



คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง

การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายนิรุทธ์ แซ่โจ้ว

ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประจำปี พ.ศ. 2569



คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชา
วิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ธัญบุรี ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์สำหรับใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษา
สำหรับเตรียมทำปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อรวบรวมขั้นตอน
การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และการจัดเตรียมตัวอย่างสำหรับ 14 บทปฏิบัติการให้มีความถูกต้อง
และพร้อมต่อการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาในคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ เรียบเรียงจากประสบการณ์การปฏิบัติงานจริงและปัญหา
ที่พบจากการทำงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 จนถึงปัจจุบัน โดยผู้จัดทำได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม
Microsoft Excel เข้ามาช่วยคำนวณและตรวจสอบผลการคำนวณอัตโนมัติเพื่อลดข้อผิดพลาด
และเพิ่มความรวดเร็วในการดำเนินปฏิบัติการ อันเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนพันธกิจ
ด้านการเรียนการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการศึกษา
และบุคลากรที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงานได้อย่างมีมาตรฐาน หากมีข้อผิดพลาด
ประการใด หรือมีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาผลงาน ผู้จัดทำยินดีน้อมรับเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และพร้อมที่จะนำไปต่อยอดในการพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานในหน้าที่สืบไป

นายนิรุตย์ แซ่โจ้ว

พ.ศ. 2569

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ก
สารบัญภาพ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของการจัดทำคู่มือ	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงาน.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	6
2.1 โครงสร้างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	6
2.2 โครงสร้างของคณะวิศวกรรมศาสตร์.....	9
2.3 โครงสร้างของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร.....	11
2.4 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่ง.....	14
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข	18
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน.....	18
3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา.....	30
หลักวิศวกรรมอาหาร	
3.3 วิธีการปฏิบัติงาน	39
3.4 จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน	40
บทที่ 4 กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	42
4.1 แผนการปฏิบัติงาน	42
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	44
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและการพัฒนา.....	103
5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข.....	103
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	107

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก.....	111
ประวัติผู้เขียน.....	113



สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	9
2.2 แผนภาพแสดงสายงานบังคับบัญชาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.11 ธัญบุรี	
2.3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมเกษตร.....	13
2.4 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ	14
2.5 แสดงหน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิชาการศึกษา (เลขที่ตำแหน่ง 5708228).....	18
3.1 แสดงอาคารภาควิชาวิศวกรรมเกษตร.....	24
3.2 แสดงห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1 ชั้น 2 ห้อง 2A1.....	25
3.3 แสดงห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร ชั้น 2 ห้อง 2A2	25
3.4 แสดงห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2 ชั้น 3 ห้อง 3A1.....	26
3.5 แสดงห้องปฏิบัติการทำแห้ง ชั้น 3 ห้อง 3A2	26
3.6 แสดงห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี.....	27
3.7 แสดงอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2.....	27
3.8 แสดงห้องปฏิบัติการทดลอง 1	28
3.9 แสดงพื้นที่โรงกลางอาหารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2.....	28
4.1 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนทำปฏิบัติการ หน้าที่ 1/3	49
4.2 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนทำปฏิบัติการ หน้าที่ 2/3	50
4.3 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนทำปฏิบัติการ หน้าที่ 3/3	51
4.4 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบวัสดุก่อนการทำปฏิบัติการ รายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร.....	52
4.5 แสดงตัวอย่างเอกสารใบเสนอราคาสำหรับขอจัดซื้อวัสดุ	53
4.6 แสดงตัวอย่างเอกสารใบอนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้าง	54
4.7 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 1	57
4.8 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 2	59
4.9 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 3	60
4.10 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 4	62
4.11 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 5	64
4.12 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 6	66
4.13 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 7	67

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 8.....	68
4.15 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 9.....	69
4.16 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 10.....	71
4.17 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 11.....	72
4.18 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 12.....	74
4.19 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 13.....	76
4.20 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 14.....	77
4.21 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 3.....	81
4.22 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 4.....	84
4.23 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 5.....	86
4.24 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 6.....	88
4.25 แสดงสูตรคำนวณการเปลี่ยนข้อมูลอุณหภูมิเป็นค่าเอนทาลปี ด้วย Microsoft Excel	91
4.26 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 7.....	92
4.27 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 8.....	93
4.28 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 9.....	95
4.29 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 10	97
4.30 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 11	99
4.31 แสดง รายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 12	101
4.32 บรรยายภาคการสนับสนุนและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษาในรายวิชา.....	104
หลักวิศวกรรมอาหาร	
5.1 แสดงปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข	111
5.2 แสดงข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา.....	113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร	21
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ	32
3.3 แสดงวัสดุที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ	38
4.1 แสดงแผนการดำเนินงานกระบวนการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาวิศวกรรมอาหาร	43
4.2 แสดงสัญลักษณ์ ชื่อเรียก และความหมายที่ใช้ในการบรรยายแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow Chart)	45
4.3 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร	46
4.4 แสดงตารางรายการวัสดุและแนวทางการจัดหา	55
4.5 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 1	56
4.6 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 2	59
4.7 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 3	60
4.8 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 4	62
4.9 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 5	64
4.10 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 6	65
4.11 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 7	67
4.12 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 8	68
4.13 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 9	69
4.14 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 10	70
4.15 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 11	72
4.16 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 12	73
4.17 แสดงตัวอย่างโจทย์ที่กำหนดและผลการผสมในบทปฏิบัติการที่ 4	82
4.18 แสดงโจทย์และผลการคำนวณของบทปฏิบัติการที่ 7	89
5.1 แสดงปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข	107

บทที่ 1

บทนำ

เนื้อหาในบทที่ 1 บทนำ ได้นำเสนอภาพรวมเกี่ยวกับความสำคัญของรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ตลอดจนความจำเป็นในการพัฒนาคู่มือการเตรียมปฏิบัติการเพื่อเป็นมาตรฐานในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน โดยสรุปวัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่จะได้รับและขอบเขตคู่มือ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างถูกต้อง และสนับสนุนต่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 ความเป็นมาของการจัดทำคู่มือ

วิศวกรรมอาหารเป็นศาสตร์ที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและแปรรูปอาหารให้มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และสอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพอาหาร เดิมที การแปรรูปและถนอมอาหารอาศัยหลักการทางเคมีและจุลชีววิทยาเป็นหลัก แต่เมื่อเทคโนโลยีทางวิศวกรรมพัฒนาไป อุตสาหกรรมอาหารจึงเริ่มนำหลักวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบเครื่องจักร ระบบควบคุม และกระบวนการผลิตที่ทันสมัย ทำให้เกิดการพัฒนาศาสตร์เฉพาะทางที่เรียกว่า "วิศวกรรมอาหาร" ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารในระดับโลก ศาสตร์วิศวกรรมอาหารจึงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหาร รวมทั้งเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนการสอนและการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมอาหาร [1], [2]

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้เปิดจัดการเรียนการสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร [3] เพื่อผลิตวิศวกรอาหารที่มีความเชี่ยวชาญทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร เป็นหนึ่งในรายวิชาของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร มีการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 เป็นประจำทุกปี รายวิชานี้เปรียบเสมือนสะพานเชื่อมโยงความรู้ภาคทฤษฎีสู่การปฏิบัติ โดยมีการจัดปฏิบัติการรวมทั้งสิ้น 14 บทปฏิบัติการ ครอบคลุมเนื้อหาพื้นฐานสำคัญ ได้แก่ มิติและหน่วยทางวิศวกรรม สมดุลมวลสารและพลังงาน กฎของเทอร์โมไดนามิกส์ แผนภูมิอากาศชื้น และการถ่ายเทความร้อน และมวลสาร การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจะช่วยให้ นักศึกษามีทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิศวกรรม และมีความพร้อมในการศึกษาต่อในรายวิชาขั้นสูงในระดับชั้นปีที่ 3 และ 4 ต่อไป [3]

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าวบรรลุผลลัพธ์ตามที่หลักสูตรกำหนด ผู้ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ภาระงานหลักในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การเตรียมปฏิบัติการ การดูแลห้องปฏิบัติการ การจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และวัสดุ

ประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการสนับสนุนงานบริการวิชาการที่เกี่ยวข้อง จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมา พบว่าการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารมีรายละเอียดและขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการเตรียมเครื่องมือเฉพาะทาง การตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ การคำนวณและเตรียมสารหรือวัสดุทดลอง รวมถึงการดูแลความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากขาดแนวทางปฏิบัติงานที่เป็นระบบ อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจัดเตรียมปฏิบัติการ ความเสียหายต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ การปฏิบัติงานที่อาศัยประสบการณ์เฉพาะบุคคลยังทำให้การถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคลากรใหม่ขาดความต่อเนื่องในการสนับสนุนการเรียนการสอนเมื่อมีการหมุนเวียนบุคลากร

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้ปฏิบัติงานจึงเล็งเห็นความจำเป็นอย่างยิ่งในการรวบรวมองค์ความรู้จากประสบการณ์และมาตรฐานทางวิชาการ มาวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อจัดทำเป็น “คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี” โดยมุ่งหวังให้คู่มือเล่มนี้เป็นเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเตรียมปฏิบัติการ ลดความผิดพลาดจากตัวบุคคล และเป็นแหล่งข้อมูลในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การสนับสนุนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และเกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่ออธิบายขั้นตอนการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ให้เป็นระบบและมีรายละเอียดที่ชัดเจน

1.2.2 เพื่อเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ และเป็นคู่มือสำหรับบุคลากรที่เข้ามาปฏิบัติงานใหม่หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานแทนให้สามารถเรียนรู้งานและปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

1.2.3 เพื่อช่วยลดข้อผิดพลาด เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินปฏิบัติการด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในกระบวนการทำงาน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 นักวิชาการศึกษา หรือบุคลากรที่รับผิดชอบด้านการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิชากวีกรรมอาหารสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ มีแนวทางและมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ลดความผิดพลาดในการเตรียมปฏิบัติการ และเพิ่มความคล่องตัวในการดำเนินงาน

1.3.2 บุคลากรใหม่หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานแทน สามารถศึกษาและเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานจากคู่มือได้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถปฏิบัติงานต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนกรณีมีการเปลี่ยนแปลงบุคลากร

1.3.3 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีเครื่องมือสนับสนุนการปฏิบัติงานในรูปแบบโปรแกรม Microsoft Excel ที่ผู้จัดทำพัฒนาขึ้นและบรรจุไว้ในคู่มือฉบับนี้ โดยมีการแสดงรายละเอียดสูตรคำนวณ วิธีการใช้งาน และช่องทางการเข้าถึงไฟล์ต้นฉบับ เพื่อใช้ประกอบการตรวจสอบผลการคำนวณในปฏิบัติการต่าง ๆ ของรายวิชาหลักวิชากวีกรรมอาหาร ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบข้อมูลและผลการคำนวณของนักศึกษาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และเป็นมาตรฐานเดียวกัน ลดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณด้วยมือ รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนการสอนและการควบคุมการปฏิบัติการภายในห้องปฏิบัติการ

1.4 ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงาน

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา [2]

คู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ใช้สำหรับการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิชากวีกรรมอาหาร ซึ่งเป็นรายวิชาชีพบังคับของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยครอบคลุมขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่การเตรียมแผนการสอน การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องวัด สารที่ใช้ในการทดลอง การตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ การสนับสนุนระหว่างการเรียนการสอน ตลอดจนการจัดเก็บอุปกรณ์และดูแลห้องปฏิบัติการหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ ซึ่งเนื้อหาในคู่มือครอบคลุมการเตรียมปฏิบัติการจำนวน 14 ปฏิบัติการ ได้แก่

ปฏิบัติการที่ 1 การหาความหนาแน่นของของเหลว

ปฏิบัติการที่ 2 การหาความหนาแน่นของของแข็ง

ปฏิบัติการที่ 3 สมดุลมวลสารกับเครื่องระเหย

ปฏิบัติการที่ 4 สมดุลมวลสารกับการผสมสาร

ปฏิบัติการที่ 5 สมดุลมวลสารกับการหาความชื้นในกระบวนการอบแห้ง

ปฏิบัติการที่ 6 การหาอุณหภูมิของไอน้ำในระบบผลิตไอน้ำ

ปฏิบัติการที่ 7 สมดุลพลังงานกับการผสมสาร

ปฏิบัติการที่ 8 สมดุลพลังงานกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ปฏิบัติการที่ 9 การหาประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

ปฏิบัติการที่ 10 การหาอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ

ปฏิบัติการที่ 11 การหาอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้แผนภูมิอากาศชื้น

ปฏิบัติการที่ 12 การหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

ปฏิบัติการที่ 13 การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวแกน X

ปฏิบัติการที่ 14 การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวรัศมี

1.4.2 ขอบเขตด้านหลักเกณฑ์และความปลอดภัย

คู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้กำหนดแนวทางการปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร โดยอ้างอิงแนวทางการจัดการห้องปฏิบัติการ การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [4] ร่วมกับการบูรณาการหลักการ 5ส ได้แก่ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย ตามแนวทางของสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) [5] มาใช้ในกระบวนการจัดเตรียมการจัดเก็บอุปกรณ์ และการดูแลรักษาพื้นที่ปฏิบัติงานให้เป็นระเบียบ พร้อมใช้งาน และถูกสุขลักษณะ นอกจากนี้ ยังยึดแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ [6] เพื่อส่งเสริมให้การเตรียมปฏิบัติการเป็นไปอย่างปลอดภัย มีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอน และสนับสนุนการดูแลรักษาครุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

คู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้ใช้สำหรับการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ซึ่งจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในภาคการศึกษาที่ 1 ของทุกปี การศึกษา โดยดำเนินการตามวันและเวลาราชการตามตารางเรียนที่กำหนด กระบวนการปฏิบัติงานครอบคลุมตั้งแต่การวางแผนและเตรียมความพร้อมก่อนเปิดภาคการศึกษาประมาณ 4 สัปดาห์ การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือก่อนการปฏิบัติการในแต่ละครั้ง ตลอดจนการจัดเก็บอุปกรณ์ และตรวจสอบความเรียบร้อยภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ในคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร มีการใช้คำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทดลองและการเตรียมปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงกำหนดนิยามของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในคู่มือดังต่อไปนี้

การเตรียม ปฏิบัติการ	หมายถึง	กระบวนการวางแผน ประสานงาน และดำเนินการจัดเตรียมความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ เอกสารประกอบการปฏิบัติการ ตลอดจนการดูแลห้องปฏิบัติการ ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร เพื่อสนับสนุนให้การดำเนินงานภาคปฏิบัติการของนักศึกษาเป็นไปอย่างถูกต้อง ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และบรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา
ปฏิบัติการ	หมายถึง	กิจกรรมการทดลองหรือการฝึกปฏิบัติที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมอาหาร ผ่านการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดในรายวิชา
ผู้ปฏิบัติงาน	หมายถึง	นักวิชาการศึกษา (ด้านห้องปฏิบัติการ) ผู้รับผิดชอบสนับสนุนการเตรียมความพร้อม การควบคุม ดูแล และการจัดการทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
วิชาหลัก วิศวกรรมอาหาร	หมายถึง	รายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารซึ่งเปิดสอนในสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลักสูตรปรับปรุงวิศวกรรมอาหาร
2563

ห้องปฏิบัติการ หมายถึง ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนและการดำเนินกิจกรรมปฏิบัติการทางวิศวกรรมอาหาร

อาจารย์ผู้สอน หมายถึง อาจารย์เจ้าของวิชาที่ทำการสอนวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร



บทที่ 2

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง เตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ในบทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ จะกล่าวถึงโครงสร้างการบริหารการจัดการของหน่วยงานต้นสังกัด และกล่าวถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. โครงสร้างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. โครงสร้างของคณะวิศวกรรมศาสตร์
3. โครงสร้างของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
4. บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่ง

2.1 โครงสร้างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [7]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลเป็นสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่ให้บริการการศึกษา และผลิตทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณค่าให้กับสังคมไทยเป็นระยะเวลายาวนาน นับย้อนจากการสถาปนา ในนาม “วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา” วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2518 เป็นวันที่พระราชบัญญัติ “วิทยาลัย เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา” ได้ถูกประกาศในราชกิจจานุเบกษาและมีผลบังคับใช้ เพื่อผลิตครูอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีให้การศึกษาทางด้านอาชีพทั้งระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ระดับปริญญาตรีและประกาศนียบัตรชั้นสูง ทำการวิจัยส่งเสริมการศึกษา ทางด้านวิชาชีพ และให้บริการทางวิชาการแก่สังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีและ อาชีวศึกษาได้พัฒนาระบบการเรียนการสอนให้ได้มาตรฐานการศึกษาที่มีคุณภาพ และศักยภาพมีความพร้อมในหลาย ๆ ด้าน

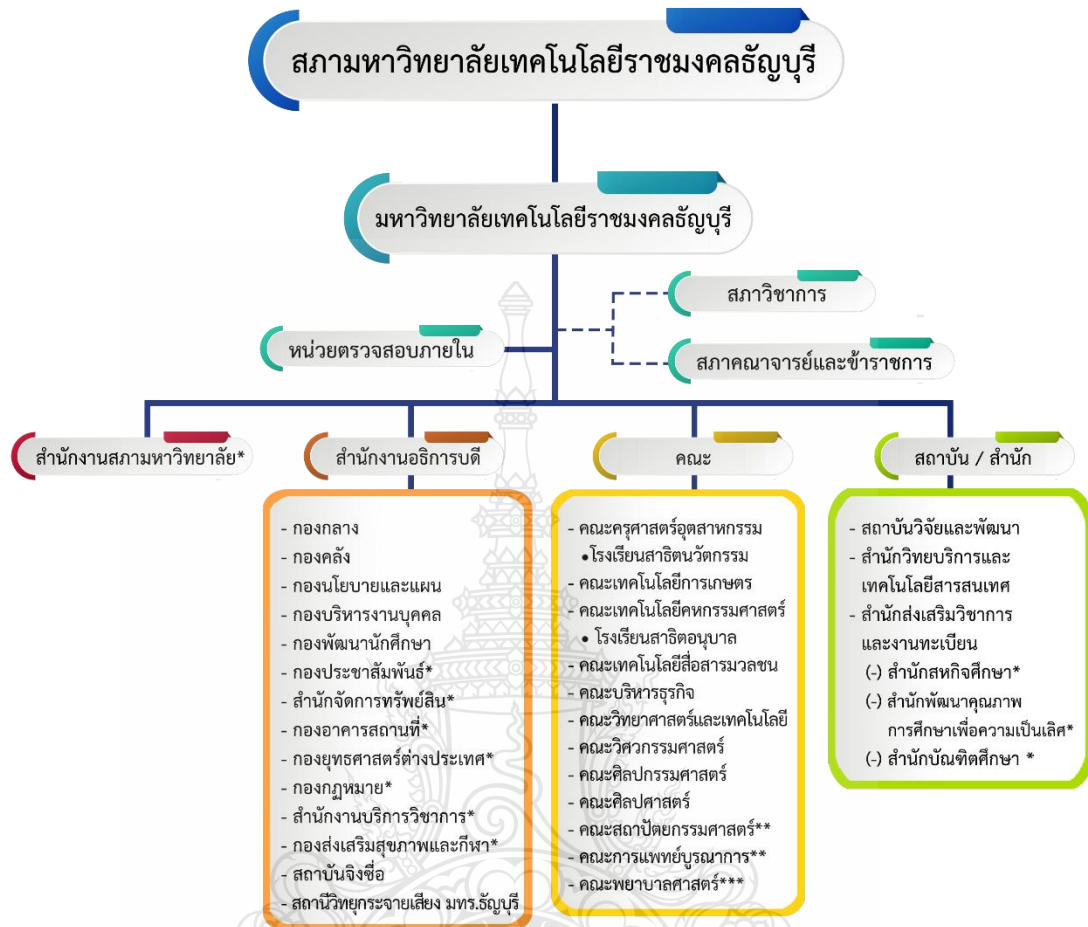
ในวันที่ 15 กันยายน 2531 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพล อดุลยเดช ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อใหม่ว่า “สถาบันเทคโนโลยี ราชมงคล” สืบเนื่องจากแนวทางการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ.2542 ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจ การบริหารจัดการสู่สถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา เพื่อให้สถานศึกษาของรัฐดำเนินการโดยอิสระ และมีความคล่องตัว ในการบริหารจัดการภายใต้การกำกับดูแลของ สถานศึกษา ดังนั้น สถาบันเทคโนโลยี ราชมงคล จึงได้ปรับปรุงแก้ไขพระราชบัญญัติฉบับเดิมและยกฐานะเป็นพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล โดยมีการรวมกลุ่มวิทยาเขตจัดตั้งเป็นมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 9 แห่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ได้ทรงลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ.2548 และ

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาใช้บังคับเป็น กฎหมาย ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2548 ให้มหาวิทยาลัยเป็น “สถาบันอุดมศึกษาด้านวิชาชีพและเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์ในการให้ การศึกษา ส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูงที่เน้นการปฏิบัติ ทำการสอน ทำการวิจัย ผลิตครูวิชาชีพ ให้บริการทางวิชาการในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปะและ วัฒนธรรม และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ในปี พ.ศ. 2562 มีการเปลี่ยนแปลงการบริหารของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีการยุบรวมหน่วยงาน 4 หน่วยงานเข้าด้วยกัน ได้แก่ สำนักงาน คณะกรรมการ การอุดมศึกษา (สกอ.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เป็น “กระทรวง การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม (MHSRI)” โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ในวันที่ 2 พฤษภาคม 2562 ซึ่งมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีแนวนโยบายขับเคลื่อนเพื่อ พัฒนาบัณฑิตให้เป็นนวัตกรรม ซึ่งจะมีการบูรณาการ ระหว่างการเรียนการสอน และการสร้างสรรค์ นวัตกรรม เพื่อตอบโจทย์ยุทธศาสตร์ชาติและ พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา ตลอดจนกฎกระทรวง การจัดกลุ่มสถาบันอุดมศึกษา โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์อยู่ภายใต้โครงสร้างการบริหารการจัดการ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังที่แสดงในภาพที่ 2.1





หมายเหตุ : - * เป็นหน่วยงานภายในที่ตั้งเป็นการภายในของมหาวิทยาลัยฯ

- ** เป็นส่วนราชการที่ตั้งเป็นการภายในของมหาวิทยาลัยฯ

- *** เป็นส่วนราชการที่ตั้งเป็นการภายใน โดยใช้งบประมาณเงินรายได้

- โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานภายใน มทร.ธัญบุรี โดยมีฐานะเทียบเท่าภาควิชา และอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

- โรงเรียนสาธิตอนุบาลราชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานภายใน มทร.ธัญบุรี และอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [8]

2.2 โครงสร้างของคณะวิศวกรรมศาสตร์[9]

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2518 ใช้ชื่อว่า “คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี” วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ต่อมาปี พ.ศ. 2532 มีพระราชบัญญัติเปลี่ยนชื่อวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาเป็นสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยยกเลิก คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี และประกาศใน พระราชกิจจานุเบกษา ใช้ชื่อใหม่ว่า “คณะวิศวกรรมศาสตร์” โดยมีผลตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม 2537 ซึ่งได้ย้ายมาทำการเรียนการสอน ณ ถนนรังสิต-นครนายก กม.13 ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ในปัจจุบันมีพระราชบัญญัติจัดตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงอยู่ในการแบ่งส่วนราชการใหม่ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา มีการจัดการเรียนการสอนแบ่งเป็นภาควิชา จำนวน 10 ภาควิชา ได้แก่

1. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
2. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
3. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
4. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
5. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
6. ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
7. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
8. ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ
9. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหะการ
10. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

โดยภาควิชาวิศวกรรมเกษตรอยู่ภายใต้โครงสร้างสายงานบังคับบัญชาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังที่แสดงในภาพที่ 2.2

2.3 โครงสร้างของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร [11]

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเดิมเป็นคณะหนึ่งของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ใช้ชื่อว่า คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร โดยได้รับความเห็นชอบและอนุมัติให้จัดตั้งจาก คณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2533 และเริ่มจัดการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2535 พร้อมทั้งได้ดำเนินการเปิดภาควิชา ทำการสอนใน 2 ภาควิชา คือ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เปิดสอนสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชา เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปอาหาร เปิดสอนสาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปอาหาร การเรียนการสอนระยะแรกใช้พื้นที่บางส่วนของวิทยาเขตพระนครเหนือ ในปี พ.ศ. 2533 จึงได้ย้ายที่ทำการมาอยู่ภายในศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

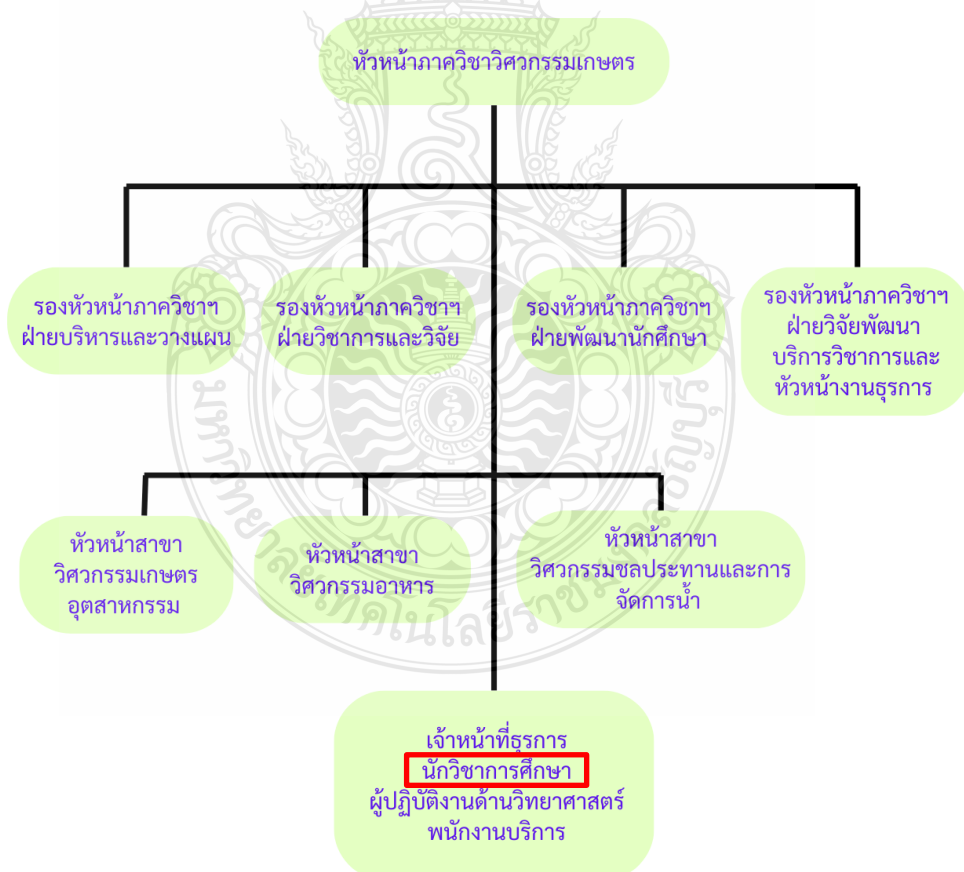
คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรได้ตอบสนองนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อขยาย การเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีในสาขาที่มีความพร้อมและเป็นวิชาชีพขาดแคลน คณะจึงได้มีส่วนสนับสนุนในการเป็นฐานจัดการเรียนการสอนในหลากหลายสาขาวิชาโดยได้มีมติ จัดตั้งภาควิชาเพิ่มขึ้นอีกหลายสาขา เช่น สาขาวิชาการถ่ายภาพและภาพยนตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยี การพิมพ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์และสาขาวิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ภายหลังสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลมีการปรับเปลี่ยน โครงสร้าง การบริหารงานเพื่อเข้าสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมและ เทคโนโลยีการเกษตรได้ปรับองค์กรให้สอดคล้องกับการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย โดยได้บริหารงาน ในรูปแบบภาควิชาภายใต้คณะวิศวกรรมศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 มีบุคลากร สายวิชาการ ทั้งหมด 21 คน และบุคลากร สายสนับสนุน 5 คน ปัจจุบันเปิดการเรียนการสอนใน 3 สาขาวิชา ได้แก่

1. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอุตสาหกรรม มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตทางการเกษตร ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนา เครื่องจักรกลเกษตรที่ทันสมัย การนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้ในฟาร์ม รวมถึงการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี เกษตรแม่นยำ และ เกษตรอัจฉริยะเช่น การใช้ระบบเซนเซอร์ และอากาศยานไร้คนขับ เพื่อการวิเคราะห์สภาพพื้นที่และการจัดการทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต

2. สาขาวิชาวิศวกรรมชลประทานและการจัดการน้ำ เน้นการศึกษาด้านอุทกวิทยาและ การออกแบบระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้การจัดการทรัพยากรน้ำเป็นไปอย่างยั่งยืน ครอบคลุมการวางแผนระบบส่งน้ำ ประดูระบายน้ำ และระบบกระจายน้ำในแปลง เช่น ระบบน้ำหยด และระบบพ่นฝอย รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ในการพยากรณ์และบริหารจัดการน้ำเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็น หัวใจสำคัญของการผลิตภาคเกษตรกรรม

