วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 27 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม 2561

Journal of Health Science
Vol. 27 No. 4, July - August 2018

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original Article*

การประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย ในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จิตตาภรณ์ มงคลแก่นทราย วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย)
อุไรวรรณ หมัดอ่าดัม ส.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)
มุจลินท์ อินทรเหมือน วศ.ม. (วิศวกรรมความปลอดภัย)
สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บทคัดย่อ กระบวนการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลเป็นกระบวนการที่มีความเป็นอันตราย ทั้งต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การศึกษาแบบภาคตัดขวางโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลจำนวน 10 ร้าน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ 3 เครื่องมือ ดังนี้ (1) แบบสอบถาม (2) การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความเข้มแสง (3) เก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายโดยใช้วิธีตามมาตรฐานของ NIOSH Method No.1501 และวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติเชิงพรรณา ผลการศึกษาพบว่าร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล มีระยะเวลาเฉลี่ยในการประกอบธุรกิจการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลเท่ากับ 6.50±2.07 ปี ร้อยละ 50.0 มีผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติงานในร้าน 2 คน ร้อยละ 90.0 ใช้ระบบการพิมพ์เป็นแบบอิงค์เจ็ท และร้อยละ 20.0 มีระบบระบายอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ย 30.98±1.71 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65.8±5.71% และความเร็วลมเฉลี่ย 0.24±0.23 เมตรต่อวินาที ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานของ ASHRAE ร้อยละ 88.6 มีความเข้มแสงเฉลี่ยไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจากการตรวจวัด 35 จุด ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีน ไซลีน สไตรีน เฮกเซน และเอทิลเบนซีน เท่ากับ 0.085±0.088, 0.017, 0.004±0.003, 0.031±0.033 และ 0.016 ppm ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของ ACGIH มีตรวจพบสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดอื่น ๆ อีก 16 ชนิดซึ่งล้วนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน หน่วยงานภาครัฐควรมีมาตรการในการดูแลสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานกับสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลและควบคุมให้มีการบริหารจัดการร้านหรือออกแบบให้เหมาะสมกับการดำเนินกิจกรรมนี้อย่างเคร่งครัด

คำสำคัญ: **สภาพแวดล้อม, สารอินทรีย์ระเหยง่าย, สื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล**

บทนำ

ป้ายไวนิลเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่ได้รับความนิยมสำหรับการสื่อสารประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่าง ๆ ไวนิลเป็นวัสดุ-พลาสติกโพลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดพิเศษที่มีส่วนผสมระหว่างพลาสติกคุณภาพสูงรวมกับสารเพิ่มประสิทธิภาพต่าง ๆ เช่น สารเพิ่มความทนทานต่อแสงแดด สารเพิ่มความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทก สารเพิ่มความทนทานต่อสภาวะอากาศ และสารเพิ่มความทนทานความร้อน ไวนิลจึงมีความทนทานต่อแสงแดดรังสียูวีและสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลง[1] กระบวนการผลิตสื่อสิ่ง-

พิมพ์ไวนิลมีหลายกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษที่ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตดังกล่าว มลสารสำคัญที่เกิดขึ้นมักอยู่ในรูปของสารเคมี ได้แก่ แอลกอฮอล์ ฟอร์มาดีไฮด์ โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน(PAH) โลหะหนัก และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compounds: VOCs) [2,3] สารประกอบดังกล่าวล้วนเป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งสิ้น

