# การรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร สารมลพิษทางอากาศ และปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ของหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่จังหวัดลำปางและตาก และความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

**สุกานดา พัดพาดี**
ศูนย์อนามัยที่ 4 สระบุรี กรมอนามัย
**พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช**
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
**พนิตา เจริญสุข**
**วาสนา ลุนสำโรง**
กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย
**เอกรินทร์ วินันท์**
ศูนย์อนามัยที่ 1 เชียงใหม่ กรมอนามัย

วันรับ 11 ตุลาคม 2564, วันแก้ไข 25 พฤษภาคม 2565, วันตอบรับ 30 พฤษภาคม 2565.

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินค่าการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร สารมลพิษทางอากาศ และค่าทางสภาพภูมิอากาศตลอดระยะเวลาตั้งครรภ์ของหญิงตั้งครรภ์ และวิเคราะห์หาความความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย รูปแบบการศึกษาคือ case-control study กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยมารดาที่คลอดบุตรที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 2,500 กรัม (กลุ่มศึกษา) จำนวน 235 คน และมารดาที่คลอดบุตรที่มีน้ำหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 2,500 กรัม (กลุ่มควบคุม) จำนวน 263 คน ในจังหวัดลำปางและตาก ทำการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรด้วยโปรแกรม AgDRIFT® และประเมินการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและค่าทางอุตุนิยมวิทยาเป็นรายบุคคล โดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการตั้งครรภ์ต่อวันต่อน้ำหนักเฉลี่ยของร่างกาย เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบสอบถาม และโปรแกรม AgDRIFT® 2.1.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ chi-square test/Fisher's exact test, t-test และ binary logistic regression ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเคมีทางการเกษตรที่ได้รับของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และพบว่าปริมาณการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและค่าทางอุตุนิยมวิทยา ที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย เมื่อการวิเคราะห์ forward stepwise log likelihood ratio เพื่อทำนายโอกาสของการเกิดภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในจังหวัดลำปาง พบตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ได้แก่ อายุครรภ์มารดา (OR = 0.813, 95%CI: 0.729, 0.905) การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด (OR = 6.682,

95%CI: 2.379, 18.771) และขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อความชื้นสัมพัทธ์ (percent/day-kg) (OR = 3.893, 95%CI: 1.156, 13.111) ส่วนในจังหวัดตาก พบตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ได้แก่ อายุครรภ์ของมารดา (OR = 0.705, 95%CI: 0.614, 0.810) การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด (OR = 2.408, 95%CI: 1.101, 5.268) การรับประทานยาเสริมธาตุเหล็กไม่ครบทุกวัน (OR = 2.120, 95%CI: 1.183, 3.800) และขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่ออุณหภูมิสูงสุด (celsius/day-kg) (OR = 29.785, 95%CI: 1.986, 446.674) จึงมีข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานสาธารณสุขควรนำผลที่ได้จากการศึกษานี้ไปหาแนวทางและมาตรการในการลดอุบัติการณ์ของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย หรือทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

**คำสำคัญ :** ภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย, สารมลพิษทางอากาศ, สารเคมีทางการเกษตร, ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ

# Exposure of Pesticide, Air Pollutants and Climate Factors among Pregnant Women in Lampang and Tak Provinces and Its Association with Low Birth Weight

**Sukanda Pudpadee**
The 4th Regional Health Promotion Center, Saraburi.
**Pongtap Vivantanadej**
Chiang Mai University
**Panita Charoensuk**
**Wassana Loonsamrong.**
Health Impact Assessment Division, Department of Health
**Aekkarin Winun**
The 1st Regional Health Promotion Center, Chiang Mai.

Received 11 October 2021, Revised 25 May 2022, Accepted 30 May 2022.

## Abstract

This study aimed to estimate agricultural chemicals, air pollutants, and climate factors exposure among pregnant women and to examine Its association with low birth weight. A case-control study was carried out in Lampang and Tak provinces. The study sample consisted of 235 mothers with a birth weight of less than 2,500 grams (study group) and 263 mothers with a birth weight of 2,500 grams or higher (control group). A survey questionnaire was used to collect data, exposure to agricultural chemicals was assessed using AgDRIFT® 2.1.1 and exposure assessments

