



การศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจาก
เตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

บุษยา พรมเทพ

กาญจนาภรณ์ สุนทรสวัสดิ์

โครงงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

การศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจาก
เตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

บุษยา พรหมเทพ

กาญจนาภรณ์ สุนทรสวัสดิ์

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2563

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน” ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ แจ่มพงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาลิสดา เนียมมณี ที่ได้เสียสละเวลามาเป็นกรรมการสอบจบการวิจัยและได้เสนอแนะที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณป้าเจ้าของร้านขายหมูปิ้งทั้งสองร้านในพื้นที่ ซอยหลานหลวง 14 ถนนริมทางรถไฟสายแปดริ้วแขวงสี่แยกมหาราชนคร เขตดุสิตจังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บตัวอย่างงานวิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รหัส 60 ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและเป็นที่กำลังใจให้เป็นอย่างดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

2563

หัวข้อโครงการ	การศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน
โดย	นางสาวบุษยา พรหมเทพ นางสาวกาญจนาภรณ์ สุนทรสวัสดิ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควันและศึกษาความแตกต่างของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน ดำเนินการโดยใช้เครื่องคัดแยกฝุ่นสำหรับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เครื่องปั๊มดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่น ใช้กระตาดากรองขนาด 37 มิลลิเมตร และทำการเก็บโดยใช้ระบบดูดควันจำนวน 15 ตัวอย่าง และไม่ใช้ระบบดูดควันจำนวน 15 ตัวอย่าง ผลจากการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน มีค่าที่อยู่ในช่วง 500-730 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 584 ± 68.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควันจำนวน 15 ตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 270-600 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 441.33 ± 86.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ t-test พบว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาจากปริมาณการปล่อยพบว่าฝุ่นละอองที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันมีการปล่อยฝุ่นละอองออกมามากกว่าเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน

คำสำคัญ : ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน, เตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน, เตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐานของงานวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์	3
ข้อจำกัดของงานวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
มลพิษทางอากาศ	5
ฝุ่นละออง	6
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	11
พื้นที่ทำการวิจัย	11
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	12
การเก็บรวบรวมข้อมูล	12
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	14
การวิเคราะห์ข้อมูล	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่าง ที่ใช้ระบบดูดควัน	18
ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่าง ที่ไม่ ใช้ระบบดูดควัน	20
ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน	21
บทที่ 5 สรุปวิจัยและข้อเสนอแนะ	23
สรุปผลการวิจัย	23
ข้อเสนอแนะ	24
บรรณานุกรม	26
ภาคผนวก	27
ภาคผนวก ก วิธีการตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นที่มีขนาด เล็กกว่า 2.5 ไมครอน	28
ภาคผนวก ข ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน	31
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่าง ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม(Paired Samples t-Test)	34
ภาคผนวก ง ประมวลภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	36
ภาคผนวก จ ประมวลภาพการเก็บตัวอย่าง	41

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย	4
4.1	ผลการศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน	18
4.2	ผลการศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน	20
4.3	ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบ ดูดควัน	22

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ขนาดของอนุภาคฝุ่นเมื่อเทียบกับเส้นผมมนุษย์	7
3.1 ภาพแสดงพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย	11
3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	15
4.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน	19
4.2 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน	21
ง.1 เตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน	39
ง.2 เตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน	40
ง.3 กระจกครอบขนาดเล็กชนิด(เมมเบรน(PTFE) ขนาด 37 มิลลิเมตร	40
ง.4 ขาตั้งกล่อง	41
ง.5 เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง	42
ง.6 อุปกรณ์คัดแยกฝุ่นสำหรับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน	42
ง.7 เครื่องปั๊มดูดอากาศ	43
ง.8 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและปริมาณความดันบรรยากาศ	43
จ.1 ดูดอากาศจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน	45
จ.2 ดูดอากาศจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน	45

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัญหาฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนเริ่มมีความรุนแรงอย่างหนักในช่วงปี 2562 ซึ่งมีจากหลายแหล่งกำเนิด เช่น ไอเสียรถยนต์ การเผาขยะและหญ้าในพื้นที่โล่ง การเผาเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม และจากการใช้ฟันใช้ถ่านในการประกอบอาหาร ปัจจุบันการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำรงชีวิตของคนคนเมืองส่วนใหญ่นิยมรับประทานอาหารนอกบ้านอาหารประเภทปิ้งย่าง จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกหลักที่ได้รับความนิยม เป็นอย่างมากและมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมอาหารประเภทปิ้งย่าง มากขึ้นเรื่อยๆ เพราะสะดวกต่อการใช้ชีวิตประจำวันในชั่วโมงที่เร่งด่วนและสามารถเลือกรับประทานอาหารได้หลากหลายรูปแบบ นั่งทานได้ ราคาไม่แพง ฝุ่นละอองจากการปิ้งย่างเนื้อสัตว์เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงและอาหาร โดยฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะปะปนอยู่ในควันที่ลอยขึ้นไปในอากาศ แต่กระบวนการประกอบอาหารประเภทปิ้งย่างนี้ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน หรือฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนถือว่าเป็นเรื่องใหม่สำหรับคนไทย เพราะเพิ่งปรากฏให้เห็นและได้ยินในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาเนื่องจากเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเมื่อฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมีปริมาณและความเข้มข้นมาก อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนไม่มีกลิ่นมีขนาดเล็กมากสามารถผ่านเข้าไปในร่างกายได้ถึงถุงลมปอดบางส่วนสามารถเล็ดรอดผ่านผนังถุงลมปอดเข้าไปในเส้นเลือดฝอย ล่องลอยอยู่ในกระแสเลือดและกระจายตัวแทรกซึมไปทั่วร่างกายได้ ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่เล็ดรอดเข้าไปในร่างกายนั้นจะกระตุ้นให้เกิดสารอนุมูลอิสระลดระบบแอนติออกซิแดนท์ ควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกาย และกระตุ้นยีนที่เกี่ยวข้องกับการหลั่งสารอักเสบซึ่งมีอันตรายต่อเนื้อเยื่อในร่างกาย และส่งผลกระทบต่างๆ ตามมาดังนั้น คนที่มีโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรังเกิดอาการกำเริบ เช่น โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ โรคหอบหืด และโรคถุงลมโป่งพอง กระตุ้นให้คนที่มีโรค

ระบบหัวใจและหลอดเลือดเรื้อรังเกิดอาการกำเริบโดยเฉพาะโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดสำหรับผลระยะยาวจะทำให้การทำงานของปอดถดถอยอาจเกิดโรคถุงลมโป่งพองได้ แม้ว่าคุณจะไม่สูบบุหรี่ก็ตาม และเพิ่มโอกาสทำให้เกิดมะเร็งปอดได้อีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2562)

ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนเพื่อพยากรณ์ว่า เตาปิ้งย่างที่มีการใช้ถ่านเพื่อเป็นเชื้อเพลิง จะมีการปล่อยปริมาณฝุ่นละอองออกมาอย่างน้อยเพียงใด จึงมี การศึกษาปริมาณของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและ ไม่ใช้ระบบดูดควันเพื่อดูว่าปริมาณฝุ่นที่ปล่อยออกมา มีความแตกต่างกันอย่างน้อยเพียงใดเพื่อเป็นแนวทาง สำหรับพ่อค้าแม่ค้าในการเลือกใช้เตาปิ้งย่างและเป็นแนวทางในการลดปัญหาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

(1) ศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ ระบบดูดควัน

(2) ศึกษาความแตกต่างของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

สมมติฐานของงานวิจัย

ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควันไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1.ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษากการวิจัยครั้งนี้ได้ทำขึ้นเพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน โดยใช้วิธีและความแตกต่างของเตาปิ้งย่างที่มีระบบดูดควันและไม่มีระบบดูดควันเก็บตัวอย่างอย่าง โดยการติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณฝุ่นชนิดติดตัวบุคคลเพื่อหาความแตกต่าง โดยวิธีการกราวิเมตริก (Gravimetric method)

2.ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ เตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

ตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในหน่วย
ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตัวแปรควบคุม คือ

- (1) ชนิดของเนื้อสัตว์ที่นำมาปิ้งย่าง คือ เนื้อหมู
- (2) เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง 2 ชั่วโมง
- (3) ประเภทเชื้อเพลิง คือ เตาปิ้งย่างที่ใช้ถ่าน

ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาค้างนี้จะทำการศึกษาในระหว่างเดือนมกราคม – ตุลาคม 2563 ระยะเวลาในการดำเนินงานแสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาค้างนี้จะทำการศึกษาจากร้านปิ้งย่างในพื้นที่ ซอยหลานหลวง 14 ถนนริมทางรถไฟ
สายแปดริ้วแขวงสี่แยกมหานาค เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ในการเก็บตัวอย่าง

นิยามศัพท์

(1.) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน
เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่าและกระบวนการอุตสาหกรรม
สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรค ในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หาก
ได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอดทำให้การทำงานของปอดเสื่อม
ประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบมีอาการหอบหืด

(2.) เตาปิ้งย่างที่มีระบบดูดควัน คือ ที่สำหรับปิ้ง ย่าง หรือเผาสิ่งต่างๆตามปกติใช้ฟืนหรือถ่าน
เป็นเชื้อเพลิงโดยมีเครื่องเป่าควันติดอยู่ข้างๆเตาเพื่อป้องกันไม่ให้ควันฟุ้งกระจาย

(3.) เตาปิ้งย่างที่ไม่มีระบบดูดควัน คือ ที่สำหรับปิ้ง ย่างหรือเผาสิ่งต่างๆตามปกติใช้ฟืนหรือใช้
ถ่านเป็นเชื้อเพลิง

	เวลาดำเนินงาน									
ขั้นตอนการศึกษา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1. ศึกษาหัวข้อการวิจัย										
2. รวบรวมข้อมูล/ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง										
3. ดำเนินการเก็บตัวอย่าง										
4. วิเคราะห์/สรุปผล										
5. นำเสนอโครงการวิจัย										
6. จัดทำรูปเล่มวิจัย										

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ความแตกต่างของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควันโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มลพิษทางอากาศ
2. ฝุ่นละออง
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มลพิษทางอากาศ

1. ความหมายของมลพิษทางอากาศ

เกรียงศักดิ์ อุทมนสินโรจน์ (2539) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ (air pollution) หมายถึง ภาวะที่อากาศมีสิ่งปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่มาก ทำให้คุณภาพของอากาศตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลง และเสื่อมโทรมลง ทำให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ สัตว์ และพืช และส่งผลเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน”

วรารุณ เสือดี (2543) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ หมายถึง การคงอยู่ของสิ่ง ปนเปื้อนตั้งแต่หนึ่งขึ้นไปในอากาศซึ่งมีความเข้มข้นและช่วงเวลาเพียงพอที่ ทำให้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ชุมชน พืช สัตว์ทรัพย์สินหรือรบกวนต่อการดำรงชีวิตหรือการพักผ่อนหย่อนใจ”

เกษม จันทรแก้ว (2541) กล่าวว่า “มลพิษทางอากาศหมายถึง สภาวะของอากาศที่มีการปนเปื้อนของมลสารในปริมาณที่สามารถทำให้อากาศเสื่อมสภาพ ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืชทั้งทางตรงและทางอ้อม”

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2547) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศหมายถึงภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาที่นานมากพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หายตของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้”

ฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ๆ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม

1. ความหมายของฝุ่นละออง

วรารุธ เสือดี (2546,/(หน้า 7) กล่าวว่า “อนุภาคฝุ่นเป็นทั้งอนุภาคของแข็งและของเหลว ซึ่งไม่ใช่สารที่มีโมเลกุลเดียว ขนาดของอนุภาคทำให้อัตราการคงอยู่ในอากาศเป็นไปได้นานตั้งแต่ 2-3 วินาทีไปจนถึงหลายๆเดือน” ทั้งนี้อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดระหว่าง 0.1-1 ไมครอน หรือ ไมโครเมตร มีความเร็วในการตกลงสู่พื้นน้อยมาก เมื่อเทียบกับความเร็วลม ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปกับกระแสลมได้ดี อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน จะเริ่มมีความเร็วการตกสู่พื้นเพียงพอที่จะตกสู่พื้นโดยน้ำหนักและแรงเฉื่อย

กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค (2558, (หน้า 3) กล่าวว่า “ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศบางชนิดมีขนาดใหญ่และสีดำจะมองเห็นเป็นเขม่าและควันแต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัยทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง”

2. ประเภทของฝุ่นละออง

คุณสมบัติที่สำคัญของฝุ่นละอองคือขนาดของอนุภาคฝุ่นซึ่งนิยมใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางศูนย์กลางเป็นการแบ่งแยกชนิดของอนุภาคฝุ่นปัจจุบันมีการจำแนกประเภทของอนุภาคฝุ่นตามขนาดของอนุภาคฝุ่น ไว้ 3 ประเภท ดังนี้

(2.1) อนุภาคฝุ่นทั้งหมด (Total Suspended Particulate : TSP) คือ อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 100ไมครอนทั้งหมด

