รายงานฉบับสมบูรณ์

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติ ด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์

Innovative Automatic PM 2.5 Air Sterilizer and Purifier Unit with Ozone, UV, HEPA Filter and Ionizer

รองศาสตราจารย์ ดร. บุญยัง ปลั่งกลาง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย เบียนสูงเนิน

นายธนยศ คิดเมตตากุล

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติ ด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์

Innovative Automatic PM 2.5 Air Sterilizer and Purifier Unit with Ozone, UV, HEPA Filter and Ionizer

รองศาสตราจารย์ ดร. บุญยัง ปลั่งกลาง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย เบียนสูงเนิน

นายธนยศ คิดเมตตากุล บริษัท แอดวานซ์ เวนดิ้ง โซลูชั่น จำกัด

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อโครงการวิจัย นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติ ด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์

บทคัดย่อ

จากสภาวะปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาวะโลกก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น ก่อให้เกิดภัยธรรมชาติ รูปแบบต่าง ๆ ที่รุนแรงขึ้น รวมทั้งโรคอุบัติใหม่เช่น เชื้อไวรัส โควิด-19 ด้วยปัญหาดังกล่าว จึงออกแบบสร้างนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ PM 2.5 อัตโนมัติด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer ขึ้น โดยมีหน้าที่ทำความสะอาดอากาศทั้งด้านฝุ่น ด้านเคมีตกค้าง ด้านเชื้อโรคต่าง ๆ ไวรัส แบคทีเรียด้วยเทคโนโลยี เฮป้า ยูวี โอโซน ไอออนไนเซอร์ ด้วยการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสร้างนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ PM 2.5 อัตโนมัติด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer ทำงานใน 2 ลักษณะคือ 1) แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง 2) แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้

ผลการทดสอบภายในห้องขนาด 12 ตารางเมตรที่มีค่า PM 2.5 ที่ทดสอบมากกว่า 900 µg./m3 ซึ่งผลการทดสอบทั้ง 6 ครั้ง พบว่า เครื่องจะใช้เวลาเฉลี่ยในการฟอกให้อากาศกลับมาเป็นอากาศดีคือ PM 2.5 มีค่า ไม่เกิน 37 µg./m3 ใช้เวลาเฉลี่ย 24.25 นาที และการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องในการฆ่าเชื้อ โดยตรวจปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราภายในห้องหลังจากเปิดเครื่องและทดสอบปริมาณเชื้อที่ถูกยับยั้งด้วยเครื่องฟอกอากาศภายในห้อง โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa และ Aspergillus niger พบว่า หลังเปิดเครื่องฟอกอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 3 ชนิด ได้มากกว่า 99%

คำสำคัญ : เครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน, โอโซน, แสงยูวี, เฮป้าฟิลเตอร์, ไอโอไนเซอร์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อวิจัยเครื่องมือต้านโควิด-19 ประจำปี 2563 โดยการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ สถานที่ติดตั้งระบบ และอำนวยความสะดวกด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติโครงการวิจัย นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณบริษัทที่ร่วมมือในโครงการวิจัยนี้ด้วยคือ คุณธนยศ คิดเมตตากุล บริษัท แอดวานซ์ เวนดิ้ง โซลูชั่น จำกัด ทำให้โครงการวิจัยสามารถบรรลุผลประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดียิ่ง

ท้ายสุดขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่ให้การสับสนุนทุกด้านด้วยดีเสมอมา

คณะนักวิจัย

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อ		ข
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตโครงการวิจัย	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2	งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
	2.1 บทนำ	6
	2.2 หลักการทำงาน	6
	2.3 ก๊าซโอโซน	8
	2.4 แผ่นกรองอากาศเฮป้า	9
	2.5 แสงอัลตร้าไวโอเลต	11
	2.6 ประจุลบ	15
	2.7 ประเภทของฝุ่นละอองที่มีอยู่ในห้อง	16
	2.8 ค่ามาตรฐาน PM 2.5 ที่น่าสนใจ	18
	2.9 สรุปท้ายบท	21
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงาน	23
	3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	23
	3.2 ออกแบบวงจรการทำงาน	24
	3.3 ออกแบบโครงสร้าง	26
	3.4 การประกอบโครงสร้าง	30
	3.5 สรุปท้ายบท	32

บทที่ 4 การทดสอบและวิเคราะห์ผลการทำงาน 33
4.1 วิธีการทดสอบการทำงานฟอกอากาศ 33
4.2 ผลการทดสอบการทำงานฟอกอากาศ 36
4.3 การทดสอบการฆ่าเชื้อ 43
4.4 ผลการทดสอบการฆ่าเชื้อ 44
4.5 สรุปท้ายบท 49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 50
5.1 สรุปผลการวิจัย 50
5.2 ข้อเสนอแนะ 51
บรรณนานุกรม 52
ภาคผนวก 53

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาวะโลกก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่นก่อให้เกิดภัยธรรมชาติ รูปแบบต่าง ๆ ที่รุนแรงขึ้น รวมทั้งโรคอุบัติใหม่เช่น เชื้อไวรัส โควิด-19 ด้วยปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องฟอกอากาศที่มีประสิทธิภาพในการฟอกอากาศ ทำให้อากาศบริสุทธิ์รวมทั้งไม่มีเชื้อโรคต่าง ๆ เหมาะกับพื้นที่ที่มีการทำงานในชีวิตประจำวัน

ดังนั้นโครงการจึงออกแบบสร้างนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ PM 2.5 อัตโนมัติด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer มีหน้าที่ทำความสะอาดอากาศทั้งด้านฝุ่น ด้านเคมีตกค้าง ด้านเชื้อโรคต่าง ๆ ไวรัส แบคทีเรียด้วยเทคโนโลยี เฮป้า ยูวี โอโซน ไอออนไนเซอร์ ด้วยการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยสูงสุดของผู้ใช้งานโดย หลักการทำงานของเครื่องจะทำใน 2 ลักษณะคือ แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง และแบบรุก คือการปล่อยก๊าซ และประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องฯนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคารสถานที่สาธารณะได้ โดยได้ผลดีกว่าการฉีดพ่นแอลกอฮอล์ และมีต้นทุนที่ต่ำกว่า รวมถึงการแก้ปัญหาเรื่องฝุ่น PM 2.5 ในอาคาร สถานที่สาธารณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต้นทุนต่ำอีกด้วย

ตามที่ในสภาวะปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของอากาศโลกก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่นก่อให้เกิดภัยธรรมชาติ รูปแบบต่าง ๆ ที่รุนแรงขึ้น เกิดโรคอุบัติใหม่ มากมา รวมทั้ง โควิด-19 และปัญหาทางด้านอากาศที่มีปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นมหัตภัยเงียบที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายในระยะยาว ปัญหาด้านเชื้อโรคต่าง ๆ กลายพันธุ์ ส่งผลให้เชื้อมีความรุนแรงขึ้น และกระจายตัวได้ดีขึ้นติดต่อกันได้ง่ายขึ้น เช่นเชื้ออุบัติใหม่ไวรัสโควิด-19 ปัจจุบันยังพื้นที่ให้บริการสาธารณะของภาครัฐยังขาดระบบป้องกันปัญหาเหล่านี้อยู่นั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาวิจัยนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหานี้ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอนแบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้ จะเป็นโครงการวิจัยพัฒนานวัตกรรมที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วในระยะสั้น และวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ในระยะยาวได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบสร้างต้นแบบนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์

1.2.2 เพื่อพัฒนานวัตกรรมการกำจัดเชื้อโรคต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในพื้นที่ให้บริการสาธารณะในพื้นที่ปิด

1.2.3 เพื่อเป็นต้นแบบในการบริหารจัดการฟอกอากาศกำจัดเชื้อโรคระยะยาวอย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ใช้งาน ด้วยเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อความยั่งยืนของประเทศต่อไป

1.3 ขอบเขตโครงการวิจัย

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้จะทำงานใน 2 ลักษณะคือ

1. แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง

2. แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้ จุดเด่นคือ

1. ฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่น PM 2.5 แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน

2. มีระบบ เซ็นเซอร์เพื่อตรวจเช็คสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์เลี้ยง ที่อยู่ในพื้นที่ทำงาน

3. ระบบโอโซน และระบบต่าง ๆ ทำงานอัตโนมัติ

4. มีระบบป้องกันการแบบ Auto Start-Stop

5. สามารถตั้งเวลาการทำงานแยกอุปกรณ์ และตั้งเวลาเปิด-ปิดได้หลายรอบใน 1 วัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เข้าใจและสามารถสร้างเครื่องต้นแบบนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ได้

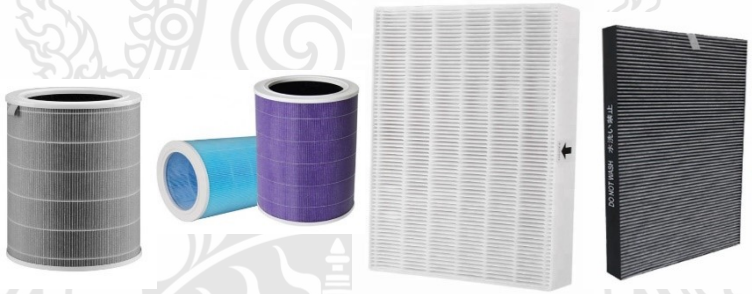
1.4.2 สามารถเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์และเผยแพร่ผ่านอินเตอร์เน็ต รวมทั้งเผยแพร่ผ่านวารสารและงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งถ่ายทอดเทคโนโลยีสู้ผู้สนใจด้วยการอบรมสัมมนาเชิงวิชาการ

1.4.3 สามารถจัดทำเอกสารและสื่อการเรียนการสอนเพื่อเผยแพร่ผู้สนใจทั่วไป

1.4.4 เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการฟอกอากาศกำจัดเชื้อโรคระยะยาวอย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ใช้งาน ด้วยเครื่องทำงานแบบอัตโนมัติ ที่พึ่งพาตนเองแบบยั่งยืนได้ ใช้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และผู้สนใจทั่วไป

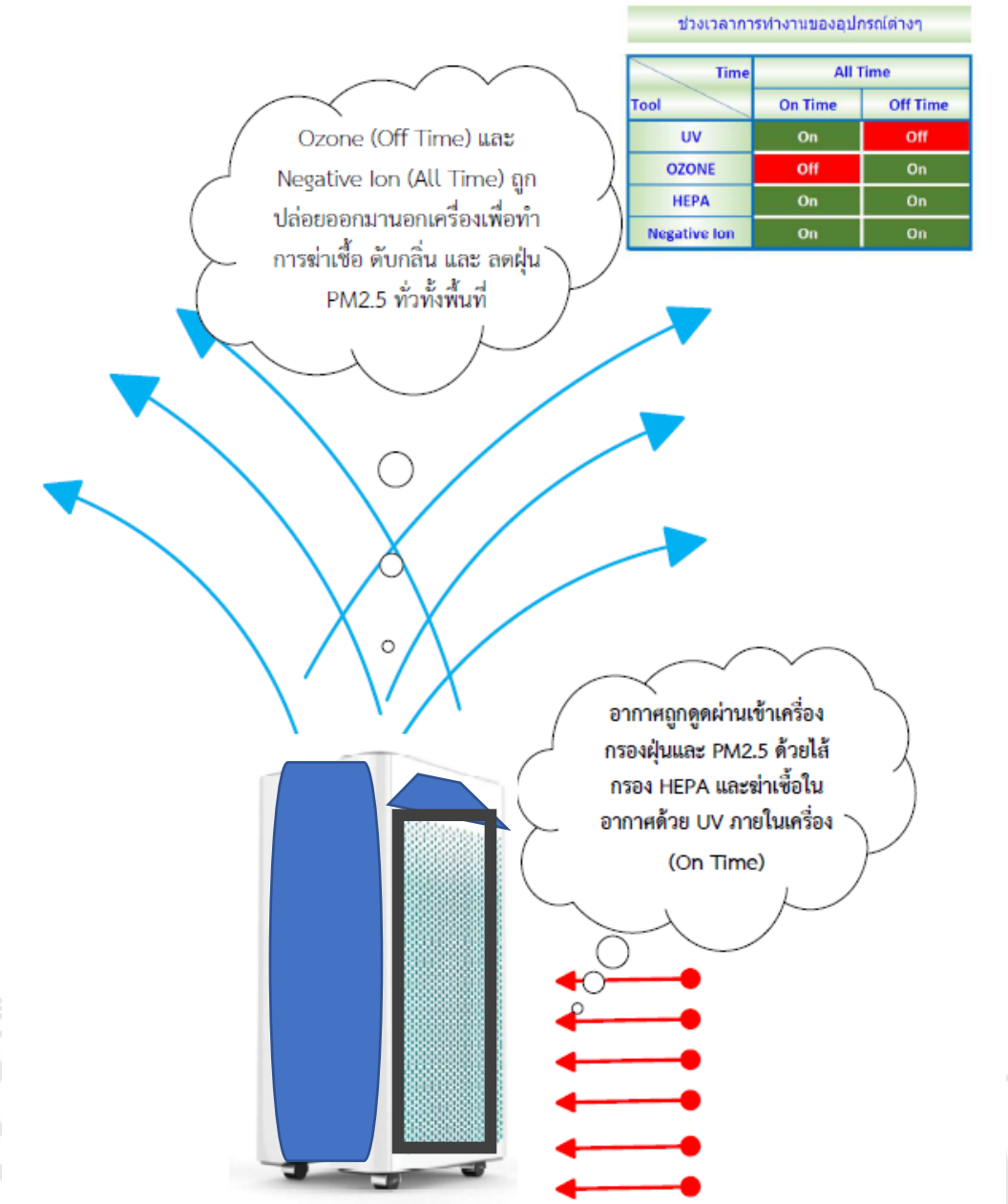
1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ดังที่กล่าวแล้วว่ายังไม่มีเครื่องที่มีคุณสมบัติฟอกอากาศและฆ่าเชื้อด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer อยู่ในเครื่องเดียวกัน ปกติจะมีอยู่ในท้องตลาดแล้วแต่จะเป็นแบบแยกส่วนจึงไม่สามารถนำมาบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดแล้ว ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 อุปกรณ์กรองแยกส่วนที่มีอยู่ในองตลาด [www.alibaba.com]

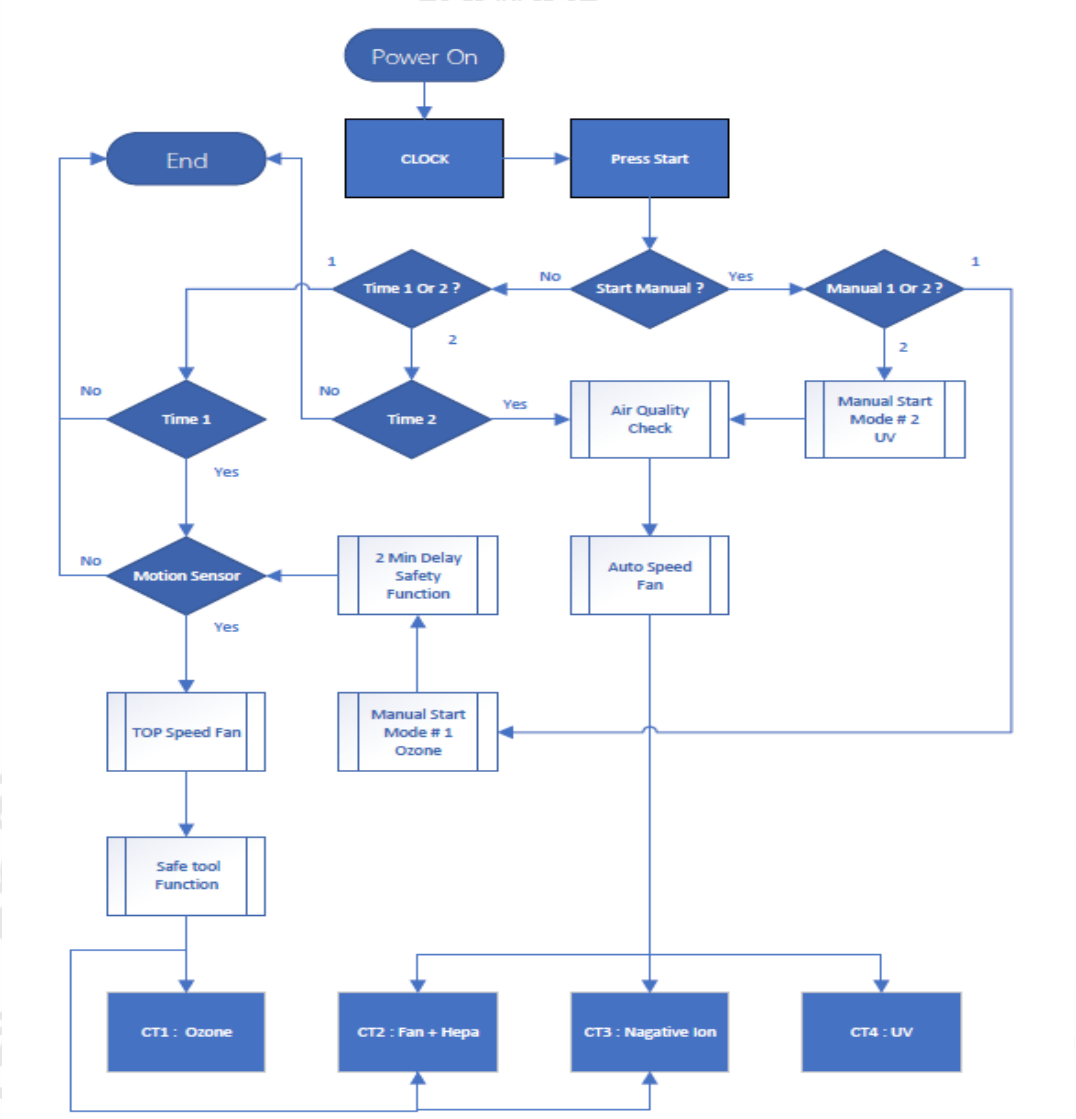
เครื่องต้นแบบวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอนแบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ที่จะออกแบบสร้างนี้ จะรวมการทำงานทุกส่วนอยู่ในเครื่องเดียวกัน โดยจะสามารถปรับตั้งการทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แนวคิดการทำงานของเครื่องต้นแบบ