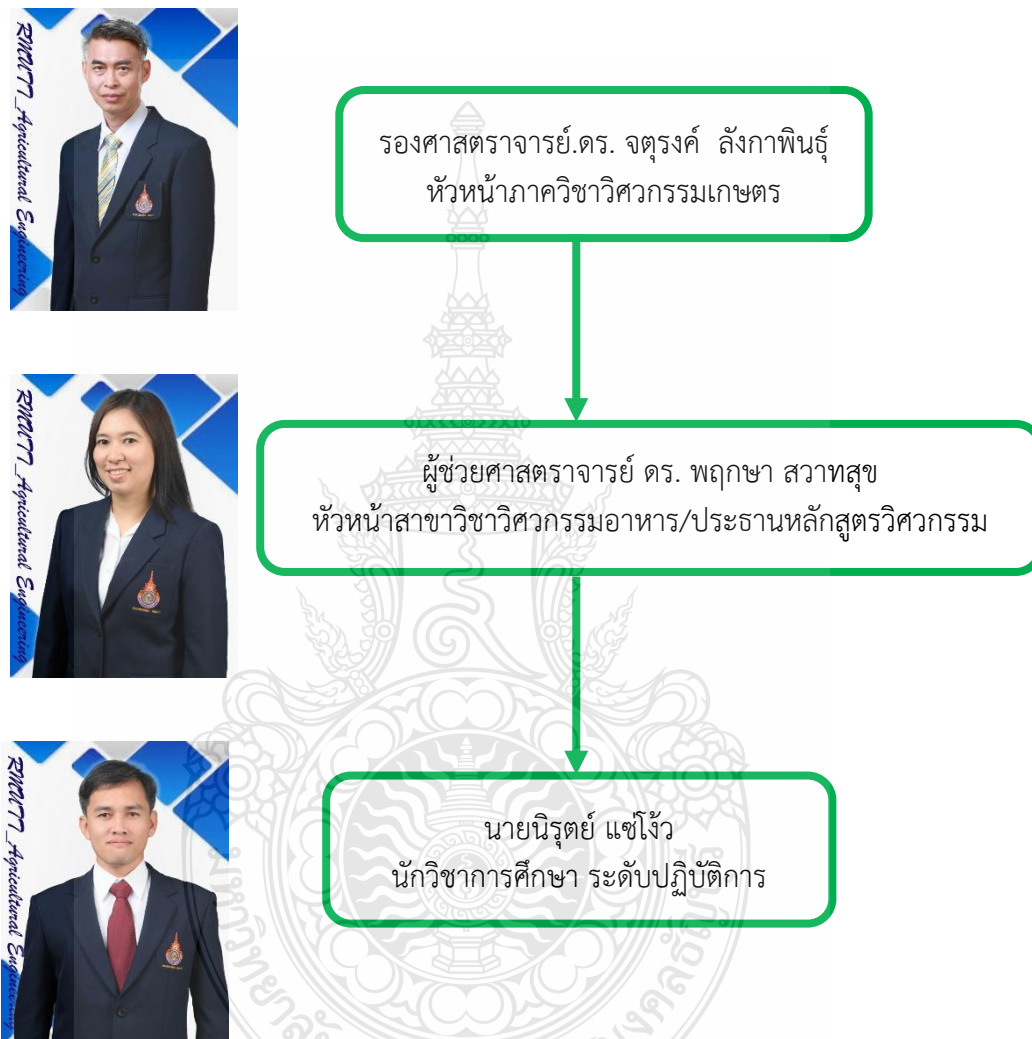
3. สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร เป็นสาขาวิชาที่บูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมเข้ากับวิทยาศาสตร์การอาหาร เพื่อออกแบบและควบคุมกระบวนการแปรรูปอาหารในระดับอุตสาหกรรม มุ่งเน้นการศึกษาด้านการถ่ายเทความร้อนและมวล กลศาสตร์ของไหล และหน่วยปฏิบัติการทางวิศวกรรม เช่น การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน การแช่เยือกแข็ง และการอบแห้ง โดยให้ความสำคัญกับการรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และมาตรฐานความปลอดภัยทางอาหาร เช่น การฆ่าเชื้ออาหารในบรรจุภัณฑ์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร ตลอดจนการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรได้วางระบบโครงสร้างการบริหารงาน ดังรายละเอียดที่แสดงในภาพที่ 2.3 โครงสร้างการบริหารงานดังกล่าวถือเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการจัดการทรัพยากรและบุคลากร สอดคล้องกับนโยบายของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมเกษตร (ดัดแปลงจาก [11])

นักวิชาการศึกษาของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มีโครงสร้างการปฏิบัติงาน แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ (ดัดแปลงจาก [11])

2.4 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่ง

เพื่อให้เห็นถึงบทบาทหน้าที่และลักษณะงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้ จึงได้สรุปรายละเอียดหน้าที่ความรับผิดชอบตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งและลักษณะงานที่ปฏิบัติจริง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง [12]

ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการที่กำหนดโดย ก.พ.อ. เมื่อวันที่ 21 เดือน กันยายน พ.ศ.2553 ระบุบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของ นักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ ดังนี้

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการทำงานปฏิบัติงานเกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษา ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านการปฏิบัติการ

1.1) ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับหลักสูตร แบบเรียน การเทียบความรู้ การจัดการความรู้ งานกิจการนักศึกษา งานวินัยและพัฒนานักศึกษา งานบริการและสวัสดิการ งานนักศึกษาวิชาทหาร การจัดพิพิธภัณฑ์การศึกษา เป็นต้น เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษา และกิจกรรมทางการศึกษาต่าง ๆ ให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์ แผน นโยบายของหน่วยงาน

1.2) สำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติทางการศึกษาและกิจการ นักศึกษาความต้องการกำลังคน ศึกษาวิเคราะห์และจัดทำหลักสูตร ทดลองใช้หลักสูตร ปรับปรุง หลักสูตรการพัฒนาหนังสือหรือตำราเรียน ความรู้พื้นฐาน ตลอดจนความต้องการด้านการใช้ เทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3) จัดทำมาตรฐานสถานศึกษา การติดต่อขอความช่วยเหลือจากต่างประเทศทางการศึกษาดำเนินการเกี่ยวกับงานทะเบียนและเอกสารด้านการศึกษา รวมทั้งปรับปรุงให้ทันสมัย เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงและให้การส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษา

1.4) ติดตาม ประเมินผลการดำเนินงาน กิจกรรมและสรุปผลด้านการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ส่งเสริมการวิจัยการศึกษา และเผยแพร่ผลงานทางด้านการศึกษา เพื่อพัฒนางานด้าน วิชาการศึกษา

1.5) การให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ เช่น การจัดบริการส่งเสริมการศึกษาโดยใช้ เทคโนโลยีทางการศึกษา จัดประชุมอบรมและสัมมนาเกี่ยวกับการศึกษาและกิจการนักศึกษา เผยแพร่ การศึกษา เช่นออกรายการทางวิทยุ โทรทัศน์ การเขียนบทความ จัดทำวารสาร หรือเอกสารต่าง ๆ ให้คำปรึกษาแนะนำในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพและปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2) ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3) ด้านการประสานงาน

3.1) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

3.2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4) ด้านการบริการ

4.1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิชาการศึกษา รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

4.2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษาเพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการ ได้ทราบ ข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

2.4.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการปฏิบัติการ

1) กำกับดูแลความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติของสาขาวิชา วิศวกรรมอาหาร

2) ปฏิบัติหน้าที่ช่วยอาจารย์ผู้สอนหลักในรายวิชาดังนี้

- 2.1) วิชาปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร
- 2.2) วิชาปฏิบัติการเฉพาะหน่วยในวิศวกรรมอาหาร 1
- 2.3) วิชาปฏิบัติการเฉพาะหน่วยในวิศวกรรมอาหาร 2
- 2.4) วิชาเครื่องมือแปรรูปในวิศวกรรมอาหาร
- 2.5) วิชาเคมีและจุลชีววิทยาทางอาหาร
- 2.6) วิชาการควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมอาหาร
- 2.7) วิชาฟิสิกส์วิศวกรรมของวัสดุอาหาร
- 2.8) วิชาการเตรียมโครงงานวิศวกรรมอาหาร
- 2.9) วิชาโครงงานวิศวกรรมอาหาร
- 2.10) วิชาวิศวกรรมการแปรรูปด้วยความร้อนและความเย็น
- 2.11) วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยงานออกแบบ 2

2.12) วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร 1

2.13) วิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร 2

3) ควบคุมดูแลและให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาหรือผู้ใช้งานเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรมอาหารอย่างถูกต้อง

4) จัดทำแผนบำรุงรักษาและดำเนินการติดต่อประสานงานในส่วนของงานซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

5) จัดทำคู่มือการใช้ห้องปฏิบัติการ เพื่อความเป็นระเบียบและมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

6) ร่วมวางแผนและปฏิบัติงานในโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ภาควิชากำหนด

7) ประสานงานและปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรในภาควิชาเพื่อดำเนินกิจกรรมและโครงการต่าง ๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์

8) สนับสนุนพร้อมให้คำแนะนำการดำเนินโครงการวิศวกรรม งานวิจัย แก่นักศึกษาและบุคลากรนอก ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ด้านวิศวกรรมอาหาร โดยให้คำแนะนำในการใช้งานเครื่องมือ ตรวจสอบความพร้อมของระบบและอุปกรณ์ เตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกข้อมูล ควบคุมดูแลการใช้งานเครื่องมือระหว่างการทดลอง ตลอดจนสนับสนุนการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้ประกอบการศึกษา การวิจัย และการจัดทำรายงานทางวิชาการ

9) ปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น งานซ่อมแซมและดูแลระบบสาธารณูปโภค อาคาร ระบบโสตทัศนูปกรณ์ประจำห้องเรียน งานปรับปรุงภูมิทัศน์ จัดทำระบบและบริหารการใช้งานพื้นที่การเรียนรู้ ระบบประชาสัมพันธ์และข้อมูลภาควิชาในระบบออนไลน์ งานกิจกรรมวิชาการและ กิจกรรมพัฒนานักศึกษาและกรรมการคุมสอบ

2.4.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการวางแผน

1) วางแผนงานดำเนินการสำรวจ และจัดทำรายการวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการด้านวิศวกรรมอาหาร

2) วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือ โครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่ได้รับมอบหมาย

2.4.4 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการประสานงาน

ประสานงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่ได้รับมอบหมาย

2.4.5 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการบริการ

ดำเนินโครงการบริการวิชาการและให้บริการวิชาการแก่หน่วยงานภายนอก

- 1) สำรวจความต้องการในการรับบริการทางวิชาการ
- 2) จัดทำโครงการร่วมกับงานธุรการ
- 3) ดำเนินโครงการ
- 4) สรุปและส่งผลการดำเนินโครงการ
- 5) ให้บริการทางวิชาการกรณีมีหน่วยงานภายนอกร้องขอ



หน้าที่ความรับผิดชอบ

ของนักวิชาการศึกษา (เลขที่ตำแหน่ง 5708228)



ภาพที่ 2.5 แสดงหน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิชาการศึกษา (เลขที่ตำแหน่ง 5708228) [13]

จากภาระงานหลักในการกำกับดูแลและจัดเตรียมห้องปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติจำนวน 14 ปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องรับผิดชอบการวางแผน ประสานงาน และจัดเตรียมความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการให้พร้อมใช้งานอย่างถูกต้องและปลอดภัย ทั้งนี้ กระบวนการปฏิบัติงานมีความซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เฉพาะด้าน ประกอบกับขาดการรวบรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานไว้อย่างเป็นระบบ จึงอาจส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่อง และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือหมุนเวียนบุคลากร ด้วยเหตุนี้ ผู้จัดทำจึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ขึ้น เพื่อรวบรวมขั้นตอน วิธีปฏิบัติ และองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สามารถใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ถ่ายทอดองค์ความรู้ และสนับสนุนการปฏิบัติงานทดแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแนวทางและมาตรฐานการปฏิบัติงานให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ ขั้นตอนการดำเนินงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้อง เป็นระบบ สามารถปฏิบัติงานทดแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการเตรียมปฏิบัติการการดำเนินงานตามคู่มือฉบับนี้อาศัยหลักการของวิศวกรรมอาหาร และเทคโนโลยีอาหาร เป็นกรอบในการเตรียมปฏิบัติการ โดยประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และควบคุมกระบวนการแปรรูปอาหาร ซึ่งครอบคลุมหลักการของหน่วยปฏิบัติการ เช่น การถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทมวล กลศาสตร์ของไหล และสมบัติทางกายภาพของอาหาร อันเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนการสอนรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ดังนั้น การเตรียมปฏิบัติการจึงต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุทดลอง และสภาวะการทดลองให้สอดคล้องกับหลักการดังกล่าว เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งบทที่ 3 นี้นำเสนอหลักเกณฑ์ เครื่องมือและอุปกรณ์ วิธีการปฏิบัติงาน และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมปฏิบัติการ ดังนี้

1. หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน
2. เครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา
3. วิธีการปฏิบัติงาน
4. จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

3.1.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน [3]

คู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ใช้สำหรับสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยรายวิชาดังกล่าวเป็นรายวิชาบังคับพื้นฐานทางวิชาชีพที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อาหารเข้ากับหลักการทางวิศวกรรม เพื่อให้นักศึกษาสามารถวิเคราะห์ คำนวณ และประยุกต์ใช้หลักการเชิงวิศวกรรมในการออกแบบและควบคุมกระบวนการผลิตอาหาร

ดังนั้น การเตรียมปฏิบัติการของรายวิชานี้จึงมิใช่เป็นเพียงการจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์เท่านั้น แต่ต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์ของการทดลอง และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร เพื่อให้การเรียนการสอนภาคปฏิบัติสามารถถ่ายทอดหลักการทางวิศวกรรมอาหารได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามมาตรฐานที่หลักสูตรกำหนด ดังรายละเอียดปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรต่อไปนี้

1) ปรัชญาของหลักสูตร

บัณฑิตมีความรู้ความสามารถทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ประกอบกับมีคุณธรรมและจริยธรรมเพื่อตอบสนองตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน

2) วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2.1) ผลิตบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอาหารให้มีคุณธรรมจริยธรรม มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ ทำหน้าที่เป็นพลเมืองดีรับผิดชอบตนเอง สังคม วิชาชีพ และปฏิบัติตนภายใต้ จรรยาบรรณวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต และเสียสละ

2.2) ผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติสามารถประยุกต์ใช้ศาสตร์ดังกล่าวอย่างเหมาะสมเพื่อการประกอบวิชาชีพของตน และการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไปได้

(3) ผลิตบัณฑิตให้มีความใฝ่ รู้ในองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลง พัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถพัฒนาองค์ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ให้สูงขึ้น เพื่อพัฒนาตนเอง พัฒนางาน พัฒนาสังคมและประเทศชาติ และให้คิดเป็น ทำเป็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สามารถเลือกวิธีแก้ไข ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

(4) ผลิตบัณฑิตให้มีมนุษยสัมพันธ์และมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะในด้านการงานเป็นหมู่คณะ สามารถบริหารจัดการการทำงานได้อย่างเหมาะสม และเป็น ผู้มีทัศนคติที่ดีในการทำงาน

(5) ผลิตบัณฑิตให้มีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร และใช้ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศและศัพท์ทางเทคนิคในการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้เป็นอย่างดี

(6) ผลิตบัณฑิตให้มีทักษะทางด้านปฏิบัติในงานวิชาชีพเฉพาะ และสามารถนำไป บูรณาการเพื่อประกอบอาชีพทางด้านวิศวกรรม

3.1.2 รายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร [14]

1) จุดมุ่งหมายของรายวิชา

(1) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมอาหารเพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านวิศวกรรมอาหารหรือวิชาชีพเฉพาะอื่น ๆ ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

(2) เพื่อให้นักศึกษารู้จักการคิดคำนวณที่เป็นระบบและรู้จักการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมพื้นฐานด้านต่าง ๆ ได้

2) คำอธิบายของรายวิชา

หน่วยและมิติ สมดุลมวลสารและพลังงานในวิศวกรรมอาหาร รีโอโลยีของอาหาร การเคลื่อนที่ของไหล การถ่ายเทความร้อนในอาหาร ไซโครเมตรี และการทำอาหารแห้ง

3) แผนการสอนของรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร [14]

สัปดาห์ที่	หัวข้อ / รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	1) หน่วยและมิติ 2) มิติของวัสดุอาหาร 3) ระบบหน่วยพื้นฐาน ที่ใช้ในด้านวิศวกรรม 4) การแปลงหน่วย	3	1) บรรยาย/ปฏิบัติ ประกอบสื่อการสอน 2) ซักถามและทำโจทย์ เพื่อวัดความสำเร็จ ของแต่ละสัปดาห์	ผศ.ดร. อภิรักษ์ วัลภา
2	1) สมดุลมวลสาร 2) กฎการคงตัวของมวลสาร 3) หลักการทำสมดุลมวลสาร	3	3) มอบหมายให้ผู้เรียน ค้นคว้านอกเวลา	
3	1) สมดุลพลังงาน 2) กฎการคงตัวของพลังงาน 3) หลักการทำสมดุลพลังงาน	3		
4	การหาคุณสมบัติของอากาศชื้น โดยใช้ Psychrometric Chart	3		
5	1) การอบแห้งอาหาร 2) Drying-Rate Curve 3) สมดุลมวลและพลังงาน ในกระบวนการอบแห้งอาหาร	3		

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร (ต่อ) [14]

สัปดาห์ที่	หัวข้อ / รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อที่ใช้	ผู้สอน
6	1) รีโอโลยีของอาหาร 2) การประยุกต์ใช้รีโอโลยีกับ วัสดุที่เป็นของแข็ง 3) การประยุกต์ใช้รีโอโลยี กับวัสดุที่เป็นของเหลว Shear Stress และ Shear Rate กับความหนืด 4) รูปแบบการไหลของ ของเหลวในท่อ 5) Pressure drop กับการไหลของของเหลว	3	1) บรรยาย/ปฏิบัติ ประกอบสื่อการสอน 2) ซักถามและทำโจทย์ เพื่อวัดความสำเร็จ ของแต่ละสัปดาห์ 3) มอบหมายให้ผู้เรียน ค้นคว้านอกเวลา	ผศ.ดร. อภินันท์ วัลภา
7	1) ความสัมพันธ์ของ Shear Stress และ Shear Rate กับการไหลแบบราบเรียบ 2) Velocity Profile ของของเหลวในท่อ 3) ความเร็วเฉลี่ยของ ของเหลวไหลภายในท่อ	3		
8	1) Friction Factor 2) ความสัมพันธ์ของการไหล ผ่านท่อรูปแบบต่าง ๆ กับ Moody's Diagram	3		
9	1) Bernoulli's Equation 2) Friction Loss 3) Minor Loss 4) Work of Pump	3		
10	1) การประยุกต์ใช้ Bernoulli's Equation 2) การไหลในท่อที่ไม่เป็นทรงกลม 3) Pitot Tube 4) Venturi Meter	3		

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร (ต่อ) [14]

ลำดับที่	หัวข้อ / รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อที่ใช้	ผู้สอน
11	1) การถ่ายเทความร้อนในอาหาร 2) การถ่ายเทความร้อน ในสถานะสม่ำเสมอ 3) Fourier's Law of Heat Conduction 4) การนำความร้อนผ่านผนัง แผ่นแบนชั้นเดียว 5) การนำความร้อนผ่านผนัง แผ่นแบนหลายชั้น	3	1) บรรยาย/ปฏิบัติ ประกอบสื่อการสอน 2) ชักถามและทำโจทย์ เพื่อวัดความสำเร็จ ของแต่ละสัปดาห์ 3) มอบหมายให้ผู้เรียน ค้นคว้านอกเวลา	ผศ.ดร. อภิรักษ์ วิลภา
12	การนำความร้อนผ่านท่อผนังชั้น เดียว การนำความร้อนผ่านท่อผนัง หลายชั้น	3		
13	การถ่ายเทความร้อนที่มีทั้งการ นำและการพา ผ่านผนังแผ่นแบนและผ่านท่อ	3		
14	1) การถ่ายเทความร้อนใน สถานะไม่สม่ำเสมอ 2) การวิเคราะห์ปัญหาแบบ Lumped-System	3		
15	1) การนำความร้อนผ่านวัสดุ อาหารที่มีรูปร่างต่าง ๆ ใน สถานะไม่สม่ำเสมอ 2) การนำความร้อน ในทิศทางเดียว 3) การนำความร้อนในสอง และสามทิศทาง	3		

3.1.3 สถานที่ในการเตรียมปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร

ในการทำปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร จะทำการเปลี่ยนสถานที่ไปตามเครื่องมือที่ติดตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร [3] ดังนี้

- 1) อาคารภาควิชาภาควิศวกรรมเกษตร ดังแสดงในภาพที่ 3.1 มีทั้งหมด 5 ห้อง ได้แก่
 - (1) ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1 ชั้น 2 ห้อง 2A1 ดังแสดงในภาพที่ 3.2
 - (2) ห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร ชั้น 2 ห้อง 2A2 ดังแสดงในภาพที่ 3.3
 - (3) ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2 ชั้น 3 ห้อง 3A1 ดังแสดงในภาพที่ 3.4
 - (4) ห้องปฏิบัติการทำแห้ง ชั้น 3 ห้อง 3A2 ดังแสดงในภาพที่ 3.5
 - (5) ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี ดังแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.1 แสดงอาคารภาควิชาวิศวกรรมเกษตร [3]



ภาพที่ 3.2 แสดงห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1 ชั้น 2 ห้อง 2A1 [3]



ภาพที่ 3.3 แสดงห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร ชั้น 2 ห้อง 2A2 [3]



ภาพที่ 3.4 แสดงห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2 ชั้น 3 ห้อง 3A1 [3]



ภาพที่ 3.5 แสดงห้องปฏิบัติการทำแห้ง ชั้น 3 ห้อง 3A2 [3]



ภาพที่ 3.6 แสดงห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี [3]

2) อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2 ดังแสดงในภาพที่ 3.7

(1) ห้องปฏิบัติการทดลอง 1 ดังแสดงในภาพที่ 3.8

(2) พื้นที่โรงกลางอาหารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2 ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.7 แสดงอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2 [3]



ภาพที่ 3.8 แสดงห้องปฏิบัติการทดลอง 1 [3]



ภาพที่ 3.9 แสดงพื้นที่โถงกลางอาหารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2 [3]

3.1.4 ข้อกำหนดและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ

การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร มีการดำเนินงานโดยยึดหลักความปลอดภัยพื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ความเสียหายต่อทรัพย์สิน และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และสิ่งแวดล้อม โดยผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดที่สาขาวิชาตั้งไว้ [3] ดังนี้

- 1) ผู้ปฏิบัติงานต้องตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงานภายในห้องปฏิบัติการ โดยคำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากความร้อน เครื่องมือกล ของมีคม ระบบไฟฟ้า สารเคมี และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการ
- 2) ห้ามใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ หรือก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานและผู้อื่น
- 3) ห้ามนำอาหาร เครื่องดื่ม หรือสัตว์เลี้ยงเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น
- 4) ผู้ปฏิบัติงานต้องช่วยกันรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของพื้นที่ปฏิบัติการ โดยทำความสะอาดพื้นที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกครั้งหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ
- 5) ภาชนะ เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ ต้องได้รับการล้างทำความสะอาด และจัดเก็บในตำแหน่งที่กำหนดอย่างถูกต้อง
- 6) ก่อนใช้งานเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือสารเคมีทุกชนิด ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาวิธีการใช้งาน ข้อควรระวัง และปฏิบัติตามคำแนะนำของอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด [4]
- 7) ห้ามเคลื่อนย้ายเครื่องมือหรืออุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการโดยไม่ได้รับอนุญาตจากอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ
- 8) ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้น้ำ ไฟฟ้า วัสดุสิ้นเปลือง และทรัพยากรต่าง ๆ อย่างประหยัด และเหมาะสม
- 9) ผู้ปฏิบัติงานและนักศึกษาต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ให้เหมาะสมกับลักษณะการปฏิบัติงาน เช่น ถุงมือ หน้ากากป้องกันสารเคมี หรือแว่นตานิรภัย [6]
- 10) ขอบเสียจากการปฏิบัติการต้องได้รับการทิ้งหรือกำจัดตามประเภทของของเสีย ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ เพื่อลดผลกระทบต่อความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม [15]
- 11) ผู้ปฏิบัติงานควรทราบตำแหน่งของอุปกรณ์และทางออกฉุกเฉินภายในห้องปฏิบัติการ เช่น ถังดับเพลิง ชุดปฐมพยาบาล และรวมถึงเส้นทางเดินที่นำไปสู่ทางออกที่ใกล้ที่สุด เพื่อใช้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- 12) การปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการให้ยึดหลักการจัดระเบียบพื้นที่ตามกิจกรรม 5ส ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานสากลในการยกระดับความปลอดภัย ความสะอาด และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน [5] โดยมีแนวทางปฏิบัติดังนี้
 - (1) สะสาง ทำการสำรวจและคัดแยกสิ่งของ เครื่องมือ เครื่องแก้ว และสารเคมี ที่จำเป็นและไม่จำเป็นออกจากกันอย่างชัดเจน สิ่งของที่ไม่จำเป็นต้องนำออกจากห้องปฏิบัติการทันที เพื่อลดความหนาแน่น เพิ่มพื้นที่ใช้งาน และลดความเสี่ยงในการหยิบใช้ผิดพลาดหรือการเกิดอุบัติเหตุจากการสะดุดล้ม

(2) สะดวก จัดวางและจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และภาชนะที่ผ่านการสะอาดแล้ว ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ มีการติดป้ายชื่อ หรือทำเครื่องหมายแสดงตนที่ชัดเจนตามหลักการจัดการ ด้วยสายตา เพื่อให้่ายต่อการเข้าถึง ปลอดภัยในการหยิบใช้ และสามารถตรวจสอบความพร้อมใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

(3) สะอาด กำหนดให้มีการทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน โต๊ะปฏิบัติการ และเครื่องจักรทุกครั้งทั้งก่อนและหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ เพื่อขจัดสิ่งสกปรก คราบน้ำมัน หรือเศษอาหารที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ และปนเปื้อนในระบบทดลอง พร้อมทั้งเป็น การตรวจสอบรอยร้าวซึมหรือความผิดปกติของเครื่องมือไปในตัว

(4) สุขลักษณะ สร้างมาตรฐานในการรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยให้เป็นเนื้อเดียวกันกับการปฏิบัติงาน โดยจัดทำเอกสารตารางการตรวจสอบ เพื่อควบคุม ให้การปฏิบัติตามหลัก สะอาด สะดวก และสะอาด เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นภาพรวมเดียวกัน

(5) สร้างนิสัย ส่งเสริมและปลูกฝังวินัยด้านความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงานและ นักศึกษา ผ่านการอบรมการปฏิบัติตามกฎระเบียบห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัดจนเป็นพฤติกรรม อัตโนมัติ

3.1.5 หลักการบริหารจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติการ

การบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร มุ่งเน้น การสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ และเอื้อต่อการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้หลักการ บริหารความปลอดภัยตามแนวปฏิบัติของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมร่วมกับ กิจกรรม 5ส เพื่อควบคุมความเสี่ยง ลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ การดำเนินงานให้ความสำคัญกับการประเมินและควบคุมความเสี่ยงจากเครื่องจักร อุปกรณ์ ไฟฟ้า ความร้อน ของมีคม สารเคมี และกระบวนการปฏิบัติการต่าง ๆ [3] โดยกำหนดแนวทาง การปฏิบัติงานที่ชัดเจน มีการตรวจสอบความพร้อมและบำรุงรักษาเครื่องมือเชิงป้องกันอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงควบคุมการใช้งานเครื่องมือโดยอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญตาม ข้อกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบและโครงสร้างของภาควิชาฯ [13] นอกจากนี้ ยังให้ความสำคัญกับ การจัดระเบียบพื้นที่ปฏิบัติงานตามหลัก 5ส ได้แก่ สะอาด สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย เพื่อเสริมสร้างความปลอดภัย ความเป็นระเบียบ และความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน ควบคู่กับการ ส่งเสริมสุขอนามัยภายในห้องปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม การจัดการของเสียตามประเภทของของเสีย [15] และการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืนตาม ข้อบังคับว่าด้วยจรรยาบรรณของบุคลากรมหาวิทยาลัย [16]

ในด้านการเตรียมความพร้อมต่อเหตุฉุกเฉิน ห้องปฏิบัติการมีการกำหนดแนวทางปฏิบัติกรณี เกิดอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉิน เช่น อัคคีภัย การรั่วไหลของสารเคมี การเกิดไฟฟ้าช็อต หรือการได้รับ

บาดเจ็บจากการปฏิบัติงาน โดยผู้ปฏิบัติงานและนักศึกษาต้องทราบตำแหน่งของอุปกรณ์ฉุกเฉิน
เส้นทางอพยพ และวิธีการแจ้งเหตุ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมและ
ทันทั่วทั้งที่ ทั้งนี้ การบริหารจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติการยังมุ่งเน้นการสร้างจิตสำนึก
ด้านความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานทุกระดับ ผ่านการกำกับดูแล การให้คำแนะนำ และการปฏิบัติ
ตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรม
อาหารเป็นไปตามหลักวิศวกรรม มาตรฐานด้านความปลอดภัย และแนวทางการจัดการ
ห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม [6]

3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาหลักวิศวกรรม อาหาร

การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือ
อุปกรณ์ และวัสดุที่เหมาะสมกับลักษณะของการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ [2] เพื่อให้การเรียนการ
สอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้
ประกอบด้วยเครื่องมือพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือเฉพาะทางด้านวิศวกรรมอาหาร ทั้งนี้
ผู้ปฏิบัติงานจะต้องตรวจสอบความพร้อม สภาพการใช้งาน ความสะอาด และความปลอดภัยของ
เครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง รวมถึงจัดเตรียมวัสดุสิ้นเปลืองและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อ
สนับสนุนให้การปฏิบัติการสามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

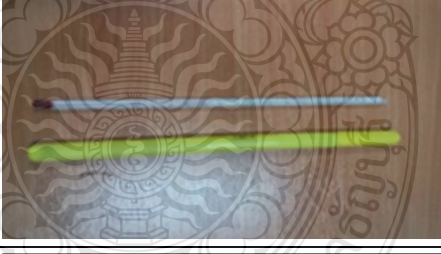
3.2.1 รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ทั้ง 14
ปฏิบัติการ มีจำนวนทั้งหมด 34 รายการ ดังที่แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
1	ขวดวัดปริมาตร ขนาดต่าง ๆ		เครื่องมือ สำหรับตวงปริมาตร ของสารที่แน่นอน
2	ปิកเกอร์		เครื่องมือพื้นฐาน ใช้เป็นภาชนะ สำหรับบรรจุ ผสม และงานทั่วไป
3	แท่งแก้วคนสาร		สำหรับคนผสม ของเหลวให้เข้ากัน เป็นเนื้อเดียว และช่วยในการเท ของเหลว
4	ช้อนตักสาร		สำหรับตักสาร ที่เป็นของแข็ง หรือใช้คนผสมสาร ให้เข้ากัน
5	โหลแก้ว		เครื่องมือสำหรับ บรรจุสารตัวอย่างที่ เตรียมไว้ในปริมาณ มาก
6	เครื่องชั่งยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192		เครื่องชั่งแบบ ทศนิยม 1 ตำแหน่ง สำหรับงานทั่วไป ทำความสะอาด ได้ง่าย