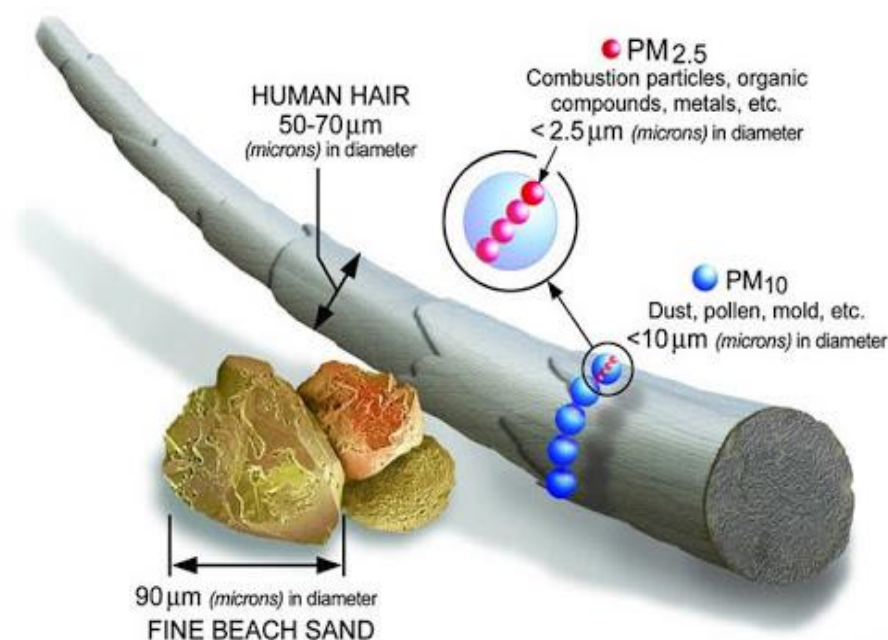
(2.2) อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) เป็นฝุ่นหยาบ มักมีที่มาจากถนนที่ไม่ได้ลาดยาง ฝุ่น จากจราจรขนส่ง และจากการบดหรือย่อยหิน คนที่ได้รับฝุ่นหรือหมอกควัน PM 10 มากๆ จะเกิดการระคายเคือง แสบตา ปากและคอ โดยโรคที่เกิดจากฝุ่นประเภทนี้ เช่น โรคภูมิแพ้ หอบหืดถุงลมโป่งพองและโรคหัวใจ

(2.3) อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM 2.5) เป็นฝุ่นละเอียด มีอนุภาคเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น คาร์บอนเสียรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และกระบวนการผลิต สารเคมี เป็นต้น เป็นฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างหรือถุงลมในปอดได้ อันตรายจากฝุ่นประเภทนี้คือจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของปอด

3.ผลกระทบของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่นเนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเยื่อปอด เกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืดถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรกระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

ภาพที่ 1.1 ขนาดของอนุภาคฝุ่นเมื่อเทียบกับเส้นผมมนุษย์



ที่มา : รศ.ดร.พัชรศักดิ์ อาลัย. (2562)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คมสันต์ แรงจบ และกาญจนา นาถะพินธุ (2555) ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมปิ้งย่าง โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไปจากร้านค้าที่มีการปิ้งย่างอาหาร 4 ประเภท คือ หมูปิ้ง ไก่ย่าง ปลาเผา และข้าวโพดปิ้ง และเก็บตัวอย่างจากกิจกรรมหมูปิ้งที่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ได้แก่ พัดลมดูดควัน และครอบดูดควัน (Hood) โดยแต่ละกิจกรรมเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ร้าน จำนวน 12 ร้าน ร้านละ 3 ตัวอย่าง รวม 36 ตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองประเภทแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์แบบหมุนไม่ได้ 8 ชั้น ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่เกิดจากการ ปิ้งหมู ไก่ย่าง และปลาเผา สูงกว่าข้าวโพดปิ้ง โดยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย ของหมูปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 เท่ากับ 205.6 ± 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 206.1 ± 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ไก่ย่างร้าน 1 และร้าน 2 เท่ากับ 210.7 ± 13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 175.3 ± 14 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ปลาเผาร้าน 1 และร้าน 2 เท่ากับ 195.2 ± 13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 188.1 ± 30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข้าวโพดปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 เท่ากับ 115.9 ± 9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 104.7 ± 12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรโดยปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งหมู ที่มีอุปกรณ์ควบคุมควันมีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าการปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ดังนี้ การปิ้งหมูที่ใช้พัดลมดูดควันร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย เท่ากับ 179.2 ± 34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 185.3 ± 7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การปิ้งหมูที่ใช้ครอบดูดควัน (Hood) ร้าน 1 และร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย เท่ากับ 114.5 ± 26 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 110.8 ± 21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับและพบว่า การปิ้งย่างอาหารทุกชนิดมีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มากกว่าอนุภาคขนาด 5-10 ไมครอน มากกว่าขนาด 2.5-5 ไมครอน

Yingmeng Ni (2020) ได้ทำการศึกษา อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในร่ม, การสูบบุหรี่และโรคปอดเรื้อรัง ปอดเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดที่สัมผัสกับตัวแทนด้านสิ่งแวดล้อม ผู้คนใช้เวลาประมาณ 90% ของเวลาในบ้านและความเสี่ยงต่อสุขภาพอาจสูงขึ้นจากการสัมผัสกับคุณภาพอากาศภายในอาคารที่แย่กว่ากลางแจ้ง มลพิษในร่มหลายชนิดเชื่อมโยงกับโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง Environmental smoke (ETS) เป็นที่รู้จักกันว่าเป็นแหล่งสำคัญของมลพิษหลายชนิดโดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมในร่มปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในร่ม (อนุภาคฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางอากาศพลศาสตร์ $<2.5\mu\text{m}$) ถูกรายงานว่าเป็นเครื่องหมายที่น่าเชื่อถือที่สุดของการมีอยู่ของ

ควันทะลุ การศึกษาล่าสุดแสดงให้เห็นว่า ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับโรคปอดเรื้อรัง ในบทความนี้เราตรวจสอบความสัมพันธ์ของการสูบบุหรี่และปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในร่มและกลางแจ้งที่หนุนการเชื่อมโยงของควันทะลุ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในร่มและโรคปอดเรื้อรัง