จากข้อมูลสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข[2] พบว่าการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายนั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่อระบบต่าง ๆ ในร่างกายของที่ผู้ปฏิบัติงานกับไวนิล เช่น ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบไหลเวียนเลือด ระบบสืบพันธุ์ และสารเคมีบางชนิดทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ อันตรายจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายเหล่านี้ จะยิ่งมีผลกระทบมากขึ้น ถ้าได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่ายหลายชนิดในระยะเดียวกัน การศึกษาของศุภนุช รสจันทร์และอังก์ศิริ ทิพยารมณ์ พบสารเบนซีน โทลูอีน เอทธิลเบนซีน ไซลีน สไตรีน และ 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน ที่ปลดปล่อยออกมาจากเครื่องถ่ายเอกสาร โดยโทลูอีนมีความเข้มข้นสูงที่สุด ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่าผู้ปฏิบัติงานร้านถ่ายเอกสารมีความเสี่ยงต่อการก่อโรคมะเร็งเท่ากับ 2 คนต่อแสนคน และความเสี่ยงอื่นที่มิใช่มะเร็งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้จากการได้รับสัมผัสสารมลพิษจากเครื่องถ่ายเอกสาร[4] นอกจากนี้ในการศึกษาของกณิตา ธนเจริญชณภาส และคณะ พบฟอร์มาลดีไฮด์และไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ในกระบวนการพิมพ์แบบออฟเซตอีกด้วย[5] การศึกษาในต่างประเทศ พบสารอินทรีย์ระเหยง่ายในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ เฮกเซน ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน สไตรลีน และคลอโรเบนซีน เป็นต้น[2,6-8] นอกจากนี้ยังมีสารเคมีอื่น ๆ จากกระบวนการพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และโลหะหนักในหมึกพิมพ์ เช่น ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม เหล็ก โครเมียม สังกะสี เป็นต้น[9] สำหรับสภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดความปลอดภัยของผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ อุณหภูมิและความชื้นที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศภายในอาคารได้[10] จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านถ่ายเอกสารของกรกมล แก้วม่วงและคณะพบว่า มีปริมาณสารสูงเกินข้อกำหนดของ US.EPA ถึง 14 เท่า และอุณหภูมิ ความเร็วลมมีค่าสูงกว่าข้อกำหนดประมาณ 1.2-1.3 เท่า ทำให้เกิดการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอจนส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายสะสมอยู่ภายในร้านจำนวนมาก[11]

สำหรับอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นเมืองที่กำลังขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้มีร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลเปิดกิจการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งลักษณะอาคารของร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์เหล่านี้ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อกิจกรรมดังกล่าว หากผู้ปฏิบัติงานในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลต้องทำงานที่ต้องสัมผัสสารเคมีตลอดเวลาโดยอาคารไม่ได้ถูกออกแบบมาอย่างถูกต้อง อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวได้ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำไปสู่การแจ้งเตือนและป้องกันผู้ปฏิบัติงานไม่ให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาแบบภาคตัดขวาง โดยทำการประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราชที่สมัครใจเข้าร่วมในงานวิจัย จำนวน 10 ร้าน ซึ่งเป็นร้านที่อาคารไม่ได้ถูกออกแบบมาสำหรับกิจกรรมผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 – เมษายน พ.ศ. 2560 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและใช้เครื่องมือตรวจวัดภาคสนามและเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์

ระเหยง่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบสอบถาม ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับ ระยะเวลาในการประกอบธุรกิจ จำนวนผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติงานภายในร้าน ประเภทการพิมพ์ จำนวนเครื่องพิมพ์ ระบบระบายอากาศ โดยแบบสอบถามผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เท่ากับ 0.89

2) การใช้เครื่องมือตรวจวัดภาคสนาม ทำการประเมินสภาพแวดล้อมภายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลซึ่งประกอบไปด้วย

2.1 ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม โดยใช้บารอมิเตอร์และเครื่องวัดความเร็วลมแบบเส้นลวดความร้อน ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยและนำผลไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers หรือ ASHRAE Standard 55-2013[12]

2.2 ตรวจวัดความเข้มแสง โดยใช้เครื่องตรวจวัดแสง (Lux meter) วัดบริเวณพื้นที่ที่ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติงานซึ่งแบ่งเป็นงานตัดแต่งชิ้นงานและงานบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยวัดซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย และนำผลไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 ได้กำหนดค่าความเข้มแสงต้องไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์บริเวณงานตัดแต่งชิ้นงาน และไม่น้อยกว่า 600 ลักซ์บริเวณงานบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์[13]

3) ตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่จำนวน 10 ตัวอย่างตามมาตรฐาน The National Institute for Occupational Safety and Health Manual of Analytical Methods 1501หรือ NIOSH Method 1501[14] โดยใช้หลอดเก็บตัวอย่าง (charcoal tube) และอัตราการไหลเท่ากับ 0.01 l/min เก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาทำงาน และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟีแบบ flame ionization detector โดยส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข นำผลไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสมาคมนักสุขศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)[15] วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การศึกษานี้ได้รับความเห็นชอบให้ดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เลขที่โครงการ 077/2559

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไป

ร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล มีระยะเวลาเฉลี่ยในการประกอบธุรกิจการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลเท่ากับ 6.5±2.07 ปี ร้อยละ 50.0 มีผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติงานในร้าน 2 คน ร้อยละ 90.0 ใช้ระบบการพิมพ์เป็นแบบอิงค์เจ็ท และร้อยละ 80.0 ไม่มีระบบระบายอากาศในบริเวณร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล

2. สภาพแวดล้อมภายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล

ร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลร้อยละ 100.0 มีอุณหภูมิสูงกว่าค่ามาตรฐานของ ASHRAE Standard 55-2013[12] สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ร้อยละ 50.0 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ร้านที่มีระบบระบายอากาศมีแนวโน้มมีอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์สูงและความเร็วลมสูงกว่าร้านที่ไม่มีระบบระบายอากาศแสดงดังตารางที่ 1

การตรวจวัดความเข้มของแสงเฉลี่ย ณ จุดที่ผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด 35 จุด พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กฎหมายกำหนดทั้งสิ้น 31 จุด คิดเป็นร้อยละ 88.6 และผ่านทั้งสิ้น 4 จุด คิดเป็นร้อยละ 11.4 โดยรายละเอียดมีดังนี้ งานตกแต่งชิ้นงาน ตรวจวัดทั้งสิ้น 14 จุด ไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กฎหมายกำหนด จำนวน 10 จุด (ร้อยละ 71.4) สำหรับงานบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์ตรวจวัดความเข้มแสงเฉลี่ยทั้งสิ้น 21 จุด พบว่า ทุกจุดไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กฎหมาย

กำหนด รายละเอียดแสดงตารางที่ 2

3. ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล

ผลการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลจำนวน 10 ร้าน พบสารทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ โทลูอีน ไซลีน สไตรลีน เฮกเซน และเอทิล-เบนซีน โดยสารโทลูอีนเป็นสารที่พบบ่อยที่สุดและมีปริมาณสูงที่สุด นั่นคือ พบสารโทลูอีนทั้งหมด 7 ร้าน โดย

ตารางที่ 1 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล (n=10)

ร้าน	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C) (Mean±SD)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%) (Mean±SD)	ความเร็วลม (m/s) (Mean±SD)	ระบบระบายอากาศ
1	31.7±0.84	59.7±1.52	0.09±0.04	ไม่มี
2	30.4±1.66	60.7±3.06	0.22±0.12	ไม่มี
3	31.6±0.67	65.0±4.24	0.14±0.14	ไม่มี
4	29.7±2.75	74.0±2.65	0.42±0.14	มี
5	31.3±2.70	64.0±1.00	0.26±0.24	ไม่มี
6	31.4±0.93	67.0±1.00	0.18±0.17	ไม่มี
7	30.6±0.32	65.0±2.65	0.54±0.06	ไม่มี
8	31.8±0.40	60.3±1.53	0.13±0.02	ไม่มี
9	32.7±0.56	50.0±1.15	0.06±0.03	ไม่มี
10	29.5±1.90	75.5±1.53	0.32±0.04	มี
Mean±SD	31.0±1.71	65.8±5.71	0.24±0.23	
ค่ามาตรฐาน[12]	23-28	30-65	0.15-0.20	

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มแสงในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล (n=10)

ร้าน	งานตกแต่งชิ้นงาน						งานบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์					
	ผ่าน		ไม่ผ่าน		รวม		ผ่าน		ไม่ผ่าน		รวม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	0	0.0	1	100.0	1	100.0	0	0.0	4	100.0	4	100.0
2	0	0.0	2	100.0	2	100.0	0	0.0	2	100.0	2	100.0
3	1	100.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	2	100.0	2	100.0
4	1	100.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	3	100.0	3	100.0
5	0	0.0	2	100.0	2	100.0	0	0.0	1	100.0	1	100.0
6	0	0.0	2	100.0	2	100.0	0	0.0	2	100.0	2	100.0
7	0	0.0	1	100.0	1	100.0	0	0.0	1	100.0	1	100.0
8	0	0.0	1	100.0	1	100.0	0	0.0	1	100.0	1	100.0
9	0	0.0	1	100.0	1	100.0	0	0.0	1	100.0	1	100.0
10	2	100.0	0	0.0	2	100.0	0	0.0	4	100.0	4	100.0
รวมทั้งสิ้น	4	28.6	10	71.4	14	100.0	0	0.0	21	100.0	21	100.0

ความเข้มข้นเฉลี่ยของโทลูอีนเท่ากับ 0.085±0.088 ppm รองลงมาคือ เฮกเซน และไซลีน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.031±0.033 ppm และ 0.017 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังตรวจพบสารเคมีเพิ่มเติมอีกทั้งสิ้น 16 สาร โดยไม่ทราบปริมาณความเข้มข้นแน่นอนเนื่องจากต้องใช้วิธีการเก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ อัตราการไหล ตลอดจนเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นที่ถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้นตามที่ NIOSH ได้แนะนำไว้ โดยสารเคมีที่พบบ่อยที่สุด 5 อันดับได้แก่ เอทานอล บิวทอกซีเอทานอล เมทธิลไอโซบิวทิลคีโตน บิวทิลอะซิเตต ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ และไซโคลเฮกเซน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

วิจารณ์

ร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลทั้ง 10 ร้าน มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.98±1.71 องศาเซลเซียสซึ่งเกินค่ามาตรฐานของ ASHRAE Standard 55-2013 ที่กำหนดไว้ที่ 23-28°C[12] และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละร้านก็พบว่าทุกร้านมีค่าเกินมาตรฐานทั้งที่มีและไม่มีระบบระบายอากาศ ทั้งนี้เพราะ 9 ใน 10 ของระบบการพิมพ์ในการศึกษานี้เป็นระบบการพิมพ์แบบอิงเจ็ท ซึ่งกระบวนการพิมพ์นั้นต้องใช้ความร้อนในการทำให้หมึกเกิดแรงดันและพ่นสีออกมา[16] ทำให้เกิดความร้อนสะสมได้ภายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล ทั้งนี้บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราชมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.2

ตารางที่ 3 ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล (n=10)

สารเคมี	ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย (ppm)										Mean	SD
	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 4	ร้านที่ 5	ร้านที่ 6	ร้านที่ 7	ร้านที่ 8	ร้านที่ 9	ร้านที่ 10		
Toluene	0.193	-	0.025	0.016	0.016	0.017	-	0.123	0.208	-	0.085	0.088
Xylene	-	-	-	-	0.017	-	-	-	-	-	0.017	
Styrene	-	-	-	0.002	-	-	-	-	0.006	-	0.004	0.003
Hexane	-	0.014	0.014	-	0.016	-	0.081	-	-	-	0.031	0.033
Ethyl benzene	-	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	0.016	
Dichloromethan	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethanol	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-
Isopropylalcohol	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
Cyclo-hexane	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-
Butylacetate	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-
MBK	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-
Ether	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
Dimethylformamide	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
Butoxyethanol	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
MIK	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
Ethyl	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vinylacetate	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichloroethylene	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-
Chloroform	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
Acrylonitrie	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-
Butanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-

หมายเหตุ หมายถึงตรวจพบสารดังกล่าว แต่ไม่ทราบปริมาณความเข้มข้นที่แน่นอน

องศาเซลเซียส[17] สารอินทรีย์ระเหยง่ายจะสามารถระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ ดังนั้นยิ่งอุณหภูมิในบรรยากาศสูงขึ้นก็ยิ่งทำให้ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศมากขึ้นอีกด้วย สำหรับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 65.8±5.71% ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไปอาจทำให้เหงื่อระเหยยาก ร่างกายจะรู้สึกร้อนและอึดอัด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่น้อยเกินไปจะทำให้มีอาการระคายเคืองต่อผิวหนังและจมูก[10] และความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 0.24±0.23 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 80.0 มีค่าความเร็วลมไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งการเคลื่อนที่ของอากาศที่เร็วเกินไปทำให้ผู้ที่อยู่ภายในอาคารรู้สึกหนาว และจะรู้สึกร้อนอบอ้าวและอึดอัด ถ้าหากอากาศร้อนและความเร็วลมต่ำเนื่องจากลมจะพาความร้อนออกจากร่างกายได้ไม่ดีเท่าที่ควร[10] การศึกษาครั้งนี้พบว่า ร้อยละ 80.0 ไม่มีระบบระบายอากาศในบริเวณร้าน โดยร้านที่มีระบบระบายอากาศ (ร้านที่ 4 และ 10) มีแนวโน้มที่มีอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพันธ์สูงและความเร็วลมสูงกว่าร้านที่ไม่มีระบบระบายอากาศ โดยทั่วไป ความชื้นสัมพัทธ์จะแปรผกผันกับอุณหภูมิของอากาศ คือ บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง เพราะเมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นจะทำให้อากาศขยายตัว จึงสามารถรับมวลไอน้ำได้มากขึ้น

ความเข้มของแสงในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ร้อยละ 88.6 มีค่าความเข้มแสงที่ไม่ผ่านค่ามาตรฐานตามกฎหมายกำหนด โดยงานวิจัยของโสมศิริ เดชารัตน์[18] พบความชุกของอาการของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานสัมผัสกับสารเคมีสูงกว่าผู้ปฏิบัติงานอื่น ๆ โดยพบอาการมึนงง ง่วงซึม ระคายเคืองตา และอาการผิดปกติเกี่ยวกับสายตาอีกด้วย ซึ่งหากต้องปฏิบัติงานที่สัมผัสกับ VOCs และอยู่ในบริเวณที่มีความเข้มของแสงน้อยจะยิ่งส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานอยู่ในร้านมีปัญหาด้านสายตามากยิ่งขึ้น

ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล พบสารทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ โทลูอีน ไซลีน สไตรลีน เฮกเซน และเอทิลเบนซีน มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.085±0.088, 0.017, 0.004±0.003, 0.031±0.033 และ 0.016 ppm โดยสารทุกชนิดไม่เกินค่ามาตรฐานของสมาคมนักสุขศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา หรือ ACGIH[15] งานวิจัยของ Yu ITS และคณะ[8] พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปล่อยออกมาจากระบบการพิมพ์แบบเลเซอร์สูงกว่าระบบการพิมพ์แบบอิงค์เจ็ทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งร้อยละ 90.0 ของการศึกษาครั้งนี้มีระบบการพิมพ์เป็นแบบอิงค์เจ็ทและมีค่าความเข้มข้นของโทลูอีนน้อยกว่าร้านที่มีระบบการพิมพ์แบบเลเซอร์ พบโทลูอีนเกือบทุกร้านและมีค่าความเข้มข้นของสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของงานวิจัยของ Chia-Wei Lee และคณะ[19] ที่พบสารเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน และสไตรีนในสำนักงาน และยังพบสารโทลูอีนมีค่าความเข้มข้นสูงที่สุดเช่นกัน โทลูอีน ไซลีน สไตรีน เอทิลเบนซีน และเฮกเซนเป็นสารอินทรีย์ระเหยง่ายในกลุ่มอะโรมาติกและอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน หากได้รับสัมผัสเข้าไปจะกดระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้ตาพร่าและอาจชักได้ หัวใจเต้นผิดปกติ เป็นโรคโลหิตจาง ทำลายสมองทำให้ความจำเสื่อม ปอดอักเสบ/ปอดบวมเนื่องจากการสูดดม ทำลายตับและไต ระบบประสาทเกี่ยวกับการได้ยินทำให้หูเสื่อมได้[20] นอกจากนี้ ร้านที่มีการติดตั้งระบบระบายอากาศมีปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนน้อยกว่าร้านที่ไม่มีระบบระบายอากาศอีกด้วย ทั้งนี้ การระบายอากาศจะช่วยลดการสะสมของสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้ ซึ่งจากงานวิจัยของ Kim SS และคณะ[21] พบว่าการระบายอากาศเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดมลพิษในบรรยากาศจากการปลดปล่อย VOCs โดยยังพบอีกว่าในห้องที่ทำการเปิดหน้าต่างนั้น ทำให้สารอินทรีย์ระเหยง่ายได้ดีกว่าห้องที่ไม่มีการเปิดหน้าต่าง อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ยังตรวจพบสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดอื่น ๆ อีก 16 ชนิด ได้แก่ ไดคลอโรมีเทน เอทานอล ไอโซโพรพิลแอกอฮอล์ ไซโคลเฮกเซน บิวทิลอะซิเตต เมทิล-

เอทิลคีโตน อีเทอร์ ไดเมทิลอีเทอร์ฟอร์มามายด์ บิวทอก-ซีเอทานอล เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน เอทิล ไวนิลอะซิเตต ไตรคลอโรเอทิลีน คลอโรฟอร์ม อคริโลไนไตร และบิว-ทานอล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาหลายๆ การศึกษาของต่างประเทศที่พบสารอินทรีย์ระเหยง่ายดังกล่าวในกระ-บวนการพิมพ์[3,6-9] สารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดที่พบนั้นล้วนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในหลายๆ ระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบประสาท ระบบพันธุ-กรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ สารเคมีบางชนิดมีความเป็นไปได้ในการที่จะก่อให้เกิดโรคมะเร็งในมนุษย์[22] โดยจากการศึกษายังพบว่า ผู้ปฏิบัติงานในร้านผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล ร้อยละ 100.0 ไม่มีการตรวจสุขภาพตามความเสี่ยงแม้จะเปิดดำเนินธุรกิจเฉลี่ยถึง 6.5±2.07 ปี แม้ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปริมาณน้อยแต่หากได้รับต่อเนื่องเป็นเวลานานนั้นก็จะส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาวได้ ดังนั้น หน่วย-งานภาครัฐควรมีมาตรการในการดูแลสุขภาพของผู้-ปฏิบัติงานกับสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิลและควบคุมให้มีการบริหารจัดการร้านหรือออกแบบให้เหมาะสมกับการดำเนินกิจกรรมเหล่านี้อย่างเคร่งครัด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อลดการฟุ้งกระจายของสารเคมีและบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องและจัดให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอด-ภัยส่วนบุคคล

2. เลือกอาคารที่เหมาะสมในการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์-ไวนิล หรือปรับลักษณะอาคารให้มีการระบายอากาศให้มากขึ้น เพื่อลดปัญหาของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน เช่น การเพิ่มช่องทางการระบายอากาศ ร่วมกับการใช้อลูมิเนียม-ฟอยล์กันความร้อน

3. ควรมีการติดตั้งหลอดไฟเพิ่มเติมในบริเวณที่ปฏิบัติงานและทำความสะอาดอยู่สม่ำเสมอ

4. ควรมีการอบรมให้ความรู้และตรวจสุขภาพแก่ผู้ประกอบการและผู้ปฏิบัติงานกับการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์-ไวนิล

5. หน่วยงานภาครัฐ/ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลสถานประกอบการควรมีมาตรฐานในการดูแล หรือนโยบายควบคุมร้านให้ดำเนินการตามกฎหมาย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยและคณะขอขอบพระคุณผู้ประกอบกิจการผู้ปฏิบัติงานในร้านสื่อสิ่งพิมพ์ไวนิล ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคน และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ฉัตรศิราช ลาภิวงศ์. ปัญหาทางกฎหมายในการควบคุมและจัดการป้ายโฆษณา [วิทยานิพนธ์ปริญญานิติศาสตรมหา-บัณฑิต]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต; 2558. 280 หน้า.
2. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือวิชาการ เรื่องสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ. นนทบุรี: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก; 2555.
3. Steinle P. Characterization of emissions from a desktop 3D printer and indoor air measurements in office settings. J Occup Environ Hyg 2016;13:121-32.
4. ศุภนุช รสจันทร์, อังก์ศิริ ทิพยารมณ์. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากเครื่องถ่ายเอกสาร. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15: 50 ปี มข. แห่งการอุทิศเพื่อสังคม; 28 มีนาคม 2557; มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: มหา-วิทยาลัยขอนแก่น; 2557.
5. Thanacharoenchanaphas K, Changsuphan A, Thongsri T, Phetkasem S, Lertkanawanitchakul C. Formaldehyde and isopropyl alcohol emissions from sheetfed offset lithographic printing operations in printing house in Thailand. The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings IAQVEC 2007; 2007 Oct 28-31; Sendai, Japan.
6. Kowalska J, Szewczyńska M, Pośniak M. Measurements of chlorinated volatile organic compounds emitted from

office printers and photocopiers. Environ Sci Pollut Res Int 2015;22:5241-52.