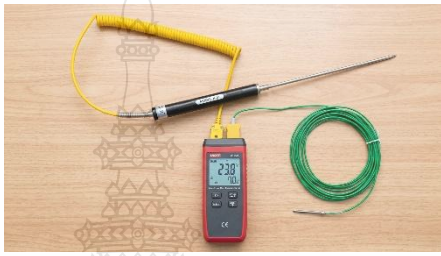
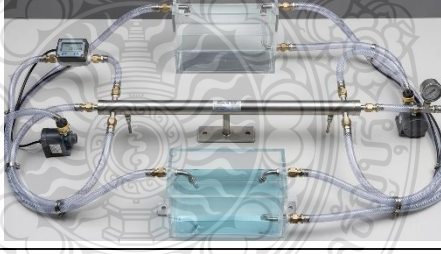
ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
7	เวอร์เนียคาลิเปอร์		เครื่องมือวัดขนาดความละเอียดสูงที่มีความแม่นยำในการอ่านค่า
8	เครื่องวัดความหวาน		เครื่องมือวัดปริมาณน้ำตาลที่ละลายของในของเหลว
9	กระป๋องอะลูมิเนียมขนาดเล็กมีฝาปิด		ใช้เป็นภาชนะในการอบแห้งตัวอย่างในตู้อบลมร้อน
10	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด		เครื่องมือสำหรับวัดค่าอุณหภูมิ
11	เครื่องวัดความเร็วลม		อุปกรณ์วัดความเร็วลมที่ไหลผ่านตัวเครื่อง
12	เครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน		อุปกรณ์ที่ใช้ในการระเหยสารละลายที่มีจุดเดือดต่างกัน

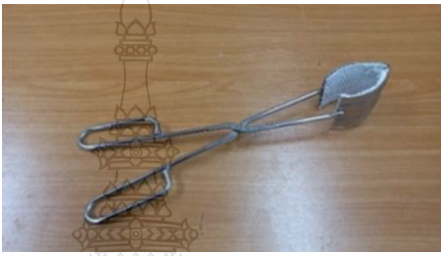
ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
13	เครื่องวัดความชื้นแบบหลอดฮาโลเจน		อุปกรณ์สำหรับหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างโดยใช้ความร้อนจากหลอดฮาโลเจน
14	ตู้อบลมร้อน		อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการอบแห้งด้วยลมร้อน
15	หลอดหยดสาร		เครื่องมือสำหรับการดูดและหยดสารละลายในปริมาณที่น้อย
16	กระบอกฉนวนกันความร้อน		ใช้สำหรับรักษาอุณหภูมิของของเหลว
17	เตาแก๊สปิกนิกแบบใช้แก๊สกระป๋อง		อุปกรณ์สำหรับจุดไฟเพื่อให้ความร้อนโดยใช้เชื้อเพลิงจากแก๊สกระป๋อง
18	กรรไกร		เครื่องมือสำหรับตัด

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
19	ตลับเมตร		เครื่องมือวัดขนาดสำหรับสิ่งที่มีขนาดใหญ่
20	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล		อุปกรณ์สำหรับวัดค่าอุณหภูมิที่ต้องการความรวดเร็วในการอ่านค่า
21	โรงจักรไอน้ำขนาดเล็ก		อุปกรณ์สำหรับการสร้างไอน้ำความดันสูง
22	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น		อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของเหลวแบบไม่สัมผัสโดยตรง
23	โถดูดความชื้น		เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างไว้ในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำมากเพื่อให้ตัวอย่างอยู่ในสภาพแห้ง
24	เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง		เครื่องชั่งความละเอียดสูงสำหรับงานวิเคราะห์ที่ใช้สารที่ต้องการความแม่นยำสูงระดับจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
25	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ		อุปกรณ์สำหรับต้มน้ำและความคุมอุณหภูมิน้ำร้อนให้คงที่
26	คีมคีบ		เครื่องมือหยิบจับภาชนะในกระบวนการอบแห้ง
27	หม้ออะลูมิเนียม		ใช้สำหรับบรรจุน้ำเพื่อให้ความร้อน
28	เครื่องทดสอบค่าการนำความร้อนด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวแกน X		เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตัวอย่างในการทำปฏิบัติการ
29	เครื่องทดสอบค่าการนำความร้อนด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวรัศมี		เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตัวอย่างในการทำปฏิบัติการ

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
30	ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน		อุปกรณ์ประกอบการสอนของระบบเครื่องปรับอากาศ
31	กระบวย		ให้สำหรับตักของเหลวจากโหลแก้ว
32	เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง		เครื่องชั่งความละเอียดสูงสำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำ ใช้ชั่งสิ่งที่ต้องการความแม่นยำระดับจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
33	กระติกน้ำเย็น		ใช้สำหรับบรรจุน้ำเย็นหรือน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิความเย็น

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [3]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
34	ท่ออุโมงค์ลมที่สามารถปรับอัตราการไหลอากาศไหลผ่านได้		เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการไหลของอากาศ

3.2.2 รายการวัสดุที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร

วัสดุที่ใช้ที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ทั้ง 14 ปฏิบัติการ มีจำนวนทั้งหมด 9 รายการดังที่แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงวัสดุที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ [2]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
1	ตัวอย่างวัสดุรูปทรงเลขาคณิต		ใช้เป็นตัวอย่างในการวัดปริมาตรของแข็ง
2	น้ำดื่มสะอาด		ใช้สำหรับผสมสารละลาย นำไปต้มเพื่อสร้างไอน้ำ หรือนำไปแช่แข็งเพื่อทำน้ำแข็ง

ตารางที่ 3.3 แสดงวัสดุที่ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ (ต่อ) [2]

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
3	สีผสมอาหาร		ใช้ผสมกับตัวอย่างของเหลวให้เกิดสีเพื่อให้ง่ายต่อการจำแนก
4	ถังแก๊ส LPG ขนาด 4 กิโลกรัม		ใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงให้กับโรงจักรไอน้ำ
5	แก๊สกระป๋องขนาด บรรจุ 250 กรัม		ใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเตาแก๊สปิกนิก
6	น้ำตาลทรายขาว		ใช้ผสมน้ำตาลเพื่อสร้างสารละลายตัวอย่าง
7	กะหล่ำปลี		ใช้เป็นตัวอย่างสำหรับอบแห้ง

ลำดับที่	ชื่อ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
8	ผ้าก๊อซสะอาด		ใช้สำหรับทำ กระเปาะเปียก เพื่ออ่านค่าแผนภูมิ อากาศชื้น
9	เอทานอล 95%		ใช้เป็นตัวอย่างวัด ค่าความหนาแน่น

3.3 วิธีการปฏิบัติงาน

3.3.1 วิธีการปฏิบัติงาน [3]

การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารสามารถแบ่งวิธีการปฏิบัติงานได้ 3 ระยะคือ ก่อนการปฏิบัติงาน ระหว่างการปฏิบัติงาน และหลังการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ก่อนการปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ โดยจัดตามบทปฏิบัติการที่จะสอนในแต่ละสัปดาห์ ต้องตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและวอร์มเครื่องให้พร้อมใช้ทันทีเมื่อเริ่มทำปฏิบัติการ

2) ระหว่างการปฏิบัติการ

ในขณะที่กำลังทำปฏิบัติการนั้น ต้องคอยดูแลการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ ให้คำแนะนำในการลงมือทำปฏิบัติการกับนักศึกษา เพื่อให้การทำปฏิบัติการเป็นไปด้วยความเรียบร้อยตามจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ และสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการได้ทันที

3) หลังการปฏิบัติการ

หลังเสร็จสิ้นการทำปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องควบคุมดูแลนักศึกษาให้ทำความสะอาดเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้เรียบร้อยก่อนจัดเก็บ ตรวจสอบจำนวนให้ครบถ้วน และจัดการกับตัวอย่างหรือของเสียที่เกิดจากการทำปฏิบัติการให้เรียบร้อย

3.3.2 ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน [3]

การดำเนินการเตรียมปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร มีข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการปฏิบัติงานดังนี้

- 1) การใช้น้ำในการผสมสารทุกครั้งจะต้อง ใช้น้ำกลั่นหรือน้ำดื่มสะอาดเท่านั้นห้ามใช้น้ำประปาหรือน้ำแร่ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตัวอย่าง
- 2) ของเสียหรือของที่เหลือจากการทำปฏิบัติการ จะต้องนำไปทิ้งในถังขยะที่จัดรวมขยะนอกอาคารภาควิชาเท่านั้นห้ามนำไปทิ้งไว้ที่ถังขยะประจำชั้น เพื่อป้องกันการเน่าเสียแล้วเกิดกลิ่นเหม็นหรือเป็นแหล่งอาหารของหนู
- 3) เมื่อเตรียมสารละลายตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว จะต้องเขียนฉลากแปะไว้เสมอเพื่อป้องกันการสับสน
- 4) ในการใช้งานตู้อบรมร้อน ผู้ปฏิบัติจะต้องใช้คีมคีบหรือใส่ถุงมือกันความร้อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันอันตรายจากการสัมผัสของร้อน
- 5) การเปิดฝาของโถดูดความชื้นให้ใช้วิธีสไลด์เข้าหาตัว ให้พอเป็นช่องที่จะนำตัวอย่างใส่เข้าไปได้ แล้วสไลด์ปิดฝาทันที ห้ามยกฝาโถดูดความชื้นออกไปวางบนโต๊ะหรือวางผิงกับตัวโถดูดความชื้น
- 6) หลังการใช้งานอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จะต้องถ่ายน้ำออกจากอ่างให้หมด และเช็ดให้แห้ง หากน้ำในอ่างมีอุณหภูมิสูง สามารถเติมน้ำอุณหภูมิปกติลงไปเพื่อเร่งให้อุณหภูมิลดลงได้
- 7) การใช้เตาแก๊สเพื่อให้ความร้อน จะต้องปิดเครื่องปรับอากาศและเปิดหน้าต่างเพื่อถ่ายเทอากาศทุกครั้ง
- 8) การใช้งาน เอทานอล 95% (Ethanol 95%) มีข้อควรระวัง [15] ดังนี้
 - (1) เป็นของเหลวไวไฟสูง (Highly Flammable Liquid and Vapor) ห้ามใช้งานใกล้เปลวไฟหรือแหล่งความร้อน
 - (2) ระคายเคืองต่อดวงตาอย่างรุนแรง (Causes Serious Eye Irritation) หากเข้าตาให้ล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างระมัดระวังหลายๆ นาที หากใส่คอนแทคเลนส์ให้ถอดออกแล้วล้างต่อไป
 - (3) ต้องเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท เก็บในที่เย็นและมีการระบายอากาศดี เก็บให้ห่างจากความร้อน ประกายไฟ และเปลวไฟ

3.4 จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน

เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีได้กำหนดแนวทางการประพฤติปฏิบัติของข้าราชการและบุคลากรไว้ในข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรของมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552 [16] โดยมีสาระสำคัญดังนี้

จรรยาบรรณต่อตนเอง

- 1) มีศีลธรรมอันดีและประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นข้าราชการ
- 2) มีทัศนคติที่ดีและพัฒนาตนเองให้มีคุณธรรมจริยธรรมรวมทั้งเพิ่มพูนความสามารถ และทักษะในการทำงานเพื่อให้การปฏิบัติหน้าที่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลยิ่งขึ้น
- 3) ไม่นำผลงานทางวิชาการของผู้อื่นเป็นของตนโดยมิชอบ
- 4) ไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น

จรรยาบรรณต่อการปฏิบัติงาน

- 1) ไม่แสวงหาผลประโยชน์อันเป็นอามิสสินจ้างจากผู้อื่น ในการปฏิบัติหน้าที่ และไม่กระทำการใด อันเป็นการหาประโยชน์ให้แก่ตนโดยมิชอบ
- 2) ปฏิบัติหน้าที่ราชการด้วยความสุจริต เสมอภาค และปราศจากอคติ
- 3) ไม่ละทิ้งหน้าที่ราชการ ไม่ปฏิบัติหรือละเว้นการปฏิบัติหน้าที่โดยมิชอบ เพื่อให้ตนเองหรือผู้อื่นได้รับประโยชน์ที่มิควรได้

จรรยาบรรณต่อนักศึกษาและผู้รับบริการ

- 1) ไม่เรียก รับ หรือยอมรับทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใดจากนักศึกษาและผู้รับบริการ เพื่อกระทำการ หรือไม่กระทำการใด
- 2) ไม่เปิดเผยความผิดของนักศึกษาและผู้รับบริการที่ได้มาจากการปฏิบัติหน้าที่หรือจากความไว้วางใจ และก่อให้เกิดความเสียหายแก่นักศึกษา และผู้รับบริการ
- 3) ไม่สอนหรืออบรมนักศึกษาให้กระทำการที่รู้ย่อว่าผิดกฎหมาย หรือฝ่าฝืนศีลธรรมอันดีของประชาชน
- 4) ไม่ล่วงละเมิดทางเพศหรือมีความสัมพันธ์ทางเพศกับผู้ซึ่งมิใช่คู่สมรสของตน

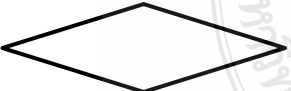
จากหลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง ผู้เขียนได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ หลักสูตร แผนการสอนรายวิชา สถานที่ปฏิบัติงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ และ วิธีการปฏิบัติการ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาทำความเข้าใจและเพื่อให้การเรียนการสอน ภาควิชาปฏิบัติของวิชาหลักวิศวกรรมอาหารตรงตามวัตถุประสงค์ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความเข้าใจ ในกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังจะอธิบายในบทที่ 4 ต่อไป

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

แผนผังการปฏิบัติงาน (Flowchart) เป็นเครื่องมือในการจัดการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมดได้อย่างชัดเจน สามารถระบุจุดที่อาจเกิดปัญหา และช่วยหาแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ แผนผังการปฏิบัติงานยังช่วยให้การสื่อสารระหว่างบุคลากรในองค์กรหรือหน่วยงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเข้าใจผิด และสร้างความเป็นเอกภาพในการปฏิบัติงาน

ในการจัดทำคู่มือปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารฉบับนี้ ผู้จัดทำได้นำสัญลักษณ์มาตรฐานในการเขียนแผนผังการปฏิบัติงานมาใช้สำหรับอธิบายขั้นตอนการทดลองและการปฏิบัติงานในแต่ละบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยได้สรุปและดัดแปลงสัญลักษณ์ ชื่อเรียก รวมถึงความหมายของสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน [8] ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงสัญลักษณ์ ชื่อเรียก และความหมายที่ใช้ในการบรรยายแผนผังการปฏิบัติงาน [8]

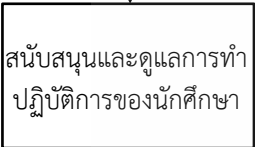
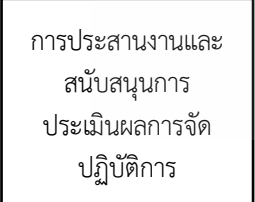
สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	จุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุด	ใช้เป็นจุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของกระบวนการทำงาน
	กระบวนการทำงาน	ใช้แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือการประมวลผลข้อมูลทั่วไป
	การตัดสินใจ	ใช้แสดงขั้นตอนที่มีการตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อการตัดสินใจ
	จุดเชื่อมต่อระหว่างหน้า	ใช้แสดงการเชื่อมโยงงานที่อยู่คนละหน้ากระดาษ
	ลูกศรทิศทาง	ใช้แสดงทิศทางหรือลำดับของขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เพื่อให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานของการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารเป็นไปอย่างราบรื่นผู้ปฏิบัติงานควรดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดโดยไว้ตั้งแต่การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการ ไปจนถึงการดำเนินงานหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ มีทั้งหมด 8 ขั้นตอนซึ่งมีรายละเอียดดังที่แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลา	แบบฟอร์ม/ เอกสาร
<pre> graph TD Start([เริ่มต้น]) --> Step1[ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชา หลัก วิศวกรรมอาหาร] Step1 --> Step2[ประสานงาน กับอาจารย์ผู้สอน] Step2 --> Decision{สำรวจความพร้อมของ อุปกรณ์และเครื่องมือ} Decision -- ไม่พร้อม --> Step2 Decision -- พร้อม --> Step3[จัดหาวัสดุและ เอกสารล่วงหน้า] Step3 --> End([1]) </pre>	ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชา หลักวิศวกรรมอาหาร เพื่อนำหัวข้อ และรายละเอียด มาเตรียมปฏิบัติงาน	ผู้ปฏิบัติงาน	2 สัปดาห์	มคอ.3 รายวิชาหลัก วิศวกรรมอาหาร
ประสานงาน กับอาจารย์ผู้สอน	ขั้นตอนที่ 2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน เพื่อรับเอกสารการทำปฏิบัติการ และสอบถามรายละเอียด ในการทำปฏิบัติการ	1) ผู้ปฏิบัติงาน 2) อาจารย์ผู้สอน	2 สัปดาห์	เอกสาร ใบงานทดลอง
ไม่พร้อม พร้อม	ขั้นตอนที่ 3 สำรวจความพร้อมของอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ต้องใช้ในบท ปฏิบัติการ หากพบว่าชำรุด เสียหาย ให้ทำการซ่อมแซม ทันที หากไม่สามารถซ่อมได้ ให้ แจ้งไปยังอาจารย์ผู้สอนเพื่อ ดำเนินเรื่องขอซ่อมต่อไป	ผู้ปฏิบัติงาน	2 สัปดาห์	
จัดหาวัสดุและ เอกสารล่วงหน้า 1	ขั้นตอนที่ 4 จัดหาวัสดุและเอกสาร ล่วงหน้าทั้งหมดให้พร้อมใช้ งาน	ผู้ปฏิบัติงาน	2 สัปดาห์	1) เอกสาร ใบงานทดลอง 2) ใบขออนุมัติ จัดซื้อ

ตารางที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร(ต่อ)

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลา	แบบฟอร์ม/ เอกสาร
 1 เตรียมเครื่องมือและวัสดุ ก่อนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 5 เตรียมเครื่องมือและวัสดุก่อน ปฏิบัติการ โดยเตรียม เครื่องมือ อุปกรณ์ ตัวอย่างที่ จะใช้ในการทำปฏิบัติการให้ ครบก่อนเริ่มลงมือปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	14 สัปดาห์	เอกสาร ใบงานทดลอง
 สนับสนุนและดูแลการทำ ปฏิบัติการของนักศึกษา	ขั้นตอนที่ 6 สนับสนุนและดูแลการทำ ปฏิบัติการของนักศึกษา โดยคอยให้ความช่วยเหลือ ในการใช้เครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ การคำนวณ ให้ถูกต้อง และตรงตามปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	3 ชั่วโมง/ ปฏิบัติ การ	ตัวอย่างโจทย์ และสูตรคำนวณ ในโปรแกรม Excel
 จัดเก็บอุปกรณ์ และตรวจสอบ ความเรียบร้อย	ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บอุปกรณ์และตรวจสอบ ความเรียบร้อย ทำความ สะอาดสถานที่ เครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ ตรวจสอบเช็คจำนวน ให้ครบ หากมีอุปกรณ์หาย หรือชำรุด ให้ทำการแจ้งต่อ อาจารย์ประจำวิชา	ผู้ปฏิบัติงาน	30 นาที	
 การประสานงานและ สนับสนุนการ ประเมินผลการจัด ปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 8 การประสานงานและ สนับสนุนการประเมินผลการ จัดปฏิบัติการโดยกระตุ้นให้ นักศึกษาทำแบบประเมิน พร้อมรวบรวมและสรุปผล ข้อมูลส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอน			แบบประเมิน
 สิ้นสุด				

จากตารางที่ 4.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน สามารถอธิบายรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 วิชาหลักวิศวกรรมอาหาร

ผู้ปฏิบัติงานทำการศึกษาแผนการสอนหลักวิศวกรรมอาหาร เพื่อทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ รายละเอียดและเนื้อหาของรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนจะทำการสอนซึ่งหัวข้อของแผนการสอนจะเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนการทำงานประจำสัปดาห์ เพื่อให้การปฏิบัติงานสอดคล้องกับแผนการสอนและบรรลุผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ดังที่แสดงในหน้าที่ 20 ตารางที่ 3.1 แผนการสอนรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร

ขั้นตอนที่ 2 ประสานงานอาจารย์ผู้สอน

ผู้ปฏิบัติงานต้องประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อยประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อรับเอกสารต้นฉบับใบงานทดลองสำหรับให้นักศึกษา และสอบถามรายละเอียดในการจัดเตรียมงานปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลมาใช้วางแผนการจัดหาวัสดุและเครื่องมือในขั้นต่อไปได้อย่างถูกต้อง

หมายเหตุ แผนการจัดทำบทปฏิบัติการรายสัปดาห์ อาจมีการปรับเปลี่ยน สลับลำดับหัวข้อ หรือปรับลดจำนวนบทปฏิบัติการตามความเหมาะสม โดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของอาจารย์ผู้สอน ระยะเวลาในภาคการศึกษา หรือความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุในขณะนั้น ทั้งนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องประสานงานอยู่เสมอเพื่อปรับแผนการเตรียมงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 3 สำรวจความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือ

หลังจากที่ผู้ปฏิบัติงานทราบรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ในบทปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้สอนแล้ว ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการสำรวจรายการเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุ รวมถึงทำการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการเรียนปฏิบัติงานของนักศึกษา โดยบันทึกข้อมูลลงในเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนเริ่มทำปฏิบัติการดังแสดงในภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.3 ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถสแกนรหัสคิวอาร์ (QR Code) ขนาดเล็กที่ระบุไว้บริเวณมุมภาพ เพื่อดาวน์โหลดไฟล์แบบฟอร์มต้นฉบับนำไปใช้งานจริงได้ทันที

ทั้งนี้ การสำรวจและทดสอบระบบเครื่องมือหลักควรดำเนินการล่วงหน้าก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้มีระยะเวลาเพียงพอหากพบว่ามีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใดที่ชำรุดเสียหาย โดยผู้ปฏิบัติงานต้องทำการซ่อมแซมเบื้องต้นทันที หากเป็นกรณีที่ไม่สามารถซ่อมแซมเองได้ ให้รีบแจ้งอาจารย์ผู้สอนทราบเพื่อดำเนินการทำหนังสือขอซ่อมแซมครุภัณฑ์ไปยังงานพัสดุของคณะฯ หรือพิจารณาจัดหาทดแทนส่วนที่ชำรุดให้พร้อมใช้งานก่อนเริ่มเรียนในบทปฏิบัติการนั้น ๆ

เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบฟอร์มตรวจสอบความพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนการทำปฏิบัติการ
วิชาหลักวิศวกรรมอาหาร



สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วันที่ตรวจสอบ ๑๒ / ๖ / ๖๕ ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา ๑ / ๖๕

ผู้ตรวจสอบ

หมวดที่ 1 เครื่องมือทดสอบและชุดสาธิตหลักทางวิศวกรรม

ลำดับ	รายการเครื่องมือ / อุปกรณ์	คุณลักษณะ / จุดตรวจสอบความพร้อม	จำนวนที่ ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
1	โรงจักรไอน้ำขนาดเล็ก	ตรวจสอบระดับน้ำในหม้อต้ม ระบบวาล์ว ความปลอดภัย และระบบปั๊มน้ำ	1 ชุด	✓	
2	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น	ตรวจสอบรอยรั่วตามข้อต่อ ทิศทางการไหล สวนทาง และสวิตช์ปั๊มน้ำ	1 ชุด	✓	
3	ท่ออุโมงค์ลมที่สามารถ ปรับอัตราการไหลอากาศได้	ตรวจสอบชุดควบคุมมอเตอร์พัดลมโบลเวอร์ และความสะอาดภายในท่อ	1 ชุด	✓	
4	ชุดเครื่องปรับอากาศแบบ แยกส่วน	ตรวจสอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ แผงคอยล์ และเกจวัดน้ำยา	1 ชุด	✓	
5	เครื่องทดสอบค่าการนำ ความร้อนตามแนวแกน X	ตรวจสอบชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Variac) และหน้าจอแสดงผลอุณหภูมิ	1 ชุด	✓	
6	เครื่องทดสอบค่าการนำ ความร้อนตามแนวรัศมี	ตรวจสอบสายสัญญาณเทอร์โมคัปเปิล และ การหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็น	1 ชุด	✓	
7	ตู้อบลมร้อน	ตรวจสอบระบบทำความร้อนพัดลมกระจาย อากาศ และมาตรวัดอุณหภูมิ	1 เครื่อง	✓	
8	เครื่องระเหยแบบหมุน	ตรวจสอบระบบสุญญากาศ อ่างน้ำร้อน และชุดควบแน่นแก้ว	1 ชุด	✓	
9	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	ตรวจสอบ รอยรั่ว สมิมและชุดควบคุมความ ร้อน	1 ชุด	✓	
10	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง	ทำความสะอาดจานชั่ง ตรวจสอบลูกตั้งวัด ระดับ และเซต Zero	1 เครื่อง	✓	
11	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง	ตรวจสอบระดับแบตเตอรี่/สายไฟ และ ทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน	1 เครื่อง	✓	
12	เครื่องชั่งยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192	เครื่องชั่งสำหรับงานเตรียมสารทั่วไป ตรวจสอบแบตเตอรี่	2 เครื่อง	✓	
13	เครื่องวัดความชื้นแบบ หลอดฮาโลเจน	ตรวจสอบความสะอาดของเซนเซอร์ชั่งและ หลอดความร้อน	1 เครื่อง	✓	

ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนทำปฏิบัติการ หน้าที่ 1/3 [3]

เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลำดับ	รายการเครื่องมือ / อุปกรณ์	คุณลักษณะ / จุดตรวจสอบความพร้อม	จำนวนที่ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
14	เครื่องวัดความหวาน (Refractometer)	ตรวจสอบหน้าปริซึมและค่าการวัดด้วยน้ำกลั่น	2 เครื่อง	✓	
15	เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)	ตรวจสอบใบพัดและแบตเตอรี่ของตัวเครื่องอ่านค่า	2 เครื่อง	✓	
16	เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper)	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของปากวัดและขีดค่าศูนย์	6 อัน	✓	
17	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล	ตรวจสอบสายวัดอุณหภูมิและความถูกต้องของอุณหภูมิแวดล้อม	1 เครื่อง	✓	
18	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้ว	ตรวจสอบสายของเหลวไม่ให้ขาดตอน และหลอดแก้วไม่แตกหัก	20 แท่ง	[] 17	ขาด 3 แท่ง

หมวดที่ 2 อุปกรณ์ประกอบ เครื่องแก้วและเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการ

ลำดับ	รายการอุปกรณ์เครื่องแก้วและเครื่องใช้	คุณลักษณะ / จุดตรวจสอบความพร้อม	จำนวนที่ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
19	ขวดวัดปริมาตร	ล้างสะอาด แท่ง ไม่มีรอยร้าว	18 ใบ	✓	
20	บีกเกอร์ ขนาด 400 mL	ล้างสะอาด แท่ง ไม่มีรอยร้าว	18 ใบ	✓	
21	บีกเกอร์ ขนาด 600 mL	ล้างสะอาด แท่ง ไม่มีรอยร้าว	12 ใบ	✓	
22	หลอดหยดสาร	จุกยางไม่เสื่อมสภาพ หลอดแก้วสะอาด	12 หลอด	✓	
23	แท่งแก้วคนสาร	ปลายแท่งแก้วสมบูรณ์ ไม่บิ่นหรือแตก	12 แท่ง	✓	
24	กระป๋องอลูมิเนียมขนาดเล็กมีฝาปิด	ความสะอาด แท่งสนิท	30 กระป๋อง	✓	
25	โถวัดความชื้น	ตรวจสอบสารซิลิกาเจล ต้องเป็นสีฟ้า และมีวาล์วที่ฝาปิด	1 ใบ	✓	
26	โหลแก้ว	ไม่แตกร้าว	3 ใบ	✓	
27	หม้ออลูมิเนียม	ความสะอาด ไม่มีคราบแห้งติด	1 ชุด	✓	
28	กระบวย	ความสะอาด ไม่มีคราบแห้งติด	3 อัน	✓	
29	ช้อนตักสาร	ไม่มีคราบสารเคมีตกค้าง	12 ด้าม	✓	
30	คีมคีบ	ขาหนีบแน่นหนา ไม่เป็นสนิม	3 อัน	✓	
31	กรรไกร	คมกรรไกรสะอาด	1 เล่ม	✓	
32	ตลับเมตร	สายสปริงไม่ติดขัด ตัวเลขอ่านค่าชัดเจน	1 อัน	✓	
33	กระดิกน้ำเย็น	ตรวจสอบฝาปิดและสภาพฉนวนภายใน	1 ใบ	✓	

ภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนทำปฏิบัติการ หน้า 2/3 [3]

ลำดับ	รายการเครื่องมือ / อุปกรณ์	คุณลักษณะ / จุดตรวจสอบความพร้อม	จำนวนที่ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
34	กระบอกฉนวนกันความร้อน	ตรวจสอบฝาปิดและสภาพฉนวนภายใน	6 ใบ	☒	
35	เตาแก๊สปิคนิค	ไม่เป็นสนิม จุดไฟติด ไม่รั่ว	1 เต้า	☒	

ลงชื่อผู้ตรวจสอบความพร้อม

ลงชื่อผู้รับทราบและอนุมัติ

ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบความพร้อมก่อนทำปฏิบัติการ หน้าที่ 3/3 [3]