ปรมาภรณ์ ทองแก้ว (2560) ได้ทำการศึกษาวัดความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 และ 10 ไมครอน (PM2.5 and PM10) จากการปิ้งย่างอาหาร 6 ชนิด ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อปลา เนื้อปลาหมึก มะเขือเทศ และสับปะรด ด้วยเตาถ่านในตู้ดูดควันที่ปิดสนิทที่ทำหน้าที่เป็น ห้องตรวจสอบ ความเข้มข้นที่ได้นำไปหาค่าตัวคูณอัตราการระบายฝุ่น (Emission factor) ซึ่งต้องใช้ในการคำนวณหาอัตราการระบายฝุ่นต่อไป ความเข้มข้น ของ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่ได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีดังนี้ เนื้อหมู 0.77/0.80 เนื้อไก่ 1.13/1.19 เนื้อปลา 1.12/1.21 เนื้อปลาหมึก 1.29/1.31 มะเขือเทศ 1.43/1.52 สับปะรด 1.06/1.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งทุก ค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร เมื่อพิจารณารูปแบบการระบายมลพิษ (Emission pattern) จาก สัดส่วน ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.92 – 0.98 พบว่า ฝุ่นส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นคือ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ค่าตัวคูณอัตรา การระบายฝุ่น (ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน/ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) จากการปิ้งย่างเนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อปลา เนื้อปลาหมึก มะเขือเทศ และสับปะรด มีค่า เท่ากับ 0.34/0.36 0.34/0.36 0.20/0.22 0.23/0.24 0.17/0.18 และ 0.13/0.14 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการระบาย ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน รวมจากการปิ้งย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด ที่ มีค่าเท่ากับ 176.31 และ 184.59 ดังนั้นตามลำดับ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าร้านอาหารปิ้งย่างควรมีการติดตั้งเครื่องบำบัดอากาศก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศเพื่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

See and Balasubramanian (2008) ได้ทำการศึกษาฝุ่นละอองจากการปิ้งย่างเนื้อสัตว์ เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงและอาหารโดยฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะปะปนอยู่ในควันที่ลอยขึ้นไปใน อากาศ ข้อมูลจากการศึกษาความเข้มข้นของ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จากการ ประกอบอาหารด้วยวิธีการปิ้งย่างอาหาร 3 ชนิดได้แก่ แฮมเบอร์เกอร์ สเต็ก และไก่ย่าง ของ McDonald พบว่า ยิ่งอาหารมีไขมันสูงเท่าใดก็จะก่อให้เกิดฝุ่นละอองมากขึ้นเท่านั้นและในการศึกษานี้ คือแฮมเบอร์เกอร์

Wan et al. (2011) ได้ทำการตรวจวัดและเปรียบเทียบความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่เกิดขึ้นจากวิธีการทำอาหารที่แตกต่างกัน 5 วิธี ได้แก่ การอบด้วยไอน้ำ การต้ม การผัด การทอดโดยใช้น้ำมันเล็กน้อย และการทอดแบบน้ำมันลอย พบว่า การทอดด้วยน้ำมันลอย ก่อให้เกิด ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มากที่สุดคือเท่ากับ $190+20$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ การทอดโดย ใช้น้ำมันเล็กน้อย การผัด การต้ม และการอบด้วยไอน้ำ โดยพบค่าความเข้มข้นของ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เท่ากับ 130 ± 15 , 0 ± 13 , 81.4 ± 9.3 และ 65.7 ± 7.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับศึกษาความเข้มข้นของ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จากการทำอาหารในฮ่องกง

การตรวจวัดในบ้านที่ไม่มีการสูบบุหรี่ และมีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ พบว่า ความเข้มข้นของ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในครัวมีค่าที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 160 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนในห้องนั่งเล่นพบความเข้มข้นเท่ากับ 60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังพบว่า ความเข้มข้นของ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในห้องครัวยังคงมีระดับสูงกว่าปกติเป็นเวลา 90 นาที ส่วนในห้องนั่งเล่นมีระดับ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน สูงอยู่ เป็นระยะเวลา 60 นาที หลังเสร็จการประกอบอาหาร เมื่อนำความเข้มข้นในห้องนั่งเล่นไป เปรียบเทียบกับความเข้มข้นภายนอกอาคารพบว่า ภายในห้องนั่งเล่นมีระดับ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน สูงกว่าถึง 2.7 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การประกอบอาหาร ก่อให้เกิดการปลดปล่อย ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และควรปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในบ้านเพื่อลดการได้รับสัมผัสของผู้อยู่อาศัย (นวพล ใจเพชร, 2558)

การประกอบอาหารในห้องครัวจำเป็นต้องใช้พลังงานในกิจกรรมประกอบปรุงอาหาร ขณะเดียวกันมีการเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กและสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นอันตราย เช่น สารประกอบ PAHs หลายๆ งานวิจัยระบุว่าการประกอบ PAHs จากกระบวนการปรุงประกอบอาหารนั้นประกอบด้วย benzo[a]pyrene, dibenzo[a, h] anthracene, benzo[b]fluoranthene, fluoranthene, benzo[g, h, i] perylene, and benzo [a] pyrene 7,8-diol 9, 10-epoxide N2-deoxyguanosine (Kou et al., 2015)

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเรื่องการศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ที่ดูดควันและไม่ใช้ที่ดูดควันมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินงานวิจัยซึ่งจำแนกออกเป็นข้อต่างๆ ดังนี้

- (1) พื้นที่ทำการวิจัย
- (2) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
- (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นที่ทำการวิจัย

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้จะทำการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน โดยทำการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ ถนนริมทางรถไฟ ซอยหลานหลวง14 แขวงสี่แยกมหานคร เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพแผนที่แสดงพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- (1) เตาปิ้งย่าง (ไม่มีที่ดูดควัน) (ดังภาพที่ ง.1)
- (2) เตาปิ้งย่าง (มีที่ดูดควัน) (ดังภาพที่ ง.2)
- (3) กระจกทรงขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร (ดังภาพที่ ง.3)
- (4) ขาดังกล้อง (ดังภาพที่ ง.4)
- (5) เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง (ดังภาพที่ ง.5)
- (6) อุปกรณ์คัดแยกฝุ่นสำหรับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (ดังภาพที่ ง.6)
- (7) เครื่องปั๊มดูดอากาศ (ดังภาพที่ ง.7)
- (8) อุปกรณ์วัดความดันอากาศ (ดังภาพที่ ง.8)
- (9) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควันครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. ข้อมูลทุติยภูมิ

ทำการศึกษาเอกสารทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนและการทดลองขนาดฝุ่นที่เล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่เกี่ยวข้อง

2. ข้อมูลปฐมภูมิ

ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีที่ดูดควันและไม่มีที่ดูดควันจะมีการเก็บตัวอย่างโดยมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดังนี้

- (1) ตรวจสอบความเรียบร้อยของกระจกทรง เช่น รอยฉีกขาด
- (2) นำกระจกทรงเข้าดูดความชื้น
- (3) นำกระจกทรงที่ผ่านการดูดความชื้นแล้วมาชั่งน้ำหนัก
- (4) บันทึกค่าน้ำหนักกระจกทรงเป็นค่าน้ำหนักก่อน (ผลแสดงดังตารางที่ ข.1)
- (5) นำกระจกทรงเข้าเครื่องเก็บตัวอย่างทำการเก็บตัวอย่างบริเวณเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบ

ดูดควัน (ดังภาพที่ จ.1) และเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน (ดังภาพที่ จ.2) หลังจากติดตั้งเครื่องเสร็จและวัดค่าอุณหภูมิและปริมาณความดันอากาศพร้อมกับบันทึกค่า

(6) นำกระดาษกรองที่ผ่านการเก็บตัวอย่างแล้วมาชั่งน้ำหนัก

(7) บันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองเป็นค่าน้ำหนักหลังเก็บตัวอย่าง

(8) คำนวณค่าน้ำหนักของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนและปรับเป็นความเข้มข้นที่สภาวะความดันอากาศ (ผลแสดงดังตารางที่ ข.2)

(9) นำค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมาศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนโดยใช้หลักการทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (t-TEST) (ผลแสดงดังตารางที่ ค.1)

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยการศึกษาความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควันโดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสรุป ดังภาพที่ 3.2 ดังนี้

(1) ทำการศึกษาหัวข้องานวิจัย

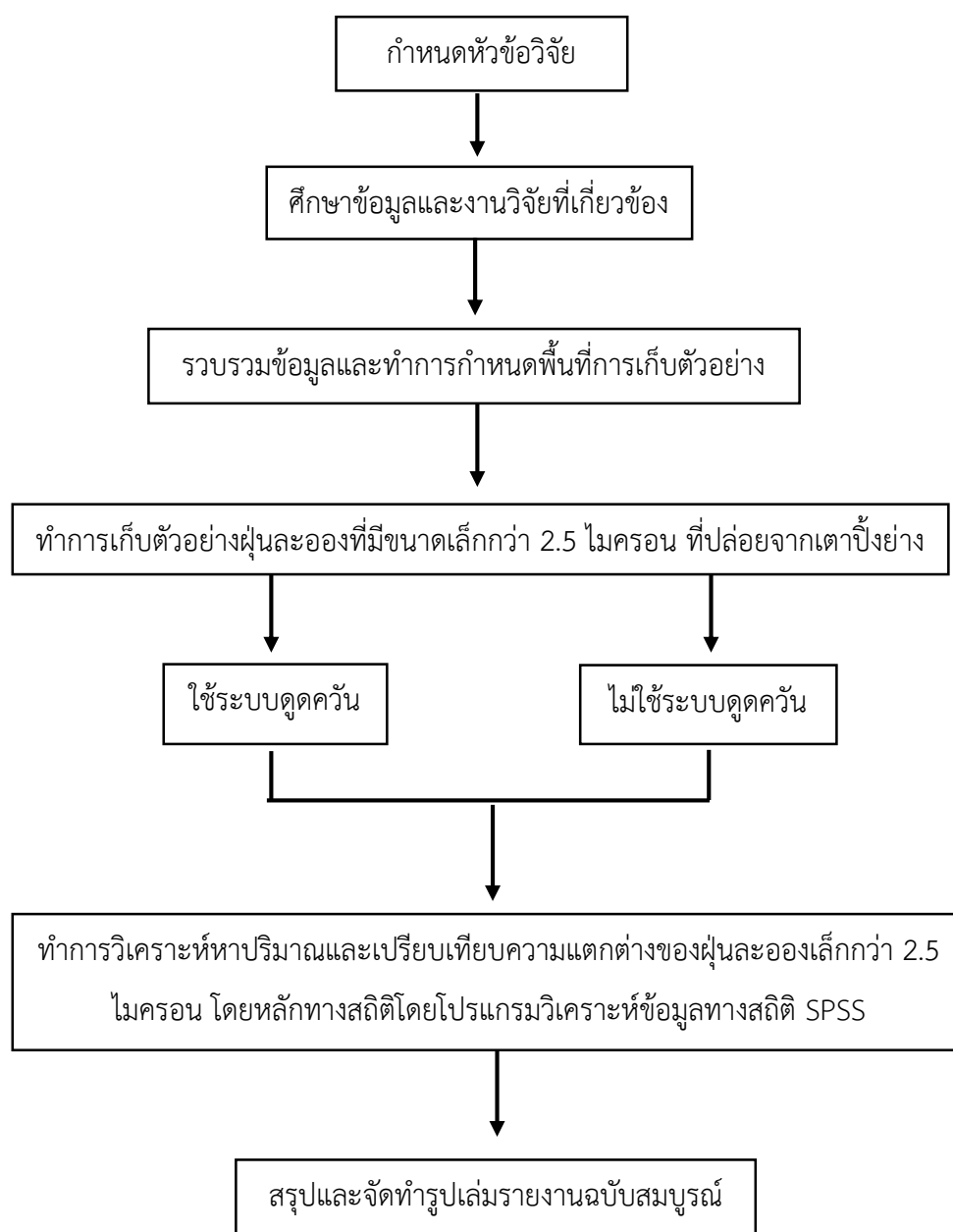
(2) สำรวจพื้นที่เพื่อดำเนินการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละออง

(3) ดำเนินการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีที่ดูดควัน และไม่มีที่ดูดควัน ณ ร้านขายหมูปิ้ง โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนแบบเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน จำนวน 15 ตัวอย่าง ใช้เวลาในการเก็บ 2 ชั่วโมง (ดังภาพที่ จ.1) และ เตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน จำนวน 15 ตัวอย่าง ใช้เวลาในการเก็บ 2 ชั่วโมง (ดังภาพที่ จ.2) เมื่อได้ตัวอย่างแล้วดำเนินการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน โดยการนำกระดาษกรองตัวอย่าง ไปชั่งโดยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง เพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในบรรยากาศ

(4) นำผลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

(5) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

(6) สรุปและจัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์



ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ฝุ่นละออง

การคำนวณหาฝุ่นละอองได้จากสมการที่ (3.1) ถึง (3.3)

$$Q_{STP} = Q_{sample} \times \frac{P_{smp}}{P_{stp}} \times \frac{T_{stp}}{T_{smp}} \quad \text{..... (3.1)}$$

โดยที่	Q_{STP}	คือ อัตราการไหลที่สภาวะมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)
	Q_{sample}	คือ อัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)
	P_{smp}	คือ ความดันอากาศการเก็บตัวอย่าง (มิลลิเมตรปรอท)
	P_{stp}	คือ อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (องศาเซลเซียส)
	T_{smp}	คือ อุณหภูมิในการเก็บตัวอย่าง (องศาเซลเซียส)

$$\text{ปริมาณฝุ่นละออง } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \left(\frac{W_2 - W_1}{V} \right) \times 10^6 \quad \text{..... (3.2)}$$

โดยที่	W_1	คือ น้ำหนักกระตาดากรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)
	W_2	คือ น้ำหนักกระตาดากรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)
	V	คือ ปริมาตรอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลิตร)

$$V = \left(\frac{Q_i - Q_f}{2} \right) \times T \quad \text{..... (3.3)}$$

โดยที่	V	คือ ปริมาตรอากาศตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร)
	Q_i	คือ อัตราการไหลเริ่มต้น (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
	Q_f	คือ อัตราการไหลอากาศสุดท้าย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
	T	คือ เวลาเก็บตัวอย่าง (นาที)

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยครั้งนี้อาศัยเครื่องมือทางสถิติที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีที่ดูดควัน และไม่มีที่ดูดควัน โดยใช้ ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, S.D.)

