การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าวอำเภอท่าตะโกจังหวัดนครสวรรค์

ศิวาวุธ ธรรมนิทา
ทิพย์สุมล โพธิ์สุวรรณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา 2559

หัวข้อโครงการ การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าว อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์

โดย นายศิวาวุธ ธรรมนิทา
นางสาวทิพย์สุมล โพธิ์สุวรรณ

หัวข้อโครงการ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2559

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา อนุมัติให้โครงการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....

(อาจารย์ ฒาลิศา เนียมมณี)
หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ ต๊ะปินตา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศิวพันธ์ ชูอินทร์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. พรรณทิพย์ กาหยี)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าวอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์” สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ซึ่งให้คำแนะนำให้คำปรึกษาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ทั้งสนันสนุน ผลักดัน และช่วยเหลือในทุกๆด้าน จนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ ต๊ะปินตา ที่ค่อยช่วยตรวจดูความเรียบร้อยของงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. พรรณทิพย์ กาหยี ที่ค่อยช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้ให้การสนันสนุน อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ประกอบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณโรงสีข้าวห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟไทยทองเฮง ตำบลหัวถนน อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ และโรงสีไทยวัฒนากร ตำบลวังมหากร อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ ในการช่วยเหลือ การให้ความร่วมมือ และการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาปริญญาตรีรหัส 56 และน้องๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำและกำลังใจเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำ

มกราคม 2559

หัวข้อโครงการ	การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าว อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์
โดย	นายศิวาวุธ ธรรมานิทา นางสาวทิพย์สุมล โพธิ์สุวรรณ
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน และ ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยใช้หลักทางสถิติ (Paired Samples t-Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างบริเวณเครื่องกระเทาะเปลือกโดยใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง 60 นาที ผลการศึกษาพบว่า1)ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐานภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 3.35 – 5.49 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโรงสีข้าว ขนาดเล็กอยู่ในช่วง 4.02 – 7.21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.76 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ และ 2)ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กผลจากการวิจัยพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 0.26 – 1.73 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยอยู่ที่ 1.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก อยู่ในช่วง 0.69 – 1.99 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยอยู่ที่ (1.25) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ ผลการวิเคราะทางสถิติ t-Test (Paired Samples Test) มีค่า Sig 2 (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.500 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กมีค่าไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ (Keywords) : ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โรงสีข้าวขนาดใหญ่ โรงสีข้าวขนาดเล็ก

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
สมมติฐานของงานวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
แผนการดำเนินงานวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฝุ่นละออง	6
โรงสีข้าว	8
ผลกระทบของฝุ่นละออง	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
พื้นที่ที่ทำการวิจัย	21
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	22
การเก็บรวบรวมข้อมูล	22
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	23
การวิเคราะห์ข้อมูล	26
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก	27
ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด	29

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทำวิจัย 39

ข้อเสนอแนะ 41

บรรณานุกรม 42

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี) ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2554) 43

ภาคผนวก ข ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดให้โรงสีข้าวทุกประเภทเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ (พ.ศ. 2550) 45

ภาคผนวก ค วิธีการตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน 48

ภาคผนวก ง ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน 52

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ paired sample t-test 56

ภาคผนวก ฉ ภาพขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 58

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย 5

2.2 ผลผลิตและผลพลอยได้ของการนำข้าวเปลือกมาแปรรูป 9

2.3 ชนิดของระบบบำบัด 14

4.1 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ 27

4.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก 29

4.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก 31

4.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก 33

4.5 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด 34

4.6 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด 35

4.7 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน 37

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ขนาดของอนุภาคฝุ่นเมื่อเทียบกับเส้นผมมนุษย์ 7

2.2 ขั้นตอนการสีข้าว 12

2.3 ขนาดของอนุภาคฝุ่นที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ 17

3.1 โรงสีข้าวขนาดใหญ่ 21

3.2 โรงสีข้าวขนาดเล็ก 22

3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 25

4.1 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ 28

4.2 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก 30

4.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่าง โรงข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก 32

4.4 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด 34

4.5 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด 36

4.6 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด 37

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยขณะนี้นับว่ามีความรุนแรงขึ้นทุกวันซึ่งสาเหตุมาจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ คือจากอุตสาหากรรมและจากยานพาหนะซึ่งสาเหตุทั้ง 2 นี้จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศในบริเวณชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงซึ่งถ้ามีสถานประกอบการมากหรือมีจำนวนการผลิตสูงในแต่ละย่านชุมชนอาจก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรง โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศจากการปล่อยฝุ่นควันจากสถานประกอบการซึ่งฝุ่นละอองจะมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กโดยอนุภาคฝุ่นทั้งหมด (Total Suspended Particulate Matter : TSP) จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนต้น ทัศนวิสัยการมองเห็นเสื่อม กัดกร่อนผิวโลหะ สำหรับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนหรือฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Suspended Particulate Matter : PM-10 or Respirable Dust) สามารถผ่านเข้าสู้ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอด ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจและโรคปอด ซึ่งถ้าได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานและในปริมาณมากจะทำให้การทำงานของปอดเสื่อม ประสิทธิภาพลดลง หลอดลมอักแสบ มีอาการหอบหืด ถุงลมโป่งพองและมีโอกาศติดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากการติดเชื้อมากขึ้น ตัวอย่างโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง ได้แก่ อุตสาหกรรมสีข้าว โรงงานแปรรูปไม้ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น ส่วนอุตสาหกรรมที่มีจำนวนเยอะเป็นอันดับต้นของประเทศคืออุตสาหกรรมสีข้าว เพราะอุตสาหกรรมสีข้าวมีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากเป็นกระบวนการแปรรูปสินค้าเกษตรให้มีมูลค่าสูงขึ้นซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลกมานานกว่า 20 ปี สามารถนำรายได้เข้าประเทศเกือบแสนล้านบาทต่อปีและในปัจจุบันโรงสีข้าวทั้งประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็ก ขนาดกลางหรือขนาดใหญ่มีมากเป็นหมื่นๆแห่ง ในขณะเดียวกันอุตสาหกรรมสีข้าวอาจเป็นอุตสาหกรรมที่มีปัจจัยเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยจากการทำงานในโรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552)

ในปี พ. ศ. 2559 (กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2559) ได้มีโรงสีข้าวขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุสาหกรรมทั้งหมด 38,928 กระจายอยู่ทั่วประเทศและโรงสีข้าวแบ่งได้หลายขนาดตามกำลังการผลิต

และการใช้เชื่อเพลิงถ้าแบ่งโรงสีข้าวตามประเภทการใช้เชื้อเพลิงจะแบ่งได้ 3 ประเภท คือ โรงสีที่ใช้หม้อไอน้ำใช้แกลบจากการสีข้าวเป็นเชื้อเพลิง โรงสีไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมอเตอร์และโรงสีที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง แบ่งตามกำลังการผลิตจะแบ่งได้ 3 ขนาด คือโรงสีข้าวขนาดเล็ก ไม่เกิน 20 ตันต่อวัน โรงสีข้าวขนาดกลาง มากกว่า 20 ตันต่อวัน แต่ไม่เกิน 50 ตันต่อวัน และโรงสีข้าวขนาดใหญ่ มากกว่า 50 ตันต่อวัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าโรงสีข้าวจะแบ่งได้หลายขนาดหรือปลายประเภท แต่โรงสีข้าวในประเทศไทยมีกระบวนการสีข้าวคล้ายคลึงกัน กล่าวคือการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้แสงแดดเพื่อลดความชื้นของข้าวโดยการตากข้าวบนลานตากข้าว หรือใช้เครื่องอบแห้งโดยการเป่าลมร้อนอย่างต่อเนื่องทำให้ข้าวเปลือกแห้ง รวมทั้งคือ การทำความสะอาดข้าวเปลือก เพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือก เช่น ฝุ่นละออง เศษหิน ดิน ทราย เศษหญ้า เศษฟาง เมล็ดข้าวลีบ และสิ่งแปลกปลอมต่างๆ รวมทั้งเศษเหล็กและตะปู และทำการกะเทาะข้าวเปลือกออกจากเมล็ดข้าวและทำการแยกแกลบ ข้าวกล้อง และข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะจะเข้าสู่เครื่องแยกแกลบ เพื่อแยกแกลบออก โดยแกลบจะถูกพัดลมดูดเข้าไปเก็บในยุ้งเก็บแกลบและการแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง โดยข้าวกล้องที่ถูกแยกจะเข้าสู่กระบวนการขัดขาว และสำหรับข้าวเปลือกที่ปนมาจะถูกส่งกลับไปยังขั้นตอนกะเทาะเปลือกอีกครั้ง และทำการขัดขาว เป็นการขัดขาวข้าวกล้องให้เป็นข้าวสารและขัดมันข้าวสารที่ผ่านการขัดขาวแล้วเหตุที่ต้องทำการขัดมันเพราะ บริเวณ ผิวของเมล็ดข้าวจะมีรอยขีดข่วนและมีรำข้าวติดอยู่ อาจทำให้ข้าวเกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและขึ้นราได้ง่าย จึงต้องมีการขัดมันและทำการแยกขนาดเมล็ดและบรรจุกระสอบในการบวณการสีข้าวจะมีการปล่อยฝุ่นละอองออกมาตั่งแต่กระบวนการแรก คือ การรับข้าวเปลือกจนถึงกระบวนการขัดขาวแยกรำ ฝุ่นละอองที่ออกจากกระบวนสีข้าวนั้น จากรายงานปี 2548 กรมควบคุมมลพิษได้ทำการศึกษาพบว่ามีอนุภาคฝุ่นละอองและสิ่งปลอมปนถึง 3.60 ตันต่อข้าวเปลือก 120 ตัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552) ทำให้โรงสีข้าวเป็นแหล่งปล่อยมลพิษทางอากาศลำดับต้นๆ ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งระบบบำบัดอากาศในโรงสีข้าวเพื่อไม่ให้ปล่อยอากาศเสียไปสู่ชุมชนไกล้เคลียง ซึ่งจะบำบัดได้โดยใช้ไซโคลน (cyclone) หรือถุงกรอง (bag filter) หรือใช้ทั้งสองระบบประกอบเข้าด้วยกัน และ ฝุ่นจากการเผาแกลบในหม้อน้ำซึ่งสามารถบำบัดได้โดยใช้ ไซโคลน หรือระบบดักฝุ่นแบบเปียก (wet scrubber) (กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552) ประสิทธิภาพในการบำบัดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น ถ้าเป็น ฝุ่นรำและฝุ่นจากการขัดขาว ประสิทธิภาพในการใช้ไซโคลนบำบัดอยู่ที่ประมาณ 80 % และ ประสิทธิภาพภาพในการใช่ถุงกรองนั้นอยู่ที่ 95 -99 % การเลือกใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้าน เช่น สมรรถนะที่ต้องการ ขนาดของฝุ่น อัตราการไหล ค่าใช้จ่าย แต่ถ้าโรงสีขนาดเล็กที่มีกำลังการผลิตไม่ถึง 20 ตั้นต่อวันไม่ต้องทำการติดตั้งระบบบำบัดฝุ่นละออง

ในอำเภอ ท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ มีโรงสีข้าวขนาดเล็กที่กำลังการผลิตไม่เกิณ 20 ตันต่อวันทำให้ไม่ต้องติดตั้งระบบบำบัดฝุ่นละออง ถึง 32 โรงและมีโรงสีข้าวที่มีกำลังการผลิตเกิน 20 ตันต่อวัน ถึง 14 โรง โรงสีที่มีการติดตั้งระบบบำบัดนั้นมีจำนวนน้อยกว่า ที่ไม่ติดตั้ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดจากกระบวนการสีข้าวกระจายไปสู่ชุมชนโดยรอบอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือผู้ที่ทำงานอยู่ภายในโรงสีข้าว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากโรงสีข้าวทั้งขนาดใหญ่ที่กำลังการผลิตสูงหรือโรงสีข้าวขนาดเล็กที่กำลังการผลิตต่ำกว่า 20 ตัน จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กว่าปริมาณฝุ่นที่ปล่อยออกมานั้นมีค่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดและควรต้องติดตั้งระบบบำบัดฝุ่นละอองหรือไม่และกระทบกับคนที่ทำงานในโรงสีข้าวหรือไม่และค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการควมคุมและแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองภานในโรงสีข้าวต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

สมมติฐานของงานวิจัย

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กมีความแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยวิธีการกราวิเมตริกเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าใตรฐานและทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาด

ใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยวิเคราะห์ด้วยหลักทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม t-Test (Paired Samples Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และ โรงสีข้าวขนาดเล็กมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ประเภทของโรงสีข้าว ได้แก่

2.1.1 โรงสีข้าวขนาดใหญ่ ที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 50 ตันต่อวัน

2.1.2 โรงสีข้าวขนาดเล็ก ที่มีกำลังการผลิตไม่เกิน 20 ตันต่อวัน

2.2 ตัวแปรตาม คือปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.3 ตัวแปรควบคุม คือ

2.3.1 จุดเก็บตัวอย่าง

2.3.2 เวลาในการเก็บตัวอย่าง

2.3.3 วิธีการวิเคราะห์

2.3.4 ชนิดของข้าว

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก จำนวน 2 โรง ตำบลเขาขาด อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งประกอบด้วย โรงสีขนาดใหญ่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟไทยทองเฮง และโรงสีขนาดเล็ก โรงสีไทยวัฒนากร

4. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาการศึกษาและเก็บข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยเริ่มตั่งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม 2559 โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอยู่ในช่วงเวลา 08.00 – 16.00 น. และดำเนินการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กอยู่ในช่วงเวลา 60 นาที

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

2. นำข้อมูลที่ได้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในโรงสีข้าวเพื่อลดปัญหามลพิษและลดผลกระทบต่อคนงานในโรงสีข้าว

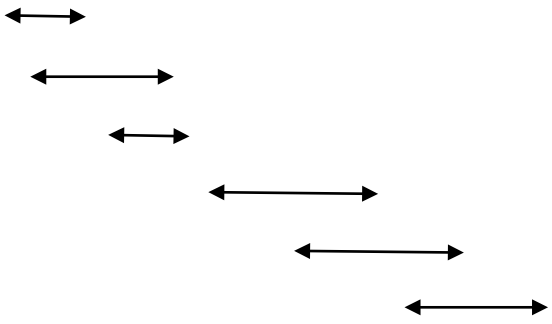
แผนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานตามโครงการศึกษาเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นทั้งหมดภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กมีขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงานดังแสดงไวในตาราง 1.1

ตาราง 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย					
	ส.ค. 2559	ก.ย. 2559	ต.ค. 2559	พ.ย. 2559	ธ.ค. 2559	ม.ค. 2560

1. กำหนดหัวข้องานวิจัย
2. ศึกษาข้อมมูลระดับทุติยภูมิจากเอกสารต่าง ๆ
3. กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง
4. ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนาม
5. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย
6. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคฝุ่นทั้งหมดภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าว อำเภอท่าตะโกจังหวัดนครสวรรค์ ผู้วิจัยได้รวบรวมและเรียบเรียงเนื้อหาทางวรรณกรรมตลอดจนเอกสารและงานวิจัยต่าง ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฝุ่นละออง
2. ผลกระทบของฝุ่นละออง
3. โรงสีข้าว
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฝุ่นละออง

เมื่อกล่าวถึงการประกอบการโรงสีข้าว คนทั่วไปมักนึกถึงปัญหาผลกระทบด้านฝุ่นละอองเป็นลำดับต้นๆ ถึงปัญหาผลกระทบจากฝุ่นละออง ดังนั้น จึงควรสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับฝุ่นละออง รวมถึงการป้องกันผลกระทบจากฝุ่นละอองที่อาจเกิดขึ้นจากการทำโรงสีข้าว

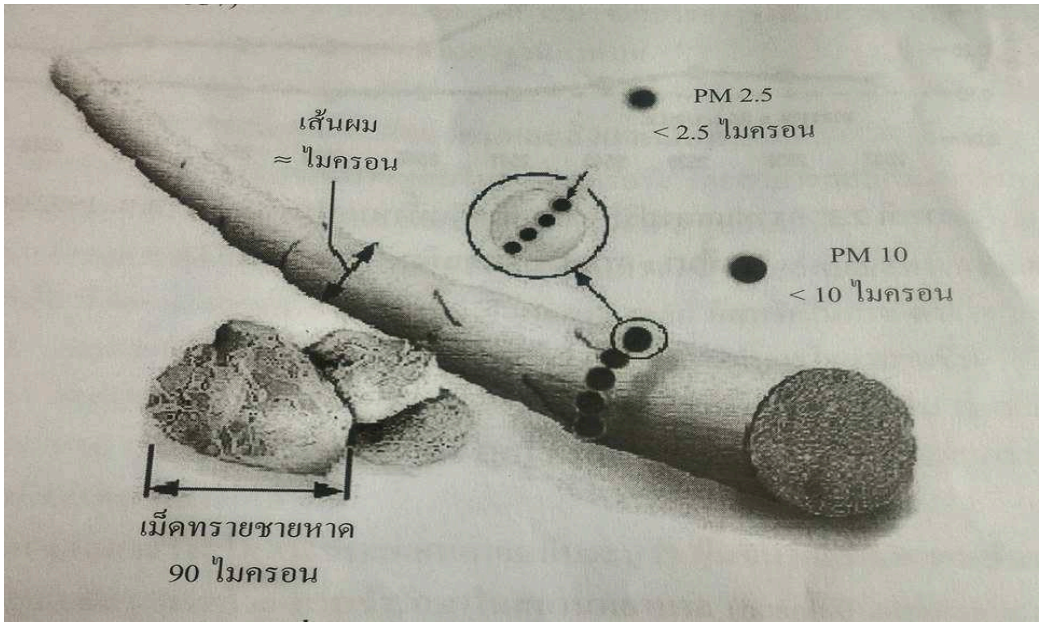
1. ความหมายของฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง (particulate matter) มีความหมายรวมถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่งในประเทศไทยได้มีการให้ความหมายของคำว่าฝุ่นละออง (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556 , หน้า 34)

(1) ฝุ่นรวม (total suspended particulate) หมายถึง ฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา

(2) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า (PM10) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมา ซึ่งPM10 หรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเมื่อเทียบกับเส้นผมของมนุษย์จะมีขนาดเล็กมากดังภาพที่ 2.1 เป็นอนุภาคที่มีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิปกติประกอบด้วยสสารที่แตกต่างกัน และสามารถอยู่ในสภาพแขวนลอยในบรรยากาศได้จากการกระทำของกระแสลม หรือการสั่นสะเทือน และสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน เนื่องจากขนาดของอนุภาคมีขนาดเล็กฝุ่นละอองในบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน และเคลื่อนตัวอยู่

ตลอดเวลา (dynamic system) ตามสภาพทางภูมิอากาศและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา เมื่อฝุ่นละอองเกิดขึ้นจะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้ว อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีความเร็วในการตกตัวต่ำ จะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า



ภาพที่ 2.1 ขนาดของฝุ่นละอองเมื่อเทียบกับเส้นผมของมนุษย์
ที่มา : ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. 2556

2. แหล่งที่มาของฝุ่นละออง

(ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. 2556)แหล่งที่มาของฝุ่นละอองที่ปนเปื้อนในอากาศจำแนกได้ 2 ประเภท

2.1 ฝุ่นละอองที่เกิดจากธรรมชาติ มักเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ เช่น ดิน ทราย หิน ฝุ่นเกลือจากทะเล ฝุ่นละอองประเภทนี้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของคนน้อย เพราะเมื่อหายใจเข้าไปจะถูกกรองด้วยระบบทางเดินหายใจและกำจัดออกทางลมหายใจออกทำให้มีการสัมผัสน้อย

2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของคน ได้แก่ จากการคมนาคมขนส่ง การจราจร การก่อสร้าง อุตสาหกรรม เป็นต้น ฝุ่นละอองที่ปล่อยจากกระบวนการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่จะติดอยู่กับระบบบำบัด

ขั้นตอนการสีข้าวเพื่อขัดสีแกลบออกจากเมล็ดข้าวทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กขึ้นเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดมลภาวะทางอากาศในโรงสีข้าว รวมทั้งประชาชนและชุมชนในบริเวณโดยรอบอาจได้รับผลกระทบไปด้วย วิธีการกำจัดฝุ่นในโรงสีข้าวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นแบบไซโคลน เพราะมีโครงสร้างที่ง่ายต่อการบำรุงรักษา ประกอบกับใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย และจัดเก็บฝุ่นได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งขนาดฝุ่นละอองที่เก็บได้ต้องมีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่าที่ไซโคลนจะจับไว้ได้หลงเหลืออยู่เป็นปริมาณมาก ซึ่งอนุภาคที่ฟุ้งกระจายออกไปในอากาศเป็นภัยต่อสุขภาพอนามัยของพนักงานและประชาชนรอบโรงงาน เป็นการเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอดและภูมิแพ้

3. มาตรฐานฝุ่นละอองในสถานประกอบการ

ฝุ่นละอองรวมที่ก่อให้เกิดความรำคาญและมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนอาศัยตามประกาศ กระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย โดยกำหนดปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติอยู่ที่ฝุ่นทุกขนาด (>10ไมครอน)ตลอดระยะเวลาทำงานต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (<10ไมครอน) ตลอดระยาเวลาทำงานต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี) ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2554)

โรงสีข้าว

โรงสีข้าวในประเทศไทยที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุสาหกรรมมีจำนวน 38,928 โรงและในจังหวัด นครสวรรค์มีจำนวนโรงสีที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุสาหกรรมมีจำนวน 294 โรง (กรมโรงงานอุสาหกรรม, 2559)

โรงสีข้าว หมายถึง สถานที่สีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารด้วยเครื่องจักร โดยสามารถแบ่งโรงสีข้าวตามประเภทการใช้เชื้อเพลิงออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ โรงสีที่ใช้หม้อไอน้ำ ใช้แกลบจากการสีข้าวเป็นเชื้อเพลิง โรงสีไฟฟ้า ใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมอเตอร์ โรงสีที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง(กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552)

1.ประเภทของโรงสีข้าว

สำหรับโรงสีข้าวของไทยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขนาด ตามกำลังการผลิตของโรงสีข้าว ดังนี้คือ โรงสีข้าวขนาดเล็กกำลังผลิตไม่เกิน 20 ตันต่อวัน โรงสีข้าวขนาดกลางกำลังผลิตมากกว่า 20 ตันต่อวันแต่ไม่เกิน 50 ตันต่อวัน และโรงสีข้าวขนาดใหญ่กำลังการผลิต มากกว่า 50 ตันต่อวัน (กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552)

ข้าวเปลือกเมื่อนำมาแปรรูปเป็นข้าวสารจะได้ผลผลิตและผลพลอยได้ ตามอัตราส่วนต่างๆ ข้าวเปลือกคุณภาพดี 120 ตัน เมื่อนำมาแปรรูปเข้าขบวนการโรงสีข้าวจะได้ผลผลิตดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตและผลพลอยได้ของการนำข้าวเปลือกมาแปรรูป

ผลผลิตและผลพลอยได้	น้ำหนัก	ร้อยละ
1.ข้าวสาร	60 ตัน	ร้อยละ 50
2.แกลบ	26.40 ตัน	ร้อยละ 22
3.ปลายข้าว	18 ตัน	ร้อยละ 15
4.รำหยาบและรำละเอียด	12 ตัน	ร้อยละ 10
5.ฝุ่นละอองกับสิ่งปลอมปน	3.60 ตัน	ร้อยละ 3

ที่มา : กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552

2.กระบวนการสีข้าว

กระบวนการสีข้าวโดยนำไปแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆได้ดังต่อไปนี้ (กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552)

2.1 การลดความชื้นข้าวเปลือกเพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการสีข้าวจะเป็นการตาก ข้าวโดยใช้แสงแดด (แสงอาทิตย์) ซึ่งจะทำบนลานตากข้าว ความหนาของกองข้าวที่ตากควรหนาประมาณ 5–10 เซนติเมตร ระหว่างการตากควรหมั่นกลับกองข้าวทุกๆ 2 ชั่วโมง หรือวันละ 4 ครั้ง เพื่อช่วยในการลดความชื้นได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ โดยปกติจะตากข้าวประมาณ 2–3 แดด สำหรับอีกวิธีในการลดความชื้นข้าวเปลือก คือ การใช้เครื่องอบแห้ง เป็นการเป่าลมร้อนผ่านเมล็ดข้าวอย่างต่อเนื่องจนทำให้ข้าวเปลือกแห้ง การอบแห้งจะช่วยลด ความเสียหายจากเชื้อราและยีสต์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งไม่สามารถใช้ลานตากข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้าวเปลือกที่ผ่านการลดความชื้นแล้วจะมี

ความชื้นเหลือเพียง 14% เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการทำความสะอาด ข้าวเปลือกต่อไป สำหรับเครื่องจักรที่สำคัญ คือ เครื่องอบแห้ง

2.2 การทำความสะอาดข้าวเปลือก คือเพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือก เช่น ฝุ่นละออง เศษหิน ดิน ทราย เศษหญ้า เศษฟาง เมล็ดข้าวลีบ และสิ่งแปลกปลอมต่างๆ รวมทั้งเศษเหล็กและตะปู จากนั้นข้าวเปลือกที่ไม่มีสิ่งปลอมปนจะเข้า สู่กระบวนการกะเทาะเปลือกในลำดับต่อไป สำหรับเครื่องจักรที่สำคัญ คือ เครื่องแยกหิน (destoner) เครื่องทำความสะอาดเมล็ด และเครื่องแยกเศษเหล็กและตะปู (milling separator)

2.3 การกะเทาะข้าวเปลือกคือข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว จะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องกะเทาะข้าวเปลือก ซึ่งอาจเป็นเครื่องกะเทาะเปลือกแบบหินโม่ หรือแบบลูกกลิ้งยาง หรือสายพานยางหมุน เพื่อแยก เปลือกหุ้มแข็งออกจากข้าวกล้อง

2.4 การแยกแกลบคือข้าวกล้อง แกลบ และข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะจะเข้าสู่เครื่องแยกแกลบ เพื่อแยกแกลบออก โดยแกลบจะถูกพัดลมดูดเข้าไปเก็บในยุ้งเก็บแกลบ เพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงหรือรอจำหน่าย เหลือแต่ข้าวกล้อง และข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะ จากนั้นกะพ้อจะตักข้าวเทเข้าไปเครื่องแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (paddy separator) ต่อไป เครื่องจักรสำคัญ คือ เครื่องแยกแกลบ (husk separator)

2.5 การแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องคือเป็นการแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก โดยข้าวกล้องที่ถูกแยกจะเข้าสู่กระบวนการขัดขาว ในลำดับต่อไป สำหรับข้าวเปลือกที่ปนมาจะถูกส่งกลับไปยังขั้นตอนกะเทาะเปลือกอีกครั้ง เครื่องจักรที่ สำคัญ คือ เครื่องแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องหรือตะแกรงโยก

2.6 การขัดขาวคือเป็นการขัดขาวข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร โรงสีทั่วไปจะมีการขัดขาว 2 ครั้ง แต่ในปัจจุบันการ ขัดขาวได้เพิ่มเป็นขัด 3 ครั้งหรือมากกว่า โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ ซึ่งต้องการความขาวค่อนข้างมาก และ ข้าวสารจะถูกส่งไปยังเครื่องขัดมันในขั้นตอนต่อไป จากขั้นตอนนี้จะได้รำข้าวหยาบ ซึ่งจะถูกพัดลมดูดไป เก็บในยุ้ง เพื่อรอจำหน่ายต่อไป เครื่องจักรที่สำคัญ คือ เครื่องขัดขาว (rice whitener)

2.7 การขัดมันคือข้าวสารที่ผ่านการขัดขาวแล้ว บริเวณ ผิวของเมล็ดข้าวจะมีรอยขีดข่วนและมีรำข้าวติดอยู่ อาจทำให้ข้าวเกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและขึ้นราได้ง่าย เครื่องขัดมันจะขัดผิวเมล็ดข้าวให้มันเรียบ และลบ รอยขีดข่วนหายไป ทำให้ได้ข้าวที่มีคุณสมบัติดีขึ้น สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะ

เวลานาน และจาก ขั้นตอนนี้จะได้รำข้าวละเอียด ซึ่งจะถูกพัดลมดูดไป เก็บในยุ้ง เพื่อรอจำหน่ายต่อไป เครื่องจักรที่สำคัญ คือ เครื่องขัดมัน (rice polisher)

2.8 การแยกขนาดเมล็ดคือข้าวสารจะถูกกระพ้อตักมาเทลงตะแกรงเหลี่ยม โดยจะผ่านรูตะแกรงแต่ละชั้น เพื่อทำการคัด ข้าวหักออกจากต้นข้าว โดยข้าวหักจะถูกส่งต่อไปยังตะแกรงกลมเพื่อแยกขนาดเมล็ด (size of rice) อีกครั้ง ขนาดเมล็ดข้าวแบ่งออกเป็น 5 ขนาดได้แก่

2.8.1 ข้าวเต็มเมล็ด (whole grain) หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ดโดยมิได้มีส่วนใดหักออกเลย

2.8.2 ต้นข้าว (head rice) หมายถึง เมล็ดข้าวที่บางส่วนจะเป็นหัวหรือท้าย หรือทั้งหัวและท้ายของเมล็ดข้าวได้หักหรือมีความยาวเหลืออยู่ตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไป ตามมาตรฐานของชนิดข้าวที่กำหนดไว้

2.8.3 ข้าวหักใหญ่ (big broken rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วน ขึ้นไป ของข้าวเต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว

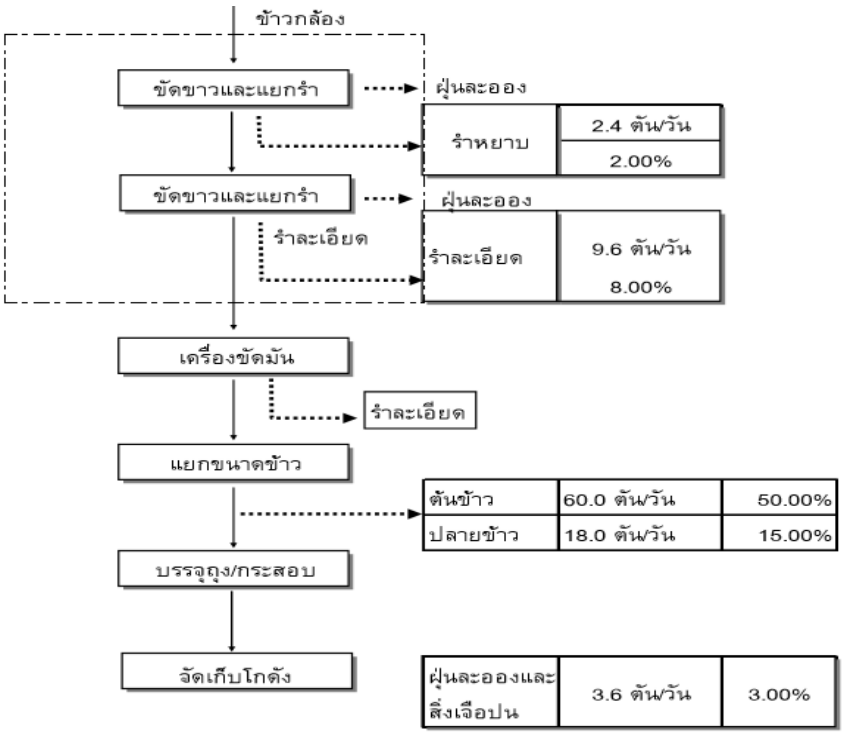
2.8.4 ข้าวหัก (broken rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปของข้าว เต็มเมล็ด ตามมาตรฐานของชนิดที่กำหนดไว้ แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวหักใหญ่

2.8.5 ปลายข้าว (small broken rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวต่ำกว่า 2.5 ส่วนของ ข้าวเต็มเมล็ด และมีขนาดตามมาตรฐานของชนิดปลายข้าวที่กำหนดไว้

2.9 การแยกสีเมล็ดข้าวสารคือเป็นการคัดแยกเมล็ดข้าวสารที่มีสีคล้ำเกินไปหรือสีอื่นนอกเหนือจากสีข้าวปกติ ในปัจจุบันนิยม ใช้เครื่องคัดแยกสีข้าวระบบอัตโนมัติ โดยใช้หลักการโฟโตอิเล็กทริก เมื่อแสงสะท้อนผ่านเมล็ดข้าวทำให้เห็น ถึงความแตกต่างของเมล็ดข้าวสีปกติและเมล็ดข้าวสีคล้ำ ซึ่งระบบจะทำการคัดข้าวสีคล้ำออกไป เครื่องจักรที่ สำคัญคือ เครื่องคัดแยกสีข้าว (color sorter)

2.10 การบรรจุข้าวลงกระสอบคือข้าวสารจะถูกบรรจุลงในกระสอบตามขนาดที่แต่ละโรงงานกำหนด โดยมีน้ำหนักตั้งแต่ 1 - 1,000 กิโลกรัม เพื่อนำส่งไปจำหน่ายให้กับลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ โดยทางรถหรือลำเลียงลงเรือ เครื่องจักรที่สำคัญ คือ เครื่องบรรจุ (packing)

ข้าวเปลือ


ข้าวกล้อง
ขัดขาวและแยกรำ
ฝุ่นละออง
รำหยาบ
2.4 ตัน/วัน
2.00%
ขัดขาวและแยกรำ
ฝุ่นละออง
รำละเอียด
รำละเอียด
9.6 ตัน/วัน
8.00%
เครื่องขัดมัน
รำละเอียด
แยกขนาดข้าว
ต้นข้าว
60.0 ตัน/วัน
50.00%
ปลายข้าว
18.0 ตัน/วัน
15.00%
บรรจุถุง/กระสอบ
จัดเก็บโกดัง
ฝุ่นละอองและสิ่งเจือปน
3.6 ตัน/วัน
3.00%

ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการสีข้าว

ที่มา : กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552

3. ชนิดข้าว

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมสีข้าว สีข้าวนึ่ง คือ ข้าวกล้อง ข้าวขาว ข้าวเหนียวขาว ข้าวนึ่ง และ ข้าวกล้องนึ่ง โดยมีตลาดที่สำคัญทั้งในและต่างประเทศ สำหรับแกลบ ปลายข้าว และรำข้าว ซึ่งทั่วไปถือว่าเป็น ผลพลอยได้นั้น ในที่นี้จะถือตามที่กฎหมายกำหนดว่าเป็นสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน(กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552)

1. ข้าวกล้อง (brown rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือก ข้าวเปลือกข้าวเหนียว เพื่อเอาเปลือกออกเท่านั้นจะไม่มีการขัดขาว

2. ข้าวขาว (white rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือก โดยเอาเปลือกออกและขัดเอารำออกจนมีสีขาวซึ่งจะต่างจากข้าวกล้องเพราะมีการขัดเอารำออก

3. ข้าวเหนียวขาว (white glutinous rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกข้าวเหนียว โดยสี เอาเปลือกออกและขัดเอารำออกจนมีสีขาววิธีการจะคล้ายกับข้าวขาว

4. ข้าวนึ่ง (parboiled rice) หมายถึง ข้าวซึ่งได้จากการสีข้าวเปลือก ที่ผ่านการแช่น้ำและอบด้วยความร้อนแล้ว ทำให้แห้งก่อนทำการสี ถ้าสีโดยขัดเอารำออกหมดเรียกว่า ข้าวนึ่งหากสีโดยเอาเปลือกออกเท่านั้นให้เรียกว่า ข้าวกล้องนึ่ง

4. การจัดการมลพิษอากาศในโรงสีข้าว

มลพิษอากาศที่สำคัญเกิดจากการสีข้าว สีข้าวนึ่งได้แก่ ฝุ่นจากการแยกรำและการขัดขาว ซึ่งบำบัดได้โดยใช้ไซโคลน (cyclone) หรือถุงกรอง (bag filter) หรือใช้ทั้งสองระบบประกอบเข้าด้วยกัน และฝุ่นจากการเผาแกลบในหม้อน้ำ ซึ่งสามารถบำบัดได้โดยใช้ ไซโคลนหรือระบบดักฝุ่นแบบเปียก (wet scrubber) โดยมีทางเลือกในการบำบัดมลพิษอากาศซึ่งเกิดในโรงงานสีข้าวนึ่ง ดังนี้

ฝุ่นจากการแยกรำและการขัดขาว มลพิษอากาศมีเฉพาะฝุ่นรำและฝุ่นจากการขัดขาวเท่านั้น การควบคุมมลพิษอากาศมีทางเลือกในการใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่น 3 รูปแบบ ดังนี้ (กรมโรงงานอุสาหกรรม , 2552)

(1) ไซโคลน มีประสิทธิภาพในการบำบัดประมาณ ร้อยละ 80

(2) ถุงกรอง มีประสิทธิภาพในการบำบัดประมาณ ร้อยละ 95–99

(3) ไซโคลน + ถุงกรอง

ชนิดของอุปกรณ์	ข้อดี	ข้อเสีย
1.ไซโคลน	-โครงสร้างง่าย ไม่เคลื่อนที่ บำรุงรักษาง่าย และใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย -สร้างด้วยวัสดุที่ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ -ความดันสูญเสียไม่สูงนัก	- ใช้ดักจับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ได้ดี (>10 ไมครอน) แต่ มีประสิทธิภาพต่ำในการจับฝุ่นขนาดเล็ก จึงมัก นิยมใช้เป็นอุปกรณ์จับฝุ่นเบื้องต้น (precleaner)
2.ถุงกรอง	-ประสิทธิภาพในการจับฝุ่นขนาดเล็กสูงมาก (≥ 99%) -ความดันสูญเสียต่ำกว่าเวนทูรี่สครับเบอร์ -ใช้ดักจับฝุ่นที่ความต้านทานไฟฟ้าสูง -ประสิทธิภาพการจับฝุ่นไม่ขึ้นกับปริมาณฝุ่นที่ เข้าเครื่อง (Inlet loading) -เดินเครื่องง่าย	-ใช้จับฝุ่นที่มีอุณหภูมิสูงไม่ได้ นอกจากต้องลด อุณหภูมิด้วย precooler หรือใช้ผ้ากรองชนิด พิเศษ -จับฝุ่นในกระแสก๊าซที่มีความชื้นสูงไม่ได้ -ฝุ่นที่มีคุณสมบัติเสียดสีจะทำให้ผ้ากรอง สึกกร่อนเสียหายได้ -ถ้าฝุ่นมีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน มักใช้อุปกรณ์ จับฝุ่นเบื้องต้น เช่น

	ไซโคลน ก่อนเข้าสู่ถุงกรอง -สำหรับฝุ่นที่กัดกร่อนได้ ต้องใช้ผ้ากรองชนิด พิเศษ -มีขนาดใหญ่ ต้องใช้พื้นที่ติดตั้งมาก -ถุงกรองมีอายุการใช้งานจำกัด การเปลี่ยนถุงกรอง ตามกำหนดอายุมีค่าใช้จ่ายสูง

ตารางที่ 2.2 ชนิดของระบบบำบัด

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม , 2552

การเลือกใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้าน เช่นสมรรถนะที่ต้องการขนาดของฝุ่นอัตราการไหลค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการดักจับฝุ่นแต่ละประเภทมีข้อดีข้อด้อยต่างกันดังที่เปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 1 ชนิดของระบบบำบัด

ไซโคลน คือใช้แยกอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนโดยอาศัยแรงเหวี่ยงและแรงโน้มถ่วง มักใช้ในการบำบัดขั้นต้น ประกอบด้วยส่วนรูปทรงกระบอกและมีปลายเป็นรูปโคนอากาศเคลื่อนเข้าสู่ไซโคลน ด้วยความเร็วที่ปากทางเข้าประมาณ 15-20 เมตรต่อวินาทีเมื่ออากาศผ่านเข้ามาในไซโคลนจะเกิดกระแสวนขึ้นเรียกว่า main vortex ซึ่งทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงอนุภาคไปยังผนังของไซโคลนกระแสวนนี้จะเคลื่อนจนถึงจุดหนึ่งที่อยู่เกือบปลายโคน อากาศจะหมุนกลับเป็นกระแสวนที่เล็กกว่าเดิมเรียกว่า core vortex และเคลื่อนที่ขึ้นไปตามตัวไซโคลนจนออกไปทางท่อออกที่อยู่ส่วนบนของเครื่องนั่น คือมีกระแสวน 2 ชั้น (double vortex) เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกันสำหรับอนุภาคที่ถูกเหวี่ยงไปยังผนังของไซโคลนจะเคลื่อนที่ลงไปยังส่วนปลายของโคนไปยังถังพัก (hopper) เนื่องจากแรงถ่วงส่วนอากาศที่ไม่มีอนุภาคก็จะหมุนออกไปทางท่อออกที่อยู่ส่วนบนของไซโคลนถ้าใช้ไซโคลนตัวเล็กๆ (axial cyclones) จำนวนมากมาต่อเรียงกันเรียกว่า มัลติไซโคลน (multi-cyclones)

ถุงกรอง คือโครงสร้างที่เป็นรูพรุน ประกอบด้วยสารที่เป็นเม็ดเล็กหรือเส้นใย ซึ่งจะกักกั้นอนุภาคไว้ให้ก๊าซไหลผ่านช่องว่างของเครื่องกรองโดยปกติทำด้วยผ้าทอ (woven fabric) หรือผ้าสักหลาด (felted fabric) เป็นอุปกรณ์ที่แยกฝุ่นออกจากกระแสก๊าซได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง คือช่วง ขนาด 0.1 ไมครอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาด 0.2–0.5 ไมครอน ซึ่งดักจับยากชั้นฝุ่นที่สะสมอยู่บนผ้ากรองนี้จะช่วยกรองอนุภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง เมื่อชั้นฝุ่นสะสมจนหนาพอสมควจะต้องทำความสะอาดถุงกรอง ทำให้ฝุ่นตกลงไปในถังพัก ซึ่งเอาออกโดยใช้ pneumatic หรือ screw conveyor การทำความสะอาดถุงกรองที่นิยมใช้กัน 3 วิธี วิธีที่เก่าที่สุด คือการเขย่า (shaking) ถุงกรองให้ฝุ่นที่จับอยู่หลุดออกไปอีก 2 วิธี เป็นเป่าฝุ่นให้หลุดจากถุงกรองโดยใช้อากาศที่ไหลย้อนกับเป็นตัวเป่า (reverse air flow) หรือโดยใช้อากาศอัด (compressed air) พ่นเป็นพัลส์เจท (pulse jets) เพื่อกระแทกฝุ่นที่เกาะอยู่ ข้อเสีย ของระบบนี้ คือต้องทำความสะอาดถุงกรองและเปลี่ยนเมื่อชำรุด และต้องระวังก๊าซร้อนอาจเกิดประกายไฟไหม้ถุงกรอง