เครื่องนวัตกรรมฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้จะเป็นนวัตกรรมที่รวมอุปกรณ์การฟอกอากาสและฆ่าเชื้อไว้ในเครื่องเดียวกัน คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง และการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียง

เตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามพื้นที่ใช้งาน การทำงานจะเป็นดัง Flow Chart ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การทำงานของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยนี้ จะศึกษาออกแบบสร้าง นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ จำเป็นจะต้องศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 บทนำ

ดังที่กล่าวมาแล้วนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้จะเป็นนวัตกรรมที่รวมอุปกรณ์การฟอกอากาศและฆ่าเชื้อไว้ในเครื่องเดียวกัน จะมีจุดเด่นคือสามารถทำงานได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติ สามารถตั้งค่าการทำงานได้ตามที่ต้องการของพื้นที่ต่าง ๆ และจะทำงานใน 2 ลักษณะคือ 1) แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง 2) แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้

2.2 หลักการทำงาน

เครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ PM 2.5 อัตโนมัติด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer มีหน้าที่ทำความสะอาดอากาศทั้งด้านฝุ่น ด้านเคมีตกค้าง ด้านเชื้อโรคต่าง ๆ ไวรัส แบคทีเรีย ด้วยเทคโนโลยี เฮป้า ยูวี โอโซน ไอออนไนเซอร์ ด้วยการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพเพื่อความปลอดภัยสูงสุดของผู้ใช้งานโดย หลักการทำงานของเครื่องจะทำใน 2 ลักษณะคือ แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง และแบบรุก คือการปล่อยก๊าซ และประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์

ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ (เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว) สำหรับไอออนไนเซอร์ทำหน้าที่สร้างประจุลบให้กับอากาศในพื้นที่ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องฯนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้ โดยได้ผลดีกว่าการฉีดพ่นแอลกอฮอล์ และมีต้นทุนที่ต่ำกว่า รวมถึงการแก้ปัญหาเรื่องฝุ่น PM 2.5 ในอาคาร สถานที่สาธารณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต้นทุนต่ำ

ความแตกต่างระหว่างสิ่งที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันกับแนวคิดหรือเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในโครงการดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างปัจจุบันกับแนวคิดหรือเทคโนโลยีใหม่

รายการ	**สิ่งที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน**	**แนวคิดหรือเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในโครงการ**
คุณสมบัติฟอกอากาศและฆ่าเชื้อด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer	ต้องใช้หลายเครื่องร่วมกัน	รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน
ระบบความปลอดภัยของการทำงานโอโซน	ไม่มีระบบความปลอดภัยของการทำงานโอโซน	มีระบบ เซ็นเซอร์เพื่อตรวจเช็คสิ่งมีชีวิต (คนสัตว์เลี้ยง) ในพื้นที่ทำงาน ระบบหน่วงเวลา ใน Manual Mode
ระบบอัตโนมัติ	ระบบต้องสั่งงานเป็นครั้งๆ	ระบบโอโซน และระบบต่าง ๆ ทำงานอัตโนมัติ ตามที่ตั้งค่าไว้
ทำงาน 24 ชม.	ป้องกันเฉพาะตอนโอเวอร์โหลด	มีระบบป้องกันการเสียหายจากการทำงานต่อเนื่อง (Auto Start-Stop)
ตั้งเวลาการทำงาน	ตั้งเปิด-ปิด ได้ 1 รอบ	ตั้งเวลาการทำงานแยกอุปกรณ์ และตั้งเวลาเปิด-ปิดได้หลายรอบใน 1 วัน

ดังนั้น นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้จะทำงานใน 2 ลักษณะคือ

1. แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง

2. แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้ จุดเด่นคือ

1. ฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่น PM 2.5 แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน
2. มีระบบ เซ็นเซอร์เพื่อตรวจเช็คสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์เลี้ยง ที่อยู่ในพื้นที่ทำงาน
3. ระบบโอโซน และระบบต่าง ๆ ทำงานอัตโนมัติ
4. มีระบบป้องกันการแบบ Auto Start-Stop
5. สามารถตั้งเวลาการทำงานแยกอุปกรณ์ และตั้งเวลาเปิด-ปิดได้หลายรอบใน 1 วัน

2.3 ก๊าซโอโซน (OZONE GAS: O3)

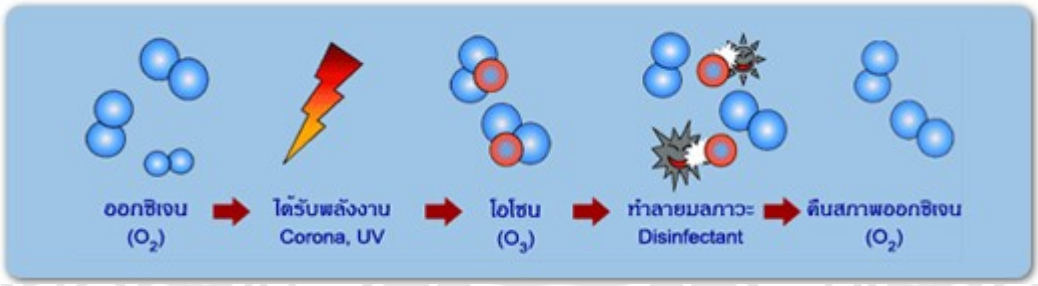
โอโซนเป็นสารอยู่ในสถานะก๊าซประกอบด้วยโมเลกุลของออกซิเจน 3 โมเลกุล ก๊าซโอโซนพบมากที่ระดับความสูงประมาณ 10-50 กิโลเมตรเหนือผิวโลกในชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ (Stratospheres) ช่วยลดอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ ก๊าซโอโซนเกิดได้เองในธรรมชาติจากกระแสไฟฟ้าแรงสูงในอากาศเนื่องจากฟ้าผ่าหรือฟ้าแลบทาให้ก๊าซออกซิเจนซึ่งปรกติประกอบด้วยออกซิเจน 2 อะตอม รวมกันเป็น 1 โมเลกุล (O2) แตกตัวเป็นออกซิเจนอะตอม (O) อิสระแล้วรวมกับก๊าซออกซิเจนโมเลกุลอื่น เกิดเป็นโอโซนโมเลกุล (O3) ดังแสดงในสมการ (1) นอกจากนี้รังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ก็ทาให้ออกซิเจนโมเลกุลแตกตัวเกิดก๊าซโอโซนได้เช่นกัน O3 ที่เกิดโดยวิธีนี้มีความปริมาณเพียง 0.02-0.2 ppm เท่านั้น [Horvath *et al*., 1985]

$$O1\ (atom) + O2\ (oxygen\ gas) = O3\ (ozone) \qquad (1)$$

แม้จะเกิดจากโมเลกุลของออกซิเจนเหมือนกันแต่ O2 และ O3 กลับมีคุณสมบัติต่างกันมาก กล่าวคือ O2 สามารถคงสภาพอยู่ได้ดีกว่า เนื่องจากพันธะที่ยึดอะตอมของออกซิเซน 2 อะตอมไว้ด้วยกันมีความแข็งแรง นั่นคือมีความเสถียรสูง ในขณะที่ O3 เป็นมีการเติมอะตอมของออกซิเจนเพิ่มเข้ามาอีก 1 อะตอม ทาให้โมเลกุลใหม่ที่ได้มีพลังงานสูง มีความเสถียรต่ำทำให้เสียสภาพได้ง่ายจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความร้อน ความดันและการเกิดปฏิกิริยากับสารที่มีพลังงานต่ำกว่าจะเกิดการออกซิเดชั่น (Oxidation) อย่างรวดเร็วด้วยการให้อะตอมของออกซิเจน 1 อะตอม และได้ผลิตผล

กลับเป็น O2 ที่มีพลังงานต่ำกว่านั่นเอง พบว่า O3 มีความแรงปฏิกิริยา (Oxidation potential) สูงถึง 2.07 Electron Volt (eV) ในขณะที่อนุพันธ์ของออกซิเจน (Reactive oxygen species) ที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมของน้ายาล้างแผลคือ Hydrogen peroxide มีค่า Oxidation potential เท่ากับ 1.78 eV ตลอดจนน้ายาเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อสาคัญได้แก่ Sodium hypochlorite และ Chlorine dioxide มีค่าเท่ากับ 1.36 eV และ 0.95 eV ตามลาดับ [Horvath *et al*., 1985]

ในปี 1976 องค์กรปกป้องสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency, U.S.EPA) พบว่า O3 สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Antimicrobial agent) และรับรองความปลอดภัยในการใช้ O3 ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้าได้ (U.S.EPA, 1999) เช่นเดียวกับองค์อาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United states food and drug administration U.S.FDA) ยอมรับการใช้ O3 ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และมีความปลอดภัยในการใช้กับ อาหาร (Food additive agent) (U.S.FDA, 2001) ตลอดจนรายงานการศึกษาโดย U.S.EPA ในปี 2007 พบว่าน้ำโอโซน (Ozonated water) ที่ระดับความเข้มข้น 6-10 ppm มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus atrophaeus*, *Staphylococcus epidermidis* และเชื้อรา *Rhodotorula mucilaginosa, Penicillium brevicompactum* ทั้งชนิดที่สร้างสปอร์ได้และไม่สร้างสปอร์ได้ 99.99% ในเวลา 24 ชม. (U.S.EPA, 2007) [https://medtech.psu.ac.th/Files_Ariticle/20140721xU9evoENlycr.pdf]



รูปที่ 2.1 ก๊าซโอโซน [http://health-fun-food.blogspot.com/2018/04/ozone.html]

2.4 แผ่นกรองอากาศเฮป้า (High Efficiency Particulate Air Filter: HEPA)

HEPA จัดเป็น แผ่นกรองอากาศคุณภาพสูง ทำมาจากเส้นใยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) ถักทอจนมีขนาดที่เล็กมาก ๆ จนมันมีความสามารถ ในของการกรองฝุ่นละอองขนาดเล็กมาก ๆ (Small Particles) ได้เป็นอย่างดีนั่นเอง ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม แผ่นกรองอากาศที่จะได้ชื่อว่าเป็นแผ่นกรองอากาศ HEPA นี้ จะต้องสามารถกรองฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 0.30 ไมครอน (μm) ได้ ซึ่งมาตรฐานนี้ถูกกำหนดขึ้นโดยกระทรวงพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Department of Energy) เรียกได้ว่าเชื้อโรคไวรัส แบคทีเรีย ต่าง ๆ ที่ล่องลอยอยู่บนอากาศ ก็จะไม่

สามารถเล็ดลอดผ่านแผ่นกรองออกไปข้างนอกได้ มีแต่เพียงอากาศ เท่านั้นที่สามารถผ่านแผ่นกรองอากาศ HEPA นี้ออกไปได้ และแน่นอน ถ้าขึ้นชื่อว่าเป็น แผ่นกรองอากาศ HEPA แล้วก็จะสามารถกรองฝุ่นละอองขนาดเล็ก หรือ ฝุ่นละเอียดที่เล็กกว่า 2.5 ไมครอน (หรือฝุ่นละออง PM 2.5) ได้อย่างแน่นอน โดย แผ่นกรองอากาศ HEPA ในปัจจุบัน ได้ถูกนำมาใช้กับในหลากหลายวงการ ไม่ว่าจะเป็น ใช้ภายในบ้าน ครัวเรือน ที่พักอาศัย ในออฟฟิศสำนักงาน แวดวงการขนส่ง ที่มีคนอยู่แออัดกันเยอะๆ อย่างบนเครื่องบินเป็นต้น ตลอดจน วงการแพทย์ ที่ต้องการความสะอาด เพื่อปลอดเชื้อโรคให้ได้มากที่สุดนั่นเอง

ในปัจจุบันนี้ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ที่นิยมติดตั้ง แผ่นกรองอากาศ HEPA ภายในเครื่อง นั่นก็คือ เครื่องฟอกอากาศ เครื่องปรับอากาศ (บางรุ่น บางยี่ห้อ) หุ่นยนต์ดูดฝุ่น เครื่องดูดฝุ่น และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ป้องกันเศษฝุ่นละอองขนาดเล็กหลุดลอดออกมานั่นเอง สำหรับฝุ่นละอองต่าง ๆ นั้นหลังจากที่มันถูกดูดเข้ามาโดยพัดลมดูดอากาศของเครื่องนั้น ๆ แล้ว ก็จะถูกกักโดยแผ่นกรองอากาศ HEPA ไม่ให้มันไหลเวียนกลับออกไปสู่บรรยากาศภายนอกอีกครั้งนั่นเอง

รูปที่ 2.2 แผ่นกรองอากาศเฮป้า [www.alibaba.com/product-detail/xiaomi-Activated-carbon-HEPA-Air-Purifier_62200447947.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7a4b35613AxTYo]

2.4.1 ชนิดของแผ่นกรองอากาศ HEPA

แผ่นกรองอากาศ ที่ขึ้นชื่อว่าเป็นแผ่นกรองอากาศ HEPA ได้นั้น จะต้องมีความสามารถในการกรองฝุ่นละเอียด ที่มีขนาดที่ใหญ่กว่า 0.3 ไมครอน แต่อันที่จริงแล้ว แผ่นกรองอากาศ HEPA นั้น มันก็ยังมีรายละเอียด ปลีกย่อยอีกมากมาย โดยทางสหภาพยุโรป (European Union) ได้มีการจำแนกระดับการกรองของแผ่นกรองอากาศ HEPA ในมาตรฐานยุโรป (European Standard) อย่าง EN 822:2009 ย่อยลงไปอีกกว่า 8 Class คือ

1. **E10 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 85%
   (ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 15%)
2. **E11 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 95%
   (ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 5%)

3. **E12 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 99.5%

(ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 0.5%)

4. **H13 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 99.95%

(ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 0.05%)

5. **H14 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 99.995%

(ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 0.005%)

6. **U15 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 99.9995%

(ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 0.0005%)

7. **U16 Class** : ป้องกันฝุ่นได้ 99.99995%

(ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 0.00005%)

8. **U17 Class :** ป้องกันฝุ่นได้ 99.999995%

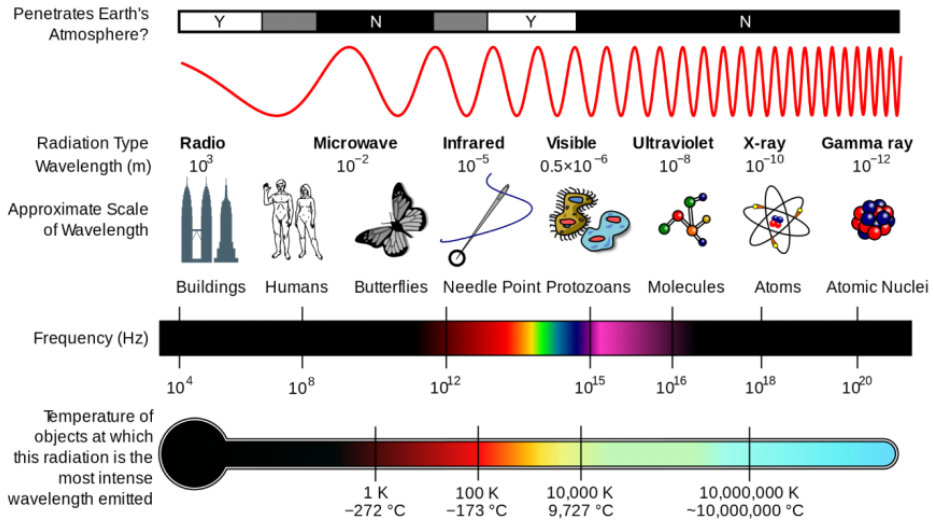
(ฝุ่นมีโอกาสหลุดลอดผ่านออกไปได้ 0.000005%)

2.4.2 การดูแลรักษาแผ่นกรองอากาศ HEPA

เนื่องจากแผ่นกรองอากาศ HEPA ทำมาจากเส้นใยไฟเบอร์กลาส ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการซักล้างด้วยผงซักฟอก หรือน้ำยาใด ๆ เพราะมันอาจจะเข้าไปกัดกร่อนเส้นใยไฟเบอร์กลาส หรือส่วนประกอบภายในอื่น ๆ ของแผ่นกรองได้ ทางที่ดีควรใช้วิธีการดูดฝุ่น หรือใช้แปรงทำความสะอาดในการปัดฝุ่นที่อยู่ในร่องให้ออกมา ตามด้วยการเคาะเบาๆ ให้ฝุ่นหลุดออกมาจากตัวแผ่นกรอง จะดีกว่าและถ้าหากเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ถูกใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ควรจะเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศ HEPA ทุก ๆ 1-2 ปี เพื่อให้การกรองอากาศเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด [https://www.thanop.com/tag/hepa-filter]

2.5 แสงอัลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet Light : UV)

UV (Ultraviolet) แสงยูวี หรือที่เรารู้จัก แสง UV นั้นมาจากแสงของดวงอาทิตย์ เป็น ช่วงแสงที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่จุดเด่นคือ มีคุณสมบัติพิเศษ มีพลังงานสูง สามารถส่องทะลุผ่านผิววัตถุได้ง่ายกว่าแสงที่เราเห็นทั่ว ๆ ไป



รูปที่ 2.3 แสงอัลตร้าไวโอเลต [http://medi.moph.go.th/km/rdc.pdf]