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน

การศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีที่ดูดควันและไม่มีที่ดูดควัน โดยใช้สถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (t-Test) มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 มีสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

H_0 : ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีที่ดูดควัน และไม่มีที่ดูดควันมีปริมาณไม่แตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีที่ดูดควัน และไม่มีที่ดูดควันมีปริมาณแตกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่าง มีระบบดูดควันและไม่มีระบบดูดควัน โดยมีผลวิจัยดังนี้

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

การศึกษากปริมาณฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ ระบบดูดควัน และไม่มีระบบดูดควัน โดยมีผลการวิเคราะห์ตามดังนี้

1.ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน

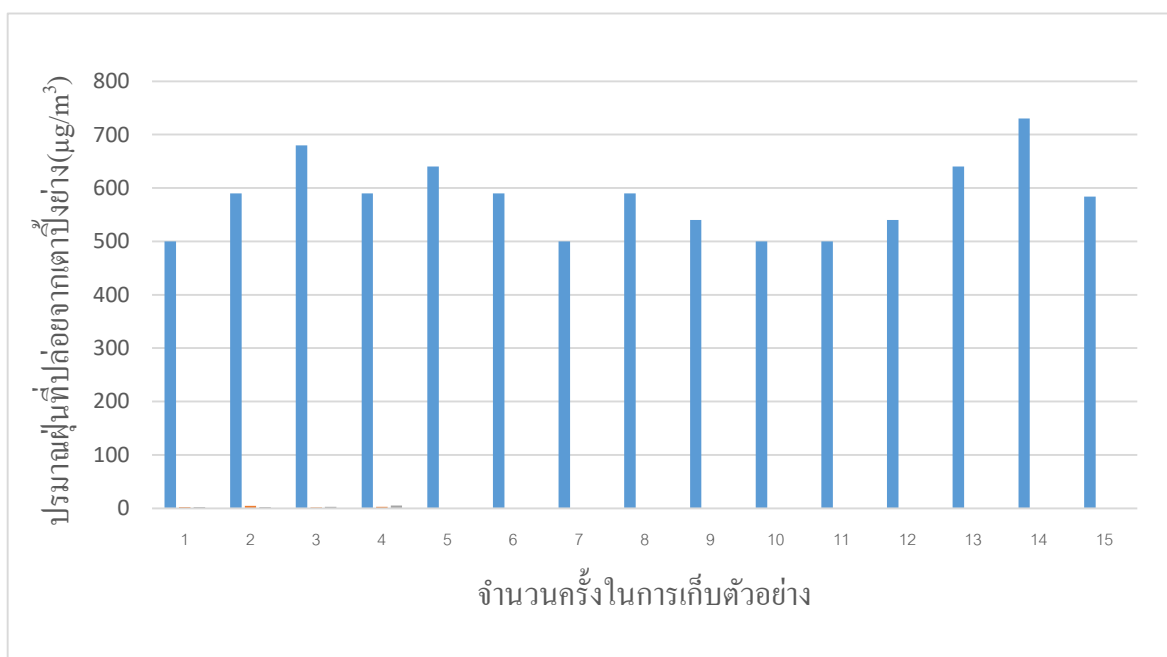
การศึกษากปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูด ควันและไม่มีระบบดูดควันแสดงรายละเอียดดังตาราง 4.1 และ ภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน

ตัวอย่างครั้งที่	ปริมาณฝุ่นที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่าง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	ใช้ที่ดูดควัน
1	500
2	590
3	680
4	590
5	640
6	590
7	500
8	590
9	540
10	500

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ปริมาณฝุ่นที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่าง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	ใช้ที่ดูดควัน
11	500
12	540
13	640
14	730
15	584
ค่าต่ำสุด	500
ค่าสูงสุด	730
ค่าเฉลี่ย	584
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	68.87



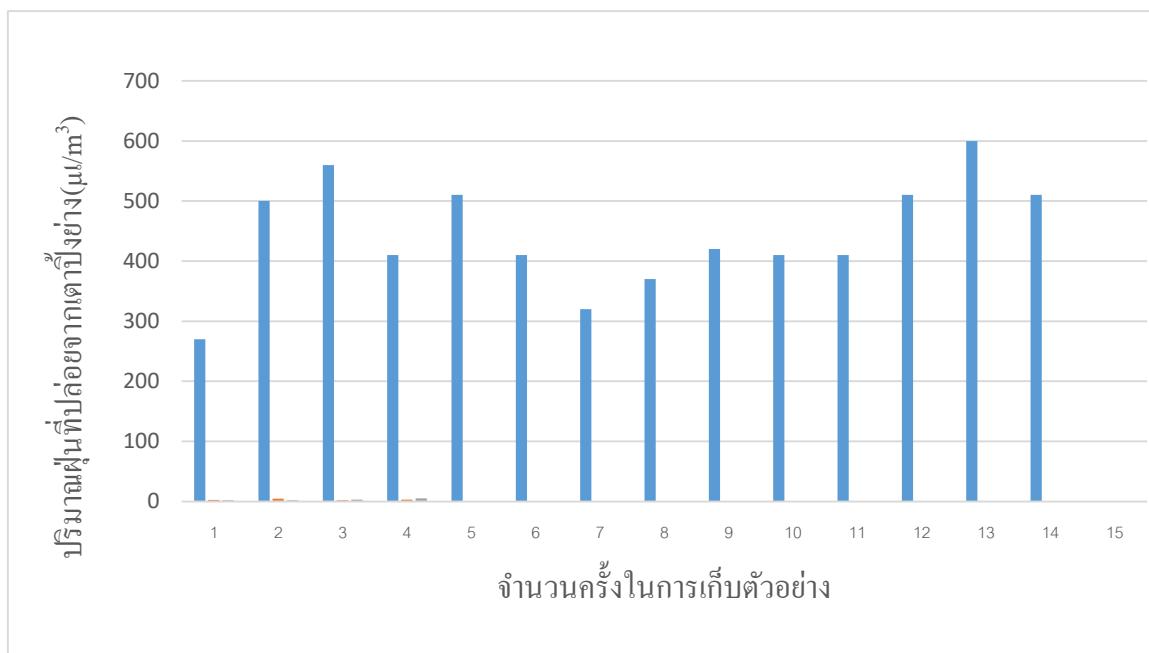
ภาพที่ 4.1 ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน

2. ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน แสดงรายละเอียดตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน

ตัวอย่างที่	ปริมาณฝุ่นที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่าง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	ไม่ใช้ที่ดูดควัน
1	270
2	500
3	560
4	410
5	510
6	410
7	320
8	370
9	420
10	410
11	410
12	510
13	600
14	510
15	410
ค่าต่ำสุด	270
ค่าสูงสุด	600
ค่าเฉลี่ย	441.33
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	86.16



ภาพที่ 4.2 ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน จำนวน 15 ตัวอย่าง นำไปทดสอบโดยวิธีทางสถิติ t-Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน ที่ระบบนัยสำคัญ โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างโดยใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควันโดยระบบไม่แตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างโดยใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std.Deviation			
ใช้ระบบดูดควัน	142.67	66.81	8.28	14	.000
ไม่ใช้ระบบดูดควัน					

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่า Sig (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.000 [Sig 0.000<(0.01)] แสดงว่าปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นทั้งขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และเมื่อพิจารณาผลการตรวจวัดในตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบฝุ่นละอองที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันมีการปล่อยฝุ่นละอองมากกว่า เนื่องจากการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ สำหรับกรณีที่ใช้ระบบดูดควันติดตั้งเครื่องวัดหลังระบบดูดควันทำให้มีค่าสูง นั้นเพราะว่าระบบดูดควันสามารถลด PM 2.5 บริเวณด้านหน้าเหนือเตาได้

บทที่ 5

สรุปวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน และศึกษาความแตกต่างของปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน และ ไม่ใช้ระบบดูดควันมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยโดยสรุป และรวบรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆจากงานวิจัยดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์

- (1) ศึกษาปริมาณอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน
- (2) ศึกษาความแตกต่างของอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควันและไม่ใช้ระบบดูดควัน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

- (1) ใช้เครื่องปั๊มเก็บอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง
 - (2) ใช้กระดาษกรองชนิดเมมเบรนขนาด 37 มิลลิเมตร
 - (3) ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 15 ตัวอย่าง
 - (4) ทำการวิเคราะห์โดยการคำนวณหาปริมาณฝุ่นและวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ
- เปรียบเทียบความแตกต่างของ 2 กลุ่มตัวอย่างหรือ t-test มีระดับนัยสำคัญ 0.01

3. ผลของการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยสรุปได้ดังนี้

(1) ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนดังต่อไปนี้

(1.1) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน มีค่า อยู่ในช่วง 500-730 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(1.2) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน มีค่าอยู่ในช่วง 270-600 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ผลการศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจาก เตาปิ้งย่างที่มีระบบดูดควันและไม่มีระบบดูดควันโดยค่า Sig มีค่าเท่ากับ 0.000 (Sig เท่ากับ $0.000 < 0.01$) แสดงว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีระบบดูดควันและไม่มีระบบดูดควัน มีความแตกต่างกันอยู่อย่างสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เตาปิ้งย่างที่มีระบบดูดควันจะปล่อยฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนโดยไม่มีการกระจายของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน แต่เตาปิ้งย่างที่ไม่มีระบบดูดควัน จะปล่อยฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในรูปแบบการกระจายของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ดังนั้น ในการวัดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จึงทำให้ปริมาณที่ออกมามีความแตกต่างกันโดยเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน มีค่ามากกว่า เตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน เนื่องจากการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ สำหรับกรณีที่ใช้ระบบดูดควันติดตั้งเครื่องวัดหลังระบบดูดควันทำให้มีค่าสูง นั้นเพราะว่าระบบดูดควันสามารถลดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณด้านหน้าเหนือเตาได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่มีระบบดูดควันและไม่มีระบบดูดควันผู้วิจัยขอเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ทำเพื่อการศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

(1) ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาหาปริมาณฝุ่นละอองที่ปล่อยจากที่มีระบบดูดควันและไม่มีระบบดูดควันจึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นที่ปล่อยออกมาจากเตาปิ้งย่างมีความสัมพันธ์กันหรือไม่

(2) ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาหาปริมาณฝุ่นละอองเพียงอย่างเดียวจึงมีการศึกษาปริมาณฝุ่นทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจเสี่ยงเป็นมะเร็งปอด

3. ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากระหว่างที่ดำเนินงานวิจัย ทำให้ประสบปัญหาสถานการณ์โรค COVID-19 ระบาด จึงเป็นเหตุที่ต้องทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้จากเดิมที่วางแผนไว้ คือช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน เป็นเหตุให้ต้องเลื่อนมาเก็บตัวอย่างกรกฎาคม-สิงหาคมในระหว่างที่เก็บตัวอย่างทำให้ประสบกับปัญหาพายุฝนซึ่งเป็นอุปสรรคในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2546). **ระบบฐานข้อมูลรายงานแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- _____. (2538). **วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในปล่องควัน** โรงงาน. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
- เกษม จันทรแก้ว. (2541). **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัทยเกษตรศาสตร์
- คมสันต์ แร้งจบ,กาญจนา นาละพินธุ์.(2555).การกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรม **ประเภทปิ้งย่าง**. ขอนแก่น: วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ปรมารณ ทอแก้ว.(2559).ค่าการปลดปล่อยและรูปแบบการปลดปล่อยฝุ่นละอองจากการปิ้งย่าง **อาหารด้วยเตาถ่าน**.ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยศิลปากร
- โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. (2547). **ตำราบำบัดมลพิษทางอากาศ**. กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วรารุณ เสือดี. (2543). **เอกสารประกอบการฝึกอบรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ความรู้เบื้องต้น** **มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการตรวจวัด วิเคราะห์**. ปทุมธานี: ภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ปรมารณ ทอแก้ว.(2559).ค่าการปลดปล่อยและรูปแบบการปลดปล่อยฝุ่นละอองจากการปิ้งย่าง **อาหารด้วยเตาถ่าน**.ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยศิลปากร
- ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2546). **การประเมินผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองทาง** **คณิตศาสตร์**. เอกสารประกอบการอบรมเชิงวิชาการ “การตรวจวัดสารมลพิษทางอากาศ และการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินคุณภาพอากาศ” . กรุงเทพฯ: โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวน สุนันทา
- ICES, Ltd. (1999). **APTI course 435, Atmospheric sampling student manual**. North Carolina: United States Environmental Protection Agency
- Yingmeng Ni. (2020). indoor PM2.5, tobacco smoking and chronic lung diseases: **Anarrative Review**: China.ShanghaiJiaoTong University
- รศ.ดร.พัชรศักดิ์ อาลัย. (2562). **ปรากฏการณ์ฝุ่น PM 2.5 และแนวทางแก้ไขที่ยั่งยืน**. สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

วิธีการตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

หลักการ

(1) เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจะดูดอากาศด้วยการไหลเข้าสู่ช่องทางเข้ามีลักษณะพิเศษจะคัดแยกขนาดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนเครื่องปั๊มจะดูดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนตกกระทบบรวมในแผ่นกระดาษกรองชนิดเมมเบรน (membrane filter paper) ตลอดการเก็บตัวอย่าง

(2) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองแต่ละแผ่น (หลังจากปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้ว) ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักสุทธิของ PM 2.5 ที่ได้คำนวณน้ำหนักจากระยะเวลาเก็บตัวอย่างหารด้วยอัตราการไหลของ เครื่องปั๊มเก็บตัวอย่างลิตรต่อนาทีความเข้มข้นที่ได้มีหน่วยเป็น ลิตรต่อไมโครกรัม

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

- (1.) ตรวจสอบความเรียบร้อยของกระดาษกรองเช่นรอยฉีกขาด
- (2.) วางกระดาษกรองบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น
- (3.) นำกระดาษกรองที่ผ่านการดูดความชื้นแล้วมาชั่งน้ำหนักก่อน
- (4.) บันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองเป็นค่าน้ำหนักก่อน
- (5.) นำกระดาษกรองเข้าเครื่องเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

หลังจากติดตั้งเครื่องเสร็จ

- (6.) บันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองเป็นค่าน้ำหนักหลัง
- (7.) คำนวณค่าน้ำหนักของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

วิธีการวิเคราะห์ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

การคำนวณหาฝุ่นละอองได้จากสมการที่ (ก.1) ถึง (ก.3)

$$Q_{STP} = Q_{sample} \times \frac{P_{samp}}{P_{stp}} \times \frac{T_{stp}}{T_{samp}} \quad \text{..... (ก.1)}$$

โดยที่	Q_{STP}	คือ อัตราการไหลที่สภาวะมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)
	Q_{sample}	คือ อัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)
	P_{samp}	คือ ความดันอากาศการเก็บตัวอย่าง (มิลลิเมตรปรอท)
	P_{stp}	คือ อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (องศาเซลเซียส)
	T_{samp}	คือ อุณหภูมิในการเก็บตัวอย่าง (องศาเซลเซียส)

$$\text{ปริมาณฝุ่นละออง } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \left(\frac{W_2 - W_1}{V} \right) \times 10^6 \quad \text{..... (ก.2)}$$

โดยที่	W_1	คือ น้ำหนักกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)
	W_2	คือ น้ำหนักกระดาศกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)
	V	คือ ปริมาตรอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลิตร)

$$V = \left(\frac{Q_i - Q_f}{2} \right) \times T \quad \text{..... (ก.3)}$$

โดยที่	V	คือ ปริมาตรอากาศตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร)
	Q_i	คือ อัตราการไหลเริ่มต้น (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
	Q_f	คือ อัตราการไหลอากาศสุดท้าย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
	T	คือ เวลาเก็บตัวอย่าง (นาที)

ภาพผนวก ข

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

ตารางที่ ข.1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน

ตัวอย่าง	น้ำหนักกระดาชกรอง(g)		อุณหภูมิ องศา เซลเซียส	ความดัน บรรยากาศ มิลลิเมตร ปรอท (mmHg)	ปริมาณฝุ่น ที่มีขนาด เล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง			
1	0.05498	0.05500	29.1	754.2	500
2	0.05495	0.05500	29.0	755.6	590
3	0.05293	0.05308	31.3	755.7	680
4	0.05255	0.05305	30.0	755.3	590
5	0.05420	0.05430	30.9	755.6	640
6	0.05382	0.05430	29.4	755.7	590
7	0.05081	0.05092	29.0	755.7	500
8	0.05490	0.05515	29.1	754.4	590
9	0.05298	0.03030	30.0	755.5	540
10	0.05608	0.05611	29.0	755.6	500
11	0.05809	0.05812	29.0	755.6	500
12	0.05273	0.05285	29.1	755.8	540
13	0.05372	0.05386	29.4	755.7	640
14	0.05022	0.05038	30.9	755.6	730
15	0.05807	0.05821	30.0	755.3	630

ตารางที่ ข.2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่ปล่อยจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน

ตัวอย่าง	น้ำหนักกระตาชกรอง(g)		อุณหภูมิ องศา เซลเซียส	ความดัน บรรยากาศ มิลลิเมตร ปรอท (mmHg)	ปริมาณฝุ่น ที่มีขนาด เล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง			
1	0.05316	0.05319	33.1	754.4	270
2	0.05265	0.05299	34.0	754.3	500
3	0.05496	0.05508	37.9	752.3	560
4	0.05169	0.05178	33.8	752.9	410
5	0.05193	0.05197	34.7	753.7	510
6	0.05573	0.05582	37.8	752.4	410
7	0.05508	0.05515	33.9	754.4	320
8	0.05517	0.05525	38.0	752.2	370
9	0.05328	0.05337	37.7	752.4	420
10	0.05412	0.05421	36.0	753.5	410
11	0.05422	0.05431	35.0	754.0	410
12	0.05413	0.05424	37.1	752.8	510
13	0.05212	0.05225	36.8	752.4	600
14	0.05503	0.05514	38.3	753.3	510
15	0.05421	0.05434	32.0	754.5	410

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

(Paired Samples t-Test)

ตารางที่ ค.1 Paired Samples t-Test

	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std.Deviation			
ใช้ระบบดูควัน	142.67	66.81	8.28	14	.000
ไม่ใช้ระบบดูควัน					

ภาคผนวก ง

ประมวลภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ ง.1 เตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน



ภาพที่ ง.2 เตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน



ภาพที่ ง.3 กระดาษกรองขนาดเล็กชนิด(เมมเบรน(PTFE)ขนาด 37 มิลลิเมตร



ภาพที่ ง.4 ขาตั้งกล้อง



ภาพที่ ง.5 เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง



ภาพที่ ง.6 อุปกรณ์คัดแยกฝุ่นสำหรับฝุ่น ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน



ภาพที่ ง.7 เครื่องปั๊มดูดอากาศ



ภาพที่ ง.8 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและปริมาณความดันบรรยากาศ

ภาคผนวก จ
ประมวลภาพการเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ จ.1 ดูดอากาศจากเตาปิ้งย่างที่ใช้ระบบดูดควัน



ภาพที่ จ.2 ดูดอากาศจากเตาปิ้งย่างที่ไม่ใช้ระบบดูดควัน