ผลกระทบของฝุ่นละออง

หลักฐานการวิจัยในต่างประเทศหลายฉบับระบุว่าฝุ่นขนาดเล็กมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการป่วยการเข้ารักษาในสถานพยาบาล (hospital admission) และอัตราการเสียชีวิตของประชาชนในบางเมือง ทั้งนี้ประชากรกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงจะเป็นกลุ่มที่มีโรคประจำตัวบางอย่างอยู่แล้ว เช่น หืดหอบ ภูมิแพ้ หลอดลมเรื้อรัง เหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นแม้ว่าระดับของฝุ่นในอากาศจะต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนดไว้ปัญหาของฝุ่นต่อสุขภาพยังสามารถแยกแยะออกเป็นผลกระทบอย่างเฉียบพัน (acute) หรือเรื้อรัง (chronic) อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักฐานที่บ่งชัดว่าจริงๆแล้วอะไรที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงไม่ว่าจะเป็นตัวของฝุ่นเองหรือสารบางประเภทในฝุ่น เช่น โลหะหนัก สารก่อมะเร็งบางชนิดที่มีอยู่ในเขม่า (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. 2556)

3.1 ผลกระทบทั่วไป

ทัศนภาพสภาพและทัศนวิสัยของการมีฝุ่นละอองรวมมากในสิ่งแวดล้อมทำให้สภาพจิตใจหดหู่ไม่สดชื่นแจ่มใส จนอาจเกิดภาวะเครียดได้ ซึ่งหากประกอบ กับภาวะบีบคั้นอื่น เช่นการทำงานอาจเกิดผลกระทบที่รุนแรงได้ ฝุ่นควันภายในการเผาหญ้าหรือเผาป่าเป็นตัวอย่างสำคัญที่มีผลต่ออุบัติเหตุของยวดยาน ในท้องถนน และการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีผลกระทบต่อบรรยากาศชั้นโอโซน ซึ่งมีผลพวกกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์หลายประการ

3.2 ฝุ่นละอองมีผลต่อสิ่งแวดล้อม

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและทำให้เกิดหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่น และองค์ประกอบของฝุ่นละออง ฝุ่นละอองที่ตกลงมา นอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะแก่บ้านเรือน อาคาร สิ่งก่อสร้างแล้ว ยังทำให้เกิดการทำลายและกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อน หรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น

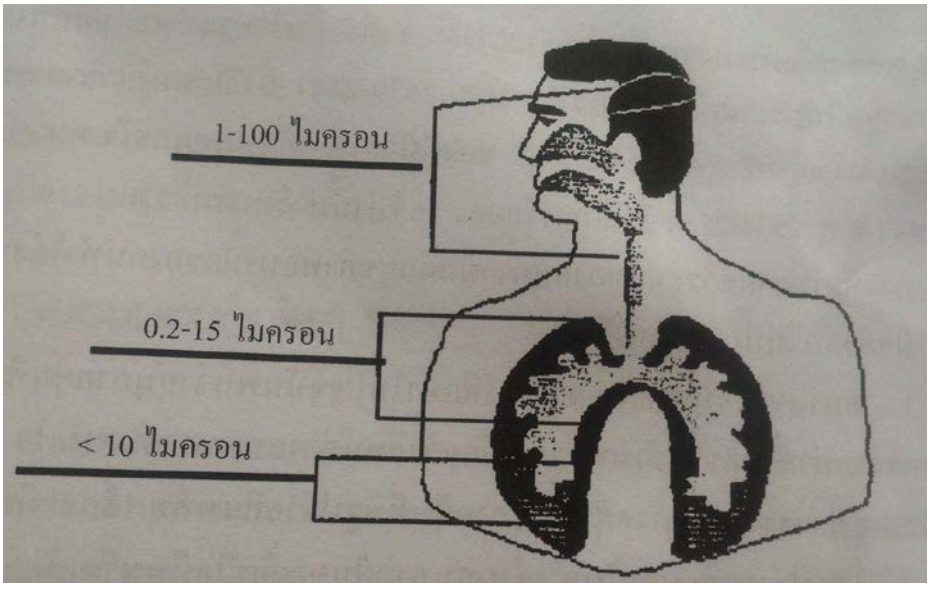
3.3 ฝุ่นละอองมีผลต่อสุขภาพ

ฝุ่นละอองมีผลต่อสุขภาพของคนในลักษณะเรื้อรัง โดยสามารถสะสมในร่างกายได้ เมื่อมีปริมาณมากจึงจะปรากฏอาการ ผลกระทบที่เกิดขึ้นมี 3 รูปแบบคือ

(1.) ฝุ่นละอองเป็นพิษเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีหรือลักษณะทางกายภาพ เช่น มีขนาดเล็ก มีลักษณะแหลม คม มีการปนเปื้อนของสารเคมี มีฤทธิ์เป็นกรด-ด่าง

(2.) ฝุ่นละอองเข้าไปรบกวนระบบหายใจโดยตรง ทำให้หายใจลำบากขึ้น

(3.) ฝุ่นละอองเป็นตัวพาหรือดูดซับสารมลพิษและพาเข้าสู่ร่างกาย เช่น แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) และเชื้อโรคประเภทต่างๆทำให้ร่างกายเกิดโรคจากสารเหล่านั้น



ภาพที่ 2.3 ขนาดของอนุภาคฝุ่นที่เข้าสู้ระบบทางเดินหายใจ

ที่มา : ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. 2556

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีระ พันอินทร (2558) งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องดักจับฝุ่นชนิดสครับเบอร์แบบเปียกที่เหมาะสมกับโรงสีข้าวขนาดเล็กบ้านกาดเมฆ ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง เพื่อช่วยลดปัญหาฝุ่นละอองรวมที่ฟุ้งกระจายในอากาศซึ่งเป็นปัญหาในพื้นที่ชุมชน โดยทำการศึกษาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมจากการสีข้าวของโรงสีข้าวขนาดเล็กซึ่งค่ามาตรฐานฝุ่นละอองรวม ณ จุดปล่อยกำหนดไว้ไม่เกิน 0.10 มิลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ อาทิความดันและความเร็วลมในท่อระบายอากาศเสีย อัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมต่ออัตราการไหลของอากาศรวมทั้งทำการออกแบบตัวกลางชั้นดูดซึมชนิดอุปกรณ์เคลือบด้วยเซรามิคจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบสครับเบอร์แบบเปียกโดยใช้โปรแกรมสำเร็จในการออกแบบ ผลการศึกษาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม จากการสีข้าวของโรงสีข้าวขนาดเล็กพบว่าค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองรวม จากโรงสีข้าวขณะเดินระบบสีข้าวมีค่า 2.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองรวม จากโรงสีข้าวขณะหยุดเดินระบบสีข้าวมีค่า 0.71 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งเกินค่ามาตรฐานฝุ่นละอองรวมจากโรงสีข้าวสครับเบอร์แบบเปียกที่ทำการออกแบบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวถังเท่ากับ 1.0 เมตร และความยาว 1.5 เมตร ตัวกลางชั้นดูดซึมชนิดอุปกรณ์เคลือบด้วยเซรามิคจากดินเบานำมาเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำ และฝุ่นดีที่สุดเมื่อนำสครับเบอร์แบบเปียกที่ออกแบบไปติดตั้งกับโรงสีข้าวขนาดเล็กสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองรวมภายในระบวนการสีข้าวของโรงสีข้าวขนาดเล็กได้ถึง 91% ที่อัตราการไหลของน้ำสเปรย์ 0.30 บรา

พิชัย ศิริสุโขดม (2557) ได้ดำเนินการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองรวมขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอาหารสัตว์ในช่วงระยะเวลาทำงานของผู้ปฏิบัติงานเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง วิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรกทำการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองรวมขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน 2 จุด ได้แก่กระบวนการผลิต และสำนักงานเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจะใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบที่ตัวบุคคลในส่วนที่สองจะเป็นการศึกษาลักษณะของกลุ่มตัวอย่างใช้แบบสัมภาษณ์ในการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือข้อมูลทั่วไป ประวัติการทำงาน ข้อมูลการปฏิบัติงานและปัญหาสุขภาพ ผลการศึกษาพบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองรวมขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง ในสำนักงานและกระบวนการผลิตเฉลี่ย

เท่ากับ 0.16±0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.32±0.06 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการตามประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2535 กำหนดไว้ว่า ระดับ PM-10 ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและผลจากการศึกษาประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อคุณภาพอากาศที่ได้จากแบบสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานในโรงงานจำนวน 38 คน โดยจากกระบวนการผลิต 28 คน และสำนักงาน 10 คน พบว่าอาการภูมิแพ้ร้อยละ 23.7 ยังคงเป็นอยู่และ 18.4 และเคยเป็นการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากฝุ่นร้อยละ 21.1 โดยที่อุปกรณ์ป้องกันฝุ่นที่ใช้ส่วนใหญ่ คือผ้าปิดจมูกร้อยละ 87.5 ทางด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานอาการไอตอนเช้าหรือหลังจากตื่นนอนพบว่ามีการไอร้อยละ 15.8 ขณะทำงานมีอาการไอร้อยละ 21.1 มีเสมหะออกตอนเช้าหรือหลังจากตื่นนอนร้อยละ 26.3 มีอาการแน่นหน้าอกหรือหายใจลำบากร้อยละ 18.4

สมสมัย แพงดวง (2551) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่ผู้ปฏิบัติงานในโรงสีข้าวขนาดเล็กได้รับขณะปฏิบัติงาน ศึกษาตัวอย่างโรงสีข้าวในอำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 20 แห่ง โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นรวมผลการศึกษาปริมาณ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในช่วง (ค่าเฉลี่ย 0.57 ± 0.34) มก./ลบ.ม. ส่วนปริมาณฝุ่นรวมในโรงสีข้าว มีค่าอยู่ในช่วง (ค่าเฉลี่ย 2.98 ± 2.46) มก./ลบ.ม. ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่นในสถานประกอบการจากการสักเกตขณะผู้ปฏิบัติงานสีข้าวจะมีฝุ่นฟุ้งกระจายจากการเทข้าวเปลือกลงสู้ที่รับข้าวเปลือกเข้าสู้เครื่องกะเทาะจะมีฝุ่นฟุ้งกระจายออกมามาก

ครุศิริ ฉลาด และณัฐพงษ์ กาญจนการี (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่องปริมาณฝุ่นละอองรวมในโรงสีข้าวที่ใช้เครื่องจักรกลในเขตพื้นที่อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบริเวณการทำงานในโรงสีข้าว ในเขตอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับค่ามาตรฐานฝุ่นละอองรวมในสถานประกอบการเพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองรวมที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวทั้ง 3 ประเภท เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสีข้าวในโรงสีข้าวประเภทที่ 3กลุ่มโรงงานที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ คือโรงสีข้าวในเขตพื้นที่อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่อง
Personal air sampling สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ANOVA (Analysis of Variance)ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นรวมที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นรวมมีค่า 6.82 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรปริมาณฝุ่นรวมที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 1 ไม่มีค่าใดที่เกินค่ามาตรฐานในสถานประกอบการปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 1

ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่าเฉลี่ย 1.76 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรปริมาณฝุ่นที่เล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 1ไม่มีค่าใดที่เกินค่ามาตรฐานในสถานประกอบการปริมาณฝุ่นรวมที่เกิดขึ้นใรโรงสีข้าวประเภทที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นรวมมีค่า 6.72 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝุ่นรวมที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 2 ไม่มีค่าใดที่เกินมาตรฐานในสถานประกอบการ ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 2 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่า 2.30 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 2 ไม่มีค่าใดเกินค่ามาตรฐานในสถานประกอบการปริมาณฝุ่นรวมที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 3 มากที่สุดบริเวณเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกตรวจวัดได้ 15.58 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลองลงมาบริเวณเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกตรวจวัดได้ 14.49 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและปริมาณฝุ่นรวมที่มีค่าน้อยที่สุดบริเวณเครื่องขัดขาวและแยกรำตรวจวัดได้ 4.58 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นรวมมีค่า 10.29 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝุ่นรวมที่เกิดในโรงสีข้าวประเภทที่ 3 มีค่าเกินค่ามาตรฐานในสถานประกอบการคือบริเวณเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือก ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 3 มากที่สุดบริเวณเครื่องแยกแกลบออกจากข้าวกล้องตรวจวัดได้ 3.87 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาบริเวณเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกตรวจวัดได้ 3.56 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่มีค่าน้อยที่สุดบริเวณเครื่องขัดขาวและแยกรำตรวจวัดได้ 1.90 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่า 3.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวประเภทที่ 3 ไม่มีค่าใดเกินค่ามาตรฐานในสถานประกอบการ

สุจิรา ประสารพันธ์(2544)ได้ทำศึกษาปริมาณฝุ่นละอองรวม ในสิ่งแวดล้อมและปริมาณฝุ่นละอองรวมในโรงสีข้าวรวมถึงการศึกษาข้อมูลความคิดเห็นและปัญหาสุขภาพของคนงานในโรงสีข้าวและประชาชนในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงศึกษาที่โรงสีข้าวในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 22 แห่งการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมในโรงสีข้าวทำการเก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นรวม ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาทำงานการเก็บตัวอย่าง ฝุ่นละอองรวม ในสิ่งแวดล้อมชุมชน ได้เก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นรวม ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง การเก็บข้อมูลด้านความคิดเห็นและปัญหาสุขภาพ โดยใช้แบบสอบถามตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือคนงานโรงสีข้าว จำนวน 44 คน ผู้อาศัยในชุมชนใกล้เคียงโรงสีข้าว และชุมชนเปรียบเทียบ เป็นตัวแทนในการตอบแบบสอบถามหลังคาเรือนละ 1 คน กลุ่มละ 156 หลังคาเรือน ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นในโรงสีข้าวฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนบริเวณจุดเท ข้าวเปลือกมีค่าอยู่ในช่วง 0.25-4.82 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่าเฉลี่ย 2.05±1.31

มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และบริเวณบรรจุรำมีค่าอยู่ในช่วง 0.32-3.79 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่าเฉลี่ย 1.83±1.13 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ส่วนปริมาณฝุ่นรวมบริเวณจุดเทข้าวเปลือกมีค่าอยู่ในช่วง4.44-16.84มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรค่าเฉลี่ย 10.02±3.24 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและบริเวณบรรจุรำมีค่าอยู่ในช่วง 3.42-16.26มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรค่าเฉลี่ย 17.70±2.89 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่นในสถานประกอบการตามประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวมในสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ตั้งของโรงสี พบว่าปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในช่วง0.13-116.23 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ค่าเฉลี่ย 97.07±14.30 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และปริมาณฝุ่นรวมมีค่าอยู่ในช่วง 93.35 - 180.38 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ค่าเฉลี่ย 138.94±39.65 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งค่าที่ตรวจวัดได้สูงกว่าชุมชนเปรียบเทียบแต่ไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศทั่วไปประกาศกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2538 ผลการศึกษาจากแบบสอบถามคนทำงานในโรงสีเห็นว่าทุกคนควรร่วมกันแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองรวมจากโรงสีข้าวส่วนผู้ที่อาศัยในชุมชนที่ตั้งโรงสีและชุมชนเปรียบเทียบเห็นว่าเจ้าของโรงสีควรเป็นผู้แก้ไขปัญหานี้ ผู้ทำงาน ในโรงสีข้าว (ร้อยละ 97.73) มีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และพบว่าในชุมชนอาการ เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมีความสัมพันธ์กับการได้รับฝุ่นละอองรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-vale<0.05) ซึ่งผู้อาศัยอยู่ใกล้เคียงโรงสีมีโอกาสมีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจภายในฝุ่นละอองรวมอาการใดอาการหนึ่งหรือหลายอาการมีค่า 4.38 เท่าของผู้ที่อาศัยในชุมชนเปรียบเทียบ (95 % CI = 2.28 - 8.49) จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในโรงสีข้าวและในสิ่งแวดล้อมชุมชนถึงแม้มีค่าไม่เกินมาตรฐานแต่อยู่ในระดับที่สูงซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่เจ้าของโรงสีและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้การเฝ้าระวังเพื่อป้องกันปัญหาและลดมลพิษด้านฝุ่นละอองรวมภายในโรงสีข้าวในจังหวัดกาฬสินธุ์ต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และ โรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าว อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินงานวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. พื้นที่ทำการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นที่ที่ทำการวิจัย

พื้นที่ที่ทำการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ โรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กในพื้นที่ อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์

1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟไทยทองเฮง เป็นโรงสีข้าวขนาดใหญ่ตั้งอยู่ใน ตำบลหัวถนน อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ กำลังการผลิต 180 ตัน / วัน ดังภาพที่ 3.1

2. โรงสีไทยวัฒนากร ตำบลวังมหากร เป็นโรงสีข้าวขนาดเล็กตั้งอยู่ใน อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ กำลังการผลิต 13 ตัน / วัน ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.1 โรงสีข้าวขนาดใหญ่(ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟไทยทองเฮง)

ภาพที่ 3.2 โรงสีข้าวขนาดเล็ก(โรงสีไทยวัฒนากร)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดภาคสนาม

1.1 ปั๊มเก็บตัวอย่าง (sampling pump)

1.2 กระดาษกรองชนิด PVC ขนาด 37 มิลลิเมตร ผ่านการดูดความชื้นในตู้ดูดความชื้นแล้วไม่น้อยกว่า 24ชั่วโมง

1.3 ตลับกระดาษกรอง ขนาด 37 มิลลิเมตร

1.4 เครื่องสอบเทียบอัตราการไหลของปั๊มเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น

1.5 ปากคีบ ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

1.6 สายยาง

2.เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 เครื่องชั้งที่มีทศนิยม 5 ตำแหน่ง

2.2 ตู้ดูดความชื้น

2.3 ปากคีบ ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

ทำการศึกษาเอกสารทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์และขั้นตอนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

2.1 การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

2.1.1 ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กทั้งหมด 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 8 ชั่วโมงเพราะกฎหมายกำหนด

2.1.2 การเก็บตัวอย่างจะใช้ปั๊มที่ผ่านการสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศและนำไปเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนโดยใช้กระดาษกรองชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรในการเก็บตัวอย่าง

2.1.3 นำตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกกว่า 10 ไมครอนมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในสถานประกอบการณตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี) ในเวลา 8 ชั่วโมง ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.2 การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

2.2.1 ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชั่วโมง เพราทั้งโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ใช้เวลาในการสีข้าว 1 ชั่วโมงเพราะการสีข้าว 1 รอบการผลิตใช่เวลา 1 ชั่วโมง

2.2.2 การเก็บตัวอย่างจะใช้ปั๊มที่ผ่านการสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศและนำไปเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนโดยใช้กระดาษกรองชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรในการเก็บตัวอย่าง

2.2.3 นำตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกกว่า 10 ไมครอนมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนด้วยหลักทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (t-Test) ที่ระดับสำคัญ 0.05

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และ โรงสีข้าวขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงสีข้าว อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ มีขั้นตอนการทำวิจัยดังนี้ (ภาพที่ 3.3)

1 ศึกษาหัวข้องานวิจัย

2 ทำการศึกษาหาข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในโรงสีข้าว

3 ทำการสำรวจพื้นที่เพื่อดำเนินการเก็บตัวอย่าง

4 ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีขนาดเล็กและนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามกฎหมาย เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จำนวน 3 ตัวอย่าง

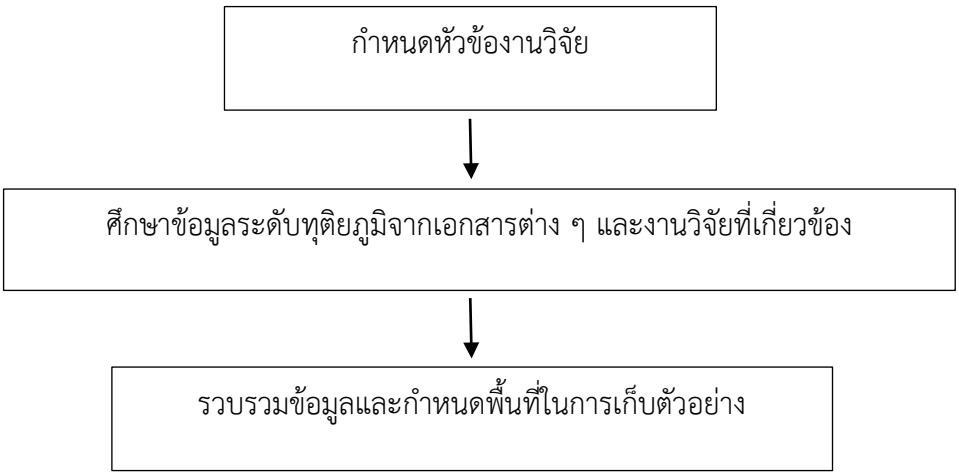
5 ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีขนาดเล็กเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 30 ตัวอย่าง

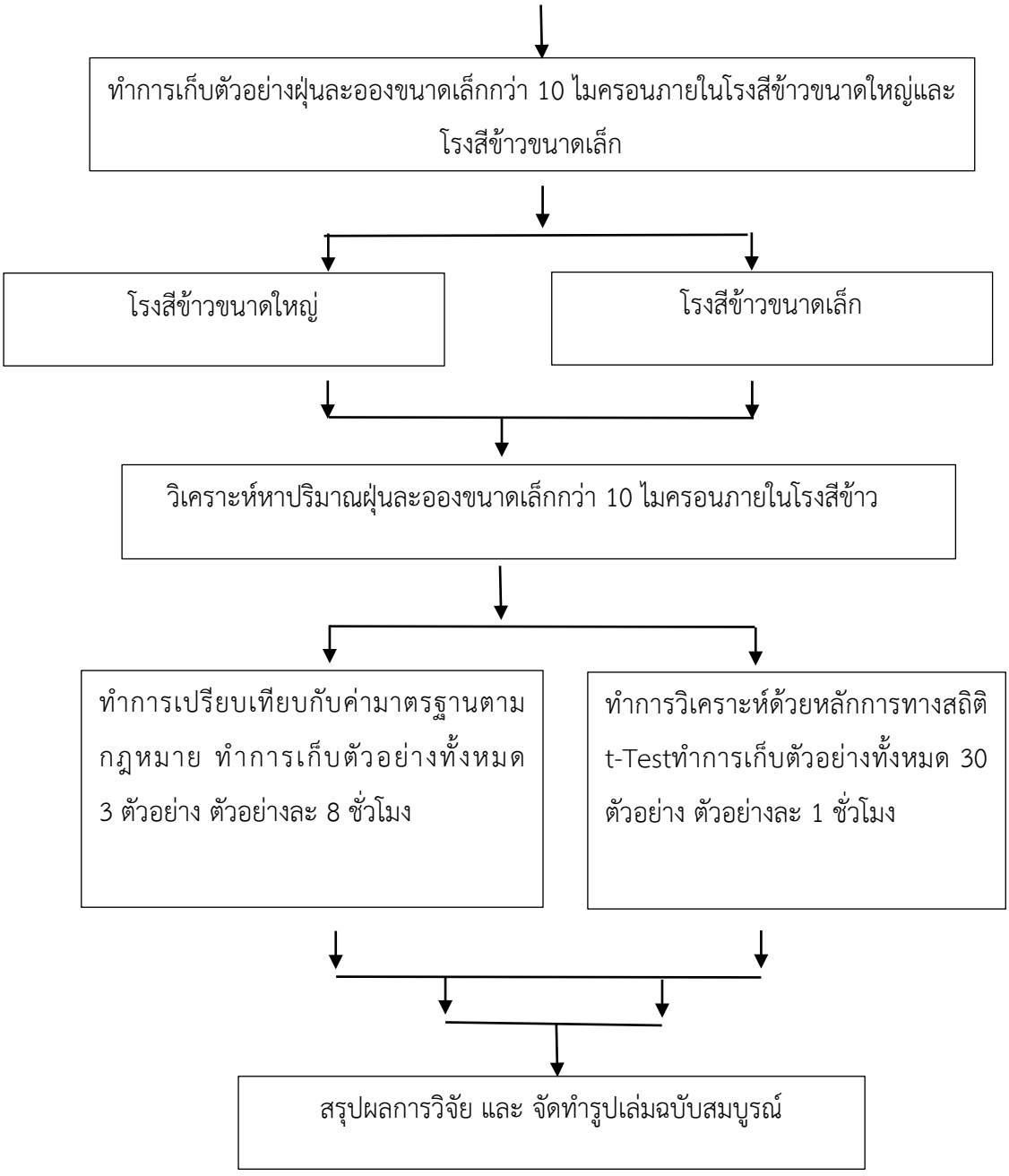
6 วิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

7 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยวิเคราะห์ทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (t-Test) ระดับนัยสำคัญ 0.05

8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

9 สรุป และจัดรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์


กำหนดหัวข้องานวิจัย
ศึกษาข้อมูลระดับทุติยภูมิจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
รวบรวมข้อมูลและกำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1 การวิเคราะห์ฝุ่นละออง

สูตรการคำนวนหาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

$$\text{ความเข้มข้นฝุ่นละออง(มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(W_f - W_i)}{V} \times 10^3$$

เมื่อ W_i คือ น้ำหนักกระดากรองก่อนเก็บตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

W_f คือ น้ำหนักกระดากรองหลังเก็บตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

V คือ ปริมาตรอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลิตร)

2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้า ขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก สามารถนำผลมาวิเคราะห์มาคำนวณและวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ดังนี้

2.1. สถิติเชิงพรรณนา

การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และ โรงสีข้าวขนาดเล็ก นำเสนอในลักษณะทั่วไปของข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ที่รวบรวมไว้ในรูปของ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง 30 ตัวอย่าง

2.2. สถิติเชิงอนุมาน

การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และ โรงสีข้าวขนาดเล็กจำนวน 30 ตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างหรือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (Paired Samples t-Test) ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีสมมติฐานในการวิเคราะห์ ดังนี้

H_0 : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กไม่แตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กแตกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษา “การศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กกรณีศึกษาโรงสีข้าวอำเภอท่าตะโกจังหวัดนครสวรรค์”โดยมีผลการวิจัยดังนี้

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

1. ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1	15 พ.ย.2559	1.12
2	15 พ.ย.2559	0.26
3	15 พ.ย.2559	0.61
4	15 พ.ย. 2559	1.73
5	16 พ.ย. 2559	1.30
6	16 พ.ย. 2559	1.47
7	16 พ.ย. 2559	0.77
8	16 พ.ย. 2559	1.03
9	16 พ.ย. 2559	1.72
10	17 พ.ย. 2559	1.30
11	17 พ.ย. 2559	1.30
12	17 พ.ย. 2559	1.30
13	18 พ.ย. 2559	1.30

	ก 14	18 พ.ย. 2559	1.38
า ร ศึ	15	18 พ.ย. 2559	1.21
ก ษ า	16	18 พ.ย. 2559	1.30
ป ริ ม	17	18 พ.ย. 2559	1.21

