



คู่มือการปฏิบัติงาน

เรื่อง การฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีกอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ระบบฉีดพ่น
น้ำร้อน

การฆ่าเชื้อ
อย่างมีประสิทธิภาพ

ถุงรีกอร์ต
คุณภาพสูง

ปลอดภัย
ได้มาตรฐาน



**AGRICULTURAL
ENGINEERING**
RMUTT

นายนิรุตย์ แซ่โจ้ว

ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประจำปี พ.ศ. 2569



คู่มือการปฏิบัติงาน

เรื่อง การฆ่าเชื้ออาหารในถังรีทอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายนิรุตย์ แซ่โจ้ว

ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ



คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประจำปี พ.ศ. 2569



คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางมาตรฐานในการปฏิบัติงานสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมองค์ความรู้ทางวิชาการร่วมกับประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริงมาเรียบเรียงให้เป็นระบบ เพื่อให้การดำเนินงานด้านการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเป็นไปอย่างถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับหลักความปลอดภัยด้านอาหาร

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนและหลักการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนช่วยเสริมสร้างมาตรฐานด้านความปลอดภัยและคุณภาพในการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร ทั้งนี้ หากมีข้อเสนอแนะหรือข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาคู่มือให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมต่อไป

นายนิรุทย์ แซ่ไฉ่
มิถุนายน พ.ศ. 2569





สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือการปฏิบัติงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของคู่มือการปฏิบัติงาน	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 โครงสร้างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	6
2.2 โครงสร้างของคณะวิศวกรรมศาสตร์	9
2.3 โครงสร้างของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	11
2.4 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ	14
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข	
3.1 หลักเกณฑ์และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมปฏิบัติการฆ่าเชื้อ	18
3.2 วิธีการปฏิบัติงานและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ	19
3.3 แนวปฏิบัติและข้อพึงระวังในการปฏิบัติงาน	24
3.4 เงื่อนไขในการทำปฏิบัติการฆ่าเชื้อ	25
3.5 จริยธรรมและจรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน	26
บทที่ 4 กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
4.1 ขั้นตอนและผังกระบวนการปฏิบัติงาน	28
4.2 รายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติงาน	29
4.3 รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถังรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน	32
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและการพัฒนา	
5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข	68
5.2 ข้อเสนอแนะ	72



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	77
ประวัติผู้เขียน	79





สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	8
2.2 แสดงแผนภาพแสดงสายงานบังคับบัญชาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	10
2.3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	12
2.4 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ	13
3.1 แสดงเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน รุ่น VISION280-75D	20
3.2 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง Fluke calibration 1586A SUPER-DAQ	21
3.3 แสดงสายคู่ควมความร้อนชนิด K พร้อมหัวโพรบและซิลกันน้ำ	21
3.4 แสดงเครื่องเจาะกระดาษรูเดียว	22
3.5 แสดงประแจแหวนข้างปากตาย เบอร์ 13	22
3.6 แสดงเครื่องปิดผนึกแบบเท้าเหยียบ	23
4.1 ผังกระบวนการปฏิบัติงาน	29
4.2 แสดงตำแหน่งการเจาะรูรีโอร์ตแบบตั้งได้	40
4.3 แสดงการติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิในรีโอร์ตแบบตั้งได้	40
4.4 แสดงหน้าจอสถานการณ์ทำงานของเครื่อง	53
4.5 แสดงปุ่มหยุดเครื่องฉุกเฉิน	55
4.6 แสดงสูตรใน Excel เพื่อการคำนวณหาค่า F_0	64
4.7 แสดงข้อมูลในไฟล์ Excel ที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง	65
4.8 แสดง ตัวอย่างผลการคำนวณด้วย Excel เพื่อการคำนวณหาค่า F_0	66
5.1 แสดงปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข	71
5.2 แสดงข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา	74



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงรายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติงาน	30
4.2 แสดงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถังรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน	32
4.3 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบลม	35
4.4 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้า	38
4.5 แสดงวิธีการตั้งค่าการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง	43
4.6 แสดงวิธีการเปิดฝาเครื่องฆ่าเชื้อเพื่อบรรจุถังรีโอร์ต	45
4.7 แสดงวิธีการตั้งค่าระบบ PLC ของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน	47
4.8 แสดงลำดับการสั่งเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกอุณหภูมิ	50
4.9 ..แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญบนหน้าจอสถานการณ์ทำงานของเครื่อง	53
4.10 แสดงการส่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม Excel	56
5.1 สรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข	68



บทที่ 1

บทนำ

การฆ่าเชื้ออาหารด้วยความร้อน (Thermal Process) ในถุงรีทอร์ต (Retort Pouch) เป็นเทคโนโลยีสำคัญที่ช่วยทำลายจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ บทนี้จึงนำเสนอความสำคัญและความจำเป็นในการพัฒนาคู่มือเพื่อเป็นมาตรฐานสนับสนุนการเรียนการสอนและการวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร โดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ ประโยชน์ และขอบเขตการดำเนินงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอาหารมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหารของประเทศ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคที่ต้องอาศัยกระบวนการแปรรูปและถนอมอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและสร้างความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค การฆ่าเชื้อ (Sterilization) จึงเป็นขั้นตอนสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลานาน [1], [2] โดยการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีทอร์ต ด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort) เป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความดัน และเวลาในการฆ่าเชื้อได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัยและคงคุณภาพตามที่กำหนด

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานที่จัดการเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติการด้านวิศวกรรมอาหาร โดยมุ่งเน้นให้นักศึกษามีความรู้และทักษะด้านกระบวนการแปรรูปอาหารในระดับอุตสาหกรรม ทั้งด้านการถ่ายเทความร้อน การควบคุมกระบวนการผลิต และการประเมินความปลอดภัยของอาหาร ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิศวกรรมอาหารได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย [3] ปัจจุบันสาขาวิชาฯ มีห้องปฏิบัติการและเครื่องมือเฉพาะทางสำหรับสนับสนุนการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ โดยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน รุ่น NDN Dual Mode Retort ติดตั้งอยู่ภายในห้องปฏิบัติการความร้อน อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2 เพื่อใช้ในการศึกษากระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนและการฆ่าเชื้อระดับสเตอร์ไรส์ ตามหลักสูตรวิศวกรรมอาหาร นักศึกษาทุกคนจะต้องดำเนินโครงการวิศวกรรมอาหารในรายวิชา Food Engineering Pre-Project และ Food Engineering Project ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยบางโครงการเกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อระดับสเตอร์ไรส์เพื่อให้สามารถ

เก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิปกติ จึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนในการดำเนินการทดลอง นอกจากนี้ เครื่องมือดังกล่าวยังถูกใช้สนับสนุนงานวิจัยและการบริการวิชาการแก่หน่วยงานทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยตามความเหมาะสม

จากการใช้งานที่ผ่านมา เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน รุ่น NDN Dual Mode Retort ได้ถูกนำไปใช้สนับสนุนโครงการงานวิศวกรรมอาหาร งานวิจัย และการสร้างผลงานทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การศึกษาผลของการให้ความร้อนระดับสเตอริไรซ์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในบรรจุภัณฑ์รีโอร์ตเพาช์ [4] การศึกษาผลของการให้ความร้อนระดับสเตอริไรซ์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวในบรรจุภัณฑ์รีโอร์ตเพาช์ [5] และการพัฒนาน้ำซุ๊ปผักเคลผสมควินัวสำหรับผู้สูงอายุร่วมกับการหาสภาวะการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม [6] ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของเครื่องมือดังกล่าวในการสนับสนุนการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อย่างเป็นรูปธรรม

จากที่กล่าวมาข้างต้น นักวิชาการศึกษามีหน้าที่รับผิดชอบในการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบ ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ตั้งค่าระบบควบคุม ควบคุมการเดินเครื่อง บันทึกและส่งออกข้อมูลอุณหภูมิ ตลอดจนคำนวณค่าความร้อนเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของอาจารย์ นักศึกษา และผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการให้สามารถดำเนินการทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ดังนั้น จึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางมาตรฐานในการปฏิบัติงานด้านการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และสนับสนุนการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือการปฏิบัติงาน

1.2.1 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน และสามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

1.2.2 เพื่อให้มีเอกสารคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาอ้างอิง และถ่ายทอดการปฏิบัติงานแก่บุคลากรที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานแทนได้อย่างถูกต้อง และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนมีความรู้และความเข้าใจในหลักการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน สามารถตั้งค่า ควบคุม และใช้งานเครื่องได้อย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ส่งผลให้ลดความเสี่ยงจากการใช้งานผิดวิธีและเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1.3.2 บุคลากรสายสนับสนุนภายในภาควิชาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย สามารถศึกษาคู่มือและปฏิบัติงานตรวจสอบ ควบคุม และใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อแทนผู้รับผิดชอบหลักได้อย่างถูกต้อง ภายใต้มาตรฐานการปฏิบัติงานเดียวกัน

1.3.3 นักศึกษา อาจารย์ และผู้ใช้ห้องปฏิบัติการสามารถปฏิบัติงาน ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ และใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน ส่งผลให้การเก็บข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ ผลลัพธ์ที่มีความปลอดภัย และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการ

1.3.4 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีมาตรฐานในการกำกับดูแล ตรวจสอบ และควบคุมการปฏิบัติงานด้านการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีทอร์ทด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ส่งผลให้การดำเนินงานภายในห้องปฏิบัติการเป็นไปในแนวทางเดียวกัน มีประสิทธิภาพ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

1.4 ขอบเขตของคู่มือการปฏิบัติงาน

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ มีขอบเขตการดำเนินงานครอบคลุม 3 ด้านหลัก ได้แก่ ขอบเขตด้านเนื้อหาและระบบเครื่องมือ ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมายและผู้ใช้งาน และขอบเขตด้านระยะเวลาและสถานที่ปฏิบัติงาน ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

คู่มือฉบับนี้ครอบคลุมการปฏิบัติงานด้านการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีทอร์ทด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน รุ่น NDN Dual Mode Retort ซึ่งเป็นเครื่องฆ่าเชื้อที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบควบคุมลอจิกแบบโปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller: PLC) และได้รับการดัดแปลงให้ใช้งานเฉพาะระบบฉีดพ่นน้ำร้อน โดยเนื้อหาครอบคลุมการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ การตรวจสอบสภาพระบบ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ การตั้งค่าและควบคุมการทำงานของเครื่อง การบันทึกและส่งออกข้อมูลอุณหภูมิ การคำนวณค่าความร้อน การตรวจสอบผลการฆ่าเชื้อ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่สามารถดำเนินการได้ภายในห้องปฏิบัติการ

ทั้งนี้ ไม่ครอบคลุมการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหาร การออกแบบกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม การออกแบบระบบฆ่าเชื้อเชิงอุตสาหกรรม การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

หลังการฆ่าเชื้อ และการซ่อมบำรุงเชิงวิศวกรรมของเครื่องฆ่าเชื้อ นอกเหนือจากการตรวจสอบความพร้อม การทำความสะอาด และการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นตามขอบเขตหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน

1.4.2 ขอบเขตด้านผู้ใช้และการนำคู่มือไปใช้

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นสำหรับนักวิชาการศึกษา บุคลากรห้องปฏิบัติการ อาจารย์ นักศึกษา และผู้ใช้งานที่ได้รับอนุญาตให้ใช้เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน การควบคุมการใช้งานเครื่องมือ และการดำเนินการทดลองที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ท ทั้งในด้านการเรียนการสอน การดำเนินโครงการวิศวกรรมอาหาร งานวิจัย และการบริการวิชาการ

ทั้งนี้ คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยอ้างอิงจากการปฏิบัติงานในหน้าที่ของนักวิชาการศึกษา ผู้รับผิดชอบดูแลเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในลักษณะเดียวกัน โดยมีได้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดบทบาท หน้าที่ หรือความรับผิดชอบของอาจารย์ นักวิจัย หรือผู้ใช้งานในส่วนที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตงานของผู้ปฏิบัติงานสายสนับสนุน

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลาและสถานที่

คู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้อ้างอิงจากแนวทางการปฏิบัติงานจริงของผู้จัดทำในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ซึ่งรับผิดชอบดูแลและสนับสนุนการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนภายในห้องปฏิบัติการความร้อน อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร 2 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานสำหรับการเรียนการสอน การดำเนินโครงการวิศวกรรมอาหาร งานวิจัย และการบริการวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องดังกล่าวภายในหน่วยงาน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal Processing)	หมายถึง	กระบวนการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารในระยะเวลาที่กำหนด เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและสปอร์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค รวมถึงยับยั้งเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย
การฆ่าเชื้อ (Sterilization)	หมายถึง	กระบวนการทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคและสปอร์ด้วยการใช้ความร้อนสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

การประเมินผลการฆ่าเชื้อ (Lethality Evaluation)	หมายถึง	กระบวนการคำนวณและตรวจสอบหาค่าความร้อนสะสมในการทำลายจุลินทรีย์เป้าหมาย ในระหว่างที่อาหารบรรจุในภาชนะปิดสนิท ได้รับความร้อนและหล่อเย็นในเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน เพื่อตรวจสอบและรับรองว่ากระบวนการฆ่าเชื่อนั้น ๆ มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย
คู่ควบคุมความร้อน (Thermocouple)	หมายถึง	อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่อาศัยหลักการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกจากโลหะต่างชนิดสองเส้นที่เชื่อมต่อกัน และใช้วัดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์หรือสภาวะภายในเครื่องฆ่าเชื้อระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ
เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort)	หมายถึง	เครื่องฆ่าเชื้อที่ใช้การฉีดพ่นน้ำร้อนผ่านหัวฉีดพ่น (Nozzles) ไปยังบรรจุภัณฑ์ภายใต้สภาวะความดัน เพื่อถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ
ค่า F_0 (F-zero value)	หมายถึง	ค่าที่แสดงผลรวมของการทำลายจุลินทรีย์จากกระบวนการให้ความร้อนโดยเทียบเท่ากับการให้ความร้อนที่ 121.1 องศาเซลเซียสภายใต้ค่า $Z = 10$ องศาเซลเซียส
ถุงรีทอร์ต (Retort Pouch)	หมายถึง	บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวหลายชั้นที่สามารถทนต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและความดันสูงได้
ระบบควบคุมลอจิกแบบโปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller)	หมายถึง	ระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติของเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งใช้สำหรับกำหนดและควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการฆ่าเชื้อ
ผู้ปฏิบัติงาน	หมายถึง	นักวิชาการศึกษาหรือบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการ (ด้านห้องปฏิบัติการ) ของสาขาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีหรือผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ปฏิบัติงานควบคุมเครื่องในกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง เตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารของหน่วยงานต้นสังกัด รวมถึงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

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

2.1 โครงสร้างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [7]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่ให้บริการด้านการศึกษาและผลิตทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพแก่สังคมไทยอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่การสถาปนา ในนาม “วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา” วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2518 เป็นวันที่พระราชบัญญัติวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาได้ถูกประกาศในราชกิจจานุเบกษาและมีผลบังคับใช้ เพื่อผลิตครูอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีให้การศึกษาทางด้านอาชีพทั้งระดับต่ำกว่า ปริญญาตรี ระดับปริญญาตรีและประกาศนียบัตรชั้นสูง ทำการวิจัยส่งเสริมการศึกษา ทางด้านวิชาชีพและให้บริการทางวิชาการแก่สังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีและ อาชีวศึกษาได้พัฒนาระบบการเรียนการสอนให้ได้มาตรฐานการศึกษาที่มีคุณภาพ และศักยภาพมีความพร้อมในหลาย ๆ ด้าน

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง อยู่ภายใต้การกำกับดูแล ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช

ได้ทรงลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2548 และประกาศในราชกิจจานุเบกษาใช้บังคับเป็น กฎหมาย ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2548 กำหนดให้มหาวิทยาลัยเป็น "สถาบันอุดมศึกษาด้านวิชาชีพและเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์ในการให้การศึกษา ส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูงที่เน้นการปฏิบัติ ทำการสอน ทำการวิจัย ผลิตครูวิชาชีพ ให้บริการทางวิชาการในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ในปี พ.ศ. 2562 ได้มีการปรับโครงสร้างการบริหารของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ โดยเป็นการบูรณาการหน่วยงานจำนวน 4 หน่วยงานเข้าด้วยกัน ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการ การอุดมศึกษา (สกอ.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เป็น กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ในวันที่ 2 พฤษภาคม 2562 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจึงกำหนดนโยบายในการพัฒนาบัณฑิตให้เป็นนวัตกรซึ่งมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีแนวนโยบายขับเคลื่อน เพื่อพัฒนาบัณฑิตให้เป็นนวัตกร ซึ่งจะมีการบูรณาการ ระหว่างการเรียนการสอน และการสร้างสรรค์ นวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติและ พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา ตลอดจน กฎกระทรวงการจัดกลุ่มสถาบันอุดมศึกษา [7] โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์อยู่ภายใต้โครงสร้าง การบริหารการจัดการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังที่แสดงในแผนภูมิที่ 2.1



หมายเหตุ : - * เป็นหน่วยงานภายในที่ตั้งเป็นการภายในของมหาวิทยาลัยฯ

- ** เป็นส่วนราชการที่ตั้งเป็นการภายในของมหาวิทยาลัยฯ

- *** เป็นส่วนราชการที่ตั้งเป็นการภายใน โดยใช้งบประมาณเงินรายได้

- โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานภายใน มทร.ธัญบุรี โดยมีฐานะเทียบเท่าภาควิชา และอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

- โรงเรียนสาธิตอนุบาลราชชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานภายใน มทร.ธัญบุรี และอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [8]

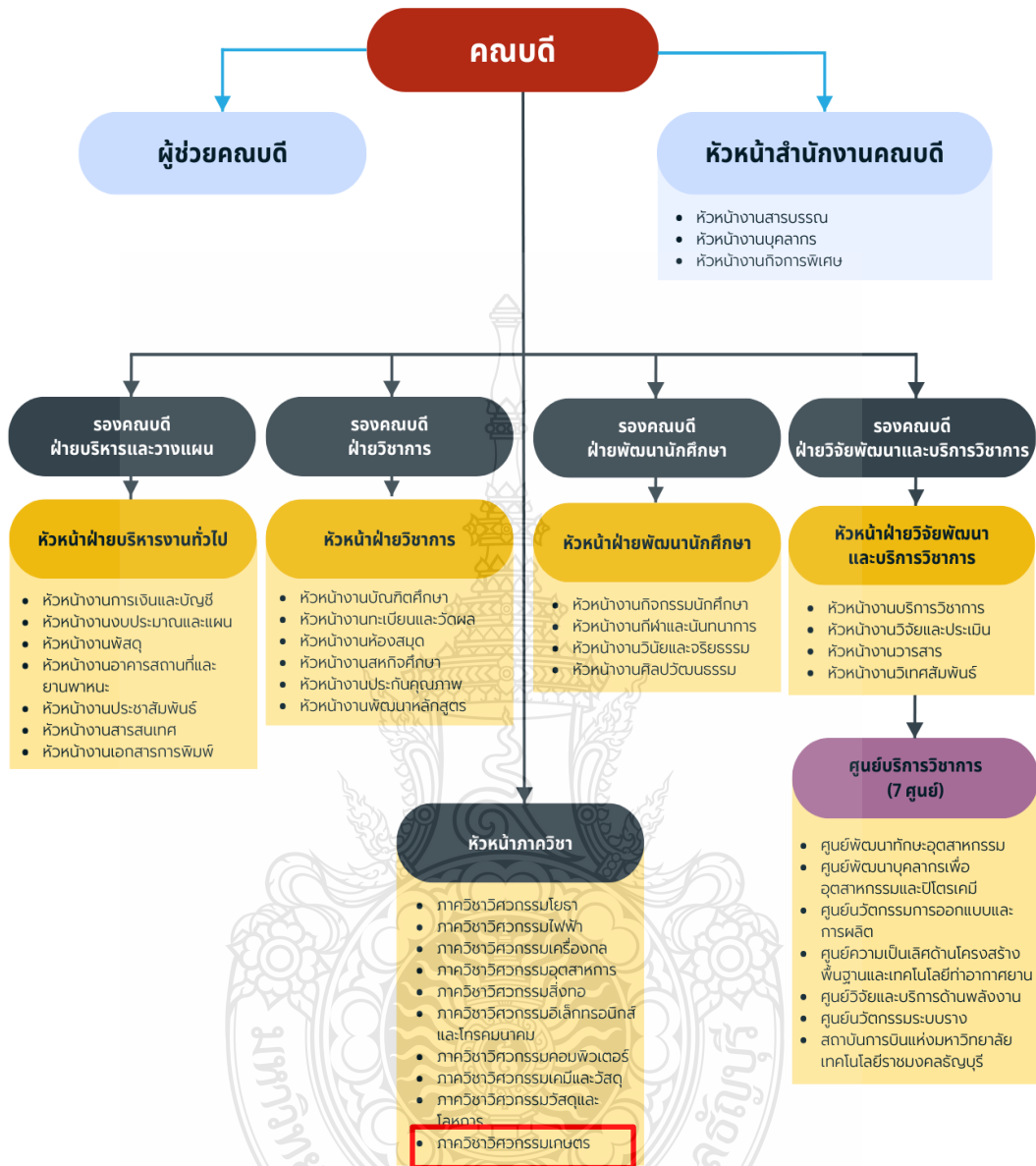
2.2 โครงสร้างของคณะวิศวกรรมศาสตร์ [9]

