อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

PM10 IN THAI PORK BARBECUE SHOP AT TUMBON THAPO MUEANG PHITSANULOK

นางสาวเยาวพา	ชุยทอง	รหัส 54365419
นางสาวรุจิรา	ศรีวิเศษ	รหัส 54365440
นางสาววิยะดา	พุ่มพวง	รหัส 54365518

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 11 มิ.ย. 2558
เลขทะเบียน 1196003
หมู่เรียกหนังสือ ชุร
ย543ป
2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวเยาวพา ซุยทอง รหัส 54365419
นางสาวรุจิรา ศรีวิเศษ รหัส 54365440
นางสาววิยะดา พุ่มพวง รหัส 54365518

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ
(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

พันธ์ทิพย์ หินหุ้มเพ็ชร.....กรรมการ
(ดร. พันธ์ทิพย์ หินหุ้มเพ็ชร)

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมโยธาฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้ดำเนินงานต้องขอขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในโครงงานฉบับนี้ ตลอดจนติดตามประเมินผลการทำโครงงานมาโดยตลอด จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณนางสาววรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และ ดร.พันธ์ทิพย์ หินหุ้มเพ็ชร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของโครงงานฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่งจนทำให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นางสวัสดิ์ แก้วทิพย์ เจ้าของกิจการร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการศึกษาและวิจัยด้วยดีมาโดยตลอด จนทำให้โครงงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวเยาวพา ชุยทอง
นางสาวรุจิรา ศรีวิเศษ
นางสาววิยะดา พุ่มพวง

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวเยาวพา ชุยทอง รหัส 54365419
	นางสาวรุจิรา ศรีวิเศษ รหัส 54365440
	นางสาววิยะดา พุ่มพวง รหัส 54365518
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2557
คำสำคัญ	PM10 , หมูกระทะ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ภายในร้านหมูกระทะ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ทำการเก็บโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น Low volume air sampler ที่ 1.7 ลิตรต่อนาที โดยเก็บตัวอย่างบริเวณทางเข้าร้าน บริเวณภายในร้าน (ที่ตักอาหาร) ที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา บริเวณซุ้มรับประทานอาหาร เป็นระยะเวลา 240 นาที และบริเวณเหนือเตากับตัวผู้บริโภคหมูกระทะ สถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเป็นร้านที่มีหลังคาสูง ไม่มีผนัง เปิดโล่ง ออกแบบการทดลองเป็น 3 รูปแบบ 1. ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน (ที่ตักอาหาร) ภายในร้านหมูกระทะ พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณทางเข้าร้านมีค่า 0.48 mg/m3 บริเวณภายในร้าน (ที่ตักอาหาร)มีค่า 0.32 mg/m3 ซึ่งมีค่าเกินค่ามาตรฐานทั้ง 2 จุด ค่ามาตรฐานปริมาณฝุ่น PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ภายในอาคาร 0.15 mg/m3 เพราะว่า บริเวณทางเข้าร้านมีฝุ่นจากถนนและฝุ่นจากภายนอกอาคาร 2. ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ผู้บริโภคจะได้รับจากการรับประทานหมูกระทะ พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณเหนือเตา จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือบริเวณที่ไม่มีหลังคา มีค่า 0.43 mg/m3 รองลงมาคือบริเวณที่มีหลังคา มีค่า 0.27 mg/m3 และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือบริเวณซุ้มประทานอาหาร มีค่า 0.24 mg/m3 ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ติดตัวผู้บริโภคจุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือบริเวณที่ไม่มีหลังคา มีค่า 1.02 mg/m3 รองลงมาคือบริเวณที่มีหลังคา มีค่า 0.78 mg/m3 และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ บริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีค่า 0.66 mg/m3 3. เปรียบเทียบปริมาณฝุ่น PM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านพบว่าบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคามีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ตามลำดับ

Project title	PM10 in Thai pork barbecue shop at Tumbon Thapo Mueang Phitsanulok.		
Name	Yaowapa	Suythong	ID. 54365419
	Rujira	Sriwiset	ID. 54365440
	Wiyada	Phumphuang	ID. 54365518
Project advisor	Assistant Professor Pajaree thongsanit, Ph.D.		
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2557		
Keywords	PM10, Thai pork barbecue		

Abstract

This research project investigates fine particulate levels (PM10) in Thai pork barbecue at Tumbon ThaPo, Meaung, Phisanulok. The Samples collected using a low volume air sample at the rate of 1.7 liters per minute. Samples were collected at entrance area, place in the shop; buffer service area: Three food locations were with a roof, no roof, and cottage food area. The duration of sampling was 240 minutes. Samples collected over stove area and on the body of consumer. The collection area was high roof, without wall and open air. Three experiments were designed. The first experiment was sampling at entrance area and place in the store: buffer service area. The study found that a particulate level in the entrance was 0.48 mg/m^3 and buffer service area was 0.32 mg/m^3. Both data exceeded the indoor PM10 standard was 0.15 mg/m^3. Because particulate from outdoor such as road and open burning. The second experiment was PM10 collection at over stove area and consumer in three locations. Three food locations were with a roof, no roof, and cottage food area. The study found that particulate levels (PM10) at over stove area was highest was no roof area of 0.43 mg/m^3. The PM10 concentrations at over stove, under roof and cottage area were 0.27 and 0.24 mg/m^3. The study found that particulate levels (PM10) at consumer body was highest was no roof area of 1.02 mg/m^3. The PM10 concentrations at over stove, under roof and cottage area were 0.78 and 0.66 mg/m^3. The third experiment was comparisons between food location with roof, no roof, and cottage food area. The study found that highest average of PM10 was no roof area.

The food area with roof was lower of particle, The lowest of particle was cottage area.

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... ข
.บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 แผนดำเนินงาน 3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน 3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ทฤษฎี 4
2.1.1 อนุภาคมลสารในอากาศ (Particulate Matter) 4
2.1.2โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน หรือ พีเอเอช 10
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
2.2.1 อนุดิษฐ์ (2551) สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนในฝุ่น PM10 จากการปิ้งหมู 13
2.2.2 คมสันต์ แรงจบ และกาญจนา นาถะพินธุการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมประเภทปิ้งย่าง (2555) 13
2.2.3 ถาวร เพ็ชรบัว และ จำลอง เปรมรักษ์ (2540) รายงานการศึกษาสถานการณ์มลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก 14
2.2.4 วนิดา จีนศาสตร์ และ สมาชัย เลิศกมลวิทย์ (2542) ศึกษาและตรวจวัดฝุ่นละออง PM10, PM2.5, PM10-2.5 ของอากาศริมถนนในกรุงเทพมหานคร 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 15
3.1 การเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 15
3.1.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง 15
3.1.2 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง 15
3.1.3 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) 16
3.2 วิธีเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นPM10 19
3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมและเก็บตัวอย่าง PM10 19
3.3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ 20
3.3 ลักษณะการวางอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง 21
3.4 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (Gravimetric Analysis) 24
3.4.1 การอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง 24
3.4.2 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง 24
3.4.3 การคำนวณหาปริมาณฝุ่นละออง 24
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 25
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผล 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 41
บรรณานุกรม
ภาคผนวก
ประวัติผู้เขียน

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน..... 3
ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง..... 6
ตารางที่ 3 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย..... 7
ตารางที่ 4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร..... 8
ตารางที่ 5 มาตรฐานมลพิษอากาศในสถานประกอบการ..... 8
ตารางที่ 6 ตัวอย่างสารประกอบ PAHs..... 11
ตารางที่ 7 รูปแบบการเก็บตัวอย่าง..... 18
ตารางที่ 8 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ในร้านหมูกระทะ..... 26
ตารางที่ 9 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ภายใน ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 28
ตารางที่ 10 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา ภายใน ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 29
ตารางที่ 11 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ภายใน ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 30
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นPM10 ระหว่างบริเวณที่รับประทาน ที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา..... 33
ตารางที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นPM10 ระหว่างบริเวณที่รับประทาน ที่ไม่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร..... 34
ตารางที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นPM10 ระหว่างบริเวณที่รับประทาน ที่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร..... 35
ตารางที่ 15 ค่า Blank ปริมาณฝุ่นPM10 ณ จุดเก็บต่างๆ ที่ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 38

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1 ขนาดของฝุ่นละอองเมื่อเทียบกับอนุภาคทรายละเอียดและเส้นผมมนุษย์..... 6
รูปที่ 2 สถานที่เก็บฝุ่น PM10..... 15
รูปที่ 3 แผนผังบริเวณภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 16
รูปที่ 4 ที่รับประมานแบบมีหลังคา..... 16
รูปที่ 5 ที่รับประมานแบบไม่มีหลังคา..... 16
รูปที่ 6 ซุ้มรับประทานอาหาร..... 17
รูปที่ 7 ที่ตักอาหาร..... 17
รูปที่ 8 ทางเข้า..... 17
รูปที่ 9 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดส่วนบุคคล (Personal Air Sampling)..... 19
รูปที่ 10 หัวคัดแยกฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน แบบไซโคลน..... 19
รูปที่ 11 ตลับบรรจุกระดาษกรอง เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม..... 19
รูปที่ 12 กระดาษกรองใยแก้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม..... 20
รูปที่ 13 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Analytical Balance)ความละเอียดทศนิยม5ตำแหน่ง.... 20
รูปที่ 14 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)..... 20
รูปที่ 15 การเก็บฝุ่นบริเวณทางเข้า..... 21
รูปที่ 16 การเก็บฝุ่นบริเวณที่ตักอาหาร..... 21
รูปที่ 17 การเก็บฝุ่นที่ติดกับตัวผู้บริโภค..... 22
รูปที่ 18 การเก็บฝุ่นบริเวณเหนือเตา..... 22
รูปที่ 19 การเก็บฝุ่นบริเวณที่มีหลังคา..... 23
รูปที่ 20 การเก็บฝุ่นบริเวณที่ไม่มีหลังคา..... 23
รูปที่ 21 การเก็บฝุ่นบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร..... 23
รูปที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน (ที่ตักอาหาร) ในร้านหมูกระทะ..... 27
รูปที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณเหนือเตาแลตัวผู้บริโภค ในบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 31
รูปที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นPM10 โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา,บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร,บริเวณซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 36
รูปที่ 25 ค่า Blank ปริมาณฝุ่นPM10 ณ จุดเก็บต่างๆ ที่ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก..... 39

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

PAHs	=	Polycyclic aromatic hydrocarbon
mg/m^3	=	Milligram per Cubic meter
$\mu g/m^3$	=	Microgram per Cubic meter
PM10	=	Particulate Matter size less than 10 micron
PM2.5	=	Particulate Matter size less than 2.5 micron
TSP	=	Total Suspended Particulate
Pyr	=	Pyrene
DHHS	=	The Department of Health and Human Services
HPLC	=	High Performance Liquid Chromatography
Naph	=	Naphthalene
Ace	=	Acenapthene
Phe	=	Phenanthene

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันผู้คนนิยมรับประทานอาหารประเภท ปิ้ง ย่าง กันมากขึ้น ฉะนั้น ร้านอาหารที่เป็นตัวเลือกหลักที่ผู้นิยมนิยมมารับประทานก็คือร้านหมูกระทะ เพราะเป็นร้านที่สามารถเดินทางไปกินได้สะดวก มีอาหารมากมาย หลายอย่างให้เลือกรับประทาน ซึ่งในปัจจุบันพบว่ามีร้านหมูกระทะเปิดทำการเป็นจำนวนมากโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำให้ผู้คนที่อยู่บริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวรเดินทางเข้ามาใช้บริการร้านหมูกระทะเป็นจำนวนมาก ซึ่งนั่นทำให้เกิดกิจกรรมต่างๆมากมายที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองฟุ้งกระจายในชั้นบรรยากาศไม่ว่าจะเป็นฝุ่นละอองที่มาจากภายนอก หรือภายในร้านหมูกระทะเองก็ตาม เช่น การเดินทางด้วยพาหนะเพื่อมาใช้บริการ การเดินเท้าภายในร้าน และการประกอบกิจการ เป็นต้น

ฝุ่นขนาด10 ไมครอนเป็นฝุ่นที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งฝุ่นละอองเหล่านี้หากได้รับเป็นจำนวนมากอาจทำให้เกิดความรำคาญหรือส่งผลกระทบโดยตรงกับผู้ที่เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน ส่วนฝุ่นขนาดเล็ก PM10 ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จะสามารถเล็ดลอดผ่านเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมในปอดซึ่งเป็นผลทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจและโรคปอดต่างๆ โดยก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของปอด หากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงระยะเวลานานๆ จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสเกิดโรคของระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ด้วย ความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยจะขึ้นกับองค์ประกอบที่มีอยู่ในฝุ่นด้วยเช่นกัน ซึ่งสามารถประเมินและวิเคราะห์ได้จากแหล่งที่มาของฝุ่นได้

ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงานวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อวัดปริมาณฝุ่นPM10 ในร้านหมูกระทะเพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้เมื่อไปรับประทานหมูกระทะ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)
2. เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ที่ผู้บริโภคจะได้รับจากการรับประทานหมูกระทะ
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่น PM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก บริเวณที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปริมาณฝุ่น PM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านหมูกระทะบริเวณทางเข้าและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)

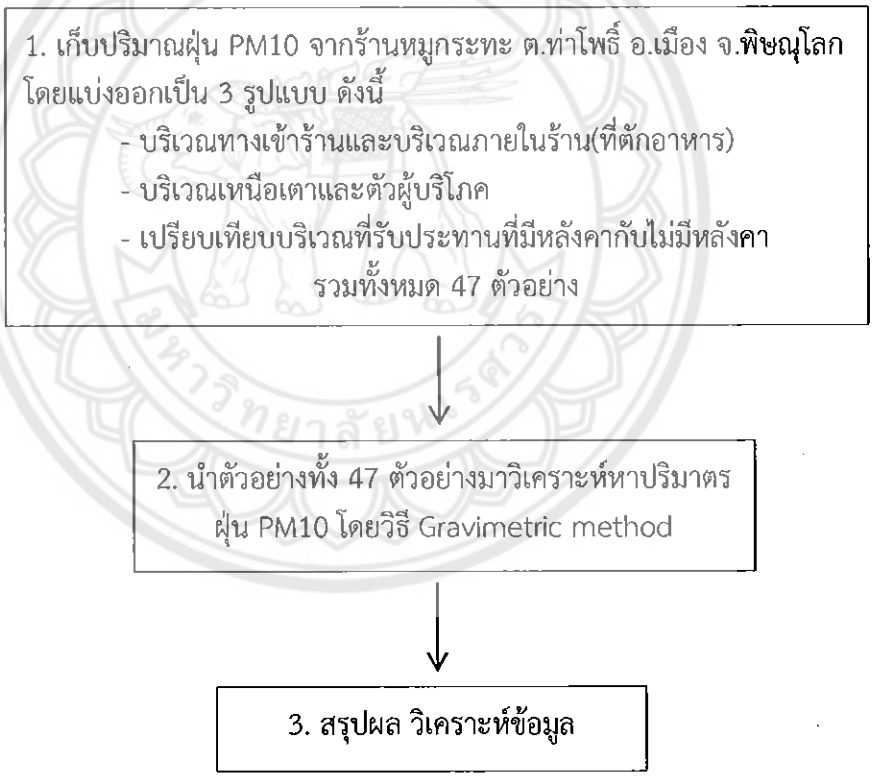
2. ทราบปริมาณฝุ่น PM10 ที่ผู้บริโภคได้รับจากการรับประทานหมูกระทะ

