



## รายงานการวิจัย

การออกแบบถังเก็บน้ำยางในกระบวนการป้องกันการตกตะกอนสำหรับกลุ่มเกษตรกร

กรรับซื้อน้ำยาง

Design of Latex Storage Tank in Anti-coagulation Process for Para  
Rubber Workers

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิรัชฎา มุสิกะพงศ์  
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย  
สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา มีวาสนา

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

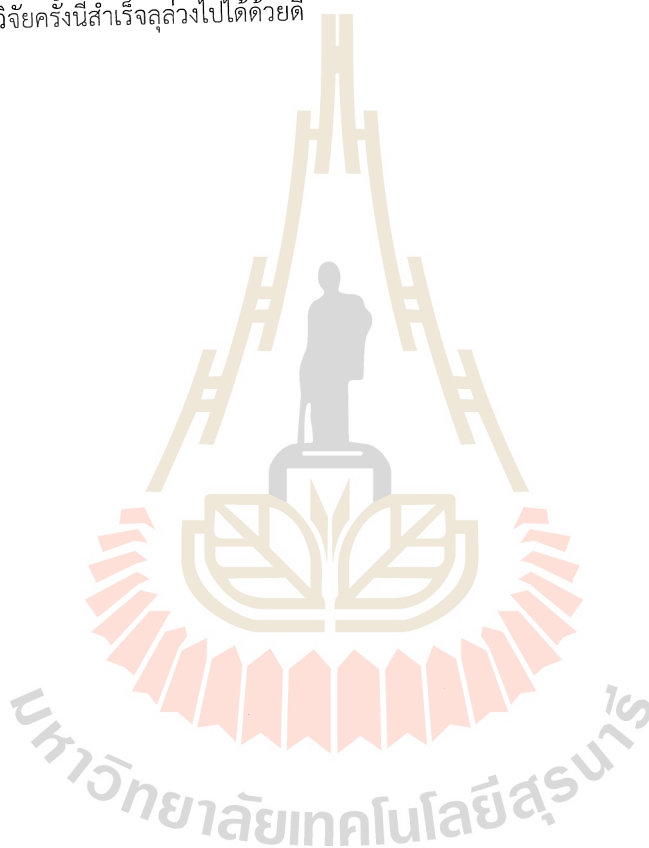
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

พฤศจิกายน 2561

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง ประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกรโรงยาง 42 บ้านป่าพลู, กลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนาและสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้าที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและความร่วมมืออันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการดำเนินกิจกรรมภายใต้โครงการวิจัย รวมทั้งศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวนามที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัย



### บทคัดย่อ

เกษตรกรรมเป็นพื้นฐานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจ ที่ทำรายได้จากการส่งออกสูงเป็นลำดับต้น ๆ ของประเทศ เกษตรกรปลูกยางพารากระจายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคใต้ มีจำนวนเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนในระบบของหน่วยงานรัฐและดำเนินกิจการในครอบครัว จำนวนหลายล้านคน จากการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานทั้งด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และการยศาสตร์ พบว่า เกษตรกรมีโอกาสได้รับความเสี่ยงจากปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านเคมีและการยศาสตร์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยความปลอดภัยของผู้ประกอบอาชีพ ดังที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลสนับสนุนให้การศึกษาทำการประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเคมีและการยศาสตร์ โดยเฉพาะการสัมผัสแอมโมเนียและการเกิดความเครียดของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุมาจากท่าทางการทำงาน สถานะงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานในกระบวนการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพาราของกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางในจังหวัดสงขลา โดยทำการประเมินระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศแบบพื้นที่ ตามหลักการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างสารแอมโมเนีย ด้วยวิธีมาตรฐาน NIOSH Method 6015 ใช้หลักการและเครื่องมือด้านกายศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถานะงาน เช่น แบบประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงาน REBA และ NIOSH Lifting Equation รวมทั้งการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบถังผสมน้ำยางพาราให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง และใช้แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประวัติการทำงาน สถานะสุขภาพ และโรคหรืออาการผิดปกติของกลุ่มตัวอย่างร่วมด้วย

ผลการประเมินระดับความเข้มข้นของกลุ่มเกษตรกรใน 3 พื้นที่ ประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกรโรงยาง 42 บ้านป่าพลู, กลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา และสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้า พบว่า กลุ่มเกษตรกรโรงยาง 42 บ้านป่าพลู ได้รับสัมผัสสารแอมโมเนียในบรรยากาศสูงที่สุดเท่ากับ 266.90 ppm และมีค่าเกินค่ามาตรฐาน TLV-TWA ที่ OSHA, NIOSH, ACGIH และประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2560 กำหนด รองลงมา คือ กลุ่มสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้า และกลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา ค่าความเข้มข้นที่สูงที่สุดในช่วงที่ทำการตรวจวัด เท่ากับ 13.96 และ 1.84 ppm ตามลำดับ ผลการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA พบว่าระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 8-10 คะแนน ซึ่งลักษณะงานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว และผลการคำนวณค่า Lifting Index มีค่าเกิน 1 ในทุกพื้นที่ที่ทำการสำรวจ โดยใช้ค่าน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 20 kg จากผลการประเมินทั้งหมดนี้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการออกแบบถังผสมในกระบวนการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยาง และถังชั่งน้ำยางพารา โดยอ้างอิงขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อมุ่งเน้นการลดการสัมผัสแอมโมเนีย การลดความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก อาการปวดหลังส่วนล่าง นอกจากการปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำงานแล้ว การปรับระดับสถานะงานให้อยู่ในแนวระนาบเดียวกันจะ

ช่วยลดการบิด เี้ยว และยึดเหยียดในท่าทางผิดปกติของร่างกายได้ และควรสนับสนุน ส่งเสริมและอบรมให้ความรู้  
ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการป้องกันอันตราย การดูแลสุขอนามัยส่วนบุคคล เพื่อสร้างความตระหนักและจิตสำนึกด้าน  
ความปลอดภัยในการทำงานแก่ผู้ปฏิบัติงานร่วมด้วย



### Abstract

This study aims to evaluate health hazard regarding chemical and ergonomic issues and apply Ergonomics to design the optimise workstation in anti-coagulation process. The efforts of this study suppose to decrease ammonia exposure, awkward postures and musculoskeletal stresses. The NIOSH method 6015 was applied to measure ammonia concentration in the working environment. Besides, uses of REBA form and NIOSH Lifting Equation presented the score of health risk assessment due to posture, workload and couple of handles as well. Air monitoring data showed that the highest of ammonia concentration was 266.90 ppm. It was over exceeded the Threshold Limit Values-Time Weight Average under OSHA, NIOSH, ACGIH and Thailand standard. As REBA scores, there was a high score in the range of 8-10; mean high risk, investigation need and implement change and Lifting Index are more than 1 when using the maximum of loading (20 kg); these might induce body discomfort, muscle fatigue, low back pain and musculoskeletal disorder during working in this process. Therefore, this process should improve a new workstation overcoming awkward postures including overuse muscle and overextension. Either the workstation improvement or the prevention of ammonia exposure is crucial for workers. However, education is still encouraged to raise workers' awareness dealing with the potential health risk on human and environment.

**Keywords:** - rubber, coagulation, ammonia, workstation design, NIOSH Lifting Equation, REBA, anthropometry

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ยางพาราและกระบวนการผลิตยางแผ่น	5
2.2 แอมโมเนีย	8
2.3 เครื่องมือและแบบประเมินทางด้านการยศาสตร์	11
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 รูปแบบการวิจัย	17
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	17
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลการดำเนินงาน	21
4.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของสถานประกอบการ	21
4.1.2 การประเมินภาวะสุขภาพของกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง	25
4.2 การประเมินระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน	25
4.3 การประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการผสมน้ำยางกับแอมโมเนีย	27
4.3.1 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน	28

Rapid Entire Assessment worksheet (REBA)	
4.3.2 การประเมินความเสี่ยงโดยใช้สมการ Revised NIOSH Lifting Equation	29
4.3.3 การวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน	30
4.4 การออกแบบถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ	31
บทที่ 5 อภิปราย สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน	34
5.2 ความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน (Work-related Musculoskeleton Disorders, MSDs) ด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยง REBA และ NIOSH Lifting Equation	35
5.3 การออกแบบถังผสมป้องกันการตกตะกอนของน้ำยาฆ่าเชื้อตามหลักการยศาสตร์	37
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก NIOSH Method 6015	43
ประวัติผู้วิจัย	48



### สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกยางในภาคใต้ปี พ.ศ. 2553	6
ตารางที่ 2.2 อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)	10
ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินผลด้วยวิธี REBA	11
ตารางที่ 3.1 แสดงระดับความเข้มข้นสำหรับกราฟมาตรฐานของแอมโมเนีย	18
ตารางที่ 4.1 แสดงค่ามาตรฐานการสัมผัสแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน	25
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของ แอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน	25
ตารางที่ 4.3 การประเมินความเสี่ยงท่าทางการยกถังน้ำยาเทใส่ถังผสม	28
ตารางที่ 4.4 แสดงตัวแปรที่ใช้ในสมการการยกของ NIOSH	29
ตารางที่ 4.5 แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานที่ปฏิบัติงานบริเวณถังผสมน้ำยาพารา	31





## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ	2
ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	8
ภาพที่ 2.2 REBA employee worksheet	12
ภาพที่ 2.3 แสดงตำแหน่งของวัตถุและมือเท้าของผู้ยกในแนวนอนและตั้ง	14
ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนที่ 1 รับชื้อน้ำยางสดจากเกษตรกร	22
ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนที่ 2 ชั่งน้ำหนักน้ำยางสด	22
ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนที่ 3 ชั่งน้ำหนักแกลลอน เพื่อหาน้ำหนักสุทธิของน้ำยางสด	22
ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนที่ 4 สุ่มตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง	23
ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนที่ 5 เทน้ำยางสดใส่ในถังผสม	23
ภาพที่ 4.6 ขั้นตอนที่ 6 ผสมแอมโมเนียลงในถังผสม เพื่อป้องกันการตกตะกอนของน้ำยาฆ่าเชื้อ	23
ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนที่ 7 ป้อนน้ำยางสดจากถังพักใส่ตะกุงเพื่อทำเป็นยางพาราแผ่น หรือป้อนใส่ถังขนาดใหญ่เพื่อขายเป็นน้ำยางสดต่อไป	24
ภาพที่ 4.8 (1-8) ทำางการทำงานขณะรับ ยก เทน้ำยางลงในถังผสม	27
ภาพที่ 4.9 การประเมินความเสี่ยงทำางการยกถังน้ำยาฆ่าเชื้อใส่ถังผสม	28
ภาพที่ 4.10 ถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ	32
ภาพที่ 4.11 ถังเก็บแอมโมเนีย	32
ภาพที่ 4.12 ภาพจำลองการผสมแอมโมเนียในถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ	33
ภาพที่ 4.13 ถังสำหรับชั่งน้ำยาฆ่าเชื้อ	33

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ยางพาราเป็นสินค้าส่งออก 1 ใน 10 อันดับแรกของประเทศไทย ซึ่งจากการสำรวจในปี พ.ศ. 2554 มีมูลค่าการส่งออกยางแผ่นรมควัน (115,400.12 ล้านบาท) ยางแท่ง (171,762.30 ล้านบาท) น้ำยางข้น (76,632.76 ล้านบาท) และอื่นๆ (19,523.42 ล้านบาท) รวมทั้งสิ้น 383,318.6 ล้านบาท จึงเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างยิ่ง (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2555) โดยพื้นที่การเพาะปลูกกระจายอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศไทย จากข้อมูลปี พ.ศ. 2554 ภาคใต้มีพื้นที่การเพาะปลูกยางพาราสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 (11,906,882 ไร่) จากทั้งหมด 18,761,231 ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกสูงสุด 3 ลำดับ คือ สุราษฎร์ธานี (1,929,778 ไร่ คิดเป็น 16.21%) สงขลา (1,573,621 ไร่ คิดเป็น 13.21%) และนครศรีธรรมราช (1,484,084 ไร่ คิดเป็น 12.46%) (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2555)

มีกลุ่มแรงงานนอกระบบหรือที่เรียกว่า Informal worker ประกอบอาชีพเกษตรกรเกี่ยวกับยางพาราไม่ต่ำกว่า 6 ล้านคน (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2554) ทั้งนี้สำนักงานสถิติแห่งชาติให้ความหมายของ “กลุ่มแรงงานนอกระบบ” ไว้ว่า หมายถึง ผู้มีงานทำที่ไม่ได้รับความคุ้มครองและหลักประกันทางสังคม (อ้างใน นฤมล นิราทร) จึงจัดเป็นกลุ่มที่ต้องรับความเสี่ยงจากการทำงาน ซึ่งหากเกิดอันตรายหรือโรคจากการประกอบอาชีพ จะไม่ได้รับความคุ้มครองใด ๆ จากหน่วยงานของรัฐ รวมทั้งไม่มีการรายงานข้อมูลการเกิดโรคหรือความเจ็บป่วยในกลุ่มแรงงานนอกระบบนี้ด้วย ส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการงานด้านสาธารณสุข ไม่ว่าจะเป็นด้านการป้องกัน การควบคุม การรักษา และการฟื้นฟู

เมื่อพิจารณาความเป็นอันตรายทางเคมีจากกระบวนการผลิตยางพาราแผ่นจากน้ำยางสดนั้น มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ เนื้อยางประมาณ 35% ส่วนที่เป็นน้ำและสารอื่น ๆ ประมาณ 65% ซึ่งสารที่มักใช้ในกระบวนการผลิตยางพาราแผ่น ได้แก่ โซเดียมซัลไฟท์ และแอมโมเนีย โดยการเติมสารแอมโมเนียในน้ำยางนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อคงสภาพน้ำยางสดหรือป้องกันการจับตัวของน้ำยาง (สำนักงานตลาดกลางยางพารานครศรีธรรมราช สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554) น้ำยางสดจะถูกผสมในภาชนะเปิด มีโอกาสที่เกษตรกรจะสัมผัสแอมโมเนียในรูปสารละลายและไอระเหยจากกระบวนการดังกล่าว แอมโมเนียจัดเป็นสารเคมีอันตรายทำให้เกิดการระคายเคือง แสบร้อนผิวหนัง เยื่อที่สัมผัส และเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ หากสัมผัสแอมโมเนียที่มีความเข้มข้นสูงทำให้เกิดอาการหลอดลมอักเสบแบบเฉียบพลัน ระบบทางเดินหายใจล้มเหลว และทางเดินหายใจอุดกั้นแบบถาวร (Joseph LaDou, 2004) สอดคล้องกับการศึกษาภาวะสุขภาพในกลุ่มพนักงานอุตสาหกรรมผลิตยางพาราแท่ง จังหวัดระยอง ของเกษสุตา คำแก้ว และคณะ (2552) ที่ทำการทดสอบสมรรถภาพปอดพบว่าพนักงานในกลุ่มเฝ้าระวังจำนวน 96

คน มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอด จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 41.7 นอกจากนี้ข้อมูลสถิติโรคจากการทำงาน ปี พ.ศ. 2551 รายงานว่าโรคที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและกล้ามเนื้อ มีสาเหตุจากการยกของหนักและลักษณะท่าทางการทำงานมีจำนวนสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของโรคจากการทำงานของประเทศไทย มีผู้ประกอบอาชีพป่วยเป็นโรคจากการทำงานนี้ถึง 3,407 ราย (กองทุนเงินทดแทน, 2551) และมีแรงงานนอกระบบจำนวนไม่น้อยที่มีอาการและความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อเช่นกัน แต่ไม่ได้รับการดูแลจากหน่วยงานของรัฐ จากการศึกษาของ Supaporn Meksawi, Boonsin Tangtrakulwanich and Virasakdi Chongsuvivatwong (2012) พบว่าร้อยละ 52.9 ของชาวสวนยางพาราในจังหวัดชุมพรมีอาการปวดหลังส่วนล่าง เนื่องมาจากการยกของหนักบ่อยครั้ง และหากทำการสำรวจแรงงานนอกระบบ (ประมาณ 6 ล้านคน) อาจพบผู้ป่วยด้วยโรคนี้มีจำนวนมากกว่าที่มีการรายงานได้