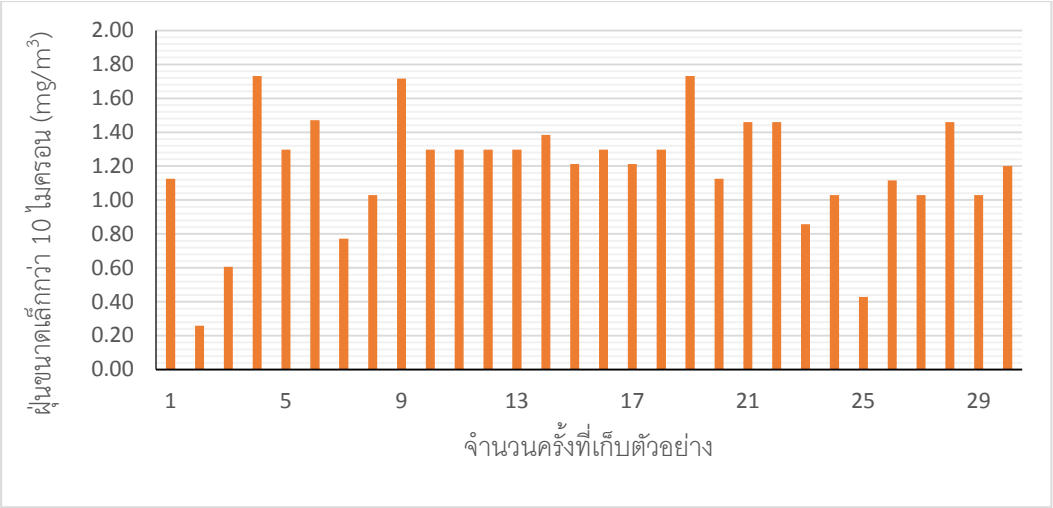
าณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
18	21 พ.ย. 2559	1.30
19	21 พ.ย. 2559	1.73
20	21 พ.ย. 2559	1.12
21	21 พ.ย. 2559	1.46
22	21 พ.ย. 2559	1.46
23	22 พ.ย. 2559	0.86
24	22 พ.ย. 2559	1.03
25	22 พ.ย. 2559	0.43
25	22 พ.ย. 2559	1.12
27	22 พ.ย. 2559	1.03
28	22 พ.ย. 2559	1.46
29	23 พ.ย. 2559	1.03
30	23 พ.ย. 2559	1.20
	ค่าต่ำสุด	0.26
	ค่าสูงสุด	1.73
	ค่าเฉลี่ย	1.18
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.35

หมายเหตุ : โรงสีข้าวขนาดใหญ่ (ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟไทยทองเฮง)



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ1.73 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.26 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่าเฉลี่ยเท่ากับ1.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35

2.ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2และภาพที่ 4.2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1	15 พ.ย.2559	1.12
2	15 พ.ย.2559	0.26
3	15 พ.ย.2559	0.61
4	15 พ.ย. 2559	1.73
5	16 พ.ย. 2559	1.30
6	16 พ.ย. 2559	1.47
7	16 พ.ย. 2559	0.77
8	16 พ.ย. 2559	1.03

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
9	16 พ.ย. 2559	1.72
10	17 พ.ย. 2559	1.30
11	17 พ.ย. 2559	1.30
12	17 พ.ย. 2559	1.30
13	18 พ.ย. 2559	1.30
14	18 พ.ย. 2559	1.38
15	18 พ.ย. 2559	1.21
16	18 พ.ย. 2559	1.30
17	18 พ.ย. 2559	1.21
18	21 พ.ย. 2559	1.30
19	21 พ.ย. 2559	1.21
20	21 พ.ย. 2559	1.04
21	21 พ.ย. 2559	1.21
22	21 พ.ย. 2559	1.04
23	22 พ.ย. 2559	1.90
24	22 พ.ย. 2559	1.12
25	22 พ.ย. 2559	1.21
26	22 พ.ย. 2559	1.04
27	22 พ.ย. 2559	1.82
28	22 พ.ย. 2559	0.87
29	23 พ.ย. 2559	1.12
30	23 พ.ย. 2559	0.69
	ค่าต่ำสุด	0.69
	ค่าสูงสุด	1.99
	ค่าเฉลี่ย	1.25
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.30

หมายเหตุ : โรงสีข้าวขนาดเล็ก (โรงสีไทยวัฒนากร)

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ1.99 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่าเฉลี่ยเท่ากับ1.25 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30

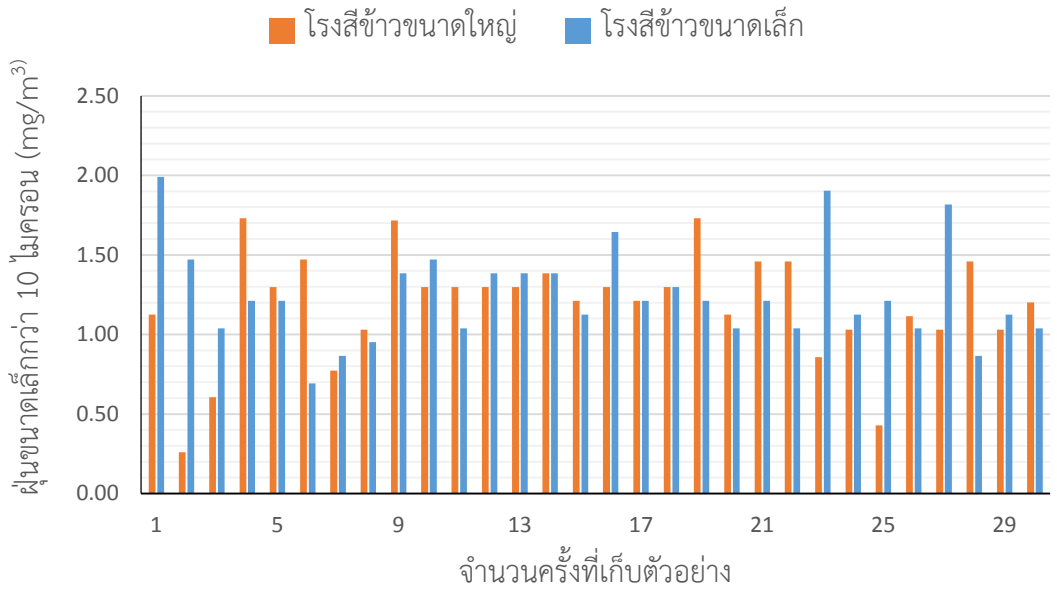
3.ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

ผลการศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3 และภาะที่ 4.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
		โรงสีข้าวขนาดใหญ่	โรงสีข้าวขนาดเล็ก
1	15 พ.ย.2559	1.12	1.99
2	15 พ.ย.2559	0.26	1.47
3	15 พ.ย.2559	0.61	1.04
4	15 พ.ย. 2559	1.73	1.21
5	16 พ.ย. 2559	1.30	1.21
6	16 พ.ย. 2559	1.47	0.69
7	16 พ.ย. 2559	0.77	0.87
8	16 พ.ย. 2559	1.03	0.95
9	16 พ.ย. 2559	1.72	1.38
10	17 พ.ย. 2559	1.30	1.47
11	17 พ.ย. 2559	1.30	1.04
12	17 พ.ย. 2559	1.30	1.38
13	18 พ.ย. 2559	1.30	1.38
14	18 พ.ย. 2559	1.38	1.38
15	18 พ.ย. 2559	1.21	1.12
16	18 พ.ย. 2559	1.30	1.64

17	18 พ.ย. 2559	1.21	1.21
18	21 พ.ย. 2559	1.30	1.30
19	21 พ.ย. 2559	1.73	1.21
20	21 พ.ย. 2559	1.12	1.04
21	21 พ.ย. 2559	1.46	1.21
22	21 พ.ย. 2559	1.46	1.04
23	22 พ.ย. 2559	0.86	1.90
24	22 พ.ย. 2559	1.03	1.12
25	22 พ.ย. 2559	0.43	1.21
ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
		โรงสีข้าวขนาดใหญ่	โรงสีข้าวขนาดเล็ก
26	22 พ.ย. 2559	1.12	1.04
27	22 พ.ย. 2559	1.03	1.82
28	22 พ.ย. 2559	1.46	0.87
29	23 พ.ย. 2559	1.03	1.12
30	23 พ.ย. 2559	1.20	1.04
ค่าต่ำสุด		0.26	0.69
ค่าสูงสุด		1.73	1.99
ค่าเฉลี่ย		1.18	1.25
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.35	0.30



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 ผลการตรวจวัดปริมาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ได้มีค่าเท่ากับ 1.73 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.26 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.99 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ1.25 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สำหรับการเปรียบเทียบผลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก จำนวน 30 ตัวอย่างนำไปทดสอบโดยวิธีทางสถิติ t-Test (paired-sample test) 0.05 โดยตั้งสมมุติฐานดังนี้

H_0 : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กไม่แตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

ประเภทโรงสีข้าว	N	Mean	t	Sig. (2-tailed)
โรงสีข้าวขนาดใหญ่	30	1.18	-0.684	0.500
โรงสีข้าวขนาดเล็ก	30	1.25		

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ค่า Sig (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.500 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_1 และยอมรับ H_0 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กมีค่าไม่แตกต่างกัน

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

การศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจะทำการเก็บตัวอย่าง 8 ชั่วโมงต่อตัวอย่างและทำการเก็บตัวทั้งหมด 3 ตัวอย่างเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

4. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

การศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.4 ต่อไปนี้

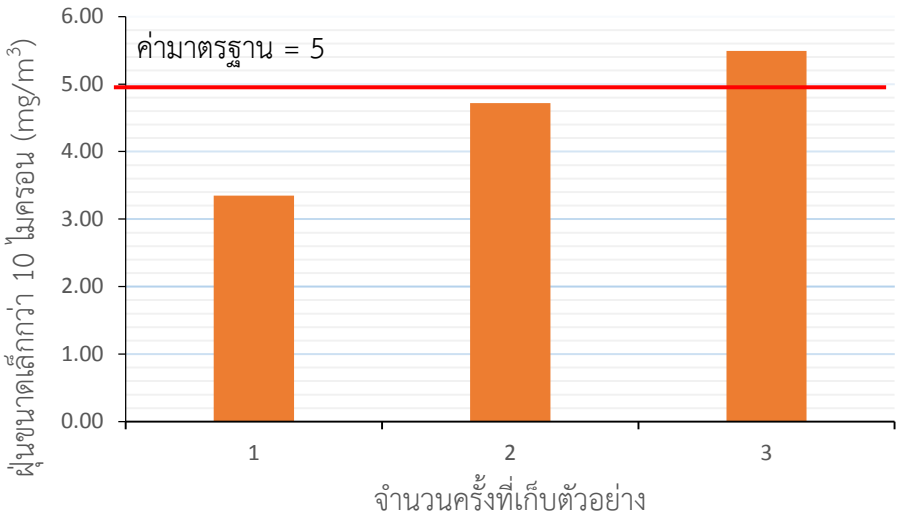
ตารางที่ 4.5 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

1	23 พ.ย.2559	3.35
2	24 พ.ย.2559	4.72
3	28 พ.ย.2559	5.49
ค่าต่ำสุด		3.35
ค่าสูงสุด		5.49
ค่าเฉลี่ย		4.52
ค่ามาตรฐาน		5.00

หมายเหตุ : โรงสีข้าวขนาดใหญ่ (ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟไทยทองเฮง)

จากตารางที่ 4.5 พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.49 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.35 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



ภาพที่4.4 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

จากตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม

(สารเคมี)อยู่ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจะเห็นได้ว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีค่าที่เกินมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 33.3

5. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

การศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจะทำการเก็บตัวอย่าง 8 ชั่วโมงต่อตัวอย่างและทำการเก็บตัวทั้งหมด 3 ตัวอย่างเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

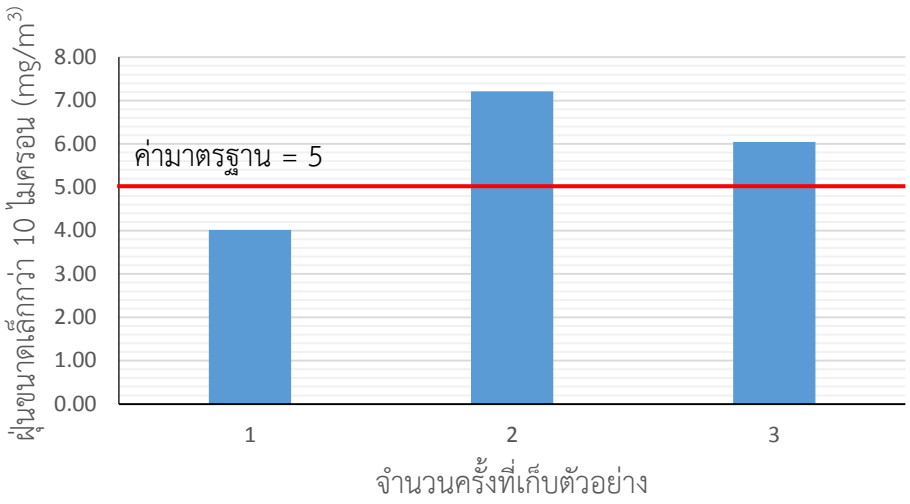
การศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1	23 พ.ย.2559	4.02
2	24 พ.ย.2559	7.21
3	28 พ.ย.2559	6.04
ค่าต่ำสุด		4.02
ค่าสูงสุด		7.21
ค่าเฉลี่ย		5.76
ค่ามาตรฐาน		5.00

หมายเหตุ : โรงสีข้าวขนาดเล็ก (โรงสีไทยวัฒนากร)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กมีค่าสูงสุดเท่ากับ 7.21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.02 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.76 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



ภาพที่4.5 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 ผลการศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)อยู่ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเห็นได้ว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีค่าที่เกินมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 66.7

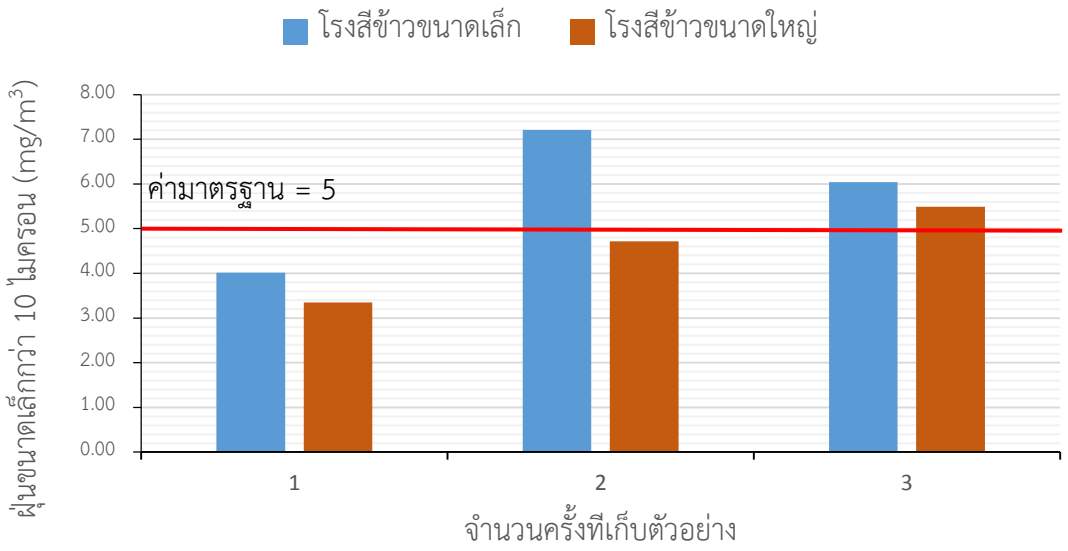
6. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ครั้งที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1	23 พ.ย.2559	3.35	4.02
2	24 พ.ย.2559	4.72	7.21
3	28 พ.ย.2559	5.49	6.04
ค่าต่ำสุด		3.35	4.02
ค่าสูงสุด		5.49	7.21
ค่าเฉลี่ย		4.52	5.76
ค่ามาตรฐาน		5.00	5.00