3. ทราบปริมาณฝุ่น PM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านหมูกระทะ บริเวณที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ขณะที่ผู้บริโภคกำลังดำเนินกิจกรรมปิ้งย่างภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2558

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน



1.6 แผนดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนดำเนินงาน

กิจกรรม	2557		2558				
	พ.ย. 1 2 3 4	ธ.ค 1 2 3 4	ม.ค. 1 2 3 4	ก.พ. 1 2 3 4	มี.ค. 1 2 3 4	เม.ย. 1 2 3 4	พ.ค. 1 2 3 4
1.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูล	↔						
2.เขียนรายงานเพื่อเสนอโครงการ		↔	↔				
3.วางแผนการดำเนินโครงการ			↔				
4.เริ่มทำการเก็บข้อมูล			↔	↔	↔	↔	
5.สรุปผลการทดลอง เขียนรายงาน						↔	↔
6.นำเสนอโครงการ							↔

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าเดินทาง	500	บาท
2. ค่าจัดทำรูปเล่ม	1,500	บาท
3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	900	บาท
รวมทั้งหมด	2,900	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1ทฤษฎี

2.1.1 อนุภาคมลสารในอากาศ (Particulate Matter)

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) หมายถึง อนุภาคที่เป็นของแข็งหรือหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยในบรรยากาศหรือก๊าซที่แขวนลอยกระจายในบรรยากาศ อนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมโครเมตร ลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน (นภาพร, 2543)

ในประเทศไทยได้มีการให้ความหมายของคำว่าฝุ่นละออง (นพภาพร, 2547) ดังนี้

- ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) หมายถึง ฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา

- ฝุ่นขนาดเล็ก (PM10) หมายถึงฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตร ลงมา ซึ่ง PM10หรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เป็นอนุภาคที่มีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิปกติประกอบด้วยสสารที่แตกต่างกันและสามารถอยู่ในสภาพแขวนลอยในบรรยากาศได้จากการกระทำของกระแสลมหรือการสั่นสะเทือนและสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานเนื่องจากขนาดของอนุภาคมีขนาดเล็ก

ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันและเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา (Dynamic System) ตามสภาพทางภูมิอากาศและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาเมื่อฝุ่นละอองเกิดขึ้นจะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้วอาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลมฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีความเร็วในการตกตัวต่ำจะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า

การแบ่งประเภทตามแหล่งที่มาของฝุ่นละออง

โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ (Man-made Particle) ได้แก่ ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่ง และการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนนขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร

ก) การคมนาคมขนส่ง

-รถบรรทุกหินดินทรายซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่นหรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนนแล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ

- ไอเสียจากรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่าฝุ่นควันดำออกมา ถนนที่สกปรกมีดินทรายตกค้างอยู่มากหรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ

- การก่อสร้างถนนใหม่หรือการปรับปรุงผิวจราจรทำให้เกิดฝุ่นมาก

- ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์และผ้าเบรค

ข) การก่อสร้าง

- การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้างซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่ายเช่นอาคารสิ่งก่อสร้างการปรับปรุงสาธารณูปโภค

- การก่อสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคาร

- การรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

มาตรฐานฝุ่นในบรรยากาศที่ยอมรับได้

มนุษย์ทั่วไปจะมีการสูดอากาศเข้าไปประมาณ 20,000 ครั้งต่อวัน (ศิริกัลยาและคณะ, 2542) คิดเป็นน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 16 กิโลกรัม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอากาศมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์มากกว่าความต้องการในเรื่องน้ำและอาหารซึ่งมนุษย์จะมีชีวิตอยู่ได้ 3 วันหากขาดน้ำและมีชีวิตอยู่ได้ถึง 6 สัปดาห์ถ้าหากขาดอาหารแต่มนุษย์จะมีชีวิตเพียงไม่กี่วินาทีหากขาดอากาศดังนั้นอากาศจึงมีความสำคัญยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์เพราะอากาศมีก๊าซออกซิเจนที่ร่างกายต้องการเพื่อเกิดการสันดาปเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของร่างกายเปลี่ยนเลือดเสียให้เป็นเลือดดีไว้สำหรับหล่อเลี้ยงร่างกายให้เกิดพลังงานต่างๆซึ่งอากาศบริสุทธิ์ ประกอบด้วย

ไนโตรเจน	78.09 % โดยปริมาตร
ออกซิเจน	20.94 %โดยปริมาตร
อาร์กอน	0.93 % โดยปริมาตร
คาร์บอนไดออกไซด์	0.03 % โดยปริมาตร
อื่นๆ	0.01 % โดยปริมาตร

โดยปกติแล้วจะมีไอน้ำอยู่ในอากาศประมาณ 1-3 % และยังประกอบด้วยฝุ่นละอองที่มีตั้งแต่ขนาดหลายโมเลกุลจนถึงหลายสิบไมครอน

ฝุ่นละอองขนาดเล็กอาจจะมีคุณสมบัติเป็นกรด (เช่น ไนเตรดหรือซัลเฟต) เป็นสารเคมีอินทรีย์ (Organic Chemical)เป็นโลหะ เป็นดินหรือฝุ่นผง ก็ได้ ขนาดของฝุ่นละอองขนาดเล็กจะสัมพันธ์กับศักยภาพที่จะทำให้เกิดโรค โดยขนาดที่มีความสำคัญได้แก่ ขนาด 10 ไมครอนหรือเล็กกว่า เนื่องจากสามารถที่ผ่านเข้าไปทางคอหรือจมูกไปถึงหลอดลมและปอด โดยเมื่อสูดอนุภาคเหล่านั้นเข้าไปจะมีผลต่อหัวใจและปอดและส่งผลกระทบรุนแรงต่อสุขภาพ เพื่อที่เห็นภาพว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กมีขนาดเท่าไร จะขอยกตัวอย่างขนาดของเส้นผมที่ว่าเล็กจะมีขนาดประมาณ 70 ไมคอรนเพราะฉะนั้น PM10 จะมีขนาดเล็กว่าเส้นผมประมาณ 10-28 เท่า สำหรับอนุภาคที่ใหญ่กว่า 10 ไมครอน ได้แก่ เศษผง เศษดิน และทรายนั้นไม่ค่อยมีอันตรายต่อร่างกาย เพราะจะถูกดักจับโดยระบบทางเดินหายใจทำให้ไม่สามารถผ่านเข้าไปในหลอดลมหรือปอดได้ PM แบ่งได้เป็น

1.ขนาด 2.5-10 ไมครอน (PM10) เป็น PM ที่พบได้บริเวณท้องถนน หรือโรงงานอุตสาหกรรมที่มีฝุ่นมาก ถ้าจะเปรียบเทียบความเล็กของหน่วย Micron

2.PM ขนาด 2.5 ไมครอน หรือเล็กกว่า (PM2.5) พบได้ในหมอกควัน (smoke) อนุภาคขนาดนี้อาจจะมาจากแหล่งกำเนิดโดยตรง (Primary Particles) เช่นจากการเผาไหม้ หรืออาจมาจากการรวมตัวกันของก๊าซที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้า หรือจากไอเสียรถยนต์แล้วเกิดปฏิกิริยากับอากาศ ต่อมาจึงรวมตัวกันเป็นอนุภาค (Secondary Particle) โดย PM 2.5 ส่วนใหญ่เป็นประเภท Secondary Particles

รูปที่ 1 ขนาดของฝุ่นละอองเมื่อเทียบกับอนุภาคทรายละเอียดและเส้นผมมนุษย์

ที่มา : ฝุ่นละอองในอากาศกับการปรับตัว

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

ส่วนประกอบ	แหล่งที่มา
สารประกอบคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้
สารประกอบอินทรีย์ เช่น ไดออกซินโพลีไซคลิก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์
เกลือแอมโมเนีย	การทำให้เป็นกลางของกรดในอากาศ
เกลือโซเดียมและแมกนีเซียมคลอไรด์	ทะเล
แคลเซียมซัลเฟต	วัสดุก่อสร้าง เช่น ดินและทราย
ซัลเฟต	การเติมออกซิเจนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์
ไนเตรท	การเติมออกซิเจนของไนโตรเจนไดออกไซด์
ตะกั่ว	น้ำมันที่มีสารตะกั่ว
ดิน	แร่ธาตุต่างๆ

ที่มา : มาริษา, 2542

ตารางที่ 3 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	แนวทางการป้องกันผลกระทบ
0-50	คุณภาพดี	ฟ้า	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51-100	คุณภาพปานกลาง	เขียว	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101-200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	เหลือง	- ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร - บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน
201-300	มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก	ส้ม	- ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร - บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังภายนอกอาคาร
301-	อันตราย	แดง	หลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI)

ดัชนีคุณภาพอากาศ เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใดมีผลต่อสุขภาพหรือไม่ ซึ่งดัชนีคุณภาพอากาศเป็นรูปแบบสากลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย สิงคโปร์ มาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น

ดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้อยู่ในประเทศไทยคำนวณโดยเทียบจากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของมลพิษทางอากาศ 5ประเภท ได้แก่ ก๊าซโอโซนเฉลี่ย 1ชั่วโมง ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย8 ชั่วโมง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ย 24ชั่วโมง และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ดัชนีคุณภาพอากาศที่คำนวณได้ของมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าสูงสุดจะนำมาใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศของวันนั้น

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึงมากกว่า 300 ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

ตารางที่ 4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ค่าคุณภาพอากาศภายใน	ค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้	หน่วย
Carbon Dioxide	1,000	ppm
Carbon Monoxide	9	ppm
Formaldehyde	0.1	ppm
Ozone	0.05	ppm
Total VOC	3**	ppm
Humidity	<70	ppm
Temperature	22.5-25	องศาเซลเซียส
Particles size 10 micron	0.15	mg/m^3
Yeast and Mold	500	CFU/ m^3
Aerobic Plate Count	500	CFU/ m^3

ที่มา : องค์กรอนามัยโลก

ตารางที่ 5 มาตรฐานมลพิษอากาศในสถานประกอบการ

ชื่อสารเคมี	ปริมาณฝุ่นแร่,เถลื่อตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ	
	ส่วนอนุภาคต่อปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต (Mppct)	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M^3)
ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญ (Inert or Nuisance dust) -ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respirable dust)	15	$5 mg/M^3$
-ฝุ่นทุกขนาด (Total dust)	50	$15mg/M^3$

ที่มา : กฎกระทรวงแรงงาน เรื่อง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร และจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ผลกระทบจากฝุ่นละออง

ผลกระทบต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป : ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็นทำให้ทัศนวิสัยไม่ดีเนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นและองค์ประกอบของฝุ่นละออง

ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง : ฝุ่นละอองที่ตกลงมานอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะแก่บ้านเรือนอาคารสิ่งก่อสร้างแล้วยังทำให้เกิดการทำลายและกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะหินอ่อนหรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็กหลังคาสังกะสีรูปปั้น

ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ : นอกจากฝุ่นละอองนอกจากจะลดความสามารถในการมองที่ทำให้เกิดความสกปรกและสร้างความเดือดร้อนรำคาญแล้ว จากการศึกษาทั่วโลกพบว่าฝุ่นละอองสามารถทำให้เสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควร ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งมีการยืนยันจากการศึกษาของวิทยาลัยสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองสูง (PM10 > 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) จะมีอัตราป่วยด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจสูงกว่าเด็กที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองต่ำ (PM10 < 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)ยังพบว่า ระดับความรุนแรงของอาการป่วยจะเปลี่ยนแปลงตามระดับ ของฝุ่นละออง (วิทยาลัยการสาธารณสุข, 2538)

นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคหัวใจ และหลอดเลือดจะสูงขึ้นเมื่อระดับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงขึ้น (ตารางที่ 2) ในสภาพที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ และมีระดับฝุ่นละอองต่างกันมากๆ (180 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ผู้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองสูง จะมีโอกาสป่วยเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันได้สูงเป็นสองเท่าของคนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองต่ำ มีการประมาณว่าในแต่ละปีอาจจะมีผู้ที่เสียชีวิตก่อนวัยอันสมควร ประมาณ 4,000 ถึง 5,500 คน เนื่องจาก ฝุ่นละอองเป็นสาเหตุ (บริษัท แฮกเลอร์เบลลี่ เซอร์วิส, 2541)

1. วิธีการที่ฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกาย มี 3 วิธี คือ
    1.1 ทางจมูก โดยการหายใจเข้าไป ซึ่งฝุ่นละอองจะเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีนี้มากที่สุด
    1.2 ทางปาก ได้รับโดยการที่ฝุ่นละอองในอากาศตกลงสู่อาหารแล้วมนุษย์กินเข้าไป ซึ่งโดยวิธีการนี้จะมีฝุ่นละอองติดเข้าไปไม่มากนัก
    1.3 ทางผิวหนัง ฝุ่นละอองจะปลิวมาติดอยู่ตามผิวหนัง จะดูดซับน้ำ และน้ำมันออกจากผิวหนัง ทำให้ระคาย ผิวแห้ง ก่อให้เกิดความรำคาญ ฝุ่นบางชนิดจะทำให้บางคนแพ้เป็นผื่นคันได้
2. กลไกการตกค้างของฝุ่นละอองในทางเดินหายใจได้แก่
    2.1 การปะทะเนื่องจากความเฉื่อย (inertial impaction)
    2.2 การตกตะกอนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (sedimentation)
    2.3 การแผ่ซ่านของโมเลกุลแบบบราวเนี่ยน (diffusion) ซึ่งจากกลไกในการตกค้างขนาดของฝุ่นละอองมีผลต่อการฝังตัวในระบบทางเดินหายใจ ดังนี้
        1. ฝุ่นละออง 1-2 ไมครอน มีความน่าจะเป็นสูงสุดในการฝังตัวในระบบทางเดินหายใจสามารถติดได้ในถุงลม แต่ฝุ่นละอองบางส่วนที่หลุดออกมาส่วนที่ขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ไม่สามารถติดในบริเวณนี้จะมีค่าความน่าเป็น ศูนย์

2. ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 1-2 ไมครอน จะไม่ติดค้างอยู่ที่ถุงลม เพราะอัตราส่วนสัมพัทธ์ในการตกค้างลดลง เพราะความเร็วปลายช้าเกิน
3. ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า ¼ ถึง ½ ไมครอน มีความน่าจะเป็นต่ำสุดของการฝังติดในระบบทางเดินหายใจ เพราะผลรวมกันของแรงโน้มถ่วงกับการแพร่กระจายมีค่าต่ำสุด
4. ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ¼ ไมครอน มีความน่าจะเป็นในการฝังติดเพิ่มขึ้น เนื่องจากแพร่กระจายเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคของฝุ่นละอองเล็กลงต่ำสุด

2.1.2โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน หรือ พีเอเอช

เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยวงเบนซีนตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป จัดเรียงเป็นเส้นตรง เป็นมุม หรือเป็นกลุ่ม มีเฉพาะอะตอมของไฮโดรเจนและคาร์บอน ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ ค่าลอการิทึมของค่าคงที่การละลายในน้ำ – ออกทานอล ระหว่าง 3 - 7 จุดเดือดระหว่าง 150 - 325 องศาเซลเซียส และจุดหลอมเหลว ระหว่าง 101 - 438 องศาเซลเซียส ในสิ่งแวดล้อม มักเกาะกับอนุภาคฮิวมิคในดิน หรือสะสมในสิ่งมีชีวิต

คุณสมบัติทางเคมี

พีเอเอชที่มีโครงสร้างง่ายที่สุดตามที่กำหนดโดย International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) คือ ฟีแนนทรีน และ แอนทราซีนซึ่งประกอบด้วยวงอะโรมาติก 3 วง โมเลกุลที่เล็กกว่า เช่น เบนซีน ไม่นับเป็นพีเอเอช พีเอเอชอาจจะมีวงอะโรมาติก 4 5 6 หรือ 7 วง โดยมากจะมี 5-6 วง แนฟทาลีน ($C_{10}H_8$, ซึ่งประกอบด้วยวงอะโรมาติก 2 วง จัดเป็นอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งในการจัดจำแนกอย่างเป็นทางการ ไม่นับเป็นพีเอเอช แต่อาจจะเรียกว่า ไบไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนพีเอเอชจะมีการเรืองแสงภายใต้รังสียูวีที่เป็นเอกลักษณ์ พีเอเอชที่เป็นไอโซเมอร์กัน แต่ละไอโซเมอร์จะมีสเปกตรัมของการดูดกลืนรังสียูวีที่ต่างไป ซึ่งมีประโยชน์ในการจำแนกพีเอเอช พีเอเอชส่วนใหญ่จะเรืองแสงฟลูออเรสเซนต์ โครงสร้างของอิเล็กตรอนชั้นพาย (pi-electron electronic structures) ของพีเอเอชทำให้เกิดสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงและทำให้พีเอเอชขนาดใหญ่บางชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ

การตรวจวัดปริมาณ

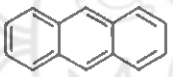
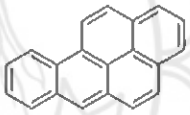
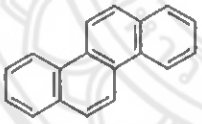
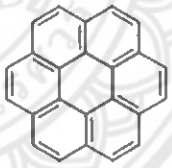
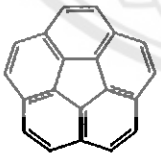
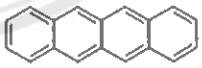
การตรวจวัดปริมาณของพีเอเอชในวัสดุต่างๆ ใช้แก๊สโครมาโตกราฟี ซึ่งมีดีเทคเตอร์เป็นแบบ FID หรือแมสสเปกโตรสโกปี หรือใช้โครมาโคกราฟีของเหลวที่มีดีเทคเตอร์เป็นสเปกโทรสโกปีแบบใช้แสงยูวี หรือใช้เทคนิคฟลูออเรสเซนต์สเปกโทรสโกปี

ที่มาและการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

การปรุงและการแปรรูปอาหารที่ทำให้เกิด PAHs ได้คือการอบขนม การเคี่ยวน้ำตาลเป็นคาราเมล การคั่วกาแฟซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล หรือเกิดขึ้นระหว่างการหมักดอง เช่น ผักดองกิมจิ ซีอิ๊ว นอกจากนั้น การปรุงอาหารโดยการอบ ปิ้ง ย่าง ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เช่น ไส้กรอกรมควัน หมูปิ้ง ไก่ย่าง ที่ไหม้เกรียมทำให้มี PAHs ปนเปื้อนในอาหารได้

อย่างไรก็ตาม การปนเปื้อนของPAHs ในสิ่งแวดล้อม มักไม่พบการปนเปื้อนPAHs เพียงอย่างเดียว แต่จะพบการปนเปื้อนร่วมกับสารมลพิษอื่นโดยเฉพาะโลหะหนักหลายชนิด ได้แก่ สารหนู แบเรียม แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท นิกเกิล และสังกะสี ตัวอย่างบริเวณที่มีรายงานว่าพบการปนเปื้อนร่วมกันระหว่างPAHs กับโลหะหนัก ได้แก่ บริเวณริมถนนหลวงในออสเตรียและสาธารณรัฐเช็กและบริเวณสถานีรถไฟในแคนาดา เป็นต้น ซึ่งการปนเปื้อนร่วมกันระหว่างPAHs และโลหะหนักจะส่งผลเสียต่อการย่อยสลายPAHs โดยจุลินทรีย์ในดิน ทำให้การกำจัดPAHs ด้วยวิธีทางชีวภาพยากขึ้น

ตารางที่ 6 ตัวอย่างสารประกอบ PAHs

สารเคมี		สารเคมี	
Anthracene		Benzo[a]pyrene	
Chrysene		Coronene	
Corannulene		Naphthacene	

การเข้าสู่ร่างกาย

1. หายใจ PAHs จากอากาศ จากอาคาร และบ้านเรือน เช่น จากการทำอาหาร และ การเผา ขยะ

2. หายใจ PAHs จากการสูบบุหรี่ ควันจากการเผาไม้ ไอเสียจากยานพาหนะ จากถนนแอสฟัลต์ หรือควันจากการเผาทางการเกษตร

3. การสัมผัสกับอากาศน้ำหรือดินใกล้บริเวณขยะอันตราย

4. การกินของเนื้อย่าง หรือ ไหม้เกรียมการปนเปื้อนในธัญญาหารขนมปังผักผลไม้เนื้อจากการทำอาหาร

5. การดื่มน้ำหรือนมวัวที่ปนเปื้อนจากขยะอันตราย

ผลกระทบ PAHs ต่อสิ่งมีชีวิต

หนูที่ได้รับอาหารที่มี PAHs ในระหว่างตั้งครรภ์ทำให้คลอดลำบากและลูกที่เกิดมามีโอกาสไม่สมบูรณ์ และมีน้ำหนักตัวน้อยการศึกษาในสัตว์พบว่า PAHs เป็นอันตรายกับผิวหนัง ของเหลวในร่างกาย และความสามารถในการต้านทานโรคน้อยลง หลังจากได้รับ PAHs ทั้งในระยะยาวและระยะสั้น

จากการศึกษากับมนุษย์มีข้อมูลในการได้รับ PAHs จากการหายใจ สัมผัสของมนุษย์ทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้จากการศึกษาหนูที่ได้รับ PAHs Benzo(a) pyrene 308 ppm. ในอาหารเป็นเวลา 10 วัน ทำให้มีปัญหากับการหายใจ ส่วนหนูที่ได้รับ Benzo(a) pyrene 923 ppm. ในอาหารเป็นเวลา 1 เดือนจะมีปัญหากับการดำรงชีวิตและเลือด

The Department of Health and Human Services (DHHS) ทำการศึกษา PAHs กับผลของมะเร็ง พบว่าคนที่หายใจหรือสัมผัส PAHs เป็นเวลานานจะทำให้เกิดโรคมะเร็ง โดย PAHs ที่เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งจากการศึกษากับสัตว์ในห้องทดลองโดยเมื่อสัตว์หายใจเอาอากาศที่ปนเปื้อนจะเกิดมะเร็งที่ปอดเกิดมะเร็งที่กระเพาะ เมื่อกินอาหารที่มี PAHs ปนเปื้อน หรือเกิดมะเร็งผิวหนังเมื่อสัมผัส PAHs

Benzo(a)pyrene เป็น PAHs ที่พบว่าเป็นสาเหตุของมะเร็งในปอดและผิวหนังจากการทดลองในห้องทดลองกับสัตว์ซึ่ง PAHs ชนิดอื่นๆ ไม่พบผลนี้ จากการสกัดควันที่มี PAHs อยู่พบว่าเป็นสาเหตุทำให้ปอดเกิดเนื้องอกจากการทดลองกับสัตว์ทดลอง ควันบุหรี่เป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในปอด ระบบอวัยวะของคน คือ ปอดตับผิวหนังและไต พบว่าจะมีอันตรายเมื่อได้รับ PAHs

PAHs หลายชนิดตรวจพบในเลือดและปัสสาวะ การทดลองเหล่านี้ไม่ต้องตรวจสอบประจำและต้องใช้เครื่องมือพิเศษเฉพาะผู้คนที่รับ PAHs สามารถพบได้จากการตรวจเลือดในตับและไต

การศึกษาด้านการแพทย์พบว่าในร่างกาย PAHs ถูกเปลี่ยนองค์ประกอบเคมีเมื่อมันสัมผัสกับสารในร่างกาย เช่น เนื้อเยื่อในร่างกาย หรือเม็ดเลือด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 อนุดิษฐ์ (2551) สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในฝุ่น PM10 จากการปิ้งหมู

การศึกษาสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในฝุ่น PM 10 จากการประกอบอาหารประเภทปิ้งนี้ เก็บตัวอย่างอากาศขณะปิ้งโดยเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น Low volume air sampler ที่ 1.7 ลิตรต่อนาที เก็บตัวอย่างเหนือเตาที่ปิ้ง 0.5 เมตร เก็บตัวอย่างเป็นเวลาประมาณ 100 นาทีขณะที่เก็บตัวอย่างได้ปิดหน้าต่างและประตูทุกบาน อุณหภูมิของการปิ้ง 150-250 องศาเซลเซียส ออกแบบการทดลองเป็น 4 รูปแบบ โดยการปิ้งหมูแผ่นใช้เตาไฟฟ้า การทดลองที่ 1 ปิ้งหมูต่างชนิดกัน หมูที่ใช้ปิ้งมีความหนาเท่ากัน คือ 10 มิลลิเมตร การทดลองที่ 2 ทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการปิ้งหมู 150-250 องศาเซลเซียส การทดลองที่ 3 ปิ้งหมูที่มีลักษณะการพลิกต่างกัน การทดลองที่ 4 ปิ้งหมูที่จำนวนชิ้นต่างกัน พบว่าฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เพิ่มขึ้นเมื่อปิ้งหมูที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ฝุ่นมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้หมูสันใน ทุกตัวอย่างได้นำมาวิเคราะห์สาร Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) 12ชนิด โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่า PAHs ที่พบส่วนใหญ่มีโครงสร้าง 2 ถึง 3 วงเบนซีน เช่น Naphthalene(Naph), Acenapthene(Ace) และ Phenanthene(Phe)

ผลปรากฏว่า

1. ปริมาณ PAHs และปริมาณฝุ่น PM10 พบมากสุดในเนื้อหมูสันใน
2. หากใช้อุณหภูมิในการปิ้งสูง ปริมาณ PAHs และปริมาณฝุ่น PM10จะสูงขึ้น
3. เมื่อทำการกลับหมูบ่อยๆพบว่าปริมาณ PAHs และปริมาณฝุ่น PM10 น้อยกว่าหมูที่กลับไม่บ่อย
4. ชิ้นหมูขนาดใหญ่จะพบปริมาณ PAHs และปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าชิ้นหมูขนาดเล็ก

2.2.2 คมสันต์ แรงจบ และกาญจนา นาถะพินธุ (2555) การกระจายตัวของขนาดอนุภาค ที่เกิด จากกิจกรรมประเภทปิ้งย่าง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวางเพื่อศึกษาความเข้มข้นและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมปิ้งย่างโดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไปจากร้านค้าที่มีการปิ้งย่างอาหาร 4 ประเภท คือ หมูปิ้ง ไก่ย่าง ปลาเผา และข้าวโพดปิ้ง และเก็บตัวอย่างจากกิจกรรมหมูปิ้งที่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ได้แก่ พัดลมดูดควัน และครอบดูดควัน(Hood) โดยแต่ละกิจกรรมเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ร้าน จำนวน 12 ร้าน ร้านละ 3 ตัวอย่าง รวม36 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองประเภทแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์แบบหมุนไม่ได้ 8 ชั้น ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า10ไมครอน (PM10) ที่เกิดจากการปิ้งหมู ไก่ย่าง และปลาเผา สูงกว่าข้าวโพดปิ้ง โดยพบว่าความ

เข้มข้นเฉลี่ย = S.D. ของหมูปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 =205.6±15 μg/m^3 และ 206.1±20 μg/m^3 ไก่ย่างร้าน 1 และร้าน 2=210.7±13 μg/m^3 และ 175.3±14 μg/m^3 ปลาเผาร้าน 1 และร้าน 2 =195.2±13 μg/m^3 และ 188.1±30 μg/m^3 ข้าวโพดปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 = 115.9±9 μg/m^3 และ 104.7±12 μg/m^3 โดยปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งหมูที่มีอุปกรณ์ควบคุมควันมีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าการปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ดังนี้ การปิ้งหมูที่ใช้พัดลมดูดควันร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย S.D.= 179.2±34 μg/m^3 และ 185.3±7 μg/m^3 ตามลำดับ การปิ้งหมูที่ใช้ครอบดูดควัน (Hood) ร้าน 1 และร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย S.D. = 114.5±26 μg/m^3 และ110.8±21 μg/m^3 ตามลำดับ และพบว่าการปิ้งย่างอาหารทุกชนิดมีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมากกว่าอนุภาคขนาด 5-10 ไมครอน มากกว่าขนาด 2.5-5 ไมครอน พบว่า

1. ปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า10ไมครอน (PM10) ที่เกิดจากการปิ้งหมู ไก่ย่าง และปลาเผา สูงกว่าข้าวโพดปิ้ง
2. ปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งหมูที่มีอุปกรณ์ควบคุมควันมีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าการปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน
3. การปิ้งย่างอาหารทุกชนิดมีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มากกว่าอนุภาคขนาด 5-10 ไมครอน และมากกว่าขนาด 2.5-5 ไมครอน

2.2.3 ถาวร เพ็ชรบัว และ จำลอง เปรมรักษ์ (2540) รายงานการ**ศึกษาสถานการณ์มลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 9 พิษณุโลก**

ทำการศึกษาฝุ่นในบริเวณริมถนนนเรศวรเป็นตัวแทนการตรวจวัดอยู่ติดกับถนนหลักหรืออยู่ห่างจากถนนสายหลัก 5 เมตร และบริเวณภายในกองบังคับการตำรวจภูธรภาค 6 ซึ่งเป็นตัวแทนการตรวจวัดย่านชุมชน (อยู่ห่างจากถนนสายหลัก 20 เมตร) พบปริมาณฝุ่นละออง PM 10 ในบริเวณริมถนนนเรศวรมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เกือบ2เท่า ส่วนในบริเวณตัวแทนชุมชนพบว่ามีไม่เกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

2.2.4 วนิดา จีนศาสตร์ และ สมาชัย เลิศกมลวิทย์(2542) ศึกษาและ**ตรวจวัดฝุ่นละออง PM10, PM2.5, PM10-2.5 ของอากาศริมถนน ในกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และอยุธยา และเก็บตัวอย่างภายในป้อมตำรวจ และฝุ่นละอองที่ตำรวจจราจรได้รับ**

เก็บตัวอย่างด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างส่วนบุคคล พบว่าฝุ่นละอองบริเวณริมถนนในเขตกรุงเทพมหานครและนนทบุรี มีค่า 168.86±51.21 μg/m^3 และ 155.90±18.0μg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดให้ไม่เกิน 120μg/m^3 ในขณะที่อยุธยา มีค่า 85.88±15.98 μg/m^3 สำหรับสัดส่วน PM2.5/PM10 มีค่าผันแปรไปแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยในเขตเมืองพบว่ามีค่ามากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากนี้พบว่าฝุ่นที่บุคคลได้รับสัมผัสมีความสัมพันธ์กับฝุ่นละอองภายนอกอาคาร