จากการสำรวจเบื้องต้นในพื้นที่จังหวัดสงขลา พบว่าในปัจจุบันเกษตรกรสหกรณ์น้ำยางพาราใช้ถังเก็บน้ำยางพารา (ภาพที่ 1.1) จากลักษณะถังพักน้ำยาง เกษตรกรมีโอกาสได้รับสัมผัสสารเคมีที่เป็นส่วนผสมในน้ำยางพาราในรูปของสารละลายและไอระเหย รวมทั้งอันตรายเกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อในการทำงานและยกขนย้ายน้ำยางพาราซึ่งเกิดจากความไม่เหมาะสมของสถานงาน ท่าทางการทำงาน รวมทั้งอุปกรณ์ในพื้นที่ปฏิบัติงานด้วย ปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เกษตรกรได้รับสัมผัส ประเมินท่าทางการทำงานก่อนและหลังใช้งานสถานงานและอุปกรณ์ในการทำงานที่ปรับปรุง อุปกรณ์ในการทำงานที่มุ่งเน้นการจัดท่าทางการทำงานให้เหมาะสม ปลอดภัย ลดการสัมผัสแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน อันจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานภาวะสุขภาพของเกษตรกรรับซื้อน้ำยางพารา จากแนวคิดดังกล่าวส่งผลให้งานวิจัยนี้มีความมุ่งหวังเพื่อการสนับสนุนข้อมูลในการบริหารจัดการ การดูแลสุขภาพ ฝ้าระวังและป้องกันโรคจากการทำงานสำหรับกลุ่มแรงงานนอกระบบ และการจัดบริการด้านอาชีวอนามัยให้กับหน่วยงานที่ดูแลสถานะของผู้ประกอบอาชีพ



ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างถังผสมน้ำยางพารา

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 ประเมินความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศจากกระบวนการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพารา ก่อนและหลังมีการใช้ถังเก็บน้ำยางที่ปรับปรุง
- 1.2.2 ประเมินท่าทางการทำงานของเกษตรกรก่อนและหลังมีการใช้ถังเก็บน้ำยางที่ปรับปรุง
- 1.2.3 ประเมินระดับความเสี่ยงอาการปวดหลังส่วนล่างของเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง
- 1.2.4 ออกแบบและปรับปรุงถังเก็บน้ำยางในกระบวนการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพาราตามขนาดสัดส่วนร่างกายของเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ออกแบบและปรับปรุงถังเก็บน้ำยางพาราสำหรับใช้ในขั้นตอนการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพารา โดยอาศัยหลักการด้านความปลอดภัยและการยศาสตร์ ซึ่งจะทำการศึกษาปริมาณแอมโมเนียในบรรยากาศที่เกษตรกรสัมผัส ร่วมกับการประเมินระดับความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA และการประเมินระดับความเสี่ยงอาการปวดหลังส่วนล่างด้วย Revised NIOSH Lifting Equation ในกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางพารา ในจังหวัดสงขลา เป็นระยะเวลา 12 เดือน

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- 1) ทำให้ทราบสถานการณ์และสถานะสุขภาพของกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางพารา ในจังหวัดสงขลา
- 2) ได้ข้อมูล แนวทางการปรับปรุง (Guideline) อุปกรณ์ ลักษณะท่าทางการทำงานที่เหมาะสมและปลอดภัย
- 3) เพื่อนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้ดังกล่าวสู่กลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป
- 4) ได้อุปกรณ์การทำงานที่ปลอดภัย และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในเชิงคุณภาพ และปริมาณให้แก่กลุ่มเกษตรกร และภาคอุตสาหกรรมได้
- 5) ได้รูปแบบการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านการยศาสตร์และความปลอดภัย ที่เหมาะสมในกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง เผยแพร่แก่หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย กองทุนเงินทดแทน กระทรวงแรงงาน กระทรวงสาธารณสุข หรือสถาบันการศึกษา และใช้เป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป
- 6) ได้ข้อมูลในการได้เผยแพร่ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารหรือที่ประชุมวิชาการ แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย เผยแพร่ข้อมูลงานวิจัยในระดับชาติ นานาชาติ และระดับท้องถิ่น เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงทางวิชาการ เผยแพร่ข้อมูลผ่านหน่วยงานด้านความปลอดภัย ด้านแรงงานเพื่อนำแนวทางจากงานวิจัยไปดำเนินการป้องกัน ควบคุม ฝึกระวังโรคจากการทำงานเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง การจัดส่งรายงานการวิจัยให้กับ

หน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา และศูนย์อนามัยจังหวัดสงขลา กรมอนามัย  
กระทรวงสาธารณสุข กองทุนเงินทดแทน กระทรวงแรงงาน



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเหลื่อมล้ำในการได้รับสวัสดิการจากหน่วยงานรัฐในกลุ่มแรงงานนอกระบบยังคงเป็นปัญหาสำคัญในการบริหารจัดการและการวางแผนงานด้านสาธารณสุข โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรจำนวนไม่น้อยที่ยังไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนในระบบ ทั้งนี้หมายถึงถึงกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตยางพารา เมื่อเกิดการเจ็บป่วยจากการทำงานความคุ้มครองของหน่วยงานรัฐไม่ครอบคลุมกลุ่มแรงงานดังกล่าว เป็นปัญหาในการพัฒนาแรงงานและเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงการจัดสรรงบประมาณในการบริหารจัดการ บริการในการดูแล ป้องกัน ควบคุม รักษาและฟื้นฟู เมื่อประเมินอันตรายจากการทำงานของเกษตรกรผู้ผลิตยางพารา พบว่ามีอันตรายจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะอันตรายทางเคมี และการยศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาระดับความเป็นอันตราย ความเสี่ยง และผลกระทบต่อสุขภาพจากสาเหตุทางเคมี และการยศาสตร์ นำไปสู่การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อลดอันตรายต่อสุขภาพ ความเสี่ยงจากท่าทางการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับกลุ่มเกษตรกร โดยทำการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

#### 2.1 ยางพาราและกระบวนการผลิตยางแผ่น

##### 2.1.1 ยางพารา (*Hevia brasiliensis*) (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2556)

ยางพาราจัดเป็นพืชยืนต้นที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2551 มีการขยายการปลูกยางพาราไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งการทำสวนยางพาราทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาต่อยอดในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมากมาย ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดของโลก (หรือ 1/3 ของการผลิตทั้งหมด) โดยในปี 2548 ผลิตยางพาราได้ 2.93 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 33.8 ของผลผลิตยางพาราของโลก ลดลงจากปี 2547 ร้อยละ 1.57 และคาดว่าปี 2549 จะมีผลผลิตประมาณ 3.026 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ประมาณ 48,802 ตัน หรือร้อยละ 1.64

จากข้อมูลล่าสุดของสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร พบว่าภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุดของประเทศไทย ตารางที่ 2.1 แสดงพื้นที่ปลูกยางในภาคใต้ สงขลาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพาราสูงสุดเป็นอันดับที่ 2 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 3.63 รองจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีซึ่งมีพื้นที่ปลูกยางพาราสูงที่สุดในประเทศไทย แต่ในปี พ.ศ. 2554 มีแนวโน้มพื้นที่ปลูกยางพาราลดลงจากปี พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 0.42

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกยางในภาคใต้ปี พ.ศ. 2553

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)
1. กระบี่	622,145
2. ชุมพร	490,923
3. ตรัง	1,383,414
4. นครศรีธรรมราช	1,484,084
5. นราธิวาส	1,007,849
6. ปัตตานี	325,199
7. พังงา	793,618
8. พัทลุง	602,594
9. ภูเก็ต	88,223
10. ยะลา	1,096,594
11. ระนอง	179,793
12. สงขลา	1,573,621
13. สตูล	337,127
14. สุราษฎร์ธานี	1,921,698
รวมภาคใต้	11,906,882

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร (2556)

#### 2.1.2 กระบวนการผลิตยางแผ่น (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

##### ยางแผ่นรมควัน

เป็นการแปรรูปน้ำยางข้นพื้นฐานจากน้ำยางดิบเป็นยางแห้งเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น ยางรถยนต์ ท่อยาง พื้นรองเท้า จากนโยบายของรัฐบาลที่มุ่งยกระดับคุณภาพยางแผ่นของเกษตรกร ให้มีคุณภาพตรงกับความต้องการของตลาดและจำหน่ายได้ในราคาสูง ในปี พ.ศ. 2536 จึงได้มีการก่อสร้างโรงงานผลิตยางแผ่นรมควัน (สหกรณ์ยาง) เป็นโครงการนำร่องจำนวน 10 โรงงาน มีขนาดกำลังผลิตวันละ 1.5 ตัน/โรงงาน โดยมีหลักเกณฑ์ในการก่อสร้างโรงงานดังนี้

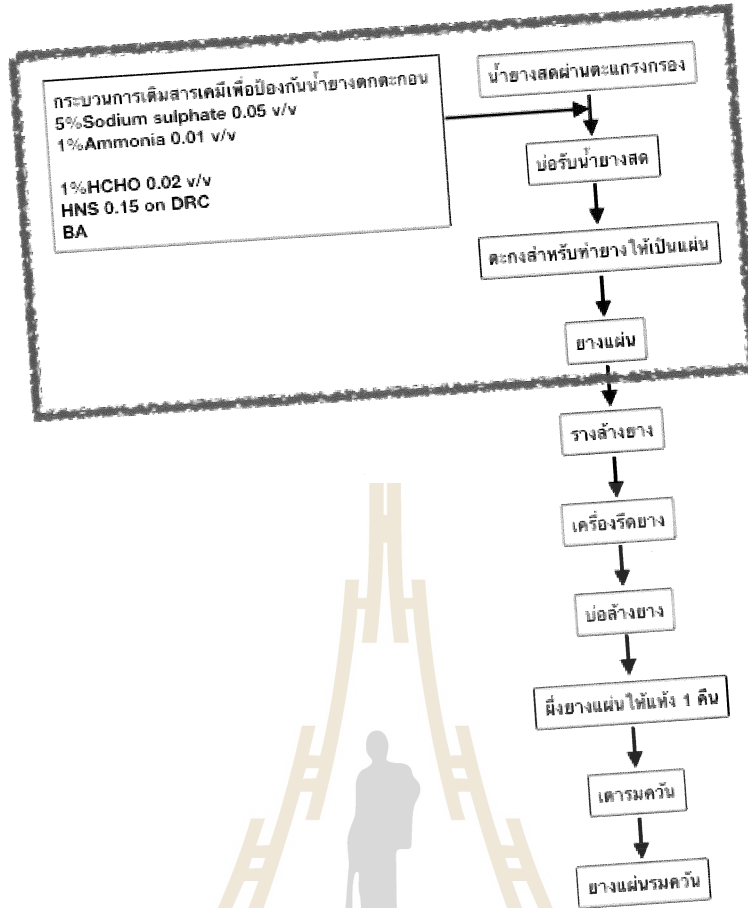
1. ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีเนื้อที่สวนยางที่กรี๊ดได้ไม่น้อยกว่า 3,000 ไร่ และมีปริมาณน้ำยางสดป้อนในโรงงานไม่น้อยกว่า 6,000 กิโลกรัม/วัน
2. มีพื้นที่ในการก่อสร้างโรงงานไม่น้อยกว่า 2 ไร่ หรือขนาด 60×60 เมตร
3. มีสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานรองรับ ได้แก่ เส้นทางคมนาคม ระบบไฟฟ้า และแหล่งน้ำเพียงพอต่อ

การผลิตยาง

กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) การรับน้ำยาง ทำการรวบรวมน้ำยางสดจากสมาชิกสหกรณ์แต่ละคน โดยชั่งน้ำหนักน้ำยางสด พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อวิเคราะห์หาร้อยละของเนื้อยางแห้งโดยวิธีเมโทรแลค (เพื่อคำนวณเงินค่าน้ำยางให้แก่สมาชิก) และเทน้ำยางสดลงสู่บ่อรับน้ำยางสดผ่านตะแกรงกรองขนาด 40 - 60 mesh เพื่อกรองแยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำยางสด ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการกระเด็นและหกหล่นของน้ำยางสด ทำให้มีการสูญเสียน้ำยางและสิ้นเปลืองน้ำในการล้างพื้น
- 2) การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทำยางแผ่น อุปกรณ์และเครื่องใช้ทุกอย่างในการทำยางแผ่น เช่น ตะแกรงกรอง ตะก่งทำยางแผ่น เครื่องรีดยาง จำเป็นต้องสะอาดอยู่เสมอ เนื่องจากจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและมีคุณภาพดี
- 3) การทำยางให้เป็นแผ่น ในการผลิตยางแผ่นรมควัน จะต้องมีการเจือจางน้ำยางสด เพื่อให้ได้เนื้อยางแห้งประมาณ 15 - 18% โดยทำการเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำ ซึ่งจะต้องมีการคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมเจือจาง ในอัตราส่วนผสมน้ำยางสดกับน้ำ คือ 3:2 ซึ่งอัตราส่วนผสมเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อยางแห้ง และเติมกรดฟอร์มิกความเข้มข้น 2% ในอัตราส่วน 0.4 - 0.6 ของเนื้อยางแห้ง (หรือปริมาตรประมาณ 8.2 ลิตรต่อตะก่ง) เพื่อให้ยางจับตัวกันเป็นก้อน ทำการกวนผสมให้เข้ากันซึ่งในการกวนจะมีฟองเกิดขึ้นและต้องทำการตักฟองออกให้หมด เพราะยางแผ่นที่ได้จะมีรอยจุดฟองอากาศทำให้น้ำยางแผ่นรมควันที่ได้มีคุณภาพต่ำ และทำการใส่แผ่นเสียบให้ครบทั้งไว้ 2 - 3 ชั่วโมง เพื่อให้ยางแข็งตัว เมื่อยางแข็งตัวค่อย ๆ ตึงแผ่นเสียบออกจากตะก่งและนำแผ่นยางที่ได้ไปล้างในรางล้างยาง
- 4) การรีดยาง นำยางแผ่นที่ผ่านการล้างแล้วมารีดด้วยเครื่องรีดยางซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งผิวเรียบ 4 - 5 คู่ และลูกกลิ้งลายดอกอีก 1 คู่ สูดท้ายเพื่อรีดให้ยางมีความหนาประมาณ 2 - 3 มิลลิเมตร ในกระบวนการนี้มีการสเปรย์น้ำเพื่อหล่อลื่นในขณะรีดยาง จากนั้นล้างน้ำอีกครั้งและนำไปผึ่งลมเป็นเวลา 1 วัน
- 5) การรมควันยาง นำยางแผ่นที่ผึ่งลมแล้วไปอบรมควันในห้องอบที่มีอุณหภูมิประมาณ 50 - 60 °C โดยความร้อนและควันที่ใช้ในการรมยางให้แห้ง ได้จากการเผาไม้พินในเตาเผา ซึ่งสามารถควบคุมการลุกไหม้ของไม้พิน เพื่อให้ได้ความร้อนตามต้องการโดยการเปิดหรือปิดช่องให้อากาศเข้าทางประตูใส่พิน โดยความร้อนและควันจากเตาเผาจะถูกส่งมาตามท่อซีเมนต์ปล่อยควันสู่ห้องอบ โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาในการรมควันประมาณ 4 - 12 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพและความชื้นของยางแผ่นดิบจนแผ่นยางสุกได้ผลิตภัณฑ์ เรียกว่า ยางแผ่นรมควัน
- 6) การคัดเกรดยาง การคัดแยกเกรดยางแผ่นรมควันไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพยางที่แน่นอน การกำหนดชั้นยางชนิดต่าง ๆ กระทำโดยใช้สายตาในการพิจารณา ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์พอสมควร





ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตข้างแผ่นรมควัน

ที่มา: แนวทางปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันมลพิษ อุตสาหกรรมข้างแผ่นรมควัน กรมควบคุมมลพิษ