แสงยูวี สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ UVA ,UVB และ UVC แสงยูวี

- UVA : มีความยาวคลื่นมาก (320-400 nm) จะรู้จักกันในนาม “Black Light” ถูกใช้ใน การทำ Skin Tanning และการรักษาโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับผิวหนัง
- แสงยูวีประเภท UVB : มีความยาวคลื่นระดับกลาง (280-320 nm) สามารถส่งผลอันตรายต่อผิวหนังและตาได้ โดยมากจะดูดซับไว้โดยชั้นโอโซนของโลก แต่ก็ยังมีเล็ดลอดส่องมาถึงเราบ้างจึงมีการผลิตครีมกันแดดที่ สามารถกันรังสี UVA และ UVB ได้
- แสงยูวีประเภท UVC : มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด (200-280 nm) แต่มีพลังงานสูงสุด มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากที่สุด รังสี UVC ถูกนำไปใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการฆ่าเชื้อโรคในอากาศ พื้นผิวและน้ำ แต่แสงยูวี ประเภทนี้มีอันตรายต่อผิวหนังและตามากที่สุดจึงไม่ควรได้รับแสงโดยตรง

โดยมากจะมีเพียงแสงยูวีประเภท UVA เท่านั้นที่สามรถส่องผ่านมาถึงผิวโลกได้ ส่วน UVB และ UVC จะ ถูกโอโซนในชั้นบรรยากาศดูดซับปริมาณส่วนมากไว้ก่อนแล้ว

แสงยูวีที่นำมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคนั้น เกิดมาจากการสังเคราะห์ UVC ขึ้นเอง นั้นก็คือระบบ “UVGI” (Ultraviolet Germicidal Irradiation) หรือ ระบบการใช้แสงยูวีที่มีความเข้มข้นสูงพิเศษ (Germicidal Range) เพื่อฆ่าและทำลายเชื้อโรค ไม่ว่าจะเป็น Virus Bacteria Fungi และ Yeast & Mold ที่อยู่บนพื้นผิวและในอากาศ หากเชื้อโรค ได้รับปริมาณแสง UVC ในระยะเวลาที่เพียงพอ แสงยูวีจะทะลุเข้าไปใน DNA ของเชื้อโรค ทำให้ DNA เพี้ยนไปจากปรกติ เชื้อโรคไม่สามารถสืบพันธุ์ต่อได้ ก็จะตายในที่สุด ซึ่งวิธีนี้จะเป็นวิธีการทำลายเชื้อโรคชนิด รุนแรง

รูปที่ 2.4 การใช้ยูวีฆ่าเชื้อ [http://medi.moph.go.th/km/rdc.pdf]

โดยระบบ UVGI ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้มากกว่า 100 ปีแล้ว และนิยมมากในประเทศแถบยุโรป เริ่ม จากใช้ฆ่าเชื้อโรคในโรงพยาบาลทุกแห่งก่อน และในปัจจุบันมีการนำมาใช้แพร่หลายมากขึ้น นอกจากโรงพยาบาล คลินิก โรงงานต่าง ๆ ยังนำมาประยุกต์ใช้ในบ้านเรือน หรือแม้แต่พกพาไปในที่ต่าง ๆ เพื่อฆ่าเชื้อโรคในที่สาธารณะ ได้เลยทันที การฆ่าเชื้อด้วยระบบ UVGI แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ด้วยกัน

- การฆ่าเชื้อโรคในอากาศ (Air Disinfection) : คือ การฆ่าเชื้อที่ลอยอยู่ในอากาศ ในสถานที่ที่มีคนอยู่เป็น จำนวนมากหรืออยู่เป็นเวลานาน เช่น โรงพยาบาล โรงภาพยนตร์ หอประชุม สำนักงาน ห้องฟิตเนต ห้องเรียน เป็นต้น
- ฆ่าเชื้อโรคในของเหลว (Liquid Disinfection) : คือ การฆ่าเชื้อโรคในของเหลว เช่น น้ำดื่ม ฆ่าด้วยด้วย แสงอัลตราไวโอเลต หรือในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสียฆ่าเชื้อโรคในน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น
- ฆ่าเชื้อโรคที่พื้นผิวของวัตถุ (Surface Disinfection) : คือ การฆ่าเชื้อโรคแบบเฉพาะเจาะจง ใช้ฆ่าเชื้อบนพื้นผิวโดยใช้แสง UVC บริเวณที่โดนแสงเชื้อโรคก็จะโดนทำลาย ซึ่งปริมาณความเข้มของแสง ระยะห่าง และระยะเวลา ต้องสัมพันธ์กัน เพื่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงสุด เช่น ฆ่าเชื้อบนราวจับรถเข็น ฆ่าเชื้อ ภาชนะ อุปกรณ์ในห้องครัว ฆ่าเชื้อในห้องนอน ฆ่าเชื้อบนพื้นขณะดูดฝุ่น ฆ่าเชื้อแปรงสีฟัน ฆ่าเชื้อบน สุขภัณฑ์ ฆ่าเชื้อของใช้ และของเล่นเด็กต่าง ๆ เป็นต้น และการฆ่าเชื้อโรคประเภทนี้นี้เอง ที่ตู้อบ UV นำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อความสะอาดของ ของใช้ในครอบครัว

รูปที่ 2.5 การประยุกต์ใช้ยูวี [http://medi.moph.go.th/km/rdc.pdf]

โดยในปัจจุบัน หน่วยงานต่าง ๆ ได้รับรองในประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อโรคด้วยระบบ UVGI นี้ อาทิเช่น CDC (Centers for Disease Control and Prevention) ที่แนะนำให้ใช้ในโรงพยาบาล ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) เองก็แนะนำให้ใช้ในระบบปรับอากาศ ในอาคาร รวมทั้ง WHO (World Health Organization) ที่แนะนำให้ใช้ระบบ UVGI เพื่อควบคุมการแพร่กระจาย เชื้อของวัณโรค (Tuberculosis) นอกจากฆ่าเชื้อโรคแล้ว UV ยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีก

รูปที่ 2.6 หน่วยงานที่รับรองยูวี [http://medi.moph.go.th/km/rdc.pdf]

จุดหลัก ๆ ของการนำ UV มาใช้งานนั้นก็คือประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค แบคทีเรีย ไวรัสได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ส่วนสิ่งที่เราจะได้ตามมานั้นก็คือการกำจัดกลิ่นอับต่าง ๆ ที่เกิดจากการสะสมของแบคทีเรีย ซึ่งแสง UV สามารถกำจัด และลดต้นเหตุของปัญหาได้ สาเหตุการเลือกใช้ UV ในการฆ่าเชื้อโรคคือ

1. ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค ทั้งแบคทีเรียและไวรัส ที่กำจัดได้ถึงขั้น DNA ถือว่าเป็นวิธีการกำจัด ชนิดรุนแรงที่สุด

2. ได้รับการรับรอง และถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งใน โรงพยาบาล คลินิก อุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่ม การปรับอากาศในสถานที่สำคัญๆ และใช้ยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อโรค ซึ่งทั้งหมดนี้ให้ความเชื่อมั่น ในการใช้แสง UV ในการฆ่าเชื่อโรคว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด

3. สามารถใช้ฆ่าเชื้อโรคได้มากกว่าขวดนม เพราะแสง UV ไม่มีความร้อน จึงสามารถใช้ได้กับวัสดุที่ทำมา จาก พลาสติก แก้ว ไม้ อลูมิเนียม ซิลิโคน หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียกได้ว่า ทั้งขวดนม จุกยาง ภาชนะใส่อาหาร ของเล่น รวมไปถึงของใช้ของคุณพ่อคุณแม่สามารถใช้งานกับแสง UV ได้หมด มีความ คุ้มค่าสูง เพราะความอันตรายของเชื้อโรคนั้นร้ายแรงกว่าที่คิด ในแต่ละวันมีโอกาสเสี่ยงต่อการ

ปนเปื้นเชื้อโรค ตลอดเวลา ทั้งจากการสัมผัส จากการไอ-จาม ทางอากาศ โดยที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้เลย ถ้าสิ่งของต่าง ๆ ไม่ได้รับ การฆ่าเชื้อโรคที่ดีพอ ก็อาจจะต้องเจอกับเชื้อไวรัส และแบคทีเรียจนทำให้เกิดอาการอาเจียน ท้องร่วง อาหารเป็น พิษ หรือการติดเชื้อไวรัสต่าง ๆ อาการเหล่านี้เป็นอันตรายอย่างมาก เมื่อคุณรู้ถึงวิธีการกำจัดเชื้อโรคด้วยรังสี UV ได้อย่างถูกวิธี ก็จะช่วยคุณทำลายเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สะอาด ปลอดภัย เพื่อสุขภาพที่ดีของทุกคน ในครอบครัว มาตรฐานและแนวทางแนะนำว่าสามารถติดตั้งหลอดอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เป็นส่วนประกอบ เพิ่มเติมจากการใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้ทดแทนการใช้แผงกรองอากาศ ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากการใช้หลอดอัลตราไวโอเลตมีข้อจำกัดหลายประการที่ต้องระวังในการเลือกใช้ [http://medi.moph.go.th/km/rdc.pdf]

2.6 ประจุลบ (Negative Ion)

นักวิชาการและนักค้นคว้าวิจัยต่างมีความเห็นสรุปตรงกันว่า การมีสุขภาพที่ดีมีส่วนสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปริมาณและคุณภาพของ Negative Ion หรือประจุลบในสภาพแวดล้อมรอบตัวเรา Negative Ion หรือประจุลบ เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่เราสามารถสัมผัสได้ในบริเวณที่มีปริมาณประจุลบจำนวนมาก เช่น บริเวณใกล้แหล่งน้ำตก ป่าไม้ที่ชุ่มชื้น หรือชายฝั่งทะเลมหาสมุทร ซึ่งคุรจะรู้สึกสดชื่นเมื่ออยู่ในบริเวณนี้ นักวิทยาศาสตร์ให้ความเห็นว่า นั่นเป็นเพราะกลุ่มโมเลกุลที่มีอิเลคตรอนจำนวนมากกว่าปกติ ซึ่งพร้อมที่จะแลกเปลี่ยน จับคู่เพื่อสร้างสมดุลให้กับเซลล์ที่ถูกทำลาย จึงสามารถช่วยบรรเทาอาการภูมิแพ้ ไมเกรน และไซนัสได้ เมื่อประจุลบแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือด จะมีผลในการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนเซโรโทนิน (Serotonin) จึงทำให้รู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า เพิ่มพลังความแข็งแกร่งของเซลล์ ประจุลบ เป็นไฟฟ้าสถิตที่แตกตัวจากอะตอมของโมเลกุลที่เป็นอนุภาคเล็กที่สุดของสสารต่าง ๆ สามารถที่จะเปลี่ยนอนุภาคอสระให้กลายเป็น Oxygen ได้โดยการเข้าไปจับอนุภาคนั้น ๆ ซึ่งหากเกิดปฏิกริยา เช่นนี้ในร่างกายของเรา จะทำให้ Oxygen ภายในร่างกายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สมองปลอดโปร่งขึ้น ระบบการไหลเวียนโลหิตดีขึ้น อันจะทำให้ร่างกายสามารถขับสารตกค้างต่าง ๆ ออกไปได้ง่ายขึ้น ร่างกายของเราจึงมีสุขภาพดี

ข้อดีของประจุไฟฟ้าลบ

- เนื่องจากในธรรมชาติ อาทิเช่นตามน้ำตก หรือ หุบเขา ป่าเขาลำเนาไพร ที่มีความชุ่มชื้นต่าง ๆ พื้นที่เหล่านี้จะมีประจุไฟฟ้าลบจำนวนมาก ทำให้ผู้ได้รับประจุไฟฟ้าลบ รู้สึกผ่อนคลาย หายเครียด
- ช่วยเสริมสร้างให้ระบบประสาทแข็งแรง เพื่อการรับรู้ ตอบสนองสิ่งต่าง ๆ ได้เร็ว

- ช่วยเสริมสร้างคอลลาเจน (Collagen) มีส่วนช่วยให้ผิวพรรณดูอ่อนวัย อ่อนนุ่ม
- นอนหลับได้ง่ายขึ้น ร่างกายผ่อนคลาย
- ปรับสมดุลส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นระบบฮอร์โมนต่าง ๆ ระบบหายใจ หลอดเลือดเส้นเลือด และ มีส่วนช่วยให้ระบบเผาผลาญอาหาร ระบบขับถ่าย ทั้งถ่ายหนัก ถ่ายเบา ให้ดีขึ้น
- ช่วยลดอากาศภูมิแพ้ ปวดหัวข้างเดียว ไมเกรน หรือแม้แต่ไซนัส
- ช่วยสร้างภูมิคุ้มการให้กับร่างกาย

ข้อเสียของประจุไฟฟ้าลบ

- ทำให้เกิดโอโซนในบริเวณนั้น ซึ่งข้อเสียของโอโซน คือหากได้รับไปในปริมาณที่มีมาก ๆ เข้าจะทำให้เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของเรา ไม่ว่าจะเป็น คอ หลอดลม หรือแม้แต่ปอด และทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจลดลง

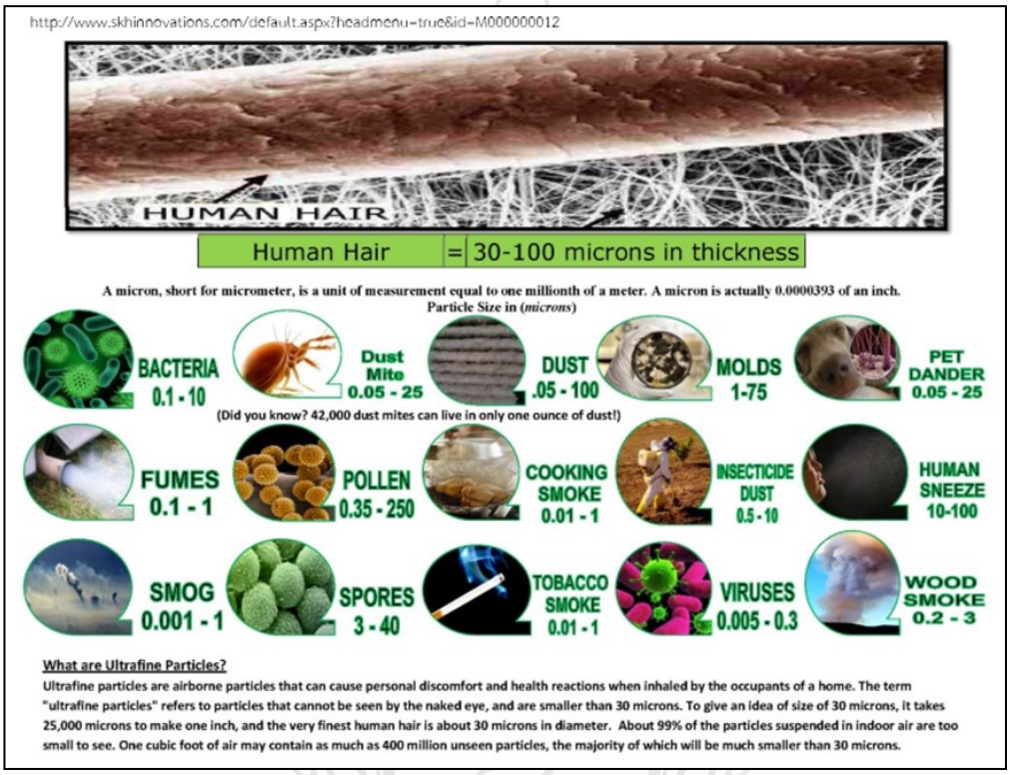
2.7 ประเภทของฝุ่นละอองที่มีอยู่ในห้อง

ประเภทของฝุ่นปกติจะมีอยู่ 2 แบบหลัก ๆ คือ

1. ฝุ่นน้ำหนักเบา อนุภาคเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น (PM2.5) พวกนี้มันจึงลอยในอากาศเสมอ และนอกจากนี้แล้ว ร่างกายเรา ยังสามารถหายใจเข้าสู่ปอด ผ่านเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดในร่างกาย ซึ่งก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้

2. ฝุ่นขนาดใหญ่ เนื่องจากมีขนาดใหญ่ มันจึงมีน้ำหนักมากตามไปด้วย และเมื่อมีน้ำหนักมาก มันจึงสามารถตกลงไปกองบนพื้น บนเฟอร์นิเจอร์ โดยพวกนี้เราสามารถทำความสะอาดได้ จากการกวาดดูดฝุ่นเช็ดถู

ดังนั้น โครการนี้จะรวมจุดเด่นของอุปกรณ์แต่ละอย่างทั้งหมดมารวมกันไว้ เป็นนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ซึ่งจะรวมอุปกรณ์การฟอกอากาศและฆ่าเชื้อไว้ในเครื่องเดียวกัน จะมีจุดเด่นคือสามารถทำงานได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติ สามารถตั้งค่าการทำงานได้ตามที่ต้องการของพื้นที่ต่าง ๆ ได้ จึงจะเป็นการแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะที่เป็นปัญหาได้อย่างถาวร



รูปที่ 2.7 ลักษณะฝุ่นต่าง ๆ

เข้าถึง ตค. 2563 [http://www.skhinnovations.com/default.aspx?headmenu=true&id=M0000000012]

การกำจัดฝุ่นนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบโดยสามารถจะแสดงได้ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การกำจัดฝุ่นแบบต่าง ๆ

ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการต่างๆ ในการกำจัดมลพิษ

วิธีการ / มลพิษ	HEPA	Nagative Ion Generator	Ozone	UV Light
ฝุ่นขนาดเล็ก	ดี	ดี	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
ฝุ่นขนาดกลาง	ดี	ดี	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
ฝุ่นขนาดใหญ่	ดี	ดี	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
แบคทีเรีย	พอใช้	ดี	ดี	ดี
ไวรัส	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ดี	ดี
เชื้อรา	ดี	ใช้ไม่ได้	ดี	ดี
ก๊าซ	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ดี	พอใช้
กลิ่น	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ดี	ใช้ไม่ได้