of air pollutants and meteorological data were calculated individually as the mean of exposure during the gestation period per day per average body weight. The statistics used for data analysis were chi-square test/Fisher's exact test, t-test, and binary logistic regression with forward stepwise log likelihood ratio for variable selection. The results found that the average values of agricultural chemicals received by the study group and the control group were not statistically significant difference but the increases of all air pollutants and meteorological parameters were risk factors to low birth weight as a dose-response manner. The likelihood prediction by using forward stepwise log likelihood ratio found that, In Lampang province, variables related to low birth weight were gestational age (OR = 0.813, 95%CI: 0.729, 0.905), premature labor pain (OR = 6.682, 95% CI: 2.379, 18.771), and average exposure during pregnancy to relative humidity (percent/day-kg) (OR = 3.893, 95%CI: 1.156, 13.111). In Tak province, variables related to low birth weight were gestational age (OR = 0.705, 95%CI: 0.614, 0.810), premature labor pain (OR = 2.408, 95%CI: 1.101, 5.268), not taking iron supplement every day (OR = 2.120, 95%CI: 1.183, 3.800) and average exposure during pregnancy to maximum temperature (celsius/day-kg) (OR = 29.785, 95%CI: 1.986, 446.674). Recommendations The health sectors of both provincestake the results from this study to find out how to reduce the incidence of low birth weight or more study be conducted.
**Keywords** : low birth weight, air pollutants, agricultural chemicals, climate factors

## ■ บทนำ

ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย (Low Birth Weight : LBW) เป็นตัวชี้วัดด้านสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งอุบัติการณ์ในประเทศไทยยังคงสูงอยู่ จากข้อมูลปี พ.ศ. 2557-2560 พบร้อยละ 5.08, 5.86, 5.74 และ 6.13 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย[1] ปัจจัยที่ทำให้ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยนั้นมีหลายสาเหตุ เช่น สาเหตุจากมารดา สาเหตุจากรก สาเหตุจากทารก สาเหตุด้านการปฏิบัติตนในขณะตั้งครรภ์และปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ[2-3] เมื่อพิจารณาปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมแล้วพบงานวิจัยในต่างประเทศระบุว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพริทริน สามารถก่อให้เกิดความผิดปรกติทางจิตประสาท โครโมโซมผิดปรกติ และทำให้เด็กทารกในครรภ์เติบโตช้า นอกจากนี้สารเคมีไกลโฟเซตและกลุ่มกลาสิเนท สามารถทำให้เกิดความพิการแต่กำเนิดหรือการแท้งได้[4] นอกจากนี้งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศพบว่าสารมลพิษอากาศ ได้แก่ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen dioxide; $NO_2$) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide; CO) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และไม่เกิน 10 ไมครอน (Particulate matter หรือ $PM_{10}$ และ $PM_{2.5}$) มีผลทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ[5] และพบว่าการรับสัมผัสซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide; $SO_2$) ที่เพิ่มขึ้นในเดือนแรกที่ตั้งครรภ์จะเสี่ยงต่อทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยและการคลอดก่อนกำหนด[6]

จะเห็นได้ว่าปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยนั้นเป็น multifactorial ซึ่งปัจจัยเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชและสารมลพิษทางอากาศยังมีการศึกษาน้อย จึงได้ทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร สารมลพิษทางอากาศ ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ และปัจจัยด้านการตั้งครรภ์ของหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่จังหวัดลำปางและตาก รวมถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยเหล่านั้นกับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางและมาตรการในการลดอุบัติการณ์ของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

ที่อาจเกิดจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต่อไป

## ■ วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อประเมินค่าการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร สารมลพิษทางอากาศ และค่าทางสภาพภูมิอากาศตลอดระยะเวลาตั้งครรภ์ของหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่จังหวัดลำปางและตาก

2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร สารมลพิษทางอากาศ ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ และปัจจัยด้านการตั้งครรภ์ของหญิงตั้งครรภ์ในพื้นที่จังหวัดลำปางและตาก กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

## ■ วิธีการศึกษา

● **รูปแบบการศึกษา** การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาด้านระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อมใช้การศึกษาแบบ case-control study และมีการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร (Exposure assessment) ด้วยโปรแกรม AgDRIFT® 2.1.1 และการประเมินการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศเป็นรายบุคคล

ปัจจัยด้านการตั้งครรภ์ ได้แก่ อายุครรภ์ น้ำหนักทารกแรกเกิด น้ำหนักของมารดาที่มาฝากครรภ์ครั้งแรก น้ำหนักของมารดาที่เพิ่มขึ้นตลอดการตั้งครรภ์ น้ำหนักของมารดาเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ ส่วนสูงของมารดา ลำดับที่ของครรภ์ อายุครรภ์ที่มีการฝากครรภ์ครั้งแรก จำนวนครั้งของการฝากครรภ์ ความต้องการตั้งครรภ์ การได้รับควันบุหรี่หรือยาเส้น การดื่มแอลกอฮอล์ การรับประทานยาเสริมธาตุเหล็ก จำนวนชั่วโมงของการนอนหลับเฉลี่ยต่อวัน ผลคัดกรองโรคซึมเศร้า และความผิดปกติระหว่างตั้งครรภ์