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เริ่มจัดตั้งในปี พ.ศ. 2518 ภายใต้ชื่อ “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

ต่อมาได้มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติจัดตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ส่งผลให้คณะวิศวกรรมศาสตร์อยู่ภายใต้โครงสร้างส่วนราชการใหม่ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา [9] 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

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรอยู่ภายใต้โครงสร้างสายการบังคับบัญชาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังที่แสดงในแผนภูมิที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภาพแสดงสายงานบังคับบัญชาภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [9]

2.3 โครงสร้างของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร [10]

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเดิมมีฐานะเป็นคณะหนึ่งของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ใช้ชื่อว่า คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร ได้รับความเห็นชอบในการจัดตั้งจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2533 และเปิดการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2535 พร้อมทั้งได้ดำเนินการเปิดภาควิชา ทำการสอนใน 2 ภาควิชา คือ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เปิดสอนสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปอาหาร เปิดสอนสาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปอาหารการเรียนการสอนระยะแรกใช้พื้นที่บางส่วนของวิทยาเขตพระนครเหนือ ในปี พ.ศ. 2533 จึงได้ย้ายที่ทำการมาอยู่ภายในศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

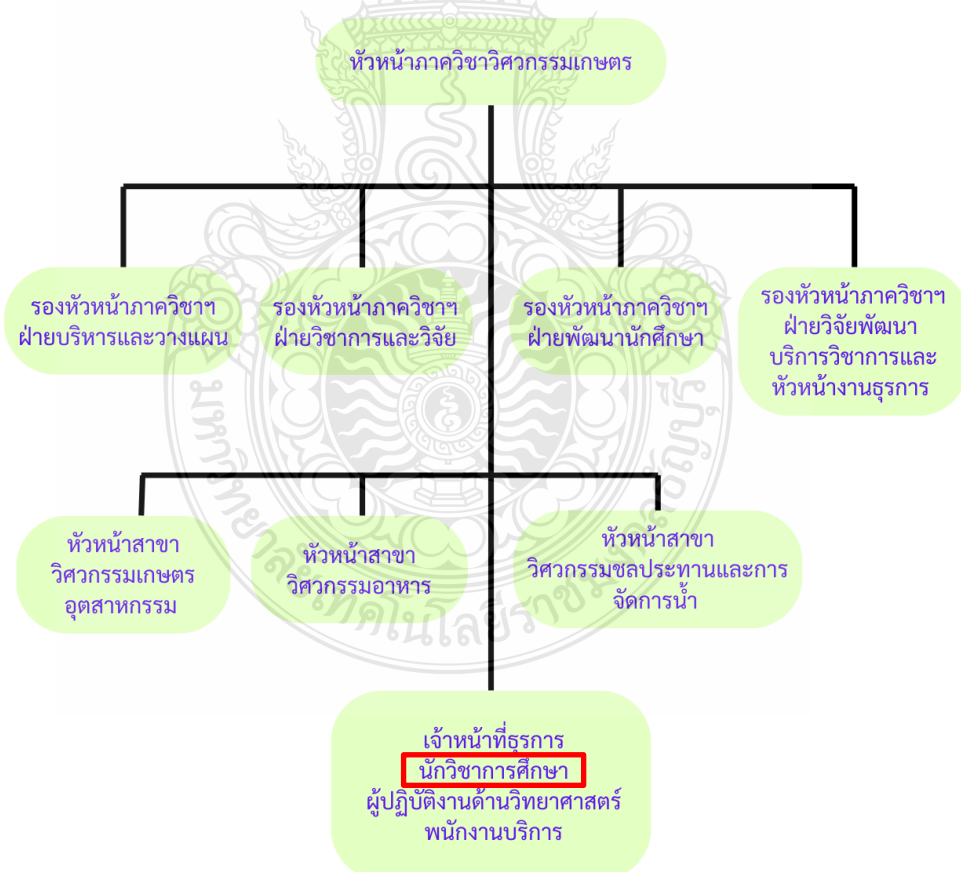
คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรได้ดำเนินงานตามนโยบายการพัฒนาการศึกษา เพื่อขยายการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีในสาขาที่มีความพร้อมและเป็นวิชาชีพขาดแคลน คณะจึงได้มีบทบาทสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในหลากหลายสาขาวิชาโดยได้มีมติจัดตั้งภาควิชาเพิ่มขึ้นอีกหลายสาขา เช่น สาขาวิชาการถ่ายภาพและภาพยนตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์และสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ต่อมาเมื่อสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลมีการปรับโครงสร้างการบริหาร เพื่อเข้าสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรได้ปรับโครงสร้างการดำเนินงานให้สอดคล้องกับการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย โดยได้บริหารงานในรูปแบบภาควิชาภายใต้คณะวิศวกรรมศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 ปัจจุบันมีบุคลากรสายวิชาการจำนวนทั้งหมด 21 คน และบุคลากรสายสนับสนุน 5 คน ปัจจุบันเปิดการเรียนการสอนใน 3 สาขาวิชา ได้แก่

1. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอุตสาหกรรม มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตทางการเกษตร ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรที่ทันสมัย การนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้ในฟาร์ม รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เกษตรแม่นยำ และ เกษตรอัจฉริยะเช่น การใช้ระบบเซนเซอร์ และอากาศยานไร้คนขับ เพื่อการวิเคราะห์สภาพพื้นที่และการจัดการทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต

2. สาขาวิชาวิศวกรรมชลประทานและการจัดการน้ำ เน้นการศึกษาด้านอุทกวิทยาและการออกแบบระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้การจัดการทรัพยากรน้ำเป็นไปอย่างยั่งยืน ครอบคลุมการวางแผนระบบส่งน้ำ ประสิทธิภาพน้ำ และระบบกระจายน้ำในแปลง เช่น ระบบน้ำหยด และระบบพ่นฝอย รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์และบริหารจัดการน้ำเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตภาคเกษตรกรรม

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

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรได้วางระบบโครงสร้างการบริหารงาน ดังรายละเอียดที่แสดงในแผนภูมิที่ 2.3 โครงสร้างการบริหารงานดังกล่าวถือเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการจัดการทรัพยากรและบุคลากร สอดคล้องกับนโยบายของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมเกษตร [8]

นักวิชาการศึกษาของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มีโครงสร้างการปฏิบัติงาน แสดงดังภาพที่ 2.4



รองศาสตราจารย์.ดร. จตุรงค์ ลังกาพินธุ์
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตร



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พกษา สวาทสุข
หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร/ประธานหลักสูตรวิศวกรรม



นายนิรุทัย แซ่ไฉ่
นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ

ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ [8]

2.4 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่ง [8]

เพื่อแสดงบทบาทหน้าที่และลักษณะงานที่เกี่ยวข้องกับคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้จึงได้สรุปรายละเอียดหน้าที่ความรับผิดชอบตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งและลักษณะงานที่ปฏิบัติจริงดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง

ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการที่กำหนดโดย ก.พ.อ. เมื่อวันที่ 21 เดือน กันยายน พ.ศ. 2553 กำหนดบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ ดังนี้

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติหน้าที่ในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ซึ่งต้องอาศัยความรู้และความสามารถทางวิชาการในการทำงานปฏิบัติงานเกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษา ภายใต้การกำกับดูแล การแนะนำ การตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านการปฏิบัติการ

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

1.2) สำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติทางการศึกษาและกิจการนักศึกษาความต้องการกำลังคน ศึกษาวิเคราะห์และจัดทำหลักสูตร ทดลองใช้หลักสูตร ปรับปรุงหลักสูตร การพัฒนาหนังสือหรือตำราเรียน ความรู้พื้นฐาน ตลอดจนความต้องการด้านการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อยกระดับมาตรฐานการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3) จัดทำมาตรฐานสถานศึกษา การติดต่อขอความช่วยเหลือจากต่างประเทศ ทางการศึกษาดำเนินการเกี่ยวกับงานทะเบียนและเอกสารด้านการศึกษา รวมทั้งปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงและให้การส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษา

1.4) ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน กิจกรรมและสรุปผลด้านการศึกษา วิเคราะห์และวิจัย ส่งเสริมการวิจัยการศึกษา และเผยแพร่ผลงานทางด้านการศึกษา เพื่อพัฒนางานด้านวิชาการศึกษา

1.5) การให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ เช่น การจัดบริการส่งเสริมการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา จัดประชุมอบรมและสัมมนาเกี่ยวกับการศึกษาและกิจการนักศึกษา เผยแพร่การศึกษา เช่นออกรายการทางวิทยุ โทรทัศน์ การเขียนบทความ จัดทำวารสาร หรือเอกสารต่าง ๆ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึก

ปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม มีประสิทธิภาพและปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2) ด้านการวางแผน

วางแผนงานในส่วนที่รับผิดชอบ และร่วมวางแผนการดำเนินงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3) ด้านการประสานงาน

3.1) ประสานความร่วมมือในการปฏิบัติงานระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

3.2) ชี้แจงและให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4) ด้านการบริการ

4.1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิชาการศึกษา รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

4.2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษาเพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการ ได้รับข้อมูลและองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

2.4.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการปฏิบัติการ

1) กำกับดูแลความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

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) วิชาโครงการด้านวิศวกรรมอาหาร
- 2.9) วิชาการปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรม
- 2.10) วิชาวิศวกรรมการแปรรูปด้วยความร้อนและความเย็น
- 2.11) วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยงานออกแบบ 2
- 2.12) วิชาปฏิบัติการทดลองทางวิศวกรรมอาหาร 1
- 2.13) วิชาปฏิบัติการทดลองทางวิศวกรรมอาหาร 2

3) ควบคุมดูแล พร้อมให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาหรือผู้ใช้งานเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรมอาหารอย่างถูกต้อง

4) จัดทำแผนบำรุงรักษาและดำเนินการติดต่อประสานงานในส่วนของการซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เครื่องมือมีความพร้อมสำหรับการใช้งานอย่างต่อเนื่อง

5) จัดทำคู่มือการใช้ห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามมาตรฐานและมีความเป็นระเบียบ

6) ร่วมวางแผนและดำเนินงานในโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ภาควิชากำหนด

7) ประสานงานและปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรในภาควิชาเพื่อดำเนินกิจกรรมและโครงการต่าง ๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์

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

9) ปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น งานซ่อมแซมและดูแลระบบสาธารณูปโภคอาคาร ระบบโสตทัศนูปกรณ์ประจำห้องเรียน งานปรับปรุงภูมิทัศน์ จัดทำระบบและบริหารการใช้งาน พื้นที่การเรียนรู้ ระบบประชาสัมพันธ์และข้อมูลภาควิชาในระบบออนไลน์ งานกิจกรรมวิชาการและกิจกรรมพัฒนานักศึกษาและกรรมการคุมสอบ

2.4.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการวางแผน

1) วางแผนและดำเนินการสำรวจ และจัดทำรายการวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการด้านวิศวกรรมอาหาร

2) วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือ โครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่ได้รับมอบหมาย

2.4.4 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการประสานงาน

ประสานการปฏิบัติงานระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่ได้รับมอบหมาย

2.4.5 ลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการบริการ

ดำเนินงานด้านบริการวิชาการและให้บริการทางวิชาการแก่หน่วยงานภายนอก

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

จากภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ผู้จัดทำมีหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุม ดูแล และสนับสนุนการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนสำหรับการเรียนการสอน โครงการงานวิศวกรรมอาหารงานวิจัย และการบริการวิชาการของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร โดยการปฏิบัติงานดังกล่าวครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ การควบคุมการทำงานของเครื่อง และการบันทึกข้อมูล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยความถูกต้องและความต่อเนื่องในการปฏิบัติงาน

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ขึ้น เพื่อรวบรวมขั้นตอน วิธีการ และแนวทางการปฏิบัติงานที่ใช้จริงภายในห้องปฏิบัติการ ให้เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการศึกษากายการถ่ายทอดองค์ความรู้ และการปฏิบัติงานในแนวทางเดียวกัน อันจะช่วยให้การดำเนินงานด้านการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนเป็นไปอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ



บทที่ 3

หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

คู่มือการปฏิบัติ เรื่อง การการฆ่าเชื้ออาหารในถังรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ฉบับนี้ จัดทำขึ้นจากประสบการณ์การปฏิบัติงานจริงร่วมกับการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนในความดูแลของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งใช้ประกอบการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการและการวิจัย เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย โดยเนื้อหาในบทนี้ ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

1. หลักเกณฑ์และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมปฏิบัติการฆ่าเชื้อ
2. วิธีการปฏิบัติงานและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ
3. แนวปฏิบัติและข้อพึงระวังในการปฏิบัติงาน
4. เงื่อนไขในการทำปฏิบัติการฆ่าเชื้อ
5. จริยธรรมและจรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน

3.1 หลักเกณฑ์และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมปฏิบัติการฆ่าเชื้อ

การปฏิบัติงานฆ่าเชื้ออาหารด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน เป็นกระบวนการทางวิศวกรรมอาหารที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิและแรงดันภายในระบบปิด [2] ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของกระบวนการฆ่าเชื้อและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ได้ใช้เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนดังกล่าวเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน การฝึกปฏิบัติเฉพาะด้าน และการทำโครงการวิศวกรรมของนักศึกษา การดำเนินงานวิจัยของอาจารย์รวมถึงการบริการวิชาการตามกรอบลักษณะงานที่ปฏิบัติด้านการปฏิบัติการในลำดับที่ 8 ที่มุ่งเน้นการสนับสนุนให้นักศึกษาสามารถดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย.

ผู้ปฏิบัติงานในฐานะนักวิชาการศึกษา ซึ่งรับผิดชอบดูแลและควบคุมการใช้งานเครื่องมือภายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร จึงเล็งเห็นความสำคัญของการจัดทำหลักเกณฑ์การปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องดำเนินการภายใต้หลักเกณฑ์ดังนี้

3.1.1 ด้านความปลอดภัย

ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือกันความร้อน รองเท้านิรภัย และอุปกรณ์ป้องกันอื่นที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนและแรงดัน ซึ่งเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของการปฏิบัติงานกับเครื่องฆ่าเชื้อที่ใช้ความดันสูง

3.1.2 ด้านความสะอาด

ต้องตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ ตะกร้าบรรจุผลิตภัณฑ์ สายคู่ควบคุมความร้อน (Thermocouple) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องก่อนใช้งานทุกครั้ง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร [11]

3.1.3 ด้านความพร้อมของอุปกรณ์

ตรวจสอบระบบทำความร้อน ระบบน้ำ ระบบควบคุมแรงดันลม และระบบบันทึกข้อมูลให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน รวมถึงตรวจสอบอุปกรณ์นิรภัย เพื่อให้การควบคุมกระบวนการฆ่าเชื้อเป็นไปอย่างแม่นยำและปลอดภัย

3.1.4 ด้านบรรจุภัณฑ์

ถุงรีโพรตที่ใช้ต้องปิดผนึกอย่างสมบูรณ์ ไม่มีการรั่วซึม หรือชำรุด เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สมบูรณ์อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชื้อและลดประสิทธิภาพของกระบวนการ

หลักเกณฑ์การเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติงานดังกล่าว มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนให้กระบวนการฆ่าเชื้ออาหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และสามารถควบคุมคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ ทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถศึกษาและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับหลักการควบคุมกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารในระบบปิด

3.2 วิธีการปฏิบัติงานและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้ออาหารระบบฉีดพ่นน้ำร้อนเป็นการให้ความร้อนแก่อาหารที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดสนิทภายใต้สภาวะอุณหภูมิและแรงดันที่ควบคุมอย่างเหมาะสม เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและทำให้อาหารอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อที่เป็นอันตราย ทำให้สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลานานโดยไม่เน่าเสีย ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญของการผลิตอาหารพร้อมบริโภคที่มีความปลอดภัย

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน [3]

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีทอร์ตมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมอุณหภูมิ เวลา และแรงดันของกระบวนการ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อดังนี้

1) เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน รุ่น VISION280-75DH แสดงดังภาพที่ 3.1 เป็นเครื่องฆ่าเชื้อระบบอัตโนมัติที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและแรงดันได้อย่างแม่นยำ เหมาะสำหรับการฆ่าเชื้ออาหารบรรจุถุงรีทอร์ต สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน ภาคผนวก ผ่านการสแกนรหัส QR Code คู่มือ NDN Dual Mode Retort



ภาพที่ 3.1 แสดงเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน รุ่น VISION280-75DH [3]

2) เครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง Fluke Calibration 1586A SUPER-DAQ แสดงดังภาพที่ 3.2 ใช้สำหรับบันทึกและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการและการคำนวณค่าความรุนแรงของการให้ความร้อน (F_0) สามารถดูรายละเอียดการใช้งานเพิ่มเติมได้ใน ภาคผนวก ผ่านการสแกนรหัส QR Code คู่มือการใช้งาน Fluke Calibration 1586A SUPER-DAQ



ภาพที่ 3.2 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง Fluke Calibration 1586A SUPER-DAQ [3]

3) สายคู่ควบคุมความร้อนชนิด K พร้อมหัวโพรบและซีลกันน้ำ แสดงดังภาพที่ 3.3 ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิตัวอย่างอาหารภายในถุงรีโอร์ต ซึ่งช่วยระบุจุดที่ได้รับความร้อนต่ำที่สุด (Cold Spot) ตามหลักการควบคุมกระบวนการฆ่าเชื้อ



ภาพที่ 3.3 แสดงสายคู่ควบคุมความร้อนชนิด K พร้อมหัวโพรบและซีลกันน้ำ [3]

4) เครื่องเจาะกระดาษรูเดียว แสดงดังภาพที่ 3.4 สำหรับเจาะถุงรีโอร์ตที่ต้องการติดตั้งหัวโพรบเพื่อบันทึกอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.4 แสดงเครื่องเจาะกระดาษเดียว [3]

5) ประแจแวนข้างปากตาย เบอร์ 13 แสดงดังภาพที่ 3.5 ใช้สำหรับขันล้อคนอตของซีลกันน้ำ



ภาพที่ 3.5 แสดงประแจแวนข้างปากตาย เบอร์ 13 [3]

6) เครื่องปิดผนึกแบบเท้าเหยียบ แสดงดังภาพที่ 3.6 ใช้สำหรับปิดผนึกถุงรีโอร์ตให้ปิดสนิทด้วยความร้อนก่อนนำเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ



ภาพที่ 3.6 แสดงเครื่องปิดผนึกแบบเท้าเหยียบ [3]

3.2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานการฆ่าเชื้อ

เพื่อให้การสนับสนุนการทำโครงการ งานวิจัย และการบริการวิชาการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีมาตรฐานเดียวกัน สาขาวิชา ได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานรวมไว้ทั้งสิ้น 9 ขั้นตอนหลัก ซึ่งครอบคลุมภาระงานและการประสานงานระหว่างอาจารย์ผู้สอน นักศึกษา และผู้ปฏิบัติงาน โดยมีสาระสำคัญโดยสรุปดังนี้

- 1) การกำหนดแผนและเงื่อนไขการปฏิบัติงาน: อาจารย์ผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบโครงการ กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตการทดลอง เงื่อนไขการฆ่าเชื้อ และแผนการปฏิบัติงานร่วมกับนักศึกษา
- 2) การติดต่อขอใช้ห้องปฏิบัติการ: นักศึกษาหรือผู้ใช้งานประสานงานเพื่อขอใช้ห้องปฏิบัติการ พร้อมแจ้งรายละเอียดการทดลอง วัน เวลา และความต้องการใช้งานเครื่องมือ
- 3) ตรวจสอบความพร้อมให้บริการ: ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบความพร้อมของบุคลากร เครื่องมือ อุปกรณ์ และตารางการใช้งาน เพื่อพิจารณาความสามารถในการให้บริการ
- 4) การเตรียมตัวอย่างอาหารและบรรจุภัณฑ์: เตรียมตัวอย่างอาหารและบรรจุภัณฑ์ให้เป็นไปตามแผนการทดลอง พร้อมตรวจสอบความถูกต้องก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ
- 5) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์: ตรวจสอบและเตรียมเครื่องฆ่าเชื้อ เครื่องวัด และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้พร้อมใช้งานตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัย

- 6) ควบคุมการปฏิบัติการฆ่าเชื้อ: ดำเนินการควบคุมกระบวนการฆ่าเชื้อตามเงื่อนไขที่กำหนด พร้อมติดตามและบันทึกค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญระหว่างการปฏิบัติงาน
- 7) บันทึกและส่งมอบผลการปฏิบัติการ: ถ่ายโอนและตรวจสอบข้อมูลอุณหภูมิ ค่าวนค่า F_0 และส่งมอบข้อมูลพร้อมตัวอย่างให้แก่นักศึกษาหรือผู้ใช้งาน
- 8) สรุปผลการปฏิบัติการ: นักศึกษาหรือผู้ใช้งานรวบรวม วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่ได้รับ เพื่อจัดทำรายงานหรือใช้ประกอบการดำเนินโครงการ
- 9) ประเมินผลการปฏิบัติการและให้คำปรึกษา: อาจารย์ผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบโครงการ ประเมินผลการปฏิบัติการจากข้อมูลที่ได้รับ พร้อมให้คำปรึกษา