ขั้นตอนที่ 4 จัดหาวัสดุและเอกสารล่วงหน้า

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่บริหารจัดการและจัดหาความพร้อมด้านเอกสารใบงานทดลอง รวมถึงวัสดุปฏิบัติการต่าง ๆ ในภาพรวมล่วงหน้าก่อนเปิดภาคเรียน เพื่อให้การสนับสนุนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีแนวทางปฏิบัติดังนี้

1) ดำเนินการตรวจเช็ครายละเอียดกิจกรรมและเกณฑ์การทดลองตามเอกสารคู่มือปฏิบัติการต้นฉบับ จากนั้นทำการจัดทำสำเนาใบงานหรือบทปฏิบัติการประจำสัปดาห์ทั้งหมด โดยสถิติขั้นต้นกำหนดจัดเตรียมไว้จำนวน 35 ชุดต่อบทปฏิบัติการ เพื่อให้เพียงพอต่อการจัดกลุ่มทดลอง ในภาพรวมล่วงหน้าก่อนทราบยอดลงทะเบียนนักศึกษาที่แน่ชัด พร้อมทั้งนำรายการสั่งซื้อจากใบงานมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการสำรวจตรวจนับปริมาณวัสดุปฏิบัติการที่จัดเก็บอยู่ในคลังพัสดุ (เช่น สารเคมี บรรจุภัณฑ์ เชื้อเพลิง และวัตถุดิบอาหาร) โดยทำการบันทึกข้อมูลและยอดคงเหลือจริงลงในแบบฟอร์มตรวจสอบวัสดุก่อนการทำปฏิบัติการ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 เพื่อประเมินความพร้อมและปริมาณคงคลังตลอดทั้งภาคการศึกษา

2) การจัดหาวัสดุสนับสนุนเพิ่มเติม ในกรณีที่ตรวจสอบแล้วพบว่าวัสดุปฏิบัติการในคลังมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนในภาคการศึกษานั้น ๆ ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการประสานงานร่วมกับอาจารย์ผู้สอนทันทีเพื่อเตรียมการจัดหาเพิ่มเติม โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

(1) ติดต่อประสานงานกับบริษัทตัวแทนจำหน่ายเพื่อขอใบเสนอราคา ดังแสดงในภาพที่ 4.5 (ในหน้าที่ 52)

(2) ส่งมอบใบเสนอราคาและรายละเอียดพัสดุให้อาจารย์ผู้สอนเพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดทำเอกสารในอนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้างดังแสดงใน ภาพที่ 4.6 (ในหน้าที่ 53)และดำเนินการกระบวนการขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้างตามระเบียบต่อไป

เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

52



แบบฟอร์มตรวจสอบวัสดุก่อนการทำการปฏิบัติการ

วิชาหลักวิศวกรรมอาหาร

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วันที่ตรวจสอบ 20 / 0 / 2564 ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา 1 / 68

ผู้ตรวจสอบ

หมวดที่ 1 เอกสารประกอบการทำการปฏิบัติการ

ลำดับ	รายการเชื้อเพลิง / อุปกรณ์ความร้อน	จุดตรวจสอบความพร้อม	ปริมาณที่ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
1	เอกสารสำหรับทำปฏิบัติการที่ 1-14	จำนวนเอกสารสำเนาที่มีอยู่	35 ชุด/บทปฏิบัติการ	✓	

หมวดที่ 2 ชุดอุปกรณ์พลังงานและเชื้อเพลิงความร้อน

ลำดับ	รายการเชื้อเพลิง / อุปกรณ์ความร้อน	คุณลักษณะ / จุดตรวจสอบความพร้อม	ปริมาณที่ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
2	ถังแก๊ส LPG ขนาด 4 กิโลกรัม	ตรวจสอบน้ำหนักแก๊สคงเหลือมากกว่า 2 กิโลกรัม (น้ำหนักถังเปล่า 6.2 กิโลกรัม)	2 ถัง	✓	
3	เตาแก๊สปิคนิคแบบใช้แก๊สกระป๋อง	ไม่เป็นสนิม จุดไฟติด ไม่รั่ว	1 เครื่อง	✓	
4	แก๊สกระป๋องขนาดบรรจุ 250 กรัม	มากกว่า 1 กระป๋องและน้ำหนักรวมมากกว่า 150 กรัม	2 กระป๋อง	✓	

หมวดที่ 3 สารเคมี วัสดุสิ้นเปลือง และตัวอย่างทดสอบ

ลำดับ	รายการสารเคมี / วัสดุ	จุดตรวจสอบความพร้อม	ปริมาณที่ต้องเตรียม	พร้อมใช้งาน (✓)	ไม่พร้อม / หมายเหตุ
5	เอทานอล 95 %	ปริมาณคงเหลือ	> 5 ลิตร	✓	14 L
6	สีผสมอาหาร	ปริมาณคงเหลือ	> 2 สี	✓	3 สี
7	น้ำตาลทรายขาว	ปริมาณคงเหลือ	> 3 กิโลกรัม	✓	7 kg
8	น้ำดื่มสะอาด	ปริมาณคงเหลือ	> 15 ลิตร	✓	60 L
9	กะหล่ำปลี	สด ไม่เน่าเสีย	1 หัว	✓	
10	ผ้ายัดพันแผล	ความยาว	> 1 เมตร	✓	2 อัน
11	ตัวอย่างวัสดุรูปทรงเรขาคณิต	ไม่ชำรุด หรือแตกหัก	1 ชุด	✓	

ลงชื่อผู้ตรวจสอบความพร้อม

ลงชื่อผู้รับทราบและอนุมัติ

ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบวัสดุก่อนการทำการปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร [3]

CTL บริษัท ซีทีแลบอราตอรี จำกัด หน้า 1 / 1

13/95 ซอยแจ้งวัฒนะ 14 แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
โทร. 0-2573-9881-4 E-mail: cs.ctlab@gmail.com

เลขประจำตัวผู้เสียภาษี/ Tax ID 0105538085626 สำนักงานใหญ่ ใบเสนอราคา/Quotation

ถึง
To [REDACTED] โทร 17581722

เลขที่ใบเสนอราคา
Quotation No. [REDACTED]

วันที่
Date

ยื่นราคา 30 วัน
Valid Price Days

กำหนดส่งสินค้า 15 วัน
Delivery date Days

โทร(ลูกค้า): [REDACTED]
Tel (Customer)

บริษัทฯ มีความยินดีที่จะเสนอราคาสินค้า ดังต่อไปนี้: หมายเหตุ: 016-ขวัญจันทร์ ทามาศ 095-7761317

ลำดับ No.	รหัสสินค้า/รายละเอียด Code/Description	จำนวน Quantity	หน่วยละ Unit Price	จำนวนเงิน Amount
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
หมายเหตุ Remark	[REDACTED]	รวมเป็นเงิน Subtotal		[REDACTED]
	[REDACTED]	หัก ส่วนลด Less Discount		[REDACTED]
	[REDACTED]	จำนวนเงินที่ต้องหักส่วน Total Amount		[REDACTED]
	[REDACTED]	จำนวนภาษีมูลค่าเพิ่ม 7.00 % VAT Amount		[REDACTED]
	[REDACTED]	จำนวนเงินรวมทั้งสิ้น Net Amount		[REDACTED]

กรุณาเซ็นยืนยันการสั่งซื้อด้านล่างนี้
Please sign below for purchasing confirmation.

ผู้สั่งซื้อสินค้า/ Ordered by [REDACTED] วันที่/ Date [REDACTED]

ขอแสดงความนับถือ
ในนาม บริษัท ซีทีแลบอราตอรี จำกัด
[REDACTED]

ภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างเอกสารใบเสนอราคาสำหรับขอจัดซื้อวัสดุ [3]

ใบอนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้าง

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ธัญบุรี

วันที่ [REDACTED]

ด้วยข้าพเจ้า [REDACTED] สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

มีความประสงค์ขออนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้าง **จัดซื้อ ขวด 2 ลิตร** จำนวน **1** รายการ

เป็นจำนวนเงิน [REDACTED] บาท เพื่อใช้สำหรับงาน **การทำปุ๋ยหมัก**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

([REDACTED])

ลายมือชื่อผู้อนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้าง

วันที่ [REDACTED]

([REDACTED])

ลายมือชื่อผู้อนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้าง

วันที่ [REDACTED]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาพที่ 4.6 แสดงตัวอย่างเอกสารใบอนุมัติจัดซื้อ/จัดจ้าง [3]

รายละเอียดรายการวัสดุและสารเคมีทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละหัวข้อการทดลองได้จำแนกและแสดงไว้ใน ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงตารางรายการวัสดุและแนวทางการจัดหา

รายการวัสดุ	วิธีจัดหา
1. น้ำดื่มสะอาด	ผลิตจากเครื่องกรองน้ำระบบ Reverse Osmosis (RO) ประจำภาควิชา หรือประสานงานสั่งซื้อน้ำดื่มบรรจุถัง จากโรงกรองน้ำของมหาวิทยาลัย
2. เอทานอล 95 %	ดำเนินการขอใบเสนอราคาจากตัวแทนจำหน่ายสารเคมี เพื่อส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอนจัดทำเอกสารขออนุมัติจัดซื้อ ด้วยงบประมาณวัสดุการศึกษา
3. น้ำตาลทรายขาว	จัดซื้อจากร้านค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป โดยจัดเก็บ ใบเสร็จรับเงิน/ใบกำกับภาษีอย่างถูกต้อง ส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอน เพื่อดำเนินการเบิกจ่ายงบประมาณ
4. กะหล่ำปลี	จัดซื้อกะหล่ำปลีสดจากตลาดหรือร้านค้าจำหน่ายผักทั่วไป โดยจัดเก็บใบเสร็จรับเงินหรือใบรับรองแทนใบเสร็จ ส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอนเพื่อดำเนินการเบิกจ่ายงบประมาณ
5. ถังแก๊ส LPG ขนาด 4 กิโลกรัม	สั่งซื้อหรือเปลี่ยนถังแก๊สจากร้านค้าตัวแทนจำหน่ายแก๊สหุงต้ม โดยจัดเก็บใบเสร็จรับเงินเพื่อส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอนดำเนินการ เบิกจ่ายงบประมาณ
6. แก๊ส LPG กระป๋อง ขนาดบรรจุ 250 กรัม	จัดซื้อจากห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้าทั่วไป โดยจัดเก็บใบเสร็จรับเงินเพื่อส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอน ดำเนินการเบิกจ่ายงบประมาณของสาขาวิชา
7. สีส้มอาหาร	จัดซื้อจากร้านจำหน่ายอุปกรณ์ทำขนมหรือร้านค้าทั่วไป โดยจัดเก็บใบเสร็จรับเงินเพื่อส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอน ดำเนินการเบิกจ่ายงบประมาณของสาขาวิชา
8. ผ่าก๊อซสะอาด	จัดซื้อจากร้านขายยาหรือร้านจำหน่ายเวชภัณฑ์ โดยจัดเก็บ ใบเสร็จรับเงินเพื่อส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอนดำเนินการเบิกจ่าย งบประมาณของสาขาวิชา

ขั้นตอนที่ 5 เตรียมเครื่องมือและวัสดุก่อนปฏิบัติการ [2]

เนื่องจากการจัดเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มทำปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารในแต่ละสัปดาห์ มีเนื้อหา วัตถุประสงค์ และการใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันไปตามแต่ละบทเรียน ประกอบกับเครื่องมือแปรรูปอาหารหลักบางประเภทเป็นครุภัณฑ์ติดตั้งถาวรที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องดำเนินการจัดเตรียมสถานที่ เครื่องมือ และวัสดุปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการเฉพาะที่เครื่องจักรนั้น ๆ ติดตั้งอยู่ โดยต้องบริหารจัดการชุดเครื่องมือและปริมาณวัสดุให้สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มนักศึกษาตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งมีแนวทางและรายละเอียดการจัดเตรียมในแต่ละบทปฏิบัติการ ดังนี้

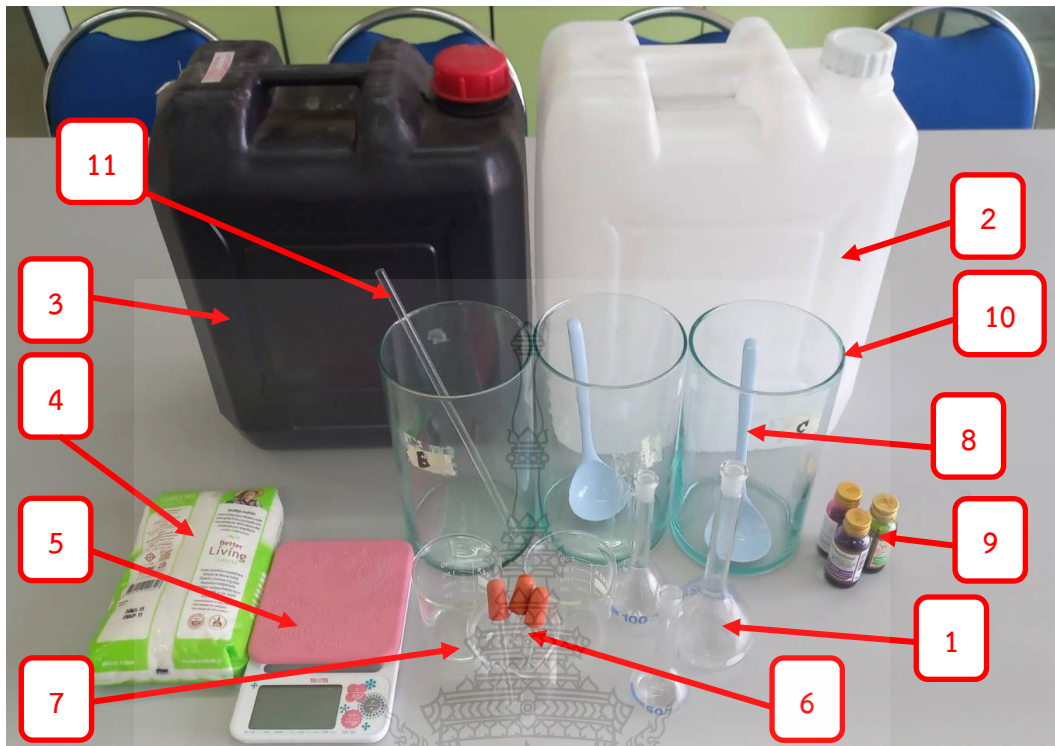
1) ปฏิบัติการที่ 1 การหาความหนาแน่นของของเหลว

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2 ชั้น 3 ห้อง 3A1

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุปฏิบัติการให้มีความพร้อมใช้งานและมีจำนวนเพียงพอต่อชุดทดลองของนักศึกษา โดยมีรายการสิ่งของที่ต้องจัดเตรียมและลักษณะการจัดวางพื้นที่ปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 1

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	ขวดปรับปริมาตรขนาด 50mL, 100 mL และ 250 mL	3 ขวด/กลุ่ม	สุ่มขนาด
2	น้ำดื่มสะอาด	1 ลิตร	
3	เอทานอล ความเข้มข้น 95 %	1 ลิตร	
4	น้ำตาลทรายขาว ขนาด 1 กิโลกรัม	1 ถุง	
5	เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192	1 เครื่อง	
6	หลอดหยดสาร	3 หลอด	
7	ปิпетเตอร์ขนาด 250 mL 3 ใบต่อกลุ่ม	3 ใบ/กลุ่ม	
8	กระบวย	3 อัน	
9	สีผสมอาหาร	3 ขวด	
10	โหลแก้ว	3 ใบ	
11	แท่งแก้วคนสาร	3 แท่ง	



ภาพที่ 4.7 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมสารตัวอย่างสำหรับปฏิบัติการ ดังนี้

- (1) ตัวอย่าง A (น้ำสะอาดผสมสี): เติมน้ำดื่มสะอาดปริมาณประมาณ 1 ลิตร ลงในโหลแก้ว จากนั้นหยดสีผสมอาหารสีแดงได้จำนวนเล็กน้อย คนให้เข้ากัน แล้วทำการติดฉลากระบุเป็น "ตัวอย่าง A" ไว้ที่ข้างโหลแก้วให้ชัดเจน
- (2) ตัวอย่าง B (เอทานอล): เติมเอทานอลความเข้มข้น 95% ปริมาณประมาณ 1 ลิตร ลงในโหลแก้ว แล้วทำการติดฉลากระบุเป็น "ตัวอย่าง B" ไว้ที่ข้างโหลแก้วให้ชัดเจน
- (3) ตัวอย่าง C (สารละลายน้ำตาลผสมสี): จัดเตรียมสารละลายน้ำตาล โดยการชั่งน้ำตาลทรายขาวปริมาณประมาณ 300 กรัม ใส่ลงในโหลแก้ว จากนั้นเติมน้ำดื่มสะอาดปริมาณประมาณ 700 กรัม คนจนน้ำตาลทรายละลายหมด หยดสีผสมอาหารจำนวนเล็กน้อย (เลือกสีที่แตกต่างจากตัวอย่าง A เพื่อป้องกันความสับสน) แล้วทำการติดฉลากระบุเป็น "ตัวอย่าง C" ไว้ที่ข้างโหลแก้วให้ชัดเจน

ข้อพึงระวัง

เนื่องจากเครื่องชั่งรุ่นน้ำหนักยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192 นี้มีพิกัดน้ำหนักสูงสุด (Max Capacity) อยู่ที่ 2 กิโลกรัม ผู้ปฏิบัติงานต้องกำชับนักศึกษาห้ามวางวัตถุที่มีน้ำหนักรวมภาชนะ

เกินกว่าพิกัดเด็ดขาด เพราะจะทำให้เซนเซอร์รับน้ำหนัก (Load Cell) ภายในบิตเบี้ยวและชำรุดเสียหายถาวร

คำแนะนำ

(1) ผู้ปฏิบัติงานควรจัดแยกชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบตัวอย่าง A, B และ C ออกจากกันอย่างเป็นระเบียบ และไม่นำมาใช้งานสลับกัน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าความหนาแน่นของสารคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

(2) สารตัวอย่าง C (สารละลายน้ำตาล) ที่เตรียมเสร็จสิ้นแล้ว สามารถจัดเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทเพื่อนำกลับมาใช้สนับสนุนการเรียนการสอนต่อไปในบทปฏิบัติการที่ 3 ได้ ซึ่งช่วยลดการสิ้นเปลืองวัสดุและประหยัดงบประมาณวัสดุของภาควิชาฯ

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) เทคนิคการเลือกใช้สปีดสมอาหาร ในการหยดสปีดสมอาหารสำหรับตัวอย่าง A และตัวอย่าง C ผู้ปฏิบัติงานควรเลือกใช้ "สปีดตัดกันอย่างชัดเจน" เช่น ตัวอย่าง A ใช้สปีด 1 ตัวอย่าง C ใช้สปีด 2 และหลีกเลี่ยงการใช้สปีดเดียวกัน เพื่อช่วยให้นักศึกษาสามารถสังเกต แยกแยะประเภทของสารด้วยสายตาได้อย่างรวดเร็ว และป้องกันความสับสนระหว่างการทำทดลอง

(2) ก่อนนำชุดเครื่องมือตรวจสอบ เช่น ปีกเกอร์ หรือกระบอกตวง สลับไปเตรียมสารตัวอย่างชนิดถัดไป ต้องมั่นใจว่าล้างสะอาดและเช็ดจนแห้งสนิทจริง ๆ เพราะหยดน้ำติดที่ค้างเพียงเล็กน้อยในอุปกรณ์ มีผลทำให้ความเข้มข้นของเอทานอล 95% (ตัวอย่าง B) ลดลง และทำให้ค่าความหนาแน่นเพี้ยนทันที

(3) ในการจัดเตรียมสารปฏิบัติการที่ต้องการความแม่นยำต่ำกว่า 1 กรัม ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้ฟังก์ชัน Micro Mode เพื่อให้เครื่องแสดงผลละเอียด 0.1 กรัมได้ โดยมีข้อจำกัดว่าจะต้องชั่งวัตถุที่มีน้ำหนักรวมไม่เกิน 200 กรัมเท่านั้น หากน้ำหนักเกินกว่านั้นเครื่องจะปรับความละเอียดลดลงโดยอัตโนมัติ

2) ปฏิบัติการที่ 2 การหาความหนาแน่นของของแข็ง

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2 ชั้น 3 ห้อง 3A1

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุปฏิบัติการให้มีความพร้อมใช้งานและมีจำนวนเพียงพอต่อชุดทดลองของนักศึกษา โดยมีรายการสิ่งของที่ต้องจัดเตรียมและลักษณะการจัดวางพื้นที่ปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 2

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	เวอร์เนียร์คาลิเปอร์	1 อัน/กลุ่ม	
2	เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192	1 เครื่อง	
3	วัสดุตัวอย่างรูปทรงเลขาคณิต	1 ชุด	



ภาพที่ 4.8 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 2 [3]

เทคนิคการปฏิบัติงาน

โดยปกติเนื้อหาและกระบวนการทดลองของบทปฏิบัติการที่ 2 นี้ มีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนและใช้เวลาสั้น ผู้ปฏิบัติงานสามารถวางแผน จัดสถานที่ทดลองควบคู่ไปกับปฏิบัติการที่ 1 การหาความหนาแน่นของของเหลว ในช่วงเรียนเดียวกันได้ โดยใช้วิธีการเวียนกลุ่มนักศึกษา ซึ่งเทคนิคนี้จะช่วยลดความแออัดในการเข้าใช้เครื่องมือ และทำให้การบริหารเวลาในห้องปฏิบัติการมีประสิทธิภาพสูงสุด

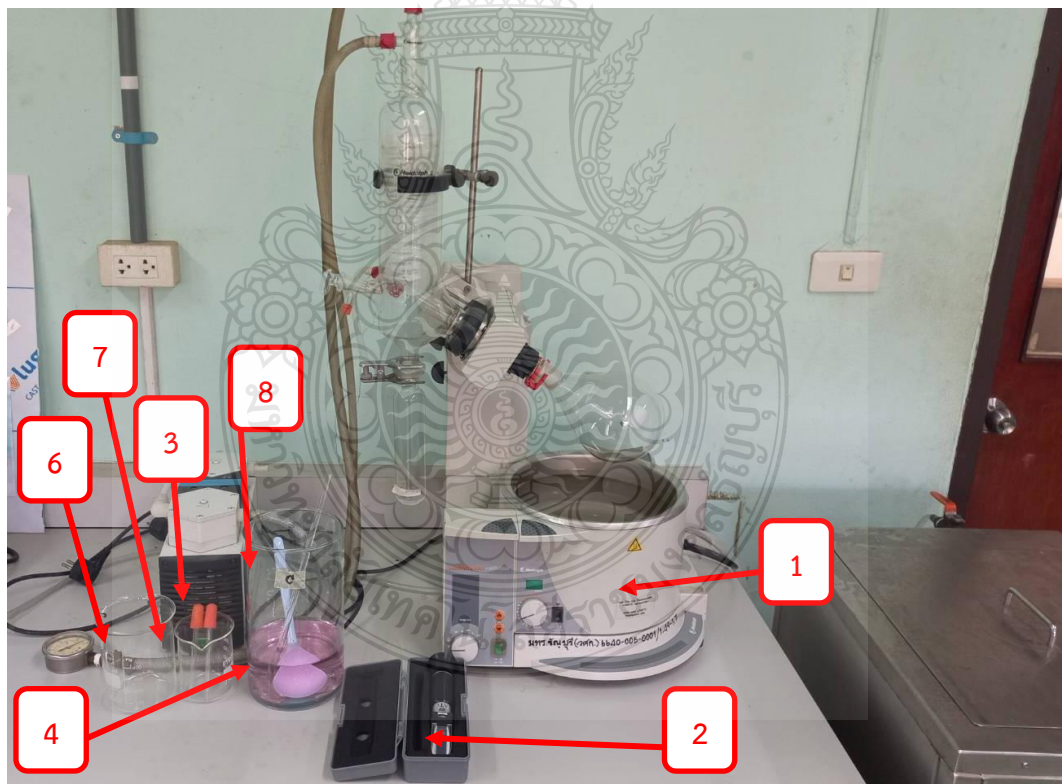
3) ปฏิบัติการที่ 3 สมดุลมวลสารกับเครื่องระเหย

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร ชั้น 2 ห้อง 2A2

แนวทางการจัดเตรียม ปฏิบัติการนี้กำหนดให้นักศึกษาจับกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน และหมุนเวียน (Rotation) เข้ามาทำการทดลองที่ละกลุ่มเพื่อการดูแลอย่างทั่วถึง ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมพื้นที่ อุปกรณ์ และสารตัวอย่างให้มีความพร้อมใช้งานตามที่แสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 3

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย
2	เครื่องวัดความหวาน ช่วงระยะการวัดที่ 0-32 %Brix	1 เครื่อง	
3	หลอดหยดสาร 2	2 หลอด	
4	สารละลายตัวอย่าง C	500 mL	
5	เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย
6	บีกเกอร์ขนาด 600 mL	1 ใบ	
7	บีกเกอร์ขนาด 250 mL	1 ใบ	
8	กระป๋วย	1 อัน	



ภาพที่ 4.9 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 3 [3]

ขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารตัวอย่าง

(1) การเตรียมระบบเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนโดยดำเนินการเปิดเครื่อง ทำน้ำเย็นหมุนเวียน เพื่อลดอุณหภูมิของชุดควบแน่นล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 30 นาที ก่อนเปิดใช้งาน ระบบสุญญากาศและเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน

(2) การเตรียมอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยเติมน้ำสะอาดในอ่างต้มความร้อนของ เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนให้ถึงระดับขีดบนที่กำหนด และทำการปรับตั้งอุณหภูมิเริ่มต้นไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส เพื่อให้ความร้อนพร้อมใช้งานเมื่อนักศึกษาเริ่มทำปฏิบัติการ

(3) การเตรียมสารละลายตัวอย่าง (10 %Brix): สามารถเลือกดำเนินการได้ 2 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 (หมุนเวียนทรัพยากร) นำสารละลายน้ำตาล (ตัวอย่าง C) ที่เหลือ จากปฏิบัติการที่ 1 มาเจือจางด้วยน้ำดื่มสะอาด โดยต้องใช้เครื่องวัดความหวาน (Refractometer) ตรวจสอบและปรับแต่งค่าความเข้มข้นให้ได้ 10 %Brix พอดี

แนวทางที่ 2 (เตรียมใหม่) ชั่งน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม ผสมในน้ำดื่มสะอาด 900 กรัม คนให้ละลายสนิท หยดสีผสมอาหารเล็กน้อยเพื่อให้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ทั้งนี้ ในบางภาคการศึกษาอาจารย์ผู้สอนอาจกำหนดให้นักศึกษานำน้ำหวานหรือเครื่องดื่มพาณิชย์ที่ สนใจมาใช้เป็นตัวอย่างทดลอง

คำแนะนำ

เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง และเครื่องระเหยสุญญากาศแบบ หมุนเป็นครุภัณฑ์ที่มีความละเอียดอ่อนสูงและได้รับการปรับเทียบพร้อมกับโครงสร้างโต๊ะปฏิบัติการ เฉพาะจุด จึงมีข้อกำหนดร่วมของห้องปฏิบัติการห้ามเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ดังกล่าวโดยไม่ได้รับอนุญาต

เทคนิคการปฏิบัติงาน

กรณีที่มีสารตัวอย่างแปลกใหม่ เช่น น้ำผลไม้สดที่นักศึกษานำมาเอง ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาค่อย ๆ ปรับลดความดันของระบบสุญญากาศที่ละน้อยควบคู่กับ การสังเกตพฤติกรรมของสารในขวดกลั่นแก้ว หากเริ่มเห็นสัญญาณการก่อตัวของฟองฟุ้ง ให้รีบเปิด วาล์วระบายอากาศ ทันทีเพื่อเพิ่มความดัน ก่อนที่ฟองจะทะลุเข้าสู่ชุดควบแน่น

4) ปฏิบัติการที่ 4 สมดุลมวลสารกับการผสมสาร

สถานที่ปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการทำแห้ง ชั้น 3 ห้อง 3A2

แนวทางการจัดเตรียม ปฏิบัติการนี้กำหนดให้นักศึกษาจับกลุ่มร่วมกันทำปฏิบัติการ จำนวน 6 กลุ่ม ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุปฏิบัติการใน ภาพรวมให้มีความพร้อมใช้งานและมีปริมาณเพียงพอ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 4

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	น้ำดื่มสะอาด	1 ถัง	
2	เครื่องวัดความหวาน ช่วงระยะการวัดที่ 0-32 %Brix	1 เครื่อง	
3	โหลแก้ว	2 ใบ	
4	แท่งแก้วคนสาร	2 แท่ง	
5	เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192	2 เครื่อง	
6	กระบวย.	2 อัน	
7	บีกเกอร์ขนาด 400 mL	3 ใบ/กลุ่ม	
8	หลอดหยดสาร	2 หลอด	
9	น้ำตาลทรายขาว ขนาด 1 Kg.	1 ถุง	
10	ช้อนตักสาร	1 ด้าม	



ภาพที่ 4.10 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 4 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และตัวอย่างสำหรับปฏิบัติการที่ 4 ดังนี้

(1) การเตรียมตัวอย่างสาร A (สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 30 %Brix) โดยดำเนินการจัดเตรียมสารละลายน้ำตาลน้ำหนักรวม 1 กิโลกรัม โดยทำการชั่งน้ำตาลทรายขาวปริมาณ 300 กรัม ผสมกับน้ำดื่มสะอาดปริมาณ 700 กรัม ลงในโหลแก้วใบที่ 1 ใช้แท่งแก้วคนสารจนเกล็ดน้ำตาลละลายสมบูรณ์ แล้วทำการติดฉลากระบุเป็น ตัวอย่างสาร A

(2) การเตรียมตัวอย่างสาร B (สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 7 %Brix) โดยดำเนินการจัดเตรียมสารละลายน้ำตาลน้ำหนักรวม 1 กิโลกรัม โดยทำการชั่งน้ำตาลทรายขาวปริมาณ 70 กรัม ผสมกับน้ำดื่มสะอาดปริมาณ 930 กรัม ลงในโหลแก้วใบที่ 2 ใช้แท่งแก้วคนสารจนเกล็ดน้ำตาลละลายสมบูรณ์ แล้วทำการติดฉลากระบุเป็น ตัวอย่างสาร B