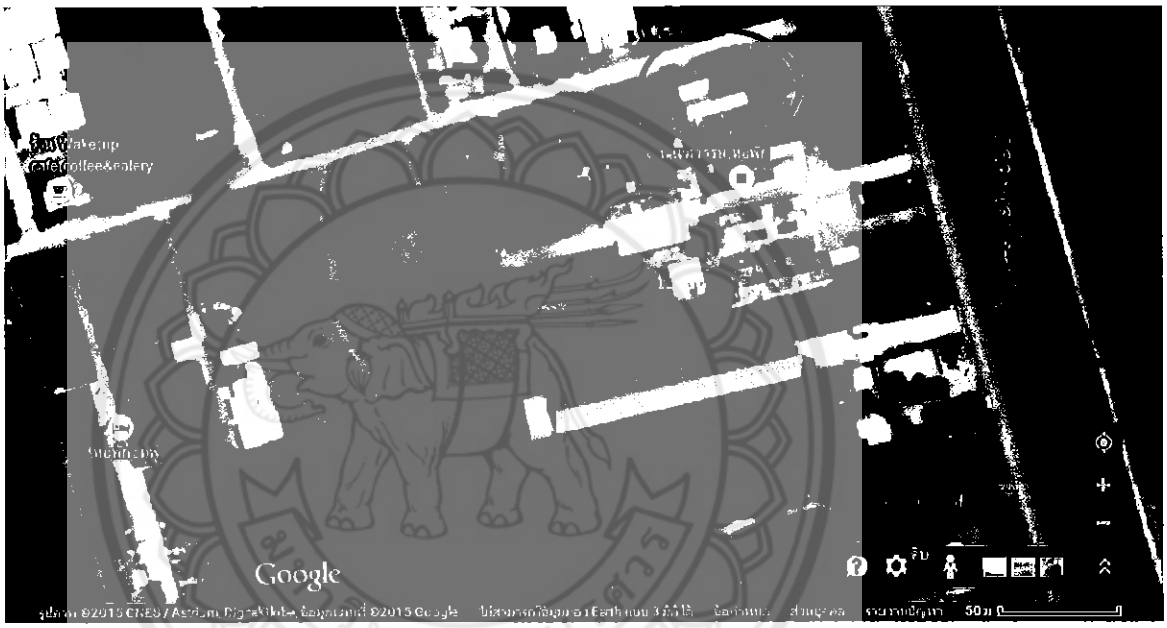
บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 การเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10

3.1.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 โดยทำการเก็บตัวอย่างภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

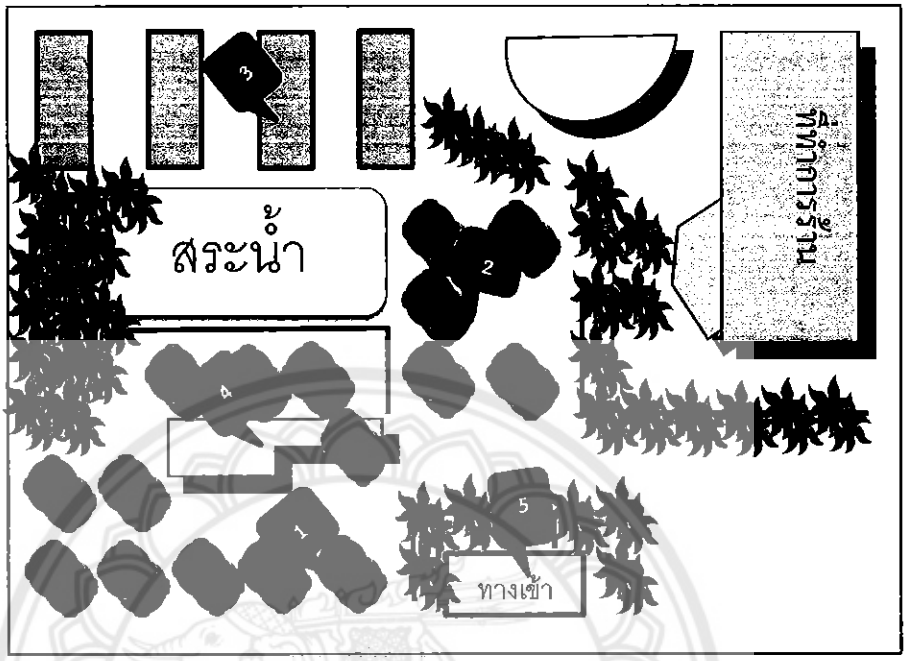
รูปที่ 2 สถานที่เก็บฝุ่น PM10



3.1.2 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2558

3.1.3 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10



รูปที่ 3 แผนผังบริเวณภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

หมายเลข 1

รูปที่ 4 ที่รับประทานแบบมีหลังคา

หมายเลข 2

รูปที่5 ที่รับประทานแบบไม่มีหลังคา

หมายเลข 3

รูปที่ 6 ซุ้มรับประทานอาหาร

หมายเลข 4

รูปที่ 7 บริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)

หมายเลข 5

รูปที่ 8 บริเวณทางเข้า

เก็บตัวอย่างฝุ่นPM10 จำนวน 47 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่อง Personal Air Sampler ซึ่งเป็นเครื่องที่มีอัตราเร็วของการดูดอากาศคงที่ประมาณ 1.7 ลิตรต่อนาที ทำการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 240 นาที โดยใช้กระดาษกรอง(Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น ต่อเข้ากับหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลน

ตารางที่ 7 รูปแบบการเก็บตัวอย่าง

รูปแบบ	จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนครั้ง	จำนวนตัวอย่าง
รูปแบบที่ 1	บริเวณทางเข้าและภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)	3	6
รูปแบบที่ 2	ตัวคนที่มารับประทานหมูกระทะและเหนือเตา (ที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา และซุ้มรับประทานอาหาร)	3	18
รูปแบบที่ 3	เปรียบเทียบปริมาณฝุ่น - ที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา - ซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา - ซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา	3	18
Blank	บริเวณทางเข้า	1	1
	บริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)	1	1
	ที่รับประทานที่มีหลังคา	1	1
	ที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา	1	1
	ซุ้มรับประทานอาหาร	1	1
			รวม 47

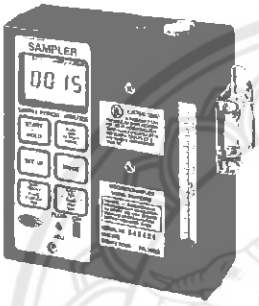
หมายเหตุ : รูปแบบที่ 1 2 และ 3 จะทำการเก็บซ้ำ 3 ครั้ง

3.2 วิธีเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นPM10

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมและเก็บตัวอย่าง PM10

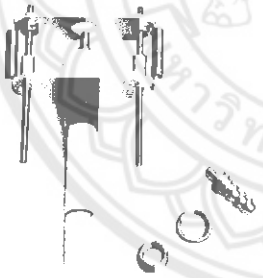
1. เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดส่วนบุคคล(Personal Air Sampler) ยี่ห้อ SKC

เป็นวิธีเก็บปริมาณฝุ่นโดยใช้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ ในลักษณะเดียวกันกับ High Volume Method ต่างกันที่ Pump โดยเครื่องดูดอากาศมีอัตราเร็วของการดูดอากาศคงที่ประมาณ 1.7 ลิตรต่อนาที วิธีการเก็บตัวอย่าง อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง (Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น ต่อเข้ากับหัวแยกเก็บฝุ่นละออง แบบไซโคลนเก็บฝุ่นละออง PM10 ซึ่งฝุ่นละออง PM10 จะถูกกรองดักติดอยู่ที่กระดาษกรอง จากนั้นนำกระดาษมาหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศต่อไป



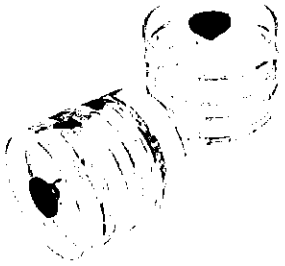
รูปที่ 9 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดส่วนบุคคล (Personal Air Sampling)

2. หัวคัดแยกฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) แบบไซโคลน



รูปที่ 10 หัวคัดแยกฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน แบบไซโคลน

3.ตลับบรรจุกระดาษกรอง(Cassette Filter Holder) เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม.



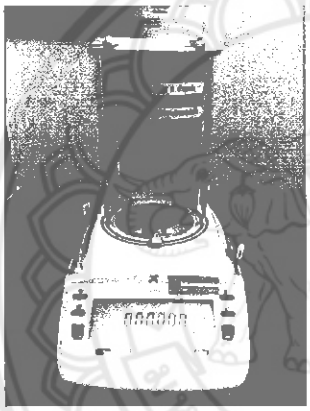
รูปที่ 11 ตลับบรรจุกระดาษกรอง เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม.

4. กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter) เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม.

รูปที่ 12 กระดาษกรองใยแก้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม.

3.3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Analytical Balance) ความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง



รูปที่ 13 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Analytical Balance) ความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง

2. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)

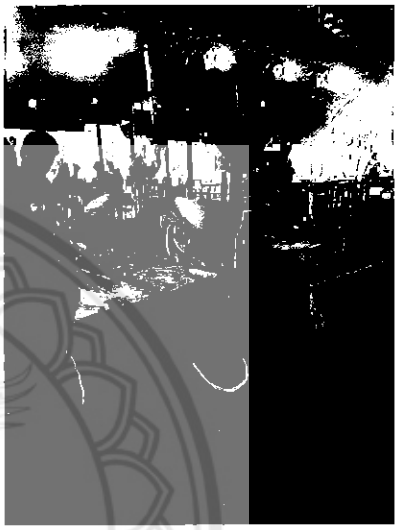
รูปที่ 14 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)

3.3 ลักษณะการวางอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

<u>รูปแบบที่ 1</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ในร้านหมูกระทะ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

แขวนหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลนบริเวณทางเข้าร้านและบริเวณที่ตักอาหารให้อยู่สูงจากพื้น 1.5 เมตร ซึ่งทำการต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล Personal Air Sampler ที่อัตราการไหลอากาศ 1.7 ลิตรต่อนาที โดยใช้กระดาษกรอง Glass Fiber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม. จำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น ในหัวแยกเก็บฝุ่นละออง แบบไซโคลน

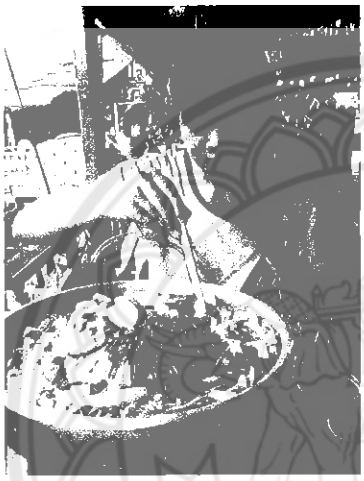
รูปที่ 15 การเก็บฝุ่นบริเวณทางเข้า



รูปที่ 16 การเก็บฝุ่นบริเวณ**ที่ตักอาหาร**

<u>รูปแบบที่ 2</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณเหนือเตาและตัวผู้บริโภค ในบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา และซุ้มรับประทานอาหาร ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ. พิษณุโลก

แขวนหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลนให้อยู่สูงจากเตาที่กำลังดำเนินกิจกรรมปิ้งย่างหมูกระทะ 35 ซม. และแขวนหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลนติดกับตัวผู้บริโภค ซึ่งทำการต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคลPersonal Air Sampler ที่อัตราการไหลของอากาศ 1.7 ลิตรต่อนาที โดยใช้กระดาษกรอง Glass Fiber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรจำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น ในหัวแยกเก็บฝุ่นละออง แบบไซโคลน



รูปที่ 17 การเก็บฝุ่นที่ติดกับตัวผู้บริโภค

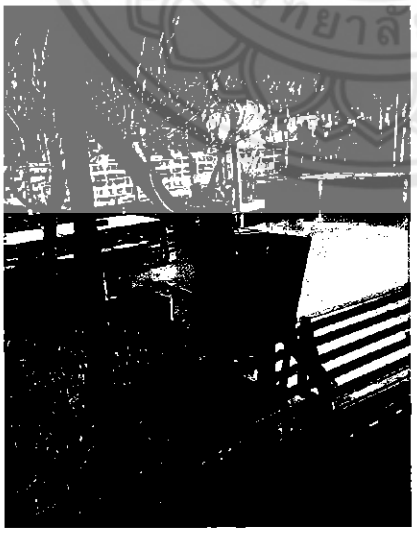
รูปที่ 18 การเก็บฝุ่นบริเวณ**เหนือเตา**

<u>รูปแบบที่ 3</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา, ซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา, ซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

แขวนหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลนบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา, ซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา, บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับซุ้มรับประทานอาหาร ให้อยู่สูงจากพื้น 1.5 เมตร ซึ่งทำการต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล Personal Air Sampler ที่อัตราการไหลของอากาศ 1.7 ลิตรต่อนาที โดยใช้กระดาษกรอง Glass Fiber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรจำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น ในหัวแยกเก็บฝุ่นละออง แบบไซโคลน

รูปที่ 19 การเก็บฝุ่นบริเวณที่มีหลังคา

รูปที่ 20 การเก็บฝุ่นบริเวณที่ไม่มีหลังคา



รูปที่ 21 การเก็บฝุ่นบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร

3.4 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (Gravimetric Analysis)

เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่ใช้ในการวัดเพื่อหามวลของกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการ โดยจะทำการคำนวณหามวลสุทธิจากการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ วิธีการหาปริมาณฝุ่นละอองต้องมีการปรับสภาพก่อนการใช้งานกระดาษกรองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้มีค่าคงที่ (ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5%) โดยให้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง 20% ถึง 40% (ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5%) และอุณหภูมิคงที่ระหว่าง 15 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส (ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±3 องศาเซลเซียส) เพื่อลดปริมาณของเหลวที่ถูกดูดซึมโดยสารประกอบที่ละลายได้ และลดปริมาณการสูญหายของเหลวชนิดที่ละลายได้

3.4.1 การอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

- ก่อนอบกระดาษกรองให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง
- นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น
- วางกระดาษกรองบนชั้นของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น
- อบกระดาษกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

3.4.2 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

- เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที
- ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.00000 กรัม (ทศนิยม 5 ตำแหน่ง)
- นำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก
- บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองเพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อไป

3.4.3 การคำนวณหาปริมาณฝุ่นละออง

1) ปริมาณฝุ่นละออง

ปริมาณฝุ่นละออง (มิลลิกรัม) $= [W_2(g) - W_1(g)] \times 10^3$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)
W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)
10^3 = เปลี่ยนหน่วยจากกรัมเป็นมิลลิกรัม

2) ความเข้มข้นฝุ่นละออง

$$C = \frac{[W_2(g) - W_1(g)] \times 10^3}{V \times 10^{-3}}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.)
W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)
W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)
V = ปริมาตรอากาศ (1.7 ลิตร/นาที) $\times 10^{-3}$ เปลี่ยนหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/นาที
10^3 = เปลี่ยนหน่วยจากกรัมเป็นมิลลิกรัม

สำนักหอสมุด
11 ต.ค. 2560
เลขหมู่ ๑๑๑๖๐๐๖

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

ผลการทดลอง

จากการทดลองเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 โดยเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น Low volume air sampler ที่ 1.7 ลิตรต่อนาที โดยเก็บตัวอย่างทางเข้าร้าน บริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา ชุ้มรับประทานอาหาร เป็นระยะเวลา 240 นาที และบริเวณเหนือเตาและตัวผู้บริโภคหมูกระทะ โดยร้านเปิดทำการเวลา 17.00 – 22.00 น. ในแต่ละตัวอย่างของการทดลองใช้กระดาษกรอง Glass fiber filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร 1แผ่น ต่อ1ตัวอย่าง ออกแบบการทดลองเป็น 3 รูปแบบ ได้ผลการทดลองดังนี้

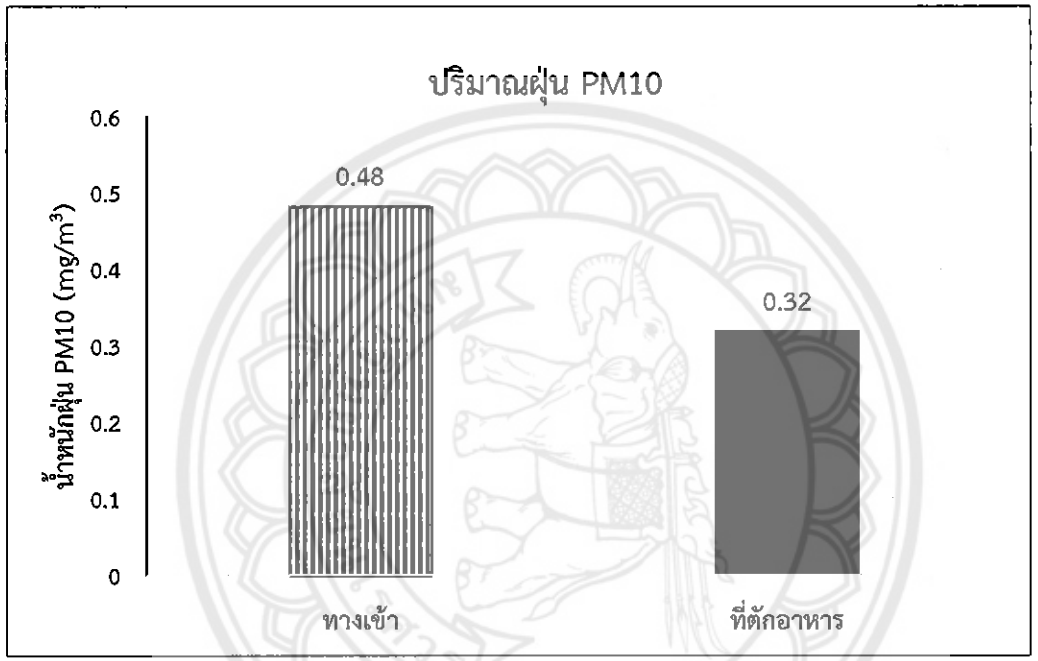
<u>รูปแบบที่ 1</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พฤติกรรมการบริโภค(เน้นรับประทานแบบปิ้งหรือต้ม) จำนวนผู้ที่มาใช้บริการ ทิศทางลม และสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 7

ตารางที่ 8 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)ภายในร้านหมูกระทะ

ครั้งที่	วันที่	เวลา	ปริมาณฝุ่นบริเวณทางเข้าร้าน				ปริมาณฝุ่นภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)				จำนวนผู้ใช้บริการ
			น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	
1	30/1/2558	18.00-22.00น.	0.05881	0.05901	0.00020	0.49	0.06067	0.06074	0.00007	0.17	72
2	1/2/2558	18.00-22.00น.	0.05991	0.06011	0.00020	0.49	0.05763	0.05772	0.00009	0.22	95
3	2/2/2558	18.00-22.00น.	0.05782	0.05801	0.00019	0.47	0.05843	0.05866	0.00023	0.56	198
					ค่าเฉลี่ย	0.48			ค่าเฉลี่ย	0.32	
					SD	0.01			SD	0.21	

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 4 ชั่วโมง



รูปที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณที่ตักอาหารภายในร้านหมูกระทะ

ปริมาณฝุ่น PM10 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่บริเวณทางเข้า มีค่า 0.48 mg/m^3 ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจากตำแหน่งที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างอยู่ใกล้กับที่รับประทานอาหารที่มีหลังคาจึงอาจทำให้ควันจากการรับประทานอาหารปะปนเข้ามาได้ อีกทั้งยังอยู่ใกล้กับที่สูบบุหรี่อีกด้วย และค่ารองลงมาคือบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) มีค่า 0.32 mg/m^3 ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจากการที่ควันจากการบริโภคหมูกระทะเข้ามาปะปนบางส่วน และอยู่ใกล้บริเวณที่ย่างกุ้งจึงอาจทำให้ควันจากการย่างกุ้งเข้ามาปะปนได้

<u>รูปแบบที่ 2</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณเหนือเตาและตัวผู้บริโภค ในบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ไม่มีหลังคา และซุ้มรับประทานอาหาร ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นPM10 ที่ผู้บริโภคจะได้รับ โดยทำการเก็บตัวอย่างบริเวณเหนือเตาและตัวผู้บริโภค ในบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ไม่มีหลังคา และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ภายในร้านหมูกระทะ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พฤติกรรมการบริโภค(เน้นรับประทานแบบปิ้งหรือต้ม) จำนวนผู้มาใช้บริการ ทิศทางลม สภาพภูมิอากาศ และลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างฝุ่น ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 8 9 และ10

ตารางที่ 9 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

			ที่รับประทานที่มีหลังคา							
			ปริมาณฝุ่นที่ติดอยู่ที่ตัวผู้บริโภค				ปริมาณฝุ่นเหนือเตา			
ครั้งที่	วันที่	เวลา	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น(mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น(mg/m^3)
1	14/3/2558	18.00-19.50น.	0.05935	0.05940	0.00005	0.27	0.05857	0.05867	0.00010	0.53
2	15/3/2558	18.00-19.15น.	0.05912	0.05916	0.00004	0.31	0.05992	0.06003	0.00011	0.86
3	16/3/2558	18.30-19.50น.	0.05858	0.05861	0.00003	0.22	0.05814	0.05827	0.00013	0.96
					ค่าเฉลี่ย	0.27			ค่าเฉลี่ย	0.78
					SD	0.05			SD	0.22

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 1-2 ชั่วโมง

ตารางที่ 10 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

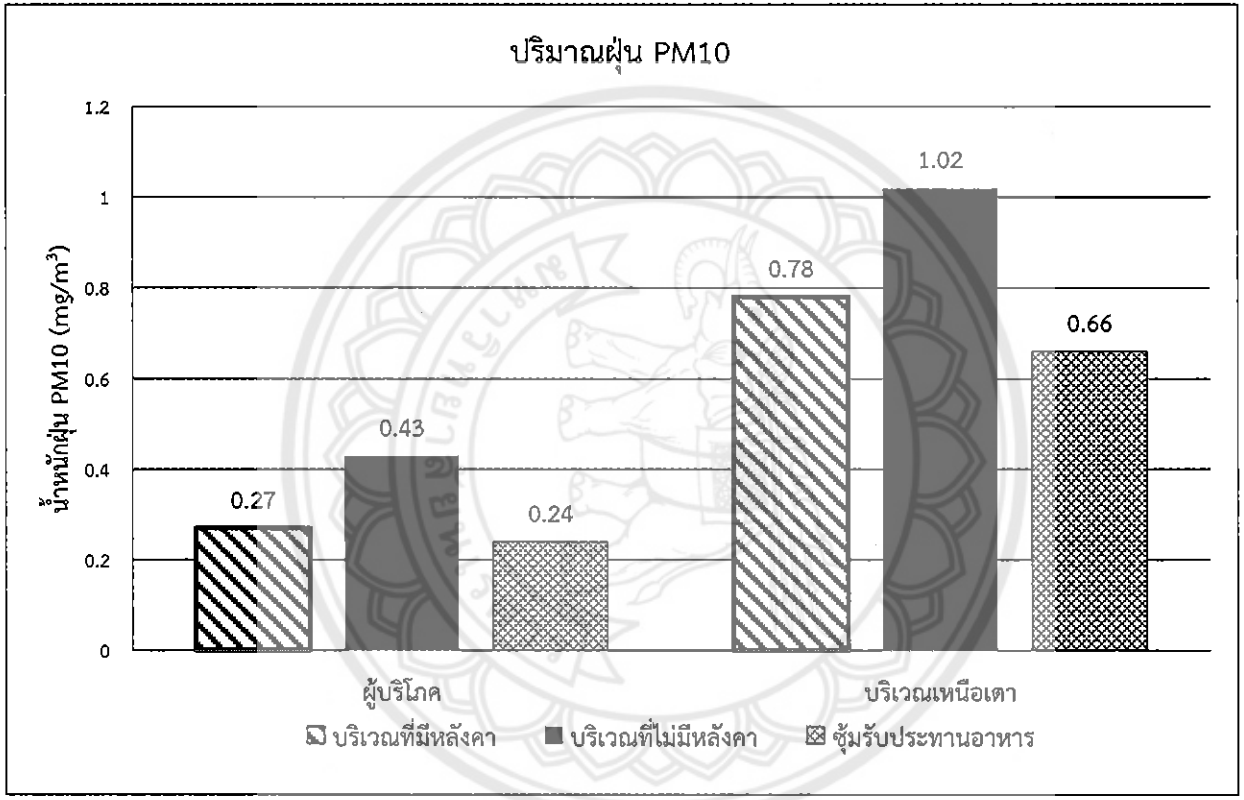
			ที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา							
			ปริมาณฝุ่นที่ติดอยู่ที่ตัวผู้บริโภค				ปริมาณฝุ่นเหนือเตา			
ครั้งที่	วันที่	เวลา	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น(mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น(mg/m^3)
1	4/2/2558	19.00-20.10น.	0.05867	0.05873	0.00006	0.50	0.05782	0.05793	0.00011	0.92
2	4/2/2558	20.30-21.45น.	0.05864	0.05871	0.00007	0.55	0.05900	0.05910	0.00010	0.78
3	1/3/2558	18.00-19.10น.	0.05988	0.05991	0.00003	0.25	0.06055	0.06071	0.00016	1.34
					ค่าเฉลี่ย	0.43			ค่าเฉลี่ย	1.02
					SD	0.16			SD	0.29

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 1-2 ชั่วโมง

ตารางที่ 11 ปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณซุ้มรับประทานอาหารภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ซุ้มรับประทานอาหาร										
ครั้งที่	วันที่	เวลา	ปริมาณฝุ่นที่ติดอยู่ที่ตัวผู้บริโภค				ปริมาณฝุ่นเหนือเตา			
			น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น(mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น(mg/m^3)
1	12/2/2558	17.00-18.50น.	0.05848	0.05852	0.00004	0.21	0.05824	0.05836	0.00012	0.64
2	12/2/2558	19.00-20.10น.	0.05983	0.05986	0.00003	0.25	0.05865	0.05878	0.00013	1.09
3	12/2/2558	20.20-21.30น.	0.05948	0.05951	0.00003	0.25	0.05991	0.05994	0.00003	0.25
					ค่าเฉลี่ย	0.24			ค่าเฉลี่ย	0.66
					SD	0.02			SD	0.42

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 1-2 ชั่วโมง



รูปที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณเหนือเตาแลตัวผู้บริโภค ในบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ติดตัวผู้บริโภค จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือบริเวณที่ไม่มีหลังคา มีค่า 0.43 mg/m^3 รองลงมาคือบริเวณที่มีหลังคา มีค่า 0.27mg/m^3 และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ บริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีค่า 0.24 mg/m^3 ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจากบริเวณที่ไม่มีหลังคาไม่ได้ติดตั้งพัดลม ผู้บริโภคจึงได้รับควันจากการรับประทานหมูกระทะโดยตรงและยังอยู่ใกล้กับที่ย่างกุ้งอีกด้วย ส่วนบริเวณที่มีหลังคามีพัดลมจำนวนมากและลักษณะของร้านมีรูปทรงสูงไม่มีกำแพงทำให้ลมสามารถพัดผ่านไปมาได้ดังนั้นควันจึงถูกพัดออกจากตัวผู้บริโภค และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีพัดลม อีกทั้งยังอยู่ห่างจากที่ย่างกุ้งมากกว่าจุดอื่น

ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณเหนือเตา จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือบริเวณที่ไม่มีหลังคา มีค่า 1.02 mg/m^3 รองลงมาคือบริเวณที่มีหลังคา มีค่า 0.78 mg/m^3 และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีค่า 0.66 mg/m^3 ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจาก บริเวณที่ไม่มีหลังคาไม่ได้ติดตั้งพัดลม จึงทำให้ควันจากเตาไม่ฟุ้งกระจาย อีกทั้งยังอยู่ใกล้ที่ย่างกุ้งควันจากการย่างกุ้งอาจปะปนเข้ามาได้ ส่วนบริเวณที่มีหลังคา มีพัดลมจำนวนมากและลักษณะของร้านมีรูปทรงสูงไม่มีกำแพงทำให้ลมสามารถพัดผ่านไปมาได้ ดังนั้นควันจึงถูกพัดออกจากบริเวณเหนือเตา และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีพัดลมทำให้ควันถูกพัดออกไปจากบริเวณเหนือเตา

รูปแบบที่ 3 เก็บปริมาณฝุ่นPM10 โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา, บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร, บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหารภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณฝุ่นPM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านหมูกระทะ ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา, บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร, บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พฤติกรรมการบริโภค(เน้นรับประทานแบบปิ้งหรือต้ม) จำนวนผู้มาใช้บริการ ทิศทางลม สภาพภูมิอากาศ และลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างฝุ่น ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 11 12 และ13

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นPM10 ระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา

ครั้งที่	วันที่	เวลา	ปริมาณฝุ่นบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา				ปริมาณฝุ่นบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา				จำนวนผู้ใช้บริการ
			น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	
1	27/1/2558	18.00-22.00น.	0.05979	0.05983	0.00004	0.10	0.05942	0.05960	0.00018	0.44	123
2	29/1/2558	18.00-22.00น.	0.06012	0.06017	0.00005	0.12	0.06017	0.06033	0.00016	0.39	105
3	5/2/2558	18.00-22.00น.	0.05784	0.05788	0.00004	0.10	0.05819	0.05837	0.00018	0.44	133
					ค่าเฉลี่ย	0.11			ค่าเฉลี่ย	0.42	
					SD	0.01			SD	0.03	

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นPM10 ระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร

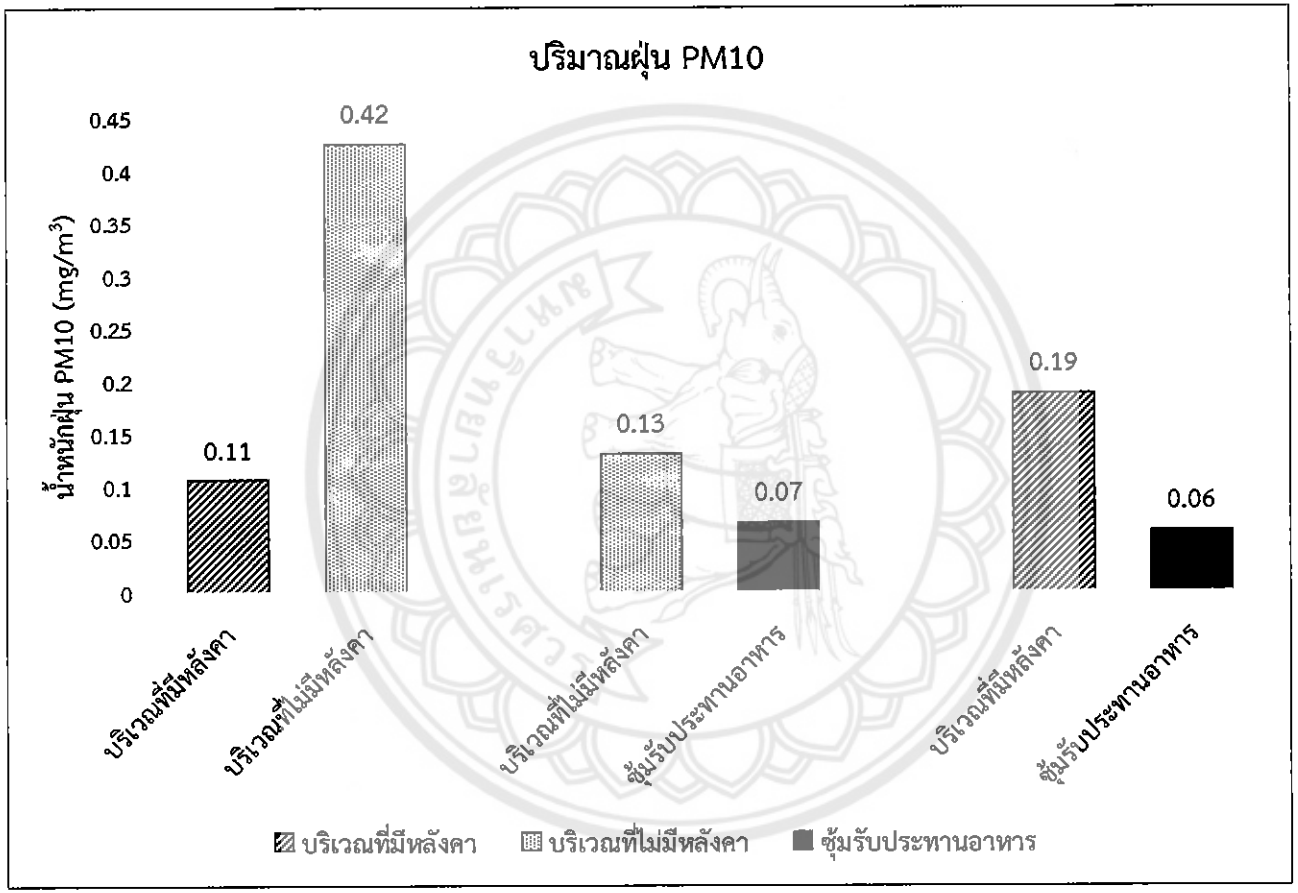
ครั้งที่	วันที่	เวลา	ปริมาณฝุ่นบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา				ปริมาณฝุ่นบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร				จำนวนผู้ใช้บริการ
			น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	
1	21/4/2558	18.00-22.00น.	0.05852	0.05857	0.00005	0.12	0.06054	0.06057	0.00003	0.07	107
2	22/4/2558	18.00-22.00น.	0.05831	0.05837	0.00006	0.15	0.05827	0.05828	0.00001	0.02	130
3	23/4/2558	18.00-22.00น.	0.05989	0.05994	0.00005	0.12	0.05865	0.05869	0.00004	0.10	98
					ค่าเฉลี่ย	0.13			ค่าเฉลี่ย	0.07	
					SD	0.01			SD	0.04	

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นPM10 ระหว่างบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร

ครั้งที่	วันที่	เวลา	ปริมาณฝุ่นบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา				ปริมาณฝุ่นบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร				จำนวนผู้ใช้บริการ
			น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)	
1	16/2/2558	18.00-22.00น.	0.05797	0.05804	0.00007	0.17	0.06036	0.06038	0.00002	0.05	115
2	19/4/2558	18.00-22.00น.	0.05987	0.05991	0.00004	0.10	0.05983	0.05985	0.00002	0.05	85
3	20/4/2558	18.00-22.00น.	0.06027	0.06039	0.00012	0.29	0.05864	0.05867	0.00003	0.07	141
					ค่าเฉลี่ย	0.19			ค่าเฉลี่ย	0.06	
					SD	0.10			SD	0.01	

หมายเหตุ:เก็บตัวอย่างฝุ่น 4 ชั่วโมง



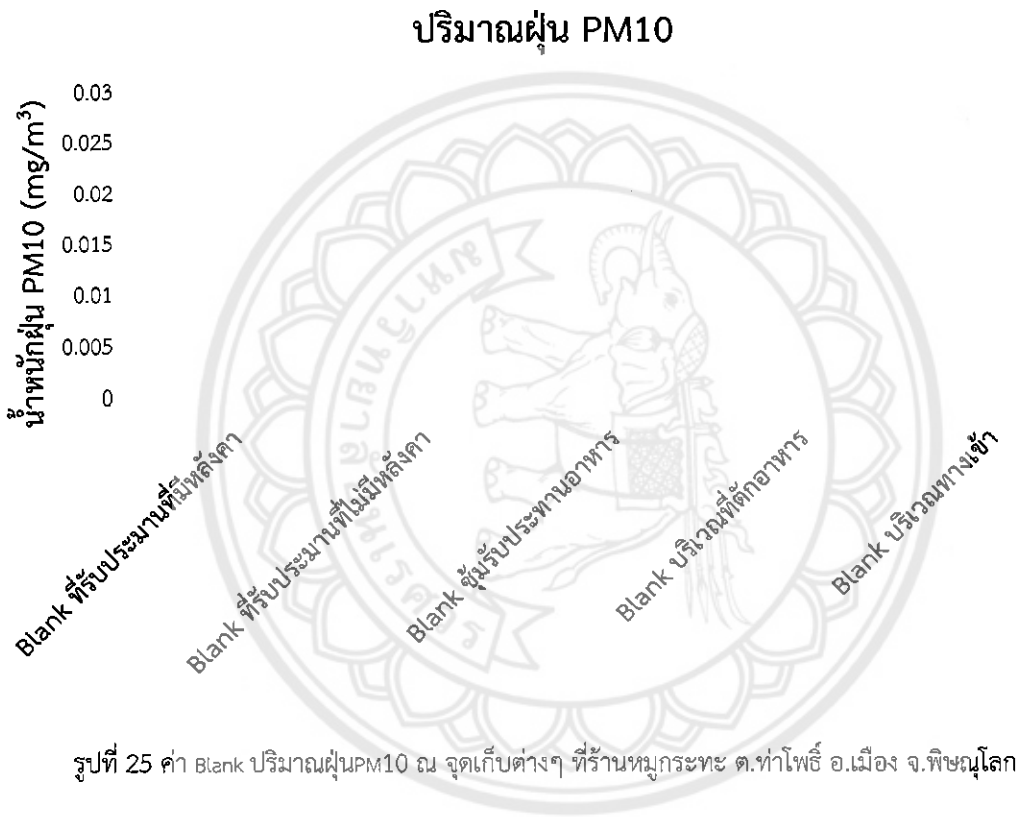
รูปที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นPM10 โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา, บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับซุ้มรับประทานอาหาร, ซุ้มรับประทานอาหารกับบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคามีค่าน้อยกว่าบริเวณที่ไม่มีหลังคา 0.11 mg/m^3 และ 0.42 mg/m^3 ตามลำดับ, บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคามีค่ามากกว่าบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร 0.13 mg/m^3 และ 0.07 mg/m^3 ตามลำดับ และบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคามีค่ามากกว่าบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร 0.19 mg/m^3 และ 0.06 mg/m^3 ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่า บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคามีค่าเฉลี่ยฝุ่นPM10สูงสุด รองลงมาเป็นบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้อาจเป็นผลมาจาก บริเวณที่ไม่มีหลังคาไม่ได้ติดตั้งพัดลม ส่วนบริเวณที่มีหลังคามีการติดตั้งพัดลมเป็นจำนวนมากและลักษณะของร้านมีรูปทรงสูงไม่มีกำแพงทำให้ลมสามารถพัดผ่านไปมาได้ และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีพัดลม จึงทำให้ควันถูกพัดออกไป และคนไม่นิยมไปรับประทานจุดนี้จึงทำให้มีปริมาณฝุ่นPM10 น้อย

ตารางที่ 15 ค่า Blank ปริมาณฝุ่นPM10 ณ จุดเก็บต่างๆ ที่ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

วันที่	เวลา	จุดเก็บตัวอย่าง	น้ำหนักกระดาษก่อน (g)	น้ำหนักกระดาษหลัง (g)	น้ำหนักฝุ่น (g)	ความเข้มข้นฝุ่น (mg/m^3)
20/4/2558	09.00-13.00 น.	Blank ที่รับประมานที่มีหลังคา	0.06136	0.06136	0.00000	0.000
21/4/2558	09.00-13.00 น.	Blank ที่รับประมานที่ไม่มีหลังคา	0.05837	0.05838	0.00001	0.025
21/4/2558	09.00-13.00 น.	Blank ซุ้มรับประทานอาหาร	0.05920	0.05920	0.00000	0.000
25/4/2558	09.00-13.00 น.	Blank บริเวณที่ตักอาหาร	0.05999	0.05999	0.00000	0.000
25/4/2558	09.00-13.00 น.	Blank บริเวณทางเข้า	0.05947	0.05947	0.00000	0.000



รูปที่ 25 ค่า Blank ปริมาณฝุ่นPM10 ณ จุดเก็บต่างๆ ที่ร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10บริเวณทางเข้าร้าน บริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ที่รับประทานที่มีหลังคาและไม่มีหลังคา บริเวณซุ้มรับประทานอาหาร เป็นระยะเวลา 240 นาที และบริเวณเหนือเตาและตัวผู้บริโภคหมูกระทะ สถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นร้านที่มีหลังคาสูง ไม่มีผนัง เปิดโล่ง โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 18.00 น. – 22.00 น. ได้ผลสรุปดังนี้

1. ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ภายในร้านหมูกระทะ พบว่า

ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณทางเข้าร้านมีค่า 0.48 mg/m^3 บริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร)มีค่า 0.32 mg/m^3 ซึ่งมีค่าเกินค่ามาตรฐานทั้ง 2 จุด (ค่ามาตรฐานปริมาณฝุ่น PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ภายในอาคาร 0.12 mg/m^3) เพราะว่า บริเวณทางเข้าร้านมีฝุ่นจากการรับประทานหมูกระทะ จากถนน และจากที่สูบบุหรี่เข้ามาปะปน

2. ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ผู้บริโภคจะได้รับจากการรับประทานหมูกระทะ พบว่า

- ปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณเหนือเตา จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือบริเวณที่ไม่มีหลังคา มีค่า 0.43 mg/m^3 รองลงมาคือบริเวณที่มีหลังคา มีค่า 0.27 mg/m^3 และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือบริเวณซุ้มประทานอาหาร มีค่า 0.24 mg/m^3
- ปริมาณฝุ่น PM10ที่ติดตัวผู้บริโภคจุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือบริเวณที่ไม่มีหลังคา มีค่า 1.02 mg/m^3 รองลงมาคือบริเวณที่มีหลังคา มีค่า 0.78 mg/m^3 และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ บริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีค่า 0.66 mg/m^3

เพราะว่า บริเวณที่ไม่มีหลังคาไม่มีพัดลม และอยู่ใกล้ที่ย่างกุ้ง ส่วนบริเวณที่มีหลังคามีพัดลมจำนวนมาก และร้านมีรูปทรงสูง ไม่มีกำแพงทำให้ลมพัดผ่านไปมาได้ และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีพัดลมจึงทำให้ควันถูกพัดออกไป

3. เปรียบเทียบปริมาณฝุ่น PM10 ที่เกิดขึ้นภายในร้านพบว่าบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคาและบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร ตามลำดับ เพราะว่าบริเวณที่ไม่มีหลังคาไม่มีพัดลม ส่วนบริเวณที่มีหลังคามีพัดลมเป็นจำนวนมากและร้านมีรูปทรงสูง ไม่มีกำแพงทำให้ลมพัดผ่านไปมาได้ และบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร มีพัดลม และคนไม่นิยมมาใช้บริการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการเก็บข้อมูลและการทดลอง

1. นอกจากกิจกรรมปิ้งย่างหมูกระทะแล้ว ยังมีกิจกกรมอื่นๆที่ก่อให้เกิดฝุ่น PM10 ได้ เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนนขณะที่ยานพาหนะกำลังวิ่งผ่าน ฝุ่นจากการเดินเท้าภายในร้าน การประกอบกิจการ ซึ่งมีผลต่อการเก็บตัวอย่าง

2. สถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นร้านที่มีหลังคาสูง ไม่มีผนัง เปิดโล่ง บางจุดติดตั้งพัดลม อากาศ บางจุดไม่ติดตั้งพัดลมอากาศ ทำให้ไม่สามารถควบคุมทิศทางลม และทิศทางควันได้ ซึ่งมีผลต่อการเก็บตัวอย่าง

3. ควรทำการศึกษาร้านหมูกระทะที่มีรูปแบบของร้านแตกต่างออกไป

4. ควรทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาและจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ

ข้อเสนอแนะและแนวทางการลดฝุ่น

- ควรมีการปลูกต้นไม้รอบๆบริเวณร้านให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวในการลดปริมาณฝุ่น
- ควรมีการส่งเสริมให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาและอันตรายที่เกิดขึ้นจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10
- ติดตั้งพัดลมอากาศเพิ่มขึ้น เพื่อลดปริมาณฝุ่นที่ผู้บริโภคจะได้รับ

บรรณานุกรม

กฎกระทรวงแรงงาน. **มาตรฐานในการบริหาร และจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2558. จาก http://www.kyowa.co.th

กรมอนามัยโลก.**มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร.** สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2558. จาก www.pcd.go.th

คมสันต์ แรงจบ และกาญจนา นาถะพินธุ.(2555).**การกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมประเภทปิ้งย่าง**.กรุงเทพ

ชัชชล วิญญารัตน์ และคณะ.(2553).**ปริมาณฝุ่นรวมภายในโรงอาหารและศูนย์อาหารโดยรอบ** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.วิทยานิพนธ์ วศ.,ม.มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ถาวร เพ็ชรบัว และ จำลอง เปรมรักษ์.(2540).**สถานการณ์มลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก.พิษณุโลก:**ศูนย์อนามัยแวดล้อมเขต9 พิษณุโลก กรมอนามัย

นิรันดร์ มีไชยโย .(2553).**การศึกษาแคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสในฝุ่น PM10 ในย่านธุรกิจเขตเทศบาลนครพิษณุโลก.**วิทยานิพนธ์ วศ.ม.,มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บริษัท เรเดียน อินเตอร์เนชั่นแนล. **การจัดทำกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร.** รายงานเสนอกรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย พ.ศ. 2541. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2557 จาก http://advisor1.anamai.moph.go.th/factsheet/dust.html

ฝุ่นละอองในอากาศกับการปรับตัว. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2557 จาก http://www.vachiraphuket.go.th

มาริษา เพ็ญสุตภู่ภิญโญกุล. (2542). **ฝุ่นจากการจราจร : กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2557 จาก http://www.anamai.moph.go.th/

วนิดา จีนศาสตร์ และ สมานชัย เลิศกมลวิทย์.(2542).**การวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก พีเอ็ม10 พีเอ็ม 10 - 2.5 และ พีเอ็ม2.5 ในกรุงเทพมหานคร.** ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิกิพีเดีย สารานุกรม. **โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน** สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2557 จาก http://th.wikipedia.org/wiki

วิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. **การสำรวจสภาพปัญหาฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในกรุงเทพมหานครและแนวโน้มเชิงนโยบาย.** รายงานเสนอต่อสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พ.ศ. 2538. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน 2557 จาก http://advisor1.anamai.moph.go.th/

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2546). **คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ.** กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อนุดิษฐ์ ศรีทองคำ. (2551).**สารประประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในฝุ่น PM10 จากการปิ้งหมู.**วิทยานิพนธ์ วศ.ม.,มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาตรฝุ่นละออง PM10
โดยวิธี Gravimetric method และตัวอย่างการคำนวณ

1.การคำนวณฝุ่นละออง PM 10 ในบรรยากาศภายในอาคารที่ศึกษา

ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ที่ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีวิธีการคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง มีขั้นตอนดังนี้

1.1 เตรียมกระดาษกรอง ขนาด 37 มิลลิเมตร ไปดูดความชื้นด้วยตู้ดูดความชื้น เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนชั่งน้ำหนัก

1.2 ตรวจสอบและตั้ง "ศูนย์" ที่เครื่องชั่งให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

1.3 ชั่งกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Pre-Weight) ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง (มีความละเอียด 0.10 มิลลิกรัม หรือ 0.00001 กรัม)โดยชั่ง ทั้งหมด 4 ครั้งแล้วบันทึกค่าไว้

1.4 บรรจุกระดาษกรองตัวอย่างลงในซองพลาสติก เพื่อเตรียมพร้อมไปใช้งานต่อไป

1.5 ใส่กระดาษลงในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น (Filter cassette) และติดตั้งในเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นชนิดปริมาตรต่ำ ซึ่งผ่านการปรับเทียบความถูกต้องอัตราไหลของอากาศที่ 1.7 ลิตรต่อนาที และนำไปติดตั้งในจุดเก็บตัวอย่าง

1.6 เก็บกระดาษกรองตัวอย่างเมื่อครบเวลากำหนดเฉลี่ยที่ 4 ชั่วโมง จดเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างจริงและนำตัวอย่างไปบรรจุในกล่องเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้

1.7 นำกระดาษกรองตัวอย่างไปดูดความชื้น เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

1.8 ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Post-Weight) อย่างน้อย 4 ครั้งและจดบันทึกกระดาษกรองไว้

1.9 คำนวณหาปริมาตรความเข้มข้นของฝุ่นละอองภายในอาคาร

$$\text{ปริมาณฝุ่นละออง PM10} = \frac{\text{น้ำหนักของฝุ่นละอองที่ชั่งได้ (กรัม)} \times 10^3}{\text{ปริมาตรอากาศที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ(ลูกบาศก์เมตร)}}$$

เมื่อ ; น้ำหนักของฝุ่นละอองที่ชั่งได้ = (Post-Weight) - (Pre-Weight)

ปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บ = อัตราไหลผ่านของอากาศ x เวลาที่ใช้ในการเก็บ

ตัวอย่างการคำนวณ ในการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อหาปริมาณฝุ่น PM10โดยใช้อัตราไหลของอากาศที่ 1.7 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 240 นาที เมื่อนำกระดาษกรองที่เก็บมาแล้วชั่งน้ำหนักได้ Post-Weight เท่ากับ 0.05950 กรัม และกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Pre-Weight) หนัก 0.05930 กรัม

ปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บ = อัตราไหลผ่านของอากาศ x เวลา

= $1.70 \times 240 \times 10^{-3}$

= $408 \times 10^{-3}\ m^3$

น้ำหนักของฝุ่นละอองที่ชั่งได้ = (Post-Weight) - (Pre-Weight)

ปริมาณฝุ่นละออง PM10 = $\frac{\text{น้ำหนักของฝุ่นละอองที่ชั่งได้ (g)} \times 10^3}{\text{ปริมาตรอากาศที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ } (m^3)}$

= $\frac{(0.05901 - 0.05881) \times 10^3}{408 \times 10^{-3}}$

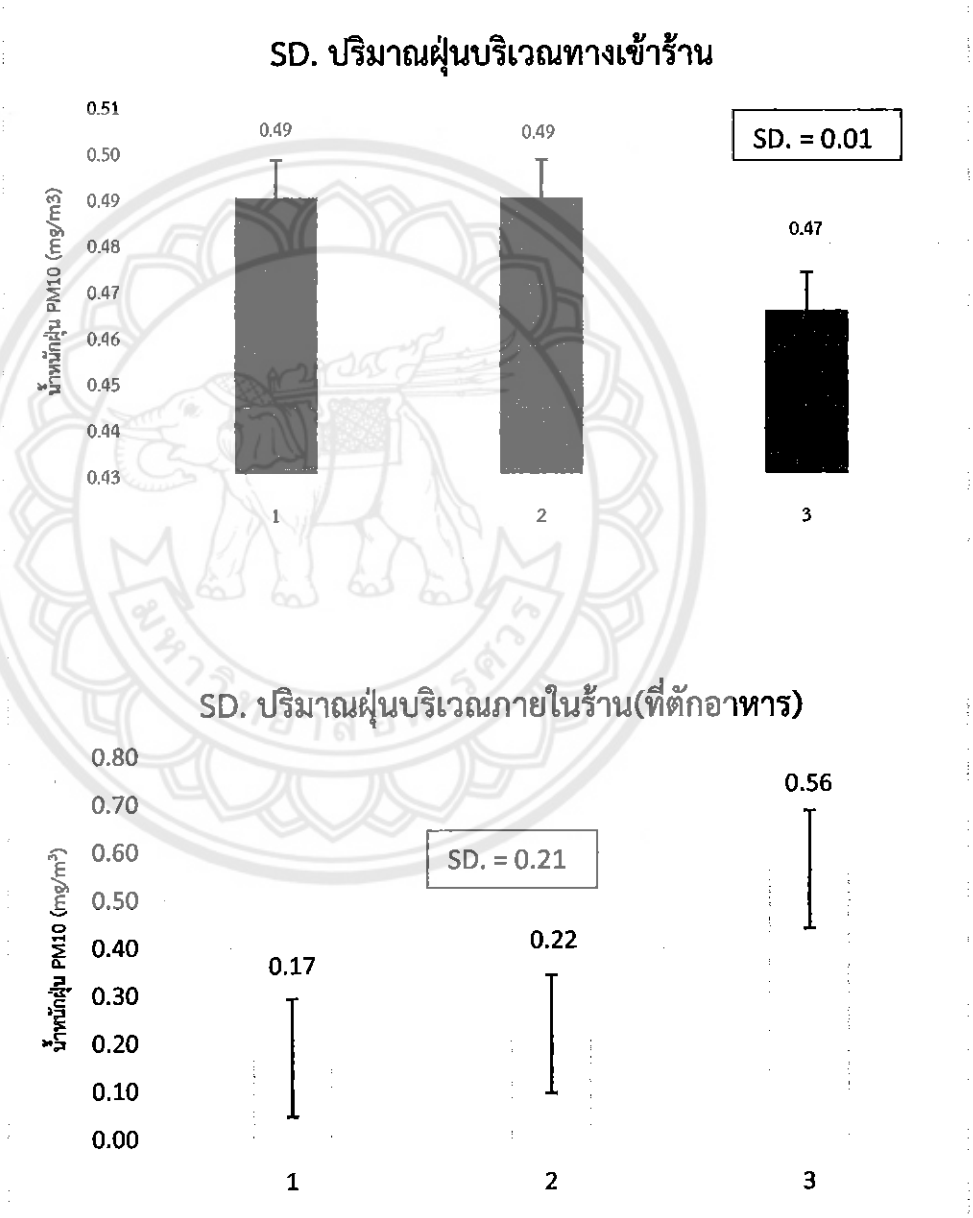
= $0.49\ mg/m^3$

ดังนั้น ปริมาณฝุ่นละออง PM10 ภายในอาคาร เท่ากับ $0.49\ mg/m^3$

ภาคผนวก ข

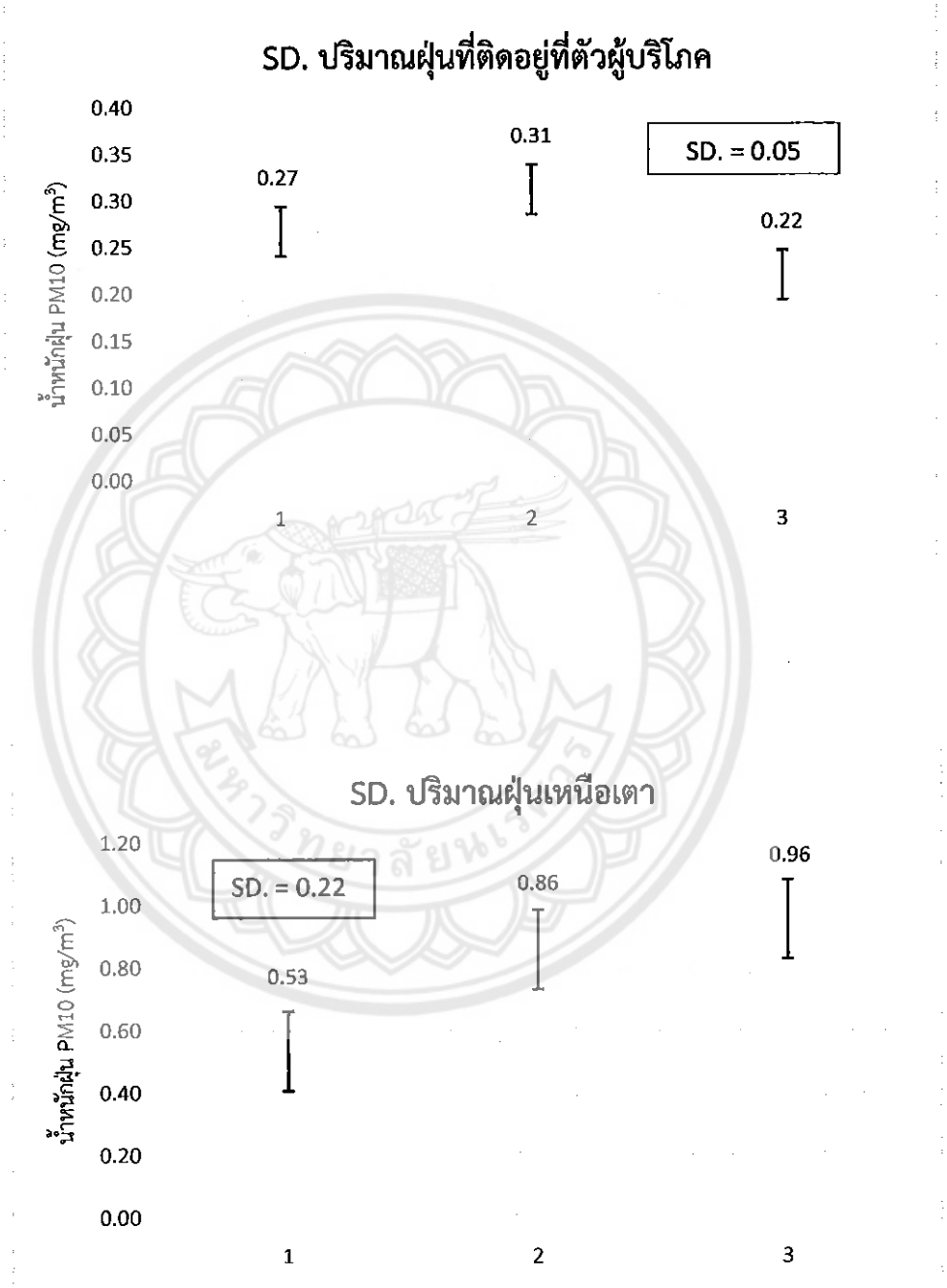
กราฟแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)

<u>รูปแบบที่ 1</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณทางเข้าร้านและบริเวณภายในร้าน(ที่ตักอาหาร) ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

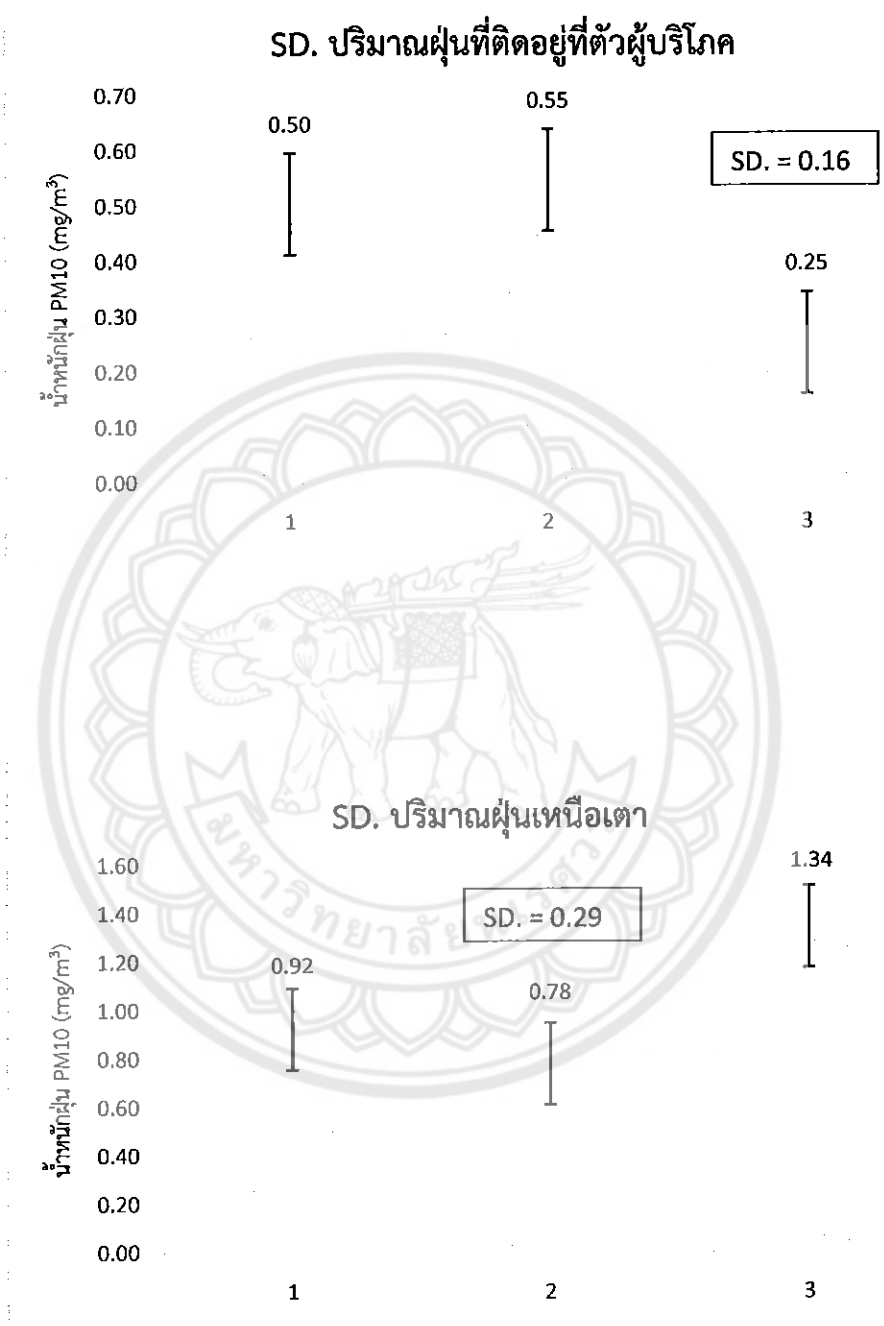


<u>รูปแบบที่ 2</u> เก็บปริมาณฝุ่นPM10 บริเวณเหนือเตาและตัวผู้บริโภค ในบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคา ไม่มีหลังคา และชุ้มรับประทานอาหาร ภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

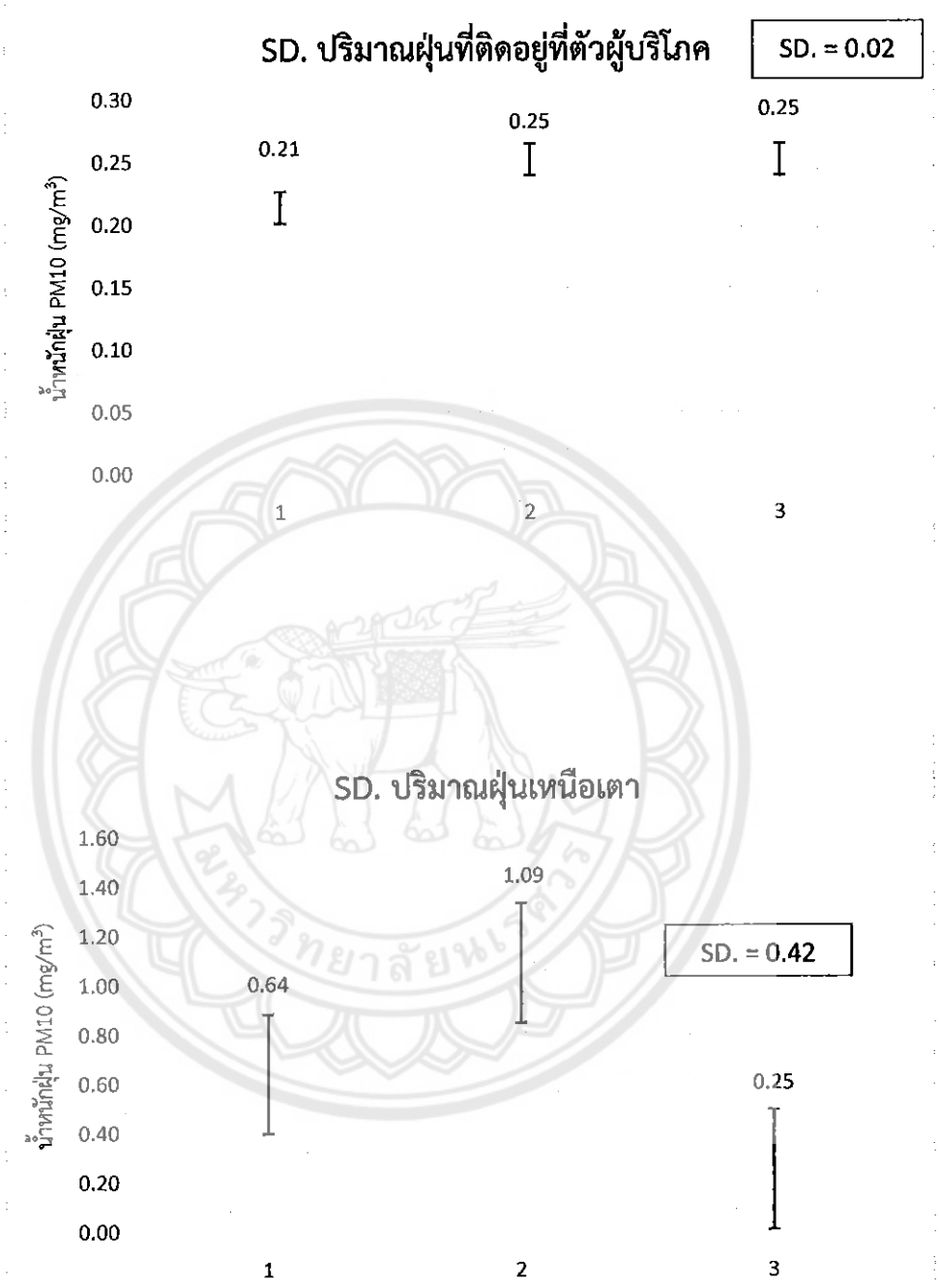
ที่รับประทานที่มีหลังคา



ที่รับประทานที่ไม่มีหลังคา

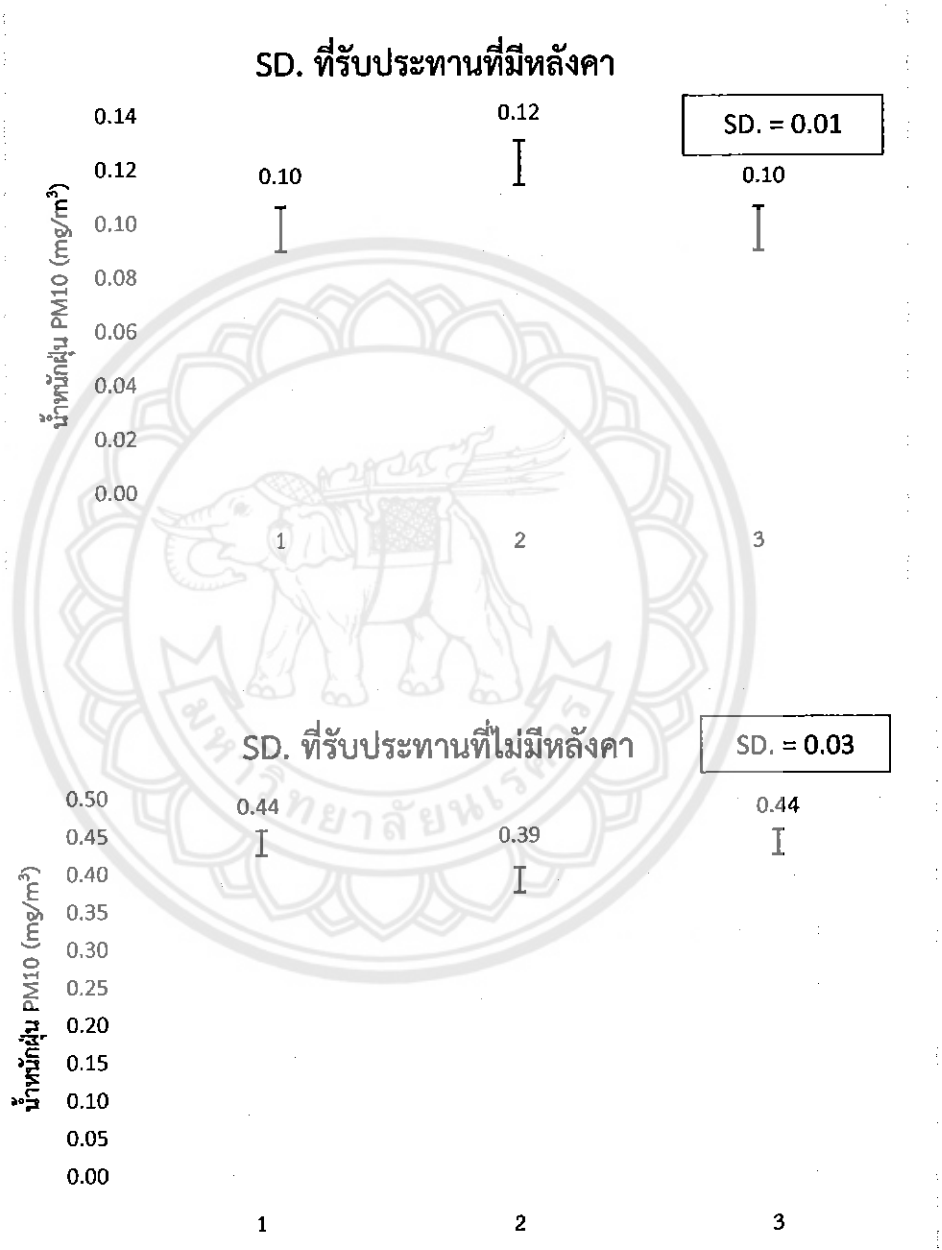


ชุ้มรับประทานอาหาร

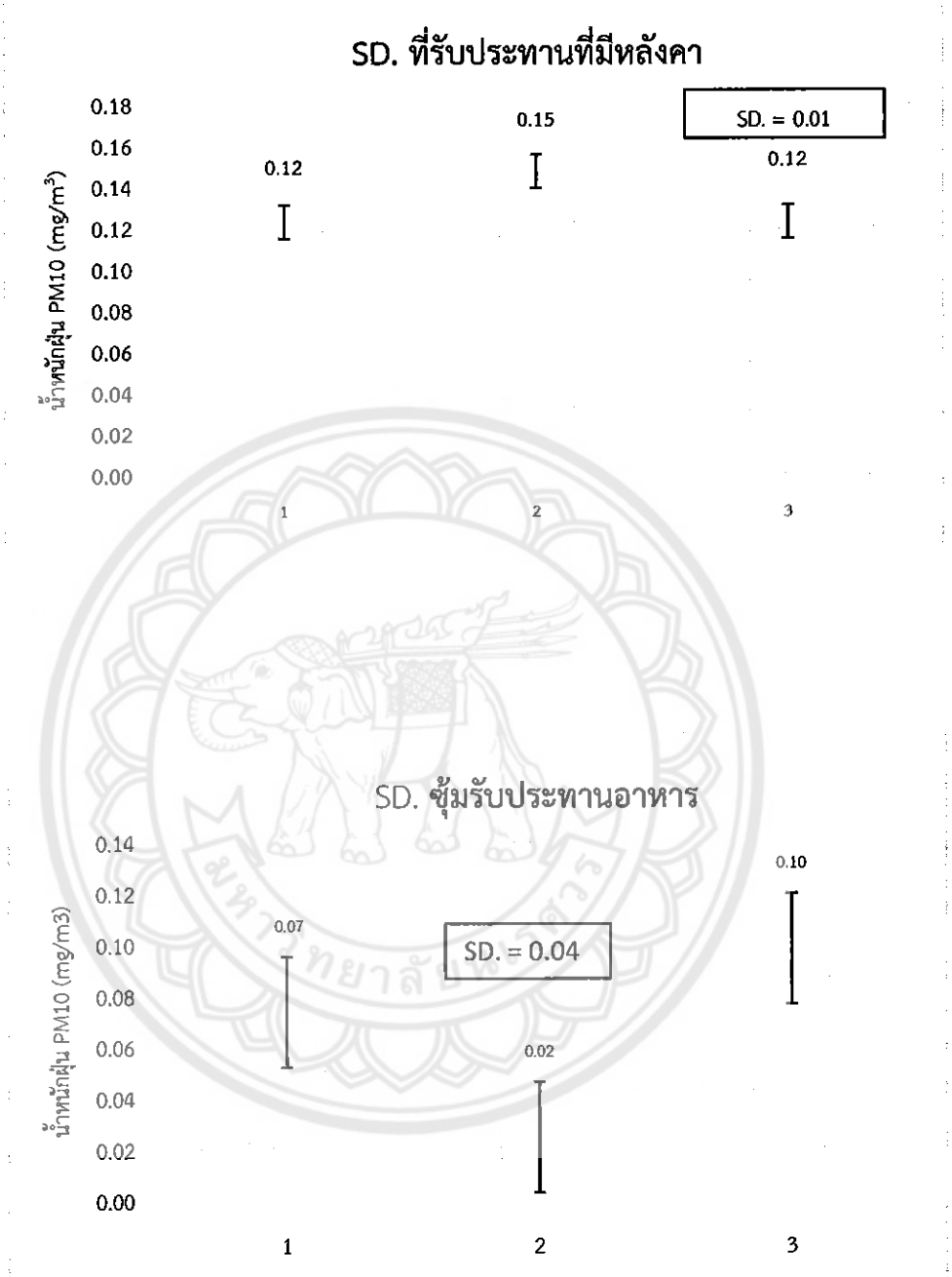


<u>รูปแบบที่ 3</u>เก็บปริมาณฝุ่นPM10โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา,บริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหาร,บริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับบริเวณซุ้มรับประทานอาหารภายในร้านหมูกระทะ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

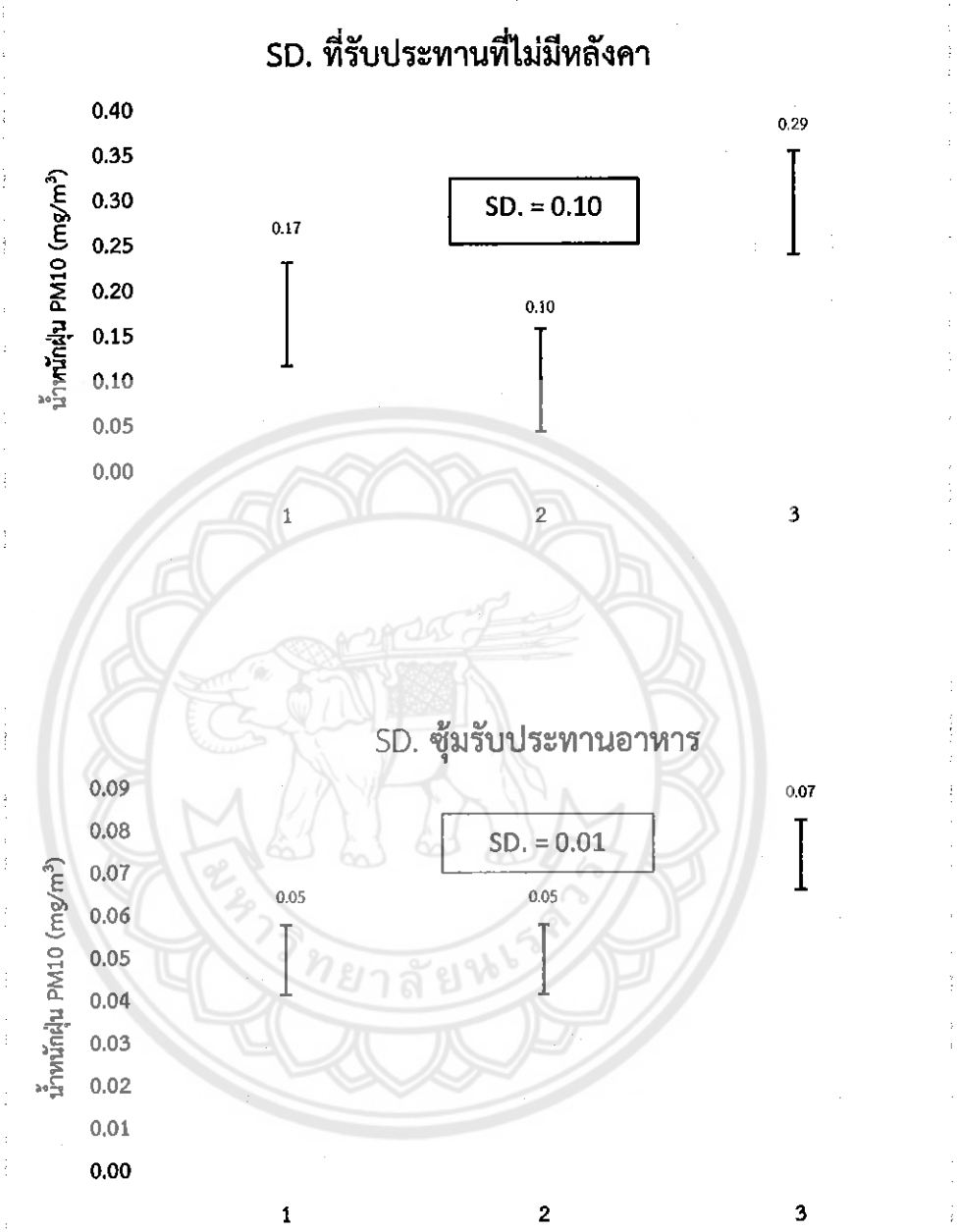
เปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับไม่มีหลังคา



เปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่มีหลังคากับซุ้มรับประทานอาหาร



เปรียบเทียบระหว่างบริเวณที่รับประทานที่ไม่มีหลังคากับซุ้มรับประทานอาหาร



ประวัติผู้เขียน

1. ชื่อ-ชื่อสกุล	:	นางสาวเยาวพา ชุยทอง
เกิด	:	24 พฤษภาคม พ.ศ.2535
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	:	บ้านเลขที่ 529/2 ซ.112 ถ.ลาดพร้าว แขวง/เขต วังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	:	จากโรงเรียนสุเหร่าดอนสะแก กรุงเทพฯ
มัธยมศึกษา	:	จากโรงเรียนเทพลีลา กรุงเทพฯ

2. ชื่อ-ชื่อสกุล	:	นางสาววิยะดา พุ่มพวง
เกิด	:	11 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2536
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	:	บ้านเลขที่ 119/1 หมู่ 7 ตำบลปากน้ำ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย 64110

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	:	จากโรงเรียนบ้านป่าเลา จังหวัดสุโขทัย
มัธยมศึกษา	:	จากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา จังหวัดสุโขทัย

3. ชื่อ-ชื่อสกุล	:	นางสาวรุจิรา ศรีวิเศษ
เกิด	:	15 ตุลาคม พ.ศ.2535
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	:	บ้านเลขที่ 270/2 หมู่ 8 ตำบลประโคนชัย อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ 31140

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	:	จากโรงเรียนอนุบาลประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์
มัธยมศึกษา	:	จากโรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์