## 2.2 แอมโมเนีย (Ammonia) (ศูนย์ข้อมูลวัสดุอันตรายและเคมีภัณฑ์)

ชื่อพ้อง ได้แก่ ammonia gas, aqueous ammonia, ammonium hydroxide

สูตรโครงสร้างทางเคมี :  $\text{NH}_3$

ในภาวะปกติแอมโมเนียเป็นก๊าซที่มีกลิ่นฉุน มีคุณสมบัติติดไฟได้ จึงอาจเกิดระเบิดเมื่อได้รับความร้อน นอกจากนี้แอมโมเนียยังมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีมากจึงมักอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ) มากกว่า แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติเป็นด่าง (Alkali) มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง มีการใช้สารแอมโมเนียใน อุตสาหกรรมห้องเย็น การผลิตอาหารและปุ๋ย สารละลายของแอมโมเนียถูกใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการผลิตเส้นด้าย ผ้า หนังสัตว์ กระดาษ และ ยาง ส่วนในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น กลั่นน้ำมัน และ โลหะ ก็มีการใช้สารละลายแอมโมเนียในขบวนการผลิต สำหรับในบ้านเรือนสารละลายของแอมโมเนียผสมอยู่ในน้ำยาล้างห้องน้ำ

และ น้ำยาฟอกผ้าขาว (Bleach) แต่มีความเข้มข้นเพียง 5 - 10% ต่ำกว่าในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะมีความเข้มข้นถึงประมาณ 30%

การเกิดภัยอันตรายต่อร่างกายเมื่อสัมผัสกับก๊าซแอมโมเนีย หรือสารละลายแอมโมเนีย คือ ระคายต่อผิวหนังสัมผัสต่าง ๆ เช่น ผิวหนัง เยื่อบุของตาและระบบทางเดินหายใจ ก๊าซแอมโมเนียเมื่อสูดดมเข้าสู่ทางเดินหายใจ ก็จะละลายกับไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศและในเยื่อเองได้เป็นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นเยื่อจะถูกทำลายจากต่างแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นเพียงการอักเสบจนถึงการหลุดลอกของเซลล์เยื่อ (Desquamation) ในรายที่รุนแรงได้ กรณีที่รับประทานสารละลายแอมโมเนียเข้าไปจะทำให้มีพยาธิสภาพเหมือนกับผู้ที่รับประทานต่าง คือ มีการอักเสบหรือหลุดลอกของเซลล์เยื่อหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร หรือลำไส้ อาจจะทำให้มีการทะลุของผนังของระบบทางเดินอาหาร มีเลือดออกจากแผล หรือมีการติดเชื้อในระยะต่อมาได้ โดยทั่วไปภัยอันตรายจากการที่เนื้อเยื่อสัมผัสกับต่างจะรุนแรงกว่ากรด

เมื่อผู้ป่วยสัมผัสกับก๊าซแอมโมเนียจะทำให้มีอาการแสบร้อนของผิวหนัง แสบตา น้ำตาไหล ที่สำคัญคือระบบหายใจ ทำให้มีอาการไอ เจ็บคอ อาจจะมีไอน้ำเป็นเลือด ในรายที่รุนแรงทำให้รู้สึกแน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก ตรวจร่างกายอาจพบเสียงปอดผิดปกติ เช่น stridor ซึ่งเกิดจากการบวมของทางเดินหายใจส่วนต้น ที่ต้องระวังคือ อาจมีการบวมของ epiglottis เกิดการอุดตันของทางเดินหายใจได้ กรณีที่เป็นระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจะตรวจได้ยินเสียง wheeze ส่วนรายที่รุนแรงอาจทำให้เกิดภาวะ pulmonary edema ได้

อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจจะเป็นพยาธิสภาพหลักที่บ่งถึงความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากการสูดดมก๊าซแอมโมเนีย โดยทั่วไปการเกิดโรค แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเกิดจากการบวมอักเสบของเนื้อเยื่อโดยตรงตั้งที่ได้กล่าวแล้ว หลังจากนั้น 48 - 72 ชั่วโมง ถัดมาจะมีความรุนแรงของการอุดตันทางเดินหายใจเกิดขึ้นใหม่อีกครั้ง มีการก่อตัวของอาการรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการหลุดลอกของเซลล์เยื่อที่ตายออกมาและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของโครงสร้างที่เหลือ นอกจากนี้ อาจจะมีการติดเชื้อซ้ำซ้อนได้อีกด้วย

ผู้ป่วยที่รับประทานสารละลายของแอมโมเนียมีอาการแสบในช่องปากและคอ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน 24 - 72 ชั่วโมงต่อมา หลอดอาหารหรือกระเพาะอาหารอาจทะลุได้ ซึ่งทำให้มีการอักเสบของ mediastinum จนอาจเกิดภาวะช็อค หรือมีการหายใจล้มเหลว (Respiratory failure) ตามมาได้

ผิวหนังที่สัมผัสถูกก๊าซแอมโมเนียและสารละลายแอมโมเนีย ช่วงแรกมีอาการแสบร้อน ต่อมาจะมีตุ่มน้ำใส (Vesicle) เหมือนผู้ป่วยผิวหนังที่ถูกไฟไหม้ทั่วไป หากแต่ว่าแผลอาจจะลามลึกลงไปถึงชั้นอื่นได้มาก เนื่องจากต่างทำให้เกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่อแบบ liquefaction

ในส่วนองตาที่สัมผัสกับแอมโมเนีย หลังจากล้างด้วยน้ำแล้วควรได้รับการตรวจด้วย slit lamp โดยจักษุแพทย์ เพื่อประเมินความรุนแรงของอันตรายที่เกิดขึ้นกับแก้วตา (Cornea) และส่วนอื่น ๆ ถ้าเป็นไปได้หลังจากนั้นหยอด atropine และป้ายด้วยยาป้ายตาที่ผสมยาปฏิชีวนะ

สำหรับผู้ป่วยที่รับประทานสารแอมโมเนียไม่ควรกระตุ้นให้อาเจียน ไม่ควรใส่สายล้างท้อง และไม่ต้องให้ผงถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) หากเป็นไปได้ควรได้รับการตรวจหลอดอาหารและกระเพาะอาหารด้วยกล้อง (Fiberoptic endoscope) เพื่อประเมินความรุนแรงของอันตรายที่เกิด ซึ่งจะช่วยให้วางแผนการรักษาได้ถูกต้องมากขึ้น

การเฝ้าติดตามอาการของผู้ป่วยโดยให้การรักษาแบบประคับประคอง ระวัง และป้องกัน ภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากปอด ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนัง และตา จะต้องดำเนินต่อไปจนกว่าผู้ป่วยจะฟื้น ผู้ป่วยที่อาการรุนแรงอาจมีความผิดปกติอย่างถาวรตามมาได้ เช่น bronchoconstriction, bronchiectasis หรือ bronchiolitis obliteran ส่วนในหลอดอาหารอาจมีการตีบ (Esophageal stricture) ตามมาได้ ซึ่งควรจะได้รับ การตรวจประเมินอีกครั้งในช่วง 2 - 3 สัปดาห์ หลังจากสัมผัสกับสาร (Ramathibodi Poison Center, 1996)

ตารางที่ 2.2 อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect) เมื่อสัมผัสกับแอมโมเนีย

การสัมผัส	อันตรายต่อสุขภาพ
สัมผัสทางหายใจ	- การหายใจเข้าไปในปริมาณมากกว่า 25 ppm ทำให้ระคายเคืองจมูกและคอ ถ้าได้รับปริมาณมากจะหายใจติดขัด เจ็บหน้าอก หลอดลมบีบเกร็ง มีเสมหะและปอดบวม
สัมผัสทางผิวหนัง	- การสัมผัสถูกผิวหนังจะเป็นผื่นแดง บวม เป็นแผล อาจทำให้ผิวหนังแสบไหม้ถ้าได้รับสารปริมาณมากๆ
กินหรือกลืนเข้าไป	- การกลืนกินเข้าไปจะทำให้แสบไหม้บริเวณปาก คอ หลอดอาหารและท้อง
สัมผัสถูกตา	- การสัมผัสถูกตา จะทำให้เจ็บตา เป็นผื่นแดง ตาบวม ทำให้น้ำตาไหล ทำลายตา
การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่น ๆ	- เป็นสารก่อมะเร็งและทำลายไต ตับ ปอด ระบบประสาทส่วนกลาง - เป็นสารมีฤทธิ์กัดกร่อน

ที่มา: ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. “เอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (MSDS)”

## 2.3 เครื่องมือและแบบประเมินทางด้านการยศาสตร์

### 1) แบบประเมิน Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA เป็นแบบฟอร์มการตรวจสอบและประเมินภาวะทางกายศาสตร์ (ภาพที่ 2.2) และมีเกณฑ์การประเมินผลดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินผลด้วยวิธี REBA

คะแนน	การแปลความหมาย
1	งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นปัญหาทางการยศาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำ ๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
2 - 3	งานนั้นควรได้รับการพิจารณา การศึกษาละเอียดขึ้นและติดตามวัดผลอย่างต่อเนือง การออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น
4 - 7	งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว
8 - 10	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
11 ขึ้นไป	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

ที่มา: Hignett & McAtamney, 2000

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

Step 1: Locate Neck Position

Step 2: Locate Trunk Position

Step 3: Legs

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Step 5: Add Force Lined Score

Step 6: Score A, Find Row in Table C

**SCORES**

Table A: Neck

	1	2	3
Legs	1	2	3
Trunk Posture Score	1	2	3
Score A	1	2	3

Table B: Lower Arm

	1	2
Upper Arm Score	1	2
Lower Arm Score	1	2
Wrist Score	1	2
Hand Score	1	2
Coupling Score	1	2
Score B	1	2

Table C: Score B, neck & lower arm score

Score A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

**B. Arm and Wrist Analysis**

Step 7: Locate Upper Arm Position

Step 8: Locate Lower Arm Position

Step 9: Locate Wrist Position

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Step 11: Add Coupling Score

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Step 13: Activity Score

Final REBA Score

Scoring:  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 11 = high risk, investigate and implement change  
 12 = very high risk, implement change

ภาพที่ 2.2 REBA employee worksheet (Applied Ergonomics 31, 2000)

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานโดยใช้ REBA employee worksheet แบ่งเป็น 15 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

- ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาท่าทางของศีรษะ ลักษณะการทำงานของศีรษะ การก้ม การเงย
- ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาท่าทางของลำตัว ลักษณะการทำงานของลำตัว การโน้ม การบิด เอี้ยวลำตัว
- ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาท่าทางความสมดุลของขาหรือพื้นรองรับเท้า
- ขั้นตอนที่ 4 นำคะแนนในขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 ไปเปิด Table A
- ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาภาระงานโดยพิจารณาลักษณะการถือและ/หรือการใช้แรง
- ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 4 และ 5 โดยเป็นคะแนนสำหรับเปิดค่าใน Table C ต่อไป
- ขั้นตอนที่ 7 พิจารณาท่าทางของแขนส่วนบน
- ขั้นตอนที่ 8 พิจารณาท่าทางของแขนส่วนล่าง
- ขั้นตอนที่ 9 พิจารณาท่าทางของมือและข้อมือ

ขั้นตอนที่ 10 สรุปคะแนนจากขั้นตอนที่ 7, 8 และ 9 นำค่าไปเปิด Table B

ขั้นตอนที่ 11 พิจารณาจากการเคลื่อนย้ายวัสดุว่ามีหิ้ว ที่จับที่เหมาะสมหรือไม่

ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 10 และ 11 ไว้สำหรับเปิดค่าใน Table C ต่อไป

ขั้นตอนที่ 13 พิจารณาว่ามีการทำงานอยู่ในท่าสถิตหรือเคลื่อนไหว

ขั้นตอนที่ 14 นำคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 6 และ 12 ไปเปิด Table C

ขั้นตอนที่ 15 นำข้อมูลจาก Table C และจากขั้นตอนที่ 13 สรุปคะแนน Final Score และแปลความหมาย

### ดังตารางที่ 2.3

2) วิธีการประมาณน้ำหนักที่ยกเคลื่อนย้ายอย่างปลอดภัยโดย Revised NIOSH Lifting Equation

เมื่อปี 1981 NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาสมการ NIOSH Lifting Equation ขึ้นเพื่อประเมินสภาพการยกเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน ต่อมาในปี 1994 NIOSH ได้ดำเนินการปรับปรุงสมการดังกล่าว โดย Water et al. (1994) เพื่อให้การออกแบบและประเมินงานยกเคลื่อนย้ายมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยได้มีการนำตัวแปร 6 ตัว ที่อาจมีผลกระทบต่อกรยกเคลื่อนย้ายมากที่สุด มาผนวกรวมไว้เป็นสมการเดียว สมการ Revised NIOSH Lifting Equation ที่ใช้ในการคำนวณนี้ จะเป็นการคำนวณหาค่า Recommended Weight Limit (RWL)

ค่า RWL เป็นค่าน้ำหนักที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าคนงานทั่วไปที่มีสุขภาพดีเกือบทุกคน (90% ของคนงานผู้ใหญ่ โดยเป็น 99% ของแรงงานชาย และ 75% ของแรงงานหญิง) จะสามารถยกเคลื่อนย้ายได้อย่างปลอดภัยในช่วงเวลาการทำงาน (เช่น ไม่เกิน 8 ชม.) โดยจะไม่เกินขีดจำกัดในการรับน้ำหนักของหลัง ค่า RWL ที่คำนวณได้จะเป็นแนวทางในการประเมินความเสี่ยง ไม่ใช่เป็นการระบุถึงอันตราย การประเมินความรุนแรงของอันตรายอาจจะพิจารณาถึงการเกิดอุบัติเหตุของการบาดเจ็บ การไม่มีแผนงานการจัดฝึกอบรม การควบคุมวิธีการปฏิบัติงาน และการควบคุมทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการยกเคลื่อนย้าย

หมายเหตุ เงื่อนไขในการนำ NIOSH Lifting Equation ไปประยุกต์ใช้ คือ ต้องเป็นการยกเคลื่อนย้ายด้วยมือ ทั้งสองข้าง ไม่ผูกกระชาก ยกทางด้านหน้าของลำตัว มือทั้งสองข้างอยู่ในระดับเดียวกัน วัสดุสิ่งของที่ยกเคลื่อนย้าย มีขนาดไม่กว้างมากเกินไป และมีการกระจายน้ำหนักไปยังมือทั้งสองข้างเท่า ๆ กัน นอกจากการยกวัสดุสิ่งของขึ้นแล้ว ควรลดการปฏิบัติงานที่ต้องยกเคลื่อนย้ายในลักษณะอื่น ๆ เช่น การจับถือ การผลักดัน การลากดึง การหิ้ว การเดิน หรือการเดินไต่ขั้นที่สูง เป็นต้น และต้องไม่ใช่พลังงานมากเกินไปปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องยกสิ่งของขึ้นอย่างซ้ำๆ สภาพแวดล้อมในการทำงานควรมีอุณหภูมิระหว่าง 35-50 องศาเซลเซียส (หากนอกเหนือจากช่วงดังกล่าว อาจเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้) สมการนี้ไม่สามารถนำไปใช้กับการยกเคลื่อนย้ายกับมือข้างเดียว ยกในขณะนั่ง ยกเข้า ยกในบริเวณจำกัด ยกวัสดุสิ่งของในที่ที่ไม่มั่นคง การใช้รถเข็นหรือการขุดเจาะพื้นรองเท้า

หรือพื้นผิวงานควรอยู่ในสภาพที่สามารถยืนได้อย่างมั่นคง ไม่ว่าจะเป็นการยกวัสดุสิ่งของขึ้นหรือลงก็ตาม ล้วนมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่หลังได้เท่ากัน หากในการใช้สมการดังกล่าวไม่ได้อยู่ภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่กำหนด อาจส่งผลให้การประมาณค่าอันตรายที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

สมการ Revised NIOSH Lifting Equation สำหรับงานชนิดเดียว (Single Task)

1) สมการหาค่า RWL – Recommended Weight Limit

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

เมื่อ

LC = Load Constant (23 กิโลกรัม)

HM = Horizontal Multiplier (ระหว่าง 0 และ 1)