3.3 แนวปฏิบัติและข้อพึงระวังในการปฏิบัติงาน

3.3.1 แนวปฏิบัติ

- 1) ต้องเฝ้าระวังและสังเกตการณ์ที่หน้าจอบควบคุมตลอดระยะเวลาที่เครื่องทำงาน ห้ามปล่อยเครื่องทำงานโดยไม่มีผู้ดูแล
- 2) นักศึกษาผู้ทำโครงการงานวิศวกรรม หรือผู้ใช้งานทั่วไป ต้องผ่านการแนะนำ อธิบาย ขั้นตอนการทำงาน และฝึกอบรมด้านความปลอดภัยจากนักวิชาการศึกษาผู้รับผิดชอบประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอาหารจนมีความเข้าใจในขั้นตอนปฏิบัติงานก่อน จึงจะได้รับอนุญาตให้เข้าใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ร่วมกับผู้จัดทำในห้องปฏิบัติการ [3]
- 3) ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ ถุงมือกันความร้อนและรองเท้านิรภัย
- 4) ควบคุมอุณหภูมิการฆ่าเชื้อโดยทั่วไปที่ 121.1 องศาเซลเซียส [2] และความดันประมาณ 1.8 บาร์ สำหรับการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์
- 5) ใช้ข้อมูลจากเครื่องบันทึกอุณหภูมิในการคำนวณค่า F_0 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ [1]

3.3.2 ข้อพึงระวัง

- 1) หากพบความผิดปกติของระบบควบคุมอุณหภูมิหรือแรงดัน ต้องหยุดการทำงานและรายงานผู้รับผิดชอบทันที
- 2) ก่อนเปิดฝามือฆ่าเชื้อ ต้องเปิดวาล์วระบายน้ำแบบมือหมุนแล้วตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีน้ำไหลออกมาจากท่อระบายน้ำทิ้งก่อนเสมอแล้วจึงค่อยเปิดฝาเครื่อง
- 3) หากพบว่าถุงรีโอร์ตมีการรั่วซึมหรือฉีกขาด ห้ามนำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนเนื่องจากจะทำให้ระบบน้ำในเครื่องปนเปื้อน
- 4) ระวังความร้อนไม่ให้ฝาเครื่องทับสายคู่ควบคุมความร้อนขณะปิดประตูเครื่อง และเกิดสายหักงอของสายมากเกินไปซึ่งจะทำให้สายชำรุดเสียหายและตรวจวัดได้ข้อมูลอุณหภูมิคลาดเคลื่อน

3.4 เจือปนในการทำปฏิบัติการฆ่าเชื้อ

3.4.1 ประเภทของตัวอย่าง

ตัวอย่างที่นำเข้าสู่เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนต้องเป็นอาหารหรือวัสดุที่เกี่ยวข้องกับอาหารเท่านั้น ตามแนวทางด้านความปลอดภัยอาหารและสุขลักษณะการผลิต [11]

3.4.2 ขนาดและการบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงรีโอร์ต

ผลิตภัณฑ์อาหารที่นำเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อต้องบรรจุในถุงรีโอร์ตที่มีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยร้าวหรือความเสียหายบริเวณแนวปิดผนึก โดยปริมาณผลิตภัณฑ์ต้องเหมาะสมกับขนาดของถุงรีโอร์ตและความจุของตะกร้าบรรจุภายในเครื่องฆ่าเชื้อ รวมทั้งต้องจัดเรียงผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้การหมุนเวียนของน้ำร้อนและการถ่ายเทความร้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดกระบวนการฆ่าเชื้อ

3.4.3 ความพร้อมระบบน้ำ

ระบบน้ำประปาที่ใช้กับเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนต้องมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 1 บาร์ เพื่อให้ระบบฉีดพ่นน้ำร้อนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4.4 การเข้าใช้งาน [3]

การใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนสำหรับการเรียนการสอน โครงการงานวิศวกรรมงานวิจัย หรือการบริการวิชาการ จะต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของอาจารย์ผู้รับผิดชอบโครงการหรืออาจารย์ที่ปรึกษา โดยผู้ใช้งานต้องประสานงานกับนักวิชาการศึกษาประจำสาขาวิชา ล่วงหน้าเพื่อร่วมวางแผนการใช้งาน ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และกำหนดวันเวลาในการปฏิบัติงานให้เหมาะสม

3.4.5 หลักเกณฑ์และมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยทางความร้อน

การทำปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (Hermetically Sealed Containers) เพื่อสนับสนุนงานทดลองและวิจัย มีเกณฑ์ควบคุมความปลอดภัยตามมาตรฐานวิชาการและสากล [1], [12] ที่ผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้งานต้องยึดถือร่วมกัน ดังนี้

1) จุลินทรีย์เป้าหมายอ้างอิง (Target Microorganism): มาตรฐานสากลกำหนดให้ใช้สปอร์ของแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* เป็นตัวอ้างอิงในการคำนวณ เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ชนิดสร้างสปอร์ที่มีความทนทานต่อความร้อนสูงมาก และสามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายร้ายแรงถึงชีวิตได้ในสภาวะแวดล้อมที่ไร้อากาศภายในบรรจุภัณฑ์

2) ค่าความทนทานต่อความร้อน (Z-Value): กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายถึง อุณหภูมิที่ต้องเปลี่ยนแปลงไปหรือเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส เพื่อให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ลงร้อยละ 90 (D-Value) เปลี่ยนแปลงไป 1 เท่าตัว (หรือทำให้จุลินทรีย์ตายเร็วขึ้น 10 เท่า)

3) หลักการคำนวณความร้อนเชิงพาณิชย์ (Botulinum Cook หรือ 12D Concept): กำหนดให้กระบวนการให้ความร้อนสะสมต้องสูงเพียงพอที่จะลดปริมาณสปอร์ของ Clostridium botulinum ลงไปได้ 12 Log Cycles (เช่น จากสปอร์ 10^{12} ฟอง ให้เหลือไม่เกิน 1 ฟอง) ซึ่งตามหลักวิศวกรรมอาหารจะเทียบเท่ากับการได้รับระดับความร้อนสะสม ณ จุดที่ร้อนช้าที่สุดหรือมีค่าความรุนแรงของการฆ่าเชื้อรวม (F_0) ไม่ต่ำกว่า 3.0 นาที จึงจะสอดคล้องกับมาตรฐานสากลและปลอดภัยสำหรับการบริโภคเชิงการค้า

3.5 จริยธรรมและจรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำเป็นต้องยึดถือ หลักจริยธรรมและจรรยาบรรณของบุคลากรมหาวิทยาลัย [13] ซึ่งเป็นแนวทางพฤติกรรมและมาตรฐานการดำเนินงานที่สอดคล้องกับบทบาทหน้าที่ของบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา ดังนี้

3.5.1 จริยธรรมในการปฏิบัติงาน

1) ซื่อสัตย์สุจริต โปร่งใส และตรวจสอบได้

บุคลากรต้องปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์ยึดมั่นในหลักความโปร่งใสสามารถแสดงเหตุผลและการตัดสินใจได้ โดยไม่ใช้อำนาจหรือทรัพยากรของหน่วยงานเพื่อประโยชน์ส่วนตน หรือเพื่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งซึ่งขัดต่อประโยชน์ของส่วนรวม

2) ยึดถือประโยชน์ของส่วนรวมเหนือประโยชน์ส่วนตัว

บุคลากรควรคำนึงถึงผลกระทบของการปฏิบัติงานต่อองค์กร ชุมชนและสังคม โดยให้ประโยชน์ของส่วนรวมเป็นหลักในการตัดสินใจและดำเนินงาน

3) รับผิดชอบต่อหน้าที่ด้วยความเต็มกำลังความสามารถ

ในการปฏิบัติงานต้องมีความรับผิดชอบ มีความตั้งใจและใช้ทักษะความรู้ที่มี เพื่อให้เกิดผลสำเร็จตามเป้าหมายของงานและมาตรฐานที่กำหนดไว้

4) เคารพความเป็นธรรมและเสมอภาค

ผู้ปฏิบัติงานควรไม่เลือกปฏิบัติ รมัถะวังการใช้ดุลพินิจ และหลีกเลี่ยงการกำหนดเงื่อนไขหรือพฤติกรรมที่ไม่เป็นธรรมต่อบุคลากร นักศึกษา หรือผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ

5) รักษาความเป็นกลางและไม่แทรกแซงด้วยอคติส่วนบุคคล

การตัดสินใจและการปฏิบัติทุกขั้นตอนต้องไม่ถูกชักจูงโดยความสัมพันธ์ส่วนตัวหรืออคติอื่น ๆ ที่อาจก่อให้เกิดการขัดแย้งทางผลประโยชน์และส่งผลเสียต่อองค์กร

3.5.2 จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน

- 1) รายงานข้อมูลและผลการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องครบถ้วน
บุคลากรต้องจัดทำและรายงานข้อมูลอย่างถูกต้อง สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ และไม่บิดเบือน เพื่อให้ผลลัพธ์ชัดเจนและน่าเชื่อถือทั้งสำหรับภายในและภายนอกหน่วยงาน
- 2) ไม่แสวงหาประโยชน์จากตำแหน่งหน้าที่โดยมิชอบ
ไม่ใช้ตำแหน่ง หน้าที่หรือทรัพยากรของหน่วยงานเพื่อหาผลประโยชน์ส่วนตน หรือกลุ่มอื่นที่ไม่ชอบธรรม ซึ่งขัดต่อมาตรฐานจริยธรรมที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- 3) พัฒนาความรู้และทักษะอย่างต่อเนื่อง
บุคลากรต้องรักษามาตรฐานความรู้ วิชาชีพและทักษะในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การสนับสนุนการเรียนการสอนและงานบริการมีคุณภาพสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิชาการ
- 4) เคารพและปฏิบัติตามกฎระเบียบของมหาวิทยาลัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
ทั้งในด้านการดำเนินงานและความสัมพันธ์กับผู้เกี่ยวข้อง
บุคลากรต้องปฏิบัติตามกรอบนโยบาย ข้อบังคับ และข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย เพื่อรักษาความเป็นมืออาชีพขององค์กร

โดยสรุป บทที่ 3 ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์และข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย คุณสมบัติของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เงื่อนไข และข้อกำหนดในการปฏิบัติงาน รวมถึงข้อพึงปฏิบัติด้านจริยธรรมและจรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการดำเนินงานด้านการเรียนการสอน วิศวกรรม งานวิจัย และการบริการวิชาการ ก่อนเข้าสู่รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานในบทที่ 4 ต่อไป



บทที่ 4

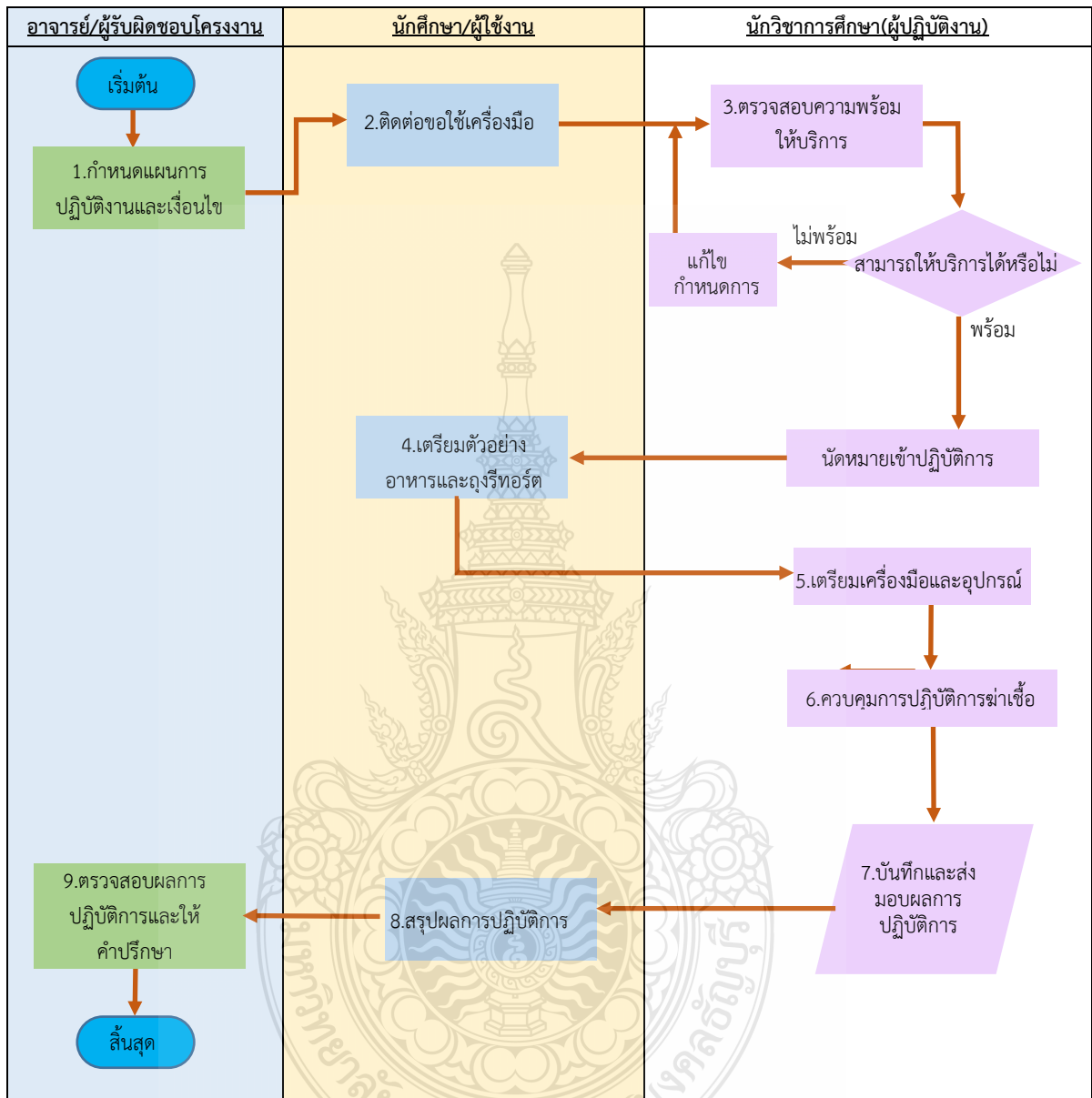
กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน เป็นกระบวนการที่ต้องควบคุมตัวแปรสำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และเวลา ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ตามหลักการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน กระบวนการดังกล่าวถูกนำมาใช้สนับสนุนการเรียนการสอน การดำเนินโครงการงานวิศวกรรม งานวิจัย และการบริการวิชาการของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในการดำเนินงานดังกล่าว นักวิชาการศึกษามีหน้าที่รับผิดชอบในการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ตรวจสอบความพร้อมของระบบ ควบคุมดูแลการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อ ตลอดจนสนับสนุนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และเป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้กำหนดกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงานไว้ ดังนี้

1. ขั้นตอนและผังกระบวนการปฏิบัติงาน
2. รายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติงาน
3. รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน

4.1 ขั้นตอนและผังกระบวนการปฏิบัติงาน

การใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนภายในภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ส่วนใหญ่เป็นการสนับสนุนการดำเนินโครงการงานวิศวกรรม งานวิจัย และการบริการวิชาการ ซึ่งมีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ได้แก่ อาจารย์ผู้รับผิดชอบโครงการ นักศึกษา หรือผู้ใช้งาน และนักวิชาการศึกษา ผู้ควบคุมดูแลเครื่องมือ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีระบบ สามารถกำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้เกี่ยวข้องแต่ละฝ่ายได้อย่างชัดเจน และลดความคลาดเคลื่อนในการปฏิบัติงาน ผู้จัดทำจึงได้จัดทำผังกระบวนการปฏิบัติงานรวม (Overall Workflow) ตั้งแต่การวางแผนการทดลอง การประสานงานขอใช้งานเครื่อง การเตรียมความพร้อมของระบบ การดำเนินการฆ่าเชื้อ การจัดเก็บข้อมูล ตลอดจนการนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาและวิจัย โดยแสดงในรูปแบบ Swimlane Flowchart ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผังกระบวนการปฏิบัติงานรวม [3]

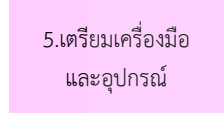
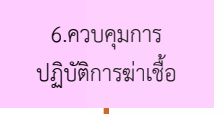
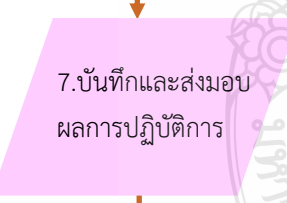
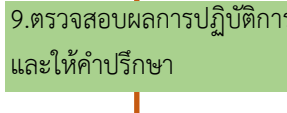
4.2 รายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติงาน

เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบและเป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดแผนการดำเนินงาน การประสานงานผู้ใช้งาน การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ การควบคุมการปฏิบัติการฆ่าเชื้อ การบันทึกข้อมูล ตลอดจนการส่งมอบข้อมูลและการติดตามผลการดำเนินงานทั้งสิ้น 9 ขั้นตอน โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 โดยขั้นตอนที่ ขั้นตอนที่ 3, 5, 6 และ 7 เป็นขั้นตอนที่นักวิชาการศึกษามีบทบาทหลักในการสนับสนุนและควบคุมการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติงาน

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	กำหนดแผนการปฏิบัติงานและเงื่อนไขปฏิบัติการ: ก่อนดำเนินการเช่าซื้อ อาจารย์ผู้รับผิดชอบโครงการ หรือผู้ควบคุมงานวิจัยจะกำหนดวัตถุประสงค์ แผนการทดลอง และเงื่อนไขการเช่าซื้อที่ต้องการ ศึกษา เช่น อุณหภูมิ เวลา และจำนวนตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดลอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบ การวางแผนเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	อาจารย์/ ผู้รับผิดชอบ โครงการ	
2.ติดต่อขอใช้ เครื่องเช่าซื้อ	ติดต่อขอใช้งานเครื่องมือ: นักศึกษาหรือผู้ใช้งาน ติดต่อประสานงานกับนักวิชาการศึกษาเพื่อแจ้ง ความประสงค์ ในการใช้เครื่องเช่าซื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน พร้อมแจ้งรายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะงาน จำนวนตัวอย่าง และช่วงเวลาที่ต้องการใช้งาน เพื่อให้สามารถวางแผนการเตรียมความพร้อมของ ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ เมื่อได้รับการยืนยันความพร้อมของเครื่องมือ และห้องปฏิบัติการแล้ว จะมีการนัดหมายวันและ เวลาปฏิบัติการร่วมกันระหว่างผู้ใช้งาน ผู้ปฏิบัติงาน และอาจารย์ผู้รับผิดชอบโครงการ	นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน	
3.ตรวจสอบความ พร้อมให้บริการ ไม่พร้อม พร้อม 1	ตรวจสอบความพร้อมให้บริการ: โดยพิจารณาความพร้อมของบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน เครื่องเช่าซื้อ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และตารางการ จองใช้งาน เพื่อประเมินความสามารถในการให้บริการตามวัน และเวลาที่ผู้ขอใช้บริการประสงค์ หากไม่สามารถ ให้บริการได้ ให้ประสานงานเพื่อกำหนดวันและ เวลาปฏิบัติการใหม่ที่เหมาะสม	ผู้ปฏิบัติงาน	

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดขั้นตอนปฏิบัติการ (ต่อ)

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
 1 4.เตรียมตัวอย่างอาหารและถุงรีโอร์ต	เตรียมตัวอย่างอาหารและถุงรีโอร์ต: เตรียมตัวอย่างอาหารและบรรจุลงในถุงรีโอร์ตตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยต้องเลือกขนาดถุงปริมาณการบรรจุ และวิธีการปิดผนึกให้เหมาะสมกับลักษณะผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถดำเนินการฆ่าเชื้อและเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่กำกับดูแลและให้คำแนะนำให้เป็นไปตามเงื่อนไขความปลอดภัย	นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน/ ผู้ปฏิบัติงาน	-
 5.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์: เตรียมเครื่องฆ่าเชื้อและติดตั้งระบบบันทึกข้อมูล โดยตั้งค่าของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับแผนการทดลอง	ผู้ปฏิบัติงาน	-
 6.ควบคุมการปฏิบัติการฆ่าเชื้อ	ควบคุมการปฏิบัติการฆ่าเชื้อ: ผู้ปฏิบัติงานควบคุมดูแลการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ติดตามการทำงานของระบบและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องตลอดกระบวนการ	ผู้ปฏิบัติงาน	-
 7.บันทึกและส่งมอบผลการปฏิบัติการ	บันทึกและส่งมอบผลการปฏิบัติการ: ถ่ายโอนและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิจากอุปกรณ์ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล คำนวณค่า F_0 จากข้อมูลอุณหภูมิ-เวลา เพื่อประเมินผลการฆ่าเชื้อและส่งมอบข้อมูลพร้อมตัวอย่างให้นักศึกษาหรือผู้ใช้งาน	ผู้ปฏิบัติงาน	-
 8.สรุปผลการปฏิบัติการ	สรุปผลการปฏิบัติการ: นักศึกษาหรือผู้ใช้งานนำข้อมูลอุณหภูมิและผลการทดลองที่ได้รับไปใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานศึกษา งานวิจัย หรือโครงการวิศวกรรมอาหาร	นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน/ ผู้ปฏิบัติงาน	-
 9.ตรวจสอบผลการปฏิบัติการและให้คำปรึกษา	ตรวจสอบผลการปฏิบัติการและให้คำปรึกษา: ประเมินผลการปฏิบัติการจากข้อมูลที่ได้รับพร้อมให้คำปรึกษา	อาจารย์/ ผู้รับผิดชอบ โครงการ	-
 สิ้นสุด			

4.3 รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน

ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการตามกระบวนการเตรียมงานและการประสานงานตามที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4.1 และรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานในหัวข้อ 4.2 แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการดำเนินการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมของระบบ การควบคุมอุณหภูมิ ความดัน และเวลา เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนอย่างเพียงพอตามเงื่อนไขที่กำหนด และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการฆ่าเชื้อได้อย่างถูกต้อง

การปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้เป็นการขยายรายละเอียดของการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ การควบคุมการปฏิบัติการฆ่าเชื้อ และการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและค่าความดัน F_0 โดยผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่เตรียมความพร้อมของระบบและเครื่องมือ ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ การตั้งค่าระบบควบคุมอัตโนมัติ การบันทึกข้อมูลอุณหภูมิระหว่างกระบวนการ และจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการคำนวณค่า F_0 โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น 10 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดงานแสดงดังตารางที่ 4.2

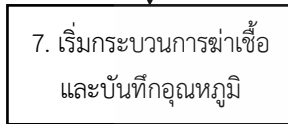
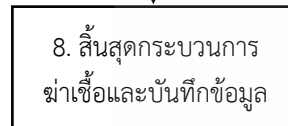
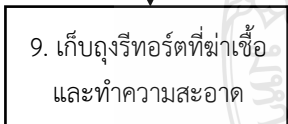
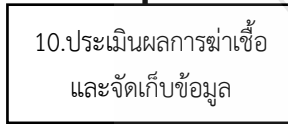
ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลา	หมายเหตุ
<pre> graph TD Start([เริ่มต้น]) --> Step1[1. เตรียมความพร้อมของระบบลม น้ำ และไฟฟ้า] Step1 --> Decision{ตรวจสอบแรงดันลม น้ำ และไฟฟ้า} Decision -- ไม่ถูกต้อง --> Step1 Decision -- ถูกต้อง --> End{{1}} </pre>	ขั้นตอนที่ 1 เตรียมความพร้อมของระบบลม น้ำ และไฟฟ้า: ในการปฏิบัติงานจะเริ่มไปที่ระบบ โดยตรวจสอบว่าแรงดันลมในถังพักลมมีแรงดันลมมากกว่า 4 bar ตรวจสอบว่าน้ำไหลปกติ และมีแรงดันน้ำมากกว่า 1 bar ตรวจสอบว่าระบบไฟฟ้าไม่ขัดข้อง	ผู้ปฏิบัติงาน	10 นาที	

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถังรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน (ต่อ)

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลา	หมายเหตุ
	ขั้นตอนที่ 2 ติดตั้งโพรบ : เจาะรูถังรีโอร์ตแล้วใส่โพรบวัดอุณหภูมิไว้ที่ถังรีโอร์ต เติมน้ำใส่ในถังรีโอร์ตที่ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิเรียบร้อยแล้วให้ท่วมโพรบ วัดอุณหภูมิ ตรวจสอบดูว่ามีการรั่วซึมหรือไม่ โดยการใช้กระดาษทิชชูหรือผ้าแห้งซับบริเวณที่ติดตั้ง	ผู้ปฏิบัติงาน/ นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน	20 นาที	
	ขั้นตอนที่ 3 บรรจุตัวอย่างแล้วปิด ฝานิ้ก: ใส่ตัวอย่างอาหารที่จะใช้ฆ่าเชื้อในถังรีโอร์ตที่ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิไว้แล้วปิดฝานิ้กถังรีโอร์ตให้สนิท	ผู้ปฏิบัติงาน/ นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน	10 นาที	
	ขั้นตอนที่ 4 ตั้งค่าการบันทึก อุณหภูมิ: ตั้งค่าการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิและต่อสายคู่ควบคุมความร้อนที่ติดตั้งไว้กับถังรีโอร์ต	ผู้ปฏิบัติงาน	5 นาที	
	ขั้นตอนที่ 5 บรรจุถังรีโอร์ตเข้า เครื่องฆ่าเชื้อ: โดยบรรจุถังรีโอร์ตทั้งหมดที่ต้องการฆ่าเชื้อไว้ในเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน	ผู้ปฏิบัติงาน/ นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน	5 นาที	

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน (ต่อ)

ผังวิธีปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลา	หมายเหตุ
	ขั้นตอนที่ 6 เปิดเครื่องฆ่าเชื้อ ตั้งค่าระบบ PLC: เปิดโปรแกรมและตั้งค่าอุณหภูมิ ความดันและระยะเวลาของแต่ละขั้นตอน	ผู้ปฏิบัติงาน	10 นาที	
	ขั้นตอนที่ 7 เริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อ และบันทึกอุณหภูมิ: ส่งเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน และส่งเริ่มการบันทึกอุณหภูมิ	ผู้ปฏิบัติงาน	70 นาที	
	ขั้นตอนที่ 8 สิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูล: ปิดเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน และการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิของการฆ่าเชื้อ	ผู้ปฏิบัติงาน	10 นาที	ไฟล์ Excel ข้อมูลอุณหภูมิ
	ขั้นตอนที่ 9 เก็บถุงรีโอร์ตที่ฆ่าเชื้อและทำความสะอาด: นำถุงรีโอร์ตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วออกจากเครื่องและทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นที่ปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน/ นักศึกษา/ ผู้ใช้งาน	10 นาที	
	ขั้นตอนที่ 10 ประเมินผลการฆ่าเชื้อ และจัดเก็บข้อมูล: คำนวณค่า F_0 จัดเก็บไฟล์ข้อมูล และส่งมอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้แก่ นักศึกษาหรือผู้ใช้งาน	ผู้ปฏิบัติงาน	10 นาที	ไฟล์ Excel ข้อมูลอุณหภูมิ และไฟล์ คำนวณ F_0
				

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการฆ่าเชื้อถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อนสามารถอธิบายขั้นตอนเป็นลำดับขั้นดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนที่ 1 เตรียมความพร้อมของระบบลม, น้ำ และไฟฟ้า

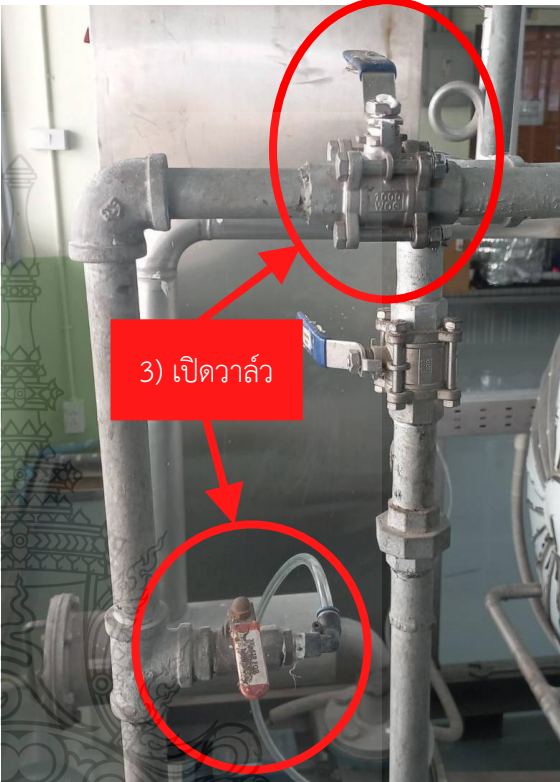
การใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนนั้นจะต้องใช้ แรงดันลม น้ำประปา และไฟฟ้าในการปฏิบัติการซึ่งโดยจะเริ่มไปที่ระบบ

1) ดำเนินการเตรียมความพร้อมและตรวจสอบของระบบแรงดันลม โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังที่แสดงในตารางที่ 4.3

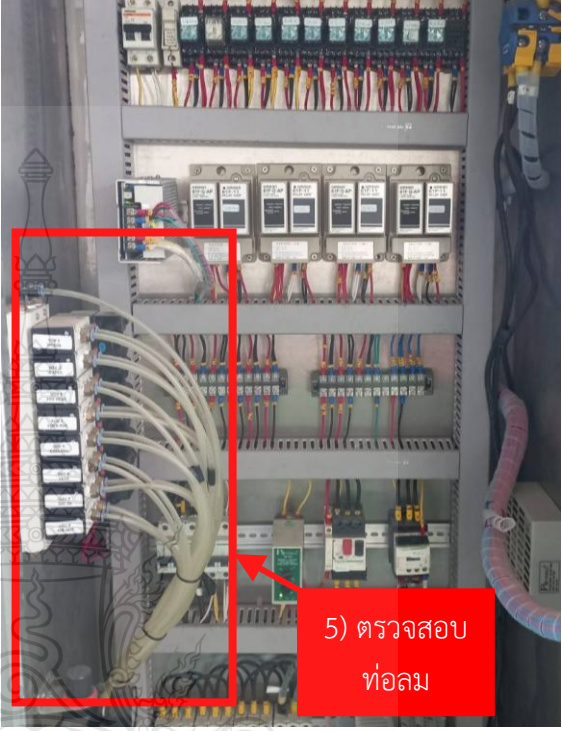
ตารางที่ 4.3 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบลม

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	เปิดการทำงานของปั๊มลม โดยยกเบรกเกอร์ขึ้น (Circuit Breaker) เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ปั๊มลมทำงาน	
2	รอให้อัดถังพักลม มีความดันลมในถังมากกว่า 4 บาร์ ถ้าถังพักลมมีความดันถึง 7 บาร์ ปั๊มลมจะหยุดการทำงานอัตโนมัติ	

ตารางที่ 4.3 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบลม (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
3	เมื่อมีแรงดันลมเพียงพอ ให้เปิดบอลวาล์วทั้ง 2 จุด เพื่อส่งลมเข้าสู่ระบบ นิวเมติกส์ (Pneumatic) ของตู้ควบคุมเครื่องฆ่าเชื้อ	
4	ปลดล็อกด้านหน้า ตู้ควบคุม โดยวิธีการ ปลดล็อกฝาหน้าตู้ คือ 4.1) ดันลงแล้วก้าน ตัวล็อกจะเด้งขึ้นมา 4.2) ให้บิดก้านทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา	

ตารางที่ 4.3 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบลม (ต่อ)

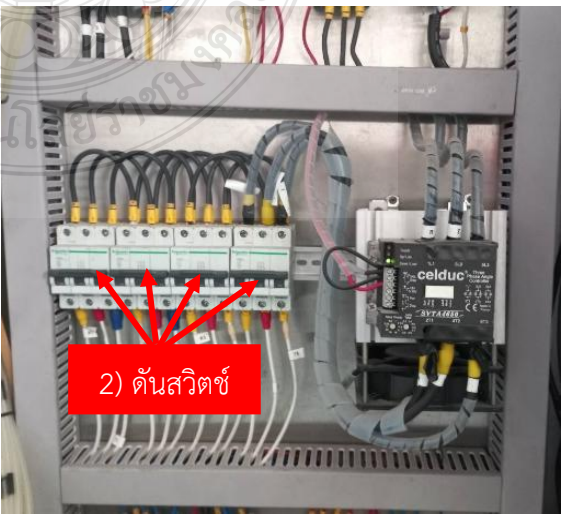
ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
5	เปิดฝาด้านหน้าของตู้ เช็ควาระบบนิวเมติกส์ มีลมรั่วหรือไม่ถ้ามีลมรั่ว ให้รีบทำการแก้ไข	
6	ทดสอบทำงานระบบลม และวาล์วด้วยการกด ไปที่ปุ่มควบคุม ระบบด้วยมือสีแดง ที่ละปุ่ม เพื่อทดสอบ การเปิดปิดของวาล์ว จะได้ยินเสียงลม และเห็นการทำงานของ ของวาล์ว ให้ทำการทดสอบจนครบ ทุกตัว เพื่อตรวจสอบ ท่อส่งลม ว่าสามารถทำงานได้ปกติ	

เทคนิคการปฏิบัติงาน ในการทดสอบโซลินอยด์วาล์วด้วยปั๊มควบคุมระบบด้วยมือ หากวาล์วอยู่ในสภาพปกติ ปั๊มควบคุมจะสามารถกดและดึงกลับได้ตามปกติ และเมื่อกดซ้ำจะได้ยินเสียงลมสม่ำเสมอ หากปั๊มไม่ดึงกลับหรือเสียงลมผิดปกติ แสดงว่ามีความผิดปกติในระบบส่งลม

2) ตรวจสอบแรงดันน้ำของระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัย โดยการเปิดวาล์วน้ำสังเกตระบบท่อของเครื่องฆ่าเชื้อ ว่ามีน้ำรั่วซึมหรือไม่ แรงดันจะต้องวัดค่าได้มากกว่า 1 บาร์ ระบบจึงจะสามารถนำน้ำมาใช้งานได้ ซึ่งโดยปกติน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยจะมีแรงดันที่ประมาณ 2 บาร์

3) เตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้าในตู้ควบคุมเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้า

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	เปิดสวิตช์จ่ายไฟหลักของตู้ระบบควบคุมโดยหมุนสวิตช์ไฟฟ้าหลักตามเข็มนาฬิกาไปที่ตำแหน่ง ON	 1) หมุนตามเข็มนาฬิกา
2	เปิดเบรกเกอร์เครื่องกำเนิดความร้อนในตู้ควบคุมเครื่อง โดยดันคันโยกของสวิตช์เครื่องกำเนิดความร้อนทั้ง 4 ตัว ขึ้น	 2) ดันสวิตช์

ตารางที่ 4.4 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้า (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
3	ตรวจสอบสถานะของรีเลย์ทั้ง 4 ตัว ต้องมีไฟสีแดงติดค้าง แสดงว่า ระบบทำความร้อน พร้อมทำงาน	

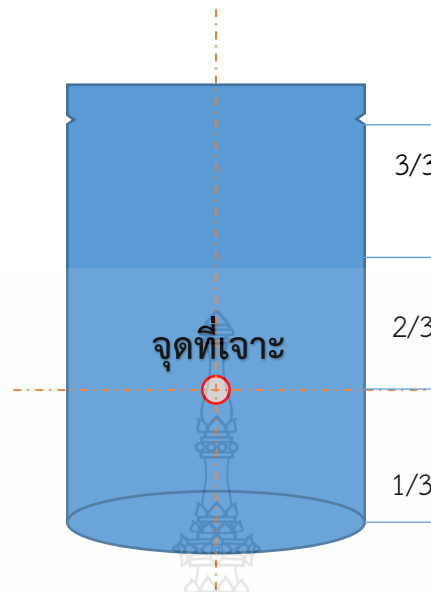
ข้อพึงระวัง บริเวณเบรกเกอร์เครื่องกำเนิดความร้อนเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้ากำลัง ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบให้มือและร่างกายแห้งสนิทก่อนปฏิบัติงาน หลีกเลี่ยงการสัมผัสอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะมือเปียกหรือยืนอยู่บนพื้นที่เปียกชื้น และต้องปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยด้านไฟฟ้าอย่างเคร่งครัด

เทคนิคการปฏิบัติงาน ควรเปิดระบบไฟฟ้าและอุ่นเครื่องล่วงหน้าอย่างน้อย 30 นาที ก่อนเริ่มใช้งานโปรแกรมควบคุม เพื่อให้ระบบอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องกำเนิดความร้อนมีเสถียรภาพ ลดความคลาดเคลื่อนของการควบคุมอุณหภูมิในช่วงเริ่มต้นการปฏิบัติการ

4.3.2 ขั้นตอนที่ 2 ติดตั้งโพรบบนถุงรีโอร์ต

เพื่อให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจุดกึ่งกลางที่ร้อนช้าที่สุดภายในถุงรีโอร์ตได้อย่างแม่นยำ ให้ดำเนินการติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิลงในถุงรีโอร์ตตามขั้นตอนดังนี้

1) เจาะรูถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องเจาะรูพลาสติก โดยเลือกตำแหน่งเจาะรูที่กึ่งกลางถุงกรณีเป็นถุงรีโอร์ตแบบตั้งได้ให้เจาะที่ความสูง $\frac{1}{3}$ ของความสูงวัดจากก้นถุง ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และถ้าถุงรีโอร์ตแบบแบน ให้เจาะที่ตำแหน่งกึ่งกลางถุง [12]



ภาพที่ 4.2 แสดงตำแหน่งการเจาะรูถุงรีทอร์ตแบบตั้งได้ [9]

2) ใช้ประแจแหวนข้างปากตาย เบอร์ 13 ถอดนอตและซีลออกจากหัวของโพรบ 1 ด้าน สอดโพรบวัดอุณหภูมิเข้าไปในถุงรีทอร์ตผ่านรูที่เจาะไว้ สวมซีลและนอตเข้าไปที่หัวโพรบด้านในถุง ตามลำดับ แล้วใช้ประแจเบอร์ 13 สอดเข้าไปหมุนนอตด้านในถุงรีทอร์ตให้เลื่อนมาบิบนซีล โดยต้องจับยึดหัวโพรบวัดอุณหภูมิด้านนอกถุงไว้กับที่ย่อให้หมุนตามแรงขันนอต เพื่อป้องกันความเสียหายของสายคู่ควบคุมความร้อนและหัวโพรบวัดอุณหภูมิ เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงการติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิในถุงรีทอร์ตแบบตั้งได้ [3]

3) เติมน้ำสะอาดลงไปในถังรีโอร์ตที่ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิเรียบร้อยแล้วให้ท่วมโพรบวัดอุณหภูมิ ตรวจสอบดูว่ามีการรั่วซึมหรือไม่ โดยการใช้กระดาษทิชชูหรือผ้าแห้ง ซับบริเวณรูเจาะที่ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิสังเกตดูว่ามีน้ำรั่วหรือไม่ หากไม่มีการรั่วซึมให้เทน้ำสะอาดออกแล้วสามารถนำไปใช้บรรจุตัวอย่างอาหารได้

ข้อพึงระวัง การติดตั้งโพรบบนถังรีโอร์ตมีข้อพึงระวังดังนี้

1) ในขณะขันนอตเพื่อยึดโพรบเข้ากับถัง ห้ามให้แกนโพรบหมุนตามเด็ดขาด เพราะจะทำให้สายสัญญาณภายในบิตและขาดออกจากจุดเชื่อมต่อ ซึ่งจะส่งผลให้การอ่านค่าอุณหภูมิผิดพลาดหรือโพรบเสียใช้งานไม่ได้

2) หากเจาะผิดตำแหน่ง จะทำให้ไม่ตรงจุด Cold Point ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ จะไม่สามารถนำมาคำนวณหา F_0 ที่ถูกต้องแม่นยำได้

3) ก่อนการติดตั้งทุกครั้ง ควรตรวจสอบสภาพของยางซีลว่ามีความยืดหยุ่นดีหรือไม่ มีรอยฉีกขาดหรือร้าวสกปรกติดอยู่หรือไม่ เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่มีการรั่วซึมภายใต้แรงดันสูงในถังความดัน

4) ห้ามดึงสายคู่ควบคุมความร้อนด้วยแรงกระชาก เนื่องจากอาจทำให้จุดเชื่อมต่อภายในเสียหายและส่งผลต่อความแม่นยำของการวัดอุณหภูมิ

เทคนิคการปฏิบัติงาน เมื่อต้องการเก็บสายคู่ควบคุมความร้อนควรม้วนเป็นวงกว้างและหลีกเลี่ยงการหักงอเป็นมุมแคบ เพื่อลดโอกาสเกิดความเสียหายของสายคู่ควบคุมความร้อน

4.3.3 ขั้นตอนที่ 3 บรรจุตัวอย่างแล้วปิดผนึก

เมื่อติดตั้งโพรบและทดสอบการรั่วซึมเรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการบรรจุตัวอย่างและปิดผนึกถังตามขั้นตอนดังนี้

1) บรรจุตัวอย่างอาหารลงในถังรีโอร์ตอย่างระมัดระวัง กรณีอาหารเป็นก้อนหรือของแข็งต้องจัดวางตำแหน่งให้แกนของโพรบวัดอุณหภูมิแทงเข้าไปอยู่กึ่งกลางของชิ้นอาหารเพื่อวัดอุณหภูมิที่จุดร้อนซ้ำที่สุด และในกรณีอาหารมีส่วนประกอบที่เป็นของเหลวตรวจสอบให้แน่ใจว่าปลายโพรบจมอยู่ในอาหารและไม่สัมผัสกับผนังถัง

2) ไล่อากาศในถังรีโอร์ตโดยพยายามรีดอากาศออกจากถังรีโอร์ตให้ได้มากที่สุด ก่อนการปิดผนึก เพื่อลดแรงดันสะสมภายในขณะได้รับความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รอยปิดผนึกฉีกขาด

3) ปิดผนึกถุงรีโอร์ตด้วยความร้อน โดยใช้เครื่องปิดผนึกแบบใช้เท้าเหยียบ วางจัดตำแหน่งถุงรีโอร์ตให้ปากถุงเรียบตึง ไม่เป็นรอยยับ ปรับการตั้งค่าระดับความร้อนที่ ระดับ 6 แล้วเหยียบแป้นคันโยกค้างไว้จนไฟสัญญาณดับ และรอให้รอยปิดผนึกเซตตัวครู่หนึ่งก่อนนำถุงออก

4) ตรวจสอบคุณภาพรอยปิดผนึก สามารถตรวจสอบได้ 2 วิธีคือ

(1) ตรวจสอบด้วยสายตารอย โดยรอบปิดผนึกต้องเรียบ สม่ำเสมอ และไม่มีฟองอากาศหรือเศษอาหารแทรกอยู่

(2) ตรวจสอบด้วยการดึง ทดลองใช้นิ้วดึงตรรรอยเบาๆ หากหลุดออกได้ง่าย ให้เพิ่มระดับความร้อน หากฟิล์มละลายจนยุ่นเกินไปให้ลดระดับความร้อนลงตามความเหมาะสม

ข้อพึงระวัง การบรรจุตัวอย่างแล้วปิดผนึกมีข้อพึงระวังดังนี้

1) ระวังอย่าให้เศษอาหารหรือคราบน้ำซอสเปื้อนบริเวณปากถุงที่จะทำการปิดผนึก เพราะจะทำให้ฟิล์มไม่ประสานตัวกัน ส่งผลให้ถุงรั่วระหว่างการฆ่าเชื้อ

2) หากใส่อากาศออกน้อยไป อากาศที่เหลืออยู่มากจะขยายตัวอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น หากระบบควบคุมความดันของเครื่องรีโอร์ตทำงานไม่สัมพันธ์กัน อาจทำให้ถุงพองจนแตกได้

3) ควรเหลือพื้นที่ว่างที่ปากถุงให้เหมาะสม ไม่บรรจุจนแน่นเกินไป เพื่อให้สะดวกต่อการรีดอากาศและช่วยให้รอยปิดผนึกมีความแข็งแรง

เทคนิคการปฏิบัติงาน การบรรจุตัวอย่างแล้วปิดผนึกมีคำแนะนำดังนี้

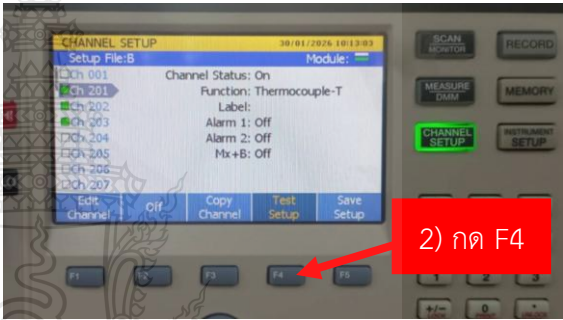
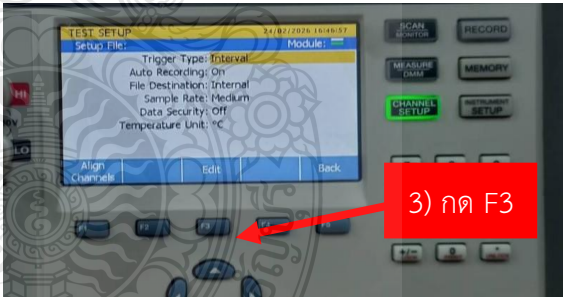
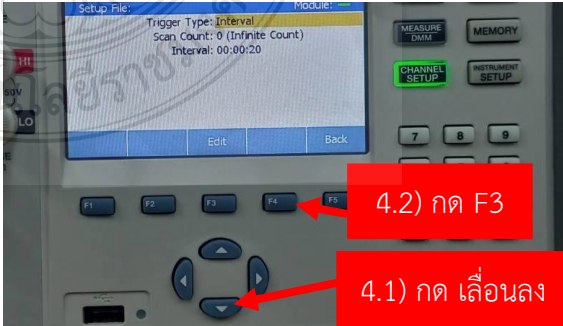
1) ใช้วิธีการปิดผนึกสองชั้น เมื่อรอยปิดผนึกแรกดูไม่มั่นใจ สามารถทำการซีลซ้ำอีกครั้ง (ให้รอยปิดผนึกขนานกัน) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยจากการรั่วซึมในกรณีที่ต้องทดสอบภายใต้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน

2) หากมีการปนเปื้อนของอาหารที่ปากถุง ให้ใช้ผ้าสะอาดหรือกระดาษทิชชู เช็ดให้แห้งสนิทก่อนทำการซีล เพื่อให้รอยซีลมีความแข็งแรงสูงสุด

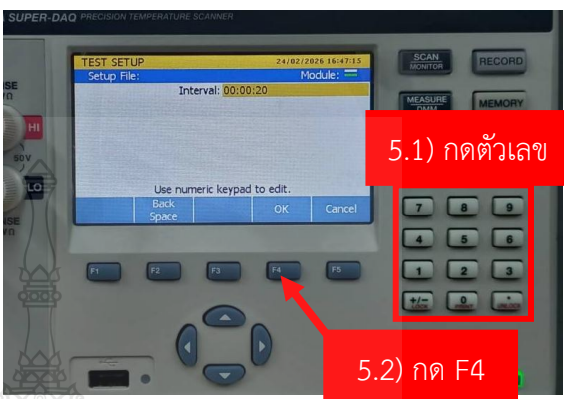
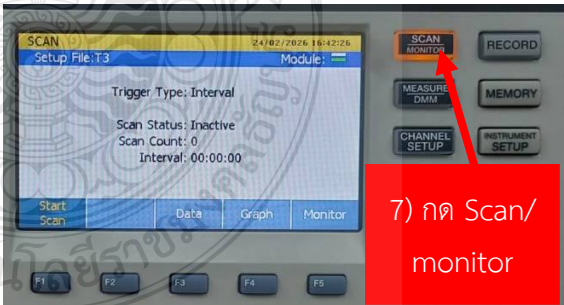
4.3.4 ขั้นตอนที่ 4 ตั้งค่าการบันทึกอุณหภูมิ

ติดตั้งอุปกรณ์และตั้งค่าการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง Fluke Calibration 1586A SUPER-DAQ โดยดำเนินการไปที่ละขั้นตอน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงวิธีการตั้งค่าการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	ต่อสายคู่ควบความร้อนที่ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิบนถุงรีโอร์ทเข้าไปที่ช่องสัญญาณ 01 02 03 ของเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูงตามลำดับ	
2	เมื่อเปิดเครื่องที่หน้าจอจะแสดงการตั้งค่าล่าสุดให้เข้าไปตั้งค่าความถี่ในการบันทึกข้อมูลโดย กด F4 เข้า Test Setup	
3	กด F3 เข้า Edit	
4	4.1) กด เลื่อนลง ให้ไฮไลต์สี่เหลี่ยมมาอยู่ที่ Interval 4.2) กด F3 เข้า Edit	

ตารางที่ 4.5 แสดงวิธีการตั้งค่าการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
5	5.1) กด ปุ่มตัวเลข เพื่อตั้งระยะห่างของ การบันทึกโดยค่าจะอยู่ใน รูปแบบ ชั่วโมง/นาฬิกา/ วินาที ต่อ1ครั้งที่เก็บค่า คือ 00:00:20 จะบันทึก ทุก 20 วินาที 5.2) ป้อนค่าที่ต้องการ แล้วกด F4 OK เพื่อบันทึกค่า	
6	กด F5 Back เพื่อกลับ หน้าจอหลักหรือกด ปุ่ม CHANNEL SETUP เพื่อกลับมาหน้าจอเริ่มต้น	
7	กดปุ่ม SCAN/MONITOR ไฟสีส้มที่ปุ่มจะติดขึ้นมา	

คำแนะนำ หากเครื่อง Fluke 1586A ไม่แสดงช่องสัญญาณมาตรฐาน (Ch. 201, 202, 203) หรือต้องการเปิดช่องสัญญาณอื่นเพิ่มเติม ให้กดลูกศรเลื่อนไปยังช่องสัญญาณที่ต้องการ แล้วกด F2 (ON/OFF) เพื่อเปิดใช้งาน กรณีที่ต้องการปรับแต่งรายละเอียดเฉพาะของช่องสัญญาณนั้นเพิ่มเติม ให้กด F1 (Edit) เพื่อเข้าสู่หน้าจอแก้ไขการตั้งค่า

เทคนิคการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้วิธีลัดในการตั้งค่าช่องสัญญาณจำนวน
มากที่มีเงื่อนไขเดียวกัน (เช่น ประเภทโพรบ หรือช่วงอุณหภูมิเดียวกัน) โดยไม่ต้องคีย์ข้อมูลใหม่ที่ละ
ช่อง ทำได้โดยเลื่อนไปยังช่องสัญญาณต้นฉบับแล้วกด F3 (Copy) จากนั้นเลื่อนไปยังช่องสัญญาณ

ปลายทางที่ต้องการแล้วกด F4 (Paste) ระบบจะคัดลอกข้อมูลพร้อมนำกลับเข้าสู่หน้าจอหลักโดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยลดเวลาและป้องกันความผิดพลาดจากการคีย์ข้อมูลซ้ำ

4.3.5 ขั้นตอนที่ 5 บรรจุถุงรีโอร์ตเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ

หลังจากการเตรียมตัวอย่างใส่ในถุงรีโอร์ตและตรวจสอบและตั้งค่าโปรแกรมการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูงเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มดำเนินการบรรจุถุงรีโอร์ตทั้งหมดที่ต้องการฆ่าเชื้อไว้เชื้อเข้าเครื่องฆ่าเชื้อตามขั้นตอน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงวิธีการเปิดฝาเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนเพื่อบรรจุรีโอร์ต

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	เปิดฝาเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนด้วยการหมุนมือจับตามเข็มนาฬิกา	
2	นำถุงรีโอร์ตที่บรรจุอาหารและซีลปิดผนึกเรียบร้อยแล้ว ใส่ลงในตะกร้าของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำ	

ตารางที่ 4.6 แสดงวิธีการเปิดฝาเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนเพื่อบรรจุถุงรีโอร์ต (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
3	เมื่อใส่ถุงรีโอร์ตเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดฝาและดันล็อก ฝาถึงให้เรียบร้อย	
4	ปิดวาล์วน้ำทิ้งให้สนิท	

ข้อพึงระวัง บรรจุถุงรีโอร์ตเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ มีข้อพึงระวังดังนี้

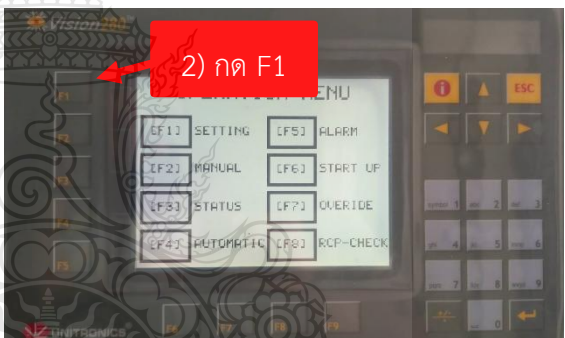
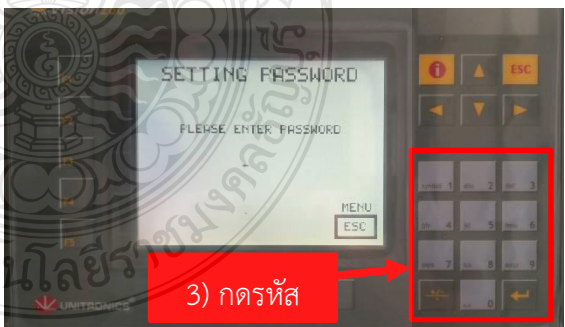
- 1) ควรจัดวางสายสัญญาณคู่ควบคุมความร้อนไม่ให้หักงอเกินไป หรือถูกตะกร้ากดทับ ในขณะที่เคลื่อนย้ายเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ
- 2) ต้องมั่นใจว่าสลักล็อกฝาถึงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและแน่นสนิท หากล็อกไม่สมบูรณ์ เครื่องอาจไม่สามารถสร้างแรงดันได้ตามที่ตั้งค่าไว้ และอาจเกิดอันตรายจากแรงดันรั่วไหล

เทคนิคการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานควรจัดวางถุงรีโอร์ตให้กระจายตัวทั่วตะกร้าอย่างสม่ำเสมอ ไม่ซ้อนทับหรือกระจุกตัวอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่ง เพื่อเปิดพื้นที่ให้ละอองน้ำร้อนสามารถฉีดพ่นเข้าถึงทุกผิวสัมผัสของบรรจุภัณฑ์ได้อย่างทั่วถึง สำหรับถุงรีโอร์ตที่ติดตั้งโพรบวัดอุณหภูมิ ให้จัดวางกระจายตามตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วตะกร้าเช่นกัน เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิและคำนวณค่า F_0 ได้อย่างแม่นยำ

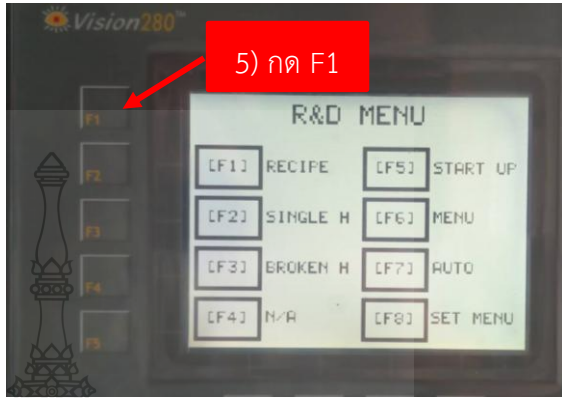
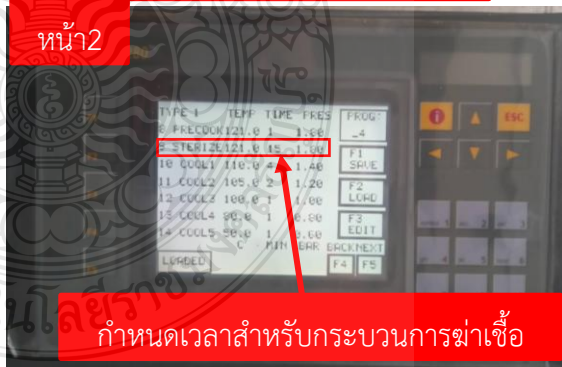
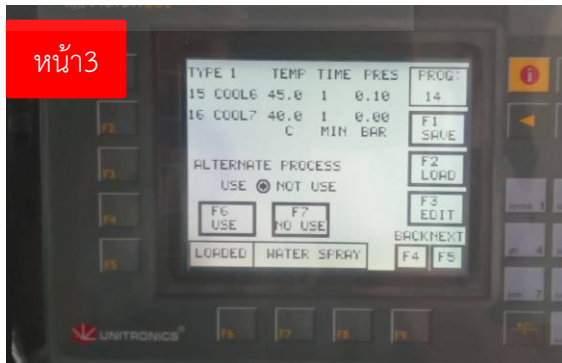
4.3.6 ขั้นตอนที่ 6 เปิดเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ตั้งค่าระบบ PLC

การเปิดโปรแกรม PLC ของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนโดยสามารถเข้าไปตรวจสอบและตั้งค่าตามขั้นดังที่แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงวิธีการตั้งค่าระบบ PLC ของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	เมื่อเปิดเครื่อง หน้าจอจะแสดง หน้าจอเริ่มต้น กดปุ่ม i หรือ ESC เพื่อเข้าสู่เมนูหลัก	
2	หลังจากกดแล้วหน้าจอ จะเปลี่ยนไปเป็น การแสดงผล เมนูปฏิบัติการหลัก ให้เลือก กด F1 เพื่อเข้าเมนู SETTING	
3	ใส่รหัสผ่าน 5 หลัก รหัสผ่านคือ 12345	
4	จอแสดงผลจะกลับไป SETTING MENU กด F8 PROGRAM	

ตารางที่ 4.7 แสดงวิธีการตั้งค่าระบบ PLC ของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
5	หน้าจอจะแสดง R&D MENU กด F1 RECIPE เพื่อเข้าสู่การตั้งค่า ขั้นตอนการทำงานของ เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีด พ่นน้ำร้อน	
6	ใน 1 RECIPE จะมี 16 ขั้นตอน แสดงผลอยู่ ใน 3 หน้าจอ โดยสามารถกดไป หน้าจอถัดไปด้วยปุ่ม F5 และกดปุ่ม F4 หากต้องการย้อนกลับ โดยให้เลือกกด F5 เพื่อไปยังหน้า 2 ในแต่ละขั้นตอนจะต้อง ตั้งค่าข้อมูล 3 อย่างคือ TEMP (อุณหภูมิ) TIME (เวลาที่จะให้ ดำเนินขั้นตอน) PRES (ความดัน) โดยขั้นตอนที่ 1 ถึง 8 คือการเพิ่มอุณหภูมิ ขั้นตอนที่ 9 คือ การฆ่าเชื้อ ขั้นตอนที่ 10 ถึง 16 คือการลดอุณหภูมิ	หน้า 1  หน้า 2  กำหนดเวลาสำหรับกระบวนการฆ่าเชื้อ หน้า 3 

ตารางที่ 4.7 แสดงวิธีการตั้งค่าระบบ PLC ของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน (ต่อ)

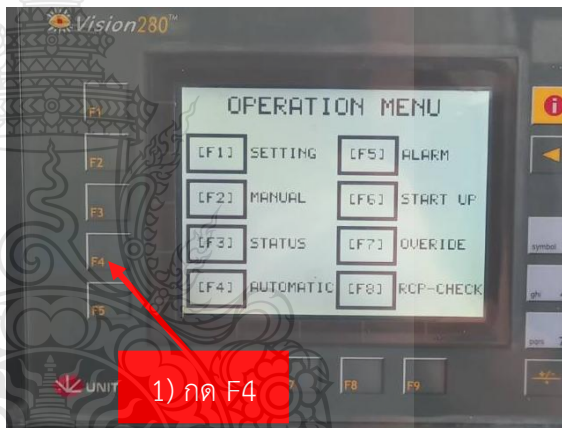
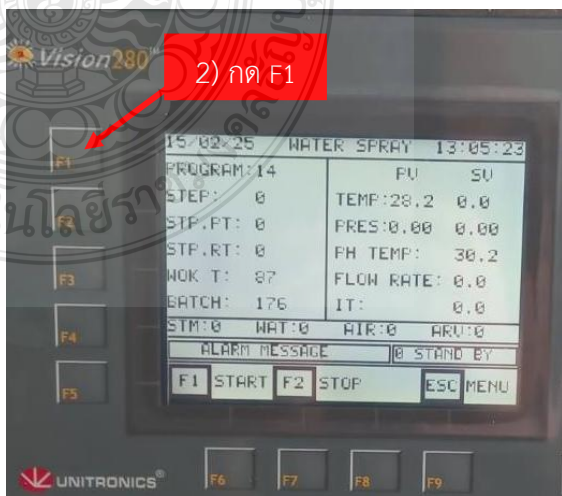
ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
7	หากต้องการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการฆ่าเชื้อให้ดำเนินการดังนี้ ไปที่ RECIPE หน้า ที่ 2 7.1) กด ENTER 9 ครั้ง 7.2) ตัวเลขจะกระพริบที่ ขั้นตอน ที่ 9 ในแถวของ TIME หากเกินจะต้องกดวนใหม่อีกรอบ 7.3) กดตัวเลขจำนวนเวลาที่ต้องการในหน่วยนาที่ 7.4) กด F1 เพื่อบันทึกค่าที่เปลี่ยนแปลง	7.4) กด F1 7.2) รอดตัวเลขที่ต้องการกระพริบ 7.3) กดค่าที่ต้องการ 7.1) กด Enter
8	หลังจากตรวจสอบ หรือบันทึกการแก้ไขข้อมูลที่ต้องการแล้ว ให้กด ESC เพื่อกลับไป R&D MENU	8) กด ESC
9	กด F6 MENU เพื่อเข้าสู่หน้า OPERATION MENU	9) กด F6

ข้อพึงระวัง เนื่องจากการตั้งค่าระบบ PLC ต้องกดปุ่ม ENTER วนตามลำดับ ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ความระมัดระวังและตรวจสอบตำแหน่งเคอร์เซอร์กระพริบให้ตรงกับหัวข้อที่ต้องการปรับเปลี่ยน (TEMP, TIME, PRES) ทุกครั้งก่อนกดบันทึกค่าด้วยปุ่ม F1 เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตั้งค่าของเงื่อนไขการฆ่าเชื้อ

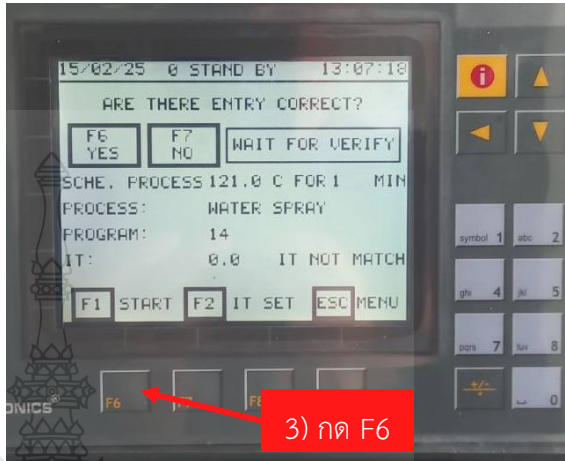
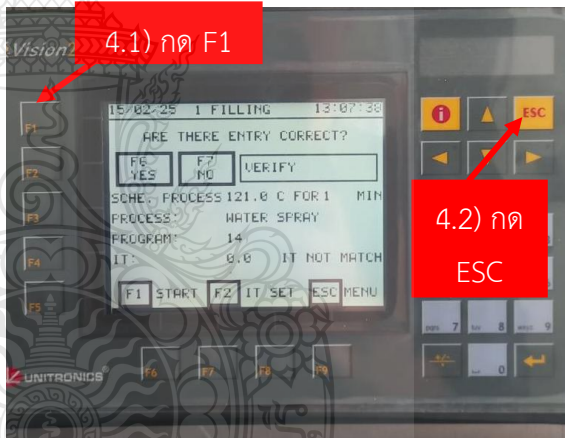
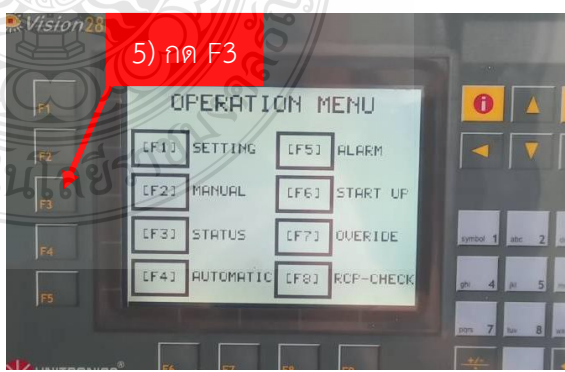
4.3.7 ขั้นตอนที่ 7 เริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกอุณหภูมิ

เมื่อทำการตรวจสอบและตั้งค่าโปรแกรมการทำงานเรียบร้อยแล้วจึงสั่งเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อของเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนโดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8

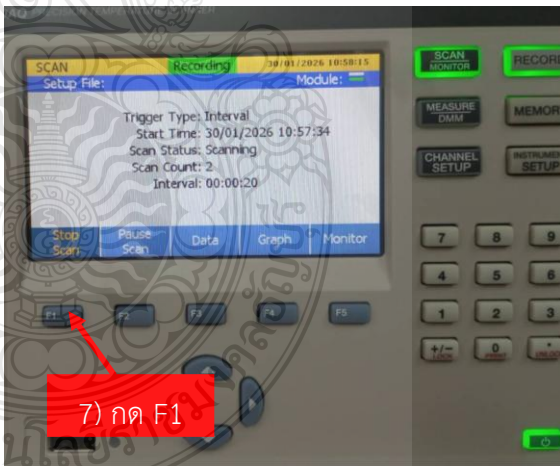
ตารางที่ 4.8 แสดงการสั่งเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	เริ่มต้นการทำงานของเครื่อง โดยที่หน้าจอ OPERATION MENU กด F4 เพื่อเลือก AUTOMATIC	
2	หน้าจอเครื่องจะแสดงรายละเอียดของโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้ในปัจจุบัน กด F1 START	

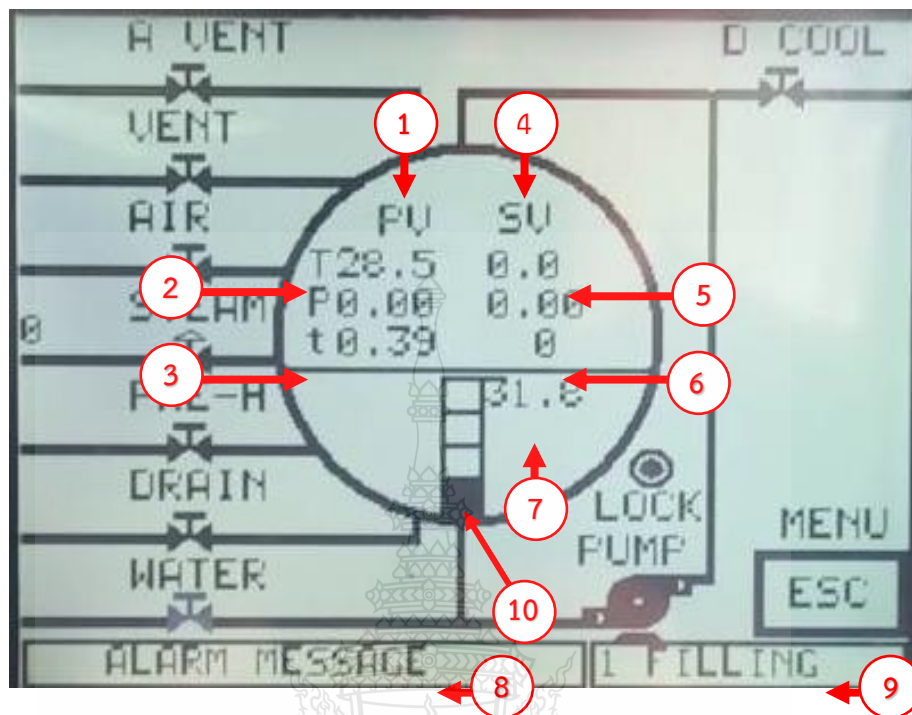
ตารางที่ 4.8 แสดงการสั่งเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกอุณหภูมิ (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
3	โปรแกรมจะให้ตรวจสอบ การเริ่มทำงาน โดย F6 คือยืนยันคำสั่ง F7 คือยกเลิกคำสั่ง กด F6 YES เพื่อยืนยันคำสั่ง	
4	WAIT FOR VERIFY จะเปลี่ยนเป็น VERIFY 4.1) กด F1 START อีกครั้งเพื่อเริ่มการทำงานของเครื่อง 4.2) กด ESC เพื่อกลับไป หน้าจอ OPERATION MENU	
5	กด F3 STATUS เพื่อเข้าสู่ หน้าจอแสดง สถานะปัจจุบันของระบบ	

ตารางที่ 4.8 แสดงการสั่งเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกอุณหภูมิ (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
6	เปิดวาล์วน้ำเข้าระบบ	
7	สั่งเริ่มบันทึกอุณหภูมิของเครื่องวัดอุณหภูมิ ความแม่นยำสูง กด F1 Start Scan ไฟสีส้มที่ปุ่ม SCAN/MONITOR จะเปลี่ยนเป็นเขียว และไฟที่ RECORD จะติดขึ้นมาเป็นสีเขียว	

เมื่อปฏิบัติตามในแต่ละขั้นตอนตามลำดับในตารางที่ 4.8 จนครบ ระบบควบคุมของเครื่อง จะเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อไปตามลำดับที่ได้ตั้งค่าไว้ในโปรแกรมจนครบทั้ง 19 ขั้นตอน ตามตารางที่ 4.7 โดยในระหว่างที่เครื่องกำลังทำงานนี้ผู้ปฏิบัติจะสามารถดูค่าสถานะต่าง ๆ ที่แสดงได้ที่หน้าจอเครื่อง ดังที่แสดงในภาพที่ 4.4 โดยสามารถอธิบายข้อมูลที่สำคัญ ดังที่แสดง ในตารางที่ 4.9



ภาพที่ 4.4 แสดงหน้าจอสถานการณ์ทำงานของเครื่อง [3]

ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญบนหน้าจอสถานการณ์ทำงานของเครื่อง

หมายเลข	รายการที่แสดงบนหน้าจอ	รายละเอียด
1	อุณหภูมิปัจจุบันภายในถัง	แสดงค่าอุณหภูมิจริงภายในถังฆ่าเชื้อขณะเครื่องกำลังทำงาน
2	ความดันปัจจุบันภายในถัง	แสดงค่าความดันจริงภายในถังฆ่าเชื้อเพื่อควบคุมสถานะการทำงาน
3	เวลาที่ผ่านไปของกระบวนการปัจจุบัน	แสดงเวลาที่เครื่องดำเนินการในขั้นตอนนั้นแล้ว
4	อุณหภูมิที่กำหนดไว้สำหรับขั้นตอนปัจจุบัน	แสดงอุณหภูมิเป้าหมายที่ตั้งไว้ในโปรแกรมการฆ่าเชื้อ
5	ความดันที่กำหนดไว้สำหรับขั้นตอนปัจจุบัน	แสดงความดันเป้าหมายที่ตั้งไว้ในโปรแกรมการฆ่าเชื้อ
6	เวลาที่กำหนดไว้สำหรับขั้นตอนปัจจุบัน	แสดงระยะเวลาที่โปรแกรมกำหนดให้เครื่องทำงานในขั้นตอนนั้น

ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญบนหน้าจอสถานการณ์การทำงานของเครื่อง (ต่อ)

หมายเลข	รายการที่แสดงบนหน้าจอ	รายละเอียด
7	อุณหภูมิน้ำที่วัดได้จากโพรบวัดอุณหภูมิ	แสดงอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ภายในถัง ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการติดตามประสิทธิภาพการให้ความร้อน
8	ข้อความแจ้งเตือน	แสดงข้อความแจ้งเตือนของระบบควบคุม
9	ลำดับกระบวนการฆ่าเชื้อที่กำลังทำงาน	แสดงสถานะหรือขั้นตอนปัจจุบันของกระบวนการ เช่น การเติมน้ำ การให้ความร้อน การฆ่าเชื้อ หรือการทำความเย็น การระบายน้ำ
10	ระดับน้ำภายในถังความดัน	แสดงระดับความสูงของน้ำภายในถังฆ่าเชื้อ

ข้อพึงระวัง การปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินหรือความผิดปกติของเครื่อง

ในการปฏิบัติงานด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ผู้ปฏิบัติงานต้องเฝ้าติดตามการทำงานของเครื่องตลอดกระบวนการฆ่าเชื้อห้ามทิ้งให้เครื่องดำเนินกระบวนการโดยไม่มีผู้ควบคุม และคอยสังเกตความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับระบบการทำงานของเครื่อง เช่น การแสดงผลค่าความดันหรืออุณหภูมิที่ผิดปกติ เสียงการทำงานที่แตกต่างจากสภาวะปกติ การรั่วไหลของน้ำร้อนหรือไอน้ำ กลิ่นไหม้จากอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเหตุการณ์อื่นที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและประสิทธิภาพของกระบวนการฆ่าเชื้อ

เมื่อพบความผิดปกติของ หรือพบเหตุการณ์ที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถระบุสาเหตุได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของบุคลากร เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือผลิตภัณฑ์อาหาร ให้กดปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) แสดงดังภาพที่ 4.5 ทันที เพื่อหยุดการทำงานของเครื่อง และแจ้งผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการโดยเร็วที่สุด ทั้งนี้ ห้ามเปิดฝาเครื่องฆ่าเชื้อในขณะที่ภายในเครื่องยังมีความดันหรืออุณหภูมิสูงกว่าระดับที่กำหนด และห้ามดำเนินการแก้ไขระบบควบคุม ระบบไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ภายในเครื่องด้วยตนเอง เนื่องจากเครื่องฆ่าเชื้อเป็นเครื่องมือที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติและอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยหลายส่วนทำงานร่วมกัน การตรวจสอบและแก้ไขความผิดปกติของเครื่องจำเป็นต้องอาศัยความรู้เฉพาะทางและประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน ดังนั้น กรณีที่พบความขัดข้องของระบบซึ่งไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ตามขั้นตอนปกติ ให้ประสานงานกับผู้รับผิดชอบเครื่อง ช่างผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ผลิตเครื่อง เพื่อดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขต่อไป

หลังจากเหตุการณ์ได้รับการแก้ไขแล้ว ควรบันทึกรายละเอียดของเหตุการณ์ สาเหตุที่พบ และแนวทางการดำเนินการแก้ไขไว้เป็นข้อมูลประกอบการใช้งานและการบำรุงรักษาในอนาคต เพื่อป้องกันการเกิดเหตุซ้ำและเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 4.5 แสดงปุ่มหยุดเครื่องฉูดเงิน [3]

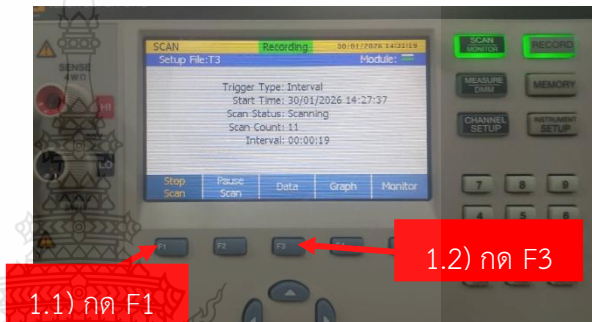
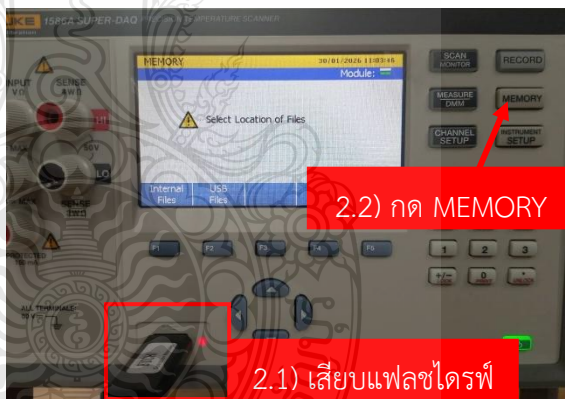
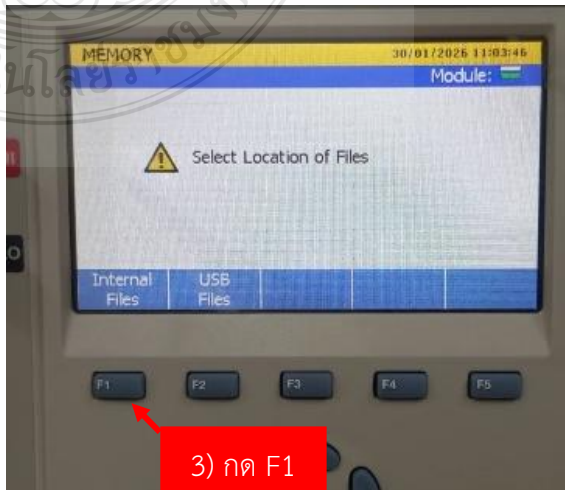
คำแนะนำ วิธีใช้งาน ปุ่มหยุดฉูดเงิน แบบ ปุ่มกดสีแดงหัวเห็ด มีดังนี้

- 1) เมื่อต้องการหยุดฉูดเงินให้กดปุ่มหยุดฉูดเงินลงไปจนสุด ระบบจะหยุดทำงานทันทีตามการออกแบบไว้และระงับการจ่ายไฟฟ้าไปยังชุดทำความร้อนและรักษาสถานะของควบคุมวาล์วดังเดิม เมื่อกด ปุ่มจะถูกล็อกค้างอยู่ในตำแหน่งกด และระบบจะไม่สามารถทำงานต่อได้หากปุ่มถูกกดไว้
- 2) เมื่อต้องการปลดล็อกปุ่มหยุดฉูดเงิน ให้หมุนปุ่ม (Twist Release) ตามลูกศรที่ระบุบนหัวปุ่ม คือตามเข็มนาฬิกาปุ่มจะดังกลับขึ้นมา

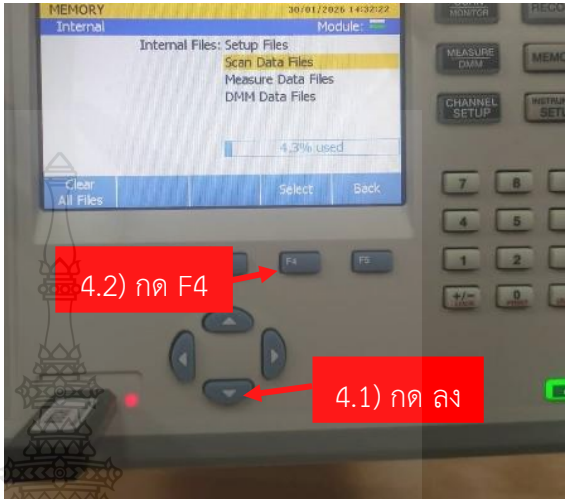
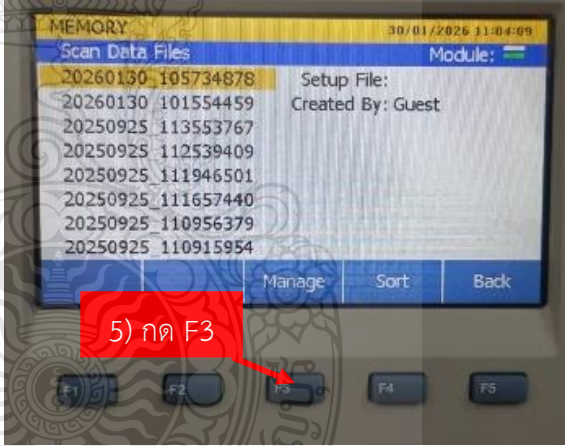
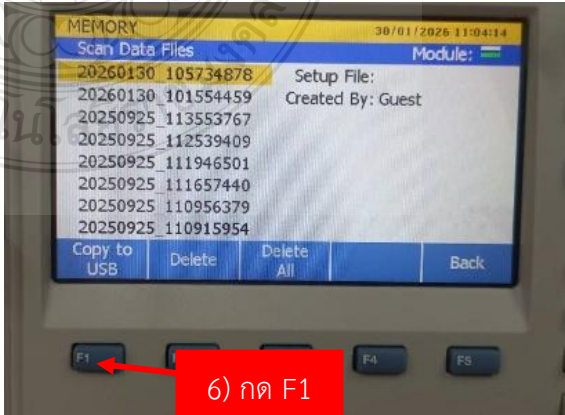
4.3.8 ขั้นตอนที่ 8 สิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูล

เมื่อกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารในถุงรีโอร์ทดำเนินมาจนสิ้นสุดขั้นตอนที่ 19 เครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเตือนดัง 2 ครั้ง และแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัติการทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและปิดเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนโดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10

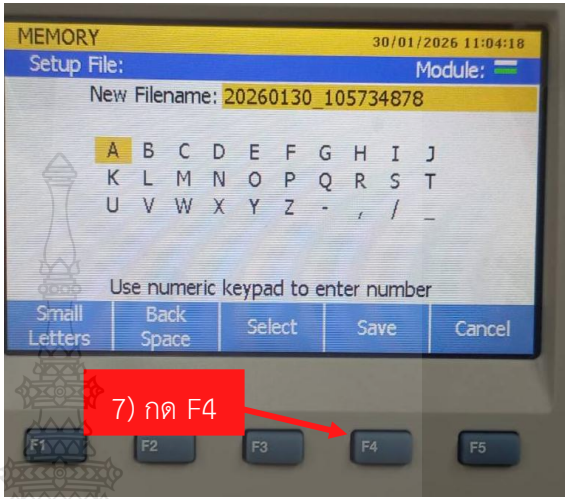
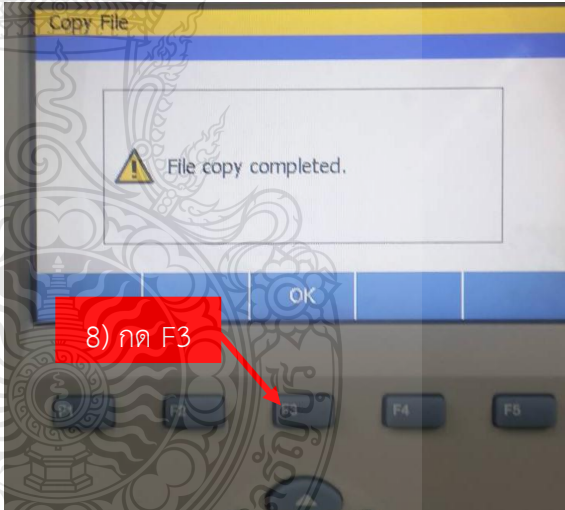
ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม Excel

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
1	1.1) กด F1 Stop Scan 1.2) กด F3 Yes เพื่อหยุดการบันทึกข้อมูล	
2	2.1) เสียบแฟลชไดรฟ์เข้ากับพอร์ต USB 2.2) กดปุ่ม MEMORY เพื่อเข้าถึงข้อมูลที่บันทึกไว้ในเครื่อง	
3	กด F1 Internal Files	

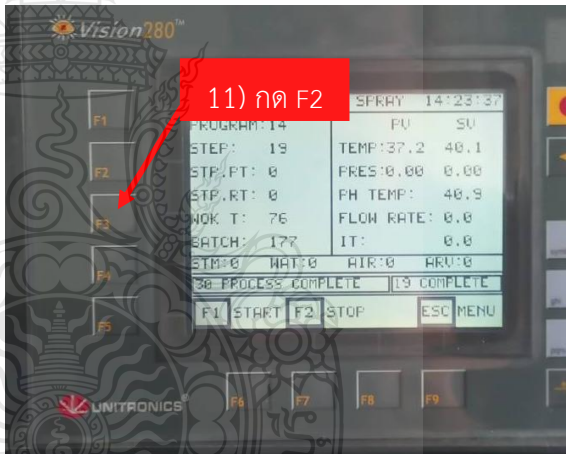
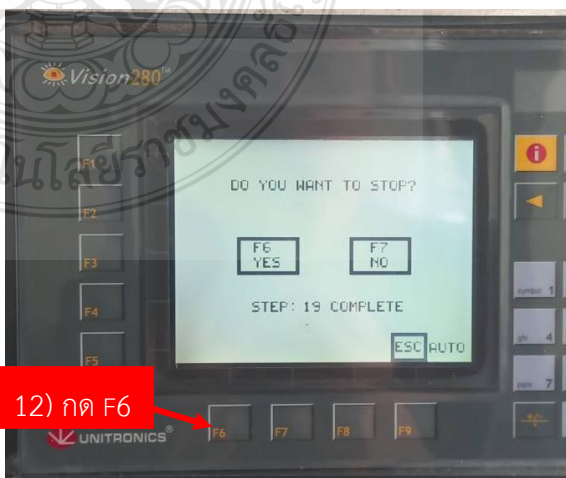
ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการเข้าเชื้อและบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรม Excel (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
4	1) กดลง 1 ครั้ง เพื่อเลือก Scan Data Files 2) กด F4 Select	
5	เลือกชุดข้อมูลที่ต้องการ โดยไฟล์ล่าสุดจะอยู่บนสุด กด F3 Manage	
6	กด F1 Copy to USB	

ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรม Excel (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
7	กด F4 SAVE เพื่อบันทึกข้อมูลลงแฟลชไดรฟ์	
8	กด F3 OK เครื่องจะกลับมาหน้าจอหลัก สามารถเปิดเครื่องและถอดแฟลชไดรฟ์ออก	
9	กด ESC เพื่อกลับไปหน้าจอ OPERATION MENU	

ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรม Excel (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
10	ที่หน้าจอ OPERATION MENU กด F4 AUTOMATIC	
11	กด F2 STOP เพื่อจบการทำงาน	
12	กด F6 YES เพื่อยืนยันการหยุด ทำงานของระบบ อัตโนมัติ	

ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรม Excel (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
13	ยกเบรกเกอร์ของปั๊มลมลงเพื่อปิดปั๊มลม	
14	ปิดวาล์วลมและวาล์วน้ำที่เข้าเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน	

ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรม Excel (ต่อ)

ขั้นตอนที่	คำอธิบาย	รูปประกอบการปฏิบัติ
15	เปิดตู้ควบคุม ดันคันโยกของเบรกเกอร์เครื่องกำเนิดความร้อนทั้ง 4 ตัว ลง	
16	ปิดสวิตช์จ่ายไฟของตู้ระบบควบคุมโดยหมุนสวิตช์ไฟฟ้าทวนเข็มนาฬิกาไปที่ตำแหน่ง OFF	
17	ดันสลักถือคประตูดึงออกจากจุดล็อก	

ตารางที่ 4.10 แสดงการสั่งสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูลสู่โปรแกรม Excel (ต่อ)

ขั้นตอนที่	อธิบายขั้นตอน	รูปประกอบการปฏิบัติ
18	เปิดวาล์วน้ำทิ้ง	
19	หมุนมือจับตามเข็มนาฬิกาเพื่อเปิดฝาถังและนำถุงรีโอร์ตที่ฆ่าเชื้อแล้วออกจากเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน	

คำแนะนำ อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Flash Drive) ที่นำมาใช้กับเครื่อง Fluke 1586A จะต้องได้รับการฟอร์แมตเป็นระบบไฟล์ FAT32 เท่านั้น และควรมีความจุไม่เกิน 32 GB เพื่อให้ระบบสามารถตรวจพบและบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

เทคนิคการปฏิบัติงาน หากเชื่อมต่อแล้วเครื่อง Fluke 1586A แจ้งเตือนไม่พบอุปกรณ์ (USB Not Found) ให้ตรวจสอบว่าแฟลชไดรฟ์มีการแบ่งพาร์ติชันซ่อนอยู่หรือไม่ แนะนำให้ทำการฟอร์แมต (Format) แฟลชไดรฟ์เป็นระบบ FAT32 แบบมาตรฐาน (Default) บนคอมพิวเตอร์ใหม่อีกครั้งก่อนนำมาใช้งาน

4.3.9 ขั้นตอนที่ 9 เก็บถังรีโอร์ตที่ฆ่าเชื้อและทำความสะอาด

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการ และอุณหภูมิภายในถังความดันลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 40 องศาเซลเซียสแล้ว ให้ดำเนินการเก็บตัวอย่างและดูแลรักษาความสะอาดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การนำผลิตภัณฑ์ออก เปิดฝาทันความดันแล้วนำถังรีโอร์ตทั้งหมดออกจากตะกร้าอย่างระมัดระวัง

2) การถอดโพรบวัดอุณหภูมิ ตัดถุงที่ติดตั้งโพรบสำหรับวัดอุณหภูมิและถอดโพรบออกจากถังรีโอร์ตอย่างเบามือ จากนั้นให้คัดแยกถังรีโอร์ตที่ถูกเจาะรูเพื่อวัดอุณหภูมินี้ไปใช้เป็นตัวอย่างหลังการฆ่าเชื้อหรือทิ้งเป็นขยะ

3) การตรวจสอบความสมบูรณ์ ตรวจสอบเช็กล์ถังรีโอร์ตที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้งหมดอย่างละเอียด ว่ามีความชำรุดเสียหาย เช่น รอยร้าว การฉีกขาด หรือการโป่งพองผิดปกติจากกระบวนการฆ่าเชื้อหรือไม่

(1) หากตรวจพบถังรีโอร์ตแตกหรือฉีกขาดในถังความดัน ให้ทำการระบายน้ำที่อ่างด้านล่างเครื่องบริเวณที่ชุดกำเนิดความร้อนแช่อยู่ออกให้หมด จากนั้นให้ฉีดล้างทำความสะอาดถังความดันและอ่างน้ำด้วยน้ำสะอาดทันที เพื่อขจัดเศษอาหารและคราบสกปรก

(2) ในกรณีที่ไม่มีบรรจุภัณฑ์ชำรุด เมื่อตัวเครื่องคลายความร้อนลงแล้ว ให้เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องและพื้นที่ปฏิบัติงานโดยรอบให้แห้งสนิท อย่าให้มีน้ำขัง เพื่อความปลอดภัยและสุขอนามัยในห้องปฏิบัติการ

ข้อพึงระวัง

1) แม้อุณหภูมิโดยรวมจะลดลงมาที่ประมาณ 40 องศาเซลเซียสและสามารถสัมผัสได้ด้วยมือเปล่า แต่โครงสร้างบางจุดของตัวเครื่องฆ่าเชื้ออาจยังมีความร้อนสะสมหรืออุ่นจัดอยู่ ผู้ปฏิบัติงานควรใช้ความระมัดระวังในการสัมผัสตัวเครื่องโดยตรง

2) หากพบถังรีโอร์ตแตก ต้องรีบระบายน้ำและฉีดล้างทำความสะอาดทันที ห้ามปล่อยทิ้งไว้เด็ดขาด เพราะเศษอาหารที่ตกค้างในอ่างน้ำด้านล่างจะกลายเป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดกลิ่นอับ และส่งผลต่อความสะอาดของน้ำหมุนเวียนในการใช้งานเครื่องครั้งต่อไป

เทคนิคการปฏิบัติงาน หลังจากเช็ดทำความสะอาดภายในถังความดันจนแห้งเรียบร้อยแล้ว ควรเปิดฝาทันความดันแง้มไว้เล็กน้อย เพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก ช่วยป้องกันการเกิดความร้อนสะสมและลดการเกิดคราบสนิมภายในถัง

4.3.10 ขั้นตอนที่ 10 ประเมินผลการฆ่าเชื้อและจัดเก็บข้อมูล

การประเมินประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจะใช้ ค่า F_0 เป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับความร้อนสะสมที่ส่งผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร โดยเทียบเท่ากับการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิมาตรฐานคือ 121.1 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นเกณฑ์ตัดสินความปลอดภัยของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามหลักการมาตรฐานสากล (Botulinum Cook 12D) ซึ่งกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับความร้อนสะสมรวมแล้ว มีค่า F_0 ไม่ต่ำกว่า 3.0 นาที (รายละเอียดหลักการ ทฤษฎีจุลินทรีย์เป้าหมาย และค่า Z-Value ปรากฏอยู่ในหัวข้อ 3.4.5 ของบทที่ 3) โดยมีขั้นตอนปฏิบัติการคำนวณข้อมูลด้วยโปรแกรม Excel จะใช้วิธีทั่วไป ซึ่งเป็นวิธีที่แม่นยำและนิยมใช้อย่างแพร่หลาย ด้วยการหาพื้นที่ใต้กราฟของค่า Lethal Rate (L) ตลอดระยะเวลาการฆ่าเชื้อ [1], [12] คือตั้งแต่เริ่มทำความร้อนจนถึงสิ้นสุดการหล่อเย็น ผู้ปฏิบัติงานสามารถคำนวณค่า F_0 ได้จากข้อมูลที่เครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง บันทึกไว้ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้ออกมาตามทีระบุใน หน้า 58 ตารางที่ 4.10 ขั้นตอนที่ 7 โดยมีวิธีดำเนินงาน ดังนี้

(1) สร้างไฟล์ Excel คำนวณ F_0 และใส่สมการหาค่า Lethal Rate และ Lethality Contribution และค่าอื่น ๆ ดังที่แสดงใน ภาพที่ 4.6 เพื่อคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นหรือสามารถสแกนรหัส QR Code ในภาคผนวก เพื่อเข้าถึงไฟล์ต้นแบบสำหรับคำนวณ F_0 ได้โดยตรง

	A	B	C	D	E	F
1	Time (min)	Temperature (°C)	Lethal rate สูตร		Δt (min)	สูตร
2			$7.7625E-13 = 10^{((B2-L\$2)/L\$3)}$			
3			$7.7625E-13 = 10^{((B3-L\$2)/L\$3)}$		0	$=A3-A2$
4			$7.7625E-13 = 10^{((B4-L\$2)/L\$3)}$		0	$=A4-A3$
	G	H	I	J	K	L
	Lethality Contribution	สูตร	Cumulative F0	สูตร	Parameters	
	0	$=C2 * E2$	0	$=SUM(G\$2:G2)$	T_ref (°C)	121.1
	0	$=((C2 + C3)/2) * E3$	0	$=SUM(G\$2:G3)$	z (°C)	10
	0	$=((C3 + C4)/2) * E4$	0	$=SUM(G\$2:G4)$	Total F0	0

ภาพที่ 4.6 แสดงสูตรใน Excel เพื่อการคำนวณหาค่า F_0

(2) จัดเตรียมข้อมูลอุณหภูมิโดยเปิดไฟล์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง ซึ่งจะถูกรวบรวมไว้ด้วยโปรแกรมรูปแบบไฟล์ .csv ชื่อ “dat00001” ที่โฟลเดอร์ Fluke\1586A\68325029\data\scan ภายในไฟล์จะปรากฏค่าอุณหภูมิแยกตามช่องสัญญาณ โดยมีจำนวนคอลัมน์ของข้อมูลการบันทึกเท่ากับจำนวนของช่องสัญญาณที่เปิดใช้งาน ดังที่แสดงในภาพที่ 4.7

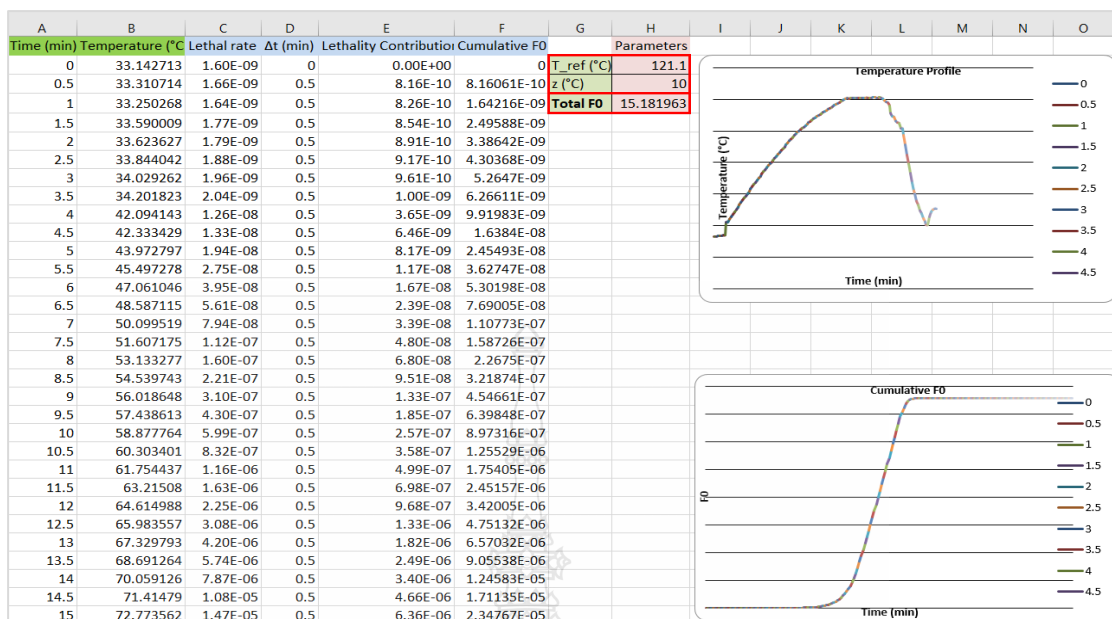
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Record #	Time	Ch 201 (C)	Ch 202 (C)	Ch 203 (C)	Alarm Output	Signature				
2	1	27:41.2	32.219535	33.14271	32.68112	0	XccOA				
3	2	28:00.9	32.071693	33.31071	32.69120	0	cbNMF				
4	3	28:20.9	32.098927	33.25027	32.67460						
5	4	28:41.0	32.20447	33.59001	32.89724						
6	5	29:01.0	32.12834	33.62363	32.87598						
7	6	29:21.1	32.208554	33.84404	33.02630	0	KRRRN				
8	7	29:40.9	32.391244	34.02926	33.21025	0	NRRPA				
9	8	30:01.0	32.489259	34.20182	33.34554	0	cRSAD				
10	9	30:21.0	39.064846	42.09414	40.57949	0	VZDLG				
11	10	30:41.0	39.895427	42.33343	41.11443	0	IYFRH				
12	11	31:01.1	41.504896	43.97280	42.73885	0	aJRHI				
13	12	31:20.9	42.962976	45.49728	44.23013	0	ULHRG				
14	13	31:40.9	44.336552	47.06105	45.69880	0	UGJaO				
15	14	32:01.0	45.763769	48.58712	47.17544	0	DNUta				
16	15	32:21.1	46.992572	50.09952	48.54605	0	FIVFA				
17	16	32:41.2	48.293165	51.60718	49.95017	0	WHYVc				
18	17	33:01.4	49.654096	53.13328	51.39369	0	WcAQa				
19	18	33:21.5	51.066166	54.53974	52.80295	0	VZOVW				
						0	WFDJF				

คอลัมน์ค่าที่ต้องคัดลอก

ภาพที่ 4.7 แสดงข้อมูลในไฟล์ Excel ที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิความแม่นยำสูง

(3) คัดลอกข้อมูลอุณหภูมิของช่องสัญญาณที่จะคำนวณที่ละคอลัมน์ จากไฟล์บันทึกอุณหภูมิ มาใส่ลงในคอลัมน์ B (Temperature °C) ของตารางคำนวณตามที่เราสร้างไว้ในไฟล์ Excel คำนวณ F_0 และใส่ค่าเวลาของการวัดในคอลัมน์ A (Time min) ให้ใส่ค่าเวลาของการบันทึกโดยเริ่มจากนาฬิกาที่ 0 และเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ตั้งบันทึกไว้ โดยค่าในช่องนี้จะต้องเป็นเวลาในหน่วยนาฬิกาเท่านั้น

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วน สมการในตารางจะคำนวณค่า Lethal Rate และสะสมค่าเป็น F_0 ของตัวอย่างที่เราบันทึกค่าอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะแสดงผลรวมลัพธ์สุดท้ายที่ส่วนสรุปข้อมูลดังที่แสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณด้วย Excel เพื่อการคำนวณหาค่า F_0

(4) การแปลผลข้อมูล คือค่า F_0 รวมสุดท้าย ต้องมีค่า ไม่น้อยกว่า 3.0 นาที จึงจะถือว่าอาหารนั้นปลอดภัยในระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้า

(5) การจัดเก็บและส่งมอบข้อมูล เมื่อดำเนินการคำนวณและประเมินผลค่า F_0 เรียบร้อยแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะจัดเก็บไฟล์ข้อมูลอุณหภูมิต้นฉบับ ไฟล์คำนวณค่า F_0 และผลการประเมินไว้ในระบบจัดเก็บข้อมูลของห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการตรวจสอบย้อนหลัง การเปรียบเทียบผลการทดลอง และการสนับสนุนงานวิจัยในอนาคต

จากนั้นจึงส่งมอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิระหว่างการฆ่าเชื้อ ค่า F_0 และผลการประเมินประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ ให้แก่นักศึกษาหรือผู้วิจัย เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล การปรับปรุงเงื่อนไขการทดลอง และการจัดทำรายงานหรือโครงการงานวิจัยต่อไป

เทคนิคการปฏิบัติงาน

1) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าหน่วยที่ใช้เป็น 'นาที' เท่านั้น หากเครื่องวัดบันทึกเป็นวินาที ให้หารด้วย 60 ก่อนนำมาลงในตาราง

2) ก่อนคำนวณค่า F_0 ควรตรวจสอบความต่อเนื่องของข้อมูลอุณหภูมิว่ามีข้อมูลสูญหายหรือค่าผิดปกติหรือไม่ เนื่องจากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลการคำนวณ

3) ควรกำหนดชื่อไฟล์ข้อมูลให้สื่อความหมายและค้นหาได้ง่าย เช่น ชื่อตัวอย่าง
เงื่อนไขการฆ่าเชื้อ และระยะเวลาการฆ่าเชื้อ เพื่อความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลย้อนหลัง
และลดความสับสนในการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก

ขั้นตอนการปฏิบัติงานและการประเมินผลค่า F_0 ถือเป็นหัวใจสำคัญในการรับประกัน
ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารตามหลักวิชาการ อย่างไรก็ตาม ในการปฏิบัติงานจริงอาจพบ
ปัญหาในการปฏิบัติงาน ดังนั้นในบทที่ 5 ซึ่งเป็นบทสุดท้าย จะรวบรวมปัญหา อุปสรรค และแนวทาง
การแก้ไข เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้นต่อไป



บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานฆ่าเชื้อถุงรีโอร์ตด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน มีความซับซ้อนทั้งในด้านการควบคุมสมดุลของความร้อนและแรงดัน ตลอดจนการทำงานของระบบสนับสนุนจากการปฏิบัติงานจริงพบว่ามีปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความต่อเนื่องของกระบวนการซึ่งสามารถสรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขเพื่อเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานต่อไป

5.1 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

ผู้ปฏิบัติงานได้วิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน พร้อมกำหนดแนวทางป้องกันและแก้ไข เพื่อให้การจัดเตรียมและดำเนินปฏิบัติการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ถูกต้อง และปลอดภัย

ตารางที่ 5.1 แสดงสรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหา อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียม ความพร้อม ของระบบลม น้ำ และไฟฟ้า	1) ปัญหาระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยไหลอ่อนหรือไม่ไหล ส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบหล่อเย็น ทำให้ไม่สามารถฉีดพ่นน้ำเพื่อลดอุณหภูมิของถุงรีโอร์ตได้ตามเวลาที่กำหนดในโปรแกรม อุณหภูมิสะสมที่ค้างอยู่ภายในจะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารสุกเกินไป (Overcook) เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนไป รวมถึงอาจทำให้บรรจุภัณฑ์ขยายตัวจนเกิดการฉีกขาดจากแรงดันภายในถุงที่ยังสูงอยู่	ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการตรวจสอบมาตรวัดแรงดันน้ำประปา หากพบว่าไหลอ่อนเนื่องจากการใช้น้ำสูงในห้องปฏิบัติการในช่วงกลางวัน ให้ดำเนินการปรับแผนเลื่อนเวลาปฏิบัติการไปในช่วงเย็นที่มีการใช้น้ำน้อยแทน พร้อมทั้งประสานงานแจ้งกองอาคารสถานที่ (หมายเลขภายใน 3042) เพื่อตรวจสอบวาล์วส่งน้ำหลัก ผลลัพธ์หลังการแก้ไข ระบบหล่อเย็นมีแรงดันน้ำสม่ำเสมอไม่ต่ำกว่า 1 บาร์ สามารถลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ได้ตามเส้นกราฟการฆ่าเชื้อที่กำหนด รักษาคุณภาพอาหารและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 5.1 แสดงสรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหา อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียม ความพร้อม ของระบบลม น้ำ และไฟฟ้า (ต่อ)	2) ปัญหาระบบท่อลมของระบบ นิเวติกส์ชำรุดระหว่างการ เดินเครื่อง ส่งผลให้แรงดันลมในระบบตก วาล์ว ควบคุมอัตโนมัติ เช่น วาล์วระบาย ความดัน ไม่สามารถเปิด-ปิด หรือ ทำงานได้ตามคำสั่งของระบบ PLC ทำให้กระบวนการฆ่าเชื้อหยุดชะงัก และเกิดความเสี่ยงต่อความปลอดภัย ของตัวเครื่องและบรรจุภัณฑ์อาหาร	ผู้ปฏิบัติงานต้องเข้าควบคุมสถานการณ์ ทันที หากไม่สามารถเปลี่ยนสายท่อลมใหม่ ได้เนื่องจากเครื่องกำลังทำงานอยู่ ให้ทำการ แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าโดยตัดส่วนที่แตก ชำรุดออกแล้วต่อเข้ากับข้อต่อตรงความเร็วสูง (Quick Coupling) หรือใช้สายซิลิโคนหนา สวมทับรอยรั่วแล้วรัดให้แน่นหนา ด้วยสายรัดพลาสติก (Cable Tie) และเทปพันท่อลมเพื่อประคองแรงดัน ผลลัพธ์หลังการแก้ไข ระบบนิเวติกส์ สามารถรักษาแรงดันลมให้คงที่เพียงพอ ที่จะควบคุมวาล์วอัตโนมัติให้ทำงานต่อไปได้ อย่างต่อเนื่องจนจบขั้นตอนการฆ่าเชื้อ
ขั้นตอนที่ 4 ตั้งค่าการ บันทึก อุณหภูมิ	1) ปัญหาหน้าจอเครื่องวัดอุณหภูมิ ความแม่นยำสูงแสดงข้อความ “OL” เกิดจากจุดเชื่อมต่อของสายคู่ควบคุม ความร้อนเกิดการหลวมหรือหลุดออก จากช่องเสียบ ทำให้เครื่องบันทึก ข้อมูล Fluke 1586A ไม่สามารถรับ สัญญาณจากเซนเซอร์ได้ ข้อมูล อุณหภูมิหน้าจอยังจะขาดหายไป ส่งผล ให้ไม่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิ ใน ระหว่างกระบวนการ และไม่สามารถ นำข้อมูลไปคำนวณค่า F_0 เพื่อประเมิน ความปลอดภัยของอาหารได้	ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความแน่นหนา ของจุดเชื่อมต่อระหว่างขั้วสายคู่ควบคุมความร้อน กับแผงรับสัญญาณของเครื่อง Fluke ทันที ดำเนินการเสียบขั้วสายให้แน่นมั่นคง และ ใช้เทปกาวผ้า แปะยึดตำแหน่งสายไว้กับ ตัวเครื่องเพื่อป้องกันสายสั่นสะเทือนหรือ ขยับตัวหลุดระหว่างที่เครื่องฉีดพ่นน้ำ ทำงาน ผลลัพธ์หลังการแก้ไข เครื่อง Fluke 1586A สามารถกลับมาอ่านและบันทึกค่า อุณหภูมิได้อย่างต่อเนื่อง แม่นยำ ข้อมูล อุณหภูมิ-เวลามีความสมบูรณ์ พร้อมสำหรับการ การนำไปคำนวณค่า

ตารางที่ 5.1 แสดงสรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหา อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ขั้นตอนที่ 8 สิ้นสุด กระบวนการ ฆ่าเชื้อและ บันทึกข้อมูล	1) ปัญหาไฟล์ข้อมูลใน USB Drive สูญหาย หรือชื่อไฟล์ซ้ำซ้อน เกิดจากการที่ผู้ใช้งานดึง USB Drive ออกจากเครื่อง Fluke 1586A ทันที ในขณะที่เครื่องยังเขียนไฟล์ .csv ไม่เสร็จ หรือระบบไฟล์ไม่ถูกต้อง ส่งผลให้ไฟล์ข้อมูลสูญหาย "dat00001" เสียหายหรือสูญหาย ทั้งหมด ไม่สามารถกู้คืนได้ และทำให้ ผู้ปฏิบัติงานไม่มีข้อมูลดิบ (Raw Data) สำหรับนำไปประเมินผลการฆ่าเชื้อ จนต้องเริ่มการทดลองใหม่ทั้งหมด ตั้งแต่นั้น	ผู้ปฏิบัติงานต้องควบคุมดูแลและออกข้อกำหนดให้ผู้ใช้งานรอสัญญาณไฟหรือข้อความหน้าจอเครื่อง Fluke ดับสนิท ก่อนถอด USB และผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการคัดลอกไฟล์สำรอง (Backup) ลงในคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ของห้องปฏิบัติการทันทีหลังเสร็จสิ้น กระบวนการ พร้อมทั้งเปลี่ยนชื่อไฟล์ ตามระบบ ชื่อตัวอย่าง_เงื่อนไข_วันที่ ผลลัพธ์หลังการแก้ไข มีระบบจัดเก็บข้อมูล การทดลองที่ปลอดภัย ป้องกันปัญหาข้อมูล สูญหายจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และสามารถสืบค้นย้อนหลังได้อย่างถูกต้อง
ขั้นตอนที่ 10 ประเมินผล การฆ่าเชื้อ และจัดเก็บ ข้อมูล	1) ปัญหาค่าความรุนแรงในการฆ่าเชื้อ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน เกิดจากแรงดันไอน้ำหรือการกระจาย ความร้อนของละอองน้ำทำงาน มีความผันผวน ส่งผลกระทบให้อาหาร ไม่ได้มาตรฐานความปลอดภัยเชิง พาณิชนัย หากค่า F_0 ต่ำกว่า 3.0 นาที หรือในทางกลับกัน หากความร้อน สะสมสูงเกินไปจะทำให้คุณค่า ทางอาหารและเนื้อสัมผัสของอาหาร เกิดความเสียหายรุนแรง	ผู้ปฏิบัติงานต้องนำกราฟและข้อมูล อุณหภูมิ-เวลาจากไฟล์ Excel มาวิเคราะห์ หาจุดบกพร่อง ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และนักศึกษา เพื่อปรับแก้พารามิเตอร์ (Set-point) ของเครื่องฆ่าเชื้อผ่านระบบ PLC ในการรันรอบถัดไป เช่น การเพิ่มเวลา ในช่วงรักษาอุณหภูมิ หรือปรับค่าอุณหภูมิ เป้าหมายในการฆ่าเชื้อ ผลลัพธ์หลังการแก้ไข ได้เงื่อนไขการฆ่าเชื้อ ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับหลักวิชาการ สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุน การประเมินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ อาหารได้

โดยปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไขสามารถสรุปจัดทำเป็นอินโฟกราฟิก ดังที่แสดง ในภาพที่ 5.1 ในหน้าที่ 71

สรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในการปฏิบัติงานฆ่าเชื้อถุงรีโอร์ท

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหา / อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข	ผลลัพธ์หลังการแก้ไข
1  ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมของระบบลม น้ำ และไฟฟ้า	ปัญหา ระบบน้ำประปา ไหลอ่อนหรือไม่ไหล - ระบบหล่อเย็นทำงานไม่สมบูรณ์ - ผลิตภัณฑ์สุกเกินไป (Overcook) - บรรจุภัณฑ์ขยายตัวอาจฉีกขาดจากแรงดันภายใน สูง	 - ตรวจสอบแรงดันน้ำประปา - เลื่อนเวลาปฏิบัติการไปช่วงเย็นที่ใช้น้ำน้อย - ประสานงานกองอาคารสถานที่ (ภายใน 3042) ตรวจสอบวาล์วส่งน้ำหลัก	 - แรงดันน้ำสม่ำเสมอ ไม่ต่ำกว่า 1 บาร์ - ลดอุณหภูมิได้ตามกราฟการฆ่าเชื้อ - รักษาคุณภาพอาหารและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ได้อย่างสมบูรณ์
2  ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมของระบบลม น้ำ และไฟฟ้า (ต่อ)	ปัญหา ระบบท่อลมของระบบ นิวเมติกส์ชำรุด - แรงดันลมตก - วาล์วอัตโนมัติเปิด-ปิดไม่ได้ตามคำสั่ง PLC - กระบวนการฆ่าเชื้อหยุดชะงักเสี่ยงต่อความปลอดภัย	 - เข้าควบคุมสถานการณ์ทันที - แก้ไขเฉพาะหน้าโดย - ตัดส่วนที่ชำรุดออก - ต่อด้วยข้อต่อตรง (Quick Coupling) หรือใช้สายซิลิโคนสามทบรอยรั่ว - รัดให้แน่นด้วยสายรัดพลาสติกและเทปพันท่อลม	 - ระบบนิวเมติกส์รักษาแรงดันลมได้คงที่ - วาล์วอัตโนมัติทำงานต่อได้จนจบกระบวนการฆ่าเชื้อ
3  ขั้นตอนที่ 4 ตั้งค่าการบันทึกอุณหภูมิ	หน้าจอเครื่องวัดอุณหภูมิแสดง “OL” - สายคู่ความร้อนหลวมหรือหลุดจากช่องเสียบ - เครื่อง Fluke 1586A ไม่รับสัญญาณ - ข้อมูลอุณหภูมิขาดหาย - คำนวณค่า F_0 ไม่ได้	 - ตรวจสอบความแน่นหนาของขั้วสายกับแผงรับสัญญาณเครื่อง Fluke - เสียบสายให้แน่นมั่นคง - ใช้เทปกาวผ้ายัดสายกับตัวเครื่องป้องกันการสั่นและหลุด	 - เครื่อง Fluke 1586A บันทึกอุณหภูมิได้ต่อเนื่องแม่นยำ - ข้อมูลอุณหภูมิ-เวลาสมบูรณ์พร้อมคำนวณค่า F_0
4  ขั้นตอนที่ 8 สิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อและบันทึกข้อมูล	ไฟล์ข้อมูลใน USB Drive สูญหายหรือชื่อไฟล์ซ้ำซ้อน - ดึง USB ออกจากเครื่องก่อนเขียนไฟล์ .csv เสร็จ หรือระบบไฟล์ไม่ถูกต้อง - ไฟล์ “dot00001” เสียหายหรือหาย - ไม่มีข้อมูลดิบ (Raw Data) ต้องทดลองใหม่ทั้งหมด	 - รอให้สัญญาณไฟ/ข้อความหน้าจอเครื่อง Fluke ดับสนิทก่อนถอด USB - คัดลอกไฟล์สำรอง (Backup) ลงในคอมพิวเตอร์ส่วนกลางทันที - เปลี่ยนชื่อไฟล์ตามระบบชื่อตัวอย่าง_เงื่อนไข_วันที่	 - มีระบบจัดเก็บข้อมูลการทดลองที่ปลอดภัย - ป้องกันข้อมูลสูญหายจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ - สืบค้นข้อมูลย้อนหลังได้ถูกต้อง
5  ขั้นตอนที่ 10 ประเมินผลการฆ่าเชื้อและจัดเก็บข้อมูล	ค่าความรุนแรงในการฆ่าเชื้อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน - แรงดันน้ำ/การกระจายความร้อนผันผวน - ค่า F_0 ต่ำกว่า 3.0 นาที หรือสูงเกินไป - อาหารไม่ได้มาตรฐาน หรือคุณภาพทางอาหารและเนื้อสัมผัสเสียหาย	 - วิเคราะห์กราฟและข้อมูลอุณหภูมิ-เวลาจากไฟล์ Excel ร่วมกับอาจารย์และนักศึกษา - ปรับพารามิเตอร์ (Set-point) ของเครื่องผ่านระบบ PLC - เพิ่มเวลาฆ่ารักษาอุณหภูมิ - ปรับค่าอุณหภูมิเป้าหมายในการฆ่าเชื้อ	 - ได้เงื่อนไขการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมและสอดคล้องกับหลักวิชาการ - ใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการประเมินความปลอดภัยของอาหารได้

เป้าหมายของการแก้ไขปัญหา



หมายเหตุ : การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและทันทั่วทั้งที่ ช่วยลดความเสี่ยง เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้ได้ผลการฆ่าเชื้อที่สอดคล้องตามมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร และสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูล

1ภาพที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ในการควบคุมการปฏิบัติงานฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน ขอเสนอแนวทางการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

5.2.1 เพื่อให้เครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อนทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ควรพิจารณาติดตั้ง ปั้มน้ำเสริมแรงดัน (Booster Pump) และถังสำรองน้ำ สำหรับเครื่องรีโอร์ทโดยเฉพาะ เพื่อแก้ไขปัญหาความไม่แน่นอนของแรงดันน้ำจากระบบส่วนกลางของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงที่ระบบฆ่าเชื้อจะหยุดทำงานกลางคันอันเนื่องมาจากแรงดันน้ำไม่เพียงพอ ทำให้ปฏิบัติการมีความต่อเนื่องและลดความสูญเสียของตัวอย่างอาหาร

5.2.2 สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ควรจัดให้มีระบบบริหารจัดการอะไหล่สำรองสำหรับอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานและที่มีโอกาสสึกหรอหรือเสียหายจากการใช้งาน เช่น สายคู่ควบคุมความร้อน และท่อลมของระบบนิวเมติกส์ โดยกำหนดรายการอะไหล่สำรองที่จำเป็น จัดเก็บเป็นคลังอะไหล่ประจำห้องปฏิบัติการ และตรวจสอบปริมาณคงเหลืออย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ทันที ช่วยลดการหยุดชะงักของการเรียนการสอน การวิจัย และการให้บริการวิชาการที่เกี่ยวข้อง

5.2.3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ควรจัดทำโครงการตรวจสอบและสอบเทียบเครื่องมือวัดที่สำคัญในห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ โดยประสานงานกับหน่วยงานสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง เพื่อดำเนินการสอบเทียบสายโพรบวัดอุณหภูมิและระบบควบคุมอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้ออย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ และนักศึกษา สามารถใช้งานเครื่องมือได้อย่างมั่นใจว่าค่าที่วัดได้มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ อันจะช่วยสนับสนุนคุณภาพการเรียนการสอน การวิจัย และการควบคุมกระบวนการฆ่าเชื้อให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยอาหารปลอดภัยทางอาหาร และสร้างความเชื่อมั่นในผลการทดสอบเชิงวิชาการให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

5.2.4 สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ควรพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัล โดยจัดทำวิดีโอสาธิตขั้นตอนการปฏิบัติงานของเครื่องฆ่าเชื้อที่ครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมความพร้อมของระบบ การดำเนินการฆ่าเชื้อ การบันทึกข้อมูล ไปจนถึงการทำความสะอาดและบำรุงรักษาหลังการใช้งาน

เพื่อให้นักศึกษา อาจารย์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องสามารถศึกษาวิธีการใช้งานที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง ผ่านระบบออนไลน์ ช่วยลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ลดภาระในการสาธิตซ้ำของผู้ควบคุม ห้องปฏิบัติการ และลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของเครื่องมืออันเกิดจากการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง

5.2.5 สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ควรส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนและการวิเคราะห์ข้อมูลจากปฏิบัติการ ฆ่าเชื้อ โดยนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยสรุปผลการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและการแทรกผ่าน ความร้อน รวมถึงตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลการคำนวณเบื้องต้นก่อนนำไปใช้ในการเรียน การสอนหรือการวิจัย ทั้งนี้ AI ควรทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ปฏิบัติงาน และผู้สอนโดยยังคงต้องอาศัยการตรวจสอบและพิจารณาผลโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแนวทางดังกล่าว จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล ลดระยะเวลาในการประมวลผล และส่งเสริมให้นักศึกษา ได้เรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับหลักการทางวิศวกรรมอาหารอย่างเหมาะสม

โดยข้อเสนอแนะทั้ง 5 หัวข้อสามารถสรุปจัดทำเป็นอินโฟกราฟิก ดังที่แสดงในภาพที่ 5.2 ในหน้าที่ 74



RMUTT
www.rmUTT.ac.th ราชบัณฑิตยบุรีคณะวิศวกรรมศาสตร์
Faculty of Engineering**บทที่ 5 5.2 ข้อเสนอแนะ**

แนวทางการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน
ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบฉีดพ่นน้ำร้อน และสนับสนุน
การจัดการเรียนการสอน

**1****ติดตั้งปั้มน้ำเสริมแรงดัน (Booster Pump)
และถังสำรองน้ำสำหรับเครื่องรีโอร์ต**

- แก้ไขปัญหาแรงดันน้ำไม่แน่นอนจากระบบส่วนกลาง
- ลดความเสี่ยงระบบหยุดทำงานกลางคัน
- ทำให้ปฏิบัติการต่อเนื่อง ลดความสูญเสียของตัวอย่างอาหาร

**2****จัดให้มีระบบบริหารจัดการอะไหล่สำรอง**

- จัดหาและกำหนดรายการสำคัญ เช่น สายคู่ควบคุมความร้อน และท่อลมระบบนิวเมติกส์
- จัดเก็บเป็นคลังอะไหล่ประจำห้องปฏิบัติการ
- ตรวจสอบปริมาณคงเหลือสม่ำเสมอ เปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- ลดการหยุดชะงักของการเรียนการสอน การวิจัย และบริการวิชาการ

**3****จัดทำโครงการตรวจสอบและสอบเทียบเครื่องมือวัดอย่างเป็นระบบ**

- สอบเทียบสายไฟรวัดอุณหภูมิและระบบควบคุมอุณหภูมิ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง กับหน่วยงานที่ได้รับการรับรอง
- ให้ค่าที่วัดมีความถูกต้อง เชื่อถือได้
- สนับสนุนคุณภาพการเรียนการสอน การวิจัย และมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร

**4****พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัล**

- จัดทำวิดีโอสาธิตขั้นตอนการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อครบทุกขั้นตอน
- ให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองผ่านระบบออนไลน์
- ลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน
- ลดภาระการสาธิตซ้ำของผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ
- ลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของเครื่องมือ

**5****ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI)**

- ใช้ AI ช่วยสรุปผล วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและการแทรกผ่านความร้อน
- ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลการคำนวณเบื้องต้น
- เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ปฏิบัติงานและผู้สอน
- ต้องตรวจสอบและพิจารณาผลโดยผู้เชี่ยวชาญ
- เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการข้อมูล ลดเวลาในการประมวลผล และส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่

ปลอดภัย (Safety)
ทำงานปลอดภัย ลดความเสี่ยงได้มาตรฐาน (Standards)
ถูกต้อง เชื่อถือได้ ตามมาตรฐานมุ่งสู่ความเป็นเลิศ (Excellence)
พัฒนาอย่างต่อเนื่อง สู่ความเป็นเลิศ

ภาพที่ 5.2 แสดงข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

บรรณานุกรม

- [1] วิไล รังสาดทอง. 2561. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : เท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น.
- [2] Al-Ghamdi, S., et al. 2024. Effects of Thermal Processing on the Nutritional Quality, Flavor, and Shelf Life of Foods [Online]. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10916645/> (14 March 2025).
- [3] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. 2563. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563). ปทุมธานี : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [4] จันทรัตน์ เทียนประเสริฐ, พรธีรา ศิริศักดิ์, นิรุตย์ แซ่โจ้ว, และ สุนัน ปานสาคร. 2566. “ผลของการให้ความร้อนระดับสเตอริไรซ์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์มะยงชิดลอยแก้วในบรรจุภัณฑ์รีโอร์ทเพาซ์.” ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 9. ปทุมธานี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, หน้า 174 - 185.
- [5] สุนัน ปานสาคร, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, เพ็ญรวี ปาณศรี, และ จิตติมา ไชยดำ. 2563. “ผลของการให้ความร้อนระดับสเตอริไรซ์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวในบรรจุภัณฑ์รีโอร์ทเพาซ์.” วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปีที่ 19, ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน) : 1 - 15.
- [6] Langkapin, J., Oupathumpanont, O., and Parnsakhorn, S. 2026. “Development of a quinoa-fortified kale soup and optimized retort sterilization process for elderly nutrition.” *Natural and Life Sciences Communications*. vol. 25, no. 2 : e2026040. Available: <https://cmuj.cmu.ac.th/nlsc/journal/article/1212> (27 June 2026).
- [7] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ม.ป.ป. ประวัติความเป็นมา [Online]. Available: <https://www.rmutt.ac.th/history-of-rmutt> (15 มกราคม 2569).
- [8] นิรุตย์ แซ่โจ้ว. 2569. คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่องการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาหลักวิศวกรรมอาหาร. ปทุมธานี : สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [9] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์. ม.ป.ป. ประวัติความเป็นมา [Online]. Available: https://www.engineer.rmutt.ac.th/en/?page_id=19 (15 มกราคม 2569).
- [10] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. ม.ป.ป. ข้อมูลทั่วไปและประวัติความเป็นมา [Online]. Available: <https://www.engineer.rmutt.ac.th/agricultural-information/> (15 มกราคม 2569).
- [11] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองอาหาร. 2563. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) พ.ศ. 2563 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร [Online]. Available: <https://food.fda.moph.go.th/gmp-head/420> (4 ธันวาคม 2568).
- [12] วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2564. เทคโนโลยีการฆ่าเชื้ออาหารด้วยความร้อน (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [13] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ม.ป.ป. มาตรฐานทางจริยธรรมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [Online]. Available: <https://www.rmutt.ac.th/2024/02/14/ethical-standards/> (24 มกราคม 2569).



ภาคผนวก



QR Code คู่มือ NDN Dual Mode Retort



QR Code คู่มือการใช้งาน Fluke Calibration 1586A SUPER-DAQ

ภาคผนวก (ต่อ)



QR Code ไฟล์ Excel คำนวณ F_0



ประวัติผู้จัดทำ PROFILE



ชื่อ - นามสกุล

นายนิรุติย์ แซ่โจ้ว (บอม)

ข้อมูลการติดต่อ

ที่อยู่ : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110
เบอร์ติดต่อ : 0 2549 3580
อีเมล : nirut.s@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 อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
รหัสไปรษณีย์ 12110