สารเคมีทางการเกษตร หมายความถึงสารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทำการฉีดพ่นด้วยตนเอง หรือฉีดพ่นโดยเพื่อนบ้านในรัศมี 100 เมตร ในช่วงเวลาที่กลุ่มตัวอย่างตั้งครรภ์

สารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) ไนโตรเจนไดออกไซด์ ($NO_2$) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน ($O_3$) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{10}$) และขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณฝน ปริมาณแสงแดด ความเร็วลม และทัศนวิสัย

● **พื้นที่ศึกษา** คัดเลือกพื้นที่ศึกษา 2 จังหวัด จากพื้นที่จังหวัดที่มีอัตราทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยสูงสุด 20 อันดับแรก ในระยะเวลาย้อนหลัง 1 ปี (จากเดือนตุลาคม 2559–กันยายน 2560) โดยใช้ข้อมูลจากระบบรายงาน HDC ของกระทรวงสาธารณสุข และต้องเป็นจังหวัดที่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่าจังหวัดที่เข้าเกณฑ์ คือตากและลำปาง จากนั้นทำการเลือกอำเภอที่มีอุบัติการณ์สูงสุดและเป็นอำเภอที่อยู่ใกล้อำเภอที่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

● **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** ประชากรการศึกษาคือ หญิงที่ให้กำเนิดทารกระหว่างเดือนตุลาคม 2559–กันยายน 2560 โดยกลุ่มศึกษา คือแม่ที่ให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย จังหวัดละ 150 คน กลุ่มควบคุมคือ แม่ที่ให้กำเนิดทารกที่มีน้ำหนักปกติ มีอายุใกล้เคียงกับกลุ่มศึกษาและอยู่ในอำเภอเดียวกับกลุ่มศึกษา จังหวัดละ 150 คน โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นหญิงครรภ์เดี่ยวที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ และเกณฑ์คัดออก คือ 1) ผู้ที่มีโรคประจำตัว ได้แก่ thalassemia โรคหัวใจ และโรคไต 2) ผู้ที่สูบบุหรี่หรือเสพสารเสพติดในระหว่างตั้งครรภ์ 3) มารดาที่ให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อยที่ได้รับ

การวินิจฉัยว่าเป็นโรคทางพันธุกรรม การพร่องฮอร์โมนหรือโรคเมตาบอลิก

● **เครื่องมือที่ใช้และการเก็บรวบข้อมูล**

1) แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการตั้งครรภ์ครั้งล่าสุด ส่วนที่ 3 ข้อมูลความผิดปกติระหว่างตั้งครรภ์ และส่วนที่ 4 ข้อมูลการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร ประสานงานและจัดอบรมเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพของตำบลเพื่อชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาและวิธีการเก็บแบบสอบถาม โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างกุมภาพันธ์-เมษายน 2561

2) แบบเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศและปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ใช้ข้อมูลย้อนหลังระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2559-30 กันยายน 2560 ของจังหวัดตากและลำปาง ซึ่งข้อมูลคุณภาพอากาศเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน เก็บข้อมูลทุกสถานีจำนวนทั้งหมด 5 สถานี ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศเป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน เก็บข้อมูลทุกสถานี จำนวนทั้งหมด 8 สถานี โดยประสานกรมควบคุมมลพิษและกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อขอข้อมูลตามแบบเก็บข้อมูล

● **การวิเคราะห์ข้อมูล**

1) การประเมินค่าการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม AgDRIFT® 2.1.1 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามและสำรวจเป็นข้อมูลนำเข้า ได้แก่ จำนวนไร่ที่ฉีดพ่น (ไร่), ความเข้มข้นที่ผสม (กรัม/น้ำ 1 ลิตร), ปริมาณที่ใช้ (ลิตร) และระยะห่างจากขอบสวน/ไร่/นา ถึงบ้านหญิงตั้งครรภ์ (เมตร) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้วิธีการฉีดพ่นเป็นแบบเป็นฝุ่มระดับต่ำ (Low boom) และละอองสารเคมีทางการเกษตรที่ออกมาเป็นแบบละเอียดถึงละเอียดมาก (Very Fine to Fine) โปรแกรมจะทำนายความเข้มข้นของสารเคมีทางการเกษตรที่หญิงตั้งครรภ์คนนั้นได้รับ แล้วทำการคำนวณค่าการรับสัมผัสต่อน้ำหนักเฉลี่ยของหญิงตั้งครรภ์ (มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/ไร่-กิโลกรัม (ml/rai-kg))

2) การประเมินค่าการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและค่าทางสภาพภูมิอากาศของกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในอำเภอหรืออยู่ใกล้สถานีตรวจวัด โดยใช้ข้อมูลคุณภาพอากาศเป็นค่าเฉลี่ยรายวันจาก 5 สถานี และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเป็นค่าเฉลี่ยรายวันจาก 8 สถานี แล้วทำการคำนวณค่าการรับสัมผัสเป็นค่าเฉลี่ยรายวันต่อน้ำหนักเฉลี่ยของหญิงตั้งครรภ์ (กิโลกรัม) ตลอดระยะเวลาการตั้งครรภ์ เป็นรายบุคคล (มีหน่วยเป็นหน่วยของค่าพารามิเตอร์/วัน-กิโลกรัม (parameter unit/day-kg))

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ บันทึกข้อมูลแบบสอบถาม ค่าการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร ค่าการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและค่าทางสภาพภูมิอากาศ ลงโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ทางสถิติ วิเคราะห์โดยใช้ chi-square test/Fisher's exact test, t-test และ binary logistic regression

● **การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง** การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมวิจัย โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย รหัสโครงการที่ 174 วันที่ 27 พฤศจิกายน 2560

## ■ ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไป และปัจจัยด้านการตั้งครรภ์ของมารดาที่สัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง อายุของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม ในจังหวัดลำปางมีค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$±SD เป็น 28.05±7.22 และ 27.87±6.23 ปี และในจังหวัดตากเป็น 26.97±6.97 และ 26.27±6.07 ปี

ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองจังหวัด นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับการศึกษา ศาสนา อาชีพ รายได้ โรคประจำตัว และการใช้ยา ของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมของทั้งจังหวัดลำปางและตาก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนเพศของทารกในจังหวัดลำปาง ส่วนใหญ่ คือ หญิงในกลุ่มศึกษา (ร้อยละ 51.8) แต่เป็นชายในกลุ่มควบคุม (ร้อยละ 50.9) สำหรับจังหวัดตาก ส่วนใหญ่ คือ ชายในกลุ่มศึกษา (ร้อยละ 50.4) แต่เป็นหญิงในกลุ่มควบคุม (ร้อยละ 54.6) ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองจังหวัด โดยน้ำหนักทารกในกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม จังหวัดลำปาง เป็น 2,252.16±298.63 และ 3,055.18±327.40 กรัม และจังหวัดตาก เป็น 2,258.64±240.59 และ 3,105.72±364.49 กรัม

ผลการวิเคราะห์รายจังหวัดลำปางและตาก และรวมข้อมูลสองจังหวัด พบตัวแปรที่มีความสัมพันธ์การเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยหรือปัจจัยเสี่ยงของการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ได้แก่ อายุครรภ์น้อย น้ำหนักของมารดาที่มาฝากครรภ์ครั้งแรกน้อย น้ำหนักของมารดาที่เพิ่มขึ้นตลอดการตั้งครรภ์น้อย น้ำหนักของมารดาเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ที่น้อย ส่วนสูงของมารดาที่น้อย จำนวนครั้งของการฝากครรภ์ที่มากขึ้น การรับประทานธาตุเหล็กไม่ครบทุกวัน และความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างการตั้งครรภ์ เช่น การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด ก็เป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

2. การรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรและความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

หญิงตั้งครรภ์มีการฉีดพ่นเองในระหว่างตั้งครรภ์ 50 ราย โดยเป็นกลุ่มศึกษา 22 ราย (ร้อยละ 9.4) และกลุ่มควบคุม 28 ราย (ร้อยละ 10.7) ฉีดโดยเพื่อนบ้าน 58 ราย โดยเป็นกลุ่มศึกษา 33 ราย (ร้อยละ 14.0) และกลุ่มควบคุม 25 ราย (ร้อยละ 9.5) ซึ่งทั้งสองกรณีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่ากลุ่มศึกษามีสัดส่วนของการฉีดพ่นสารเคมีทางการเกษตรโดยเพื่อนบ้านมากกว่ากลุ่มควบคุม

เมื่อคำนวณปริมาณการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรรวมของกลุ่มตัวอย่าง (ทั้งฉีดพ่นเองและฉีดพ่นโดยเพื่อนบ้าน) พบว่า จังหวัดลำปาง กลุ่มศึกษา มีค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรเท่ากับ 1.4898±4.5551 ml/rai-kg กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.4021±3.9921 ml/rai-kg สำหรับจังหวัดตาก กลุ่มศึกษา มีเท่ากับ 2.1057±10.3229 ml/rai-kg กลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.3591± 0.7762 ml/rai-kg เมื่อรวมข้อมูลสองจังหวัดเข้าด้วยกัน กลุ่มศึกษา มีค่าเท่ากับ 1.9415±9.0974 ml/rai-kg กลุ่มควบคุม มีเท่ากับ 0.5859±1.9609 ml/rai-kg ซึ่งค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่ากลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ยของการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรมากกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองจังหวัด

3. การรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ และความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศ และค่าทางอุตุนิยมวิทยา กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย แบบตัวแปรเดี่ยว ด้วย binary logistic regression (ตารางที่ 1) พบว่า

จังหวัดลำปาง ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อ $SO_2$ ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด โดยที่ขนาดการรับสัมผัสที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย แบบ dose-response

จังหวัดตาก ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อ $PM_{10}$ $PM_{2.5}$ CO $NO_2$ $O_3$ ความชื้นสัมพัทธ์ ความยาวนานของแสงแดด ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด โดยที่ขนาดการรับสัมผัสที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย แบบ dose-response

4. การวิเคราะห์แบบพหุตัวแปร เมื่อนำตัวแปรที่มีนัยสำคัญทั้งหมดจากการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดี่ยว มาทำการวิเคราะห์แบบ forward stepwise log likelihood ratio โดยใช้เกณฑ์การคัดเข้าที่ p-value<0.05 และเกณฑ์การคัดออกที่ p-value>0.1 พบว่ามีตัวแปรที่ผ่านการคัดเลือกและคงอยู่ในแบบจำลองทำนายโอกาสที่ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ได้แก่

1) จังหวัดลำปาง เลือกแบบจำลองที่ประกอบด้วยตัวแปร อายุครรภ์มารดา การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด และขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อความชื้นสัมพัทธ์ แปลได้ว่า เมื่ออายุครรภ์เพิ่มขึ้น 1 สัปดาห์โอกาสที่ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยลดลง 0.813 เท่า (95% confidence interval (CI): 0.729, 0.905) เมื่อมีการเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด โอกาสที่ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยจะเพิ่มขึ้น 6.682 เท่า (95% CI:2.379, 18.771) และเมื่อขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น 1 percent/day-kg โอกาสที่ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยเพิ่มขึ้น 3.893 เท่า (95% CI:1.156, 13.111)

2) จังหวัดตาก เลือกแบบจำลองที่ประกอบด้วยตัวแปร อายุครรภ์ของมารดา การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด การรับประทานยาเสริมธาตุเหล็ก และขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่ออุณหภูมิเฉลี่ย แปลได้ว่า เมื่ออายุครรภ์เพิ่มขึ้น 1 สัปดาห์โอกาสที่ทารกแรกเกิดมีน้ำหนักน้อยลดลง 0.702 เท่า (95% CI:0.612, 0.807) เมื่อมีการเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด โอกาสที่ทารกแรกเกิดมีน้ำหนักน้อยจะเพิ่มขึ้น 2.243 เท่า (95% CI:1.032, 4.876) มารดาที่รับประทานธาตุเหล็กไม่ครบทุกวันจะทำให้ทารกแรกเกิดมีโอกาสน้ำหนักน้อยเป็น 2.128 เท่า (95% CI:1.189, 3.807) ของมารดาที่รับประทานธาตุเหล็กครบทุกวัน และเมื่อขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่ออุณหภูมิเฉลี่ย เพิ่มขึ้น 1 celsius/day-kg โอกาสที่ทารกแรกเกิดมีน้ำหนักน้อยเพิ่มขึ้น 3.534 เท่า (95% CI: 1.215, 10.283)

## ■ อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาด้านระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อมที่มุ่งจะตอบคำถามวิจัยว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร สารมลพิษทางอากาศ และค่าทางอุตุนิยมวิทยาของหญิงตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยหรือไม่ ซึ่งการประเมินการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและค่าทางอุตุนิยมวิทยาทำการประเมินเป็นรายบุคคลโดยคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการตั้งครรภ์ต่อวันต่อน้ำหนักเฉลี่ยของร่างกาย

ปัจจัยด้านการตั้งครรภ์ของมารดา ที่มีผลต่อภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในการศึกษานี้ เป็นไปตามทฤษฎี ทั้งความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างตั้งครรภ์ อายุครรภ์น้อย น้ำหนักของมารดาที่มาฝากครรภ์ครั้งแรกน้อย น้ำหนัก

**ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบตัวแปรเดี่ยว ด้วย binary logistic regression แยกรายจังหวัด**

| ขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ | ลำปาง | | | ตาก | | | รวม 2 จังหวัด | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | β | Odds ratio (95% CI) | p-value | β | Odds ratio (95% CI) | p-value | β | Odds ratio (95% CI) | p-value |
| อัตราการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร (ml/rai-kg) | 0.005 | 1.005 (0.819, 1.234) | 0.960 | 0.065 | 1.067 (0.868, 1.311) | 0.537 | 0.046 | 1.047 (0.936ม 1.171) | 0.418 |
| $PM_{10}$ (µg/$m^3$-day-kg) | 0.522 | 1.686 (0.419, 6.793) | 0.462 | 0.962 | 2.617 (1.175, 5.829) | 0.019* | 0.773 | 2.165 (1.092, 4.293) | 0.027* |
| $PM_{2.5}$ (µg/$m^3$-day-kg) | 0.560 | 1.750 (0.201, 15.229) | 0.612 | 1.939 | 6.948 (1.379, 35.015) | 0.019* | 1.599 | 4.948 (1.387, 17.653) | 0.014* |
| CO (ppm/day-kg) | 107.798 | $6.5x10^{46}$ (0.00, $4.3x10^{101}$) | 0.094 | 254.455 | $3.2x10^{110}$ ($4.5x10^{31}$, $2.3x10^{189}$) | 0.006* | 112.241 | $5.6x10^{48}$ (7.6x1017, 4.1x1079) | 0.002* |
| $NO_2$ (ppb/day-kg) | 5.456 | 234.1 (0.009, $6.3x10^6$) | 0.295 | 10.317 | $3.0x10^4$ (13.0, $7.0x10^7$) | 0.009* | 9.111 | 9056.576 (20.698, $4.0x10^6$) | 0.003* |
| $O_3$ (ppb/day-kg) | 1.790 | 5.991 (0.431, 83.312) | 0.183 | 3.943 | 51.595 (2.992, 889.849) | 0.007* | 2.507 | 12.266 (2.543, 59.161) | 0.002* |
| $SO_2$ (ppb/day-kg) | 58.550 | $2.7x10^{25}$ (1.942, $3.7x10^{50}$) | 0.047* | – | – | – | – | – | – |
| ความชื้นสัมพัทธ์ (percent/day-kg) | 1.587 | 4.887 (1.526, 15.648) | 0.008* | 1.633 | 5.121 (1.975, 13.282) | 0.001* | 1.549 | 4.709 (2.273, 9.752) | <0.001* |
| ความเร็วลม (knot/day-kg) | 9.906 | 2.0x104 (4.3, 9.4x107) | 0.022* | 3.836 | 46.327 (0.948, 2263.951) | 0.053 | 2.167 | 8.733 (0.514, 148.414) | 0.134 |
| ความยาวนานของแสงแดด (hour/day-kg) | 11.496 | $9.8x10^4$ (0.286, $3.4x10^{10}$) | 0.077 | 16.414 | $1.3x10^7$ (199.8, $9.1x10^{11}$) | 0.004* | 14.812 | $2.7x10^6$ (625.718, $1.2x10^{10}$) | 0.001* |
| ปริมาณฝน (mm/day-kg) | 21.275 | $1.7x10^9$ (49.6, $6.1x10^{16}$) | 0.016* | 13.900 | $1.1x10^6$ (5.192, $2.3x10^{11}$) | 0.026* | 15.687 | $6.5x10^6$ (328.665, $1.3x10^{11}$) | 0.002* |
| อุณหภูมิเฉลี่ย (celsius/day-kg) | 3.957 | 52.282 (2.109, 1296.111) | 0.016* | 5.162 | 174.441 (9.501, 3202.914) | 0.001* | 4.637 | 103.204 (11.888, 895.954) | <0.001* |
| อุณหภูมิต่ำสุด (celsius/day-kg) | 4.870 | 130.321 (2.876, 5905.355) | 0.012* | 6.150 | 468.607 (14.464, 15181.952) | 0.001* | 5.468 | 236.923 (18.241, 3077.316) | <0.001* |
| อุณหภูมิสูงสุด (celsius/day-kg) | 3.150 | 23.330 (1.686, 322.929) | 0.019* | 4.217 | 67.860 (6.218, 740.550) | 0.001* | 3.781 | 43.874 (7.444, 258.600) | <0.001* |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value < 0.05

เพิ่มขึ้นตลอดการตั้งครรภ์น้อย และน้ำหนักเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์น้อย ส่วนสูงของมารดาน้อย จำนวนครั้งของการฝากครรภ์ที่มากขึ้น การรับประทานธาตุเหล็กไม่ครบทุกวัน เป็นปัจจัยเสี่ยงของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

การรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรทั้งจังหวัดลำปางและตาก มีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเคมีทางการเกษตรที่ได้รับของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sathyanarayana et al.[7] และ Wang et al.[8] ที่พบว่าการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรระหว่างตั้งครรภ์ทำให้มีภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่ากลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ยของการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรมากกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองจังหวัด ดังนั้นการไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว อาจจะเกิดจากการอคติของการให้ข้อมูลของหญิงตั้งครรภ์ (Recall bias) จำนวนตัวอย่างที่น้อยเกินไป และความผิดพลาดของการวัดขนาดสัมผัสปริมาณสารเคมีทางการเกษตร (Measurement error) เนื่องจากในการศึกษานี้ไม่ได้วัดโดยตรง แต่ประเมินจากแบบจำลอง AgDRIFT® 2.1.1 นอกจากนี้สารเคมีทางการเกษตรที่กลุ่มตัวอย่างใช้และสัมผัสมีหลากหลายชนิดและประเภท ทำให้เกิดความไม่แน่นอน (Uncertainty) เพิ่มมากขึ้น

การรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศและค่าทางอุตุนิยมวิทยา ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อ $SO_2$ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zou et al.[9] ที่พบว่าหญิงตั้งครรภ์ที่อายุมากกว่า 35 ปีและสัมผัส $SO_2$ มีความเสี่ยงของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยเพิ่มขึ้น 2.31 เท่า (95% CI:1.01, 5.30) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Lin et al.[10] ที่พบว่าระดับ $SO_2$ ในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้โอกาสของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยเพิ่มขึ้นด้วย

ขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อ $PM_{10}$ $PM_{2.5}$ CO $NO_2$ $O_3$ และ $SO_2$ ที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยงแบบ dose-response ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Xu et al.[11] ที่พบความสัมพันธ์ของ $PM_{10}$ การศึกษาของ Harris et al.[12] ที่พบความสัมพันธ์ของ $PM_{2.5}$ เป็นแบบ dose-response ใน 7 รัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา การศึกษาของ Ritz and Yu[13] ที่พบความสัมพันธ์ของ CO (Odds ratio = 1.22; 95% CI:1.03, 1.44) และการศึกษาของ Huang et al.[14] ที่พบว่า $NO_2$ ที่เพิ่มขึ้น 10 $\mu g/m^3$ ทำให้น้ำหนักทารกลดลง 13.78 กรัม และการศึกษาของ Nascimento and Moreira[15] ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $SO_2$ และ $O_3$ ในบรรยากาศมีความสัมพันธ์กับภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย และการศึกษาของ Reis et al.[16] ที่พบว่าการรับสัมผัสทั้ง $PM_{10}$ และ $O_3$ ในบรรยากาศ เพิ่มความเสี่ยงของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

ขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อความชื้นสัมพัทธ์ (percent/day-kg) ที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยง แบบ dose-response ยังไม่พบว่ามีการศึกษาใดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ที่ความชื้นสัมพัทธ์มักมีค่าสูงในช่วงหน้าร้อน ซึ่งทั้งสองปัจจัยส่งผลให้ค่าดัชนีความร้อน (Heat index) สูงขึ้นจึงทำให้ความเสี่ยงของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยสูงตามไปด้วย ส่วนขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่ออุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด (celsius/day-kg) ที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยงแบบ dose-response สอดคล้องกับการศึกษาของ Lin and Zhang[17] และ Mathew

et al.[18] ที่พบว่าอุณหภูมิแบบสุดขั้วมีความสัมพันธ์กับการคลอดก่อนกำหนด

## ■ สรุปผล

1. ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารเคมีทางการเกษตรที่ได้รับของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่ากลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ยของการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรมากกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองจังหวัด

2. ปัจจัยด้านสารมลพิษทางอากาศ (ได้แก่ $SO_2$ $PM_{10}$ $PM_{2.5}$ CO $NO_2$ $O_3$) และค่าทางอุตุนิยมวิทยา (ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ปริมาณฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด ความยาวนานของแสงแดด) ที่เพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย แบบ dose-response

3. การนำตัวแปรที่มีนัยสำคัญทั้งหมดจากการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดี่ยว มาทำการวิเคราะห์แบบ forward stepwise log likelihood ratio ได้ตัวแปรที่คงอยู่ในแบบจำลองทำนายโอกาสที่ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยของจังหวัดลำปาง ได้แก่ อายุครรภ์มารดา การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด และขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่อความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนตัวแปรในแบบจำลองของจังหวักตาก ได้แก่ อายุครรภ์ของมารดา การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด การรับประทานยาเสริมธาตุเหล็ก และขนาดการรับสัมผัสเฉลี่ยตลอดการตั้งครรภ์ต่ออุณหภูมิเฉลี่ย ซึ่งสามารถนำไปสู่การหามาตรการในการลดอุบัติการณ์ของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

## ■ ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานสาธารณสุขของทั้งสองจังหวัดควรนำผลที่ได้จากการศึกษานี้ไปหาแนวทางและมาตรการในการลดอุบัติการณ์ของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย โดยจังหวัดลำปาง ควรหามาตรการในการลดอุบัติการณ์ของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ด้วยการเพิ่มอายุครรภ์ ลดโอกาสของการเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด และลดการรับสัมผัสความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ ส่วนจังหวัดตาก จะควรหามาตรการในการลดอุบัติการณ์ของภาวะทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ด้วยการเพิ่มอายุครรภ์ ลดโอกาสของการเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด การกระตุ้นให้รับประทานยาเสริมธาตุเหล็กครบทุกวันและลดการรับสัมผัสอุณหภูมิที่สูงเกินไป