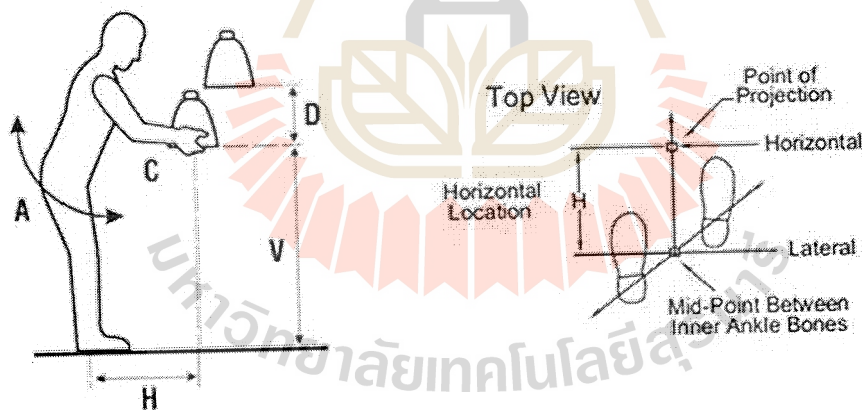
VM = Vertical Multiplier (ระหว่าง 0 และ 1)

DM = Distance Multiplier (ระหว่าง 0.85 และ 1)

AM = Asymmetric Multiplier (ระหว่าง 0 และ 1)

FM = Frequency Multiplier (ระหว่าง 0 และ 1)

CM = Coupling Multiplier (ระหว่าง 0.90 และ 1)



ภาพที่ 2.3 แสดงตำแหน่งของวัตถุและมือเท้าของผู้ยกในแนวนอนและตั้ง

ที่มา: Ergonomics Plus

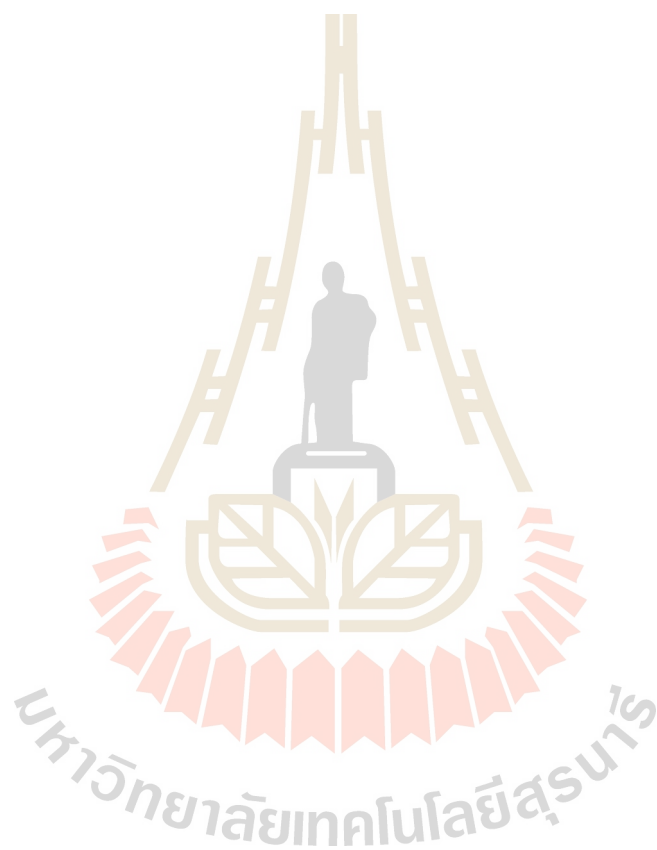
## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาของเกษสุตา คำแก้ว และคณะ (2552) ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพพนักงานอุตสาหกรรมผลิตยางพาราแห่ง จังหวัดระยอง เกษตรกรมีโอกาสได้รับอันตรายจากการทำงานจากสิ่งคุกคามต่อสุขภาพที่สำคัญ คือ ด้านกายภาพ ได้แก่ เสียงดัง ผลการสำรวจพบว่า ระดับเสียงดังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยิน, ค่าดัชนีของอุณหภูมิ (WBGT) เท่ากับ 34 องศาเซลเซียส อยู่ในระดับที่พนักงานมีอาการระงันเบา, แสงสว่าง ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมาย, ด้านการยศาสตร์ พบว่าทุกแผนกมีการทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม และมีกล้ามเนื้อเสื่อมจากการอบยางพารา นอกจากนี้จากผลการศึกษาของ Meksawi, S. et al. ศึกษาอัตราความชุกการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อ ระดับความเสี่ยงและปัจจัยด้านการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังส่วนล่างในกลุ่มชาวสวนกรีดยางพารา โดยใช้แบบสอบถาม แบบประเมินความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ แบบประเมิน RULA พบว่าร้อยละ 52.9 มีอาการปวดหลังส่วนล่าง และท่าทางการกรีดยางมีความเสี่ยงทำให้เกิดความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อ (Meksawi, Tangtrakulwanich and Chongsuivatwong, 2012)

ในการประเมินระดับสิ่งคุกคามทางด้านการยศาสตร์ Hignett, S. และ McAtamney, L. (2000) ได้พัฒนาเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานขึ้นเรียกว่า Rapid Entire Body Assessment (REBA) ต่อมา นริศ เจริญพร และคณะ (2550) ประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าว และทำการพัฒนาระบบประเมินความเสี่ยงเพื่อการออกแบบทางด้านการยศาสตร์ กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ ซึ่งรูปแบบของการประเมินที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้ ได้ผสมผสานหลักการต่าง ๆ ได้แก่ การประเมินท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยเทคนิค OWAS, RULA และ REBA รูปแบบและการใช้แรงของร่างกาย รวมถึงขอบเขตของงานที่อ้างอิงเข้ากับขนาดสัดส่วนร่างกาย มาใช้ประเมินสภาพการทำงานควบคู่ไปกับการใช้วิธีการประเมินทางสรีรวิทยาและจิตใจ ซึ่งเครื่องมือต่าง ๆ สามารถลดความเสี่ยงและอันตรายได้ ดังแสดงในผลการศึกษาของวีรชัย มัญญารักษ์ (2554) ทำการประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางที่นวดยางแผ่นด้วยแรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น โดยใช้วิธีการ RULA และ REBA ก่อนและหลังการนำเครื่องนวดยางแผ่นที่ได้ออกแบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบและประเมินภาวะทางการยศาสตร์ ผลการประเมินกลุ่มตัวอย่างมีความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานลดลง และสรุปได้ว่าปัญหาทางการยศาสตร์ของเกษตรกรลดลงจากการออกแบบและสร้างเครื่องนวดยางแผ่น และการศึกษาของเพิ่มศักดิ์ พิมพ์จ่อง, ปภากร พิทยขวาล และพรศิริ จงกล ทำการออกแบบท่าทางการทำงานในกระบวนการผลิตไม้แปรรูปด้วยเทคนิค REBA ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นำมาวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดของพนักงานในส่วนองร่างกายที่มีการเคลื่อนไหว ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดระดับ 11 คะแนน ซึ่งเป็นระดับที่มีความเสี่ยงสูงและมีความจำเป็นต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน และผลจากการออกแบบท่าทางการทำงานใหม่ พบว่า ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดลดลงเหลือระดับ 7 คะแนน ส่งผลให้พนักงานลดความเมื่อยล้าจากการ



ทำงานซ้ำ ๆ กัน พนักงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำงานได้อย่างปลอดภัย รวมถึงกระบวนการผลิตมี  
ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 10.59%



## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) และการวิจัยประยุกต์ (Applied research) ทำการศึกษากลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางพารา ในจังหวัดสงขลา โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การสำรวจและประเมินสภาวะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างและสภาพแวดล้อมในการทำงานด้านเคมีและการยศาสตร์ในกระบวนการผสมน้ำยางพาราเพื่อป้องกันการตกตะกอนของน้ำยาง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนและออกแบบการปรับปรุงสถานงานของกลุ่มเกษตรกรในลำดับต่อไป

#### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตลักษณะการทำงาน และจากแบบสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางที่จัดตั้งเป็นกลุ่มและสหกรณ์รับซื้อน้ำยาง จำนวน 3 แห่ง ในจังหวัดสงขลา

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลปัญหาภาวะสุขภาพจากแบบสอบถามกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางจากกลุ่มและสหกรณ์รับซื้อน้ำยางจำนวน 3 แห่ง ในจังหวัดสงขลา ที่จัดทำขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และความเที่ยงโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน จากขั้นตอนการผสมน้ำยาง จากพื้นที่ทำการสำรวจจำนวน 3 แห่งในจังหวัดสงขลา โดยทำการเก็บตัวอย่างแอมโมเนียในอากาศด้วยวิธีการเก็บและวิเคราะห์ตามมาตรฐาน NIOSH method 6015 ซึ่งจากการสำรวจลักษณะการทำงานของพนักงานขณะปฏิบัติงานมีการเคลื่อนไหวร่างกายและเคลื่อนที่ตลอดเวลา และในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นยางพารา พนักงานต้องลงไปใต้อ่างน้ำเพื่อยกตะกอนและล้างแผ่นยางพารา ซึ่งการเก็บตัวอย่างแอมโมเนียที่ตัวบุคคลอาจไม่เหมาะสม จึงเลือกเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ที่พนักงานทำงานและให้หลอดเก็บตัวอย่างอยู่ในระดับการหายใจของพนักงาน โดยใช้เป็นตัวแทนการสัมผัสของพนักงานได้ใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นที่สัมผัสจริงโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

การเก็บตัวอย่างแอมโมเนียในบรรยากาศ

- ใช้ปั๊มดูดอากาศอัตราการไหล 0.1 – 0.2 ลิตรต่อนาที ต่อหลอดเก็บตัวอย่าง Solid sorbent tube (sulfuric acid-treated silica gel) และ 0.8 um MCE filter โดยทำการเก็บตัวอย่างแอมโมเนียในบรรยากาศซ้ำ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมงต่อหลอด ขณะเก็บตัวอย่างมีการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม ลักษณะอาคารโรงเรือน ปัจจัยที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย

- เมื่อครบกำหนดเวลาให้ใช้ฝาปิดหัวท้ายของหลอดเก็บตัวอย่างและเก็บในถังน้ำแข็งหรือช่องแช่แข็งจนกว่าจะนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนีย

การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำการหาความเข้มข้น มีขั้นตอน ดังนี้

1) เตรียมสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียเข้มข้น 100 mL-N/L (Stock solution) โดยเติมผงแอมโมเนีย (แอมโมเนียมคลอไรด์ ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )) อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 0.3114 mg ลงในปิกรเกอร์ขนาด 50 mL เติมน้ำ 20 mL ผสมและใส่ใน Volume metric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 1,000 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย 100 mL-N/L

2) จากนั้นดูดสารละลายที่ได้จากการเตรียมในขั้นที่ 1 ปริมาตร 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80 และ 1.00 มิลลิลิตร ตามลำดับ ด้วย volumetric pipette ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

3) วิเคราะห์สารละลายมาตรฐานและแบล็กเพื่อทำการหาความเข้มข้นของแอมโมเนียต่อไป

ตารางที่ 3.1 แสดงระดับความเข้มข้นสำหรับกราฟมาตรฐานของแอมโมเนีย

$\text{NH}_3$ ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Stock solution/100 mL
0.05	0.05
0.10	0.10
0.20	0.20
0.40	0.40
0.80	0.80
1.00	1.00

การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ความเข้มข้นแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน

1) นำฝาพลาสติกออก แยก Sulfuric acid treated silica gel ส่วนหน้า (ไม่รวม glass wool) และหลังใส่ในหลอด vial ขนาด 80 mL วิเคราะห์สองตัวอย่างแยกกัน

2) เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนียจำนวน 20 mL ลงในหลอด vial ปิดฝาและเขย่าเป็นเวลา 45 นาที และปรับค่า pH ของสารละลายตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 5 - 6.5 ด้วย Sodium hydroxide

3) นำไปวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร (ก่อนวัดสารตัวอย่างต้องปรับค่าการดูดกลืนแสงของเครื่องให้เท่ากับศูนย์ โดยใช้น้ำกลั่นที่เติมในตัวอย่างวัดค่าดูดกลืนแสง จากนั้นก็ปรับค่าการดูดกลืนแสงให้เท่ากับศูนย์)

4) อ่านค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียส่วนหน้าและหลัง โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานและคำนวณค่าความเข้มข้นตามสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{W_f V_f + W_b V_b}{V}, \text{ mg/m}^3.$$

หมายเหตุ  $W_f, W_b$  หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียที่พบใน Sulfuric acid treated silica gel ส่วนหน้า และส่วนหลังตามลำดับมีหน่วย ug/mL

$V_f, V_b$  หมายถึง ปริมาตรของของเหลวที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นแอมโมเนีย (Desorption) ในส่วนหน้าและหลังของ Sulfuric acid treated silica gel ตามลำดับ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร (mL)

$V$  หมายถึง ปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน มีหน่วยเป็น ลิตร (L)

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินท่าทางการทำงานของกลุ่มเกษตรกร สหกรณ์รับซื้อน้ำยางจำนวน 3 แห่ง ด้วยแบบประเมิน REBA, Revised NIOSH Lifting Equation และวัดสัดส่วนร่างกายกลุ่มตัวอย่างด้วยเครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบขนาดถังเก็บน้ำยางพารา

ขั้นตอนที่ 5 ออกแบบถังเก็บน้ำยางพาราตามหลักกายศาสตร์และความปลอดภัย โดยภายหลังที่ออกแบบจะนำมาใช้เพื่อประเมินปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศ ประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA, Revised NIOSH Lifting Equation และนำมาเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงด้านสุขภาพก่อนและหลังของกลุ่มเกษตรกรเมื่อนำถังเก็บน้ำยางพาราใหม่มาใช้ รวมทั้งประสิทธิภาพในการผลิต โดยวัดอัตราการผลิตแผ่นยางพาราในช่วงเวลาที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาในการตอบวัตถุประสงค์ และวิเคราะห์ผลการประเมินปริมาณแอมโมเนียในบรรยากาศ ประเมินระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานก่อนและหลังการใช้ถังเก็บน้ำยางพาราที่ออกแบบจากข้อมูลสัดส่วนขนาดร่างกายของกลุ่มเกษตรกร และการประเมินระดับความพึงพอใจในการทำงานถึงถังเก็บน้ำยางพารา ก่อนและหลังด้วยแบบสอบถาม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows สถิติที่ใช้ คือ

สถิติพรรณนา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอนุมานใช้สถิติ Chi-square และ Paired t-test และกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $p\text{-value} < 0.05$



## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 ผลการดำเนินงาน

##### 4.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของสถานประกอบการ

สำรวจพื้นที่กลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางในเขตอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา จำนวน 3 แห่ง คือ โรงยาง 42 บ้านป่าพลู, กลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา และสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้า จากการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานโดยรอบของพื้นที่รับซื้อน้ำยางนั้นมีความแตกต่างกันดังต่อไปนี้

1. โรงยาง 42 บ้านป่าพลู พื้นที่เปิดโล่ง เป็นโรงเรือนชั่วคราวสูงประมาณ 2.5 เมตร มีเสา 4 มุม และส่วนที่เป็นหลังคาไม่มีกำแพงหรือผนังกัน การเคลื่อนไหวของอากาศ และทิศทางของกระแสลมขึ้นกับสภาพอากาศในแต่ละวัน ถึงผสมน้ำยางพาราที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณ 1.2 เมตร ลึก 1.2 เมตร จำนวน 1 ถัง ใช้ตาข่ายในการแสดงน้ำหนักรับซื้อจากชาวสวนยาง มีผลต่อลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานขณะทำการยกถังน้ำยาง มีพนักงานทำงานในพื้นที่จำนวน 2 คน และไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจและผิวหนังในขณะปฏิบัติงาน

2. สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้า พื้นที่ถูกจัดสร้างขึ้นเป็นโรงเรือนชั้นเดียว มีหลังคาสูง ผนังปิดทึบเป็นกำแพงสูงประมาณ 6-7 เมตร จำนวน 2 ด้าน และผนังอีก 2 ด้านเปิดให้อากาศถ่ายเทได้พอสมควร ถึงผสมอยู่ต่ำกว่าพื้นที่ปฏิบัติงานของพนักงาน มีตะแกรงกรองสิ่งสกปรก โดยพนักงานจะเทน้ำยางลงในช่องขนาด 0.5 เมตร x 0.5 เมตร x 0.5 เมตร น้ำยางจะไหลไปรวมกันในถังผสมด้านล่างซึ่งมีขนาดกว้าง x ยาว x สูง ประมาณ 1.5 เมตร x 2 เมตร x 0.8 เมตร จำนวน 1 ถัง มีพนักงานทำงานในพื้นที่จำนวน 6 คน และไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจและผิวหนังในขณะปฏิบัติงาน และ

3. กลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา พื้นที่เปิดโล่ง มีโรงเรือนที่มีเฉพาะเสาพุงส่วนที่เป็นหลังคา มีผนังกันไว้สำหรับพื้นที่ของเจ้าหน้าที่รับซื้อ-ขายน้ำยางพารา ถึงผสมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร จำนวน 1 ถัง มีพนักงานทำงานในพื้นที่จำนวน 2 คน และไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจและผิวหนังในขณะปฏิบัติงาน โดยพื้นที่ทั้ง 3 มีกระบวนการผลิตและขั้นตอนการปฏิบัติงานคล้ายคลึงกัน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนที่ 1 รับซื้อน้ำยางสดจากเกษตรกร



ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนที่ 2 ชั่งน้ำหนักน้ำยางสด



ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนที่ 3 ชั่งน้ำหนักแกลลอน เพื่อหาน้ำหนักสุทธิของน้ำยางสด



ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนที่ 4 สุ่มตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง

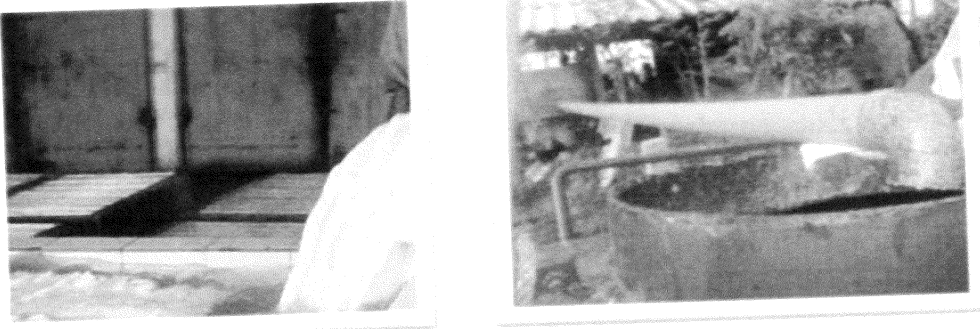


ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนที่ 5 เทน้ำยางสดใส่ในถังผสม



ภาพที่ 4.6 ขั้นตอนที่ 6 ผสมแอมโมเนียลงในถังผสม เพื่อป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพารา





ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนที่ 7 ป้อนน้ำยางสดจากถังพักใส่ตะกวงเพื่อทำเป็นยางพาราแผ่น หรือป้อนใส่ถังขนาดใหญ่เพื่อขายเป็นน้ำยางสดต่อไป

ในกระบวนการผลิตยางพาราแผ่นหรือน้ำยางสดนั้นมีการใช้แอมโมเนียเป็นส่วนผสมเพื่อรักษาน้ำยางให้คงสภาพ ไม่ตกตะกอนรวมตัวเป็นก้อนยาง ผู้ปฏิบัติงานจะเริ่มงานเวลาเช้าตั้งแต่ 5 นาฬิกา เนื่องจากชาวสวนยางจะกรีดยางในช่วงเช้ามืด ประมาณ 3 นาฬิกา ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวมีผลต่อปริมาณน้ำยางที่กรีดยางได้สูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ และชาวสวนจะนำน้ำยางที่กรีดยางได้มาขายให้แก่ผู้รับซื้อในวันเดียวกันเพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของน้ำยาง โดยในขั้นตอนการรับซื้อน้ำยางมีพนักงานที่ปฏิบัติงาน จำนวนกลุ่มละ 2 คน ที่ต้องสัมผัสกับแอมโมเนียโดยตรงนาน 4 ชั่วโมง และใช้เวลาทำงานที่เหลืออยู่ในพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อทำความสะอาดถังรับน้ำยางและพื้นที่การปฏิบัติงาน รวมทั้งการจัดเก็บอุปกรณ์ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก กระจบ้องสู่มตรวจน้ำยางสด ตะกวงและถังผสม เป็นต้น ภายหลังการตรวจวัดและประเมินความเข้มข้นแอมโมเนียในบรรยากาศเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน TLV-TWA ของ NIOSH หรือ ACGIH ซึ่งมีระดับการคุ้มครองความปลอดภัย สุขภาพอนามัยของพนักงานเข้มงวดที่สุด และเป็นค่าที่ใช้สำหรับการสัมผัสสารตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ส่วนค่า STEL นั้นใช้ในกรณีที่สัมผัสความเข้มข้นสารในระยะเวลานั้นไม่เกิน 15 นาที/ครั้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่ามาตรฐานการสัมผัสแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน

หน่วยงาน	TLV-TWA; 8 hr	STEL
OSHA	50 ppm	-
NIOSH	25 ppm	35 ppm
ACGIH	25 ppm	35 ppm
ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2560	50 ppm	-

#### 4.1.2 การประเมินภาวะสุขภาพของกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง

ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลปัญหาภาวะสุขภาพจากแบบสอบถามกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยาง โดยใช้แบบสอบถามซึ่งผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และความเที่ยงโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พบว่ากลุ่มเกษตรกรมีอาการปวดกล้ามเนื้อบริเวณคอ หัวไหล่ แขน หลัง และขา ซึ่งมักพบในกลุ่มผู้ใช้แรงงานที่ต้องมีการยก เคลื่อนย้ายวัตถุ และทำการสำรวจสุขภาพของพนักงาน เกี่ยวกับอาการในระบบต่าง ๆ ได้แก่ อาการเกี่ยวกับตา อาการทางจมูก อาการทางลำคอ และระบบประสาทส่วนกลาง พบว่า พนักงานมีอาการระคายเคืองคอ ปวดศีรษะ และระคายเคืองตาเพียงเล็กน้อย ความถี่ในการเกิด 1-3 วันต่อเดือน ซึ่งพนักงานระบุว่าน่าจะเกี่ยวเนื่องจากการทำงาน

#### 4.2 การประเมินระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน

จากการสำรวจขั้นตอนการปฏิบัติงาน ผู้วิจัยทำการประเมินระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานตามวิธีเก็บและวิเคราะห์มาตรฐาน NIOSH method 6016 ในขั้นตอนการผสมน้ำยางกับสารแอมโมเนีย เพื่อลดการตกตะกอนของน้ำยางนั้น ผลการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศ แสดงในตารางที่

#### 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน

พื้นที่	วันที่ตรวจวัด	พื้นที่/บริเวณเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (ppm)	ผลการตรวจวัด
1	1	ถังผสมจุดที่ 1	266.90	เกินค่ามาตรฐาน
1	1	ถังผสมจุดที่ 2	266.71	เกินค่ามาตรฐาน
1	2	ถังผสมจุดที่ 1	65.07	เกินค่ามาตรฐาน

พื้นที่	วันที่ตรวจวัด	พื้นที่/บริเวณเก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น (ppm)	ผลการตรวจวัด
1	2	ถังผสมจุดที่ 2	30.06	เกินค่ามาตรฐาน
2	3	ช่องรับน้ำยางที่ 1	8.65	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
2	3	ช่องรับน้ำยางที่ 2	13.96	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
2	4	ช่องรับน้ำยางที่ 1	2.62	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
2	4	ช่องรับน้ำยางที่ 2	2.67	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
3*	5	ถังผสมจุดที่ 1	1.02	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
3*	5	ถังผสมจุดที่ 2	1.84	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
3*	6	ถังผสมจุดที่ 1	0.63	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
3*	6	ถังผสมจุดที่ 2	1.23	ไม่เกินค่ามาตรฐาน
4	-	Blank	<0.001	-

หมายเหตุ :

พื้นที่ 1 หมายถึง โรงยาง 42 บ้านป่าพลู

พื้นที่ 2 หมายถึง สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้า

พื้นที่ 3 หมายถึง กลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา

\* มีฝนตกในวันที่ทำการตรวจวัดปริมาณแอมโมเนียในบรรยากาศ

ผลการประเมินระดับความเข้มข้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของหน่วยงาน คือ OSHA, NIOSH, ACGIH และ ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2560 พบว่า ในพื้นที่โรงยาง 42 บ้านป่าพลู มีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศเท่ากับ 266.90, 266.71, 65.07 และ 30.06 ppm ตามลำดับ ซึ่งเกินค่ามาตรฐานดังที่ได้กล่าวไว้ ส่วนสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านนาหว้า มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย 1 จุด อยู่ในระดับที่ต้องมีการดำเนินการควบคุมจัดการ (คือมีค่ามากกว่า 50% Action Level ของ NIOSH และ ACGIH) ถึงแม้ว่ากลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา จะมีระดับความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดนั้น แต่ยังคงต้องพิจารณาปัจจัยภายใน เช่น ปริมาณที่รับซื้อในวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง ลักษณะอาคารโรงเรือนรับซื้อน้ำยาง ปริมาณการใช้แอมโมเนีย และปัจจัยภายนอก เช่น สภาพภูมิอากาศ กระแสลม รวมทั้งราคากลางน้ำยางสดซึ่งอาจมีผลต่อระดับปริมาณการซื้อขายน้ำยางและส่งผลต่อการใช้แอมโมเนียในแต่ละวัน เป็นต้น

#### 4.3 การประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการผสมน้ำยางกับแอมโมเนีย

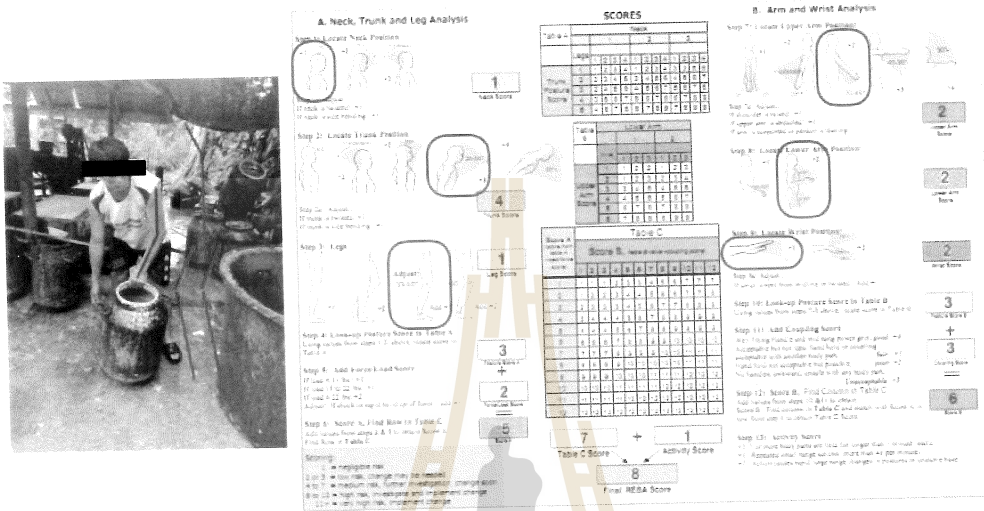
ประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานสหกรณ์รับซื้อน้ำยางจำนวน 3 แห่ง ด้วยแบบประเมิน REBA, Revised NIOSH Lifting Equation และวัดสัดส่วนร่างกายกลุ่มเกษตรกรด้วยเครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบขนาดถังเก็บน้ำยางพารา ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 4.8 -(1-8)



ภาพที่ 4.8 (1-8) ท่าทางการทำงานขณะรับ ยก เเท่น้ำยางลงในถังผสม

#### 4.3.1 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน Rapid Entire Assessment worksheet (REBA)

ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานของกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางในกระบวนการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพารา ด้วยแบบประเมิน REBA โดยใช้น้ำหนักสูงสุด 20 kg ในการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงาน แสดงดังภาพที่ 4.9 และผลการประเมินความเสี่ยงในแต่ละขั้นตอนแสดงในตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.9 การประเมินความเสี่ยงท่าทางการยกถังน้ำยางพาราเทใส่ถังผสม

ตารางที่ 4.3 การประเมินความเสี่ยงท่าทางการยกถังน้ำยางเทใส่ถังผสม

ภาพที่	คะแนนการประเมิน	แปลความหมาย
4.8-1	8	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-2	10	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-3	10	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-4	10	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-5	10	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-6	8	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-7	8	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
4.8-8	11	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

หมายเหตุ: การประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานนี้กำหนดให้ใช้น้ำหนักสูงสุดที่ได้จากการสังเกต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20

kg

ผลการประเมินท่าทางการทำงานขณะทำการยกถังน้ำยางเทใส่ถังผสม ของกลุ่มเกษตรกรรับซื้อน้ำยางทั้ง 3 กลุ่ม มีระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 8-11 คะแนน หมายความว่า ลักษณะการยกเคลื่อนย้ายวัตถุในขั้นตอนการเทน้ำยางใส่ในถังผสมนั้น มีความเสี่ยง ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว เพราะมีท่าทางดังกล่าวอาจมีผลกระทบต่อภาวะบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก

#### 4.3.2 การประเมินความเสี่ยงโดยใช้สมการ Revised NIOSH Lifting Equation

ในการวิเคราะห์และประเมินปัจจัยเสี่ยงของลักษณะงานที่ต้องยกเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยแรงคนความเสี่ยงภาวะการยกน้ำหนักด้วยมือทั้งสองข้าง การวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณตามสมการ NIOSH แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงตัวแปรที่ใช้ในสมการการยกของ NIOSH

ตัวแปร	Origin			Destination		
	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
L	20 kg	20 kg	20 kg	20 kg	20 kg	20 kg
H	10 cm	10 cm	10 cm	30 cm	30 cm	50 cm
V	20 cm	30 cm	30 cm	120 cm	60 cm	150 cm
D	100 cm	30 cm	120 cm	100 cm	30 cm	120 cm
A	10 องศา	10 องศา	20 องศา	30 องศา	20 องศา	90 องศา
F	0.5 ครั้ง/นาที	0.5 ครั้ง/นาที	0.5 ครั้ง/นาที	0.5 ครั้ง/นาที	0.5 ครั้ง/นาที	0.5 ครั้ง/นาที
W	4 hr	4 hr	4 hr	4 hr	4 hr	4 hr
C	poor	poor	poor	poor	poor	Poor
HM	1.00	1.00	1.00	0.83	0.83	0.50
VM	0.83	0.83	0.86	0.86	0.95	0.78
DM	0.86	0.97	0.86	0.86	0.97	0.86
AM	0.97	0.97	0.94	0.90	0.94	0.71

ตัวแปร	Origin			Destination		
	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
CM	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
FM	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
RWL	11.61	13.09	11.66	9.26	12.05	3.99
FIRWL	14.33	16.17	14.39	11.44	14.88	4.93
LI	0.86	0.76	0.86	1.08	0.83	2.51
FILI	1.40	1.24	1.39	1.75	1.34	4.06

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าสูงสุดที่ได้จากการสังเกตขณะที่พนักงานยกถังน้ำยาปราบปรุงในถังพักหรือถังผสม

จากผลการประเมินความเสี่ยงการเคลื่อนย้ายถังน้ำยาปราบปรุงในถังผสม พบว่า ดัชนีชี้วัดที่ใช้บ่งบอกถึงระดับความเครียดของการยกจากสภาพงาน (LI) ของพื้นที่ 1 และ 3 ซึ่งมีค่า LI เท่ากับ 1.08 และ 2.51 ตามลำดับ หมายความว่ามีความเสี่ยงและอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการเคลื่อนย้ายไปยังจุดสุดท้าย เมื่อคำนวณจากน้ำหนักเฉลี่ยที่ 10 kg แต่หากคำนวณจากน้ำหนักสูงสุด คือ 20 kg จะพบว่า ไม่ว่าจะเป็จุดเริ่มต้นหรือจุดสุดท้ายของการเคลื่อนย้ายถังน้ำยา มีความเสี่ยงและโอกาสการบาดเจ็บหลังส่วนล่างจากการยกด้วยมือทั้งสองข้าง เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า LI พบว่า น้ำหนัก ระยะห่างจากกึ่งกลางลำตัวถึงจุดกึ่งกลางของวัตถุ ระยะความสูงจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย ลักษณะของที่จับถังน้ำยา และการบิดหรือเอี้ยวตัว ปัจจัยดังกล่าวนี้มีผลกระทบต่อค่า LI ดังนั้นจะนำปัจจัยดังกล่าวนี้มาใช้ในการพิจารณาออกแบบปรับปรุงสถานีงานต่อไป และผลการประเมินด้วย Revised NIOSH Lifting Equation สอดคล้องกับการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA

#### 4.3.3 การวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน

การวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน จำนวน 4 คน จาก 2 พื้นที่ที่มีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศอยู่ในระดับที่ต้องดำเนินการ โดยจะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบถังผสมน้ำยา มีข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานที่ปฏิบัติงานบริเวณถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ

สัดส่วนร่างกาย (เซนติเมตร)	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด
ส่วนสูง	158	155	168	172	163.25	155-172
ข้อศอกถึงพื้น (ยืน)	90	87	95	110	95.5	87-110
ปลายนิ้วถึงข้อศอก	40	39	50	59	47	39-59
เป่ากางเกงถึงพื้น (ยืน)	55	55	90	100	75	55-100
ความกว้างจากข้อศอกซ้าย-ขวา	35	32	46	52	41.25	32-52
หัวไหล่ถึงพื้น (ยืน)	120	118	130	145	128.25	118-145
ความกว้างของไหล่	140	139	150	160	147.25	139-160
หัวไหล่ถึงปลายมือ (ยืดสุด)	66	65	75	73	69.75	65-75

#### 4.4 การออกแบบถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ

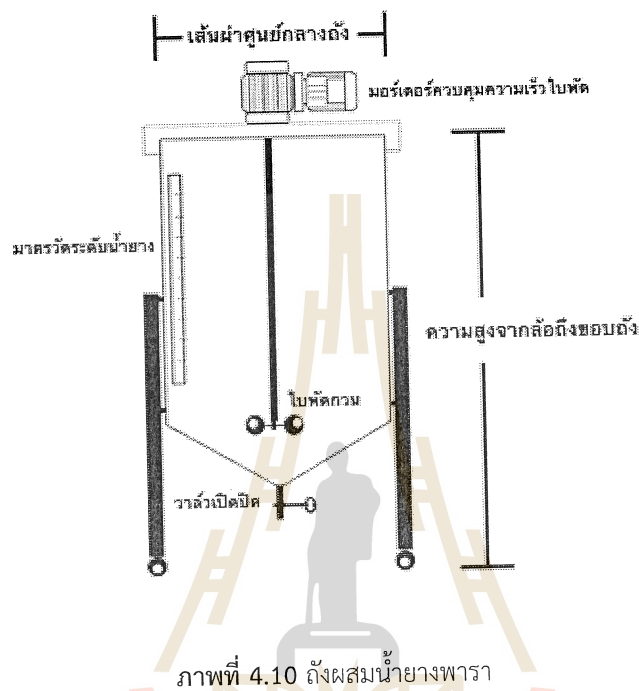
การออกแบบถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อทรงกระบอกตามหลักการยศาสตร์

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีความเสี่ยงต่อการยกของด้วยมือทั้งสองข้าง มีการปรับปรุงส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ความสูงของถังผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ จากล้อยถึงขอบถังพิจารณาจากความสูงของข้อศอกถึงพื้น (ในท่ายืน) ของตัวอย่างที่มีความสูงน้อยที่สุดในท่ายืนเท่ากับ 139 cm เพื่อป้องกันการยกของสูงกว่าระดับหัวไหล่ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถังควรมีค่าเท่ากับระยะของปลายนิ้วถึงข้อศอก มีค่าสูงสุดเท่ากับ 59 cm นอกจากนี้เพื่อลดการบิดและหมุนมือ และข้อมือ จึงทำการติดตั้งใบพัดกวนไฟฟ้า (ภาพที่ 4.10) บนฝาปิด เมื่อต้องการผสมแอมโมเนียกับน้ำยาฆ่าเชื้อในการป้องกันการตกตะกอนของน้ำยา ก่อนขึ้นรูปแผ่นยาง แอมโมเนียเหลวจะถูกดูดเข้าสู่ถังผสมด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อลดการสัมผัสแอมโมเนียของผู้ปฏิบัติงาน โดยแอมโมเนียถูกบรรจุในถังพลาสติกหรือวัสดุที่มีความปลอดภัย ขนาดความสูงในระดับสายตาหรือระดับเดียวกับความสูงของถังผสม ซึ่งทำการติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของแอมโมเนียสะดวกต่อการใช้งานและกำหนดปริมาตรที่ต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ แสดงดังภาพที่ 4.11

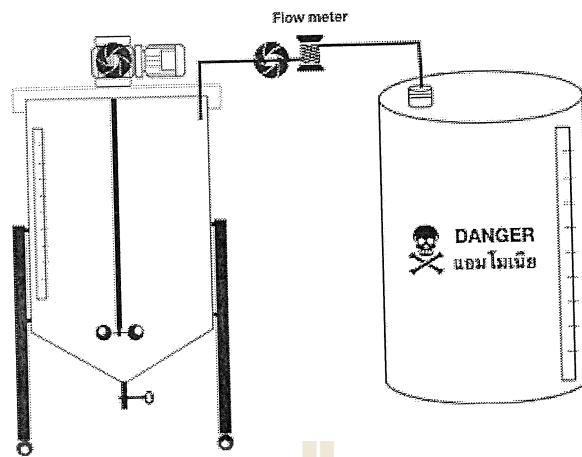
ทั้งนี้จากผลการประเมินความเสี่ยงท่าทางการยกเคลื่อนย้ายวัตถุด้วย REBA และ NIOSH Lifting Equation พบว่าการยกเคลื่อนย้ายถังน้ำยาด้วยแรงงานคนนั้น มีความเสี่ยงในระดับสูง จึงได้เสนอแนะให้มีการออกแบบถังที่มีหูจับทั้งสองด้าน หากเป็นไปได้การลดน้ำหนักโดยใช้พนักงานช่วยกันยก 2 คนจะทำให้ระดับคะแนนความเสี่ยงลดลง ทั้งนี้ควรจัดวางให้ถังผสมอยู่ในแนวระนาบเดียวกับถังซึ่งน้ำยาเพื่อลดการบิดหรือเอี้ยวตัวของพนักงาน รวมทั้งการใช้



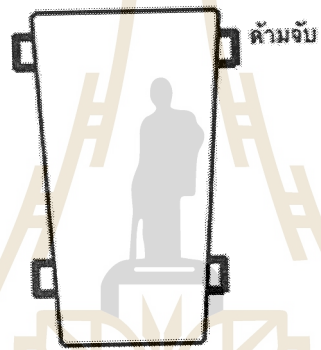
เครื่องชั่งน้ำหนักที่สูงจากพื้นเพียงเล็กน้อยจะช่วยลดการยกตัวของไหล่ได้ หากดำเนินการแก้ไขดังที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นไปได้ว่าจะสามารถลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก ลดการสัมผัสแอมโมเนียในบรรยากาศ รวมทั้งลดภาระงาน และเพิ่มระดับความปลอดภัยต่อสุขภาพให้กับพนักงานซึ่งเป็นแรงงานนอกระบบด้วย



ภาพที่ 4.11 ถังเก็บแอมโมเนีย



ภาพที่ 4.12 ภาพจำลองการผสมแอมโมเนียในถังผสมน้ำยางพารา



ถังสำหรับช่างน้ำหนักน้ำยาง

ภาพที่ 4.13 ถังสำหรับช่างน้ำยางพารา

## บทที่ 5

### อภิปราย สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรรับซื้อน้ำยางจำนวน 3 กลุ่ม ในเขตอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา อภิปรายและสรุปผลใน 3 ประเด็น ดังนี้

#### 5.1 ความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน

จากผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานในพื้นที่ตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม พบว่า ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในพื้นที่การทำงานกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 266.90 ppm และสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดย OSHA, NIOSH, ACGIH และค่ามาตรฐานของประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2560 ถึงแม้ว่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในพื้นที่ที่ 2 ไม่เกินค่ามาตรฐานดังกล่าวมา แต่มีบางจุดมีค่าสูงกว่าระดับ Action Level คือ มากกว่า 50% Occupational Exposure Limit (ของ NIOSH และ ACGIH) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการควบคุมอันตราย ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นแอมโมเนียทั้งสองพื้นที่นั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ ธนาวัฒน์ และคณะ (2015) เรื่อง การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสัมผัสแอมโมเนียของพนักงานสหกรณ์กองทุนสวนยางในเขตภาคใต้ พบว่าระดับความเข้มข้นที่ทำการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่า และมีค่าปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในพื้นที่การทำงานและที่พนักงานสัมผัสจากการเก็บตัวอย่างจากสหกรณ์กองทุนสวนยางจำนวน 15 แห่ง มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.03-2.70 ppm และ 0.05-4.98 ppm ตามลำดับ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 1 ตัวอย่างต่อพื้นที่หรือที่ตัวบุคคล เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ด้วยวิธีมาตรฐานการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง NIOSH Method 6016 (Rakkamon and NaSongkhla, 2015) ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาเก็บตัวอย่างนาน 8 ชั่วโมงการทำงานและเก็บ 2 ตัวอย่างต่อพื้นที่ ด้วยวิธีมาตรฐานการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง NIOSH Method 6015 เป็นไปได้ว่าด้วยกลยุทธ์และกลวิธีการเก็บตัวอย่าง (เช่น อัตราการไหล จำนวนหลอดเก็บ ตัวอย่าง วิธีการต่ออุปกรณ์ เครื่องมือวิเคราะห์ เป็นต้น) ที่ต่างกันอาจมีผลทำให้ค่าความเข้มข้นที่ได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีอีกหลายปัจจัย ประกอบด้วย วิธีการใช้งานและขั้นตอนการทำงานกับแอมโมเนีย ปริมาณและความถี่ของการใช้แอมโมเนีย ลักษณะโรงเรือนและระบบระบายอากาศภายในอาคาร จุดหรือพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง รวมถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ มีผลต่อการระเหยของแอมโมเนีย ซึ่งอาจส่งผลทำให้การศึกษามีความแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้แอมโมเนียในงานเกษตรกรรม ยกตัวอย่างอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานส่วนใหญ่สูงกว่าค่ามาตรฐานของทั้ง 4 หน่วยงานดังกล่าวข้างต้น (Louhelainen et al., 2001; Kim et al., 2008) ดังนั้น หากจะพิจารณาระดับความเข้มข้นเพื่อเป็นตัวแทนการสัมผัสของกลุ่มเกษตรกรยางพารา รวมถึงข้อมูล

จากการศึกษาที่ผ่านมาในระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก จึงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นและต้องเป็นกลุ่มที่สัมผัสแอมโมเนียเหมือนกัน (Homogeneous Exposure Group) และควรมีการเก็บตัวอย่างซ้ำเพิ่มเติม แต่ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างของระดับความเข้มข้นแอมโมเนียที่ได้จากผลการศึกษา ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น แอมโมเนียก็ยังคงเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน โดยผลการศึกษาของ ธนาวัฒน์ และคณะ (2015) ยังคงชี้ให้เห็นว่าการสัมผัสแอมโมเนียมีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมรรถภาพปอดที่ลดลงของพนักงานที่สัมผัสแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน และหากสัมผัสร่วมกับฝุ่นละอองจะมีผลทำให้สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง เพิ่มขึ้นอีก 43% ซึ่งถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิด Synergistic effect (Donham, Cumro and Reynolds, 2015)

เมื่อพิจารณาถึงการประเมินความเสี่ยงการสัมผัสแอมโมเนียต่อสุขภาพตลอดอายุการทำงาน (Health Risk Assessment) ของเกษตรกรยางพารา ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียจากการหายใจเพียงทางเดียวไม่เพียงพอต่อการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ การเก็บตัวอย่างการสัมผัสแอมโมเนียในเส้นทางอื่น ๆ เช่น การสัมผัสผ่านผิวหนัง (Skin absorption) หรือการกินเข้าไป (Accidental Ingestion) ควรได้รับการพิจารณา รวมทั้งการประเมินตัวชี้วัดการสัมผัสสารทางชีวภาพ (Biological Exposure Index) เพื่อพิจารณาปัจจัยความสัมพันธ์ของการสัมผัสแอมโมเนียกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพที่เกิดขึ้น และนำไปใช้ในการวางแผนการป้องกันควบคุมในงานด้านสาธารณสุขและเศรษฐศาสตร์ต่อไป

## 5.2 ความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน (Work-related Musculoskeletal Disorders, MSDs) ด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยง REBA และ NIOSH Lifting Equation

การประเมินท่าทางการทำงาน รวมทั้งระดับความเสี่ยงอาการปวดหลังส่วนล่างของเกษตรกรรับซื้อน้ำยางพาราดิบ ในจังหวัดสงขลา ด้วยวิธีการประเมิน REBA และ NIOSH Lifting Equation ผลการประเมินความเสี่ยงพบว่า ระดับคะแนนความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์เสี่ยงสูงในทุกร่างกาย โดยเฉพาะส่วนของลำตัว แขน หัวไหล่ มือ และขา ซึ่งเกิดจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น การบิดลำตัวขณะยกถังน้ำยาง การยัดหรือเหยียดแขนเกินระยะเอื้อมถึง จนทำให้มีการโน้มลำตัว คอ รวมทั้งมีการบิดข้อมือและยกหัวไหล่ เป็นต้น นอกจากนี้การที่อุปกรณ์การทำงานไม่เหมาะสม เช่น ขนาด และลักษณะหุ้บของถังน้ำยาง ถังผสม และระดับของพื้นที่การทำงานมีผลทำให้เกิดความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อในกลุ่มเกษตรกรยางพาราด้วยวิธี REBA ที่ผ่านมา พบว่า ความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อในส่วนต่าง ๆ ที่ทำการศึกษได้แก่ คอ ไหล่ ข้อศอก ข้อมือและมือ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง สะโพก เข่า ข้อเท้าและเท้า มีสาเหตุเกิดจากท่าทางการทำงานที่ผิดปกติ อายุ และอายุการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} < 0.05$ ) ด้วยระดับความเชื่อมั่น

95% และพบว่าส่วนของคอและหลังส่วนล่างได้รับการรายงานความผิดปกติสูงที่สุด (Samaei et al., 2017) และจากการศึกษาในกลุ่มเกษตรกรปลูกยางพาราจำนวน 427 คน ทำการประเมินความเสี่ยง MSDs ด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA) พบว่า ลักษณะการทำงานของเกษตรกรมีผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อหลังส่วนล่างถึง 52% ส่วนขา แขนส่วนบน ข้อมือ และแขนส่วนล่างเท่ากับ 14.8%, 8.9%, 3%, 2.3% และ 2.1% ตามลำดับ (Meksawi, Tangtrakulwanich and Chongsuvivatwong, 2012) และด้วยวิธี Quick Exposure Check (QEC) พบว่า ความเสี่ยงของความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้ออยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (Choobineh et al., 2008) นอกจากนี้ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิ เครื่องจักรเครื่องมือในการทำงาน อุณหภูมิ ความร้อน ความเย็น การสัมผัสอันตรายด้านอื่น ๆ) ปัจจัยตัวบุคคล (น้ำหนักตัว อายุ อายุงาน ภาวะสุขภาพ) ปัจจัยองค์กรและการจัดการทำงาน (เวลาการทำงาน ระยะเวลาพัก) ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของภาวะผิดปกติดังกล่าว (Samaei et al., 2017) ถึงแม้จะยังไม่มีผลการวิจัยทางการแพทย์แต่พบว่าข้อมูลการประเมินดังกล่าวมานี้มีความสอดคล้องกัน

ผลการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียและความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ซึ่งให้เห็นว่าควรมีการดำเนินการควบคุมและลดความเสี่ยงหรืออันตรายจากการทำงาน ด้วยหลักการทางวิชาการและการวิจัย การควบคุมอันตรายประกอบด้วย การควบคุมอันตรายที่แหล่งกำเนิด (Source/Engineering Control) ซึ่งพิจารณาให้มีความสำคัญเป็นลำดับแรก ซึ่งแนวทางการควบคุม ได้แก่ การปรับปรุงเครื่องจักร เครื่องมือ สถานีงาน การทำงาน หรือการเปลี่ยน เลิก หรือหาสารอื่นทดแทน โดยการใช้สารเคมีที่มีความเป็นอันตรายน้อยลง มีความปลอดภัยมากขึ้น และการควบคุมโดยการจัดการการทำงาน (Administrative Control) ให้เหมาะสม มีระยะเวลาพักระหว่างการทำงานเพื่อลดความเครียดจากการใช้กล้ามเนื้อเป็นระยะเวลานาน ๆ การให้การศึกษา (Education) แก่พนักงานเพื่อการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย การรักษาสุขอนามัยส่วนบุคคลในการลดการสัมผัสสารเคมีอันตราย และดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล และสุดท้ายการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipments) ดังนั้นจากการข้อมูลความเข้มข้นของแอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานและการประเมินความเสี่ยงความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานทั้งหมดนี้นำมาใช้ในการปรับปรุงการออกแบบสถานีงานใหม่เพื่อลดความเสี่ยงการสัมผัสสาร ภาวะการบาดเจ็บหรือความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก ดังแสดงในบทที่ 4 โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

การปรับปรุงอุปกรณ์และสถานีงาน

1) ควรมีการปรับปรุงอุปกรณ์และสถานีงาน ดังนี้ การออกแบบถังชั่งน้ำหนักน้ำยางดิบโดยเพิ่มหูจับทั้งสองข้าง กำหนดขนาดความจุให้เหมาะสม โดยใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา ได้แก่ สังกะสี อะลูมิเนียม หรือพลาสติก และควรอยู่ในภาชนะบรรจุที่เป็นระบบปิด เพื่อลดการกระจายตัวของสารเคมีในบรรยากาศการทำงานและลดการสัมผัสของสารเคมีของพนักงาน

2) การกำหนดให้ระดับการทำงานอยู่ในระดับเดียวกัน มีระยะห่างไม่เกินระยะเอี้อมและมีทิศทางเดียวกันเพื่อลดการยึดการเหยียดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น แขน ไหล่ ลำตัว เป็นต้น รวมทั้งลดการหมุนหรือบิดลำตัวและข้อมือ การดำเนินการด้านบริหารจัดการ

(1) การยกเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยพนักงาน 2 คน เพื่อลดภาระการรับน้ำหนักของวัตถุ และ

(2) การกำหนดระยะเวลาการพักในช่วงสั้น ๆ ให้กับพนักงานเพื่อลดความเครียดต่อกล้ามเนื้อที่มีการใช้งานซ้ำ ๆ เช่น แขน ขา ลำตัว เป็นต้น

(3) การส่งเสริมอบรมให้ความรู้แก่พนักงานเพื่อให้ตระหนักถึงความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นยังคงจำเป็นอยู่สำหรับพนักงาน

(4) กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัย

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ถุงมือ ปกอกแขน รองเท้าที่เหมาะสม ลดการสัมผัสสารเคมี ในขณะที่ปฏิบัติงาน

### 5.3 การออกแบบถึงผสมป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพาราตามหลักการยศาสตร์

การศึกษาความแตกต่างของปัจจัยส่วนบุคคล (Human Factors) เช่น ขนาดสัดส่วนร่างกาย และประสบการณ์การทำงาน, ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น ขนาดพื้นที่ และปัจจัยในงาน เช่น กระบวนการผลิต ความต่อเนื่องของงาน ล้วนมีผลต่อการออกแบบด้านการยศาสตร์ทั้งสิ้น ในการศึกษาทำการวัดสัดส่วนมนุษย์ในสภาวะร่างกายหยุดนิ่งตามแบบมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organisation for Standardisation: ISO) และนำมาใช้ในการออกแบบถึงผสมเพื่อป้องกันการตกตะกอนของน้ำยางพารา ซึ่งได้นำแนวคิดการประยุกต์ใช้หลักการ ทางวิชาการ เครื่องมือ แบบประเมิน และข้อกำหนดด้านการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ความปลอดภัย สามารถลดความเสี่ยง อันตรายจากการทำงาน มีอุบัติเหตุน้อยลง
2. สุขภาพอนามัย ลดการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อ และความเสี่ยงท่าทางการทำงานที่ผิดปกติ
3. เพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในการทำงาน ลดจำนวนวันลา การเบิกจ่ายค่ารักษาพยาบาล

การออกแบบบนพื้นฐานหลักการด้านการยศาสตร์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดที่เปอร์เซนไทล์ที่ 95 และ 5 และการใช้ช่วงใดช่วงหนึ่งของข้อมูลนั้น (Sanders and McCormick, 1993) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ครอบคลุมบริบทงานอุตสาหกรรม การทหาร และการแพทย์ ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ช่วยยก ขนส่งสิ่งของที่มีน้ำหนัก, การออกแบบเครื่องจักรให้มีขนาด ระดับที่เหมาะสม, การใช้ระบบควบคุมทางไกลในการตรวจสอบระเบิด, การใช้

หุ่นยนต์ในการช่วยผ่าตัด (Teleoperation, collaborative robot) แทนการทำงานของมนุษย์ โดยเฉพาะในงานที่มีความเสี่ยงและความเป็นอันตรายสูง เป็นต้น จากการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องมือและสถานีงาน เช่น การออกแบบเครื่องมือ เครื่องจักร ทำทางการทำงานโดยใช้หลักการด้านกายศาสตร์ เช่น การศึกษาของ Musigapong et. al. (2011) มีการออกแบบเก้าอี้ที่นั่งสำหรับเย็บถุงกระสอบบรรจุอาหารเลี้ยงสัตว์จากขนาดสัดส่วนของพนักงานที่ทำงานในแผนกบรรจุอาหารสัตว์และนำไปใช้งานจริง ร่วมกับการออกกำลังกายเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการทำงาน พบว่า คะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงานเมื่อประเมินด้วย RULA และ REBA ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนความเสี่ยงก่อนใช้เก้าอี้ที่ออกแบบตามขนาดสัดส่วนของร่างกายพนักงาน และมีผลผลิตในการทำงานเพิ่มขึ้นถึง 16.67% นอกจากนี้มีการศึกษาและปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการพัฒนาเครื่องช่วยยกเพื่อลดความเสี่ยงจากงานก้มยก-วางสิ่งของด้วยร่างกาย โดยการดัดแปลงแท่นยกไฮดรอลิกส์ให้สามารถยกระดับความสูง-ต่ำ แบบอัตโนมัติให้มีความสูงของฐานวางพาเลทมีระดับพอดีกับรางลำเลียง พบว่าภายหลังการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าว พบว่า ลดความเสี่ยงการปวดหลังส่วนล่าง ระดับความเมื่อยล้าลดลง และพนักงาน 93.93% มีความพึงพอใจต่อผลการปรับปรุงเครื่องมือดังกล่าว (Burasith, Soontornchai and Lertwisuttipaiboon, 2016) ถึงแม้จะยังไม่มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องโดยตรง แต่ผลการศึกษาน่าจะเป็นในทำนองเดียวกัน ดังนั้นเพื่อให้การออกแบบในการศึกษาวิจัยนี้มีผลอย่างชัดเจน เสนอแนะให้มีการนำเครื่องมือที่ได้มาทดลองใช้งานจริง เพื่อประเมินผลด้านความปลอดภัย สุขภาพอนามัย ประสิทธิภาพและผลผลิตในการทำงานร่วมด้วย

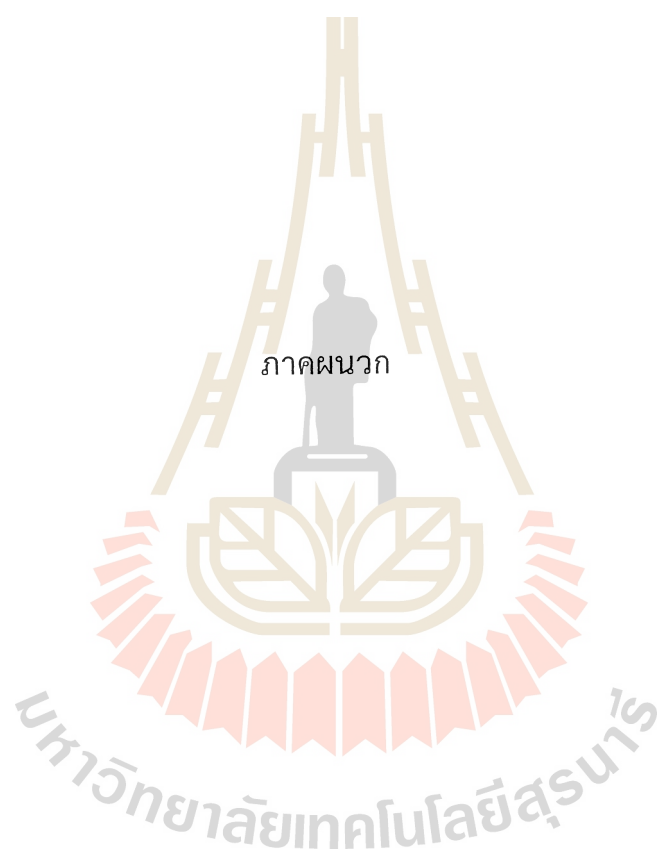
## บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2548). แนวทางปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันมลพิษ อุตสาหกรรมยางแผ่นรมควัน. (ออนไลน์) สืบค้นจาก <http://infofile.pcd.go.th/water/rubber.pdf?CFID=7985732&CFTOKEN=10420029>. อ้างอิง 11 มีนาคม 2555.
- กองทุนเงินทดแทน. สถิติการเจ็บป่วยจากการทำงานจำแนกตามชนิดโรค พ.ศ. 2545-2551. (ออนไลน์) สืบค้นจาก <http://www.anamai.moph.go.th/occmcd/document/StatSSOTable.pdf> อ้างอิง 10 มีนาคม 2555
- เกษสุตา คำแก้ว และคณะ. (2552). ภาวะสุขภาพและสิ่งคุกคามต่อสุขภาพพนักงาน อุตสาหกรรมผลิตยางพาราแห่งจังหวัดระยอง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก <http://www.occmcdrayong.com/> อ้างอิงเมื่อ 10 มีนาคม 2555
- ธนาวัฒน์ รักกมล, ธิติมา ณ สงขลา, วรินทร์ทิพย์ ชูช่วย, และ อรุณช อิศระ. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดของพนักงานที่มีการสัมผัสแอมโมเนีย จากการรับซื้อน้ำยางสดในสหกรณ์กองทุนสวนยางเขตภาคใต้. วารสารควบคุมโรค ปีที่ 41. ฉบับที่ 4 หน้า 285-296 2558
- นฤมล นีราทร. แรงงานนอกระบบ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก [http://www.infolabour.com/50\\_bite/pdf/Network.pdf](http://www.infolabour.com/50_bite/pdf/Network.pdf) อ้างอิงเมื่อ 9 มีนาคม 2555.
- นริศ เจริญพร, ภูวนนท์ พูนกวิณ, จิรายุ ยุวธานนท์. การพัฒนาระบบประเมินความเสี่ยงเพื่อการออกแบบทางด้านกายศาสตร์ กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์. การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. 24-26 ตุลาคม 2550, 1216-1223.
- เพิ่มศักดิ์ พิมพ์จ้อง, ปภากร พิทยขวาล, พรศิริ จงกล. การออกแบบท่าทางการทำงานในกระบวนการผลิตไก่แปรรูปด้วยเทคนิค REBA. การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2554. 20 – 21 ตุลาคม 2554.
- สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. สถิติยางไทย มูลค่ายางส่งออกแยกตามประเภท. (ออนไลน์) สืบค้นจาก [http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm) อ้างอิงเมื่อ 27 มกราคม 2556
- สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. สถิติยางไทย พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย. (ออนไลน์) สืบค้นจาก [http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm) อ้างอิงเมื่อ 27 มกราคม 2556



- สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. ความสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมของยางพารา. (2543)  
(ออนไลน์) สืบค้นจาก [http://www.rubber.co.th/knowledge\\_1m.html](http://www.rubber.co.th/knowledge_1m.html) อ้างอิงเมื่อ 9  
มีนาคม 2555
- สำนักงานตลาดกลางยางพารานครศรีธรรมราช สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. การขายน้ยางสด.  
(ออนไลน์) สืบค้นจาก [http://www.rubberthaiforward.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=94:2010-05-06-08-32-52&catid=37:2010-02-17-02-39-48&Itemid=63](http://www.rubberthaiforward.com/index.php?option=com_content&view=article&id=94:2010-05-06-08-32-52&catid=37:2010-02-17-02-39-48&Itemid=63). อ้างอิง 9 มีนาคม 2555
- วีรชัย มัญญารักษ์. การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่นด้วย  
แรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีที่ 4 ฉบับที่  
1 มกราคม-มิถุนายน 2554, 16-29.
- ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. เอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (MSDS). (ออนไลน์) สืบค้น  
จาก <http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?MD=95> อ้างอิงเมื่อ 15 มกราคม 2555)
- Burasith, S., Soontornchai, S. and Lertwisuttipalboon, S. (2016) 'An Ergonomics Risk  
Improvement For Hard Disk Drive's Box Manual Lifting: A Case Study of HGST  
(THAILAND) Co.,Ltd. Proceeding of Thailand National Ergonomics Conference. 15-  
17 December 2016. p. (12).
- Choobineh, A. et al. (2008) 'Musculoskeletal problems among workers of an Iranian  
communication company', Indian Journal of Occupational and Environmental  
Medicine. 11(2), p. 32. doi: 10.4103/0019-5278.32462.
- Donham, K. J., Cumro, D. and Reynolds, S. (2015) 'Synergistic Effects of Dust and Ammonia  
on the Occupational Health Effects of Poultry Production Workers'. Journal of  
Agromedicine. 8(2), pp. 57-76. doi: 10.1300/J096v08n02.
- Hignett, S. & McAtamney, L. (2000) Rapid Entire Body Assessment, REBA. The Journal  
Applied Ergonomics. 31, 201-205.
- Joseph LaDou. Current Occupational and Environmental Medicine. Third Edition:  
McGrawHill, 2004.

- Kim, K. Y. et al. (2008) 'Quantification of ammonia and hydrogen sulfide emitted from pig buildings in Korea'. Journal of Environmental Management. 88(2), pp. 195–202. doi: 10.1016/j.jenvman.2007.02.003.
- Louhelainen, K. et al. (2001). Effect of in situ composting on reducing offensive odors and volatile organic compounds in swineeries. American Industrial Hygiene Association Journal. 62(2), pp. 159–167. doi:10.1080/15298660108984618.
- Meksawi, S., Tangtrakulwanich, B. and Chongsuvivatwong, V. (2012). Musculoskeletal problems and ergonomic risk assessment in rubber tappers: A community-based study in southern Thailand. International Journal of Industrial Ergonomics. Elsevier Ltd, 42(1), pp. 129–135. doi: 10.1016/j.ergon.2011.08.006.
- Musigapong, P. and Phanprasit, W. (2011). Workstation design based on ergonomics in animal feed packing process. World Academy of Science, Engineering and Technology. 77(5). pp. 799–801. Available at: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79959605677%7B&%7DpartnerID=40%7B&%7Dmd5=462efe05e639c6b30b0468c1dd6cc956>.
- Rakkamon, T. and NaSongkhla, T. (2015). Health Risk assessment of Ammonia Exposure in Rubber cooperative, Sorthern, Thailand. Journal of Public Health. 45(2), pp. 134–147.
- Ramathbodi Poison Center. อันตรายจากสารแอมโมเนีย: แนวทางการรักษา. (ออนไลน์) Bulletin. July – September 1996. vol.4. no.3. สืบค้นจาก <http://www.ra.mahidol.ac.th/poisoncenter/bulletin/bul96/v4n4/Ammo.html> อ้างอิงเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2554.
- Samaei, S. E. et al. (2017). Effect of personal risk factors on the prevalence rate of musculoskeletal disorders among workers of an Iranian rubber factory. Work. 57(4), pp. 547–553. doi: 10.3233/WOR-172586.



