะหาด

งานนำเสนอ

1. A-roonrat Uthaiku and Patcharaporn Pimchan. (2016). Preparation of Micro-crystalline cellulose from. *Congress on Science and Technology of Thailand*, 42.
2. A-roonrat Uthaiku, Pornpimol Ponkham and Patcharaporn Pimchan. (2017). Flim Cellulose from Cattail (*Typha Angustifolia* L.) In Saline Soil. *International Conference on Sciences and Social Sciences*, 7, 667-677.