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐานอ้างอิงตาม ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี) ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2554)



ภาพที่4.6 กราฟแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

จากตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6 ซึ่งแสดงผลการศึกษาเปรียบเทียบฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด จำนวน 3 ตัวอย่าง มีปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.49 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าต่ำสุดท่ากับ 3.35 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กมีค่าสูงสุดท่ากับ 7.21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าต่ำสุดท่ากับ 4.02 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่าเฉลี่ยท่ากับ 5.76 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และนำค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรโรงสีข้าวขนาดใหญ่นั้นมีจำนวนตัวอย่างที่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดอยู่ 1 ตัวอย่าง และโรงสีข้าวขนาดเล็กนั้นมีจำนวนตัวอย่างที่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดอยู่ 2 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 33.3 และ 66.7

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเปรียบเทียบของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กกรณีศึกษาโรงสีข้าว อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กและ 2) ศึกษาเปรียบเทียบของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ซึ่งผลของการดำเนินงานวิจัยมีรายละเอียดโดยสรุปและรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ จากการวิจัยดังต่อไปนี้

สรุปผลการทำวิจัย

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

1.2 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็ก

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ทำการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายใน

โรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยใช้วิธีการวิเคราะแบบกราวิเมตริก (gravimetry) โดยใช้ปั๊มดูดอากาศที่ผ่านการการวัดอัตราการไหลแล้วให้อยู่ในช่วง1-2 ลิตรต่อนาที และใช้กระดาษกรองชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตรใช้ในการเก็บตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 8 ชั่วโมงระยะเวลาในการเก็บ 1 เดือนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกำค่ามาตรฐานตามกฎหมายกำหนอและทำการเก็บตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชั่วโมงและนำมาศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กโดยใช้หลักทางสถิติ t-Test (paired sample test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.ผลงการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยดังกล่าว สรุปได้ดั้งนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก ผลการวิเคราะห์ได้ดั้งนี้

1.ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (โรงสีไฟไทยทองเฮง) จำนวน 30 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 0.26 – 1.73 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35

2. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก (โรงสีไทยวัตนากร) จำนวน 30 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 0.69 – 1.99 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ1.25 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30

3.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กสรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีค่าน้อยกว่าโรงสีข้าวขนาดเล็กอยู่เพียงเล็กน้อยเพราะโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีการติดตั้งระบบบำบัดอากาศแต่โรงสีข้าวขนาดเล็กไม่มีการติดตั้งทำให้ฝุ่นละอองที่ออกมา

จากเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวนั้นสูงกว่าโรงสีข้าวขนาดใหญ่เล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดผลการวิเคราะห์ได้ดั้งนี้

(1) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (โรงสีไฟไทยทองเฮง) จำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 3.35 – 5.49 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ4.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและกฎหมายกำหนดอยู่ที่ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ (8 ชั่วโมง) ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายใโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (โรงสีไฟไทยทองเฮง) คิดเป็นร้อยละ 33.3 ที่เกินมาตรฐาน

(2) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (โรงสีไทยวัตนากร) จำนวน 3 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 4.02 – 7.21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ5.76 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและกฎหมายกำหนดอยู่ที่ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ (8 ชั่วโมง) ต้องไม่เกิณ 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ (โรงสีไฟไทยทองเฮง) คิดเป็นร้อยละ 66.7ที่เกินมาตรฐาน

3.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กมีค่าเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดมากกว่าโรงสีข้าวขนาดใหญ่เพราะโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีการติดตั้งระบบบำบัดอากาศแต่โรงสีข้าวขนาดเล็กไม่มีการติดตั้งทำให้ฝุ่นละอองภายในโรงสีข้าวขนาดเล็กมากกว่าโรงสีข้าวขนาดใหญ่

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กกรณีศึกษา อำเภอท่าตะโกจังหวัดนครสวรรค์ ผู้วิจัยข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้นดังต่อไปนี

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.1 ควรจะเพิ่มจำนวนการเก็บตัวอย่างและจำนวนของโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กให้มีปริมาณมากขึ้นเพื่อให้ค่าที่ได้มีความแน่นอนและหน้าเชื่อถือ

2. ข้อเสนอแนะนำสำหรับทำงานวิจัยต่อไป

2.1 ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็ก แต่ยังขาดโรงสีข้าวขนาดกลางควรที่จะทำการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองภายโรงสีข้าวทั้ง 3 ขนาด เพื่อที่จะได้ทำการศึกษาว่าปริมาณฝุ่นละอองภายในโรงสีข้าวขนาดใดมีปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุด

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2552). **คู่มือโรงงานอุตสาหกรรมสีข้าว สีข้าวนึ่ง**. กรุงเทพฯ: บริษัท ปัญญา คอนซัลแทนท์ จำกัด.

_____. (2559). **ระบบฐานข้อมูลโรงงาน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2559 จาก http://www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=data1search

ครุศิริ ฉลาด และณัฐพงษ์ กาญจนการี. (2549). **การศึกษาเรื่องปริมาณฝุ่นละอองรวม ในโรงสีข้าว ที่ใช้เครื่องจักรกลในเขตพื้นที่อำเภอท่ามะกา จังหวัด กาญจนบุรี**. กรุงเทพฯ: สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

จิรวรรณ ฟุ้งเฟื่อง. (2548). **การศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ต่อผู้ปฏิบัติงาน ในโรงสีข้าวจังหวัดพิษณุโลก**. พิษณุโลก. **มหาวิทยาลัยนเรศวร**

เนตรนภา ครโสภา. (2547). **การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมดในบริเวณทำงานของโรงสีข้าว**. **กรุงเทพฯ. กรมโรงงานอุตสาหกรรม**

พิชัย ศิริสุโขดม. (2557). **ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในโรง งานอาหารสัตว์**. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วีระ พันอินทร์. (2558). **การออกแบบและสร้างเครื่องดักฝุ่นแบบเปียกส าหรับโรงสีข้าวชุมชน**. ลำปาง: มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). **มลพิษทางอากาศ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมสมัย แพงดวง. (2551). **ปริมาณฝุ่นละอองที่ผู้ปฏิบัติงานโรงสีข้าวขนาดเล็กในหมู่บ้านได้รับขณะ ปฏิบัติงาน อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น**. ขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุจิรา ประสารพันธ์. (2544). **ฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมและฝุ่นละอองที่คนงานได้รับในโรงสีข้าว จังหวัดกาฬสินธุ์**. ขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ประกาศกระทรวงมหาดไทย

เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม

(สารเคมี) ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2554)

ประกาศกระทรวงมหาดไทย

ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๕๔)

เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

ประกาศฯ ฉบับนี้ มีการกำหนดแบ่งเป็น ๓ หมวด คือ หมวด ๑ สารเคมี หมวด ๒ มาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล และหมวด ๓ เบ็ดเตล็ด ซึ่งข้อกำหนดทั้งหมดถือเป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่ต้องปฏิบัติเท่านั้น สรุปสาระสำคัญของประกาศฯ ฉบับนี้ คือ การกำหนดค่ามาตรฐานสาเคมีในบรรยากาศของสถานที่ทำงานหรือในการทำงาน โดยในประกาศฉบับนี้กำหนดค่ามาตรฐานสารเคมีในบรรยากาศของการทำงานโดยสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ทำงานในที่ที่สารเคมีฟุ้งกระจายและจัดแบ่งเป็น ๔ ตาราง คือ

ตารางหมายเลข ๑ จะกำหนดว่า ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ (คือ ๘ ชั่วโมงต่อวัน) ปริมาณสารเคมีฟุ้งกระจายในบรรยากาศของการทำงานโดยเฉลี่ย จะเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าวไม่ได้ ซึ่งในตารางกำหนดสารเคมีให้ทั้งสิ้น ๗๒ ชนิด ตัวอย่างเช่น สารอัลดริน สามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศที่ทำงานเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน ๘ ชั่วโมงได้ไม่เกิน ๐.๒๕ มิลลิกรัมต1อลูกบาศก์เมตร

สำหรับตารางหมายเลข ๒ เป็นค่ามาตรฐานเคมีในการบรรยากาศของการทำงานที่ไม่ว่าเวลาใดของการทำงานปกติ ห้ามเกินเท่าที่กำหนดไว้โดยตารางกำหนดสารเคมีไว้ทั้งสิ้น ๒๔ ชนิด ตัวอย่างเช่น บิวทิลอะไมด์ ในที่ทำงานไม่ว่าเวลาใดๆ สามารถฟุ้งกระจายได้ไม่เกิน ๕ ล้านในล้านส่วน หรือ ๑๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นต้น

สำหรับตารางหมายเลข ๓ นั้น จะกำหนดค่ามาตรฐานสารเคมีเป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ และค่าความเข้มข้นในระยะเวลาที่กำหนดให้ทำงานได้ซึ่งในตารางกำหนดสารเคมีไวทั้งสิ้น ๒๑ ชนิดส่วนตารางหมายเลข ๔ กำหนดค่ามาตรฐาน ปริมาณสารเคมีเป็นค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติเช่นเดียวกัน ตารางที่ ๑ เพียงแต่สารเคมีในตารางที่ ๔ นี้ จะอยู่ในรูปฝุ่นแร่ ซึ่งในตารางกำหนดสารเคมีในรูปฝุ่นแร่ไว้ ๔ ชนิดตัวอย่างเช่น ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญชนิดฝุ่นทุกขนาด(Total Dust) สามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศที่ทำงานเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ (๘ ชม.) ได้ไม่เกิน ๑๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญชนิดฝุ่น

ขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable Dust) สามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศที่ทำงานเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ (๘ ชม.) ได้ไม่เกิน ๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ประกาศ ณ วันที่ ๘ มีนาคม ๒๕๕๔

ชวรัตน์ ชาญวีรกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

ภาคผนวก ข

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดให้โรงสีข้าวทุกประเภทเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ (พ.ศ. 2550)

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดให้โรงสีข้าวทุกประเภทเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ครอบคลุมการก่อให้เกิดอากาศเสียทุกประเภทจากการประกอบกิจการโรงสีข้าวอาศัยอำนาจตามความ ในมาตรา ๖๘ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุม มลพิษจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้โรงสี ข้าว ที่ใช้หม้อไอน้ำเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ลงวันที่ ๒๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๗

ข้อ ๒ ในประกาศนี้ “โรงสีข้าว” หมายความว่า โรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการสี ฝัด หรือขัดข้าว ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

“หม้อไอน้ำ” หมายความว่า หม้อไอน้ำที่เป็นต้นกำเนิดของพลังงานในการประกอบกิจการโรงสีข้าว โดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

“ค่าความทึบแสง” หมายความว่า จำนวนร้อยละของแสงที่ไม่สามารถส่องผ่านเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของโรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำ

“ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากโรงสีข้าว” หมายความว่า ฝุ่นละอองหรืออนุภาคขนาดเล็กจากการประกอบกิจการโรงสีข้าวที่ฟุ้งกระจายออกสู่บรรยากาศ

“ฝุ่นละอองหรืออนุภาคขนาดเล็ก” หมายความว่า ฝุ่นละอองหรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน ๑๐ ไมครอน

ข้อ ๓ ให้โรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำทุกขนาด เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุม ค่าความทึบแสงจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ และให้โรงสีข้าวทุกประเภทที่มีกำลัง การ

ผลิตมากกว่า ๒๐ ตันต่อวันขึ้นไป เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากกระบวนการผลิตออกสู่บรรยากาศ

ข้อ ๔ ห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองโรงสีข้าว ดังต่อไปนี้ ปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่ บรรยากาศ

(๑) โรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำทุกขนาด เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานค่าความทึบแสงจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของโรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนด มาตรฐานค่าความทึบแสงจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของโรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำ

(๒) โรงสีข้าวทุกประเภทที่มีกำลังการผลิตมากกว่า ๒๐ ตันต่อวันขึ้นไป เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากโรงสีข้าวตามที่กำหนดไว้ใน ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากโรงสีข้าว

ข้อ ๕ ประกาศนี้ให้มีผลบังคับใช้กับโรงสีข้าวดังต่อไปนี้

(๑) โรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำทุกขนาด ที่จะต้องถูกควบคุมค่าความทึบแสงจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ นับถัดจากวันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๒) โรงสีข้าวทุกประเภทที่มีกำลังการผลิตมากกว่า ๒๐ ตันต่อวันขึ้นไป ที่จะต้องถูกควบคุมค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองฟุ้งกระจายจากกระบวนการผลิตออกสู่บรรยากาศเมื่อพ้นกำหนดระยะเวลา หนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๐

เกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ค

วิธีการตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

วิธีการตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

หลักการ

วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) ในสถานประกอบการณ์สามารถด้วยวิธีกราวิเมตริก (Gravimetric methon) ซึ้งจะมีหลักการตรวจวัดดังนี้

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองด้วยวิธี (gravimetric methon) จะใช้เครื่องมือการเก็บตัวอย่างอากาศชนิด Sampling Pump อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง PVC ที่มีรูพรุน 5 ไมครอน ด้วยจะปรับอัตราการไหลด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลของปั้มเก็บตัวอย่างใหเอยู่ที่ระหว่าง 1-2 ลิตรต่อนาทีซึ่งอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จะติดอยู่บนกระดาษกรองเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 37 มิลลิเมตร ซึ่งผ่านการชั่งน้ำหนักมาแล้ว จากนั้นนำมาหาปริมาณฝุ่นละอองโดยวิธีการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักกระดาษกรองระหว่างก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง แล้วคำนวณหาค่าความเข้มข้นเป็นหน่วยน้ำหนักต่อปริมาตรอากาศ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