2. ควรมีการศึกษาแบบไปข้างหน้าเพื่อให้มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรโดยละเอียด เพื่อลดปัญหาความไม่แน่นอนของการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งขยายการศึกษาไปยังจังหวัด และภาคอื่นๆ เนื่องจากจะมีบริบทด้านสังคม วัฒนธรรม ความเชื่อ และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างจากภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

## ■ กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมอนามัย ผ่านระบบบริหารงานวิจัยแห่งชาติ ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกคนในการให้ข้อมูล ขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์อนามัย โรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในจังหวัดตากและลำปางทุกท่านที่ให้การสนับสนุนด้านการประสานงานและข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณกรมควบคุมมลพิษและกรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศและอุตุนิยมวิทยา และขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง


1. กระทรวงสาธารณสุข. ระบบรายงาน HDC [อินเทอร์เน็ต]. 2559. [เข้าถึงเมื่อ 29 กันยายน 2559]. เข้าถึงได้จาก: http://hdcservice.moph.go.th/hdc
2. มาลี เอื้ออำนวย, สุธิศา ล่ามช้าง, จรัสศรี เย็นบุตร. การพยาบาลเด็ก เล่มที่ 1. เชียงใหม่: คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2553.
3. วิไลพรรณ สวัสดิ์พาณิชย์. การพยาบาลมารดา ทารก ที่มีความเสี่ยงสูงและครอบครัว. ชลบุรี: ภาควิชาการพยาบาลแม่และเด็ก คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; 2549.
4. CR Alavanja, Jane A, Freya Kamel. Health effect of chronic pesticides exposure: cancer and neuro-toxicology. Annual Review of Public Health 2004;25:155–97.
5. Bell ML, Ebisu K, Belanger K. Ambient air pollution and low birth weight in Connecticut and Massachusetts. Environ Health Perspect 2007;115:1118–25.
6. LiuS, Krewski D, Shi Y, Chen Y, Burnett RT. Association between gaseous ambient air pollutants and adverse pregnancy outcomes in Vancouver, Canada. Environ Health Perspect 2003;111:1773–8.
7. Sathyanarayana S, Basso O, Karr CJ, Lozano P, Alavanja M, Sandler DP, et al. Maternal pesticide use and birth weight in the agricultural health study. J Agromedicine 2010;15(2): 127–36. doi: 10.1080/10599241003622699.
8. Wang L, Wu T, Liu X, Anderson JL, Alamian A, Fu M, et al. Pesticide exposure during pregnancy and low birth weight. WHO South East Asia J Public Health 2012;1(3):232–8.
9. Xu X, Sharma RK, Talbott EO, Zborowski JV, Rager J, Arena VC, et al. PM10 air pollution exposure during pregnancy and term low birth weight in Allegheny County, PA, 1994–2000. Int Arch Occup Environ Health 2011;84(3):251–7.
10. Lin CM, Li CY, Yang GY, Mao IF. Association between maternal exposure to elevated ambient sulfur dioxide during pregnancy and term low birth weight. Environ Res 2004;96(1):41–50.
11. Zou B, Zhan FB, Zeng Y. Maternal sulfur dioxide exposure and the risk of low birth-weight babies. Wei Sheng Yan Jiu 2011;40(5):638–42.
12. Harris G, Thompson WD, Fitzgerald E, Wartenberg D. The association of PM (2.5) with full term low birth weight at different spatial scales. Environ Res 2014;134:427–34.
13. Ritz B, Yu F. The effect of ambient carbon monoxide on low birth weight among children born in southern California between 1989 and 1993. Environ Health Perspect 1999;107(1):17–25.
14. Huang C, Nichols C, Liu Y, Zhang Y, Liu X, Gao S, et al. Ambient air pollution and adverse birth outcomes: a natural experiment study. Popul Health Metr 2015;18;13:7.
15. Nascimento LF, Moreira DA. Are environmental pollutants risk factors for low birth weight? Cad Saude Publica 2009;25(8):1791–6.
16. Reis MMD, Guimarães MT, Braga ALF, Martins LC, Pereira LAA. Air pollution and low birth weight in an industrialized city in Southeastern Brazil, 2003–2006. Rev Bras Epidemiol 2017;20(2):189–99.
17. Lin G, Zhang T. Examining extreme weather effects on birth weight from the individual effect to spatiotemporal aggregation effects. J Agric Biol Environ Stat 2012;17(3):490–507.
18. Mathew S, Mathur D, Chang AB, McDonald E, Singh GR, Nur D, et al. Examining the Effects of Ambient Temperature on Pre-Term Birth in Central Australia. Int J Environ Res Public Health 2017;14(2).pii:E147. doi: 10.3390/ijerph14020147.


HEALTH