นิพนธ์ต้นฉบับ

การกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมประเภทปิ้งย่าง

คมสันต์ แรงจบ[1] *และกาญจนา นาถะพินธุ*[2]

วันที่ได้รับต้นฉบับ : *25 ตุลาคม 2554*
วันที่ตอบรับการตีพิมพ์ : *5 มิถุนายน 2555*

[1] **ผู้รับผิดชอบบทความ :** *นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (โทรศัพท์:082-3009953, E-mail address: jjj-jack@hotmail.com)*
[2] *รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวางเพื่อศึกษาความเข้มข้นและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมปิ้งย่างโดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไปจากร้านค้าที่มีการปิ้งย่างอาหาร 4 ประเภท คือ หมูปิ้ง ไก่ย่าง ปลาเผา และข้าวโพดปิ้ง และเก็บตัวอย่างจากกิจกรรมหมูปิ้งที่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ได้แก่ พัดลมดูดควัน และครอบดูดควัน (Hood)โดยแต่ละกิจกรรมเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ร้าน จำนวน 12 ร้าน ร้านละ 3 ตัวอย่าง รวม 36 ตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองประเภทแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์แบบหมุนไม่ได้ 8 ชั้น ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า10ไมครอน (PM_{10}) ที่เกิดจากการปิ้งหมู ไก่ย่าง และปลาเผา สูงกว่าข้าวโพดปิ้ง โดยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย = S.D. ของหมูปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 =205.6±15 $\mu g/m^3$ และ 206.1±20 $\mu g/m^3$ ไก่ย่างร้าน 1 และร้าน 2 =210.7±13 $\mu g/m^3$ และ 175.3±14 $\mu g/m^3$ปลาเผาร้าน 1 และร้าน 2 =195.2±13 $\mu g/m^3$ และ 188.1±30 $\mu g/m^3$ ข้าวโพดปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 = 115.9±9 $\mu g/m^3$ และ 104.7±12 $\mu g/m^3$ โดยปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งหมูที่มีอุปกรณ์ควบคุมควันมีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าการปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ดังนี้ การปิ้งหมูที่ใช้พัดลมดูดควันร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย S.D.= 179.2±34 $\mu g/m^3$ และ 185.3±7 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ การปิ้งหมูที่ใช้ครอบดูดควัน (Hood) ร้าน 1 และร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย S.D.=114.5±26 $\mu g/m^3$ และ 110.8±21 $\mu g/m^3$ ตามลำดับและพบว่าการปิ้งย่างอาหารทุกชนิดมีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มากกว่าอนุภาคขนาด 5-10 ไมครอน มากกว่าขนาด 2.5-5 ไมครอน

คำสำคัญ: *การจำแนกขนาดอนุภาค, การปิ้งย่าง*

Original Article

Size Distribution of Particles Generated from Grilling Process

Komsan Rangjob [1] *and Ganjana Nathapindhu* [2]

Received Date : *October 25, 2011*
Accepted Date : *June 5, 2012*

[1] **Corresponding author :** *Master Degree in Public Health Student (Environmental Health), Faculty of Public Health, Khon Kaen University (Tel. 082-3009953, E-mail address : jjj-jack@hotmail.com)*
[2] *Associate Professor, Department of Environmental Health Science, Faculty of Public Health, Khon Kaen University*

Abstract

This study was conducted as a cross-sectional descriptive research aimined to study the concentration and distribution of small particles occurring during grilling food. The particles were obtained while grilling from 4 types of grilled food including: 1) pork 2) chicken 3) fish and 4 corn. Samples were collected from smoke control devices, which were installed between the fan and the canopy hood. Altogether 12 smoke devices were investigated and from each device 3 samples were taken. The samples were collected by using the Eight Stage Non-Viable Andersen Cascade Impactor. The concentration of particles with sizes less than 10 micron (PM_{10}) were higher when grilling pork, chicken or fish than grilling corn. Coverage PM_{10} concentration of grilling porkshops of number 1 and 2 were 205.6±15 $\mu g/m^3$ and 206.1±20 $\mu g/m^3$ when grilling chicken. Grilling shops number 1 and 2 were210.7±13 $\mu g/m^3$ and 175.3±14 $\mu g/m^3$ coverage PM_{10} concentration. When grilling fish shops number 1 and 2 coverage PM_{10} concentrations were 195.2±13 $\mu g/m^3$ and 188.1±30 $\mu g/m^3$. Coverage PM_{10} concentration when grilling corn shops number 1 and 2 were 115.9±9 $\mu g/m^3$ and 104.7±12 $\mu g/m^3$ Moreover, it was found that the concentration of particles from grilling pork which had the smoke control devices had the concentration of particles lower than the grilling pork which did not use the devices.coverage PM_{10} concentration of grilling pork which used single section fan shops number 1 and 2 were 179.2±34 $\mu g/m^3$and 185.3±7 $\mu g/m^3$coverage PM_{10} concentration of grilling pork which used canopy hood shops number 1 and 2 were 114.5±26 $\mu g/m^3$ and 110.8±21 $\mu g/m^3$. It was also found that all type of food grilling processes had higher proportion of particles smaller than 2.5 micron higher than particles size at the size of 5-10 micron and 2.5-5 micron.

Keyword: *particle size distribution*, *grilling process*

บทนำ

ปัญหามลพิษอากาศด้านอนุภาคนับเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ได้ จากรายงานของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมกรมควบคุมโรค พบว่า ฝุ่นควันหรืออนุภาคขนาดที่เล็กกว่า 10 ไมครอนที่เกิดจากการเผาไหม้จะส่งผลกระทบทำให้มีอาการทางระบบทางเดินหายใจและอาการทางตา นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคหัวใจมากขึ้นด้วยซึ่งฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาไหม้ก็ทำให้เกิดอาการได้เช่นเดียวกันกับฝุ่นควันจากท่อไอเสียรถยนต์ใน กทม. และยังพบว่าหากเพิ่มปริมาณฝุ่นทุก 10 $\mu g/m^3$จะทำให้เพิ่มอัตราการตายทุกสาเหตุร้อยละ 4.5 เพิ่มอัตราการตายจากโรคระบบทางเดินหายใจร้อยละ 9.8 เพิ่มอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 3.9 เพิ่มอัตราการตายในผู้สูงอายุที่มากกว่า 65ปี ถึงร้อยละ 5.4 ด้วยโดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมาก่อนเช่นภูมิแพ้หอบหืดถุงลมโป่งพองและโรคหัวใจ (สมเกียรติศิริรัตนพฤกษ์, 2552) และจากการศึกษาประวัติการเจ็บป่วยของประชาชนในพื้นที่ที่มีการเผาพื้นที่การเกษตร พบว่า ในช่วงที่ทำการเผา ประชาชนส่วนใหญ่มีอาการเป็นโรคภูมิแพ้ ร้อยละ 29.8 รองลงมา พบมีอาการป่วยด้วยโรคหอบหืด ร้อยละ 26.6 โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ร้อยละ 4.9 นอกจากนี้ยังมีอาการเป็นหวัดจากภูมิแพ้ฝุ่นละอองเป็นส่วนใหญ่ มีอาการไอ และมีผื่นคันตามร่างกายเมื่อถูกฝุ่นละออง (กมลพรรณ โคตรมณี, 2551) กิจกรรมการปิ้งย่างโดยทั่วไปนิยมใช้เตาถ่าน ไม่นิยมใช้เตาไฟฟ้าหรือเตาแก๊ส ปัญหาที่ตามมาคือ เขม่าควัน อนุภาคขนาดเล็กและนอกจากนี้ยังเป็นแหล่งกำเนิดของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon; PAHs) ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่เกิดในควันไฟ ควันธูป ควันบุหรี่ ควันโรงงาน และควันอื่น ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์โดยพบว่าปริมาณฝุ่น PM_{10} $PM_{2.5}$ และ PM_1 ภายในบ้านพักในเขตริมถนน เมือง และเขตชนบท ส่วนใหญ่เกิดจากการทำครัวและการสูบบุหรี่ (Jone et al., 2000) อนุภาคที่เกิดขึ้นมีขนาดประมาณ 0.1- 1 ไมครอน มักจะมีการควบแน่น จับกลุ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น และมักจะมีขนาดที่คงที่ประมาณ 0.1 ไมครอน สารต่าง ๆ เหล่านี้จึงมักเข้าไปในส่วนลึกของระบบทางเดินหายใจได้ดีจึงมีผลกระต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งหลักฐานจากการวิจัยพบว่า ฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ถูกกักเก็บไว้ที่จมูก 100% ส่วนฝุ่นขนาด 5 ไมครอน จะถูกกักเก็บไว้ 75% เมื่อหายใจปกติทางจมูก (Hinds, 1982 อ้างถึงใน ภารดี ช่วยบำรุง, 2547)

วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาความเข้มข้นและการกระจายตัวของอนุภาคขนาดเล็กที่เกิดกิจกรรมประเภทปิ้งย่าง

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การเก็บตัวอย่างอนุภาคในบรรยากาศทั่วไปที่เกิดจากการปิ้งย่างอาหาร 4 ประเภท คือ หมูปิ้ง(ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน) ไก่ย่างปลาเผาและข้าวโพดปิ้ง และเก็บตัวอย่างจากกิจกรรมหมูปิ้งที่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ได้แก่พัดลมดูดควัน และครอบดูดควัน (Hood) โดยแต่ละกิจกรรมเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ร้าน ร้านละ 3 ตัวอย่าง (เก็บตัวอย่าง 1 จุด ต่อร้าน แต่ละร้านเก็บ 3 ตัวอย่าง)จำนวน 12 ร้าน รวม 36 ตัวอย่าง และทำการเก็บตัวอย่างก่อนมีการดำเนินกิจกรรมปิ้งย่างของแต่ละร้านโดยเก็บตัวอย่าง ร้านละ 1 ตัวอย่าง รวม 12 ตัวอย่างเพื่อเป็นค่าพื้นฐาน (background) สำหรับลักษณะของร้านปิ้งย่างที่ทำการเก็บตัวอย่างได้มีการคัดเลือกให้มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือใกล้เคียงกัน คือ เป็นร้านปิ้งย่างที่ที่ตั้งอยู่ริมถนน ในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่นมีลักษณะการขายชั่วคราว/เป็นช่วงเวลา โดยเตาปิ้งย่างทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตรผ่าครึ่งแบบไม่มีฝา และเตาตั้งบริเวณนอกตัวโครงสร้างของร้านทุกร้าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เครื่องแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์แบบหมุนไม่ได้ 8 ชั้น (Eight Stage Non-Viable AndersenCascade Impactor Series 20-800) พร้อมชุดปรับเทียบความถูกต้อง โดยแต่ละชั้นเจาะรูให้อากาศและอนุภาคไหลผ่านได้ซึ่งขนาดรูจะลดหลั่นกันลงมาทำให้ชั้นบนเก็บอนุภาคได้ขนาดใหญ่ในชั้นถัดไปขนาดอนุภาคจะเล็กลงเรื่อย ๆ จึงสามารถจำลองรูปแบบการตกตัวของอนุภาคในชั้นต่าง ๆได้คล้ายกับที่อนุภาคตกตัวในระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ซึ่งขนาดอนุภาคที่ถูกแยกเก็บจะอยู่ในช่วง 0.4 - 10 ไมครอน (Themo Electron Corporation, 2004)ขนาดอนุภาคที่กักเก็บได้ดังแสดงในตารางที่ 1ก่อนการเก็บตัวอย่างมีการปรับเทียบอัตราดูดอากาศเครื่องแอนเดอร์เซนอิมแพค

เตอร์โดยใส่กระดาษกรองให้ทุกชั้นจากนั้นต่อท่อเข้ากับชุดปรับเทียบ และปรับอัตราการไหลได้จากหัววาวล์ที่ตัวปั๊มปรับไปเรื่อย ๆ ตามสเกลโรตามิเตอร์แล้วจากนั้นก็นำค่าที่ได้มาทำกราฟมาตรฐาน จุดเก็บตัวอย่าง โดยการตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างห่างจากจุดปิ้งย่างและอุปกรณ์ควบคุมควัน 2 เมตร ที่ระดับความสูง 1.5 เมตร ซึ่งเป็นระดับ breathing zone sampling และจากการศึกษาของปวีณา ทิพย์เสวต (2546) พบว่า ที่ระดับความสูง 3.0 เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าที่ระดับ 1.5 เมตร มากกว่า 0.5 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกที่ระดับความสูง 1.5 เมตร ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 1 ชั่วโมงเนื่องจากระยะเวลาเฉลี่ยของการปิ้งย่างแต่ละกิจกรรมต่อครั้งคือ 50-60 นาทีการเก็บตัวอย่างอากาศใช้กระดาษกรองชนิด Glass Fiber เส้นผ่าศูนย์กลาง 81 มิลลิเมตร (SKC, Inc) ซึ่งกระดาษกรองที่ใช้ต้องนำมาดูดความชื้น (Desiccator) อย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก ทั้งก่อนและหลัง เก็บตัวอย่างทั้งนี้เพื่อไล่ความชื้นซึ่งกระดาษกรองอาจดูดความชื้นจากอากาศ ดังนั้นการเคลื่อนย้ายกระดาษกรองจึงมีการบรรจุลงในซองกระดาษหรือซองพลาสติกสำหรับอัตราการดูดอากาศของปั๊มในการเก็บตัวอย่างใช้อัตราการดูดอากาศของปั๊มที่อัตรา 1.698 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (28.3 ลิตร/นาที) โดยเก็บตัวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วหาน้ำหนักของกระดาษกรองที่เพิ่มขึ้นหลังเก็บตัวอย่าง ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง ซึ่งก็คือน้ำหนักอนุภาคที่ได้จากบรรยากาศเมื่อนำมาหารด้วยปริมาตรอากาศที่ดูดเข้าเครื่องก็จะได้ความเข้มข้นของอนุภาคในบรรยากาศในแต่ละชั้นกักเก็บ

ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เก็บตัวอย่างอากาศจากร้านที่มีการปิ้งย่างที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิง โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์พบว่า ปริมาณอาหารที่ปิ้งย่างแต่ละวันโดยเฉลี่ยแต่ละกิจกรรม คือ หมูปิ้ง 8-10 กิโลกรัม ไก่ย่าง 15-20 กิโลกรัม ปลาเผา 15-20 กิโลกรัม ข้าวโพดปิ้ง 30-40 กิโลกรัม ผลจากการศึกษาปริมาณของอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ที่เกิดจากหมูปิ้ง ไก่ย่าง ปลาเผา และข้าวโพดปิ้ง พบว่า การปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควันร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. 205.6±15 $\mu g/m^3$ และ 206.1±20 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ไก่ย่างร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. 210.7±13 $\mu g/m^3$และ 175.3±14 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ปลาเผาร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. 195.2±13 $\mu g/m^3$และ 188.1±30 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ข้าวโพดปิ้งร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. 115.9±9 $\mu g/m^3$ และ 104.7±12 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ การปิ้งหมูที่ใช้พัดลมดูดควันร้าน 1 และร้าน 2 มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. 179.2±34 $\mu g/m^3$ และ 185.3±7 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ การปิ้งหมูที่ใช้ครอบดูดควัน (Hood) ร้าน 1 และร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. 114.5±26 $\mu g/m^3$ และ 110.8±21 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ สรุปผลการศึกษาพบว่าปริมาณของ PM_{10}ที่เกิดจากหมูปิ้ง ไก่ย่าง ปลาเผา มีค่าสูงกว่าข้าวโพดปิ้ง และปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควันมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าการปิ้งหมูที่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน (ดังตารางที่ 2) การกระจายตัวของอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{<2.5}$) ขนาด 2.5-5 ไมครอน ($PM_{2.5-5}$) และขนาด 5 -10 ไมครอน (PM_{5-10}) ในอนุภาคทั้งหมด(0.4-10 ไมครอน)พบว่า การปิ้งย่างอาหารทุกชนิดมีการกระจายของอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มากกว่าอนุภาคขนาด 5 -10 ไมครอน (PM_{5-10}) มากกว่าขนาด 2.5-5 ไมครอน ($PM_{2.5-5}$) ยกเว้นไก่ย่างร้านที่ 1 มีการกระจายของ $PM_{<2.5}$ มากกว่า $PM_{2.5-5}$มากกว่า PM_{5-10} ดังนี้ หมูปิ้งร้าน 1 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ $PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 123.6±25 $\mu g/m^3$ 47.1±4 $\mu g/m^3$ และ36.6±3 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ หมูปิ้งร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ $PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 121.7±32 $\mu g/m^3$41.2±14 $\mu g/m^3$ และ 38.6±13 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ไก่ย่างร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย ± S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ $PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 110.5±10 $\mu g/m^3$47.7±13 $\mu g/m^3$ และ 20.9±8 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ปลาเผาร้าน 1 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ $PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 89.1±15 $\mu g/m^3$ 49.0±7 $\mu g/m^3$และ 39.2±14 $\mu g/m^3$ตามลำดับ ปลาเผาร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ $PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 106.9±15 $\mu g/m^3$ 44.5±13 $\mu g/m^3$และ 36.6±7 $\mu g/m^3$ตามลำดับ ข้าวโพดปิ้งร้าน 1ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ $PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 67.4±21 $\mu g/m^3$ 27.7±9 $\mu g/m^3$และ 18.3±10 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ข้าวโพดร้าน 2 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D. ของ $PM_{<2.5}PM_{5-10}$ และ$PM_{2.5-5}$ เท่ากับ 53.0±13 $\mu g/m^3$ 30.7±1 $\mu g/m^3$และ 20.9±5 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ และไก่ย่างร้านที่ 1 ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย±S.D.

ของ $PM_{<2.5}$ มากว่า $PM_{2.5-5}$ มากกว่า PM_{5-10} เท่ากับ 111.2±32 µg/m^3 53.00±7 µg/m^3และ 46.4±23 µg/m^3 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3) ความเข้มข้นของอนุภาคที่ทำการเก็บตัวอย่างก่อนมีการปิ้งย่าง (Background) พบว่า มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 47.1-78.5 µg/m^3 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคระหว่างค่า background กับปริมาณอนุภาคแต่ละกิจกรรม พบว่า ค่าความเข้มข้นหมูปิ้งร้าน 1 (ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน) สูงกว่าค่า background 2.6 เท่าหมูปิ้งร้าน 2 (ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน)สูงกว่าค่า background4.4 เท่า ไก่ย่างร้านที่ 1 สูงกว่าค่า background 4.3 เท่า ไก่ย่างร้านที่ 2 สูงกว่าค่า background 2.8 เท่าปลาเผาร้านที่ 1 สูงกว่าค่า background 2.9 เท่า ปลาเผาร้านที่ 2 สูงกว่าค่า background 2.9 เท่าข้าวโพดปิ้งร้านที่ 1 สูงกว่าค่า background 1.9 เท่าข้าวโพดปิ้งร้านที่ 2 สูงกว่าค่า background 1.9 เท่าหมูปิ้ง(พัดลม) ร้านที่ 1 สูงกว่าค่า background 3.5 เท่าหมูปิ้ง(พัดลม)ร้านที่ 2 สูงกว่าค่า background 3.8 เท่าหมูปิ้ง (hood) ร้านที่ 1 สูงกว่าค่า background 1.8 เท่า หมูปิ้ง (hood) ร้านที่ 2 สูงกว่าค่า background 1.7 เท่า

บทสรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษา พบว่า ค่าความเข้มของอนุภาคทุกกิจกรรมมีค่าสูงกว่าค่าความเข้มของ backgroundแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมปิ้งย่างส่งผลให้ปริมาณของอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเพิ่มขึ้น โดยปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ที่เกิดจากการปิ้งหมู ไก่ย่าง และปลาเผา มีค่าความเข้มข้นอนุภาคสูงกว่าการปิ้งข้าวโพด เนื่องจากหมูปิ้ง ปิ้งหมู การย่างไก่ และปลาเผา เป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์และมีปริมาณไขมันสูง ทำให้ระหว่างที่มีการปิ้งย่างจำเป็นต้องมีการนำขี้เถ้ากลบหน้าถ่านไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการลุกติดไฟของไขมันที่หยดลงในเตา ประกอบกับลักษณะของเตาที่ดัดแปลงจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ทำให้ไม่มีรังผึ้งรองด้านล่างเตาเพื่อให้อากาศไหลเข้า จึงก่อให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้อาจเนื่องไขมันหยดลงในเตาทำให้มีการฟุ้งกระจายของอนุภาคได้มากกว่าข้าวโพดปิ้ง ปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งหมูที่มีอุปกรณ์ควบคุมควันมีค่าต่ำกว่าการปิ้งหมูที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน โดยพบว่า หมูปิ้งที่ใช้พัดลมดูดควันมีปริมาณอนุภาคสูงกว่าครอบดูดควัน เนื่องจาก ลักษณะการทำงานของพัดลมดูดควัน จะเป็นการดูดบริเวณหน้าเตา ซึ่งอนุภาคไม่ลอยตัวขึ้นสูงและกระจายไปบริเวณรอบ ๆ จากการสังเกตพบว่า หากมีกระแสลมแรงยิ่งทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของพัดลมลดลงและทำให้มีการฟุ้งกระจายในบริเวณโดยรอบมากขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการใช้ครอบดูดควัน (Hood) ที่สามารถลดปริมาณของอนุภาคได้มากกว่า เนื่องลักษณะเป็นตู้ครอบทั้งเตา มีแรงดูดและมีท่อส่งให้มลสารที่เกิดจากการปิ้งย่างลอยตัวได้สูงกว่าการใช้พัดลมดูดควันนอกจากนี้ขั้นตอนการปิ้งย่างก็ส่งผลต่อปริมาณอนุภาคที่เกิดขึ้น เช่น ซึ่งจากการศึกษาของอนุดิษฐ์ ศรีทองคำ (2550) พบว่า การปิ้งหมูโดยใช้หมูสันใน มีปริมาณ PM_{10} มากที่สุด รองลงมาคือ หมูสามชั้น และหมูสันนอก ตามลำดับ โดยการปิ้งหมูที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้เกิดปริมาณฝุ่น PM_{10} มีค่าสูงขึ้นขณะที่มีการปิ้งย่างหากมีการพลิกกลับไม่บ่อยจะทำให้เกิดปริมาณ PM_{10} มาก และนอกจากนี้พื้นที่หน้าตัดของเนื้อหมูที่ใหญ่หรือชิ้นใหญ่จะทำให้เกิดปริมาณ PM $_{10}$ มากขึ้น ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาค พบว่า การปิ้งย่างอาหารทุกชนิดมีการกระจายของอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มากกว่าอนุภาคขนาด 5-10 ไมครอน (PM_{5-10}) มากกว่าขนาด 2.5-5 ไมครอน ($PM_{2.5-5}$) ยกเว้นไก่ย่างร้านที่ 1 มีการกระจายของ $PM_{<2.5}$ มากกว่า $PM_{2.5-5}$ มากกว่า PM_{5-10} เนื่องจากอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดโดยตรง ซึ่งองค์ประกอบของสัดส่วนของ $PM_{2.5}$ ที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดมีความแตกต่างกัน เช่น ฝุ่นจากถนนมีสัดส่วนของ $PM_{2.5}$เพียง 10.7% ในขณะที่สัดส่วนของ $PM_{2.5}$ จากการเผาวัสดุทางการเกษตร มีสัดส่วนสูงถึง 82.7% และจากข้อมูลพบว่าสัดส่วนของ $PM_{2.5}$ จากการเผาไหม้สูงถึง 97.4% (เอกสาร US.EPA, 2010)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการศึกษา พบว่ามีปริมาณอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป ในปริมาณที่สูงในช่วงเวลาที่การปิ้งย่าง โดยเฉพาะกิจกรรมการปิ้งย่างอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง เช่น ไก่ย่าง และหมูปิ้ง และพบว่าปริมาณของอนุภาคจากการปิ้งย่างมีค่าลดลงเมื่อมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมควัน คือ พัดลมดูดควัน ครอบดูดควัน (Hood) ดังนั้นควรมีการส่งเสริมให้ร้านค้าที่มีกิจกรรมปิ้งย่างมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมควันเพื่อลดโอกาสเสี่ยงต่ออาการเจ็บป่วยของโรคระบบทางเดินหายใจและผลกระทบด้านสุขภาพเนื่องจากอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมปิ้งย่างส่วนใหญ่เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ซึ่งมีโอกาสมากที่จะเข้าไปสะสมอยู่ภายในปอดมากกว่าอนุภาคขนาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

กมลพรรณ โคตรรมณี.(2551). **สถานการณ์การเผาในที่โล่ง และสภาวะฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมจากการเผาพื้นที่เกษตรกรรม กรณีศึกษาอำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภารดี ช่วยบำรุง. (2547). **การออกแบบประดิษฐ์และทดสอบความเที่ยงตรงของการจำแนกขนาดฝุ่นของ Lundgren Impactorในการเก็บตัวอย่างอนุภาคเพื่อการวิเคราะห์ในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ปวีณา ทิพย์เสวต. (2546). **อิทธิพลของสิ่งก่อสร้างต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุดิษฐ์ ศรีทองคำ. (2550). **สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในฝุ่น PM 10 จากการปิ้งหมู.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์. (2552). **สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค.**ค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2553, จาก http://www.envocc.org/html/

Hinds, G. (1999). **Aerosol Technology.** N.Y.: John Wiley & Sons.

Jones, N.C., Thornton, C., Mark, D., & Harrison, RM. (2000). Indoor/outdoor relationships of particulatematter in domestic home with roadside, urban and rural location. **Atmospheric Environment, 34**, 2603-2612.

Themo Electron Corporation. (2004). Eight stage Non-viable impactor (series 20-800 Mark II). Retrieved May 11, 2010, from http://www.thermo.com/com/cda/product/detail/1,1055,22485,00.html

United States Environmental Protection Agency [US.EPA]. (2010). **Characteristics of particles size distribution.** Retrieved May 11, 2010, from http://www.epa.gov/eogapti1/bces/module3/distribu/distribu.htm

ตารางที่ 1 ขนาดอนุภาคที่กักเก็บได้ของเครื่องแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์แบบหมุนไม่ได้ 8 ชั้น

ชั้น	Andersen Impactor	
	ขนาดอนุภาค (µm) ที่กักเก็บ	Cutoff size, Dp50(µm)
0	9.0 – 10.0	9.0
1	5.8 – 9.0	5.8
2	4.7 – 5.8	4.7
3	3.3 – 4.7	3.3
4	2.1 – 3.3	2.1
5	1.1 – 2.1	1.1
6	0.7 – 1.1	0.7
7	0.4 – 0.7	0.4
Backup Filter	<0.4	-

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นอนุภาคแยกตามประเภทกิจกรรมปิ้งย่าง

กิจกรรม	ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)			
	ค่าเฉลี่ย±S.D.	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	Background*
หมูปิ้ง (ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน) ร้าน 1	205.6±15	222.2	170.3	78.5
หมูปิ้ง (ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน) ร้าน 2	206.1±20	219.8	182.5	47.1
ไก่ย่าง ร้าน 1	210.7±13	223.7	210.0	49.6
ไก่ย่าง ร้าน 2	175.3±14	186.4	159.0	62.2
ปลาเผา ร้าน 1	195.2±13	208.6	182.5	68.7
ปลาเผา ร้าน 2	188.1±30	200.2	167.4	64.7
ข้าวโพดปิ้ง ร้าน 1	115.9±9	124.6	117.1	60.8
ข้าวโพดปิ้ง ร้าน 2	104.7±12	111.9	94.2	56.5
หมูปิ้ง(พัดลม) ร้าน 1	179.2±34	206.1	141.3	51.5
หมูปิ้ง (พัดลม) ร้าน 2	185.3±7	192.9	178.6	49.0
หมูปิ้ง(hood) ร้าน 1	114.5±26	143.3	92.2	62.2
หมูปิ้ง (hood) ร้าน 2	110.8±21	127.6	87.1	64.6