1. ปั๊มสำหรับเก็บตัวอย่าง (sampling pump)
2. กระดาษกรองชนิด PVC ขนาด 37mm pore size 5 um ผ่านการดูดความชื้นในตู้ดูดความชื้นแล้วไม่น้อยกว่า 24ชั่วโมง
3. ตลับกระดาษกรอง ขนาด 37 มิลลิเมตร
4. เครื่องสอบเทียบอัตราการไหลของปั๊มเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น
5. ปากคีบ ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง
6. สายยาง
7. เครื่องชั่งที่มีทศนิยม 5 ตำแหน่ง
8. ตู้ดูดความชื้น
9. ปากคีบ ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

หลักเกณฑ์ทั่วไปในการเลือกจุดเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

1. เลือกขนาดของโรงสีข้าวตามกำลังการผลิตให้ตรงกับวัตถุประสงค์
2. ทำการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กบริเวณเครื่องกะเทาะ

3. เครื่องเก็บตัวอย่างไม่ควรอยู่ไกล้บริเวณเครื่องมืออื่นนอกจากบริเวณเครื่องกะเทาะ

ขั้นตอนดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

(1). ตรวจดูความสมบูรณ์จองกระดาษกรอง เช่น รอยฉีดขาด

(2). สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง ความชื้อสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 5% อุณหภูมิห้องระหว่าง 15 – 30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 3 องศาเซลเซียส

(3). ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง

(4). วางกระดาษกรองบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น

(5). นำกระดาษกรองที่ผ่านการดูดความชื้นแล้วมาชั่งน้ำหนักก่อน

(6). บันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองเป็นค่าน้ำหนักก่อน

(7). นำกระดาษกรองไปใส่ในตลับใส่กระดาษกรองและนำปั๊มดูดอากาศและตลับใส่กระดาษกรองไปติดตั้งกับขาตั้งกล้องให้มีความสูงจากพื้นไม่เกิน 1.5 เมตร และทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่และโรงสีข้าวขนาดเล็กเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จำนวน 3 ตัวอย่าง และ 1 ชั่วโมง จำนวน 30 ตัวอย่าง

(8). นำกระดาษกกรองที่ผ่านการเก็บตัวอย่างแล้วมาเข้าตู้ดูดความชื้น

(9). บันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองเป็นค่าน้ำหนักหลัง

(10). คำนวณหาค่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

(11). นำค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวจำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 8 ชั่วโมงนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและนำค่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนากดเล็กกว่า 10 ไมครอน จำนวน 30 ตัวอย่างที่ทำการเก็บ 1 ชั่วโมงต่อตัวอย่างมาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กว่า 10 ไมครอนโดยใช้หลักการทางสถิติ t-Test (Paired Samples)

วิธีการวิเคราะห์ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

คำนวณอันตราการไหลที่สภาวะมาตรฐานคำนวณอัตราไหลที่ถูกต้อง (ถ้าจำเป็นในกรณีที่อุณหภูมิที่ทำการเก็บตัวอย่างไม่เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และความดันบรรยากาศไม่เท่ากับสภาวะมาตรฐาน) ดังสมการที่ (ง.1 – ง.3)

$$Q_{stp} = Q_{sample} \times \frac{P_{samp}}{P_{stp}} \times \frac{T_{stp}}{T_{samp}} \text{ ------- (ง.1)}$$

เมื่อ Q_{stp} คือ อัตราการไหลที่สภาวะมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

Qs_{amp} คือ อัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

P_{samp} คือ ความดันอากาศในการเก็บตัวอย่าง (มิลลิเมตรปรอท)

P_{stp} คือ ความดันอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (มิลลิเมตรปรอท)

T_{stp} คือ อุณหภูมิอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (องศาเคลลวิน)

T_{samp} คือ อุณหภูมิอากาศในการเก็บตัวอย่าง (องศาเคลลวิน)

คำนวณปริมาตรอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)

อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที) × เวลาเก็บตัวอย่าง (นาที) ------- (ง.2)

คำนวณน้ำหนักอนุภาคฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

$$PM\ 10 = \frac{(W_f - W_i)}{V} \times 10^3 \text{ ------- (ง.3)}$$

เมื่อ PM 10 คือ ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

W_f คือ น้ำหนักแผ่นกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W_i คือ น้ำหนักแผ่นกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง (กรัม)

V คือ ปริมาตรอากาศตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร)

10^3 คือ ค่าแปลงหน่วยจากกรัมเป็นมิลลิกรัม

ภาคผนวก ง

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ตารางที่ ง-1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่

ที่	วันที่ทำการตรวจวัด	น้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม)		เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
		น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง		
1	15 พฤศจิกายน 2559	0.03616	0.03629	60	1.12
2	15 พฤศจิกายน 2559	0.03634	0.03637	60	0.26
3	15 พฤศจิกายน 2559	0.0362	0.03627	60	0.61
4	15 พฤศจิกายน 2559	0.03648	0.03668	60	1.73
5	16 พฤศจิกายน 2559	0.03614	0.03629	60	1.30
6	16 พฤศจิกายน 2559	0.03639	0.03656	60	1.47
7	16 พฤศจิกายน 2559	0.03621	0.0363	60	0.77
8	16 พฤศจิกายน 2559	0.0363	0.03642	60	1.03
9	16 พฤศจิกายน 2559	0.03611	0.03631	60	1.72
10	17 พฤศจิกายน 2559	0.03634	0.03649	60	1.30
11	17 พฤศจิกายน 2559	0.03626	0.03641	60	1.30
12	17 พฤศจิกายน 2559	0.03616	0.03631	60	1.30
13	18 พฤศจิกายน 2559	0.03623	0.03638	60	1.30
14	18 พฤศจิกายน 2559	0.03611	0.03627	60	1.38
15	18 พฤศจิกายน 2559	0.03628	0.03642	60	1.21
16	18 พฤศจิกายน 2559	0.0362	0.03635	60	1.30
17	18 พฤศจิกายน 2559	0.03626	0.0364	60	1.21
18	21 พฤศจิกายน 2559	0.03638	0.03653	60	1.30
19	21 พฤศจิกายน 2559	0.03622	0.03642	60	1.73
20	21 พฤศจิกายน 2559	0.03646	0.03659	60	1.12
21	21 พฤศจิกายน 2559	0.03604	0.03621	60	1.46
22	21 พฤศจิกายน 2559	0.03632	0.03649	60	1.46
23	22 พฤศจิกายน 2559	0.03588	0.03598	60	0.86
24	22 พฤศจิกายน 2559	0.03652	0.03664	60	1.03
25	22 พฤศจิกายน 2559	0.03595	0.036	60	0.43
26	22 พฤศจิกายน 2559	0.03653	0.03666	60	1.12

27	22 พฤศจิกายน 2559	0.03636	0.03648	60	1.03
28	22 พฤศจิกายน 2559	0.03636	0.03653	60	1.46
29	23 พฤศจิกายน 2559	0.03624	0.03636	60	1.03
30	23 พฤศจิกายน 2559	0.03627	0.03641	60	1.20

ตารางที่ ง-2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก

ที่	วันที่ทำการตรวจวัด	น้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม)		เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
		น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง		
1	15 พฤศจิกายน 2559	0.03625	0.03648	60	1.99
2	15 พฤศจิกายน 2559	0.0364	0.03657	60	1.47
3	15 พฤศจิกายน 2559	0.03622	0.03634	60	1.04
4	15 พฤศจิกายน 2559	0.03653	0.03667	60	1.21
5	16 พฤศจิกายน 2559	0.03616	0.0363	60	1.21
6	16 พฤศจิกายน 2559	0.03656	0.03664	60	0.69
7	16 พฤศจิกายน 2559	0.03611	0.03621	60	0.87
8	16 พฤศจิกายน 2559	0.03656	0.03667	60	0.95
9	16 พฤศจิกายน 2559	0.03612	0.03628	60	1.38
10	17 พฤศจิกายน 2559	0.03644	0.03661	60	1.47
11	17 พฤศจิกายน 2559	0.03625	0.03637	60	1.04
12	17 พฤศจิกายน 2559	0.03649	0.03665	60	1.38
13	18 พฤศจิกายน 2559	0.03642	0.03658	60	1.38
14	18 พฤศจิกายน 2559	0.03631	0.03647	60	1.38
15	18 พฤศจิกายน 2559	0.03649	0.03662	60	1.12
16	18 พฤศจิกายน 2559	0.03633	0.03652	60	1.64
17	18 พฤศจิกายน 2559	0.03655	0.03669	60	1.21
18	21 พฤศจิกายน 2559	0.03635	0.0365	60	1.30
19	21 พฤศจิกายน 2559	0.03648	0.03662	60	1.21
20	21 พฤศจิกายน 2559	0.03623	0.03635	60	1.04

21	21 พฤศจิกายน 2559	0.03644	0.03658	60	1.21
22	21 พฤศจิกายน 2559	0.03637	0.03649	60	1.04
23	22 พฤศจิกายน 2559	0.03637	0.03659	60	1.90
24	22 พฤศจิกายน 2559	0.03631	0.03644	60	1.12
25	22 พฤศจิกายน 2559	0.03622	0.03636	60	1.21
26	22 พฤศจิกายน 2559	0.03639	0.03651	60	1.04
27	22 พฤศจิกายน 2559	0.0361	0.03631	60	1.82
28	22 พฤศจิกายน 2559	0.03633	0.03643	60	0.87
29	23 พฤศจิกายน 2559	0.03605	0.03618	60	1.12
30	23 พฤศจิกายน 2559	0.03584	0.03596	60	1.04

ตารางที่ ง-3 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่เพื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

วันที่ทำการตรวจวัด	น้ำหนักกระดาษกรอง(กรัม)		เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง		
24 พฤศจิกายน 2559	0.03623	0.03662	8	3.35
25 พฤศจิกายน 2559	0.03612	0.03676	8	4.72
28 พฤศจิกายน 2559	0.03623	0.03687	8	5.49

ตารางที่ ง-4 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก เพื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

วันที่ทำการตรวจวัด	น้ำหนักกระดาษกรอง(กรัม)		เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง		
24 พฤศจิกายน 2559	0.03622	0.04002	8	4.02
25 พฤศจิกายน 2559	0.03612	0.04292	8	7.21
28 พฤศจิกายน 2559	0.03623	0.04191	8	6.04

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ paired sample t-test

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 BIG	1.1847	30	.34558	.06309
SMALL	1.2450	30	.30118	.05499

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig
Pair 1 BIG & SMALL	30	.113	.553

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair1 BIG -SMALL	-.06033	.48333	.08824	-.24081	.12015	-.684	29	.500

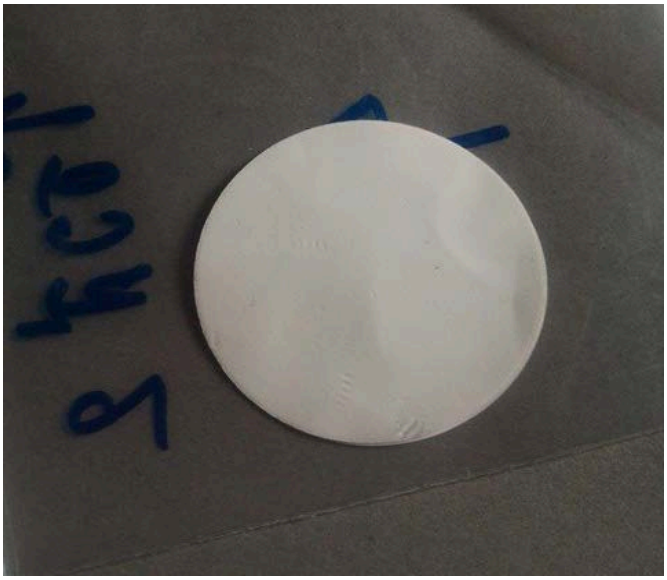
ภาคผนวก ฉ

ภาพขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

ภาพที่ ฉ-1 เครื่องปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Samping Pump)

ภาพที่ ฉ-2 ตลับกรอง (Closed Face Filter Cassette)

ภาพที่ ฉ-3 สายยางสำหรับดูดเก็บตัวอย่างอากาศ



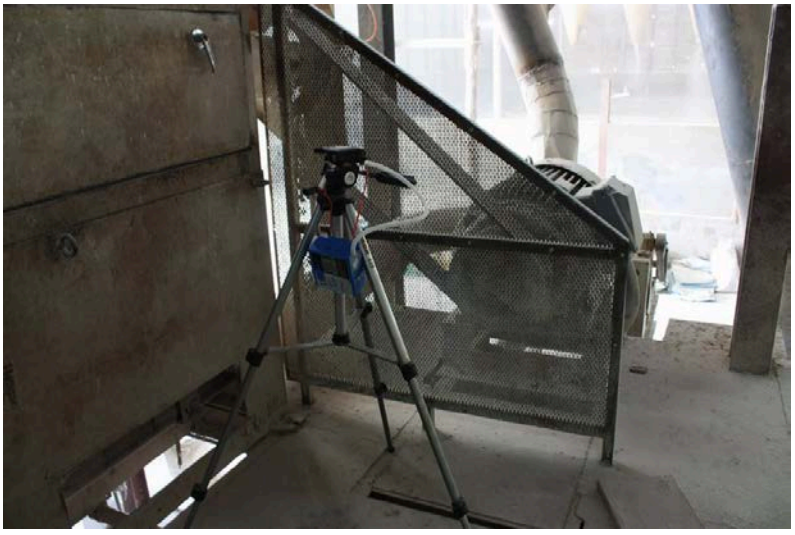
ภาพที่ ฉ-4 กระดาษกรองชนิดโพลิไวนิลคลอ (Polyvinyl chloride)

ภาพที่ ฉ-5 ตู้ดูดความชื้นสำหรับใส่กระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ ฉ-6 การนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักก่อน

ภาพที่ ฉ-7 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่

ภาพที่ ฉ-8 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างภายในโรงสีข้าวขนาดเล็ก



ภาพที่ ฉ-9 ลักษณะการติดตั้งการเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ ฉ-10 การนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักหลัง