



การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสัมผัสแอมโมเนีย ของพนักงานสหกรณ์กองทุนสวนยางในเขตภาคใต้

ธนาวัฒน์ รักกมล* อธิมา ณ สงขลา*

บทคัดย่อ

พนักงานรับซื้อน้ำยางสดในสหกรณ์กองทุนสวนยางมีการใช้แอมโมเนียในปริมาณมากเพื่อรักษาสภาพน้ำยางซึ่งอาจทำให้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสแอมโมเนียของพนักงานสหกรณ์กองทุนสวนยางในภาคใต้ ทำการเก็บตัวอย่างแอมโมเนียจากพนักงาน 55 คน และพื้นที่ทำงาน 15 แห่ง และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการสัมผัส 2 วิธี คือ ทางด้านอาชีวอนามัยและตามแบบองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (58.2%) อายุการทำงานเฉลี่ย 3.7 ปี (SD = 3.8) ทำงานเฉลี่ยสัปดาห์ละ 6.2 วัน (SD = 1.8) ทำงานวันละ 5.3 ชั่วโมง (SD = 2.4) โดยมีค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสแอมโมเนียจากการหายใจของพนักงาน และ

ในพื้นที่การทำงานระหว่าง 0.03-2.70 ppm และ 0.05-4.98 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานของกระทรวงมหาดไทย และจากการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสสารแอมโมเนีย พบว่า คนงานมีความเสี่ยงทางสุขภาพ (Hazard Quotient; HQ) เฉลี่ยน้อยกว่า 1 ($2.83 \times 10^{-6} - 5.49 \times 10^{-3}$) แสดงว่า พนักงานมีความปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามหากพนักงานทำงานในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันโรคจากการประกอบอาชีพ ควรมีการเฝ้าระวังทางด้านสุขภาพของพนักงาน เช่น การตรวจสมรรถภาพปอด การจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ, การประเมินการได้รับสัมผัส, แอมโมเนีย, สหกรณ์กองทุนสวนยาง



บทนำ

สหกรณ์กองทุนสวนยาง (Rubber Holder Cooperative) เป็นหน่วยงานเพื่อให้ชุมชนเกิดการสร้างงาน สร้างรายได้จากการประกอบอาชีพการทำสวนยาง ตลอดจนเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ด้อยโอกาสที่จะแปรรูปผลผลิตเป็นของตนเอง สำหรับกระบวนการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง มีทั้งการรับซื้อน้ำยางและการทำยางแผ่นรมควัน ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบจะมีการรับซื้อน้ำยางสดหลังกรีดยางต้น น้ำยางจะคงสภาพได้ไม่นาน เพราะแบคทีเรียทำให้เกิดกรดและเป็นผลให้น้ำยางเกิดการเสียสภาพ อนุภาคยางรวมตัวกันเป็นก้อน และเกิดการบูดเน่า มีกลิ่นเหม็น ในการผลิตน้ำยางสดจึงต้องใช้สารรักษาสภาพ คือ สารแอมโมเนีย¹

แอมโมเนีย (Ammonia) จัดเป็นวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 โดยแอมโมเนียเป็นสารที่มีทั้งสถานะที่เป็นของเหลวและก๊าซ เป็นสารที่ไม่มีสี เป็นก๊าซพิษมีกลิ่นอย่างรุนแรง² นอกจากนี้ก๊าซแอมโมเนียจะมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์และสัตว์³ การสัมผัสก๊าซแอมโมเนียมากกว่า 1 ppm ทำให้เกิดการกัดกร่อนต่อดวงตา จมูก และลำคอในบางคน นอกจากนี้หากมีการสัมผัสก๊าซแอมโมเนียปริมาณมากกว่า 25 ppm ทำให้มีอาการปวดศีรษะ ผลเสียต่อดวงตา จมูก ลำคอ และผิวหนังไหม้เกรียม และหากมีการสัมผัสก๊าซแอมโมเนียในปริมาณมากเกินไปมาตรฐานจะทำให้เกิดอันตรายของดวงตา ปอดและผิวหนังอย่างถาวร⁴ สำหรับกฎหมายของประเทศไทยกำหนดให้ ความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานปกติไม่เกิน 50 ppm⁵

การประเมินการรับสัมผัส (Exposure Assessment) และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ (Hazard

Quotient; HQ) จากการหายใจ (Inhalation) สูดแอมโมเนียเข้าผ่านระบบทางเดินหายใจ เป็นช่องทางหนึ่งของวิถีทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย⁶ และเป็นวิธีการหนึ่งที่จะเฝ้าระวังการเกิดโรคจากการประกอบอาชีพได้ (Occupational Disease) ซึ่งการประเมินการสัมผัสเกี่ยวกับการได้รับสารมลพิษ (แอมโมเนีย) สามารถพิจารณาได้จากปริมาณ ขนาด ความถี่ และระยะเวลาของการได้รับสัมผัสสารแอมโมเนีย รวมทั้งประชากรที่ได้รับสัมผัส ลักษณะประชากร ตลอดจนความไม่แน่นอนของการประเมิน⁷ และวิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศได้เป็นอย่างดี⁸ และมีความเหมาะสมและหลากหลายสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ ได้แก่ การประเมินการสัมผัสสารอันตรายอากาศในประเทศโปแลนด์⁹ การสัมผัสมลพิษอากาศบนท้องถนน¹⁰

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ พนักงานระดับปฏิบัติการทั้งหมดที่รับซื้อน้ำยางสดของสหกรณ์กองทุนสวนยางในเขตภาคใต้มีทั้งหมด 15 แห่ง ประกอบด้วย ในจังหวัดสงขลา 6 แห่ง (สถานี A-F) นครศรีธรรมราช 2 แห่ง (สถานี G-H) และ พัทลุง 7 แห่ง (สถานี I-O) สำหรับวิธีการสุ่มตัวอย่างผู้วิจัยเลือกการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ



ผู้ที่ปฏิบัติงานที่รับชื้อนํ้ายางสด และผู้ที่ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้แอมโมเนียในกระบวนการผลิตทั้งหมด 60 คนและเมื่อพิจารณาเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusions Criteria) คือ ผู้ที่ปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 6 เดือน มีอายุระหว่าง 18-60 ปี สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ และยินดีเข้าร่วมศึกษาวิจัยได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 55 คน

การเก็บตัวอย่างเพื่อประเมินความเข้มข้นของสารแอมโมเนีย

การเก็บตัวอย่างแอมโมเนียที่ตัวบุคคล ดำเนินการเก็บข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ น้ำหนัก ส่วนสูง ศาสนา ระดับการศึกษา สัญชาติ ระยะเวลาอาศัยในชุมชน ประวัติการทำงาน ตลอดจนแผนผังแสดงตำแหน่งของพื้นที่การทำงาน โดยดำเนินการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างแอมโมเนียในอากาศแบบบุคคลที่บริเวณ Breathing Zone ของพนักงานรับชื้อนํ้ายาง ส่วนการเก็บตัวอย่างที่กระบวนการผลิตนั้น ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างแอมโมเนีย 1 จุดในพื้นที่ปฏิบัติงานการกำหนดจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างแอมโมเนียในอากาศในพื้นที่กระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดปริมาณแอมโมเนียรั่วไหลมากที่สุด คือ ใกล้กับถังรับนํ้ายางสด (ร้อยละ 79.4)¹¹ และการเก็บตัวอย่างแอมโมเนียทั้งที่ตัวบุคคลและพื้นที่การทำงาน ดำเนินการศึกษาโดยใช้วิธีมาตรฐานการเก็บตัวอย่างอากาศแอมโมเนียของ NIOSH Method # 6016¹² ด้วยหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ Sulfuric acid-treated silica gel ที่อัตราการไหล 0.2 ลิตรต่อนาที ตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยใช้ปั๊มดูดอากาศ Personal pump รุ่น 224-PCXR8 และ Gilian รุ่น GilAir-5 ที่ตัวบุคคลและในพื้นที่

การทำงานตลอดช่วงเวลาการทำงาน คือ 5 ชั่วโมง ซึ่งก่อนและหลังเก็บตัวอย่างจะทำการ Calibration ปั๊มเก็บตัวอย่างทั้งหมด รวมทั้งมีการใช้หลอดเก็บตัวอย่างชนิด Field Blank เพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของหลอดเก็บตัวอย่างอากาศมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด หลังจากเก็บตัวอย่างครบ 5 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร โดยทำการใช้สาร Polyethylene สกัดแอมโมเนียจากหลอดเก็บตัวอย่าง Silica gel ด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเหวี่ยง 30 วินาที หลังจากนั้นทิ้งสารละลายไว้ 1 ชั่วโมงแล้ว จึงแยกเฉพาะส่วนสารละลายไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ Ion-Chromatography ที่ใช้สารละลายมาตรฐาน Hydrochloric Acid (HCl) และใช้ระยะเวลาในการฉีดตัวอย่างละประมาณ 5 นาที ซึ่งตัวอย่างแอมโมเนียจะมี Peak เกิดขึ้นที่เวลา 3.7-3.9 นาที จากนั้นนำค่ามาคำนวณเป็นความเข้มข้นของแอมโมเนียโดยค่าต่ำสุดที่ได้จากการศึกษาเท่ากับ 0.003 ppm โดยดำเนินการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

การประเมินการรับสัมผัสแอมโมเนียและระดับความเสี่ยงทางสุขภาพ

การศึกษานี้เป็นไปตามแนวคิดทางการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ ทั้งการประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยซึ่งมีการเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสกับค่ามาตรฐานขององค์กรต่าง ๆ ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ ได้แก่ ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะ



แวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 (ไทย)¹³ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)¹², American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁴ และ Occupational Safety and Health Administration (OSHA)¹⁵ การประเมินความเสี่ยงสุขภาพตามแบบองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาตารางที่ 1 การประเมินการสัมผัสตามวิธีมาตรฐานของ USEPA¹⁶ โดยคำนวณจากปริมาณการหายใจแอมโมเนียเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจต่อวัน (Average Daily Dose, ADD) และประเมินความเสี่ยงสุขภาพ (HQ) โดยการนำค่า ADD มาหาร

ด้วยค่า Rfc (แอมโมเนียมีค่าเท่ากับ $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) สำหรับวิธีการคำนวณตัวอย่างจำนวน 1 ราย ของพนักงานคนที่ 1 ที่สัมผัสแอมโมเนียความเข้มข้นเท่ากับ $0.99 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ พบว่ามีค่า HQ เท่ากับ 1.40×10^{-5} ดังรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ADD} &= \frac{0.00099 \times 5.3 \times 288 \times 30 \times 8,760}{3.7} \\ &= 0.0014 \\ \text{HQ} &= \frac{0.0014}{100} \\ &= 1.40 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

Table 1 Expose References of Health Risk Assessment Models.

Number	Symbol	Parameter	Scenario	Reference
1	C	Contaminant concentration in air	Measured ammonia concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	This study
2	ET	Exposure time	5.3 (h/day)	This study
3	EF	Exposure frequency	288 (day/year)	This study
4	ED	Exposure duration	30 (year)	USEPA ¹⁶
5	CF	Conversion Factor	8,760 (h/year)	USEPA ¹⁶
6	AT	Averaging time	3.7 (year)	This study

$$\text{ADD Calculation} = \frac{\text{CA} \times \text{ET} \times \text{EF} \times \text{ED} \times \text{CF}}{\text{AT}} \quad \text{HQ Calculation} = \frac{\text{ADD}}{\text{ADI or Rfc}}$$

การวิเคราะห์ผล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายข้อมูลทั่วไปเพื่อหาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) คือ Linear Regression เพื่อวิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศกับปริมาณการใช้แอมโมเนียเติมลงในน้ำยางสด

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยทักษิณ เลขที่ E008/2556



ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างได้ลงนามในใบยินยอมด้วยความ
สมัครใจทุกคน โดยนำข้อมูลดังกล่าว ตั้งเป็นรหัส
ทำให้ไม่สามารถระบุถึงตัวบุคคลของกลุ่มตัวอย่างได้

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างเป็น
เพศชาย (58.2%) สถานภาพสมรส (67.3%) มีอายุ

เฉลี่ย 35.3 ปี (SD = 10.8) มีอายุต่ำสุด 18 ปี
และมีอายุสูงสุด 59 ปี มีประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย
3.7 ปี (SD = 3.8) จบการศึกษานุปริญญาหรือ
สูงกว่า (25.5%) และส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ
(94.5%) ทำงานเฉลี่ยวันละ 5.3 ชั่วโมง (SD = 2.4)
ในหนึ่งสัปดาห์ทำงานเฉลี่ย 6.2 วัน (SD = 1.8) และ
กลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนักเฉลี่ย 63.1 กิโลกรัม (SD = 9.6)
ดังตารางที่ 2

Table 2 Descriptive Information of Respondents (n = 55).

Demographic Characteristics	Frequency	Percentage (%)
1. Gender		
Male	32	58.2
Female	23	41.8
2. Status		
Single	16	29.1
Married	37	67.3
Divorce/separate/widow	2	3.6
3. Education level		
Never attended school	6	10.9
Primary school	11	20.0
Secondary school	11	20.0
High school graduate	13	23.6
Some college or above	14	25.5
4. Religious		
Buddhism	52	94.5
Mohammedanism	3	5.5
5. The using of mask		
Yes	4	7.3
No	51	92.7
6. Age (years)	Mean ± SD (Min:Max)	35.3 ± 10.8 (18:59)
7. Weight (kg)	Mean ± SD (Min:Max)	63.1 ± 9.6 (41:82)
8. Working Experience (years)	Mean ± SD (Min:Max)	3.7 ± 3.8 (1:18)
9. Working hours (hours/day)	Mean ± SD (Min:Max)	5.3 ± 2.4 (2:12)
10. Working frequency (days/week)	Mean ± SD (Min:Max)	6.2 ± 1.8 (1:7)



ความเข้มข้นของสารแอมโมเนียที่พนักงานได้รับสัมผัส

จากการเก็บตัวอย่างการรับสัมผัสแอมโมเนียของบุคคลที่ทำงานในสหกรณ์กองทุนสวนยางในเขตภาคใต้จำนวน 15 แห่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.03-2.70 ppm ดังภาพที่ 1a โดยพบว่า พนักงานในสถานี D มีการรับสัมผัสแอมโมเนียสูงที่สุด คือ 2.70 ± 2.64 ppm รองลงมา คือ พนักงานในสถานี E และพนักงานในสถานี F มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.77 ppm และ 1.05 ± 0.53 ppm ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่

การทำงาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.05-4.98 ppm ดังภาพที่ 2b โดยพื้นที่ที่มีการฟุ้งกระจายของสารแอมโมเนียสูงที่สุด คือ สถานี A มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียเท่ากับ 4.98 ppm ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่นี้มีปริมาณการใช้แอมโมเนียเพื่อเติมลงในน้ำยางสดปริมาณมากที่สุด เฉลี่ย 100 L/d ส่วนพื้นที่ที่มีการฟุ้งกระจายของสารแอมโมเนียรองลงมา คือ สถานี O และสถานี D มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียเท่ากับ 4.83 ppm และ 4.64 ppm ตามลำดับ

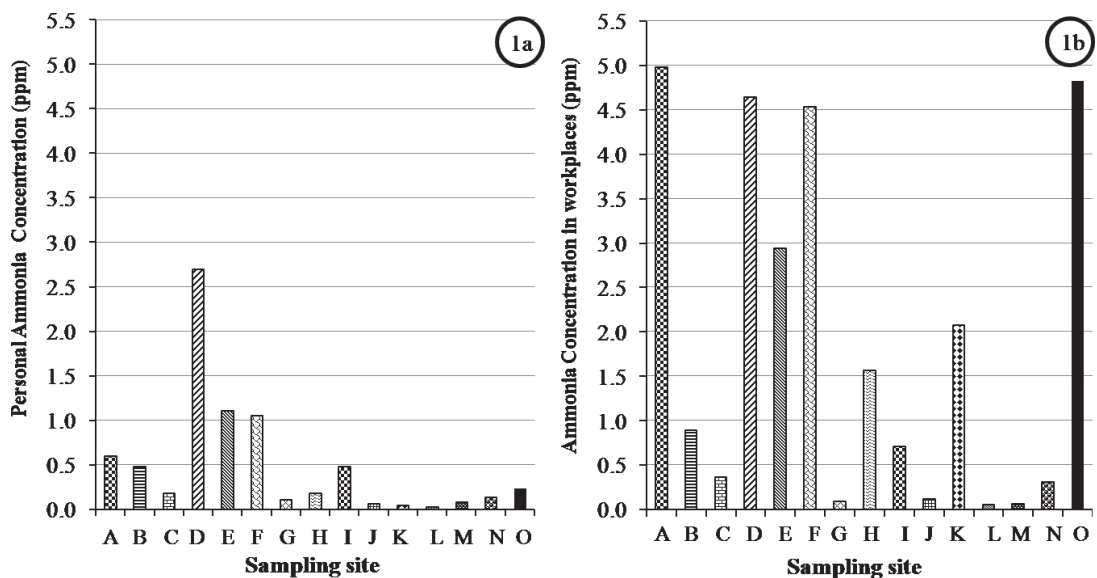


Figure 1 Ammonia Concentration Exposed to Worker and Workplace From Each Station of Rubber Holder Cooperative (a) Personal Sampling (b) Workplace Sampling.

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียกับปริมาณการใช้แอมโมเนียเติมลงในน้ำยางสดทั้งหมด 15 พื้นที่ศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียในพื้นที่การทำงานมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณการใช้แอมโมเนียเติมลงในน้ำยางสด ดังภาพที่ 2 โดยมีสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.643 ซึ่งสามารถอธิบาย

ได้ว่าปริมาณการใช้แอมโมเนียเติมลงในน้ำยางสดมีความแปรผันตรงกันกับปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่การทำงาน 64.3% ($p < 0.001$) ส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนียที่พนักงานรับสัมผัสไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณการใช้แอมโมเนีย

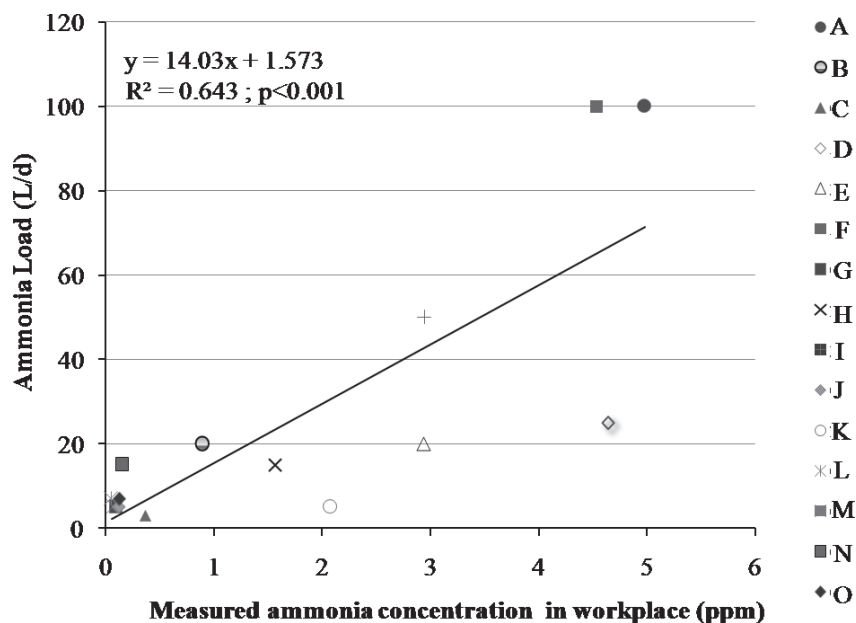


Figure 2 Scatter Plots of Used Ammonia Content and Measured Ammonia Concentration in Workplace From Each Rubber Holder Cooperative Station.

การเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสกับค่ามาตรฐานขององค์กรต่างๆ

การประเมินความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารแอมโมเนียทางด้านอาชีวอนามัยได้นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจากองค์กรต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยใช้ค่า Time Weighted Average (TWA) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารแอมโมเนียสำหรับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวัน ดังตารางที่ 3

ผลการศึกษา พบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่บุคคลสัมผัสและพื้นที่ทำงานผ่านมาตรฐานทั้งหมด (70 ตัวอย่าง) ใน 4 มาตรฐานข้างต้น¹²⁻¹⁵ และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของแอมโมเนียในพื้นที่การทำงานของงานเกษตรกรรมกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า พื้นที่รับชื้อน้ำยางสดมีความเข้มข้นของแอมโมเนียต่ำกว่าพื้นที่ทำงานในฟาร์มหมู¹⁸⁻²¹



Table 3 Ammonia Concentrations Between This Study Compared to Previous Reports and The Evaluation to Standard Level of Each Organization.

Indoor environment	Ammonia concentrations (ppm)			Standard level (ppm) (Evaluated from maximum value)								Source		
	Mean	Min	Max	Thai ¹										
					ACGIH ²	NIOSH ³	OSHA ⁴							
1. Rubber holder cooperative buildings	1.63	0.05	4.83	50	✓	25	✓	25	✓	50	✓	This study		
2. Pig buildings	3.2	1.9	4.2	50	✓	25	✓	25	✓	50	✓	Chang et al. ¹⁷		
3. Pig buildings	19.6	1.9	25.9	50	✓	25	✗	25	✗	50	✓	Duchaine et al. ¹⁸		
4. Pig buildings	18.2	11.7	26.0	50	✓	25	✗	25	✗	50	✓	Louhelainen et al. ¹⁹		
5. Pig buildings	15.4	0.1	64.9	50	✓	25	✗	25	✗	50	✓	Kim et al. ²⁰		

Remark:

✓ lower than the standard value ; ✗ higher than the standard value

¹ Ministry of Interior Re: Working Safety in Respect to Environmental Condition (Chemical) B.E. 2520

² American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

³ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

⁴ Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

การประเมินการรับสัมผัสแอมโมเนียและระดับความเสี่ยงทางสุขภาพ

การประเมินการรับสัมผัสและประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในงานวิจัยนี้จะประเมินความเสี่ยงเฉพาะเส้นทางการหายใจเท่านั้น (Inhalation) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอวัยวะสำคัญที่สารเคมีเข้าสู่ร่างกาย² จากการศึกษา พบว่าโดยภาพรวมพนักงานมีความเสี่ยงทางสุขภาพระหว่าง 2.83×10^{-6} - 5.49×10^{-3} (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.98×10^{-6}) โดยพนักงานในสถานี D มีการ

รับสัมผัสแอมโมเนียเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.92×10^{-3} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงสุดเช่นกัน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.92×10^{-5}) ดังตารางที่ 4 ซึ่งหากค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่า ไม่ปลอดภัยและไม่สามารถยอมรับความเสี่ยงนี้ได้ จะต้องดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของ USEPA¹⁶ แต่จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 55 คน มีระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ มีความปลอดภัยต่อพนักงาน

Table 4 Average Daily Dose (ADD) and Hazard Quotient (HQ) of Ammonia Concentrations by Inhalation of Worker in Rubber Holder Cooperative.

Station	n	Average Daily Dose (ADD) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Hazard Quotient (HQ)		
		Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
A	8	3.72×10^{-4}	1.50×10^{-3}	8.48×10^{-4}	3.72×10^{-6}	1.50×10^{-5}	8.48×10^{-6}
B	7	2.11×10^{-4}	8.55×10^{-4}	4.76×10^{-4}	2.11×10^{-6}	8.55×10^{-6}	4.76×10^{-6}
C	3	1.55×10^{-5}	3.01×10^{-4}	1.75×10^{-4}	1.55×10^{-7}	3.01×10^{-6}	1.75×10^{-6}
D	4	3.77×10^{-4}	5.49×10^{-3}	2.92×10^{-3}	3.77×10^{-6}	5.49×10^{-5}	2.92×10^{-5}
E	3	2.29×10^{-4}	1.67×10^{-3}	1.09×10^{-3}	2.29×10^{-6}	1.67×10^{-5}	1.09×10^{-5}
F	3	5.64×10^{-4}	1.60×10^{-3}	1.03×10^{-3}	5.64×10^{-6}	1.60×10^{-5}	1.03×10^{-5}
G	4	2.83×10^{-6}	2.11×10^{-4}	1.01×10^{-4}	2.83×10^{-8}	2.11×10^{-6}	1.01×10^{-6}
H	2	1.03×10^{-4}	2.56×10^{-4}	1.79×10^{-4}	1.03×10^{-6}	2.56×10^{-6}	1.79×10^{-6}
I	4	2.83×10^{-6}	7.42×10^{-4}	4.71×10^{-4}	2.83×10^{-8}	7.42×10^{-6}	4.71×10^{-6}
J	4	2.83×10^{-6}	1.14×10^{-4}	6.04×10^{-5}	2.83×10^{-8}	1.14×10^{-6}	6.04×10^{-7}
K	4	3.81×10^{-5}	5.23×10^{-5}	4.52×10^{-5}	3.81×10^{-7}	5.23×10^{-7}	4.52×10^{-7}
L	2	2.83×10^{-6}	4.66×10^{-5}	2.47×10^{-5}	2.83×10^{-8}	4.66×10^{-7}	2.47×10^{-7}
M	2	4.66×10^{-5}	1.17×10^{-4}	8.19×10^{-5}	4.66×10^{-7}	1.17×10^{-6}	8.19×10^{-7}
N	2	1.19×10^{-4}	1.46×10^{-4}	1.32×10^{-4}	1.19×10^{-6}	1.46×10^{-6}	1.32×10^{-6}
O	3	6.50×10^{-5}	5.40×10^{-4}	2.28×10^{-4}	6.50×10^{-7}	5.40×10^{-6}	2.28×10^{-6}

อภิปรายผลการศึกษา

จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นแอมโมเนียพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแอมโมเนียที่ตัวบุคคลสัมผัสและพื้นที่การทำงานผ่านเกณฑ์มาตรฐานองค์กรต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศกำหนดทั้งหมด¹²⁻¹⁵ และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ¹⁷⁻²⁰ (ตารางที่ 4) พบว่า การรับสัมผัสสารแอมโมเนียของบุคคลที่ทำงานในสหกรณ์กองทุนสวนยางผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 4 มาตรฐานข้างต้นซึ่งแตกต่างกับการศึกษาอื่น ๆ ที่พบว่า พนักงานภาคเกษตรกรรม

ที่ทำงานภายในอาคารฟาร์มเลี้ยงหมูมีการรับสัมผัสสารแอมโมเนียเกินค่ามาตรฐานของ NIOSH¹² และ ACGIH¹³ ตามการศึกษาของ Duchaine et al.¹⁸, Louhelainen et al.¹⁹ และ Kim et al.²⁰ จากผลการศึกษาความเข้มข้นของแอมโมเนียจากงานวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่างานวิจัยอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากหลาย ๆ ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีแตกต่างกัน ได้แก่ ระยะเวลาปฏิบัติงานในแต่ละครั้ง ความถี่และปริมาณของงาน²¹ นอกจากนี้ในพื้นที่กระบวนการรับซื้อน้ำยางทั้งหมด 15 แห่งเป็นอาคาร



โลงทำให้เกิดมีการระบายอากาศได้ดีสามารถที่จะลดความเข้มข้นของสารเคมีที่จะสัมผัสลงได้²² ตลอดจนพนักงานส่วนใหญ่ไม่ได้ปฏิบัติงานอยู่ในตำแหน่งเดิมและมีการเคลื่อนที่ตนเองในบริเวณพื้นที่การทำงานตลอดเวลา

จากการประเมินการรับสัมผัสและประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ พบว่า โดยภาพรวมพนักงานรับซื้อน้ำยางสดในสหกรณ์กองทุนสวนยางในภาคใต้มีความเสี่ยงทางสุขภาพเฉลี่ยเท่ากับ 2.92×10^{-5} โดยพนักงานในสถานี D มีการรับสัมผัสแอมโมเนียเฉลี่ยสูงสุด $2.92 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงสุดเช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาค่า HQ พบว่าน้อยกว่า 1 ซึ่งมีความปลอดภัยต่อพนักงาน ทั้งนี้เนื่องจากอาคารรับซื้อน้ำยางในสถานีดังกล่าวมีปริมาณการใช้แอมโมเนียค่อนข้างสูงเฉลี่ยเท่ากับ 35 L/d ต่อปริมาณน้ำยางเฉลี่ย 30,000 kg/d ประกอบกับอาคารรับซื้อน้ำยางแม้เป็นอาคารโล่งแต่มีพื้นที่การทำงานที่คับแคบทำให้พนักงานไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายไปสถานที่อื่น ๆ ได้ นอกจากนี้จากการสังเกต พบว่า พนักงานแห่งนี้ปฏิบัติงานอยู่กลางแจ้งที่มีการเติมแอมโมเนียจึงทำให้การสัมผัสสูงกว่าแห่งอื่น ๆ และหลังจากการศึกษานี้พื้นที่แห่งนี้ได้ทำการย้ายแหล่งรับซื้อน้ำยางเป็นสถานที่ใหม่ที่เป็นอาคารโล่งและมีอาณาบริเวณกว้างขวางเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงรายบุคคลทั้งหมด 55 คน เมื่อมีการหายใจสารแอมโมเนียเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจพบว่า 100% มี HQ <1 แต่หากพนักงานมีการปฏิบัติงานต่อไปในระยะยาว อาจได้รับผลกระทบได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจร้อยละ 7.3 และเป็นชนิดที่ไม่สามารถป้องกันระบบทางเดินหายใจได้ โดยตามหลักวิชาการอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจสำหรับ

สารแอมโมเนียต้องมีคานิสเตอร์ (Canisters) ที่มีตัวดูดซับ (Sorbents) โดยตัวดูดซับจะต้องเป็นคาร์บอนที่สามารถจับไอของสารแอมโมเนียได้²³ ประกอบกับเมื่อพนักงานทำงานซ้ำ ๆ รับสัมผัสเป็นระยะเวลานานสารแอมโมเนียมีผลกระทบเรื้อรังต่อระบบทางเดินหายใจ²⁴ ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังทางด้านสุขภาพของพนักงานแต่ละพื้นที่การทำงาน อาทิ การตรวจสมรรถภาพปอด การจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงทางสุขภาพศึกษานี้กับการศึกษาของปีทมาวดี เอื้อวงศ์คินและคณะ²⁵ ที่ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการสัมผัสแอมโมเนีย พบว่า มีค่า HQ เท่ากับ 0.07 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย HQ ของการศึกษานี้ทุกพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทำงานในภาคอุตสาหกรรมหรือภาครัฐบาลจะมีผู้รับผิดชอบในการดูแลปัญหาด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและการดำเนินงานดังกล่าวจะต้องปฏิบัติงานตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งแตกต่างกันกับภาคเกษตรกรรม

การวิจัยนี้มีการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพควบคู่กัน 2 วิธี คือ การประเมินความเสี่ยงสุขภาพทางอาชีวอนามัยและการประเมินความเสี่ยงสุขภาพตามแบบองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน จากผลการวิจัยนี้จะเห็นว่า การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพทั้ง 2 วิธี มีความปลอดภัยต่อผู้รับสัมผัสเช่นกัน โดยการประเมินทั้ง 2 วิธีอาจเป็นข้อมูลป้อนกลับซึ่งกันและกัน และสามารถลดข้อจำกัดของแต่ละวิธีให้หมดไป²⁶ และข้อมูลสามารถนำไปสู่การป้องกันสุขภาพของพนักงานได้อย่างตรงจุดมากกว่าการประเมินด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง จากการศึกษาสนับสนุนว่า ณ เวลานี้พนักงานไม่มีความเสี่ยงต่อ



สุขภาพ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ควรมีการศึกษาสมรรถภาพปอดหรือโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ พร้อมทั้งศึกษามาตรการควบคุมป้องกันเพื่อลดการฟุ้งกระจายของแอมโมเนียในพื้นที่การทำงาน เช่น การศึกษาและออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในรูปแบบที่ดีและเหมาะสมสำหรับกระบวนการรับซื้อน้ำยางสดซึ่งเป็นมาตรการหนึ่งในการลดและป้องกันโรคจากการประกอบอาชีพได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย (CPM) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช) และขอขอบคุณสาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและสุขภาพสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ เครื่องมือในการดำเนินวิจัย และความอนุเคราะห์อื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Department of industrial works: Ministry of Industry Thailand. Manual handling dangerous chemicals (Ammonia). Bangkok: MC Syllabus Co.,Ltd. 2010.
2. Spencer AB, Gressel MG. A hazard and operability study of anhydrous ammonia application in agriculture. Am Ind Hyg Assoc J. 1993; 54: 671-7.
3. Donham KJ, Scallan LJ, Pependorf W. Characterization of dusts collected from swine confinement buildings.

American Industrial Hygiene Association Journal. 1986; 4:404-10.

4. Amshel CE, Fealk MH, Phillips BJ, Caruso DM. Anhydrous ammonia burns case report and review of the literature. Burns. 2000; 26: 493-7.
5. Office of Security Technology. The audit report and investigate accidents and industrial accidents in 2002-2008. Available at http://www.google.co.th/url?url=http://oaep.diw.go.th/cms/images/stories/pdf/_53.pdf&rct=j&frm=1&q=&src=s&sa=U&ei=5YdcVMS1EYq2uASF__ILQDA&ved=0CBMQFjAA&usg=AFQjCNFPk471qtBMeg1LwyqQIPRj6JVjA, accessed November 30, 2013.
6. Mark JN. Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology. UK: Oxford University Publishing, 2003.
7. US.EPA. Framework for Ecological Risk Assessment. EPA-630/R-92/001. U.S. Environmental Protection Agency : Washington DC. Publishing, 1992.
8. Monn C. Exposure assessment of air pollutions: areview on spatial heterogeneity and indoor/outdoor/personal exposure to suspended particulate matter, nitrogen dioxide and ozone. Atmospheric Environment 2001; 35: 1-32.