คำแนะนำ

ในการใช้แท่งแก้วคนสารหรือกระบวยตักสารระหว่างโหลแก้วตัวอย่างสาร A และ B ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ศึกษาล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และเช็ดให้แห้งทุกครั้งก่อนสลับโหล เพื่อป้องกันการปนเปื้อน ซึ่งจะส่งผลต่อค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของโหลสารตัวอย่างคลาดเคลื่อนไปจากโจทย์คำนวณ

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การเช็คความแม่นยำของ เครื่องวัดความหวาน: ก่อนเริ่มปฏิบัติการผสมสารทุกครั้ง ผู้ปฏิบัติงานควรทำการเช็คศูนย์ (Zero Calibration) เครื่องวัดความหวานด้วยน้ำกลั่นหรือน้ำดื่มสะอาดที่อุณหภูมิห้องให้อยู่ที่ค่า 0 %Brix พอดี เพื่อเป็นตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐานแก่นักศึกษา และหากพบว่าค่าความเข้มข้นของตัวอย่างสาร A หรือ B ที่เตรียมเสร็จแล้วแกว่งเล็กน้อย (เช่น ได้ 29.8 หรือ 30.2 %Brix) ให้เขียนค่าจริงที่วัดได้ระบุไว้ที่ข้างโหลแก้ว เพื่อให้ศึกษานำค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่แท้จริงไปคำนวณในสมการสมดุลมวลสารได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ไม่เกิดข้อผิดพลาด ในรายงาน

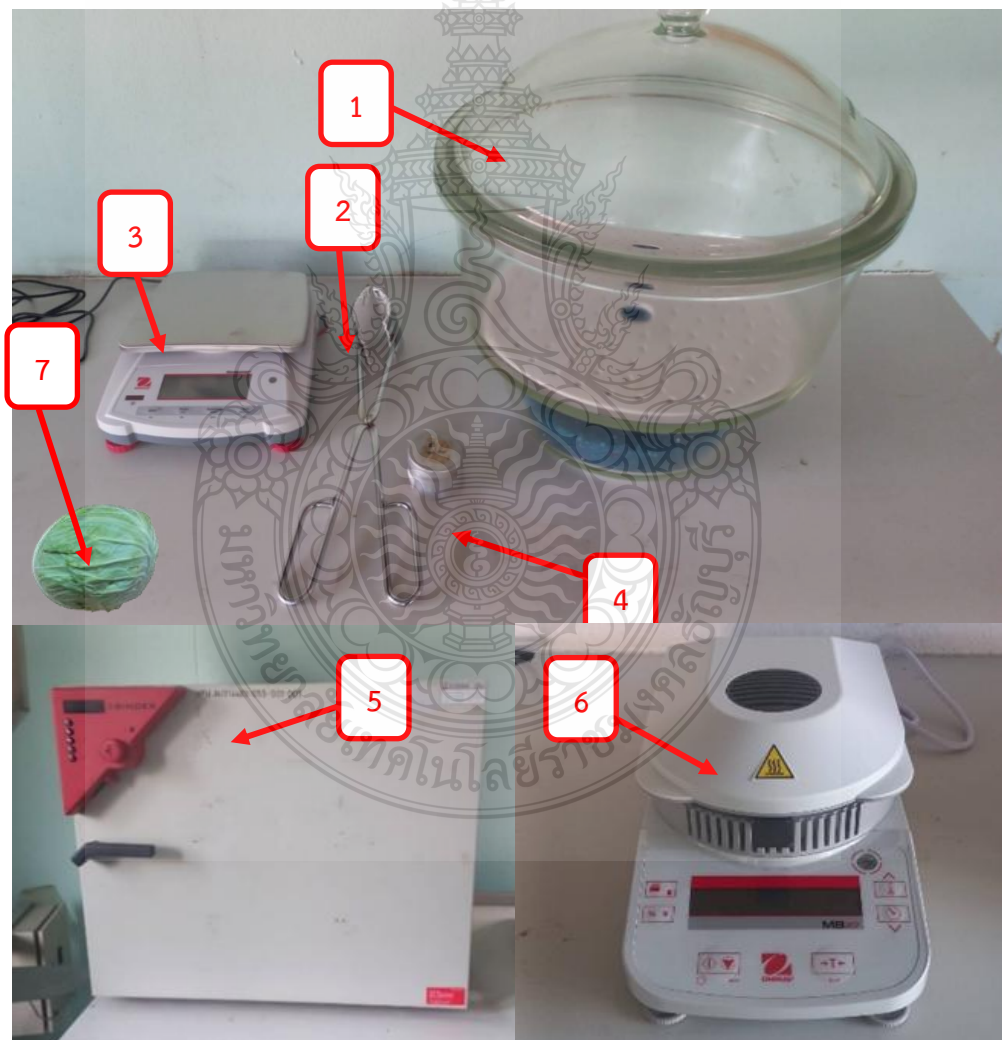
5) ปฏิบัติการที่ 5 สมดุลมวลสารกับการหาความชื้นในกระบวนการอบแห้ง

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1 ชั้น 2 ห้อง 2A1

แนวทางการจัดเตรียม: ปฏิบัติการนี้กำหนดให้นักศึกษาจับกลุ่มร่วมกันทำปฏิบัติการกลุ่มละ 3 คน ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุปฏิบัติการให้มีความพร้อมใช้งานและมีความสะอาดในระดับวิเคราะห์อ้างอิงมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดสิ่งของที่ต้องจัดเตรียม ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.11 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 5

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	โถดูดความชื้น	1 ใบ	ห้ามเคลื่อนย้าย
2	คีมคีบ	1 อัน	
3	เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย
4	กระป๋องอะลูมิเนียมขนาดเล็กพร้อมฝาปิด	1 กระป๋อง/กลุ่ม	
5	ตู้อบลมร้อน	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย
6	เครื่องวัดความชื้นแบบหลอดฮาโลเจน	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย
7	กะหล่ำปลี	1 หัว	



ภาพที่ 4.11 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 5 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และตัวอย่างสำหรับปฏิบัติการที่ 5 ดังนี้

(1) ดำเนินการเปิดเครื่องตู้อบลมร้อนและปรับตั้งอุณหภูมิควบคุมไว้ที่ 105 องศาเซลเซียส ล้างหน้าก่อนเริ่มปฏิบัติการ เพื่อให้อุณหภูมิภายในตู้อบนิ่งและคงที่

(2) เมื่อตู้อบลมร้อนมีอุณหภูมิถึง 105 องศาเซลเซียส ให้ผู้ปฏิบัติงานนำกระป๋องอะลูมิเนียมและฝาปิดเข้าอบไล่ความชื้นค้างไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยเปิดฝากระป๋องแยกรองไว้ใต้ตัวกระป๋องภายในตู้อบ เมื่อครบเวลาให้ใช้คีมคีบทำการ ปิดฝากระป๋องทันทีภายในตู้อบ แล้วนำออกมาผึ่งให้เย็นลงภายในโถดูดความชื้นเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพื่อเตรียมไว้ให้นักศึกษานำไปชั่งน้ำหนักเริ่มต้น [17]

(3) การเตรียมตัวอย่างกะหล่ำปลีโดยแกะกะหล่ำปลีเป็นแผ่น หรือทำการหั่น/ซอยให้เป็นฝอยขนาดเล็กที่มีความสม่ำเสมอเท่า ๆ กัน ปริมาณประมาณ 50 กรัม บรรจุลงในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นก่อนส่งมอบให้นักศึกษา

ข้อพึงระวัง

นับตั้งขั้นตอนที่จัดเตรียมอบไล่ความชื้นเสร็จสิ้น ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ คีมคีบ ในการหยิบจับและเคลื่อนย้ายกระป๋องอะลูมิเนียมทุกครั้ง ห้ามใช้มือเปล่าหยิบจับเด็ดขาด เนื่องจากความชื้น ไขมัน หรือเหงื่อจากปลายนิ้วมือจะติดอยู่บนผิวของกระป๋อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงทำให้น้ำหนักที่อ่านได้จากเครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่งคลาดเคลื่อนอย่างรุนแรง

คำแนะนำ

หากพบว่าเมล็ดซิลิกาเจลเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้มกลายเป็นสีชมพูหรือสีฟ้าอ่อน แสดงว่าสารอิ่มตัวด้วยความชื้นแล้ว ต้องนำออกไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 110–120 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกลับมาเป็นสีน้ำเงินเข้ม จึงจะนำกลับมาใส่ในโถดูดความชื้นเพื่อใช้งานได้ตามปกติ

6) ปฏิบัติการที่ 6 การหาอุณหภูมิของไอน้ำในระบบผลิตไอน้ำ

สถานที่ปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการทดลอง 1

แนวทางการจัดเตรียม ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมรายการของสำหรับปฏิบัติการ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 6

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	ถังแก๊ส LPG ขนาด 4 กิโลกรัม	1 ใบ	
2	โรงจักรไอน้ำขนาดเล็ก	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย
3	น้ำดื่มสะอาด	2 ลิตร	



ภาพที่ 4.12 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 6 [3]

ขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และระบบปฏิบัติการ

การจัดเตรียมน้ำป้อน โดยตรวจสอบระดับน้ำภายในเครื่องกำเนิดไอน้ำขนาดเล็ก หากต่ำกว่าเกณฑ์ความปลอดภัย ให้ทำการเติมน้ำดื่มสะอาดปริมาณ 2 ลิตร แล้วปั้มน้ำเข้าสู่ระบบ ก่อนเริ่มการจุดเตา เพื่อป้องกันความเสียหายจากสภาวะน้ำแห้ง

คำแนะนำ

น้ำที่เลือกใช้น้ำป้อนเข้าสู่โรงจักรไอน้ำขนาดเล็ก ควรเป็นน้ำดื่มสะอาดที่มีปริมาณ สารละลายต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของแร่ธาตุที่จะกลายเป็นตะกรัน เกาะอยู่ตามผิวโครงสร้าง ภายใน ซึ่งจะลดประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและทำให้อายุการใช้งานของครุภัณฑ์สั้นลง

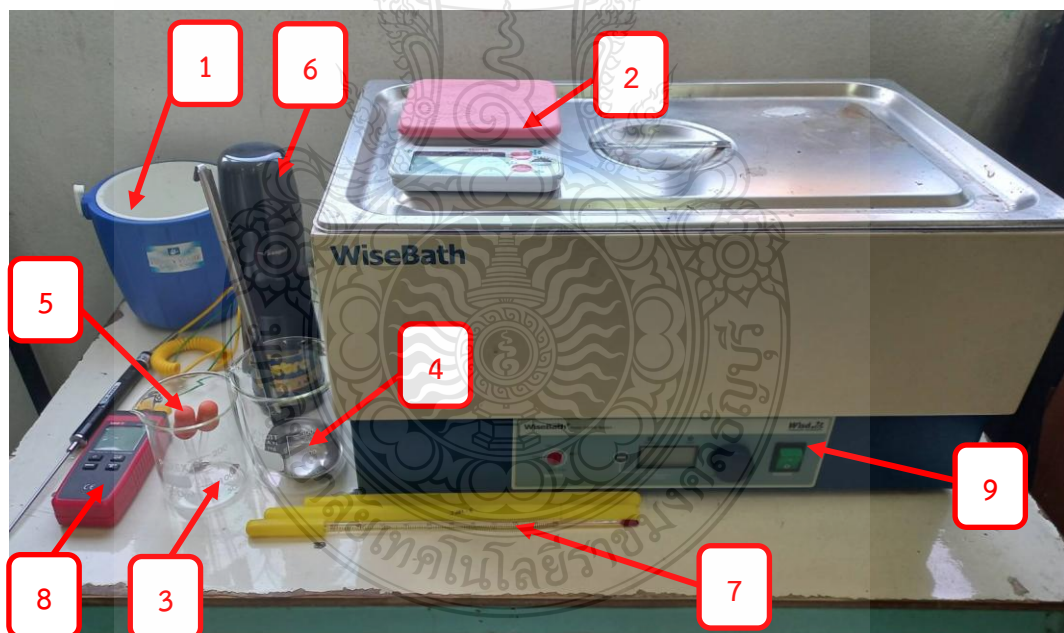
7) ปฏิบัติการที่ 7 สมดุลพลังงานกับการผสมสาร

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการทำแห้ง ชั้น 3 ห้อง 3A2

แนวทางการจัดเตรียม: ปฏิบัติการนี้มุ่งเน้นให้นักศึกษาเข้าใจกฎการอนุรักษ์พลังงาน และการถ่ายเทความร้อนผ่านกระบวนการผสมสารที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ผู้ปฏิบัติงานต้อง ดำเนินการจัดเตรียมพื้นที่ ชุดอุปกรณ์ และควบคุมสภาวะอุณหภูมิของตัวอย่างต้นทางให้มีความนิ่ง และแม่นยำสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 7

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	กระตักน้ำเย็น	1 ใบ	
2	เครื่องชั่งยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192	1 เครื่อง	
3	บีกเกอร์ขนาด 400 mL	2 ใบ/กลุ่ม	
4	กระบวย	1 อัน	
5	หลอดหยดสาร	2 หลอด	
6	กระบอกจนวนก้นความร้อน	1 กระบอก	
7	เทอร์มิโมเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด	2 แท่ง/กลุ่ม	
8	เทอร์มิโมเตอร์แบบดิจิตอล	1 เครื่อง	
9	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	1 เครื่อง	ห้ามเคลื่อนย้าย



ภาพที่ 4.13 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 7 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการที่ 7 ดังนี้

(1) เติมน้ำต้มสะอาดปริมาณประมาณ 3 ใน 4 ของความจุอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นทำการเปิดเครื่องและปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 50 องศาเซลเซียส ล้างหน้าก่อนเริ่มปฏิบัติการ ประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิน้ำร้อนนิ่งและสม่ำเสมอทั่วทั้งอ่าง

(2) นำน้ำแข็งสะอาดใส่ลงในกระติกเก็บความเย็นและเติมน้ำต้มสะอาดลงไปเพื่อลดอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ตรวจสอบและรักษาระดับอุณหภูมิของน้ำเย็นให้อยู่ที่ประมาณ 8 องศาเซลเซียส

8) ปฏิบัติการที่ 8 สมดุลพลังงานกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการทำแห้ง ชั้น 3 ห้อง 3A2

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมรายการของสำหรับปฏิบัติการ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.14 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 8

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบทอสองชั้น	1 เครื่อง	
2	เครื่องชั่งยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-19	1 เครื่อง	
3	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด	4 แท่ง	
4	ภาชนะสเตนเลสรองรับของเหลว	4 ใบ	



ภาพที่ 4.14 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 8 [3]

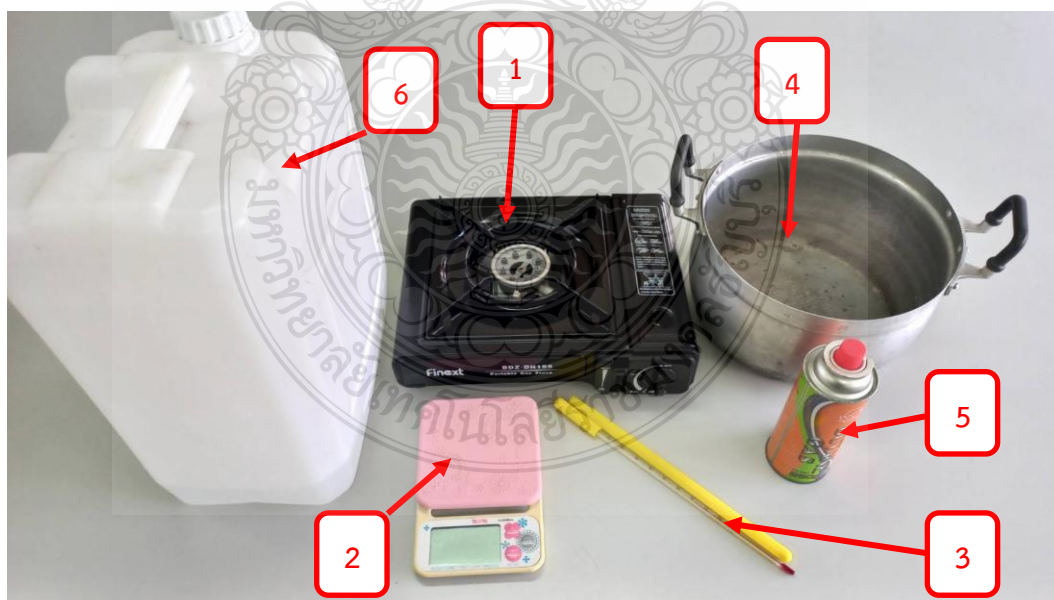
9) ปฏิบัติการที่ 9 การหาประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1 ชั้น 2 ห้อง 2A1

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมชุดเตาแก๊ส ระบบเชื้อเพลิงกระป๋อง และอุปกรณ์วัดมวลน้ำให้มีความพร้อม ดังที่แสดงในตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.15 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 9

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	เตาแก๊สปิคนิคแบบใช้แก๊สกระป๋อง	1 เครื่อง	
2	เครื่องชั่งยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-192	1 เครื่อง	
3	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด	1 แท่ง	
4	หม้ออะลูมิเนียม	1 ใบ	
5	แก๊สกระป๋องขนาดบรรจุ 250 กรัม	1 กระป๋อง	
6	น้ำดื่มสะอาด	1 แกลลอน	



ภาพที่ 4.15 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 9 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการที่ 9 ดังนี้

(1) ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความสะอาดของหัวเตาแก๊สปิกนิก ไม่ให้มีคราบ
เขม่าหรือเศษสิ่งสกปรกอุดตันช่องทางเดินแก๊ส ทดสอบระบบคั่นโยกสำหรับการล็อกกระป๋องแก๊สว่า
ทำงานได้ตามปกติ

(2) จัดเตรียมแก๊สกระป๋องที่มีปริมาณแก๊สเพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ โดย
ปฏิบัติการนี้จะใช้แก๊ส ประมาณ 50 กรัม และเช็คสภาพซีลยางที่หัวกระป๋องแก๊สก่อนการใช้งาน

เทคนิคการปฏิบัติงาน

ทำความสะอาดหม้ออะลูมิเนียมและเช็ดก้นหม้อให้แห้งสนิทก่อนทำการทำ
ปฏิบัติการ เนื่องจากหยดน้ำที่เกาะอยู่รอบหม้อหรือใต้ก้นหม้อจะดึงความร้อนจากเปลวไฟไปใช้ในการ
ระเหย ความร้อนแฝง ทำให้ประสิทธิภาพความร้อนของเตาที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง

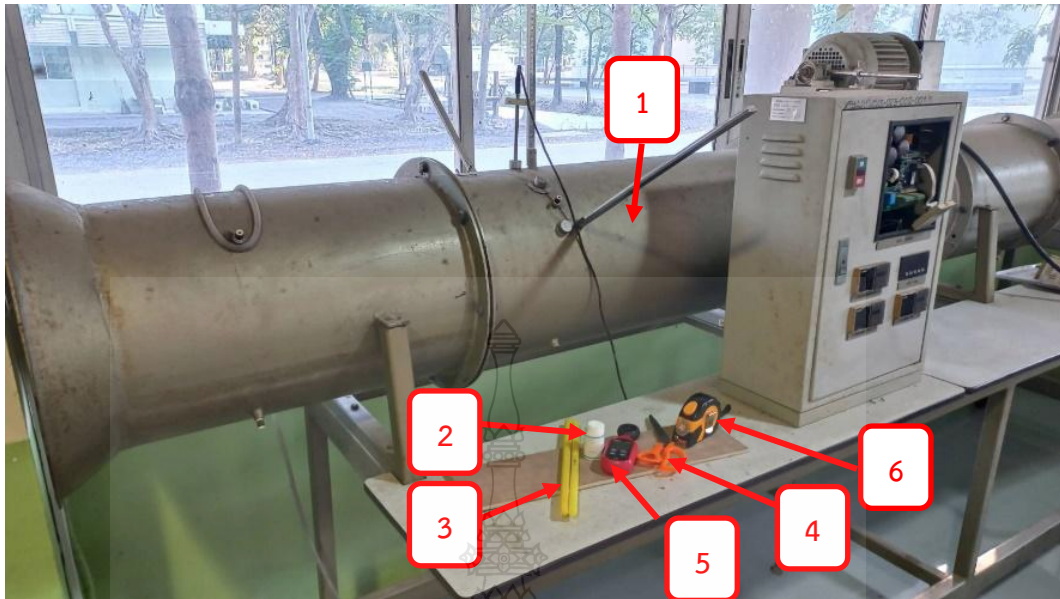
10) ปฏิบัติการที่ 10 การหาอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ

สถานที่ปฏิบัติการ: พื้นที่โถงกลางอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการจัดเตรียมชุดอุปกรณ์ ตรวจสอบเช็ค
เครื่องมือวัดความเร็วลม และจัดเตรียมชุดเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง-กระเปาะเปียกให้พร้อมใช้งาน
ดังแสดงในตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 10

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	ท่ออุโมงค์ลมที่สามารถปรับอัตราการไหลอากาศไหลผ่านได้	1 เครื่อง	
2	ผ้าก๊อชสะอาด	1 ม้วน	
3	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด	2 แท่ง	
4	กรรไกร	1 เล่ม	
5	เครื่องมือวัดความเร็วลม	1 เครื่อง	
6	ตลับเมตร	1 อัน	



ภาพที่ 4.16 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 10 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และตัวอย่างสำหรับปฏิบัติการที่ 10 ดังนี้

- (1) ดำเนินการเปิดสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ของชุดทดลองอุโมงค์ลม ปรับตั้งค่าความเร็วรอบของอินเวอร์เตอร์ให้ใบพัดหมุนที่ความเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที
- (2) ใช้กรรไกรตัดผ้าก๊อซสะอาดให้มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร 1 ชิ้น สำหรับทำเป็นเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก

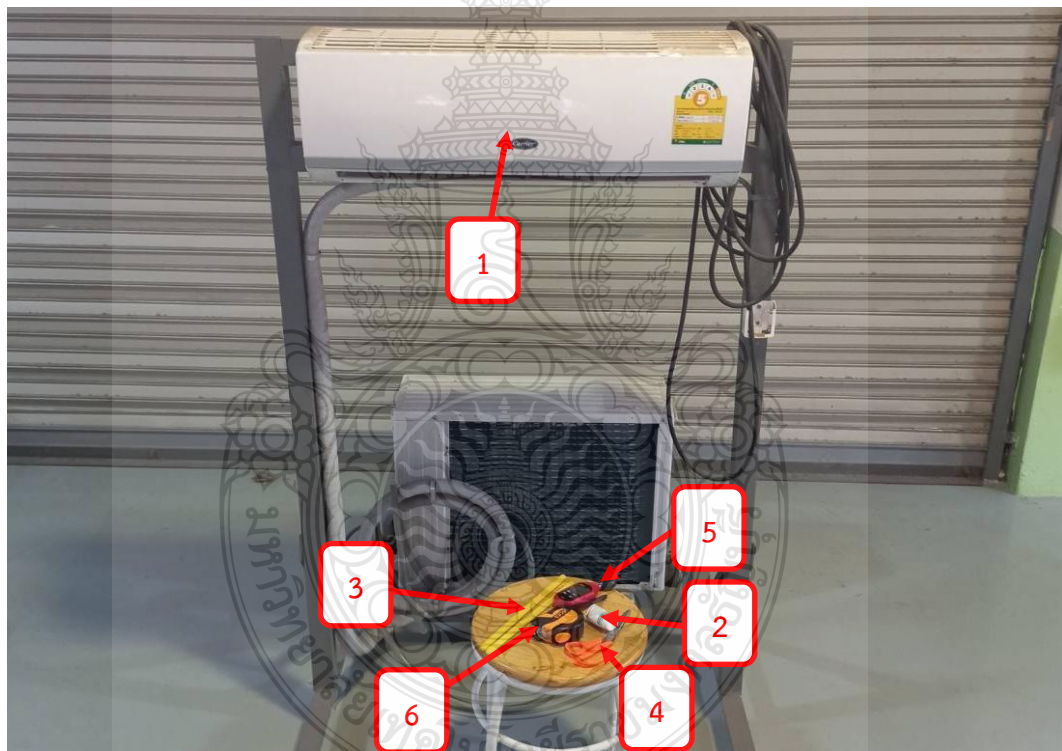
11) ปฏิบัติการที่ 11 การหาอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้แผนภูมิอากาศชื้น

สถานที่ปฏิบัติการ: พื้นที่โถงกลางอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมรายการของสำหรับปฏิบัติการ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.17 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.15 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 11

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	1 เครื่อง	
2	ผ้าก๊อชสะอาด	1 ม้วน	
3	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด	2 แท่ง	
4	กรรไกร	1 เล่ม	
5	เครื่องวัดความเร็วลม	1 เครื่อง	
6	ตลับเมตร	1 อัน	



ภาพที่ 4.17 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 11 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมสำหรับปฏิบัติการที่ 11 ดังนี้

- (1) ดำเนินการตรวจสอบสายระบายน้ำทิ้ง ของเครื่องปรับอากาศให้ทอดตัวไปยังจุดระบายน้ำอย่างเหมาะสม ไม่หักงอหรืออุดตัน
- (2) เปิดเครื่องปรับอากาศและปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ล่วงหน้า ก่อนเริ่มปฏิบัติการอย่างน้อย 20 นาที เพื่อให้ระบบน้ำยาทำความเย็นเข้าสู่สถานะเสถียร

(3) ตัดผ้าก๊อซสะอาดให้มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร 1 ชิ้น สำหรับทำเป็น
เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก

คำแนะนำ

ก่อนเริ่มปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานควรดำเนินการถอดล้างแผ่นกรองอากาศ ของตัว
คอยล์เย็นให้สะอาด เพื่อให้อัตราการไหลของลมเป็นไปตามสเปกมาตรฐานของเครื่อง ไม่เกิดความ
ต้านทานลมจากคราบฝุ่น ซึ่งจะช่วยให้ผลการคำนวณประสิทธิภาพพลังงานมีความใกล้เคียงกับความ
จริงมากที่สุด

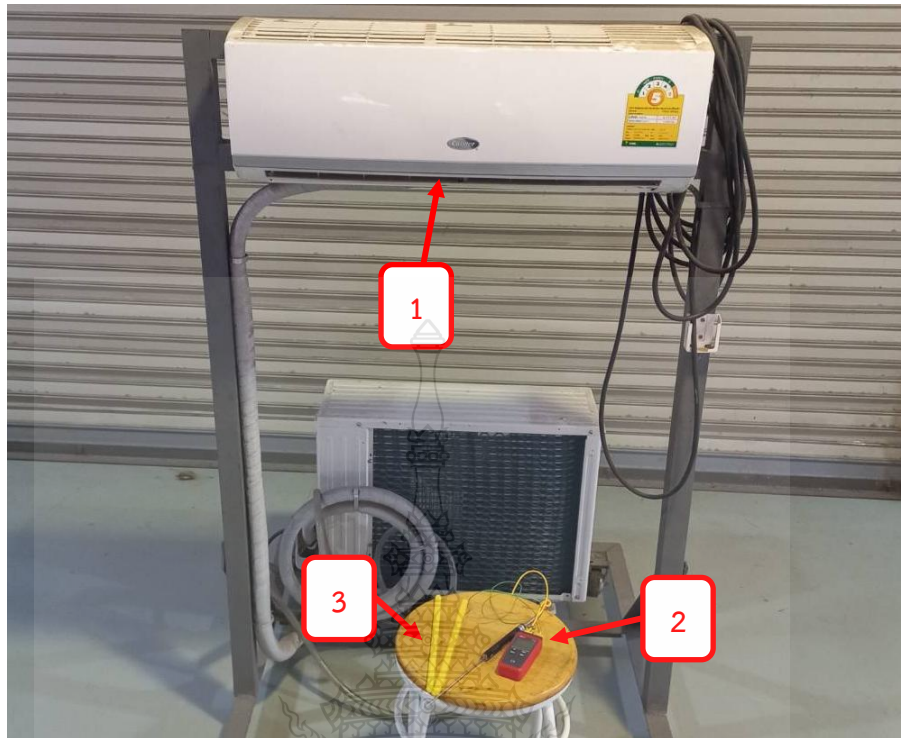
12) ปฏิบัติการที่ 12 การหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

สถานที่ปฏิบัติการ: พื้นที่โถงกลางอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2

แนวทางการจัดเตรียม: ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมรายการของสำหรับปฏิบัติการ
ดังที่แสดงในตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.18 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.16 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 12

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	1 เครื่อง	
2	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล	1 เครื่อง	
3	เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุในหลอดแก้วปิด	2 แท่ง	



ภาพที่ 4.18 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 12 [3]

โดยมีขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์และตัวอย่างสำหรับปฏิบัติการที่ 12 ดังนี้

(1) ดำเนินการตรวจสอบสายระบายน้ำทิ้ง ของเครื่องปรับอากาศให้ทอดตัวไปยังจุดระบายน้ำอย่างเหมาะสม ไม่หักงอหรืออุดตัน

(2) เปิดเครื่องปรับอากาศและปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ล่วงหน้าก่อนเริ่มปฏิบัติการอย่างน้อย 20 นาที เพื่อให้ระบบน้ำยาทำความเย็นเข้าสู่สภาวะเสถียร

คำแนะนำ

เนื่องจากปฏิบัติการที่ 11 การหาอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้แผนภูมิอากาศชื้น และปฏิบัติการที่ 12 การหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ มีการใช้งานครุภัณฑ์ชุดเครื่องปรับอากาศเครื่องเดียวกัน และมีเนื้อหาทางทฤษฎีที่ต่อเนื่องกัน ผู้ปฏิบัติงานควรให้นักศึกษา ดำเนินการบันทึกสภาวะอุณหภูมิผิวท่อของวัฏจักรสารทำความเย็น ควบคู่ไปกับการวัดสภาวะอากาศชื้น ทันทีในสภาวะเสถียรเดียวกัน เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิและสภาวะโหลดความร้อนของระบบเปลี่ยนแปลงหากปล่อยทิ้งช่วงเวลานานเกินไป ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมเครื่องและลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการลงได้

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การจับสภาวะสมดุลความร้อนก่อนบันทึกข้อมูล ในการทำแล็บต่อเนื่องทั้ง 2 บทนี้ ควรที่จะทำให้ค่าเอนทัลปีของอากาศ (ปฏิบัติการที่ 11) และค่าเอนทัลปีของน้ำยา R410a (ปฏิบัติการที่ 12) สัมพันธ์กัน เมื่อผู้ปฏิบัติงานเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้จนกระทั่งคอมเพรสเซอร์ทำงานต่อเนื่องไปแล้วไม่น้อยกว่า 20 นาที ให้สังเกตอุณหภูมิลมจ่ายจากคอยล์เย็นผ่านเทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล เมื่อพบว่าอุณหภูมินี้ไม่มีการแกว่งตัวเกิน 0.5 องศาเซลเซียส จึงให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มแยกย้ายกันบันทึกค่าสภาวะอากาศขึ้นและอุณหภูมิผิวท่อ พร้อมกันทันทีที่จะทำให้ผลการคำนวณประสิทธิภาพพลังงานและการพลอตแผนภาพความดัน-เอนทัลปี มีความแม่นยำมากขึ้น

13) ปฏิบัติการที่ 13 การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวแกน X

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการทดลอง 1

ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมเครื่องทดสอบค่าการนำความร้อนด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวแกน X ดังที่แสดงในภาพที่ 4.19 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) การเปิดระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นโดยดำเนินการเสียบปลั๊กของปั้มน้ำแบบจุ่ม ปั้มจะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อส่งน้ำหล่อเย็นเข้าสู่โม่งรับความร้อนและเป็นการไล่ฟองอากาศรวมถึงตรวจสอบความคงที่ของอัตราการไหลของน้ำก่อนเริ่มกระบวนการให้ความร้อน

(2) เปิดสวิตช์หลักของเครื่องควบคุมเป็นเวลาประมาณ 5 นาทีเพื่อป้อนกำลังไฟฟ้าและเตรียมพร้อมระบบทำความร้อน: ดำเนินการปรับค่ากำลังไฟฟ้าของตัวทำความร้อน (Heater) ไปที่ประมาณ 5 วัตต์ (Q) เพื่อทดสอบความไวและการตอบสนองของระบบวัดอุณหภูมิ เมื่อระบบทำงานได้ตามปกติแล้ว ให้ทำการปิดสวิตช์ระบบทำความร้อน ไว้ก่อน เพื่อเป็นการลดการสะสมความร้อนส่วนเกินในแท่งวัสดุตัวอย่าง และทำให้ตัวเครื่องอยู่ในสภาวะพร้อมสำหรับให้นักศึกษาเริ่มต้นบันทึกค่าอุณหภูมิแรกเริ่มในชั่วโมงปฏิบัติการ



ภาพที่ 4.19 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 13 [3]

14) ปฏิบัติการที่ 14 การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวรัศมี

สถานที่ปฏิบัติการ: ห้องปฏิบัติการทดลอง 1

ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมเครื่องทดสอบค่าการนำความร้อนด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวรัศมี ดังที่แสดงในภาพที่ 4.19 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) การเปิดระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นโดยดำเนินการเสียบปลั๊กของปั้มน้ำแบบจุ่ม ปั้มจะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อส่งน้ำหล่อเย็นเข้าสู่โม่งรับความร้อนและเป็นการไล่ฟองอากาศรวมถึงตรวจสอบความคงที่ของอัตราการไหลของน้ำป้อนก่อนเริ่มกระบวนการให้ความร้อน

(2) เปิดสวิตช์หลักของเครื่องควบคุมเป็นเวลาประมาณ 5 นาทีเพื่อป้อนกำลังไฟฟ้าและเตรียมพร้อมระบบทำความร้อน: ดำเนินการปรับค่ากำลังไฟฟ้าของตัวทำความร้อน (Heater) ไปที่ประมาณ 5 วัตต์ (Q) เพื่อทดสอบความไวและการตอบสนองของระบบวัดอุณหภูมิ เมื่อระบบทำงานได้ตามปกติแล้ว ให้ทำการปิดสวิตช์ระบบทำความร้อน ไว้ก่อน เพื่อเป็นการลดการสะสมความร้อนส่วนเกินในแท่งวัสดุตัวอย่าง และทำให้ตัวเครื่องอยู่ในสภาวะพร้อมสำหรับให้นักศึกษาเริ่มต้นบันทึกค่าอุณหภูมิแรกเริ่มในชั่วโมงปฏิบัติการ



ภาพที่ 4.20 แสดงสิ่งที่ต้องเตรียมในปฏิบัติการที่ 14 [3]

ขั้นตอนที่ 6 สนับสนุนและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

ในการสนับสนุนและดูแลปฏิบัติการเรียนการสอน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาทำความเข้าใจจุดประสงค์ หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการคำนวณและการใช้งานเครื่องมืออุปกรณ์ในแต่ละบทปฏิบัติการอย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้สามารถสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ประจำวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีแนวทางในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1) การร่วมชี้แจงและการควบคุมกำกับดูแล โดยอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการบรรยายภาคทฤษฎีและอธิบายขั้นตอนการทดลองภาพรวม และมีผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่แนะนำการใช้งานเครื่องมืออย่างถูกวิธี เน้นย้ำจุดที่อาจส่งผลเสียต่อเครื่องมือหรือเกิดความปลอดภัยของผลการทดลอง ตลอดจนดูแลความปลอดภัยของนักศึกษาอย่างใกล้ชิดในระหว่างทำปฏิบัติการ ภายใต้การกำกับดูแลของอาจารย์ประจำวิชา

2) จัดการข้อซักถาม ในกรณีที่นักศึกษามีข้อซักถามระหว่างการทำปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจะทำหน้าที่ให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบเครื่องมือและวิธีการจัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น ส่วนกรณีที่เป็นข้อซักถามเกี่ยวกับทฤษฎีขั้นสูงหรือการวิเคราะห์ผลการทดลองเชิงลึก ผู้ปฏิบัติงานจะทำหน้าที่คัดกรองและประสานงานส่งต่อคำถาม หรือนำนักศึกษาเข้าปรึกษาอาจารย์ประจำวิชาโดยตรง เพื่อให้อาจารย์เป็นผู้ให้คำตอบและคำอธิบายที่ถูกต้องแม่นยำตามหลักวิชาการ

เพื่อให้การสนับสนุนและควบคุมดูแลปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีระบบและมีมาตรฐานเดียวกัน ผู้ปฏิบัติงานได้ทำการวิเคราะห์และสรุปแนวทางการดำเนินงานทั้ง 14 ปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปฏิบัติการที่ 1 การหาความหนาแน่นของของเหลว

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจความหมายของค่าความหนาแน่นของของเหลว สามารถหาค่าความหนาแน่นจากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตร รวมทั้งประยุกต์ใช้การแปลงหน่วยในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

(1) ชี้แจงและสาธิตวิธีการใช้เครื่องชั่งดิจิทัล การตวงวัดปริมาตร และการใช้อุปกรณ์ให้นักศึกษาอย่างถูกต้องตามหลักปฏิบัติการ

(2) ควบคุมดูแลการชั่งมวล การตวงปริมาตร และการบันทึกข้อมูลของนักศึกษาให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด

(3) ตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณค่าความหนาแน่น การแปลงหน่วย และผลการทดลองของนักศึกษาก่อนสรุปผลการปฏิบัติการ

ข้อพึงระวัง

มาตรการความปลอดภัยในการใช้สารเคมีไฟฟ้า : เอทานอลความเข้มข้น 95% เป็นสารไวไฟ ระเหยได้ง่าย และอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและระบบทางเดินหายใจ ผู้ปฏิบัติงานต้องควบคุมดูแลการใช้งานของนักศึกษาอย่างใกล้ชิด จัดให้มีการใช้งานในบริเวณที่มีการระบายอากาศที่ดี และหลีกเลี่ยงการใช้งานใกล้แหล่งกำเนิดประกายไฟหรือความร้อน

คำแนะนำ

การลดความคลาดเคลื่อนของการชั่งมวล : แนะนำให้นักศึกษาตรวจสอบความสะอาดของแผงชั่ง และเช็ดผิวภายนอกของภาชนะตวงวัดให้แห้งสนิทก่อนกตตั่งค่าน้ำหนักเริ่มต้น (Tare) ทุกครั้ง เพื่อป้องกันคราบของเหลวภายนอกส่งผลต่อค่าที่ชั่งได้

เทคนิคการปฏิบัติงาน

เทคนิคการอ่านค่าปริมาตรของของเหลว : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ศึกษาวางระดับสายตาให้อยู่ในแนวเดียวกับขีดบอกปริมาตรของภาชนะตวง และอ่านค่าที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้งเว้า (Meniscus) สำหรับน้ำและสารละลายน้ำตาล เพื่อให้ได้ค่าปริมาตรที่ถูกต้องและลดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณค่าความหนาแน่นเทคนิคการอ่านค่าระดับของเหลว: เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากแนวสายตา ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ศึกษาตั้งสายตาให้ขนานและตั้งฉากกับขีด

บอกปริมาตร โดยในกรณีของน้ำและสารละลายน้ำตาลให้อ่านค่าที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้งว่า เพื่อให้ได้ค่าปริมาตรที่แม่นยำที่สุดตามหลักมาตรวิทยา

2) ปฏิบัติการที่ 2 การหาความหนาแน่นของของแข็ง

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการหาความหนาแน่นของของแข็งจากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตร สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเรขาคณิตและการแปลงหน่วยในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ชี้แจงและสาธิตวิธีการใช้เครื่องชั่งดิจิทัลและเครื่องมือวัดมิติของชิ้นงานให้นักศึกษาอย่างถูกต้อง รวมทั้งอธิบายหลักการวัดมิติของวัตถุทรงเรขาคณิตแต่ละประเภท
- (2) ควบคุมดูแลการวัดขนาด การชั่งมวล และการบันทึกข้อมูลของนักศึกษาให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด
- (3) ตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณปริมาตร ความหนาแน่น และการแปลงหน่วยของนักศึกษาก่อนสรุปผลการปฏิบัติการ

ข้อพึงระวัง

การระวังความเสียหายของหัววัดเครื่องชั่ง: ในการทดลองกับวัตถุของแข็งที่มีมวลมากหรือเป็นโลหะ เช่น แท่งเหล็ก ทองเหลือง ต้องกำชับนักศึกษาห้ามปล่อยวัตถุกระทบลงบนจานชั่งดิจิทัลโดยเด็ดขาด เพื่อป้องกันไม่ให้ชุดโหลดเซลล์ ภายในเครื่องชั่งชำรุดเสียหาย

คำแนะนำ

การเลือกใช้สูตรคำนวณให้สอดคล้องกับลักษณะของวัตถุ : เนื่องจากนักศึกษามักสับสนระหว่างสูตรการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติและสูตรการหาปริมาตรของวัตถุสามมิติ รวมถึงการคำนวณวัตถุหลายเหลี่ยม ผู้ปฏิบัติงานควรตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้นของนักศึกษา และให้คำแนะนำในการเลือกใช้สูตรคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องก่อนเริ่มการคำนวณ

เทคนิคการปฏิบัติงาน

เทคนิคการวัดละเอียดด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ : ในการหาปริมาตรวัตถุทรงเรขาคณิตชิ้นเล็ก ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำเทคนิคให้นักศึกษาเลือกใช้ เวอร์เนียคาลิเปอร์ แทนไม้บรรทัดทั่วไป โดยให้ทำการวัดขนาดมิติ (กว้าง, ยาว, หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง) กระจายซ้ำกัน 3 จุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากความไม่สม่ำเสมอของผิววัสดุ (Manufacturing Tolerance)

3) ปฏิบัติการที่ 3 สมดุลมวลสารกับเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการระเหยน้ำออกจากสารละลายในสภาวะสุญญากาศด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน และสามารถประยุกต์ใช้กฎการอนุรักษ์มวลสารในการคำนวณสมดุลมวลสาร เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายก่อนและหลังการระเหยได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ชี้แจงขั้นตอนการใช้งานเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน วิธีการชั่งและเตรียมสารละลาย รวมถึงลำดับการปฏิบัติการให้นักศึกษาก่อนเริ่มการทดลอง
- (2) ควบคุมดูแลการใช้งานเครื่องระหว่างการทดลอง พร้อมให้คำแนะนำในการปรับสภาวะการทำงานของเครื่องให้เหมาะสมกับสารตัวอย่าง และเฝ้าระวังความผิดปกติของระบบสุญญากาศและชุดควบแน่น
- (3) ให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาในการวิเคราะห์ผลการทดลองและการประยุกต์ใช้หลักสมดุลมวลสารในการคำนวณค่าความเข้มข้นของสารละลาย
- (4) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ผลการคำนวณ และการสรุปผลการทดลองของนักศึกษาก่อนสิ้นสุดการปฏิบัติการ

ข้อพึงระวัง

- (1) การป้องกันความเสียหายของระบบควบแน่นและปั๊มสุญญากาศ : ระหว่างการใช้งาน ผู้ปฏิบัติงานต้องติดตามการทำงานของระบบน้ำหล่อเย็นและตรวจสอบให้ระบบสุญญากาศทำงานอย่างต่อเนื่อง หากพบความผิดปกติให้หยุดการใช้งานทันที เพื่อป้องกันไอน้ำหรือไอสารเคมีเข้าสู่ปั๊มสุญญากาศ ซึ่งอาจทำให้ชุดกลไกและน้ำมันปั๊มเสียหาย
- (2) การป้องกันการเกิดฟองพุ่งของสารละลาย : หากอาจารย์ผู้สอนอนุญาตให้นักศึกษานำเครื่องต้มมาทดลองเอง ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้หลีกเลี่ยงเครื่องต้มที่มีน้ำตาลหรือโปรตีนสูง เช่น น้ำเชื่อมเข้มข้น นมสด และน้ำเต้าหู้ เนื่องจากมีแนวโน้มเกิดฟองและเดือดพลุ่งภายใต้สภาวะสุญญากาศ ส่งผลให้สารตัวอย่างปนเปื้อนในชุดควบแน่น และทำให้ต้องหยุดการทดลองเพื่อล้างทำความสะอาดระบบใหม่

คำแนะนำ

- (1) การบริหารลำดับการใช้งานเครื่องมือ : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ นักศึกษากลุ่มถัดไปเตรียมข้อมูล ชั่งมวล และคำนวณข้อมูลเบื้องต้นให้แล้วเสร็จก่อนถึงรอบการใช้งานเครื่อง เพื่อลดเวลารอคอยและเพิ่มความต่อเนื่องของการเรียนการสอน

(2) การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ที่ผู้จัดทำพัฒนาขึ้นและอธิบายวิธีใช้งานไว้ในคู่มือฉบับนี้ เป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณสมดุลมวลสารของนักศึกษา เพื่อเพิ่มความรวดเร็ว ลดความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ และสนับสนุนการตรวจสอบผลการทดลองให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.21

	A	B	C
1	%ความเข้มข้นตัวอย่าง	10	
2	น้ำหนักตัวอย่าง	100	
3	%ความเข้มข้นผลิตภัณฑ์	20	
4	น้ำหนักผลิตภัณฑ์	50	$=(((B1/100)*B2)-(B3))/(B3/100))$
5	%ความเข้มข้นของสิ่งที่ระเหย	0	สิ่งที่ระเหยในที่นี้คือน้ำความเข้มข้น=0
6	น้ำหนักของสิ่งที่ระเหย	50	$=B2-B4$
7			
8	ระเหยเอาน้ำออกเท่าไร	50	

ภาพที่ 4.21 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 3

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การควบคุมความเร็วรอบเพื่อป้องกันการเดือดพุ่งของสารละลาย : ในช่วงเริ่มต้นของการลดความดันภายในระบบระเหย สารละลายมักมีการเดือดพุ่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันอย่างรวดเร็ว ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาควบคุมการทำงานของระบบอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยเพิ่มความเร็วยรอบการหมุนของขดก้นพร้อมกับเปิดวาล์วสุญญากาศอย่างช้า ๆ การหมุนด้วยความเร็วที่เหมาะสมจะทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ส่งผลให้สารละลายแผ่กระจายเป็นฟิล์มบางบนผิวด้านในของขดก้น ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ลดการสะสมของไอได้ผิวของเหลว และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดการเดือดพุ่งของสารละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ปฏิบัติการที่ 4 สมดุลมวลสารกับการผสมสาร

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้หลักการอนุรักษ์มวลสารในการคำนวณสัดส่วนการผสมสารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน เพื่อให้ได้สารละลายที่มีปริมาณและความเข้มข้นตามที่กำหนด รวมทั้งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองโดยเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ชั่งแจงวัตถุดิบประสงค์ของการทดลอง หลักการคำนวณสมดุลมวลสาร และอธิบาย
โจทย์การทดลองทั้ง 3 รูปแบบตามตารางที่ 4.17
- (2) ตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณของนักศึกษา ก่อนอนุญาตให้ลงมือชั่ง
และผสมสาร เพื่อป้องกันความผิดพลาดและลดการสิ้นเปลืองวัสดุทดลอง
- (3) ควบคุมดูแลการชั่ง การผสม และการวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย พร้อมให้
คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องวัดความหวาน (Refractometer) อย่างถูกต้อง
- (4) ตรวจสอบผลการทดลองของนักศึกษา โดยเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าทาง
ทฤษฎีตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่อาจารย์ประจำวิชากำหนด (ไม่เกิน ± 1 %Brix) พร้อมให้
คำแนะนำในการวิเคราะห์สาเหตุของความคลาดเคลื่อนก่อนสรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 4.17 แสดงตัวอย่างโจทย์ที่กำหนดและผลการผสมในบทปฏิบัติการที่ 4

	ความเข้มข้นสาร A	30	ความเข้มข้นสาร B	7
โจทย์ลำดับที่ 1 การผสมสารละลาย 2 ชนิด				
กลุ่ม	ความเข้มข้นสาร A+B ที่ต้องการ	ปริมาณ A (g)	ปริมาณ B (g)	มวลรวม (g)
1	22	140	74.67	214.67
2	20	130	100	230
3	18	120	130.91	250.91
4	17	110	143	253
5	15	100	187.75	287.75
6	13	80	226.67	306.67

โจทย์ลำดับที่ 2 การเติมน้ำตาลทรายเพื่อเพิ่มความเข้มข้นสารละลาย			
กลุ่ม	ความเข้มข้นที่ต้องการ	ปริมาณน้ำตาลทราย (g)	มวลรวม (g)
1	25	8.59	223.26
2	24	12.11	242.11
3	23	16.3	267.21
4	21	12.81	265.81
5	21	21.85	309.6
6	20	26.83	333.5

ตารางที่ 4.17 แสดงตัวอย่างโจทย์ที่กำหนดและผลการผสมในบทปฏิบัติการที่ 4 (ต่อ)

โจทย์ลำดับที่ 3 การเจือจางสารละลายด้วยน้ำ			
กลุ่ม	ความเข้มข้นที่ต้องการ	เติมน้ำ (g)	มวลรวม (g)
1	16	125.58	348.84
2	16	121.05	363.16
3	16	116.9	384.11
4	16	83.06	348.87
5	16	96.75	406.35
6	16	83.375	416.875

ข้อพึงระวัง

การดูแลรักษาหน้าปริซึมของเครื่องวัดความหวาน : ภายหลังการวัดค่าความเข้มข้นในแต่ละครั้ง ผู้ปฏิบัติงานควรกำกับให้นักศึกษาล้างหน้าปริซึมด้วยน้ำสะอาดและเช็ดให้แห้งทันที ไม่ควรปล่อยให้สารละลายแห้งติดเป็นคราบบนผิวหน้าปริซึม เนื่องจากอาจส่งผลให้ค่าการวัดของกลุ่มถัดไปคลาดเคลื่อน

คำแนะนำ

การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ที่ผู้จัดทำพัฒนาขึ้นและอธิบายวิธีใช้งานไว้ในคู่มือฉบับนี้ เพื่อช่วยตรวจสอบผลการคำนวณสมดุลมวลสารของนักศึกษาให้มีความรวดเร็ว ถูกต้อง และเป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.22

	A	B	C	D
1	หาสารที่ต้องเติมก็กรัม			
2	ความเข้มข้นสารตั้งต้น	30 %		
3	น้ำหนักสารตั้งต้น	140 กรัม		
4	ความเข้มข้นสารที่ผสม	7 %		
5	น้ำหนักสารจะที่ผสม	74.67 กรัม	$= (B3 * (B6 - B2)) / ((B4 - B6))$	
6	จะได้ความเข้มข้นสารที่ผสม	22 %		
7	น้ำหนักรวมของสารที่ผสมได้	214.67 กรัม	$= B3 + B5$	

ภาพที่ 4.22 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 4

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) การลดการสูญเสียมวลสารระหว่างการถ่ายเทสารละลาย : เมื่อถ่ายเทสารละลายที่มีความหนืด ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาแบ่งปริมาณตัวทำละลายออกเป็น 2-3 ส่วน เพื่อนำมาชะล้างสารละลายที่ตกค้างตามผนังบีกเกอร์และแท่งแก้วคนสาร แล้วเทกลับลงในภาชนะผสมหลัก วิธีนี้ช่วยลดการสูญเสียมวลสารโดยไม่ทำให้ปริมาตรรวมเกินค่าที่คำนวณไว้

(2) การตรวจสอบการละลายของสารให้สมบูรณ์ก่อนวัดค่า : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาคนสารละลายจนไม่พบผลึกน้ำตาลตกค้าง และพักสารละลายประมาณ 1 นาที เพื่อให้ฟองอากาศสลายตัวก่อนวัดค่าความเข้มข้น ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของผลการวัด

(3) การปรับค่าศูนย์ของเครื่องวัดความหวาน : ก่อนเริ่มการทดลองในแต่ละคาบ ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ศึกษาปรับศูนย์เครื่องวัดความหวานด้วยน้ำกลั่นให้แสดงค่า 0 % Brix เพื่อชดเชยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและเพิ่มความแม่นยำของการวัด

5) ปฏิบัติการที่ 5 สมดุลมวลสารกับการหาความชื้นในกระบวนการอบแห้ง

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจพฤติกรรมการถ่ายเทมวลสารระหว่างกระบวนการอบแห้ง และสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากตัวอย่างอาหารโดยใช้หลักการสมดุลมวลสารร่วมกับวิธีวิเคราะห์ตามมาตรฐาน AOAC [17] รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างกราฟแสดงอัตราการอบแห้งตามช่วงเวลาที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ชี้แจงหลักการทดลอง วิธีการใช้งานตู้อบลมร้อน เครื่องวัดความชื้น และขั้นตอนการบันทึกข้อมูลระหว่างการทดลอง
- (2) ควบคุมดูแลการนำตัวอย่างเข้าและออกจากตู้อบ รวมทั้งการชั่งน้ำหนักตามช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้การทดลองดำเนินไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย
- (3) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการบันทึกข้อมูล การคำนวณความชื้น และการสร้างกราฟอัตราการอบแห้ง
- (4) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ผลการคำนวณ และการแปลผลของนักศึกษา ก่อนสรุปผลการทดลอง

ข้อพึงระวัง

- (1) การชั่งตัวอย่างหลังจากออกจากตู้อบ : ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับให้นักศึกษานำตัวอย่างที่ออกจากตู้อบพักในโถดูดความชื้นจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิห้องก่อนชั่งน้ำหนัก เพื่อป้องกันค่าคลาดเคลื่อนจากกระแสการพาความร้อน และลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของเครื่องชั่งดิจิทัล
- (2) การหยิบจับภาชนะที่ผ่านการอบ : ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับให้นักศึกษาใช้คีมคิ๊บ และสวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อนทุกครั้งในการหยิบจับกระป๋องอะลูมิเนียม เพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนและหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของไขมันหรือความชื้นจากมือ ซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องของผลการชั่งน้ำหนัก

คำแนะนำ

- (1) การลดการสูญเสียความร้อนของตู้อบ : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาเปิดและปิดประตูตู้อบให้รวดเร็วที่สุดในระหว่างการเก็บข้อมูลแต่ละช่วงเวลา เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในตู้อบ ซึ่งอาจส่งผลต่ออัตราการอบแห้ง
- (2) การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ที่ผู้จัดทำพัฒนาขึ้นและอธิบายวิธีใช้งานไว้ในคู่มือฉบับนี้ เพื่อช่วยตรวจสอบผลการคำนวณความชื้นและสมดุลมวลสารของนักศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4.23
- (3) การใช้ค่าความชื้นเริ่มต้น : เพื่อเริ่มการคำนวณเครื่องวัดความชื้นแบบหลอดฮาโลเจน (Halogen Moisture Analyzer) ในปฏิบัติการนี้ใช้เพื่อประมาณค่าความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างสำหรับเริ่มต้นการคำนวณสมดุลมวลสารเท่านั้น หากภายหลังนักศึกษาสามารถอบตัวอย่างจนมีมวลคงที่ ผู้ปฏิบัติงานอาจแนะนำให้ นำค่ามวลแห้งที่วัดได้จริงมาใช้ทดแทนผลการคำนวณและเปรียบเทียบกับค่าประมาณเริ่มต้น เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์และเพิ่มความน่าเชื่อถือของการสรุปผลการทดลอง

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ตารางแจกแจงการคำนวณเพื่อตรวจสอบผลการปฏิบัติการหาความชื้นในการอบแห้ง								
2	เวลา (min)	น้ำหนัก ตัวอย่าง(ก)	ความชื้นปัจจุบัน (%)	น้ำหนักน้ำที่ระเหย (ก)	น้ำหนักน้ำที่ เหลือ(ก)	น้ำหนัก ของแข็ง(ก)	%wb	%db	
3	0	5.0020	93.3800	0.0000	4.6709	0.3311	93.3800	1410.574	
4	10	3.4216	90.3223	1.5804	3.0905	0.3311	90.3223	933.3027	
5	20	2.2997	85.6011	1.1219	1.9686	0.3311	85.6011	594.4956	
6	30	1.4751	77.5519	0.8246	1.1440	0.3311	77.5519	345.4714	
7	40	1.0116	67.2665	0.4635	0.6805	0.3311	67.2665	205.4971	
8	50	0.6895	51.9750	0.3221	0.3584	0.3311	51.9750	108.2249	
9	60	0.5378	38.4283	0.1517	0.2067	0.3311	38.4283	62.41238	
10	คำอธิบาย								
11	ความชื้นปัจจุบันที่เวลา 0 นาที ใช้วัดจากเครื่องวัดความชื้นแบบหลอดฮาโลเจน								
12	น้ำหนักน้ำที่เหลือที่เวลา 0 คำนวณได้จากสูตร $= (B3 * C3) / 100$								
13	น้ำหนักของแข็ง(ก) คำนวณได้จากการนำน้ำหนักตัวอย่างเมื่อเวลาปัจจุบันลบด้วยน้ำหนักของน้ำที่เหลือ						$= B3 - E3$		
14	น้ำหนักน้ำที่ระเหยคือผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างที่เวลาก่อนหน้าลบด้วยเวลาปัจจุบัน								
15	น้ำหนักน้ำที่เหลือที่เวลาปัจจุบันคือผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างที่เวลาปัจจุบันลบด้วยน้ำหนักของแข็ง								
16	%wb หากจากสมมูลมวล หรือนำน้ำหนักน้ำที่เหลือมาหารด้วยน้ำหนักทั้งหมดแล้วคูณด้วย 100 จะได้มาเป็น %								
17	%wb มีค่าไม่เกิน 100 คืออัตราส่วนว่าในน้ำหนัก 100kg จะเป็นน้ำกี่ kg								
18	%db หากจากน้ำหนักน้ำที่เหลือมาหารด้วยน้ำหนักของแข็งคูณด้วย 100 จะได้มาเป็น อัตราส่วนว่าหากมีของแข็ง 100kg กรัมจะมีน้ำกี่ kg								

ภาพที่ 4.23 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 5

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การกระจายตัวอย่างให้สม่ำเสมอ : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษากระจายตัวอย่างให้แผ่บางและสม่ำเสมอบนก้นภาชนะ เพื่อให้อากาศร้อนสัมผัสตัวอย่างได้ทั่วถึง ส่งผลให้การอบแห้งเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอและช่วยลดระยะเวลาการทดลอง

6) ปฏิบัติการที่ 6 การหาอุณหภูมิของไอน้ำในระบบผลิตไอน้ำ

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิของไอน้ำอิมิตัวตามหลักอุณหพลศาสตร์ สามารถใช้ตารางไอน้ำอิมิตัวในการค้นหาและประมาณค่าอุณหภูมิจากค่าความดันที่กำหนด รวมทั้งประยุกต์ใช้ข้อมูลดังกล่าวในการวิเคราะห์กระบวนการทางวิศวกรรมอาหารได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) กำกับดูแลการใช้งานเครื่องกำเนิดไอน้ำขนาดเล็กให้เป็นไปตามหลักความปลอดภัยตลอดระยะเวลาการปฏิบัติการ
- (2) แนะนำวิธีการอ่านค่าความดันจากเครื่องมือวัด และตรวจสอบความถูกต้องของชนิดความดันที่นำไปใช้ในการคำนวณ (ความดันเกจหรือความดันสัมบูรณ์)
- (3) ให้คำแนะนำในการเปิดตารางไอน้ำ การประมาณค่าระหว่างข้อมูลในตาราง และการเลือกใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของการทดลอง
- (4) ตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณและการแปลผลข้อมูลของนักศึกษา ก่อนสรุปผลการทดลอง

ข้อพึงระวัง

การป้องกันอันตรายจากไอน้ำและพื้นผิวร้อน : เนื่องจากระบบผลิตไอน้ำทำงานภายใต้สภาวะความดันและอุณหภูมิสูง ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับการดูแลให้นักศึกษาสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม และห้ามสัมผัสท่อส่งไอน้ำ วาล์ว หรือพื้นผิวของอุปกรณ์ขณะระบบกำลังทำงาน เพื่อป้องกันอันตรายจากการถูกลวกด้วยไอน้ำและพื้นผิวร้อน

คำแนะนำ

- (1) การประมาณค่าในช่วงระหว่างข้อมูลตารางไอน้ำ: ในกรณีที่ค่าความดันที่วัดได้ไม่ตรงกับค่าที่ระบุในตารางไอน้ำ ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาใช้หลักการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ (Linear Interpolation) เพื่อประมาณค่าอุณหภูมิที่สอดคล้องกันก่อนนำไปใช้ในการคำนวณ
- (2) การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบผลลัพธ์ ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel สร้างสูตรประมาณค่าอุณหภูมิไอน้ำที่สอดคล้องกันจากข้อมูลตารางไอน้ำโดยใช้หลักการ Interpolation อัตโนมัติ ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.24 ซึ่งช่วยให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ความดัน psi g	อุณหภูมิ						
2	0	100		Gauge psi	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
3	1.45	103		10	114.8666667			
4	2.9	105			=FORECAST(D3,OFFSET(B2:B49,MATCH(D3,A2:A49,1)-1,0,2),OFFSET(A2:A49,MATCH(D3,A2:A49,1)-1,0,2))			
5	4.35	107						
6	5.8	110						
7	7.25	112						
8	8.7	114						
9	10.2	115						
10	11.6	117						
11	13.1	119						
12	14.5	120						
13	16	122						
14	17.4	123						
15	18.9	125						
16	20.3	126						
17	21.8	128						
18	23.2	129						
19	24.7	130						
20	26.1	131						
21	27.6	133						
22	29	134						
23	31.9	136						
24	34.8	138						
25	37.7	140						
26	40.6	142						
27	43.5	144						
28	46.4	146						
29	49.3	147						
30	52.2	149						
31	55.1	150						
32	58	125						
33	60.9	153						
34	63.8	155						
35	66.7	156						
36	69.6	158						
37	72.5	159						

ภาพที่ 4.24 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 6

7) ปฏิบัติการที่ 7 สมดุลพลังงานกับการผสมสาร

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการอนุรักษ์พลังงานในการผสมของเหลวที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน สามารถเปิดตารางไอน้ำเพื่อแปลงค่าอุณหภูมิเป็นค่าเอนทัลปี และประยุกต์ใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณสมดุลพลังงาน เพื่อทำนายอุณหภูมิสุดท้ายหรือคำนวณปริมาณมวลของน้ำร้อนและน้ำเย็นให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการคำนวณทางทฤษฎี

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) มอบหมายโจทย์การคำนวณสมดุลพลังงานให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มตามสถานการณ์ที่กำหนด ดังที่แสดงในตารางที่ 4.18
- (2) ให้คำแนะนำการเปิดตารางไอน้ำและการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นค่าเอนทาลปีให้ถูกต้องก่อนนำไปคำนวณ
- (3) ตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณและอนุมัติผลก่อนให้นักศึกษาดำเนินการชั่งตวงและผสมสารจริง
- (4) กำกับดูแลการเตรียมน้ำร้อน การผสมสาร และการวัดอุณหภูมิระหว่างการทดลองให้เป็นไปตามหลักความปลอดภัย
- (5) ตรวจสอบและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลการทดลองกับผลการคำนวณทางทฤษฎีก่อนสรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 4.18 แสดงโจทย์และผลการคำนวณของบทปฏิบัติการที่ 7

ส่วนที่1 ทำนายอุณหภูมิของน้ำที่ได้จากการผสมน้ำ				ส่วนที่2 เตรียมน้ำได้ให้อุณหภูมิที่ต้องการในปริมาณที่กำหนด			
กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 1			
กำหนด	น้ำร้อน	น้ำเย็น	ผลการผสม	กำหนด	น้ำร้อน	น้ำที่ต้องการ	น้ำที่ต้องเติม
ปริมาณ(g)	150	150	300	ปริมาณ(g)	80	240	160
อุณหภูมิ	50	10	30	อุณหภูมิ	50	25	12.536
เอนทาลปี	209.33	42.003	125.79	เอนทาลปี	209.33	104.883	52.659
กลุ่มที่ 2				กลุ่มที่ 2			
กำหนด	น้ำร้อน	น้ำเย็น	ผลการผสม	กำหนด	น้ำร้อน	น้ำที่ต้องการ	น้ำที่ต้องเติม
ปริมาณ(g)	170	140	310	ปริมาณ(g)	150	400	160
อุณหภูมิ	55	10	34.663	อุณหภูมิ	50	30	18.020
เอนทาลปี	230.33	42.003	145.279	เอนทาลปี	209.33	125.79	75.666

ตารางที่ 4.18 แสดงโจทย์และผลการคำนวณของบทปฏิบัติการที่ 7 (ต่อ)

ส่วนที่1 ทำนายอุณหภูมิของน้ำที่ได้จากการผสมน้ำ				ส่วนที่2 เตรียมน้ำได้ให้อุณหภูมิที่ต้องการในปริมาณที่กำหนด			
กลุ่มที่ 3				กลุ่มที่ 3			
กำหนด	น้ำร้อน	น้ำเย็น	ผลการผสม	กำหนด	น้ำร้อน	น้ำที่ต้องการ	น้ำที่ต้องเติม
ปริมาณ(กรัม)	200	120	310	ปริมาณ(กรัม)	100	300	200
อุณหภูมิ	55	15	40.0018	อุณหภูมิ	50	26	14.033
เอนทาลปี	230.33	62.99	167.577	เอนทาลปี	209.33	109.067	58.935
กลุ่มที่ 4				กลุ่มที่ 4			
กำหนด	น้ำร้อน	น้ำเย็น	ผลการผสม	กำหนด	น้ำร้อน	น้ำที่ต้องการ	น้ำที่ต้องเติม
ปริมาณ(กรัม)	200	200	400	ปริมาณ(กรัม)	100	300	200
อุณหภูมิ	50	15	32.480	อุณหภูมิ	50	30	20.015
เอนทาลปี	209.33	62.99	136.16	เอนทาลปี	209.33	104.883	84.02
กลุ่มที่ 5				กลุ่มที่ 5			
กำหนด	น้ำร้อน	น้ำเย็น	ผลการผสม	กำหนด	น้ำร้อน	น้ำที่ต้องการ	น้ำที่ต้องเติม
ปริมาณ(กรัม)	220	80	400	ปริมาณ(กรัม)	140	340	200
อุณหภูมิ	50	12	39.851	อุณหภูมิ	50	30	16.029
เอนทาลปี	209.33	50.41	166.951	เอนทาลปี	209.33	104.883	67.312
กลุ่มที่ 6				กลุ่มที่ 6			
กำหนด	น้ำร้อน	น้ำเย็น	ผลการผสม	กำหนด	น้ำร้อน	น้ำที่ต้องการ	น้ำที่ต้องเติม
ปริมาณ(กรัม)	150	150	300	ปริมาณ(กรัม)	180	300	160
อุณหภูมิ	50	14	31.979	อุณหภูมิ	50	35	12.549
เอนทาลปี	209.33	50.41	134.063	เอนทาลปี	209.33	146.683	52.712

ข้อพึงระวัง

การป้องกันอันตรายจากน้ำร้อนและก๊าซร้อน: ในการเตรียมน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 50–55 °C ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับดูแลให้นักศึกษาสวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อนที่เหมาะสม และใช้คีมจับภาชนะทุกครั้ง ห้ามสัมผัสปีกเกอร์หรือภาชนะที่บรรจุน้ำร้อนโดยตรง เพื่อป้องกันอันตรายจากการถูกลวก

คำแนะนำ

(1) ตรวจสอบผลการคำนวณก่อนลงมือปฏิบัติการ: ผู้ปฏิบัติงานควรตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณค่าเอนทัลปี ปริมาณมวล และอุณหภูมิสุดท้ายของนักศึกษา ก่อนอนุญาตให้ดำเนินการผสมสารจริง เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนจากทฤษฎี

(2) การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบผลการคำนวณ ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ที่ผู้จัดทำพัฒนาขึ้นสำหรับแปลงค่าอุณหภูมิเป็นค่าเอนทัลปีและคำนวณสมดุลพลังงาน ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.25 และภาพที่ 4.26

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	temp	enthalpy	temp	enthalpy				enthalpy	temp	enthalpy	temp			
2	0.01	0.00	3	12.57				0.00	0.01	12.57	3			
3	3	12.57	6	25.20				12.57	3	25.20	6			
4	6	25.20	9	37.80				25.20	6	37.80	9			
5	9	37.80	12	50.41				37.80	9	50.41	12			
6	12	50.41	15	62.99				50.41	12	62.99	15			
7	15	62.99	18	75.58				62.99	15	75.58	18			
8	18	75.58	21	88.14				75.58	18	88.14	21			
9	21	88.14	24	100.70				88.14	21	100.70	24			
10	24	100.70	27	113.25				100.70	24	113.25	27			
11	27	113.25	30	125.79				113.25	27	125.79	30			
12	30	125.79	33	138.33				125.79	30	138.33	33			
13	33	138.33	36	150.86				138.33	33	150.86	36			
14	36	150.86	40	167.57				150.86	36	167.57	40			
15	40	167.57	45	188.45				167.57	40	188.45	45			
16	45	188.45	50	209.33				188.45	45	209.33	50			
17	50	209.33	55	230.23				209.33	50	230.23	55			
18	55	230.23	60	251.13				230.23	55	251.13	60			
19	60	251.13	65	272.06				251.13	60	272.06	65			
20	65	272.06	70	292.98				272.06	65	292.98	70			
21	70	292.98	75	313.93				292.98	70	313.93	75			
22	75	313.93	80	334.91				313.93	75	334.91	80			
23	80	334.91	85	355.90				334.91	80	355.90	85			
24	85	355.90	90	376.92				355.90	85	376.92	90			
25	90	376.92	95	397.96				376.92	90	397.96	95			
26	95	397.96	100	419.04				397.96	95	419.04	100			
27	100	419.04						419.04	100					
28														
29	ต้องการรู้ Ha หากทราบอุณหภูมิ Ta			14	องศาเซลเซียส			ต้องการรู้ Ta หากทราบ enthalpy Ha			58	m ³ /kg		
30														
31	temp	T1	12	=VLOOKUP(D29,A2:B27,1,TRUE)				enthalpy	H1	50.41	=VLOOKUP(L29,H2:K27,1,TRUE)			
32		T2	15	=VLOOKUP(D29,A2:D27,3,TRUE)					H2	62.99	=VLOOKUP(L29,H2:K27,3,TRUE)			
33		Ta	14	=D29					Ha	58	=L29			
34	enthalpy	H1	50.41	=VLOOKUP(D29,A2:B27,2,TRUE)				temp	T1	12	=VLOOKUP(L29,H2:K27,2,TRUE)			
35		H2	62.99	=VLOOKUP(D29,A2:D28,4,TRUE)					T2	15	=VLOOKUP(L29,H2:K27,4,TRUE)			
36		Ha	58.7967	=((C33-C31)*(C35-C34))/(C32-C31)+C34					Ta	13.81	(((J33-J31)*(J35-J34))/(J32-J31))+J34			
37														

ภาพที่ 4.25 แสดงสูตรคำนวณการเปลี่ยนข้อมูลอุณหภูมิเป็นค่าเอนทัลปี ด้วย Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	หาค่าผลการผสม A+B=C					หาเอนทาลปี B และน้ำหนัก B				
2	น้ำหนักร A	150				น้ำหนักร A	180			
3	enthalpy A	209.33				enthalpy A	209.33			
4	น้ำหนักร B	150				น้ำหนักร C	300			
5	enthalpy B	58.7967				enthalpy C	146.683			
6	น้ำหนักร C	300	=B2+B4			น้ำหนักร B	120	=G4-G2		
7	enthalpy C	134.0634	=(((B5)*B4))+((B2)*B3))/(B6))			enthalpy B	52.7125	=(((G5)*G4))-((G2)*G3))/(G6))		

ภาพที่ 4.26 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 7

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) การลดการสูญเสียความร้อนระหว่างการผสม : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้
นักศึกษาดำเนินการผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นทันทีหลังจากซึ่งตวงเสร็จ และปิดฝาภาชนะโดยเร็วที่สุด
เพื่อลดการสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองมีความใกล้เคียงกับค่า
ทางทฤษฎีมากขึ้น

8) ปฏิบัติการที่ 8 สมดุลพลังงานกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการถ่ายเทความร้อนในเครื่อง
แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ 2 ชั้น และสามารถประยุกต์ใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานในการวิเคราะห์
ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ อัตราการไหลของของไหล และประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยน
ความร้อนได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ให้คำแนะนำในการประกอบระบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ได้แก่ ระบบปั๊ม
น้ำ ระบบท่อส่งน้ำ ชุดให้ความร้อน และเครื่องมือวัดต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามลำดับการทำงาน
- (2) ตรวจสอบการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ อัตราการไหล และข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ
ของนักศึกษาให้ครบถ้วนและถูกต้อง
- (3) ให้คำแนะนำในการคำนวณและตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองก่อน
สรุปผล

ข้อพึงระวัง

การป้องกันความเสียหายจากการอุดตันหรือการพังของสายยาง : ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบแนวท่อและสายยางของระบบปั้มน้ำให้ไม่มีการหักงอหรือพับแบนตลอดระยะเวลาการทดลอง เนื่องจากจะทำให้อัตราการไหลของน้ำเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อความถูกต้องของผลการทดลอง และอาจทำให้ความร้อนสะสมภายในระบบสูงเกินกว่าที่กำหนด

คำแนะนำ

การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบผลการคำนวณ ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการสร้างสูตรคำนวณอัตราการไหล ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ และประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.27

	A	B	C	D	E	F	G
1	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ2ชั้น ไหลสวนทางกัน						
2	Tน้ำร้อนออก	48 °C			Tน้ำเย็นเข้า	18 °C	
3	Tน้ำร้อนเข้า	44 °C			Tน้ำเย็นออก	21 °C	
4	ΔT_h	4 °C			ΔT_c	3 °C	
5	อัตราการไหลน้ำร้อน		1.5 ลิตร/นาที				
6	อัตราการไหลน้ำเย็น		2 ลิตร/นาที			= (C5*(B2-B3))/(F3-F2)	
7							
8	ประสิทธิภาพ	13.3333 %				= MAX(B4,F4)/(B2-F2)*100	

ภาพที่ 4.27 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 8

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) การไล่อากาศออกจากระบบก่อนเริ่มการทดลอง: หลังการประกอบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาเปิดปั้มน้ำเพื่อไล่อากาศที่ค้างอยู่ภายในระบบท่อให้หมดก่อนเริ่มเก็บข้อมูล เนื่องจากฟองอากาศจะลดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนและทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนจากสถานะจริง

(2) การรอให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวก่อนบันทึกข้อมูล: ก่อนเริ่มจับเวลาและอ่านค่าอุณหภูมิ ควรปล่อยให้ น้ำไหลผ่านระบบเป็นระยะเวลาสั้น ๆ จนค่าอุณหภูมิที่วัดได้เริ่มคงที่ เพื่อให้ข้อมูลที่นำมาคำนวณสะท้อนสภาวะการทำงานจริงของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

9) ปฏิบัติการที่ 9 การหาประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการอนุรักษ์พลังงาน และสามารถคำนวณประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเตาแก๊สจากการต้มน้ำและการระเหยน้ำ โดยเปรียบเทียบพลังงานความร้อนที่น้ำได้รับกับพลังงานที่เชื้อเพลิงปลดปล่อยออกมาได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) กำกับดูแลการใช้งานเตาแก๊สและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามหลักความปลอดภัยตลอดการปฏิบัติการ
- (2) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง การบันทึกอุณหภูมิ เวลา และข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณให้ถูกต้อง
- (3) ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่นักศึกษาบันทึกก่อนนำไปคำนวณ
- (4) ให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณประสิทธิภาพการใช้พลังงานก่อนให้นักศึกษาสรุปผลการทดลอง

ข้อพึงระวัง

- (1) การป้องกันอันตรายจากเปลวไฟและไอน้ำร้อน : เนื่องจากปฏิบัติการนี้มีการใช้เตาแก๊สและภาชนะที่มีอุณหภูมิสูง ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับดูแลให้นักศึกษาสวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อนอย่างเหมาะสม และห้ามยื่นใบหน้าหรือมือเข้าใกล้บริเวณปากภาชนะขณะน้ำกำลังเดือดหรือระเหย
- (2) การระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการ : ก่อนเริ่มปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบให้พื้นที่มีการระบายอากาศที่เหมาะสม และไม่เกิดการสะสมของแก๊สเชื้อเพลิง เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานเตาแก๊ส

คำแนะนำ

- (1) การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบผลการคำนวณ ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณพลังงานที่น้ำได้รับ พลังงานจากเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.28: เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบผลลัพธ์ ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณพลังงานที่น้ำได้รับ พลังงานจากเชื้อเพลิง และค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.28

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	คำนวณพลังงานที่ใช้ทำให้น้ำเดือด								
2	สูตร		m=มวลของน้ำ		c=ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ			ΔT =ส่วนต่างอุณหภูมิ	
3		$Q_1 = mc\Delta T$							
4		m	1 kg		Tเริ่ม	25 °C			
5		c	4.186 kJ/Kg °C		Tสุดท้าย	94 °C			
6		ΔT	69 °C						
7	จะได้	Q_1	288.834 kJ		$=C4*C5*C6$				
8									
9	คำนวณพลังงานที่ทำให้น้ำระเหย								
10		$Q_2 = mL$		L = ความร้อนแฝงการกลายเป็นไอของน้ำ =			2,256 kJ/kg		
11				m = มวลน้ำที่ระเหยไป (มวลน้ำเริ่มต้น-มวลน้ำที่เหลือ)					0.395 kg
12	จะได้	Q_2	891.12 kJ		$=H11*G10$				
13									
14	พลังงานที่เชื้อเพลิงปล่อยออกมา								
15		$Q_{total} = \text{มวลแก๊สที่ใช้} \times \text{ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง}$							
16		แก๊สระเบิดในปฏิบัติการคือบิวเทน มีค่าความร้อน				45,750 kJ/kg			
17		มวลของแก๊สเริ่มต้น	0.5 kg		มวลของแก๊สสุดท้าย		0.45 kg		
18		$Q_{total} =$	2,288 kJ		$=(D17-H17)*F16$				
19									
20	คำนวณ ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน								
21		ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของการต้มน้ำ = พลังงานที่น้ำได้รับจริง / พลังงานจากเชื้อเพลิงที่ใช้ไปทั้งหมด							
22		ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของการต้มน้ำ =				51.58 %		$=((C7+C12)/C18)*100$	

ภาพที่ 4.28 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 9

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) การลดผลกระทบจากกระแสลมต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน : ผู้ปฏิบัติงานควรจัดวางชุดทดลองในตำแหน่งที่ไม่ถูกลบจากเครื่องปรับอากาศหรือหน้าต่างพัดผ่านโดยตรง หรือจัดหาแผ่นบังลมล้อมรอบเตาแก๊ส เนื่องจากกระแสลมจะทำให้เปลวไฟสูญเสียพลังงาน ความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพความร้อนที่คำนวณได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

(2) การควบคุมตำแหน่งก้นภาชนะให้สัมพันธ์กับเปลวไฟ : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ นักศึกษาปรับตำแหน่งก้นภาชนะให้อยู่บริเวณปลายกรวยเปลวไฟสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการ

ถ่ายเทความร้อนสูงสุด และไม่ให้เกิดไฟล้นออกนอกกันภาชนะ เนื่องจากจะทำให้พลังงานส่วนหนึ่งสูญเสียสู่บรรยากาศ ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำกว่าความเป็นจริง

10) ปฏิบัติการที่ 10 การหาอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ : เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจสมบัติของอากาศชื้น และสามารถประยุกต์ใช้แผนภูมิอากาศชื้น ในการหาคุณสมบัติของอากาศ รวมทั้งคำนวณอัตราการไหลเชิงปริมาตรและอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศได้อย่างถูกต้อง จากข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก ความเร็วลม และพื้นที่หน้าตัดของท่อลม

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) แนะนำการใช้งานเครื่องมือวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก และเครื่องวัดความเร็วลมให้ถูกต้อง
- (2) กำกับดูแลวิธีการวัดค่าความเร็วลมและการบันทึกข้อมูลของนักศึกษาให้เป็นไปตามหลักการวัดที่เหมาะสม
- (3) ให้คำแนะนำในการใช้แผนภูมิอากาศชื้นเพื่ออ่านค่าคุณสมบัติของอากาศ
- (4) ตรวจสอบลำดับการคำนวณอัตราการไหลเชิงปริมาตรและอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศก่อนให้นักศึกษาสรุปผลการทดลอง

ข้อพึงระวัง

การวัดความเร็วลมให้เป็นตัวแทนของพื้นที่หน้าตัด : ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับดูแลไม่ให้นักศึกษาวัดความเร็วลมเพียงตำแหน่งเดียวบริเวณกึ่งกลางท่อ แต่ควรวัดกระจายหลายตำแหน่งทั่วพื้นที่หน้าตัด แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย เนื่องจากความเร็วลมภายในท่อมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ หากวัดเพียงจุดเดียวจะทำให้อัตราการไหลที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากค่าจริง

คำแนะนำ

การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อสร้างลำดับการคำนวณคุณสมบัติของอากาศ อัตราการไหลเชิงปริมาตร และอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ สำหรับใช้ตรวจสอบผลการคำนวณของนักศึกษาได้อย่างรวดเร็วและลดข้อผิดพลาด ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 4.29

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			คำนวณหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรและเชิงมวลของอากาศ							
2	Tdb	30 °C		อุณหภูมิกระเปาะแห้ง						
3	Twb	26 °C		อุณหภูมิกระเปาะเปียก						
4	P	101.325 kPa		ความดันบรรยากาศมาตรฐาน 1 atm						
5		3.361 kPa		ความดันไออิ่มตัวที่ Twb			=0.61078*EXP((17.27*B3)/(B3+237.3))			
6	w	0.0196 kg ใช้น้ำ / kg dryair		Humidity Ratio			=((0.62198*(B5-0.00066*B4*(B2-B3)))/(B4-B5))			
7	v	0.886 m³/kg dryair		ค่าปริมาตรจำเพาะ Specific Volume			=0.287*(B2+273.15)*(1+1.607*B6)/B4			
8	r	0.35 m		รัศมีท่อลม						
9	V	4 m/s		ความเร็วลม						
10	A	0.385 m²		พื้นที่หน้าตัดท่อลม			=PI()*B8^2			
11	Q	1.539 m³/s		อัตราการไหลเชิงปริมาตร			=B9*B10			
12	M	1.738 kg dry air/s		อัตราการไหลเชิงมวล			=B11/B7			

ภาพที่ 4.29 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 10

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การอ่านแผนภูมิอากาศชื้น : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาเริ่มต้นจากการกำหนดจุดตัดระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกบนแผนภูมิอากาศชื้นก่อน จากนั้นจึงอ่านค่าคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาตรจำเพาะ และเอนทัลปี จากจุดเดียวกัน เพื่อป้องกันการอ่านค่าคลาดเคลื่อนจากการเลือกเส้นอ้างอิงผิด ซึ่งเป็นข้อผิดพลาดที่พบได้บ่อยในการใช้งานแผนภูมิอากาศชื้น

11) ปฏิบัติการที่ 11 การหาอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้แผนภูมิอากาศชื้น

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการคำนวณอัตราการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ โดยประยุกต์ใช้สมบัติของอากาศชื้นร่วมกับหลักการสมดุลพลังงานจากการวัดคุณสมบัติของอากาศก่อนและหลังผ่านคอยล์เย็น อ่านค่าเอนทัลปีจากแผนภูมิอากาศชื้น และนำข้อมูลไปคำนวณหาอัตราการทำความเย็นของระบบได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) แนะนำการใช้งานเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้น และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลให้ถูกต้อง
- (2) กำกับดูแลการวัดคุณสมบัติของอากาศก่อนและหลังผ่านคอยล์เย็นให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด
- (3) ให้คำแนะนำในการใช้แผนภูมิอากาศชื้นเพื่ออ่านค่าเอนทัลปีของอากาศ
- (4) ตรวจสอบความถูกต้องของลำดับการคำนวณอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ ความแตกต่างของเอนทัลปี และอัตราการทำความเย็น ก่อนให้นักศึกษาสรุปผลการทดลอง

ข้อพึงระวัง

การป้องกันความเสียหายของเครื่องมือวัดและอันตรายจากอุปกรณ์ไฟฟ้า : เนื่องจากการวัดค่าต้องปฏิบัติงานใกล้บริเวณช่องจ่ายลมและชุดเครื่องปรับอากาศ ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับดูแลไม่ให้หัววัดหรืออุปกรณ์ตรวจวัดสัมผัสกับชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ของเครื่องปรับอากาศ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการสัมผัสอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องโดยตรง

คำแนะนำ

การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณค่าความแตกต่างของเอนทัลปี อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ และอัตราการทำความเย็นของระบบ เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณของนักศึกษาได้อย่างรวดเร็วและลดข้อผิดพลาด ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.30

	A	B	C	D	E	F
1	ความดันบรรยากาศ	101.325	kPa			
2	Tdb อากาศเข้า	30	°C			
3	Twb อากาศเข้า	27	°C			
4	Tdb อากาศออก	18	°C			
5	ความเร็วลม V	3.5	m/s			
6	ความยาวท่อ	0.78	m			
7	ความกว้างท่อ	0.07	m			
8	อากาศถือเป็น อากาศชื้น (moist air)					
9	พื้นที่หน้าตัด A	0.0546	m ²	=B6*B7		
10	อัตราการไหลเชิงปริมาตร Q	0.1911	m ³ /s	=B5*B9		
11						
12	ความดันไออิ่มตัว	3.56522	kPa	=0.61078*EXP(17.27*B3/(B3+237.3))		
13	A ค่าคงที่	0.06895		=0.00066*(1+0.00115*B3)*B1		
14	Pw	3.35837		=B12-B13*(B2-B3)		
15	ความดันไอจริง(omega_in)	0.02132		=0.62198*B14/(B1-B14)		
16	ปริมาตรจำเพาะ v	0.8881	m ³ /kg dry air	=(0.287*(B2+273.15)*(1+1.6078*B15))/B1		
17	อัตราการไหลเชิงมวล (M)	0.21518	kg dry air/s	=B10/B16		
18	เอนทาลปี h1	84.6787	kJ/kg dry air	=1.005*B2+B15*(2501+1.88*B2)		
19	Psat(Tout)	2.06392		=0.61078*EXP(17.27*B4/(B4+237.3))		
20	ความดันไอจริง(omega_out)	0.01293		=0.62198*B19/(B1-B19)		
21	เอนทาลปี out h2	50.8724	kJ/kg dry air	=1.005*B4+B20*(2501+1.88*B4)		
22	Cooling per kg	33.8063	kJ/kg dry air	=B18-B21		
23	Cooling capacity	7.2744	kJ/s (kW)	=B22*B17		
24						

ภาพที่ 4.30 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 11

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) การเลือกตำแหน่งวัดอากาศให้เป็นตัวแทนของกระแสลมจริง : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ให้นักศึกษาวางหัววัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณกึ่งกลางกระแสลมที่ไหลออกจากหน้าากเครื่องปรับอากาศ และรอนค่าที่วัดได้คงที่ก่อนบันทึกผล เพื่อให้ข้อมูลที่น่าไปใช้คำนวณสะท้อนสถานะการทำงานจริงของระบบ

(2) การรอให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวก่อนเก็บข้อมูล : ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ นักศึกษารอนเครื่องปรับอากาศทำงานต่อเนื่องและอุณหภูมิรวมถึงความชื้นของอากาศคงที่ก่อนเริ่มวัดค่า เนื่องจากการเก็บข้อมูลในช่วงเริ่มเดินเครื่องจะทำให้ผลการคำนวณอัตราการทำความเย็นคลาดเคลื่อนจากสถานะการทำงานจริง

12) ปฏิบัติการที่ 12 การหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทำงานของวัฏจักรอัดไอ และสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance: COP) ของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้แผนภาพความดัน-เอนทัลปีของสารทำความเย็น R410A จากการวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งสำคัญของระบบ แล้วนำข้อมูลไปกำหนดสถานะของสารทำความเย็นบนแผนภาพเพื่ออ่านค่าเอนทัลปีและคำนวณค่าที่ต้องการ

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) แนะนำวิธีการวัดอุณหภูมิของสารทำความเย็น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของระบบให้ถูกต้อง
- (2) กำกับดูแลการบันทึกข้อมูลของนักศึกษาให้ครบถ้วนและถูกต้อง
- (3) ให้คำแนะนำในการกำหนดตำแหน่งสถานะของสารทำความเย็นบนแผนภาพความดัน-เอนทัลปีของสารทำความเย็น R410A
- (4) ตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านค่าเอนทัลปี การคำนวณพลังงานความเย็นงานของคอมเพรสเซอร์ และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ก่อนให้นักศึกษาสรุปผลการทดลอง

ข้อพึงระวัง

การป้องกันการบาดเจ็บจากครีบลูกเปลี่ยนความร้อน: ผู้ปฏิบัติงานต้องกำกับดูแลให้นักศึกษาวัดอุณหภูมิบริเวณคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากครีบบะลุมิเนียมมีความบางและคม อาจก่อให้เกิดบาดแผลหรือความเสียหายต่อชุดแลกเปลี่ยนความร้อนได้

คำแนะนำ

การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยตรวจสอบผลการคำนวณ : ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการตรวจสอบความถูกต้องของค่าพลังงานความเย็นงานของคอมเพรสเซอร์ และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของเครื่องปรับอากาศ เพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความรวดเร็วในการตรวจสอบผลการคำนวณ ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.31

	A	B	C	D	E
1	อุณหภูมิ Evaporator	10 °C	ค่าที่วัดได้		
2	อุณหภูมิ Condenser	45 °C	ค่าที่วัดได้		
3	ความดันด้านต่ำ (PL)	830 kPa	อ่านจากแผนภูมิ R410A		
4	ความดันด้านสูง (PH)	2700 kPa	อ่านจากแผนภูมิ R410A		
5	H1	418 kJ/kg	อ่านจาก P-h Diagram		
6	H2	450 kJ/kg	อ่านจาก P-h Diagram		
7	H3	260 kJ/kg	อ่านจาก P-h Diagram		
8	H4	260 kJ/kg	H4 = H3	=B7	
9	งานคอมเพรสเซอร์ (Wcomp)	32 kJ/kg	H2 - H1	=B6-B5	
10	ความร้อนที่ดูด (QL)	158 kJ/kg	H1 - H4	=B5-B8	
11	COP	4.9375 -	QL / Wcomp	=B10/B9	
12					

ภาพที่ 4.31 แสดงรายละเอียดสูตรและการคำนวณด้วย Microsoft Excel สำหรับปฏิบัติการที่ 12

เทคนิคการปฏิบัติงาน

(1) การเก็บข้อมูลร่วมกับปฏิบัติการที่ 11: เนื่องจากปฏิบัติการที่ 11 และ 12 ใช้สภาวะการทำงานเดียวกันของเครื่องปรับอากาศ ผู้ปฏิบัติงานควรกำหนดให้นักศึกษานบันทึกข้อมูลอากาศชั้นและอุณหภูมิของระบบสารทำความเย็นในช่วงเวลาเดียวกัน หลังจากเครื่องปรับอากาศทำงานต่อเนื่องจนเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ด้านอากาศและด้านสารทำความเย็นสอดคล้องกันมากที่สุด

(2) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของวงจรทำความเย็น: หลังจากนักศึกษากำหนดจุดสถานะของสารทำความเย็นบนแผนภาพความดัน-เอนทัลปีแล้ว ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้ นักศึกษาตรวจสอบว่าตำแหน่งของแต่ละสถานะและทิศทางของวัฏจักรสอดคล้องกับหลักการทำงานของวัฏจักรอัดไอมาตรฐานก่อนนำค่าที่อ่านได้ไปใช้ในการคำนวณ เพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดจากการกำหนดตำแหน่งสถานะผิด

13) ปฏิบัติการที่ 13 การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวแกน X

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำตามแนวแกนโดยอาศัยกฎการนำความร้อนของฟูเรียร์ (Fourier's Law) ภายใต้สภาวะคงตัวและสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุจากข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจากจุดวัดต่าง ๆ ของชุดทดลองระหว่างการทดลอง
- (2) ให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิให้ครบถ้วนตามช่วงเวลาที่กำหนด
- (3) ตรวจสอบความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูลก่อนนำไปคำนวณ
- (4) ให้คำแนะนำในการคำนวณและตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองก่อนสรุปผล

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การประเมินการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ: แม้ว่าคู่มือปฏิบัติการจะกำหนดให้บันทึกข้อมูลทุก 15 นาที แต่ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาสังเกตแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิแต่ละจุดร่วมด้วย หากค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาติดต่อกันเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวและสามารถนำข้อมูลไปใช้คำนวณได้อย่างเหมาะสม

14) ปฏิบัติการที่ 14 การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนตามแนวรัศมี

วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำตามแนวรัศมีโดยอาศัยกฎการนำความร้อนของฟูเรียร์ ภายใต้สภาวะคงตัวและสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุจากข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ดำเนินการ ดังนี้

- (1) ติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจากจุดวัดต่าง ๆ ของชุดทดลองระหว่างการทดลอง
- (2) ให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิให้ครบถ้วนตามช่วงเวลาที่กำหนด
- (3) ตรวจสอบความครบถ้วนและความสมเหตุสมผลของข้อมูลก่อนนำไปคำนวณ
- (4) ให้คำแนะนำในการคำนวณและตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองก่อนสรุปผล

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การประเมินการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ: แม้ว่าคู่มือปฏิบัติการจะกำหนดให้บันทึกข้อมูลทุก 15 นาที แต่ผู้ปฏิบัติงานควรแนะนำให้นักศึกษาสังเกตแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิแต่ละจุดพร้อมด้วย หากค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาติดต่อกันเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวและสามารถนำข้อมูลไปใช้คำนวณได้อย่างเหมาะสม

จากการดำเนินงานสนับสนุนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติงานมีบทบาทในการประสานงานและควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา ตั้งแต่การแนะนำการใช้งานเครื่องมือ การให้คำปรึกษาระหว่างการทดลอง การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและผลการคำนวณ ตลอดจนการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา ตัวอย่างบรรยากาศการปฏิบัติงานสนับสนุนและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษาในห้องปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร แสดงดังภาพที่ 4.32





ภาพที่ 4.32 บรรยากาศการสนับสนุนและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษาในรายวิชา
หลักวิศวกรรมอาหาร

ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บอุปกรณ์และตรวจสอบความเรียบร้อย

เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการในแต่ละครั้ง ผู้ปฏิบัติงานจะต้องกำกับดูแลให้นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และพื้นที่ปฏิบัติงาน รวมทั้งกำจัดตัวอย่างหรือวัสดุสิ้นเปลืองที่เหลือใช้ให้ถูกต้องตามประเภทของของเสียในห้องปฏิบัติการ จากนั้นให้นำเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดมาคืน ณ จุดรับคืนอุปกรณ์ที่กำหนด

เพื่อป้องกันการสูญหายและเพิ่มความถูกต้องในการตรวจสอบ ผู้ปฏิบัติงานจะทำการบันทึกและถ่ายภาพตัวแทนนักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกับชุดอุปกรณ์ที่ได้รับมอบหมายก่อนเริ่มปฏิบัติการ และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจรับคืนเมื่อสิ้นสุดการเรียนปฏิบัติการ โดยจะทำการตรวจนับจำนวนอุปกรณ์ ตรวจสอบสภาพการใช้งาน และตรวจสอบความสะอาดของเครื่องมือทุกชิ้นให้ครบถ้วนก่อนอนุญาตให้นักศึกษาออกจากห้องปฏิบัติการ

ภายหลังการตรวจรับคืน ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการคัดแยกและจัดเก็บอุปกรณ์ตามระบบการใช้งานของห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็นอุปกรณ์ส่วนกลางที่ใช้ร่วมกับรายวิชาอื่น และอุปกรณ์ที่จัดเป็นชุดเฉพาะสำหรับรายวิชาปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร เพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ การเบิกจ่าย และการเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไป

เทคนิคการปฏิบัติงาน

การถ่ายภาพชุดอุปกรณ์ประจำกลุ่มก่อนเริ่มปฏิบัติการ: เพื่อให้การตรวจรับคืนอุปกรณ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ปฏิบัติงานควรบันทึกภาพตัวแทนนักศึกษาพร้อมชุดอุปกรณ์ที่ได้รับมอบหมายก่อนเริ่มการทดลอง และใช้ภาพดังกล่าวเป็นรายการตรวจสอบการคืนอุปกรณ์เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการ โดยจะลบภาพออกเมื่อกลุ่มนักศึกษาคืนอุปกรณ์ครบถ้วนและผ่านการตรวจสอบแล้ว วิธีการนี้ช่วยให้สามารถติดตามสถานะการคืนอุปกรณ์ของแต่ละกลุ่มได้อย่างเป็นระบบ ลดปัญหาการสูญหายและการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระหว่างกลุ่ม รวมทั้งช่วยให้การตรวจนับครุภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์ดำเนินการได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 8 การประสานงานและสนับสนุนการประเมินผลการจัดปฏิบัติการ

ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร จะมีการรวบรวมข้อมูลสะท้อนกลับจากนักศึกษาเพื่อนำไปใช้ประกอบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ โดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้รับผิดชอบในการพิจารณาผลการประเมิน และผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่สนับสนุนด้านการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษา

ภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการครั้งสุดท้าย ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษาผ่านแบบประเมินออนไลน์ Google Forms ซึ่งพัฒนาขึ้นจากแบบประเมิน

กระดาษที่เคยใช้ในการดำเนินงานเดิม เพื่อสนับสนุนนโยบายลดการใช้กระดาษและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูล นักศึกษาสามารถเข้าตอบแบบประเมินได้โดยการสแกน QR Code หรือลิงก์แบบประเมินที่กำหนด (ตัวอย่างแสดงในภาคผนวก) โดยแบบประเมินครอบคลุมประเด็นด้านการจัดกิจกรรมปฏิบัติการ ความพร้อมของอุปกรณ์และสถานที่ ตลอดจนการสนับสนุนการเรียนรู้ของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ

2) การจัดเตรียมและส่งมอบข้อมูลผลการประเมิน

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการตอบแบบประเมิน ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการส่งออกข้อมูลจากระบบ Google Forms ในรูปแบบ Microsoft Excel และจัดเก็บข้อมูลผลการประเมินในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์แยกตามปีการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการดำเนินงาน จากนั้นดำเนินการคัดแยกข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถระบุตัวตนของผู้ตอบแบบประเมินได้ เช่น ชื่อและรหัสนักศึกษาออกจากชุดข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ ก่อนส่งมอบผลการประเมินให้อาจารย์ผู้สอน

3) การนำผลการประเมินไปใช้ประโยชน์

อาจารย์ผู้สอนนำข้อมูลผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากนักศึกษามาพิจารณาประกอบการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมปฏิบัติการ และการบริหารจัดการทรัพยากรภายในห้องปฏิบัติการตามความเหมาะสม โดยผู้ปฏิบัติงานให้การสนับสนุนด้านการจัดเตรียมอุปกรณ์ การดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือ และการปรับปรุงระบบสนับสนุนการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะที่ได้รับมอบหมาย

การดำเนินงานดังกล่าวช่วยให้การรวบรวมข้อมูลสะท้อนกลับจากนักศึกษาเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และเป็นระบบ ลดภาระการจัดการเอกสารแบบกระดาษ และสนับสนุนการนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนา

การเขียนคู่มือการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหารเล่มนี้ ผู้เขียนได้รวบรวมมาจากประสบการณ์ในการปฏิบัติหน้าที่ จึงได้รวบรวม ปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข ปัญหา และการพัฒนางาน โดยสรุปไว้ดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไข

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข [3]

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาหรืออุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
ขั้นตอนที่ 3 สำรวจความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	1. จากการสำรวจความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือ พบว่าเครื่องมือและอุปกรณ์บางรายการมีจำนวนจำกัด หรือถูกยืมไปในงานวิจัยและโครงการนักศึกษา ทำให้ไม่พร้อมใช้งานตามกำหนดการปฏิบัติการ ส่งผลให้การเตรียมการล่าช้าหรือไม่สามารถดำเนินการปฏิบัติการได้ตามแผน	ผู้ปฏิบัติงานพัฒนาระบบติดตามการยืม-คืนอุปกรณ์โดยประยุกต์ใช้ช่องทางสื่อสารออนไลน์ร่วมกับการบันทึกหลักฐานการรับ-ส่งมอบอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะการใช้งานและติดตามการส่งคืนได้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งกำหนดให้มีการตรวจสอบสถานะเครื่องมือและอุปกรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนการจัดปฏิบัติการ และตรวจสอบซ้ำก่อนวันใช้งานจริงไม่น้อยกว่า 2 วัน เพื่อให้สามารถติดตามอุปกรณ์ที่ถูกยืม ประสานการส่งคืน หรือจัดเตรียมอุปกรณ์ทดแทนได้ทันเวลา ช่วยลดผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาหรืออุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
ขั้นตอนที่ 3 สำรวจความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	2. เครื่องมือหรืออุปกรณ์บางรายการเกิดการชำรุดและไม่สามารถซ่อมแซมให้พร้อมใช้งานได้ทันตามกำหนด ส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการปฏิบัติการได้ตามแผนการสอน	ผู้ปฏิบัติงานประสานงานขอยืมเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทดแทนจากหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย เช่น คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือคณะเทคโนโลยีการเกษตร ในกรณีที่เครื่องมือหลักเกิดการชำรุดและไม่สามารถซ่อมแซมได้ทันตามกำหนด เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินต่อไปได้ตามแผน พร้อมทั้งจัดทำบัญชีรายชื่อหน่วยงานที่สามารถขอยืมเครื่องมือและข้อมูลผู้ประสานงานไว้ล่วงหน้า เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง และลดผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษา	1. เครื่องมือเฉพาะทางบางรายการมีจำนวนจำกัด ทำให้นักศึกษาต้องใช้งานตามลำดับ ส่งผลให้บางกลุ่มได้รับเวลาในการปฏิบัติการไม่เพียงพอและไม่สามารถดำเนินการทดลองแล้วเสร็จภายในคาบเรียน	ผู้ปฏิบัติงานร่วมกับอาจารย์ผู้สอน ปรับรูปแบบการดำเนินปฏิบัติการ โดยกำหนดลำดับการใช้เครื่องมือเฉพาะทางล่วงหน้า และเตรียมขั้นตอนที่ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือให้ดำเนินการควบคู่กันระหว่างรอเพื่อลดระยะเวลาการรอคอยและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือ สำหรับกรณีที่มีข้อจำกัดด้านเวลา จะดำเนินการจัดรอบปฏิบัติการเพิ่มเติมให้นักศึกษาที่ยังดำเนินการไม่แล้วเสร็จ เพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ตามที่กำหนด

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาหรืออุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษา	2. ในระหว่างการปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ทั้งการแทนค่าสูตร ขั้นตอนการคำนวณ และผลลัพธ์ที่ได้ ก่อนให้คำแนะนำหรืออนุมัติให้ดำเนินการในขั้นตอนถัดไป ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบจำนวนมาก โดยเฉพาะในกรณีที่มีนักศึกษาหลายกลุ่มปฏิบัติการพร้อมกัน ทำให้การตรวจสอบและการให้คำแนะนำแต่ละกลุ่มล่าช้า	ผู้ปฏิบัติงานได้จัดทำและพัฒนาไฟล์คำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตรวจสอบผลการคำนวณของนักศึกษา โดยกำหนดสูตรคำนวณและตารางอ้างอิงที่เกี่ยวข้องไว้ล่วงหน้าสำหรับแต่ละบทปฏิบัติการ พร้อมจัดทำตัวอย่างการกรอกข้อมูลและคำอธิบายขั้นตอนการคำนวณ ทั้งนี้ ได้ตรวจสอบและทวนสอบความถูกต้องของสูตรคำนวณและผลลัพธ์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอน ก่อนนำมาใช้งานจริง และจัดเก็บไฟล์ไว้ในระบบที่สามารถเข้าถึงได้ระหว่างการควบคุมการปฏิบัติการ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลดิบของนักศึกษามาตรวจสอบผลการคำนวณได้อย่างรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการตรวจสอบ และเพิ่มประสิทธิภาพในการให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในระหว่างการปฏิบัติการ

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาหรืออุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บอุปกรณ์ และตรวจสอบ ความเรียบร้อย	ในขั้นตอนการตรวจรับอุปกรณ์คืนจากนักศึกษาหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานมักพบว่าเครื่องแก้ววิเคราะห์และอุปกรณ์ประกอบมีจำนวนไม่ครบตามที่แจกให้นักศึกษา หรือมีการสลับปะปนกันระหว่างชุดทดลอง ทำให้การตรวจนับและการจัดเก็บอุปกรณ์ใช้เวลานาน รวมทั้งยากต่อการตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์แต่ละชุด สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากนักศึกษาขาดความระมัดระวังในการจัดเก็บอุปกรณ์ หรือหยิบอุปกรณ์เพิ่มเติมจากตู้เก็บส่วนกลางโดยไม่ได้แจ้งผู้ปฏิบัติงาน	1. ผู้ปฏิบัติงานจัดทำภาพอ้างอิงการจัดวางอุปกรณ์มาตรฐานของแต่ละชุดทดลอง โดยบันทึกภาพอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้อย่างครบถ้วน เพื่อให้นักศึกษาใช้ตรวจสอบความครบถ้วนของอุปกรณ์ก่อนส่งคืน 2. ผู้ปฏิบัติงานกำหนดให้ตัวแทนนักศึกษา ร่วมตรวจนับอุปกรณ์ทั้งก่อนเริ่มและหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ พร้อมลงนามรับรองการตรวจนับ เพื่อสร้างความรับผิดชอบร่วมกันและลดปัญหาการสูญหายหรือการสลับปะปนของอุปกรณ์ 3. ผู้ปฏิบัติงานควบคุมการเบิกอุปกรณ์เพิ่มเติม โดยกำหนดให้นักศึกษาแจ้งผู้ปฏิบัติงานทุกครั้งเมื่อมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม และให้ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้เบิกและบันทึกรายการอุปกรณ์ที่นำออกมาใช้ เพื่อป้องกันการนำอุปกรณ์จากแหล่งจัดเก็บอื่นมาปะปนกับชุดทดลอง และช่วยให้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการ

โดยปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไขสามารถสรุปจัดทำเป็นอินโฟกราฟิก ดังที่แสดงในภาพที่ 5.1

ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร

สรุปปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงาน พร้อมแนวทางการแก้ไขและพัฒนา
เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนด

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหา / อุปสรรค	แนวทางการแก้ไขและพัฒนา
ก่อนปฏิบัติการ 	1 ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ  เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่พร้อมใช้งาน เครื่องมือและอุปกรณ์บางรายการมีจำนวนจำกัด หรือถูกยืมไปใช้ในงานวิจัยและโครงการ ทำให้ไม่พร้อมใช้งานตามกำหนด ส่งผลให้การเตรียมการล่าช้าหรือไม่สามารถดำเนินการปฏิบัติการได้ตามแผน  เครื่องมือชำรุดไม่สามารถซ่อมได้ทันเวลา เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ชำรุดไม่สามารถซ่อมให้ใช้งานได้ทันเวลา ทำให้ไม่สามารถทำปฏิบัติการได้ตามแผน	- พัฒนาระบบติดตามการยืม-คืนอุปกรณ์ - ใช้ช่องทางสื่อสารออนไลน์ติดตามสถานะการใช้งานและการส่งคืน - ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ - ตรวจสอบซ้ำก่อนวันใช้งานจริงไม่น้อยกว่า 2 วัน - ประสานงานติดต่อยืมจากหน่วยงานอื่น เช่น คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือคณะเทคโนโลยีการเกษตร - ใช้ทรัพยากรร่วมกัน เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินต่อไปได้
ระหว่างปฏิบัติการ 	3 ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมและดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษา  เครื่องมือเฉพาะทางมีไม่เพียงพอ เครื่องมือเฉพาะทางบางรายการมีจำนวนจำกัด ทำให้นักศึกษาต้องใช้งานตามลำดับ ส่งผลให้นักศึกษาได้เรียนรู้น้อยและไม่สามารถดำเนินการทดลองแล้วเสร็จภายในคาบเรียน  การตรวจสอบผลการคำนวณใช้เวลานาน ต้องตรวจสอบการแทนค่าสูตรและผลลัพธ์ของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ทำให้ใช้เวลานานและอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการตรวจสอบด้วยมือ	- วางแผนกำหนดลำดับการใช้เครื่องมือเฉพาะทางล่วงหน้า - จัดกิจกรรมหรือขั้นตอนที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือให้ดำเนินการควบคู่กันระหว่างรอ - จัดรอบปฏิบัติการเพิ่มเติมสำหรับนักศึกษาที่ยังดำเนินการไม่แล้วเสร็จ เพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ตามที่กำหนด - จัดทำและพัฒนาไฟล์คำนวณในรูปแบบ Microsoft Excel - กำหนดสูตรคำนวณและตารางอ้างอิงล่วงหน้าสำหรับแต่ละบทปฏิบัติการ - ตรวจสอบและทวนสอบความถูกต้องร่วมกับอาจารย์ผู้สอนก่อนใช้งานจริง - ใช้เป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบผลการคำนวณเพื่อความรวดเร็วและลดความคลาดเคลื่อน
หลังปฏิบัติการ 	5 ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บอุปกรณ์และตรวจสอบความเรียบร้อย  อุปกรณ์สูญหายหรือปะปนกัน ในการตรวจรับอุปกรณ์คืน มักพบว่าเครื่องแก้วและเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบชำรุด หรือมีการสลับปะปนกันระหว่างชุดทดลอง เนื่องจากการจัดเก็บไม่เป็นระบบ หรือแอบหยิบอุปกรณ์เสริมจากตู้เก็บส่วนกลางโดยไม่แจ้งผู้ปฏิบัติงาน	- จัดทำภาพอ้างอิงการจัดวางอุปกรณ์มาตรฐานเพื่อให้ตรวจสอบความครบถ้วนก่อนส่งคืน - กำหนดให้ตัวแทนนักศึกษารวบรวมอุปกรณ์ทั้งก่อนเริ่มและหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการเพื่อสร้างความรับผิดชอบร่วมกัน - ควบคุมการเบิกอุปกรณ์เพิ่มเติมผ่านผู้ปฏิบัติงาน โดยนักศึกษาต้องแจ้งก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันการนำอุปกรณ์จากแหล่งอื่นมาปะปนกับชุดทดลอง



สรุปสาระสำคัญ

การบริหารจัดการทรัพยากร การวางแผนการใช้งานเครื่องมือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการควบคุมการใช้อุปกรณ์อย่างเป็นระบบ จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพ และบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ที่มา: ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

ภาพที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติหน้าที่ในการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร ผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.2.1 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรควรจัดอบรมหรือกิจกรรมเสริมทักษะด้านการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐานภายในห้องปฏิบัติการให้นักศึกษาก่อนเริ่มปฏิบัติการ เช่น การใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร การอ่านค่าจากเครื่องมือวัด และการใช้งานอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมืออย่างถูกต้อง ลดความผิดพลาดระหว่างการปฏิบัติการ และช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานห้องปฏิบัติการ

5.2.2 อาจารย์ผู้สอนและผู้ปฏิบัติงานควรร่วมกันพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบมัลติมีเดีย เช่น วิดีโอสาธิต โมเดลจำลองสามมิติ หรือสื่ออินโฟกราฟิก เพื่อใช้ประกอบการอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือและลำดับขั้นตอนของแต่ละบทปฏิบัติการก่อนการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะช่วยให้ นักศึกษามองเห็นภาพรวมของกระบวนการทดลอง เข้าใจความเชื่อมโยงของเนื้อหาในแต่ละปฏิบัติการได้ชัดเจนมากขึ้น ลดความสับสนระหว่างการทดลอง และช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2.3 ภาควิชาควรส่งเสริมการพัฒนาระบบฐานข้อมูลออนไลน์หรือแอปพลิเคชันสำหรับบริหารจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลการยืม-คืน การตรวจสอบสถานะการใช้งาน และการติดตามประวัติการซ่อมบำรุงของครุภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถบริหารจัดการวัสดุและอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระบบ ลดปัญหาการสูญหายหรือการใช้งานซ้ำซ้อน และเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลทรัพยากรทางการศึกษาของภาควิชา

5.2.4 คณะหรือหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยควรส่งเสริมการบูรณาการการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางการศึกษาร่วมกันอย่างเป็นระบบ โดยจัดทำฐานข้อมูลครุภัณฑ์กลาง หรือกำหนดแนวทางการใช้ทรัพยากรร่วมกันระหว่างหน่วยงาน เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดความซ้ำซ้อนในการจัดซื้อครุภัณฑ์ และสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2.5 ภาควิชาควรส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนและการเตรียมปฏิบัติการ เช่น ระบบตอบคำถามเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการ เพื่อช่วยลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงาน เพิ่มความรวดเร็วและความถูกต้องในการตรวจสอบข้อมูล รวมถึงช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

โดยข้อเสนอแนะทั้ง 5 หัวข้อสามารถสรุปจัดทำเป็นอินโฟกราฟิก ดังที่แสดงในภาพที่ 5.2

5.2 ข้อเสนอแนะ เพื่อการพัฒนาการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร

แนวทางการพัฒนาที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างศักยภาพนักศึกษา การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล
การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างเป็นระบบ และการบูรณาการความร่วมมือ
เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ

1 พัฒนากทักษะพื้นฐาน ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ



- จัดอบรมหรือกิจกรรมเสริมทักษะด้านการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์พื้นฐาน และอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย ก่อนเริ่มปฏิบัติการ
- เนื้อหา เช่น การใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร การอ่านค่าจากเครื่องมือวัด และการใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย

ผลที่คาดหวัง

- ✓ ลดความผิดพลาดในการใช้งานเครื่องมือ
- ✓ เพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติการ
- ✓ นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง และมีความมั่นใจมากขึ้น

2 พัฒนาสื่อการเรียนรู้ ดิจิทัล



- ร่วมกันพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบมัลติมีเดีย
- เช่น วิดีโอสาธิต โมเดลจำลองสามมิติ หรือสื่ออินโฟกราฟิก
- ใช้ประกอบการอธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องมือและลำดับขั้นตอน ของแต่ละบทปฏิบัติการ

ผลที่คาดหวัง

- ✓ นักศึกษาเข้าใจขั้นตอนการทดลอง ได้ง่ายขึ้น
- ✓ เห็นภาพรวมของกระบวนการทดลอง และความเชื่อมโยงของเนื้อหา
- ✓ ลดความสับสนระหว่างการทดลอง
- ✓ สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3 พัฒนาระบบบริหารจัดการ เครื่องมือและอุปกรณ์



- พัฒนาฐานข้อมูลออนไลน์หรือแอปพลิเคชันสำหรับบริหารจัดการ
- บันทึกข้อมูลการยืม-คืน ตรวจสอบสถานะการใช้งาน และติดตามประวัติการซ่อมบำรุงของครุภัณฑ์

ผลที่คาดหวัง

- ✓ บริหารจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์ ได้อย่างเป็นระบบ
- ✓ ติดตามการยืม-คืนและสถานะการใช้งาน ได้สะดวก รวดเร็ว
- ✓ ลดปัญหาการสูญหายและการใช้งานซ้ำซ้อน
- ✓ เพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลทรัพยากรทางการศึกษาของภาควิชา

4 บูรณาการการใช้ ทรัพยากรร่วมกัน



- จัดทำฐานข้อมูลครุภัณฑ์กลาง หรือกำหนดแนวทางการใช้ทรัพยากรร่วมกันระหว่างหน่วยงาน
- ส่งเสริมการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางการศึกษาร่วมกันอย่างเป็นระบบ

ผลที่คาดหวัง

- ✓ ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- ✓ ลดความซ้ำซ้อนในการจัดซื้อครุภัณฑ์
- ✓ สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์ (AI)



- นำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน และการเตรียมปฏิบัติการ
- เช่น ระบบตอบคำถามเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการ

ผลที่คาดหวัง

- ✓ ลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงาน
- ✓ เพิ่มความรวดเร็วและความถูกต้องในการตรวจสอบข้อมูล
- ✓ นักศึกษาสามารถเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น



เป้าหมาย
ร่วมกัน



เพิ่มประสิทธิภาพ
การจัดการเรียนการสอน



ลดข้อผิดพลาด
ในการปฏิบัติการ



เพิ่มความปลอดภัย
ในห้องปฏิบัติการ



ใช้ทรัพยากร
อย่างคุ้มค่า



สนับสนุนการเรียนรู้
ในยุคดิจิทัล

ที่มา : ข้อเสนอแนะจากการปฏิบัติหน้าที่ในการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร (หัวข้อ 5.2)

ภาพที่ 5.2 แสดงข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา

บรรณานุกรม

- [1] Singh, R. P., and Heldman, D. R. 2014. Introduction to Food Engineering. 5th ed. San Diego, CA : Academic Press.
- [2] อภินันท์ วัลภา. 2565. เอกสารประกอบการสอนปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร. ปทุมธานี : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [3] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2563. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563) ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [4] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2567. คู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1. ปทุมธานี : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.repository.rmutt.ac.th/xmlui/handle/123456789/4331> (19 มกราคม 2569)
- [5] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2566. คู่มือการดำเนินกิจกรรม 5ส สำหรับทุกองค์กร. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [6] กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2567. คู่มือปฏิบัติด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.dss.go.th/images/ohm/lab-safety.pdf> (19 มกราคม 2569)
- [7] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ม.ป.ป. “ประวัติความเป็นมา.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.rmutt.ac.th/history-of-rmutt> (15 มกราคม 2569)
- [8] สุภักดิ์ รัชแก้ว. 2568. การจัดทำรายงานประจำปีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี : กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.repository.rmutt.ac.th/xmlui/handle/123456789/4685> (19 มกราคม 2569)
- [9] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ม.ป.ป. “ประวัติความเป็นมา.” คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ธัญบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.engineer.rmutt.ac.th/en/?page_id=19 (15 มกราคม 2569)

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [10] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2569. “โครงสร้างองค์กรสายงานบังคับบัญชา คณะวิศวกรรมศาสตร์.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://engineer.rmutt.ac.th/about/organizational-structure/> (5 มิถุนายน 2569)
- [11] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ม.ป.ป. “ข้อมูลทั่วไปและประวัติความเป็นมา.” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มทร.ธัญบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.engineer.rmutt.ac.th/agricultural-information/> (15 มกราคม 2569)
- [12] สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา. 2553. **มาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิชาการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา.
- [13] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2569. **เอกสารคำบรรยายลักษณะงาน (Job Description) ตำแหน่งเลขที่ 5708228**. ปทุมธานี : ฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (เอกสารภายในหน่วยงาน)
- [14] อภินันท์ วัลลา. 2563. **มคอ.3 รายวิชา 04-820-301 หลักวิศวกรรมอาหาร**. ปทุมธานี : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [15] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย (ศสอ.) ม.ป.ป. “ข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี: เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol)” ChemTrack. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.chemtrack.org/chem-detail.asp?ID=00847&CAS=&Name=> (16 มกราคม 2569)
- [16] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2552. **ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรของมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://ird.rmutt.ac.th/download/HR-Docs/HR-Laws-regulations-announcements-etc/HR-rules/rules-9.pdf> (16 มกราคม 2569)
- [17] AOAC International. 2019. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 21st ed. Rockville, MD : AOAC International.

ภาคผนวก



QR Code เอกสารประกอบการทำปฏิบัติการวิชา 04820301 หลักวิศวกรรมอาหาร



QR Code แบบประเมินปฏิบัติการวิชาหลักวิศวกรรม

ภาคผนวก (ต่อ)



QR Code Microsoft excel สำหรับปฏิบัติการหลักวิศวกรรมอาหาร



ประวัติผู้จัดทำ PROFILE



ชื่อ - นามสกุล

นายนิรุติย์ แซ่โจ้ว (บอม)

ข้อมูลการติดต่อ

ที่อยู่ : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110
เบอร์ติดต่อ : 0 2549 3580
อีเมล : niruts@en.rmutt.ac.th

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2549 ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557 นักวิชาการศึกษา (ปฏิบัติการ) ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
ถึงปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
รหัสไปรษณีย์ 12110