7. Lee SC, Lam S, Kin Fai H. Characterization of VOCs, ozone, and PM10 emissions from office equipment in an environmental chamber. Build Environ Building 2001; 36:837-42.
8. Yu ITS, Lee NL, Zhang XH, Chen WQ, Lam YT, Wong TW. Occupational exposure to mixtures of organic solvents increases the risk of neurological symptoms among printing workers in Hong Kong. Occup Environ Med 2004;46:323-30.
9. Kiurski JS, Marić BB, Aksentijević SM, Oros IB, Kecić VS. Occupational hazards in printing industry. Int J Environ Stud 2016;13:955-72.
10. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, กรมอนามัย. คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่. นนทบุรี: กรมอนามัย; 2559.
11. กรกมล แก้วม่วง, จุติพร ตะน้อย, เอกรัช ชมภูทับ, มนัสนันท์ พิบาลวงศ์, ฉวีวรรณ อินทรกุล, วันดี นิลสำราญจิต, และคณะ. ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านถ่ายเอกสาร. การประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12: วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ; 21-22 ก.ค. 2559; มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2559.
12. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Thermal environmental conditions for human occupancy [Internet]. 2014 [cited 2017 Nov 5]. Available from: https://www.ashrae.org/
13. กระทรวงแรงงาน. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่อง หลักเกณฑ์วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลา และประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ. 2550, ประกาศ ณ วันที่ 11 พฤษภาคม 2550 [อินเทอร์เน็ต]. 2550 [สืบค้นเมื่อ 19 พ.ย. 2560]. แหล่งข้อมูล: http://legal.labour.go.th/2018/images/law/Safety2554/3/s_1018.pdf
14. Centers for Disease Control and Prevention. The National Institute for Occupational Safety and Health manual of analytical methods 1501 [Internet]. 2003 [cited 2017 Nov 6]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf
15. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®). ACGIH® threshold limit values (TLVs®) and biological exposure indices (BEIs®) [Internet]. 2012 [cited 2017 Nov 5]. Available from: http://www.nsc.org/facultyportal/Documents/fih-6e-appendix-b.pdf
16. Wikipedia. Inkjet printing [Internet]. 2017 [cited 2017 Nov 14]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Inkjet_printing
17. ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. ภูมิอากาศจังหวัดนครศรีธรรมราช [อินเทอร์เน็ต]. 2560 [สืบค้นเมื่อ 14 พ.ย. 2560]. แหล่งข้อมูล: http://climate.tmd.go.th/data/province/%E0%B9%83%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%9D%E0% B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1 %E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81/%E0%B8%A0%E0%B8%B9%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%\B8%A8%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%A8%E0%B8%A3%E0%B8%B 5%E0%B8%98%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%8A.pdf
18. Decharat S. Prevalence of acute symptoms among workers in printing factories. Adv Prev Med 2014;1-6.
19. Lee CW, Hsu DJ. Measurements of fine and ultrafine particles formation in photocopy centers in Taiwan. Atmos Environ 2007;41:6598-609.
20. สุทัศน์ มังคละคีรี. พิษของสารทำละลายอินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรม [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [สืบค้นเมื่อ 15 พ.ย. 2560]. แหล่งข้อมูล: http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2014/02/2.4.pdf
21. Kim SS, Kang DH, Choi DH, Yeo MS, Kim KW. Comparison of strategies to improve indoor air quality at the pre-occupancy stage in new apartment buildings. Build Environ 2008;43:320-8.
22. International Agency for Research on Cancer. Agents classified by the IARC monographs; c2000-01 [Internet]. [cited 2017 Nov 15]. Available from: http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php

Abstract: **Asessment of Workplace Environment and Volatile Organic Compounds Concentration among Vinyl Printing Stores in Muang, Nakhon Si Thammarat Province, Thailand**

Jittaporn Mongkonkansai, M.Sc.(Industrial Hygiene and Safety); Uraiwan Madardam, M.P.H (Industrial Environment Management); Mujalin Intaramuean, M.Eng. (Safety Engineering)
School of Public Health, Walailak University, Thailand
Journal of Health Science 2018;27:783-91.

Vinyl printing processes produce potential hazards to human health and the environment. This cross-sectional study was aimed to assess the workplace environment and determine the concentration of volatile organic compounds in 10 vinyl printing stores in Muang District, Nakorn Si Thammarat Province. The data were collected by using (1) questionnaires, (2) workplace environment measurements of temperature, humidity, air velocity and light intensity, and (3) volatile organic compounds concentration determination by the NIOSH Method. The collected data were analyzed using descriptive statistics. The results revealed that the average age of the vinyl printing businesses was 6.5±2.07 years. Fifty percent of vinyl printing stores had 2 workers, 90.0% were inkjet printing stores, and 20.0% were equipped with ventilation systems. The average temperature was 30.98±1.71 °C, humidity 65.8±5.71%, and air velocity 0.24±0.23 m/s, which exceeded the levels recommended in the ASHRAE guidelines. Light intensity of the measured areas was 88.6% lower than the standard. The concentration of toluene was 0.085±0.088 ppm, xylene 0.017 ppm, styrene 0.004±0.003 ppm, hexane 0.031±0.033 ppm, and ethylbenzene 0.016 ppm which did not exceeded ACGIH guidelines. Moreover, another 16 volatile organic compounds were identified which were harmful to human health. The results suggested that involved public sectors should provide measures to protect worker's health, and strictly control their operationy.

Key words: **workplace environment, volatile organics compounds, vinyl printing**