9. Tam BN, Neumann CM. A human health assessment of hazardous air pollutants in Portland, OR. *Journal of Environmental Management* 2004; 73: 131-40.
10. LIU Shuang, Jinyi G, Haibo C. Analysis of Pollutant Exposure of Pedestrian in Urban Street. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* 2011; 11(4): 180-5.
11. Thailand Environment Institute, Ministry of Industry. Manual control pollution in the latex industry undertakings and management of communities environmental. Bangkok: Thailand Environment Institute, 2005.
12. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual of Sampling and Analytical Methods – 4th Edition, Issue 1, Method 6016. USA : Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Physical Sciences and Engineering, Cincinnati, OH, 1996.
13. Ministry of the Interior. Occupational Health and Safety at Work on the Environment (Chemical) BE 2520 Available at <http://203.157.80.2/replyImages/20131218133746181.pdf>., accessed June 24, 2014.
14. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Ammonia. CAS number 7664-41-7, 2001.
15. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). OSHA Sampling and Analytical Methods, Ammonia in Workplace Atmosphere: Method ID-188, 2nd Edition, Part 2. Inorganic Methods Evaluation Branch, Occupational Safety and Health Administration, USA: Department of Labor, OSHA Salt Lake Technical Center, Salt Lake City, UT, 1991.
16. US.EPA (US Environmental Protection Agency). Risk assessment guidance for superfund: Human health evaluation manual. USA: EPA,1989.
17. Cheng YY. Nathanail, Generic assessment criteria for human health risk assessment of potentially contaminated land in China. *Sci. Total Environ.* 2009; 408: 324-39.
18. Duchaine C, Grimard Y, Cormier Y. Influence of building maintenance, environmental factors, and seasons on airborne contaminants of swine confinement buildings. *American Industrial Hygiene Association Journal.* 2000; 61: 56-63.
19. Louhelainen K, Kangas J, Veijanen A, Viilos P. Effect of in situ composting on reducing offensive odors and



volatile organic compounds in swineries. American Industrial Hygiene Association Journal. 2001; 62: 159–67.

20. Kim KY, Ko HJ, Kim HT, Kim YH, Roh YM, Lee MC, Kim CM. Quantification of ammonia and hydrogen sulfide emitted from pig buildings in Korea. Journal of Environmental Management. 2008; 88: 195-202.

21. Thepthong B,. Risk Evaluation of Perchloroethylene Exposure among Dry-Cleaning Workers in Thailand. M.Sc. (Industrial Hygiene and Safety) Bangkok: Graduate School, Mahidol University; 2005.

22. Tangtong C, Arphorn A, Laongnoan S,. A Preliminary Survey of Occupational Health Hazard among Nail

Salon Workers in Tambol Banleuk, Amphur Banpong, Ratchaburi Province. Journal of Public Health, 2011; 41(1): 59-66.

23. Kongtip P. Industrial Hygiene. Bangkok: Best Graphic Press Co., Ltd. 2012.

24. Stacey, NH. Occupational Toxicology. London : Taylor & Francis Publishing, 1995.

25. Auewongwasin P, Soonthornchaikul N, Watchalayann P,. Health Risk of Workers Exposed to Mixed Chemicals: A Case Study of Electronics and Electronics Devices Factory. Journal of Safety and Health, 2011; 4(15): 6-19.

26. Wiwatanadate P,. Health risk assessment. Nonthaburi: Cyberpress Co., Ltd., 2004.



Health Risk Assessment of Ammonia Exposure Among Workers of Rubber Holder Cooperative in Southern Thailand

Tanawat Rakkamon* Thitima Na-Songkhla*

Abstract

Fresh natural latex purchasing workers used high amount of liquid ammonia to preserve latex quality which could be risk to the health. This present study was therefore aimed to assess the risk of ammonia exposure to the health of worker in total 55 workers from 15 workplaces of rubber holder cooperative located at southern Thailand. Health risk assessment among workers was approached by occupational exposure assessment and USEPA-risk assessment. The results showed that most worker was male (58.2%) with an average age of 35.3 years old (SD = 10.8). Average year of working experiences, working day per week and working hours per day were 3.7 (SD = 3.8) years, 6.2 (SD = 1.8) day/week and 5.3 (SD = 2.4) hours/day, respectively. An average ammonia exposure to workers by inhalation and average ammonia

concentration exposed in the workplace was in range 0.03-2.70 ppm and 0.05-4.98 ppm, respectively which was lower than the standard of the Notification of Ministry of Interior. The result of health risk assessment of ammonia exposure indicated that the worker were safe to expose ammonia because the average of Hazard Quotient (HQ) was less than 1 (2.83×10^{-6} - 5.49×10^{-3}). However, the long exposure of ammonia could risk to the health. Thus, to protect the occupational disease, the relevant agencies should provide the suitable strategy for the worker's health awareness such as checking the pulmonary functions or providing the suitable equipment to protect ammonia.

Keywords: health risk assessment, exposure assessment, ammonia, rubber holder cooperative