*ความเข้มข้นของอนุภาคที่ทำการเก็บตัวอย่างก่อนมีการปิ้งย่าง

ตารางที่ 3 การกระจายตัวของอนุภาคแยกตามประเภทกิจกรรมปิ้งย่าง

กิจกรรม		<2.5 ไมครอน	2.5 - 5 ไมครอน	5 -10 ไมครอน
		ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)
หมูปิ้ง ร้าน 1	เฉลี่ย± S.D.	123.6±25	36.6±3	47.1±4
(ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน)	สูงสุด	151.1	39.2	51.0
	ต่ำสุด	102.0	37.3	43.1
	BG*	17.6	23.5	37.3
หมูปิ้ง ร้าน 2	เฉลี่ย± S.D.	121.7±32	38.6±13	41.2±14
(ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน)	สูงสุด	153.1	47.1	47.1
	ต่ำสุด	88.3	23.5	25.5
	BG*	17.6	7.8	21.5
ไก่ย่าง ร้าน 1	เฉลี่ย± S.D.	111.2±32	53.0±7	46.4±23
	สูงสุด	131.5	60.8	72.6
	ต่ำสุด	74.6	47.1	31.4
	BG*	10.4	15.7	19.6
ไก่ย่าง ร้าน 2	เฉลี่ย± S.D.	110.5±10	20.9±8	47.7±13
	สูงสุด	119.7	27.4	56.9
	ต่ำสุด	100.1	11.7	33.3
	BG*	23.5	7.8	31.4
ปลาเผาร้าน 1	เฉลี่ย± S.D.	89.1±15	39.2±14	49.0±7
	สูงสุด	104.6	54.9	53.0
	ต่ำสุด	74.6	35.3	41.2
	BG*	21.5	17.6	29.4
ปลาเผา ร้าน 2	เฉลี่ย± S.D.	106.9±15	36.6±7	44.5±13
	สูงสุด	123.6	45.1	56.9
	ต่ำสุด	97.1	31.4	31.4
	BG*	23.5	15.7	25.5
ข้าวโพดปิ้ง	เฉลี่ย± S.D.	67.4±21	18.3±10	27.7±9
ร้าน 1	สูงสุด	82.4	27.4	35.3
	ต่ำสุด	43.1	7.8	19.6
	BG*	25.5	13.7	27.4
ข้าวโพดปิ้ง	เฉลี่ย± S.D.	53.0±13	20.9±5	30.7±1
ร้าน 2	สูงสุด	64.7	23.5	31.4
	ต่ำสุด	39.2	15.7	29.4
	BG*	21.5	6.0	23.5
หมูปิ้ง(พัดลม)ร้าน 1	เฉลี่ย± S.D.	98.1±17	31.4±21	39.9±23
	สูงสุด	106.0	51.0	53.0
	ต่ำสุด	78.5	9.8	33.3
	BG*	13.7	9.8	23.5
หมูปิ้ง(พัดลม)ร้าน 2	เฉลี่ย± S.D.	89.1±5	45.1±7	56.9±21
	สูงสุด	94.8	53.0	74.6
	ต่ำสุด	86.3	41.2	33.3
	BG*	13.7	13.7	27.4

ตารางที่ 3 การกระจายตัวของอนุภาคแยกตามประเภทกิจกรรมปิ้งย่าง (ต่อ)

กิจกรรม		<2.5 ไมครอน	2.5 - 5 ไมครอน	5 -10 ไมครอน
		ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้น ($\mu g/m^3$)
หมูปิ้ง(Hood) ร้าน 1	เฉลี่ย± S.D.	40.5±16	30.1±6	41.2±3
	สูงสุด	58.8	35.3	45.1
	ต่ำสุด	29.4	23.5	39.2
	BG*	27.7	16.8	23.8
หมูปิ้ง(Hood) ร้าน 2	เฉลี่ย± S.D.	38.6±9	23.5±12	37.3±17
	สูงสุด	49.0	37.3	54.9
	ต่ำสุด	33.3	13.7	35.3
	BG*	21.5	7.4	33.5

*ความเข้มข้นของอนุภาคที่ทำการเก็บตัวอย่างก่อนมีการปิ้งย่าง