2.8 ค่ามาตรฐาน PM 2.5 ที่น่าสนใจ

อาจจะมีใครสงสัยบ้าง ทำไมจึงกำหนดมาตรฐานเป็นค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ยรายปี

- องค์การอนามัยโลกกำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่น PM 2.5 ไว้ที่ไม่เกิน 25 และค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ที่ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- สหรัฐอเมริกา กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ยรายปีของ PM 2.5 ในปัจจุบันไว้ที่ 35 และ 12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสหภาพยุโรป กำหนดแค่ค่าเฉลี่ยรายปีที่ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ส่วนของไทย ปี พ.ศ. 2553 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ออกประกาศฉบับที่ 36 กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไว้ที่ไม่เกิน 50 และค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ที่ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ดัชนีคุณภาพอากาศ 1 ค่า ใช้เป็นตัวแทนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การโม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ

ก๊าซโอโซน (O3) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย เกิดขึ้นได้ทั้งในระดับบรรยากาศชั้นที่สูงจากผิวโลก และระดับชั้นบรรยากาศผิวโลกที่ใกล้พื้นดิน ก๊าซโอโซนที่เป็นสารมลพิษทางอากาศคือก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศผิวโลก เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและเยื่อบุต่าง ๆ ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง เหนื่อยเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา และคนที่เป็นโรคปอดเรื้อรัง

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ก๊าซนี้สามารถสะสมอยู่ในร่างกายได้โดยจะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า เมื่อหายใจเข้าไปทำให้ก๊าซชนิดนี้จะไปแย่งจับกับฮีโมโกลบินในเลือด เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (CoHb) ทำให้การลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายลดน้อยลง ส่งผลให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย และหัวใจทำงานหนักขึ้น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ อุตสาหกรรมบางชนิด เป็นต้น ก๊าซนี้มีผลต่อระบบการมองเห็นและผู้ที่มีอาการหอบหืดหรือ โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อนๆ มีรสและกลิ่นที่ระดับความเข้มข้นสูง เกิดจากธรรมชาติและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถัน (ซัลเฟอร์) เป็นส่วนประกอบ สามารถละลายน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับสารมลพิษอื่นแล้วก่อตัวเป็นอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้ ก๊าซนี้มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ หากได้รับเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตารางที่ 2.3) โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐาน และคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
0 - 25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26 - 50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51 - 100	ปานกลาง	เหลือง	ประชาชนทั่วไป : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง

101 - 200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	ประชาชนทั่วไป : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

-การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศรายวันของสารมลพิษทางอากาศแต่ละประเภท

คำนวณจากค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยมีระดับของค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ระดับต่าง ๆ ดัง (ตารางที่ 2.4) การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศภายในช่วงระดับ เป็นสมการเส้นตรง ดังนี้

$$I = \frac{I_j - I_i}{X_j - X_i}(X - X_i) + I_i \qquad (2.1)$$

กำหนดให้

I = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ

X = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากการตรวจวัด

Xi , Xj = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงความเข้มข้นสารมลพิษที่มีค่า X

Ii , Ij = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงดัชนีคุณภาพอากาศที่ตรงกับช่วงความเข้มข้น X จากค่าดัชนีย่อยที่คำนวณได้ สารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าดัชนีสูงสุด จะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ณ ช่วงเวลานั้น

เพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติและง่ายต่อความเข้าใจ เมื่อวัดค่า PM 2.5 แล้วสามารถที่จะนำมาเทียบค่าต่าง ๆ หาค่า AQI ได้ตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

AQI	$PM_{2.5}$ (มคก./ลบ.ม.)	PM_{10} (มคก./ลบ.ม.)	O_3 (ppb)	CO (ppm)	NO_2 (ppb)	SO_2 (ppb)
	เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง		**เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง**		**เฉลี่ย 1 ชั่วโมง**	
0 - 25	0 - 25	0 - 50	0 - 35	0 - 4.4	0 - 60	0 - 100
26 - 50	26 - 37	51 - 80	36 - 50	4.5 - 6.4	61 - 106	101 - 200
51 - 100	38 - 50	81 - 120	51 - 70	6.5 - 9.0	107 - 170	201 - 300
101 - 200	51 - 90	121 - 180	71 - 120	9.1 - 30.0	171 - 340	301 - 400
มากกว่า 200	91 ขึ้นไป	181 ขึ้นไป	121 ขึ้นไป	30.1 ขึ้นไป	341 ขึ้นไป	401 ขึ้นไป

ช่วงเวลาเฉลี่ย และหน่วยสารมลพิษทางอากาศที่ใช้ในการคำนวน

- $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ $\mu g./m^3$
- PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ $\mu g./m^3$
- O_3 เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ส่วนในพันล้านส่วน หรือ ppb หรือ 1/1,000,000,000
- CO เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ส่วนในล้านส่วน หรือ ppm หรือ 1/1,000,000
- NO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง : ส่วนในพันล้านส่วน หรือ ppb หรือ 1/1,000,000,000
- SO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง : ส่วนในพันล้านส่วน หรือ ppb หรือ 1/1,000,000,000

2.9 สรุปท้ายบท

จากข้อมูลดังกล่าว นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอนแบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้ จะเป็นนวัตกรรมที่รวมอุปกรณ์การฟอกอากาศและฆ่าเชื้อไว้ในเครื่องเดียวกัน จะมีจุดเด่นคือสามารถทำงานได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติ สามารถตั้งค่าการทำงานได้ตามที่ต้องการของพื้นที่ต่าง ๆ และจะทำงานใน 2 ลักษณะคือ 1) แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง 2) แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุ

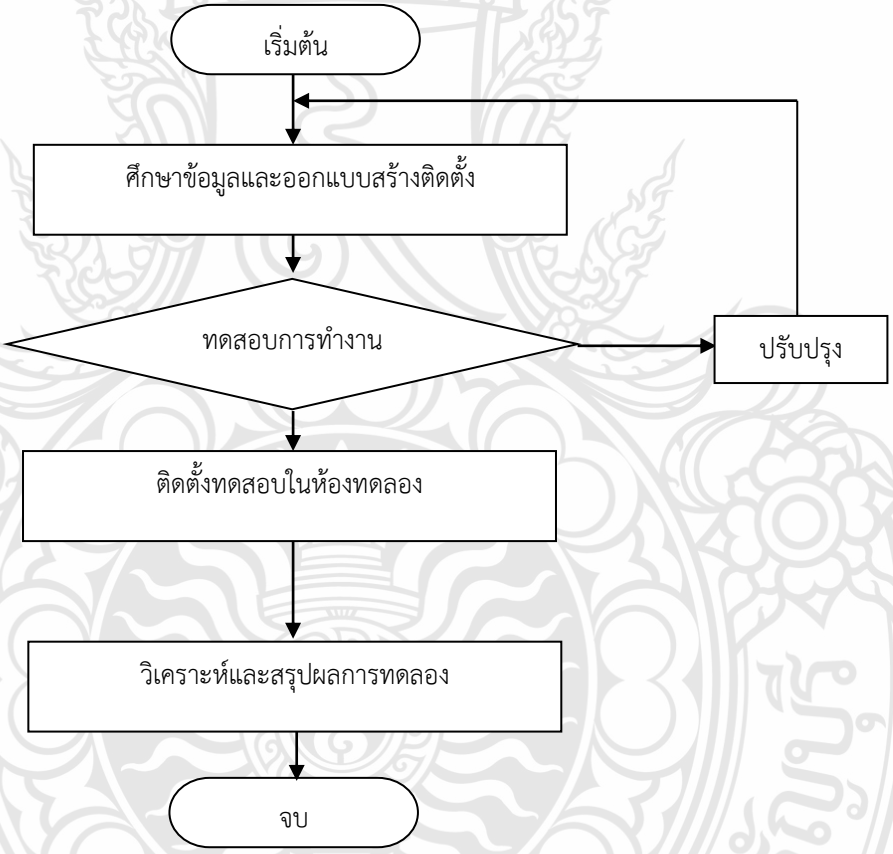
ลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามสถานที่ต่าง ๆ ได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะแสดงการดำเนินงานของการออกแบบ สร้างนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ซึ่งจะเริ่มจากขบวนกสน การวางแผน การออกแบบ การสร้างและการดำเนินการทดสอบ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

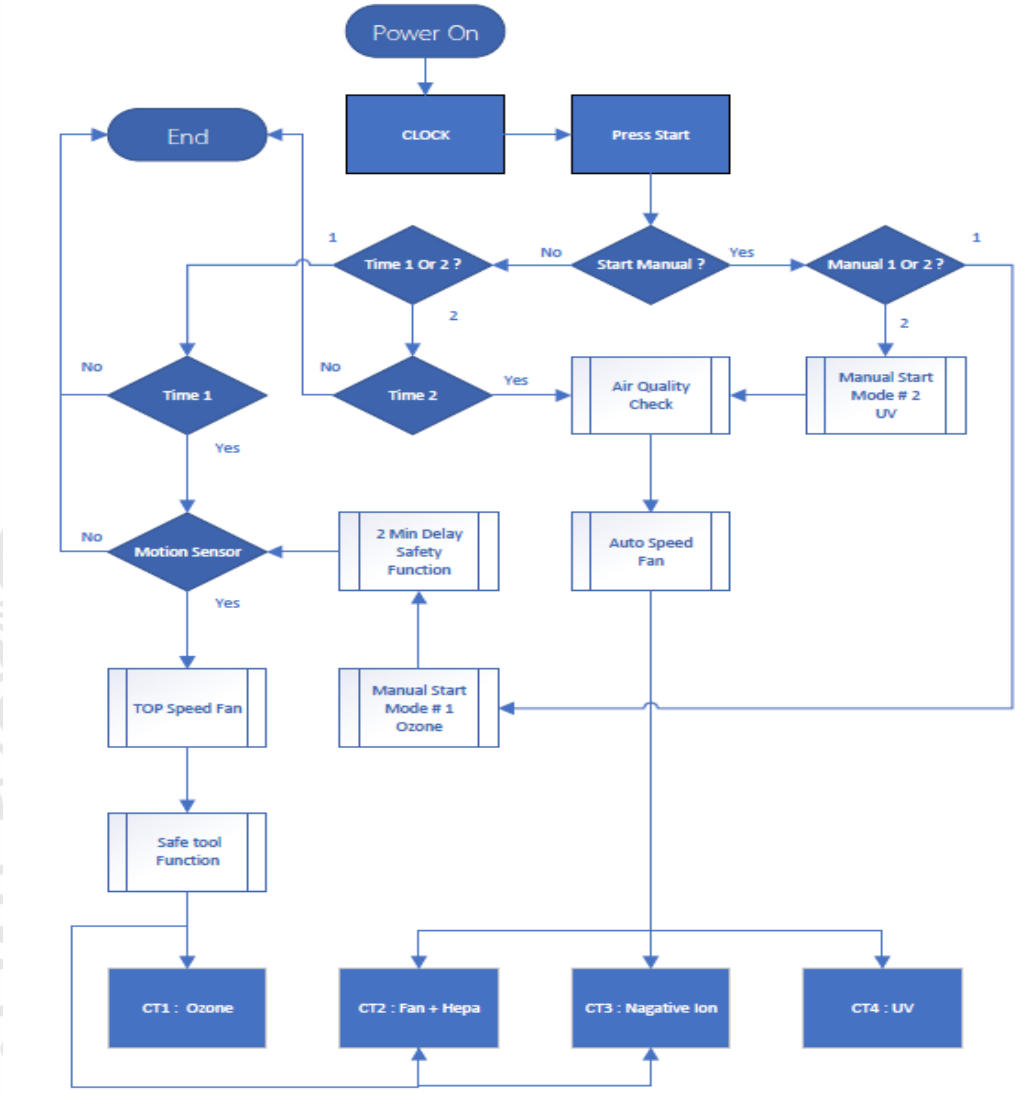
ในการดำเนินงานได้มีขั้นตอนการสร้างนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 ออกแบบวงจรการทำงาน

ด้วยเครื่องนวัตกรรมฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้จะเป็นนวัตกรรมที่รวมอุปกรณ์การฟอกอากาศและฆ่าเชื้อไว้ในเครื่องเดียวกัน คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง และการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ การทำงานจะเป็นดัง Flow Chart ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การทำงานของนวัตกรรมเครื่องต้นแบบ

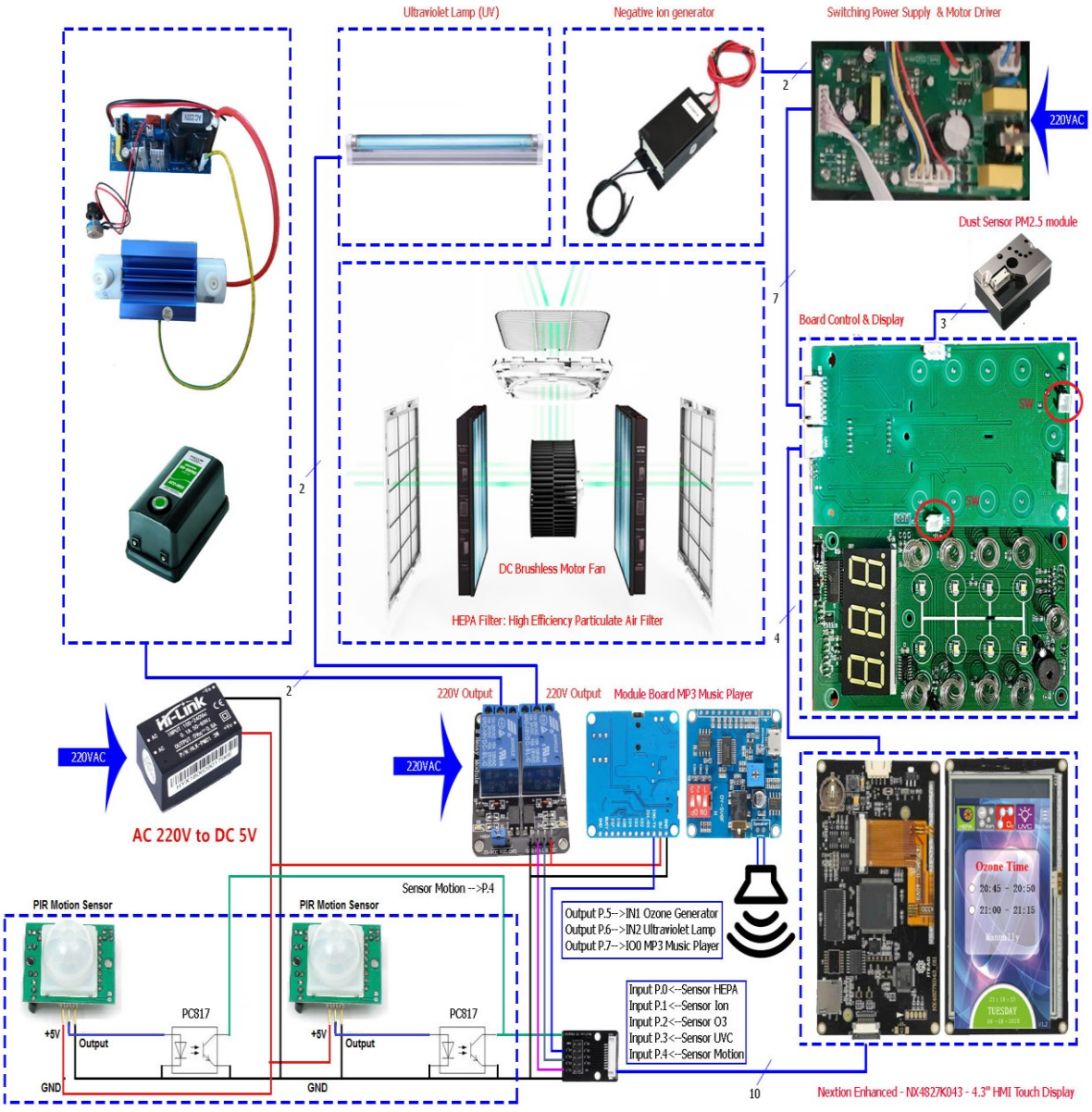
3.2.1 วงจรการทำงาน

การทำงานของ นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้จะทำงานใน 2 ลักษณะคือ

1. แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง

2. แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้

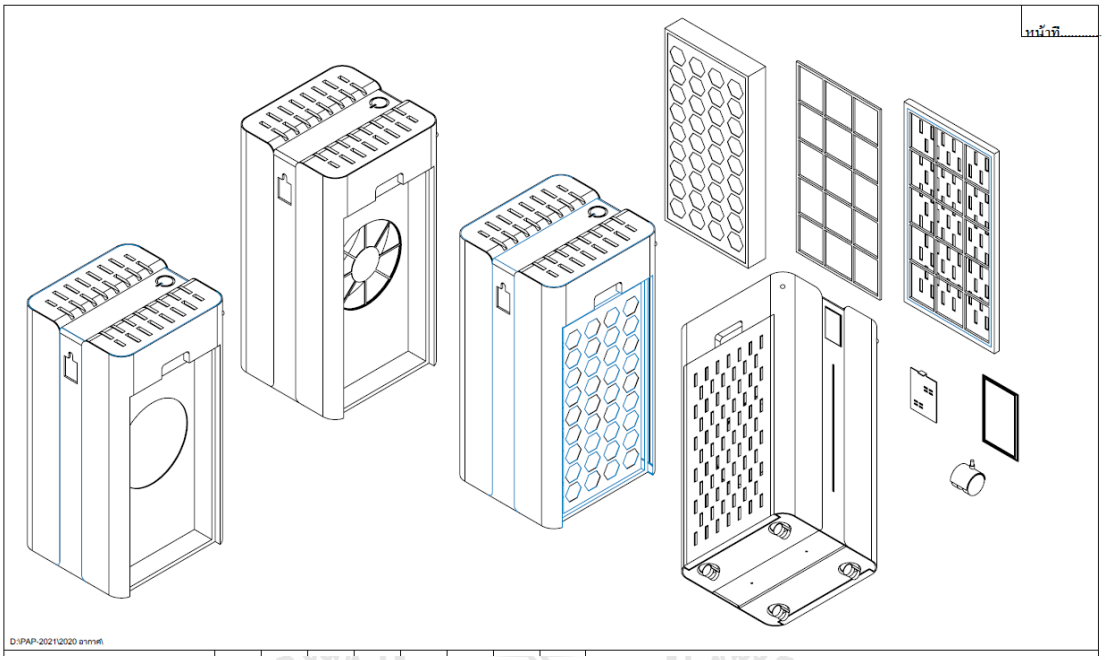
ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้ จุดเด่นคือ 1. ฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่น PM 2.5 แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน 2. มีระบบ เซ็นเซอร์เพื่อตรวจเช็คสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์เลี้ยง ที่อยู่ในพื้นที่ทำงาน 3. ระบบโอโซน และระบบต่าง ๆ ทำงานอัตโนมัติ 4. มีระบบป้องกันการแบบ Auto Start-Stop 5. สามารถตั้งเวลาการทำงานแยกอุปกรณ์ และตั้งเวลาเปิด-ปิดได้หลายรอบใน 1 วันด้วย ดังนั้นวงจรการทำงานของเครื่องจึงออกแบบได้ ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะมีส่วนใหญ่ๆ อยู่สามส่วนด้วยกัน 1. ส่วนของระบบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องจะเป็นระบบที่ใช้กับไฟฟ้าของการไฟฟ้า 220V และจะแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่เหมาะสมกับวงจรภายใน 2. ส่วนวงจรควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ส่วนนี้จะเปรียบเหมือมันสมองของเครื่องซึ่งจะรับคำสั่งผ่านส่วนคีย์บอร์ด และประมวลผลตามคำสั่งในโหมดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว 3. ส่วนของอุปกรณ์หลักในการทำงาน เช่น ชุดสร้างโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ซึ่งส่วนนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อส่วนประมวลผลได้ส่งการมาตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ วงจรการทำงานจะเป็นดังรูปที่ 3.3



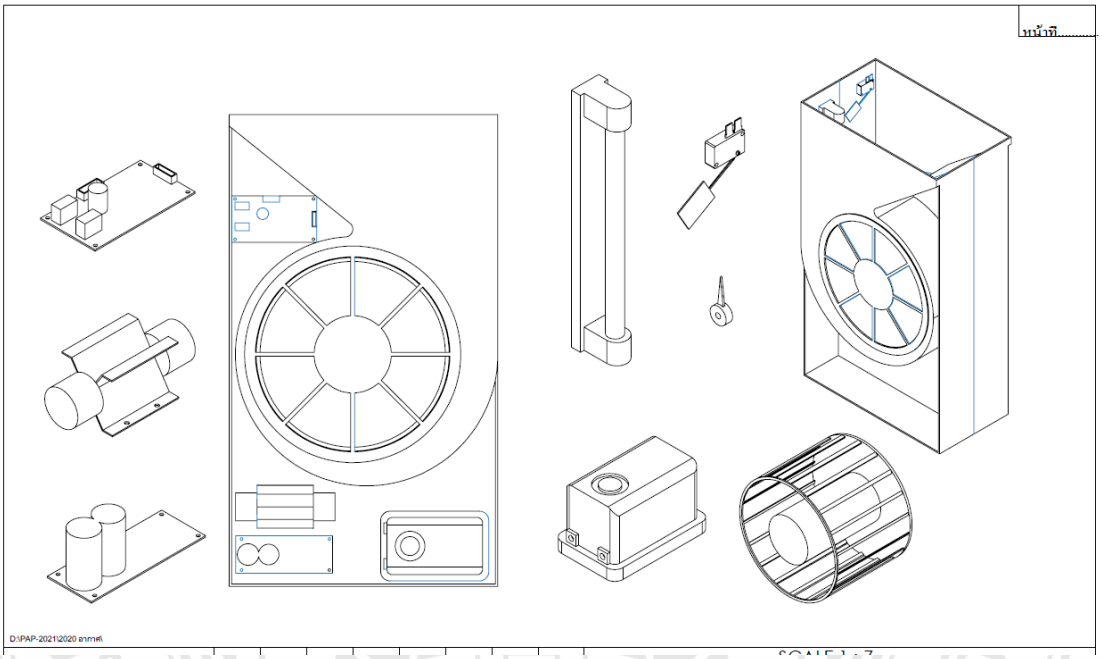
รูปที่ 3.3 วงจรการทำงานของเครื่อง

3.3 ออกแบบโครงสร้าง

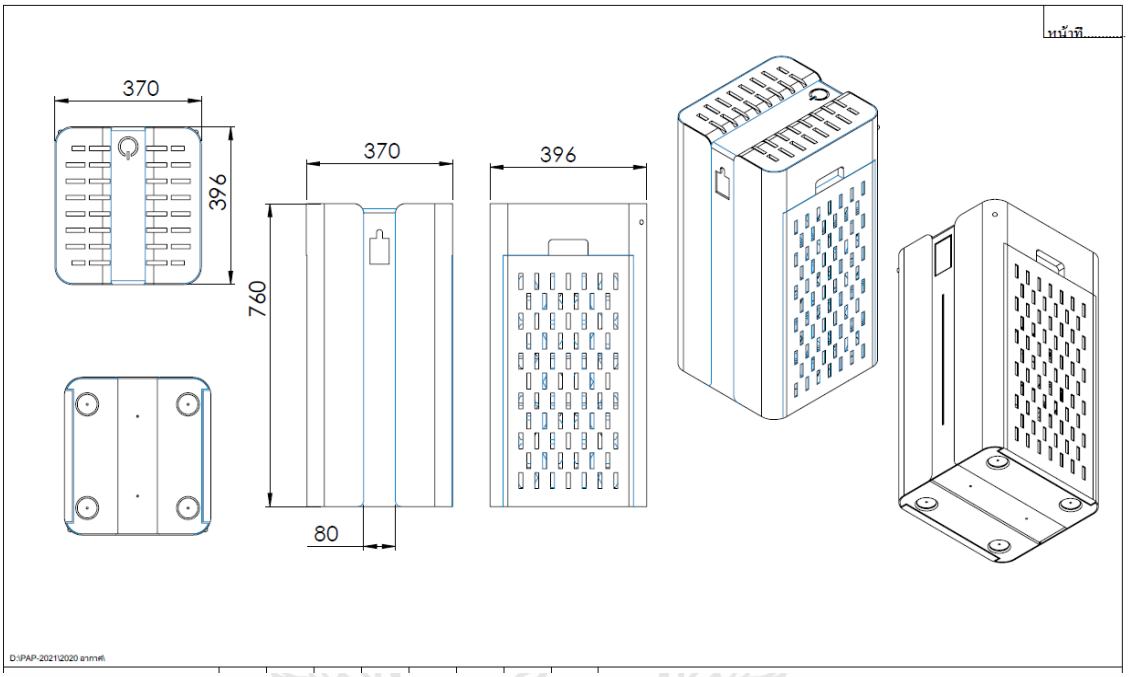
การออกแบบโครงสร้างของ นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้ จะมีการออกแบบตามพื้นฐานการใช้งานที่ง่ายสะดวก ปลอดภัย ประหยัดพื้นที่ใช้สอย อุปกรณ์ทุกชิ้นจะติดตั้งอยู่ในตัวเดียวกัน ง่ายต่อการบำรุงรักษา ปุ่มปิดเปิด และโปรแกรมการทำงานจะสะดวก มีแสงและเสียงเตือนในการทำงานโหมดต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.4



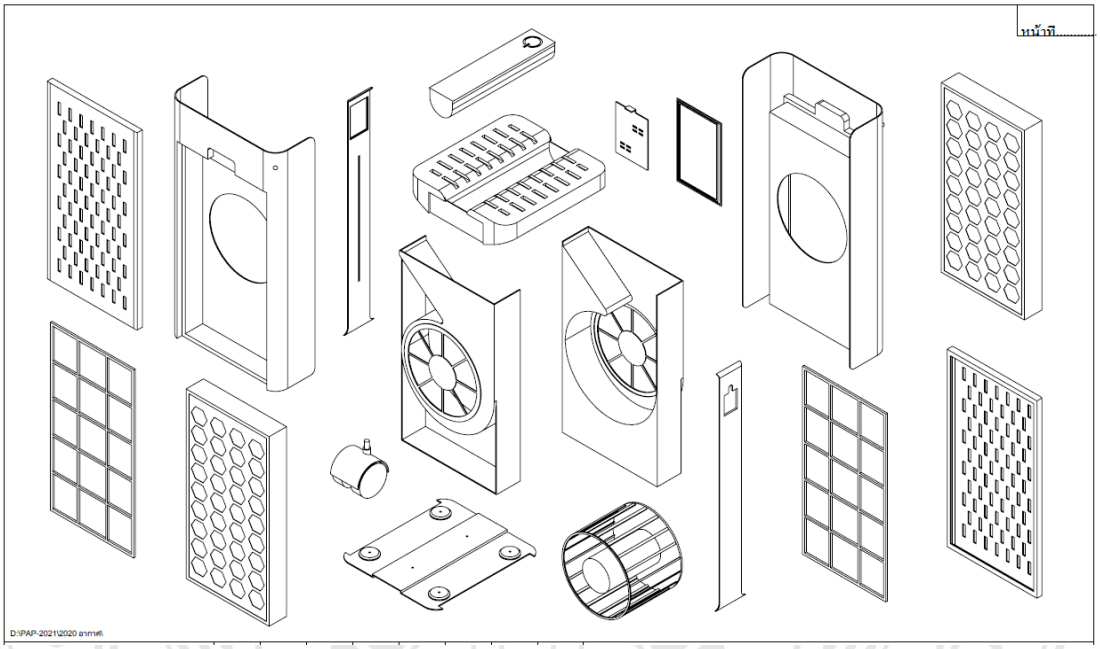
รูปที่ 3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง



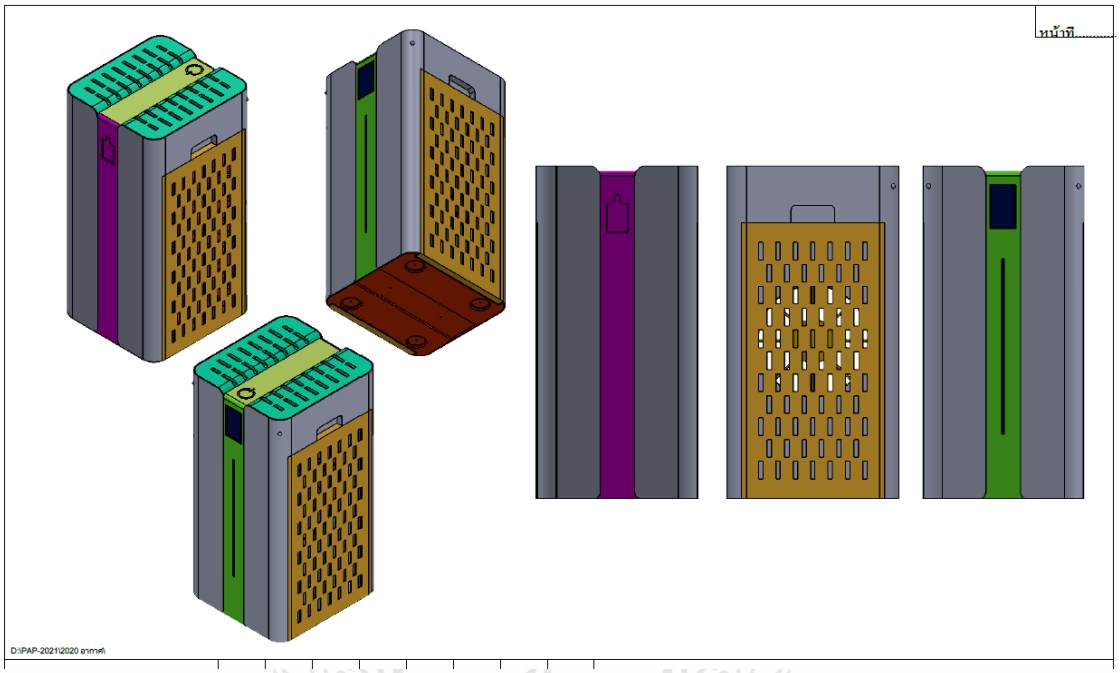
รูปที่ 3.5 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง (ต่อ)



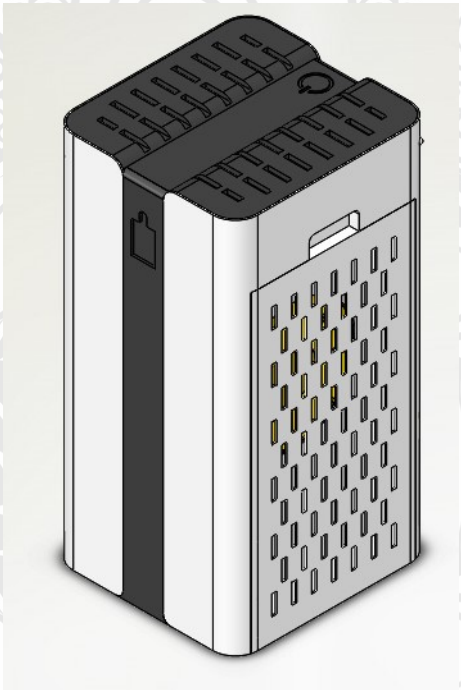
รูปที่ 3.6 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง (ต่อ)



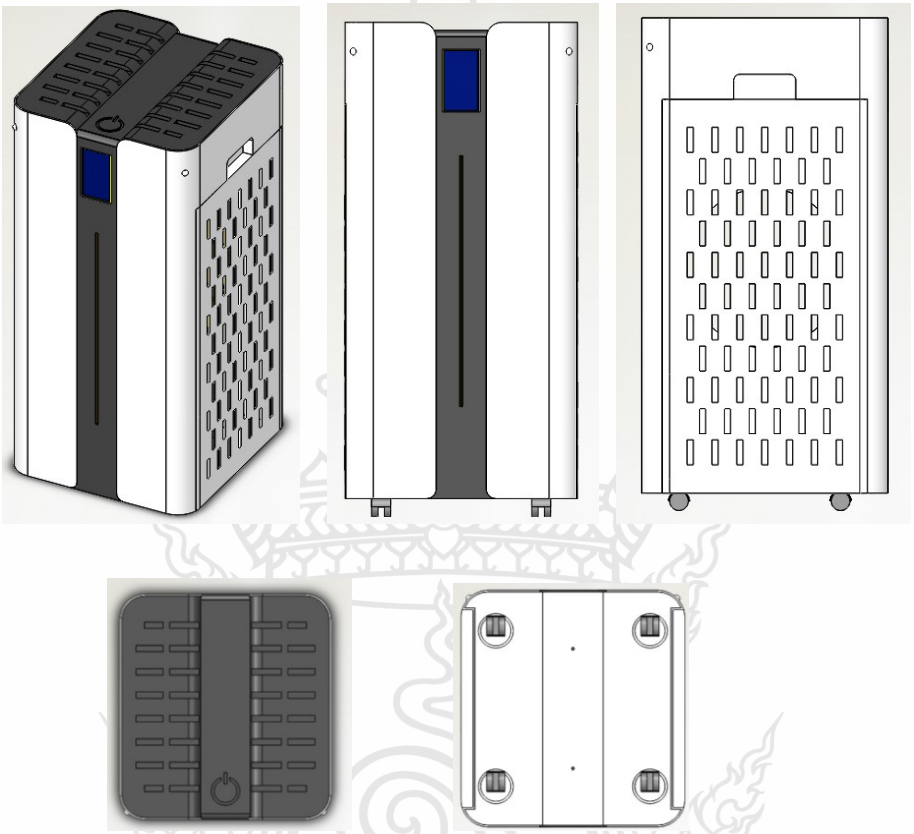
รูปที่ 3.7 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง (ต่อ)



รูปที่ 3.8 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง (ต่อ)



รูปที่ 3.9 แบบสามมิติของเครื่อง



รูปที่ 3.10 รูปแบบสามมิติภาพรวมของเครื่อง

3.4 การประกอบโครงสร้าง

จากการออกแบบโครงสร้างที่กล่าวมาแล้วของ นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นี้ การประกอบโครงสร้างจะเป็นตามที่ออกแบบ เพื่อให้เครื่องสามารถที่จะทำงานได้ใน 2 ลักษณะตามที่กล่าวมาแล้วคือ 1. แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง และ 2. แบบรุก คือการปล่อยก๊าซโอโซนและประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับ และเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายใน

อากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างได้ การประกอบเครื่องรูปแบบสมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 เครื่องที่ประกอบสำเร็จตามที่ออกแบบไว้

รูปที่ 3.11 แสดงปุ่มกดควบคุมการทำงานของเครื่อง

3.5 สรุปท้ายบท

จากการศึกษาออกแบบสร้าง นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ สามารถที่จะออกแบบสร้างเครื่องได้ตามที่กำหนดตามแบบที่ตั้งไว้ หลังจากนี้จะมีการนำนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ติดตั้งจริงเพื่อทดสอบการทำงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลในการทำงานของเครื่องต่อไป

บทที่ 4
การทดสอบและวิเคราะห์ผลการทำงาน

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ที่ได้ออกแบบสร้างเครื่องตามที่กำหนด บทนี้จะได้นำเครื่องมาติดตั้งจริงเพื่อทดสอบการทำงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลในการทำงานดังต่อไปนี้

4.1 วิธีการทดสอบการทำงานฟอกอากาศ

การทดสอบเครื่องต้นแบบจะเป็นการทดสอบโหมดการทำงานที่ออกแบบไว้เพื่อการฟอกอากาศ โดยการทดสอบการวัดฝุ่นจะใช้เครื่องมือวัดมาตรฐาน และจะใช้ควันในการทดสอบซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.1 โดยการทดสอบนี้จะทดสอบในห้องปิดมีพื้นที่ 12 ตารางเมตร โดยเมื่อใช้ควันแล้วจะทำการเปิดเครื่อง เพื่อวัดการฟอกอากาศ

รูปที่ 4.1 การทดสอบนวัตกรรมเครื่องต้นแบบในการฟอกอากาศ

รูปที่ 4.2 ทดสอบในห้องทดสอบโดยใช้ควัน

รูปที่ 4.3 ลูกควันที่ใช้ในห้องทดสอบ

การวัดผลการฟอกอากาศจะวัดผ่านเครื่องมือมาตรฐาน โดยสามารถนำข้อมูลส่งผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยไม่ต้องเปิดห้องทดสอบในช่วงการทดสอบ หน้าจอของเครื่องมือวัดสามารถส่งเข้ามาที่แอปพลิเคชั่นทางสมาร์ทโฟนได้ ดังรูปที่ 4.4 หน่วยจะเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ µg./m3

รูปที่ 4.4 เครื่องมือวัดฝุ่น Dust Sensor WiFi Pro By NanoGen

รูปที่ 4.4 (ต่อ) เครื่องมือวัดฝุ่น (หน้าจอเครื่องมือวัดผ่านแอปพลิชัน Air4U)

รายละเอียดสินค้า เครื่องวัดฝุ่น PM2.5 ประสิทธิภาพสูง Dust Sensor WiFi Pro By Nano Gen ดูข้อมูลผ่านแอพ Air4U ได้

- เครื่องวัดฝุ่น PM2.5 ประสิทธิภาพสูง ต่อ WiFi ได้ สร้างขึ้นโดยบริษัท นาโนเจนฯ มีขนาดเหมาะมือ พกพาสะดวก และสามารถนำไปติดตั้งตามจุดต่าง ๆ เช่น อาคาร,บ้านเรือน, ห้องนอน,ทางเดินต่าง ๆ หรือสถานที่ราชการ,สถาบันการศึกษาใด ๆ เพื่อวัดค่าฝุ่น PM2.5 ที่ลอยอยู่ในอากาศได้ทันที
- วัดค่าฝุ่นที่มีขนาดเล็ก ได้ตั้งแต่ PM1, PM2.5, PM10
- มีค่า AQI-us คือค่าดัชนีคุณภาพอากาศแสดงบอกว่าตอนนี้คุณภาพอากาศเป็นอย่างไร
- วัดอุณหูภูมิและความชื้นได้
- ใช้ไฟเพียง 5VDC หรือต่อจาก Power Bank ก็ใช้งานได้ทันที
- ใช้งานได้แบบ Offline ไม่ต้องต่อ WiFi ก็ใช้งานได้
- สามารถส่งข้อมูลขึ้น Cloud ได้ พร้อมดูได้แบบออนไลน์ เพียงติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นนี้ ในสถานที่ ที่มี WiFi
- ดูข้อมูลแบบ Realtime ได้ทันที และสามารถดูข้อมูลย้อนหลังในแต่ละช่วงเวลาได้อีกด้วย
- มีแอพในมือถือให้ดูข้อมูลค่าฝุ่นได้ตลอดเวลา
- หน้าจอสี ดูข้อมูลง่าย และสวยงาม
- มีปุ่มสำหรับเปิด/ปิด แสงหน้าจอ

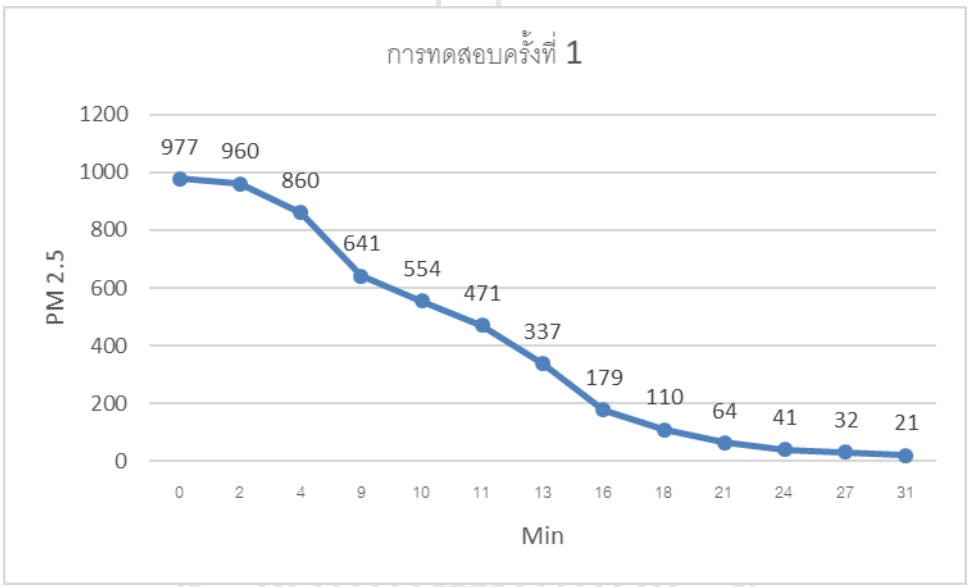
- ต่อ Wifi ใหม่อัตโนมัติเมื่อขาดการเชื่อมต่อทุกกรณี (ไม่ต้องดึงปลั๊กแล้วเสียบใหม่) *ฟังก์ชั่นใหม่
- หน้าจอแสดงสถานะ OFF-LINE กรณีขาดการเชื่อมต่อทุกกรณี
- สามารถกดปุ่มเพื่อตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้น ให้ตรงกับเครื่องวัดตัวอื่นๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทได้
- ตัวเครื่องรับประกัน 1ปี
- มีการชดเชยการวัดค่าPM2.5* จากค่าความชื้นสัมพัทธ์

4.2 ผลการทดสอบการทำงานฟอกอากาศ

ในการทดสอบจะจุดควัน และเริ่มเดินเครื่อง โดยเก็บบันทึกข้อมูลทุก ๆ 2 นาที แล้วทำการทดสอบทั้งหมด 6 ครั้ง โดยตั้งเครื่องทำงานพัดลมเป็นระบบ Auto และแบบลมแรง Hi Flow ผลการทดสอบได้ดังตาราง โดยการทดสอบจะเทียบกับมาตรฐานที่ประกาศโดย เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย คือ AQI อยู่ไม่เกิน 50 และจะมีค่า PM 2.5 อยู่ไม่เกิน 37 µg./m3

ตารางที่ 4.1 การทดลองฟอกอากาศครั้งที่ 1 (µg./m3)

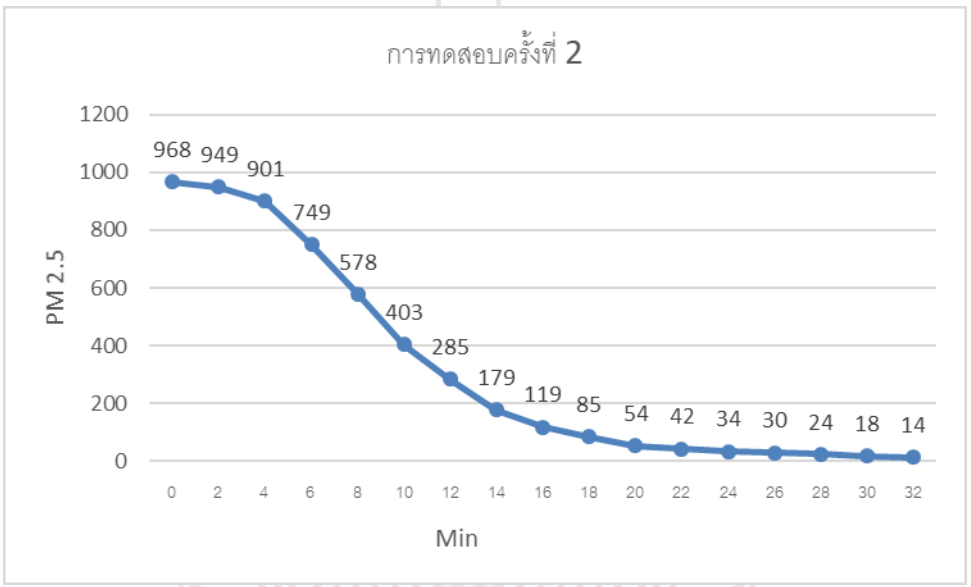
การทดสอบครั้งที่ 1 (Auto)				
Min	12/9/2020	PM2.5	PM10	PM1
0	15:43	977	4375	114
2	15:45	960	4118	125
4	15:47	860	2325	176
9	15:52	641	1208	258
10	15:53	554	948	276
11	15:54	471	765	273
13	15:56	337	509	238
16	15:59	179	247	143
18	16:02	110	149	91
21	16:05	64	82	56
24	16:08	41	64	35
27	16:11	32	47	28
31	16:14	21	30	19



รูปที่ 4.5 กราฟผลการทดสอบครั้งที่ 1

ตารางที่ 4.2 การทดลองฟอกอากาศครั้งที่ 2 (µg./m3)

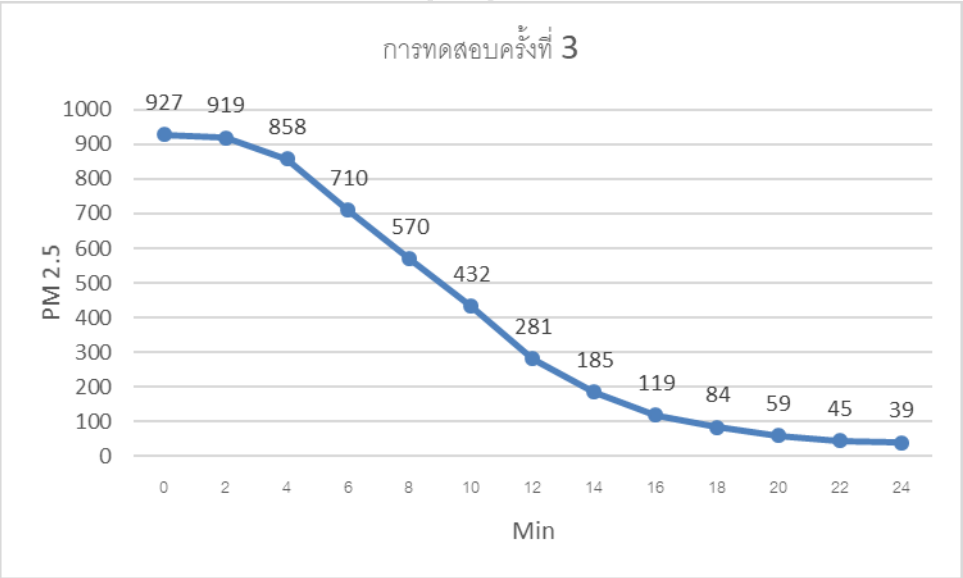
ทดสอบครั้งที่ 2 (Auto)				
Min	12/9/2020	PM2.5	PM10	PM1
0	16:27	968	5073	107
2	16:29	949	3578	121
4	16:31	901	2623	149
6	16:33	749	1714	209
8	16:35	578	1060	256
10	16:37	403	632	245
12	16:39	285	405	196
14	16:41	179	249	138
16	16:43	119	161	95
18	16:45	85	110	69
20	16:47	54	75	51
22	16:49	42	66	37
24	16:51	34	53	31
26	16:53	30	47	26
28	16:55	24	35	22
30	16:57	18	24	19
32	16:59	14	20	16



รูปที่ 4.6 กราฟผลการทดสอบครั้งที่ 2

ตารางที่ 4.3 การทดลองฟอกอากาศครั้งที่ 3 (µg./m3)

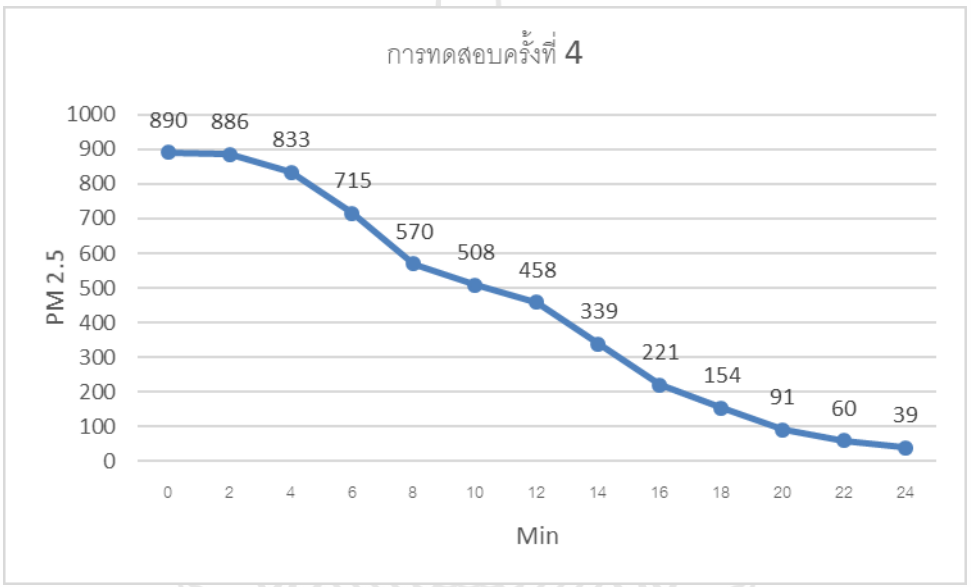
ทดสอบครั้งที่ 3 (Auto)				
Min	12/9/2020	PM2.5	PM10	PM1
0	17:11	927	5530	90
2	17:13	919	3923	117
4	17:15	858	2743	145
6	17:17	710	1672	188
8	17:19	570	1132	231
10	17:21	432	747	234
12	17:23	281	426	185
14	17:25	185	270	129
16	17:27	119	175	87
18	17:29	84	121	62
20	17:31	59	86	49
22	17:33	45	68	35
24	17:35	39	63	33



รูปที่ 4.7 กราฟผลการทดสอบครั้งที่ 3

ตารางที่ 4.4 การทดลองฟอกอากาศครั้งที่ 4 (µg./m3)

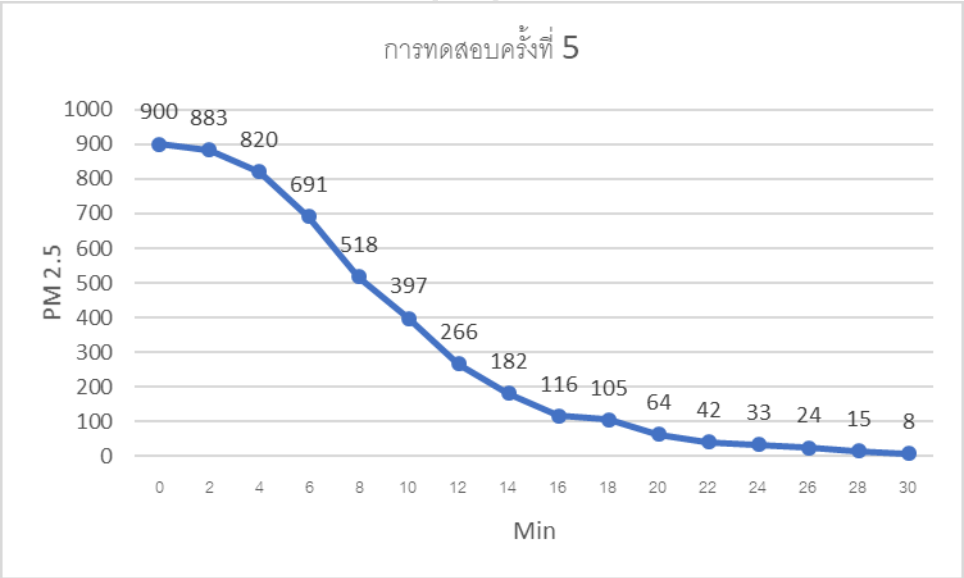
ทดสอบครั้งที่ 4 (Auto)				
Min	13/9/2020	PM2.5	PM10	PM1
0	13:34	890	5666	101
2	13:36	886	4000	121
4	13:38	833	2604	158
6	13:40	715	1727	203
8	13:42	570	1137	243
10	13:44	508	943	254
12	13:46	458	813	258
14	13:48	339	543	224
16	13:50	221	342	164
18	13:52	154	227	119
20	13:54	91	125	71
22	13:56	60	85	49
24	13:58	39	63	33



รูปที่ 4.8 กราฟผลการทดสอบครั้งที่ 4

ตารางที่ 4.5 การทดลองฟอกอากาศครั้งที่ 5 (µg./m3)

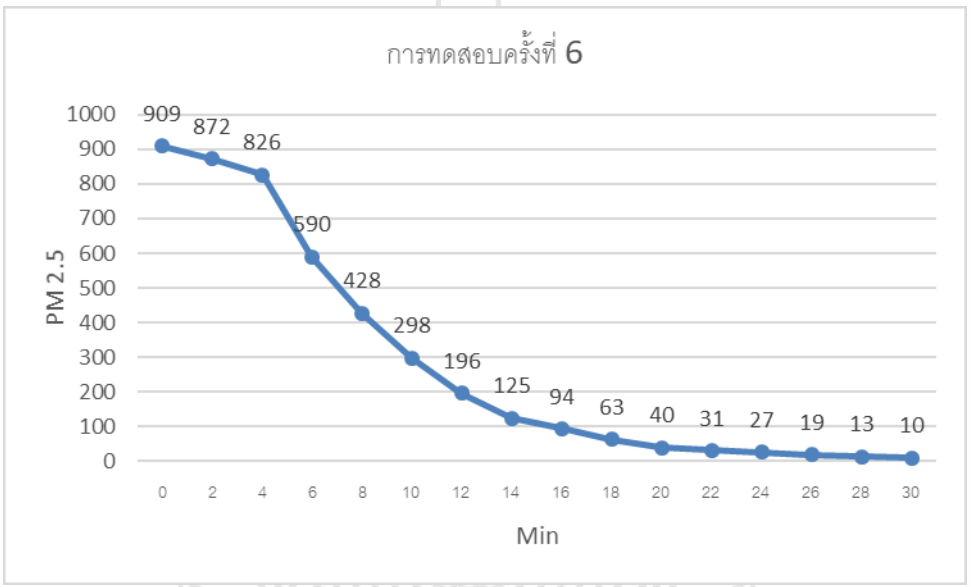
ทดสอบครั้งที่ 5 (Hi flow)				
Min	13/9/2020	PM2.5	PM10	PM1
0	15:20	900	4569	109
2	15:22	883	3432	135
4	15:24	820	2375	169
6	15:26	691	1569	215
8	15:28	518	936	254
10	15:30	397	661	239
12	15:32	266	410	191
14	15:34	182	265	137
16	15:36	116	163	93
18	15:38	105	146	82
20	15:40	64	91	54
22	15:42	42	68	37
24	15:44	33	52	29
26	15:46	24	34	23
28	15:48	15	23	14
30	15:50	8	16	10



รูปที่ 4.9 กราฟผลการทดสอบครั้งที่ 5

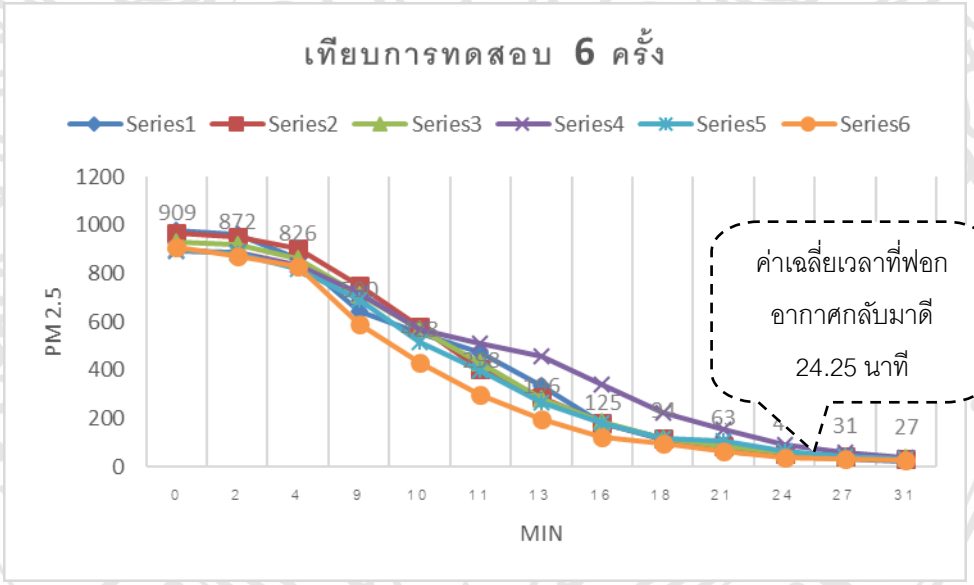
ตารางที่ 4.6 การทดลองฟอกอากาศครั้งที่ 6 (µg./m3)

ทดสอบครั้งที่ 6 (Hi flow)				
Min	13/9/2020	PM2.5	PM10	PM1
0	16:14	909	4535	103
2	16:16	872	3123	137
4	16:18	826	2545	1514
6	16:20	590	1229	221
8	16:22	428	761	233
10	16:24	298	466	197
12	16:26	196	280	147
14	16:28	125	177	97
16	16:30	94	135	72
18	16:32	63	86	52
20	16:34	40	66	33
22	16:36	31	47	28
24	16:38	27	42	24
26	16:40	19	28	18
28	16:42	13	20	15
30	16:44	10	15	11



รูปที่ 4.10 กราฟผลการทดสอบครั้งที่ 6

จากผลการทดสอบในครั้งนี้ จะนำมาเทียบกับมาตรฐาน AQI ของอากาศมาตรฐานที่ประกาศโดย เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ค่า AQI อยู่ไม่เกิน 50 และจะมีค่าวัด PM 2.5 อยู่ไม่เกิน 37 µg./m3 ซึ่งผลการทดสอบทั้ง 6 ครั้ง พบว่า ที่อากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพคือ มากกว่า 201 ขึ้นไป โดยในการทดสอบนี้มีค่า PM 2.5 ที่ทดสอบมากกว่า 900 µg./m3 เครื่องจะใช้เวลาเฉลี่ยในการฟอกให้อากาศกลับมาเป็นอากาศดีคือ PM 2.5 มีค่า ไม่เกิน 37 µg./m3 โดยใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 24.25 นาที ดังภาพรวมดังรูปที่ 4.11



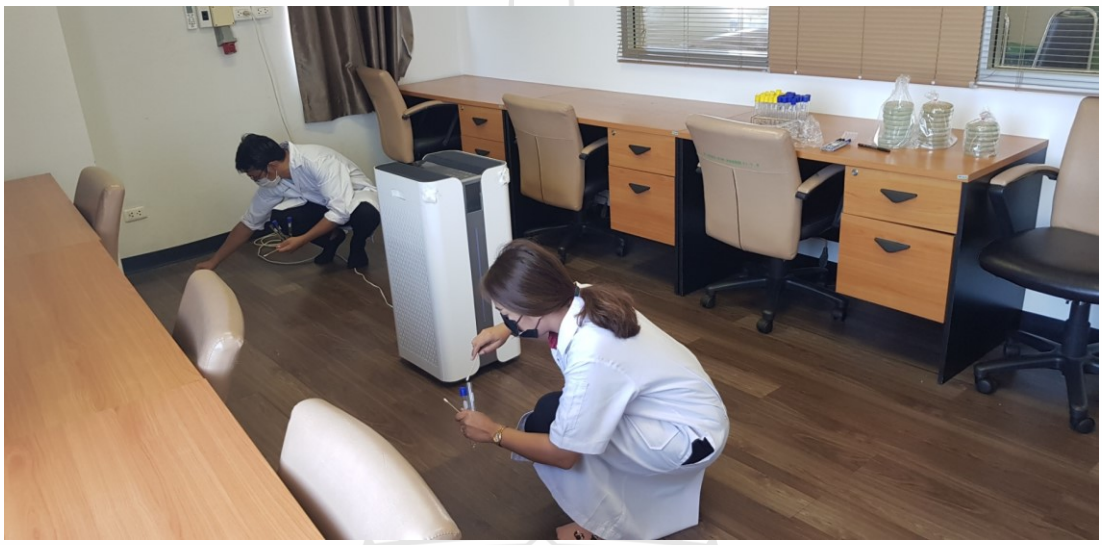
รูปที่ 4.11 กราฟผลการทดสอบรวมทั้ง 6 ครั้ง

4.3 การทดสอบการฆ่าเชื้อ

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ นำมาติดตั้งเพื่อทดสอบการทำงานฆ่าเชื้อโดยผู้เชี่ยวชาญ การทดสอบจะทดสอบในห้อง 12 ตารางเมตร โดยมีเชื้อต่าง ๆ ในการทดสอบตามมาตรฐาน การทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 ทดสอบการฆ่าเชื้อโดยผู้เชี่ยวชาญ

รูปที่ 4.12 (ต่อ) ทดสอบการฆ่าเชื้อโดยผู้เชี่ยวชาญ



รูปที่ 4.12 (ต่อ) ทดสอบการฆ่าเชื้อโดยผู้เชี่ยวชาญ

รูปที่ 4.12 (ต่อ) ทดสอบการฆ่าเชื้อโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.4 ผลการทดสอบการฆ่าเชื้อ

จากการทดสอบ ได้ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอากาศ ด้วยเครื่องฟอกอากาศ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ คือ

- *Staphylococcus aureus*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Aspergillus niger*

- ***วิธีการทดลองดังนี้***

1. การวัดปริมาณเชื้อในห้อง

1.1 เปิดเครื่องฟอกอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และปิดเครื่อง 1 ชั่วโมง เพื่อรอให้โอโซนสลายตัว

1.1.1 นำอาหาร PDA และ TSA ไปวางในห้องจำนวน 3 จุด เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม

1.1.2 นำสำลีไป swab บนพื้นห้อง และนำเชื้อใน PBS ไปกระจายบนอาหาร PDA และ TSA จากนั้นนำไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม

1.2 นับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่มีในห้อง

2. การทดลองวัดปริมาณเชื้อที่ถูกยับยั้งด้วยเครื่องฟอกอากาศ

2.1 ชุดควบคุม

2.1.1 เพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa* และ *Aspergillus niger* ในอาหารและอุณหภูมิที่เหมาะสม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาปั่นเก็บเซลล์และล้างด้วย PBS จากนั้นเจือจางเชื้อที่ระดับ 10^{-1} – 10^{-5} กระจายเชื้อ 10^{-3} – 10^{-5} ลงในอาหาร PDA หรือ TSA นำเพลทไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม

2.1.2 นำเชื้อที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} – 10^{-5} จากข้อ 2.1.1 ไปเกลี่ยบนพื้นห้องที่ทำการทดลอง จากนั้นใช้สำลี swab เชื้อที่อยู่บนพื้นทันที นำเชื้อใน PBS ไปทำการเจือจางและกระจายบนลงในอาหาร PDA หรือ TSA นำเพลทไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม

2.1.3 นับจำนวนโคโลนีของเชื้อชุดควบคุม บน Plate และ swab

2.2 ชุดทดลอง

2.2.1 นำเพลทเชื้อที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} – 10^{-5} ที่เตรียมในข้อ 2.1.1 ไปวางในห้องที่ทำการทดลอง จำนวน 3 จุด

2.2.2 นำเชื้อที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} – 10^{-5} จากข้อ 2.1.1 ไปเกลี่ยบนพื้นห้องที่ทำการทดลอง จำนวน 3 จุด

2.2.3 เปิดเครื่องฟอกอากาศ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และปิดเครื่อง 1 ชั่วโมง เพื่อรอให้โอโซนสลายตัว

2.2.4 เก็บเพลทของเชื้อไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม

2.2.5 นำสำลี swab เชื้อบนพื้นผิว นำเชื้อใน PBS ไปทำการเจือจางและกระจายบนลงในอาหาร PDA หรือ TSA นำเพลทไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม

2.2.6 นับจำนวนโคโลนีของเชื้อ บน Plate และ swab

- ***ผลการทดลองดังนี้***

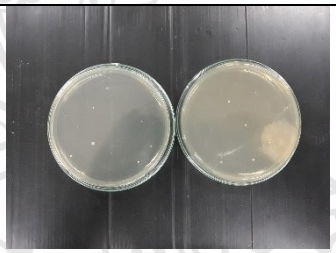
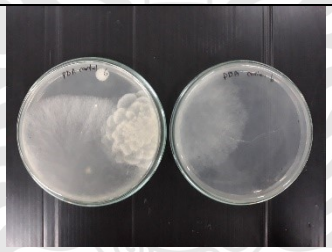
1. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในห้อง

ตารางที่ 4.7 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในห้องทดสอบ

Airborne pathogen	Mean CFU	
	Setting plate	Swab test
Bacteria	$4.13x10^1$	2.25
Fungi	$3.6x10^1$	1.25

ผลการวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ พบว่า มีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราภายในห้อง จำนวนน้อยมาก โดยทั้งวิธีการวัดปริมาณเชื้อบนอาหารแข็งและด้วยวิธีการ swab พบปริมาณเชื้อน้อยกว่า 10 CFU ในห้องที่ทำการทดลองขนาด 12 ตร.ม. ซึ่งน้อยกว่าปริมาณที่ WHO แนะนำที่ <500 CFU/m^3

ตารางที่ 4.8 ลักษณะเชื้อที่ตรวจพบในห้องทดสอบ

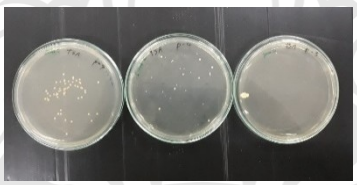
Airborne pathogen	ลักษณะของเชื้อ	
	Setting plate	Swab test
Bacteria		
Funji		

2. ปริมาณเชื้อที่ถูกยับยั้งด้วยเครื่องฟอกอากาศ

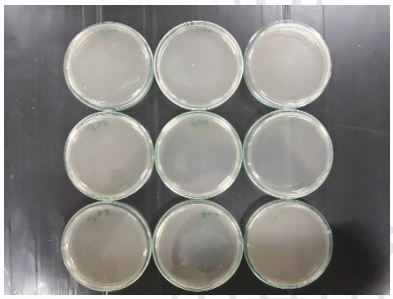
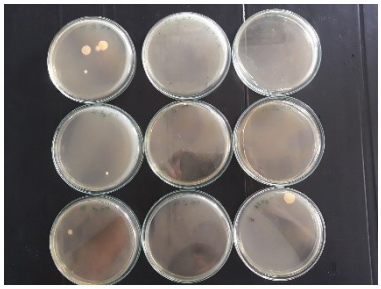
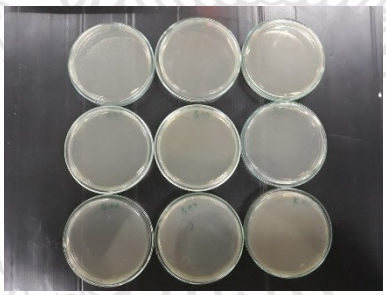
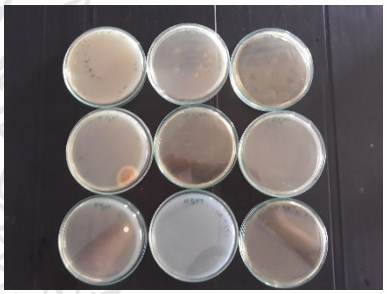
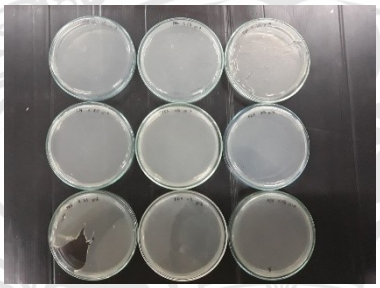
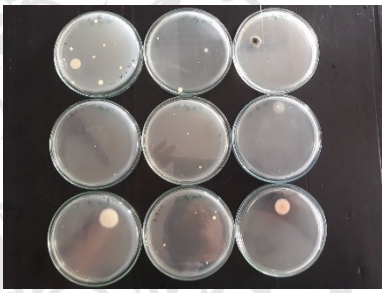
ตารางที่ 4.9 ปริมาณเชื้อที่ถูกยับยั้งด้วยเครื่องฟอกอากาศจากการทดสอบ

	Mean CFU (Control)		Mean CFU (Test)		%inhibition	
Airborne pathogen	**Setting plate**	**Swab test**	**Setting plate**	**Swab test**	**Setting plate**	**Swab test**
Staphylococcus aureus	2.76×10^{7}	1.50×10^{7}	2.93×10^{4}	1.67×10^{3}	99.89	99.98
Pseudomonas aeruginosa	1.97×10^{7}	1.64×10^{7}	0	2×10^{3}	100.00	99.99
Aspergillus niger	1.26×10^{5}	1.72×10^{6}	1.00×10^{3}	1.33×10^{3}	99.74	99.92

ตารางที่ 4.10 ลักษณะเชื้อที่เจริญบนอาหารที่ทดสอบ

	Control	
Airborne pathogen	**Setting plate**	**Swab test**
Staphylococcus aureus		
Pseudomonas aeruginosa		
Aspergillus niger		

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ลักษณะเชื้อที่เจริญบนอาหารที่ทดสอบ

Airborne pathogen	Test	
	Setting plate	Swab test
Staphylococcus aureus		
Pseudomonas aeruginosa		
Aspergillus niger		

ผลการวัดปริมาณของจุลินทรีย์ที่สามารถพบได้ในอากาศ 3 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa* และ *Aspergillus niger* โดยวัดปริมาณเชื้อที่กระจายบนอาหาร และที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวห้อง พบว่า หลังเปิดเครื่องฟอกอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 3 ชนิด ได้มากกว่า 99%

4.5 สรุปท้ายบท

การทดสอบการฟอกอากาศในห้องปิด 12 ตารางเมตร ที่มีอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพคือ AQI มากกว่า 201 ขึ้นไป โดย PM 2.5 ที่ดีต่อสุขภาพ ค่า AQI อยู่ไม่เกิน 50 และจะมีค่าวัด PM 2.5 อยู่ไม่เกิน 37 µg./m3 ซึ่งผลการทดสอบทั้ง 6 ครั้ง พบว่าในการทดสอบนี้มีค่า PM 2.5 ที่ทดสอบมากกว่า 900 µg./m3 เครื่องจะใช้เวลาเฉลี่ยในการฟอกให้อากาศกลับมาเป็นอากาศดีคือ PM 2.5 มีค่า ไม่เกิน 37 µg./m3 ใช้เวลาเฉลี่ย 24.25 นาที

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องในการฆ่าเชื้อภายในห้องขนาด 12 ตารางเมตร โดยตรวจปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราภายในห้องหลังจากเปิดเครื่องและทดสอบปริมาณเชื้อที่ถูกยับยั้งด้วยเครื่องฟอกอากาศภายในห้อง โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa และ Aspergillus niger ใช้วิธีในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง 2 วิธี คือ วิธีการวางจานเพาะเชื้อ (setting plate) และวิธีการป้ายเชื้อ (swab test) ผลการวัดปริมาณของจุลินทรีย์ที่สามารถพบได้ในอากาศ 3 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa* และ *Aspergillus niger* โดยวัดปริมาณเชื้อที่กระจายบนอาหาร และที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวห้อง พบว่า หลังเปิดเครื่องฟอกอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 3 ชนิด ได้มากกว่า 99%

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ด้วยปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาวะโลกก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่นก่อให้เกิดภัยธรรมชาติ รูปแบบต่าง ๆ ที่รุนแรงขึ้น รวมทั้งโรคอุบัติใหม่เช่น เชื้อไวรัส โควิด-19 ด้วยปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องฟอกอากาศที่มีประสิทธิภาพในการฟอกอากาศ ทำให้อากาศบริสุทธิ์รวมทั้งไม่มีเชื้อโรคต่าง ๆ เหมาะกับพื้นที่ที่มีการทำงานในชีวิตประจำวัน ดังนั้น นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ PM 2.5 อัตโนมัติด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer จึงได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นโดยมีหน้าที่ทำความสะอาดอากาศทั้งด้านฝุ่น ด้านเคมีตกค้าง ด้านเชื้อโรคต่าง ๆ ไวรัส แบคทีเรียด้วยเทคโนโลยี เฮป้า ยูวี โอโซน ไอออนไนเซอร์ ด้วยการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยสูงสุดของผู้ใช้งานโดย หลักการทำงานของเครื่องจะทำใน 2 ลักษณะคือ แบบตั้งรับ คือการดูดอากาศให้ไหลผ่านเครื่อง ซึ่งจะมีไส้กรองเฮป้าจะทำหน้าที่กรองอากาศ ยูวีฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสที่ปนมากับอากาศที่ไหลผ่านเครื่อง และแบบรุก คือการปล่อยก๊าซ และประจุลบให้ฟุ้งกระจายไปในอากาศให้ทั่วพื้นที่ ซึ่งจะใช้ก๊าซโอโซนเข้มข้นทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่ตามสิ่งของและบริเวณห้องแบบหมดจด โดยจะทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ในพื้นที่เท่านั้น และมีตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับและเสียงเตือนขณะที่เครื่องทำงานอยู่ เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อและสลายกลิ่น มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่สามารถสลายตัวได้รวดเร็ว ทำให้เชื้อโรคต่าง ๆ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ไม่ฟุ้งกระจายในอากาศทำให้สามารถลดค่า PM2.5 ในอากาศได้ ซึ่งเครื่องฯนี้สามารถแก้ปัญหาการแพร่ของเชื้อโควิด-19 ที่ตกค้างอยู่ตามอาคาร สถานที่สาธารณะได้ โดยได้ผลดีกว่าการฉีดพ่นแอลกอฮอล์ และมีต้นทุนที่ต่ำกว่า รวมถึงการแก้ปัญหาเรื่องฝุ่น PM 2.5 ในอาคาร สถานที่สาธารณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต้นทุนต่ำอีกด้วย

จากผลการทดสอบเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศ PM 2.5 อัตโนมัติด้วย Ozone, UV, HEPA Filter และ Ionizer ที่สร้างขึ้นพบว่า ในการฟอกอากาศในห้องปิด 12 ตารางเมตร ที่มีอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพคือ AQI มากกว่า 201 ขึ้นไป โดย PM 2.5 ที่ดีต่อสุขภาพ ค่า AQI อยู่ไม่เกิน 50 และจะมีค่าวัด PM 2.5 อยู่ไม่เกิน 37 µg./m3 ในการทดสอบนี้มีค่า PM 2.5 ที่ทดสอบมากกว่า 900 µg./m3 ซึ่งผลการทดสอบทั้ง 6 ครั้ง พบว่า เครื่องจะใช้เวลาเฉลี่ยในการฟอกให้อากาศกลับมาเป็นอากาศดีคือ PM 2.5 มีค่า ไม่เกิน 37 µg./m3 ใช้เวลาเฉลี่ย 24.25 นาที

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องในการฆ่าเชื้อภายในห้องขนาด 12 ตารางเมตร โดยตรวจปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราภายในห้องหลังจากเปิดเครื่องและทดสอบปริมาณเชื้อที่ถูกยับยั้งด้วย

เครื่องฟอกอากาศภายในห้อง โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa และ Aspergillus niger ใช้วิธีในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง 2 วิธี คือ วิธีการวางจานเพาะเชื้อ (setting plate) และวิธีการป้ายเชื้อ (swab test) ผลการวัดปริมาณของจุลินทรีย์ที่สามารถพบได้ในอากาศ 3 ชนิด ได้แก่ Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa และ Aspergillus niger โดยวัดปริมาณเชื้อที่กระจายบนอาหาร และที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวห้อง พบว่า หลังเปิดเครื่องฟอกอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 3 ชนิด ได้มากกว่า 99%

5.2 ข้อเสนอแนะ

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ที่สร้างขึ้นนี้ไม่อยู่ในกลุ่มควบคุมโดย มอก. จึงไม่สามารถทดสอบเพื่อได้มาตรฐาน มอก. จึงน่าจะจดเป็นนวัตกรรม นอกจากนี้ยังไม่ได้วิเคราะห์ในด้านเศรษฐศาสตร์และการลงทุน

บรรณานุกรม

[1] Horvath M, Bilitzky L, Huttner J. 1985. Ozone. Budapest: Elsevier.

[2] สืบตระกูล วิเศษสมบัติ, โอโซน (Ozone), เข้าถึง มกราคม 2564: https://medtech.psu.ac.th/Files_Ariticle/20140721xU9evoENlycr.pdf

[3] ก๊าซโอโซน, เข้าถึง มค. 2564: http://health-fun-food.blogspot.com/2018/04/ozone.html

[4] แผ่นกรองอากาศเฮป้า, เข้าถึง พย. 2563: www.alibaba.com/product-detail/xiaomi-Activated-carbon-HEPA-Air-Purifier_62200447947.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7a4b35613AxTYo

[5] แผ่นกรองอากาศ HEPA, เข้าถึง พย. 2563: https://www.thanop.com/tag/hepa-filter

[6] กลุ่มส่งเสริมมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข, ตู้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา, เข้าถึง พย. 2563: http://medi.moph.go.th/km/rdc.pdf

[7] ลักษณะฝุ่น, เข้าถึง ตค. 2563: http://www.skhinnovations.com/default.aspx?headmenu=true&id=M000000012

[8] ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ, เข้าถึง มกราคม 2564: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php

[9] เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ, เข้าถึง มกราคม 2564: https://themomentum.co/pm-2-5-air-quality-index/

[10] Arita M, Nagayoshi M, Fukuizumi T, Okinaga T, Masumi S, Morikawa M, et al. Microbicidal efficacy of ozonated water against Candida albicans adhering to acrylic denture plates. 2005. Oral Microbiology & Immunology; 20:206.

[11] Baysan A, Whiley RA, Lynch E. 2000. Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. Caries Research; 34: 498–501.

[12] Celiberti P, Pazera P, Lussi A. 2006. The impact of ozone treatment on enamel physical properties. American Journal of Dentistry; 19: 67–72.

[13] Cho M, Kim J, Kim JY, Yoon J, Kim JH. 2010. Mechanisms of Escherichia coli inactivation by several disinfectants. Water Res;44: 3410-3418.

ภาคผนวก

คู่มือนวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติ

ด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์

Innovative Automatic PM 2.5 Air Sterilizer and Purifier Unit with Ozone, UV,

HEPA Filter and Ionizer Manual

นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน แบบอัตโนมัติด้วยโอโซน แสงยูวี เฮป้าฟิลเตอร์ และไอโอไนเซอร์ ได้รับการออกแบบเพื่อสร้างพื้นที่ปลอดภัยด้านอากาศให้กับพื้นที่สาธารณะต่างๆ โดยเครื่องจะทำงานอัตโนมัติตามเวลาการทำงานที่ตั้งไว้ และมีระบบความปลอดภัยในกรณีโอโซนกำลังทำงานจะมีการเตือนเมื่อมีคนหรือสัตว์เข้าในพื้นที่ เกินระยะเวลาที่กำหนดระบบจะตัดการทำงานทันที

ระบบเครื่องฆ่าเชื้อและฟอกอากาศฯมีระบบการตั้งค่าต่างๆผ่านหน้าจอแอลซีดีสีแบบสัมผัส (LCD TOUCH SCREEN) โดยหน้าจอแรกจะแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ โลโก้หน่วยงาน เวลาและวันที่ โดยก่อนการตั้งค่าเครื่องจะต้องใส่รหัสผ่าน 4 หลักก่อนทุกครั้งโดยค่ารหัสเริ่มต้นคือ “1234”

ไอคอลแสดงสถานะการทำงาน

แสดงสถานะอุปกรณ์ทำงานปกติ

เวลา และวันเดือนปี

แสดงสถานะอุปกรณ์ขัดข้อง

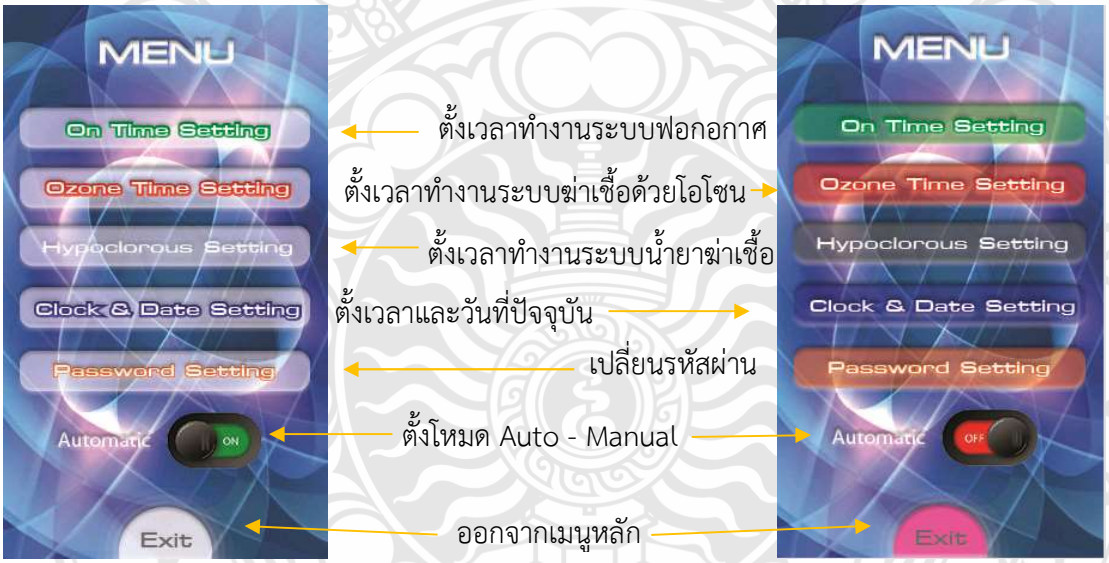
แสดงสถานะอุปกรณ์ไม่ทำงาน

ปุ่มเข้าเมนู

วิธีการตั้งค่าเครื่องฯ

1.กดปุ่มเมนู มุมขวาบนของจอ และใส่รหัสผ่าน 4 หลัก (1234) สามารถปรับเปลี่ยนได้

2. เลือกตั้งค่า เวลา และวันที่ปัจจุบัน (Clock & Date Setting) ใช้ในการตั้งค่าเวลาและวันที่ปัจจุบันเพื่อให้ใช้เป็นเวลาอ้างอิงในการทำงานของเครื่องฯ



กลับสู่หน้าหลัก

ตั้งเวลา

ตั้งวันเดือนปี

บันทึกค่า

เมนูก่อนหน้า

ช่วงเวลาทำงานช่วงที่ 1

ช่วงเวลาทำงานช่วงที่ 2

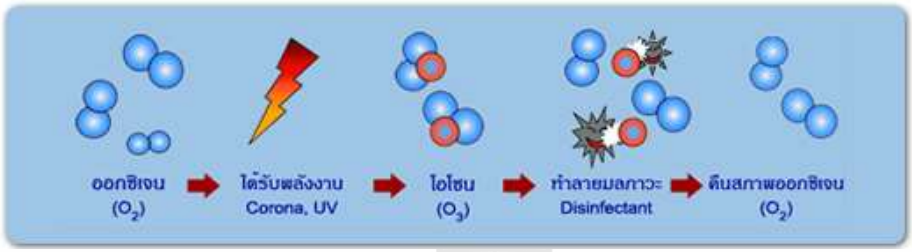
ยกเลิกตัวเลข

3. เลือกตั้งค่าการทำงานของระบบฟอกอากาศ หรือช่วงเวลาที่มีการปฏิบัติงานในพื้นที่ (On Time Setting) ใช้เพื่อตั้งเวลาให้เครื่องทำงานตามฟังก์ชั่นเครื่องฟอกอากาศเพื่อใช้ในช่วงที่มีการปฏิบัติหน้าที่โดยโหมดนี้อุปกรณ์ที่ทำงานคือ HEPA , UV , Ionizer

4. เลือกตั้งค่าการทำงานของระบบฆ่าเชื้อ หรือ**ช่วงเวลาที่ไม่มีการปฏิบัติงานในพื้นที่** (Ozone Time Setting) ใช้เพื่อตั้งเวลาให้เครื่องกำเนิดก๊าซโอโซนทำงานตามฟังก์ชั่นระบบฆ่าเชื้อ คือเครื่องกำเนิดโอโซนขนาด 5 กรัมทำงานโดยพัดลมทำงานที่ความเร็วสูงสุดเพื่อประสิทธิภาพกระจายก๊าซโอโซนสูงสุด และมีระบบตรวจจับความเคลื่อนไหวเพื่อความปลอดภัย โดยเครื่องจะแจ้งเตือนผ่านทางหน้าจอ และเสียงเตือนหากเครื่องสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ และจะตัดการทำงานของเครื่องกำเนิดโอโซนในเวลาที่กำหนด หากยังตรวจพบความเคลื่อนไหว อุปกรณ์ที่ทำงานคือ HEPA , Ozone generator ,Motion Sensor

คุณสมบัติก๊าซโอโซน คือก๊าซที่ประกอบด้วยออกซิเจน 3 โมเลกุล เมื่อทำงานแล้วจะกลับสภาพเป็นก๊าซออกซิเจน ก๊าซโอโซนมีคุณสมบัติโดดเด่นในการฆ่าเชื้อโรคชนิดต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว ปัจจุบันใช้อบฆ่าเชื้อในห้องผ่าตัดแทนน้ำยาฟอร์มาลีน เพราะไม่มีสารตกค้าง และมีประสิทธิภาพสูง รวมถึงความสามารถในการดับกลิ่น หากได้รับก๊าซโอโซนเข้าไปอาจมีอาการระคายเคืองเยื่อหุ้มจมูก เยื่อหุ้มตา ในผู้ที่มีอาการแพ้อาจมีผลข้างเคียงที่รุนแรง ควรหลีกเลี่ยงการสูดกลิ่นโอโซนเป็นเวลานาน นี่คือเหตุผลหลักในการออกแบบระบบด้านความปลอดภัยในการใช้เครื่องกำเนิดโอโซน ทั้งระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว และระบบตัดการทำงานของเครื่องเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพ ใช้เฉพาะจุดเด่น ก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่ไม่เสถียร จะคงรูปอยู่ในอากาศได้เพียง 1-2

ชั่วโมง ดังนั้นการตั้งเวลาในการทำงานของเครื่องกำเนิดโอโซนควรให้เวลาในการสลายตัวของโอโซนประมาณ 2 ชั่วโมงก่อนเปิดการใช้พื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อให้ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้งานพื้นที่



รูปภาพมาจาก : http://health-fun-food.blogspot.com/2018/04/ozone.html

5. **(OPTION)** เลือกตั้งเวลาทำงานระบบน้ำยาฆ่าเชื้อ (Hypoclorous Setting) เป็นการเลือกการให้เครื่องพ่นกรดไฮโปรคลอรัส ตามระยะเวลาที่กำหนด ในทุกๆช่วงเวลา ใช้เพื่อตั้งเวลาให้เครื่องทำงานตามฟังก์ชั่นโดยการตั้งค่าจะมี 2 ค่า คือ ระยะเวลาสเปร์ยในแต่ละครั้ง หน่วยเป็นวินาที และระยะห่างของเวลาในแต่ละช่วงที่ให้สเปร์ยเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อในอากาศ ซึ่งจะทำงานร่วมกับระบบฟอกอากาศในช่วงที่มีการปฏิบัติงาน โดยกรดไฮโปรคลอรัสความเข้มข้นที่ 100 PPM. ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสัตว์ แต่สามารถฆ่าเชื้อโรคต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(เมนูนี้เป็นฟังก์ชั่นในอนาคตที่ต้องได้รับการพัฒนาให้สมบูรณ์)

6. เลือกตั้งค่าการเข้ารหัสผ่าน (Password Setting) ใช้เพื่อตั้งค่าแก้ไขเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านเพื่อ แก้ไขการตั้งค่าต่างๆ และป้องกันผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาติแก้ไข โดยใส่รหัสผ่านเก่า 1 ครั้ง และใส่รหัสผ่านใหม่ 2 ครั้ง

หมายเหตุ : หากลืมรหัสผ่านให้กด RESET 1 ครั้ง และกดศูนย์ 5 ตัว รหัสผ่านที่ตั้งไว้จะโชว์ ป้องกันการลืมรหัสผ่าน (เฉพาะเครื่องต้นแบบ)

กลับหน้าหลัก

บันทึกรหัสผ่าน

เมนูก่อนหน้า

ยกเลิกตัวเลข