## ภาคผนวก ก NIOSH Method 6015

## AMMONIA

6015

NH<sub>3</sub>

MW: 17.03

CAS: 7664-41-7

RTECS: BO0875000

METHOD: 6015, Issue 2

EVALUATION: PARTIAL

Issue 1: 15 August 1994

OSHA : 50 ppm  
 NIOSH: 25 ppm; STEL 35 ppm; Group III pesticide  
 ACGH: 25 ppm; STEL 35 ppm  
 (1 ppm = 0.697 mg/m<sup>3</sup> @ NTP)

PROPERTIES: gas; MP -77.7 °C; BP -33.4 °C; explosive  
 range 16 to 25% v/v in air; vapor density  
 0.6 (air = 1)

SYNONYMS: none

SAMPLING		MEASUREMENT	
<b>SAMPLER:</b>	SOLID SORBENT TUBE (sulfuric acid-treated silica gel) A 0.8-micron MCE prefilter may be used to remove particulate interferences.	<b>TECHNIQUE:</b>	VISIBLE ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY
<b>FLOW RATE:</b>	0.1 to 0.2 L/min	<b>ANALYTE:</b>	Indophenol blue
<b>VOL-MIN:</b>	0.1 L @ 50 ppm	<b>EXTRACTION:</b>	20 mL deionized water
<b>-MAX:</b>	96 L	<b>COLOR DEVELOPMENT:</b>	EDTA antiprecipitant, phenolate coupling agent, nitroprusside intensifier, hypochlorite.
<b>SHIPMENT:</b>	routine	<b>WAVELENGTH:</b>	630 or 660 nm
<b>SAMPLE STABILITY:</b>	not determined	<b>CALIBRATION:</b>	standard solutions of ammonium chloride in deionized water
<b>BLANKS:</b>	2 to 10 field blanks per set	<b>RANGE:</b>	1.5 to 20 µg per sample [1]
<b>ACCURACY</b>		<b>ESTIMATED LOD:</b>	0.5 µg per sample [1]
<b>RANGE STUDIED:</b>	not studied	<b>PRECISION (S<sub>r</sub>):</b>	not determined
<b>ACCURACY:</b>	not determined		
<b>BIAS:</b>	not determined		
<b>OVERALL PRECISION (S<sub>r</sub>):</b>	not determined		
<b>APPLICABILITY:</b> The working range is 0.2 to 400 ppm (0.15 to 300 mg/m <sup>3</sup> ) for a 10-L air sample. This method is applicable to STEL measurements.			
<b>INTERFERENCES:</b> None identified.			
<b>OTHER METHODS:</b> This method is based on the sampling procedure of Method S347 [2], the automated analytical procedure of EPA Method 350.1 [3], and Standard Methods 417G [4]. NIOSH Method 6701 [5] was less sensitive, employing a passive liquid sorbent badge for collection followed by ion chromatography. NIOSH Method P&CAM 205 [6] used impinger collection and Nessler's reagent for manual colorimetric analysis. OSHA has both impinger collection with ion specific electrode analysis (ID-164) [7] and sulfuric acid-impregnated beaded carbon collection followed by ion chromatography analysis (ID-186) [8].			

## REAGENTS:

1. Water, distilled and deionized. Special precaution must be taken to ensure that distilled water is free of ammonia, by passing it through an ion exchange column comprised of a mixture of both strongly acidic cation and strongly basic anion exchange resins. Regenerate the ion exchange column according to the instructions of the manufacturer.  
NOTE: All solutions must be made using ammonia-free water.
2. Sulfuric acid, conc., reagent grade.
3. Phenol.
4. Sodium hydroxide, reagent grade.
5. Brij-35.
6. Ammonium chloride.
7. Chloroform.
8. Sulfuric acid 5 N. Air scrubber solution (AAII). Carefully add 140 mL of concentrated sulfuric acid to approximately 500 mL of ammonia-free distilled water. Cool to room temperature and dilute to 1 L with ammonia-free water.
9. Sodium phenolate. In a 1-liter flask, dissolve 83 g phenol (or 80 mL 90% liquid phenol) in 500 mL distilled water. In small increments, cautiously add with agitation, 32 g NaOH (96 g 50% NaOH for TRAACS). Periodically cool flask under water faucet. When cool, dilute to 1 L with distilled water. Filter if necessary. Store in amber glass bottle. For AAII add 0.5 mL Brij-35.
10. Sodium hypochlorite solution: Dilute one volume of a bleach solution containing 5.25% NaOCl (such as "Clorox") with an equal volume of deionized water. Available chlorine level should approximate 2 to 3%.
11. Disodium ethylenediamine-tetraacetate (EDTA) (5%): Dissolve 50 g EDTA (disodium salt) and six pellets NaOH in 1 L of deionized water. (For TRAACS, dissolve 41 g EDTA, 1 g 50% NaOH, and 3-6 mL Brij-35.)
12. Sodium nitroprusside (0.05%  $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ): Dissolve 0.5 g sodium nitroprusside in 1 L deionized water (or 1.1 g for TRAACS). NOTE: Sodium nitroprusside solution is light-sensitive. Store in and use from a brown bottle.
13. Calibration stock solution (100 mg  $\text{NH}_3/\text{L}$ ): Dissolve 0.3144 g anhydrous ammonium chloride,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , dried at 105 °C, in deionized water, and dilute to 1 L. Add 1 mL chloroform as a preservative.

## EQUIPMENT:

1. Sampler:
  - a. Prefilter (to remove particulate interferences): 37-mm cellulose ester membrane filter (0.8- $\mu\text{m}$  pore size) supported by stainless steel screen in two piece cassette filter holder.
  - b. Sulfuric acid-treated silica gel sampling tubes. Glass tube with both ends unsealed and fire-polished, 6.0 cm long with a 6-mm O.D. and a 4-mm I.D. containing two sections of 20/40 mesh sulfuric acid-treated silica gel (200 mg front/100 mg back) separated by a 2-mm portion of glass wool. Plugs of silylated glass wool are placed at the ends of the tube. The pressure drop across the tube must be <13 inches of water at a flow rate of 0.2 L/min (see APPENDIX). The glass tubes should be rinsed and dried with acetone before packing. The tubes are capped with plastic caps. Tubes are commercially available.
2. Personal sampling pump calibrated, 0.1 to 0.2 L/min, with flexible tubing.
3. Technicon AutoAnalyzer Unit (AAII) (or TRAACS 800 equivalent) consisting of an autosampler, and analytical cartridge (AAII), proportioning pump, colorimeter equipped with 15-mm, 30-mm, or 50-mm tubular flow cell and 630- to 660-nm filters, a data collection system, and recorder.
4. pH Meter and pH electrode.
5. Plastic vials, 80-mL or 50-mL.
6. Polyethylene centrifuge tubes.
7. Magnetic stirrer and stirring bars.
8. Pipets: delivery type of convenient sizes.
9. Volumetric flasks: 1-L and 50-mL and other convenient sizes for preparing standard solutions.
10. Stopwatch.
11. Manometer.

**SPECIAL PRECAUTIONS:** Phenol is both corrosive and poisonous from ingestion, inhalation, or absorption through the skin [10]. Avoid skin contact and inhalation of vapors. Sodium hydroxide, sulfuric acid, and sodium hypochlorite (bleach) are all corrosive. Avoid contact with skin or inhalation of vapors. Chloroform is believed to be carcinogenic [10], with reports of mutagenic and teratogenic effects in animals. Handle in a hood and avoid skin contact. Sodium nitroprusside (sodium nitroferricyanide) is highly toxic. Use extreme caution to avoid ingestion or inhalation of dust.

#### SAMPLING:

1. Calibrate each personal sampling pump with a representative sampler in line.
2. Sample at an accurately known flow rate between 0.1 and 0.2 liter/minute for a total sample size of 0.1 to 96 L.
3. Cap the sampling tubes with plastic (not rubber) caps immediately after sampling.
4. Pack securely for shipment.

#### SAMPLE PREPARATION:

5. Remove the plastic caps. Transfer the front and back sections of sulfuric acid-treated silica gel to separate 80-mL vials. Discard glass wool plugs. Analyze the two sections separately.  
NOTE: Firm tapping of the tube may be necessary to effect complete transfer of the sulfuric acid-treated silica gel.
6. Add 20 mL of ammonia-free deionized water to each vial. Cap and shake vigorously. Desorption is complete in 45 minutes. Adjust the pH of each sample to 5.0 to 6.5 with sodium hydroxide.  
NOTE: Analyses should be completed within one day after the ammonia is desorbed.

#### CALIBRATION AND QUALITY CONTROL:

7. Calibrate daily with at least six working standards over the range 0.05 to 1 µg/mL. Using the stock solution, prepare standards such as the following in 100-mL volumetric flasks (prepare fresh daily):
  - a. Add known amounts of calibration stock solution to deionized water in 100-mL volumetric flasks and dilute to the mark. Prepare fresh daily.

NH <sub>3</sub> , µg/mL	mL Stock Solution/100 mL
0.05	0.05
0.10	0.10
0.20	0.20
0.40	0.40
0.80	0.80
1.00	1.00

- b. Analyze working standards together with samples and blanks (steps 9 through 12).
  - c. The instrument automatically generates calibration graph (peak height versus concentration). Sample concentrations will be printed out directly from this graph.
8. Analyze three quality control blind spikes and three analyst spikes to ensure that the calibrating graph is in control.

**MEASUREMENT:**

9. For a working range of 0.05 to 1.0 µg NH<sub>3</sub>/mL, set up the manifold as shown in Figure 1 for AAIL and as shown in Figure 2 for TRAACS. Higher concentrations may be accommodated by sample dilution.
10. Allow both the colorimeter and the recorder to warm up for 30 minutes. Obtain a stable baseline with all reagents, feeding deionized water through the sample line.
11. For normal conditions use a 30 or 40/hour 2:1 cam with a common wash for the AAIL. For the TRAACS use a sampling rate between 90 and 120/hour with a 3:1, 4:1, or 5:1 sample/wash ratio.
12. Arrange ammonia standards in sampler in order of decreasing concentration of nitrogen. Complete loading of sampler tray with unknown samples. Begin analysis.

**CALCULATIONS:**

13. Read NH<sub>3</sub> concentration (µg/mL) found in sample front (W<sub>f</sub>) and back (W<sub>b</sub>) sorbent sections directly from the instrument printout.
14. Calculate the concentration (C) of NH<sub>3</sub> in the volume, V (L), of air sampled from the sample solution concentrations, W<sub>f</sub> and W<sub>b</sub> (µg/mL), multiplied by the appropriate solution volumes, V<sub>f</sub> and V<sub>b</sub> (mL):

$$C = \frac{W_f V_f + W_b V_b}{V}, \text{ mg/m}^3.$$

**REFERENCES:**

- [1] DataChem Laboratories report for NIOSH Seq. 7482-L (NIOSH/DPSE, unpublished, May 20, 1992).
- [2] NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Volume 5, S347, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141 (1979).
- [3] Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA-600/4-79-020 Revised March 1983, U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Cincinnati, Ohio.
- [4] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th ed., 1985, APHA, AWWA, WPCF.
- [5] NIOSH Manual of Analytical Methods, 3rd ed., Method 6701, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 84-100, February 1984.
- [6] NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Volume 1, P&CAM 205, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-A (1977).
- [7] "Ammonia in Workplace Atmosphere" Method ID-164, Inorganic Methods Evaluation Branch, OSHA Analytical Laboratory, Salt Lake City, Utah.
- [8] "Ammonia in Workplace Atmosphere" Method ID-188, Inorganic Methods Evaluation Branch, OSHA Analytical Laboratory, Salt Lake City, Utah, (April, 1988).
- [9] The Merck Index, 11th Edition, 7206 Phenol, 2141 Chloroform, Merck & Co., Inc., Rahway, NJ (1989).
- [10] NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, U.S. Department of Health and Human Services Publ. (NIOSH) 81-123 (1981), available as GPO Stock #17-033-00337-8 from Superintendent of Documents, Washington, D.C. 20402.

**METHOD WRITTEN BY:**

Norman K. Christensen, DataChem Laboratories, Salt Lake City, Utah.

**APPENDIX: PREPARATION OF SULFURIC ACID-TREATED SILICA GEL**

1. Place 6 g of 20/40 mesh silica gel in 250-mL beaker.
2. Add 15 mL 0.4 N sulfuric acid to the beaker. Stir the mixture, and cover the beaker with a watch glass.
3. Heat the silica gel-acid mixture in a fume hood with a Bunsen burner to a very gentle boil. Evaporate approximately one-half of the liquid.
4. Place the covered beaker in a drying oven at 120 °C until the remainder of the water has been evaporated.
5. The prepared acid-treated silica gel should flow freely and not adhere to the beaker. Store in silica gel in a desiccator until ready for use.





## ประวัติผู้วิจัย

## I ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว พิรัชฎา มุสิกะพงค์  
(ภาษาอังกฤษ) Miss Pirutchada Musigapong
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 9099 00372 10 3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail  
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์  
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000  
โทรศัพท์ 0-4422-3939 โทรสาร 0-4422-3920  
E-mail: pirutchada@sut.ac.th
5. ประวัติการศึกษา  
ปริญญาตรี สาขาวิชา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่สำเร็จ 2546  
ปริญญาโท สาขาวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่สำเร็จ 2550
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
  - Industrial Hygiene
  - Ventilation and Indoor air quality
  - Ergonomics
  - Health Risk assessment
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ :
  - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย - ไม่มี
  - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย - ไม่มี
  - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
 

เรื่องที่ 1	Health Risk Assessment Caused by Asbestos in indoor environment in Thailand (ผู้ช่วยวิจัย)
แหล่งทุน	สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประจำปีงบประมาณ 2548
เรื่องที่ 2	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ผู้ร่วมวิจัย)
แหล่งทุน	เงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ 2552
เรื่องที่ 3	การสร้างเสริมสุขภาพที่ดีด้วยอาหารและการออกกำลังกาย (ผู้ร่วมวิจัย)
แหล่งทุน	เงินอุดหนุนการวิจัยแผนงานพัฒนาสถาบันการศึกษาสาธารณสุขให้เป็นองค์กรการสร้างเสริมสุขภาพ (สอส.) ระยะที่ 2 ประจำปีงบประมาณ 2553

- เรื่องที่ 4 การกำหนดมาตรการควบคุมและขั้นตอนการรื้อถอนซ่อมแซมอาคารที่มีแร่ใยหิน (ผู้ร่วมวิจัย)  
 เผยแพร่ แผ่นพับขั้นตอนการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีแร่ใยหินเป็นส่วนประกอบ  
 อย่างปลอดภัย จำนวน 600 แผ่น สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ  
 หนังสือ มาตรการควบคุมและขั้นตอนการรื้อถอนซ่อมแซมอาคารที่มีแร่ใยหิน พิมพ์ครั้งที่ 2  
 จำนวน 2000 เล่ม (2555) ISBN: 978-616-551-488-0  
 สนับสนุนโดยแผนงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพ (คคส.)  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)  
 แหล่งทุน เงินอุดหนุนการวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)  
 ประจำปีงบประมาณ 2554

#### 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

##### งานตีพิมพ์เผยแพร่ การนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ

- Kiattisak Batsungnoen, Pirutchada Musigapong, Pongsit Boonruksa The Study of Carbon Monoxide and Total Dust Quantity Caused by Engine Combustion in Parking Areas. the 5th IASME / WSEAS International Conference on ENERGY & ENVIRONMENT (EE '10), University of Cambridge, UK, February 2010.
- Phanprasit W., Chaikittiporn C., Sujirarat D., Musigapong P. 2010. Asbestos exposure among mitering workers. Preceedings of the 8th International Conference on " Health, Work And Social Responsibility. The occupational hygienist and the integration of environment, health and safety". Rome, Italy.
- Phanprasit W., Chaikittiporn C., Pruktharathikul W., Nankongnap., Musigapong P. HIA 2010, 3rd Asia and Pacific Regional Health Impact Assessment Conference/ Health, wellbeing, and HIA: working better, working smarter: PITFALLS, PROBLEMS AND WAYS FORWARD HIA in MAPTAPUT, THAILAND
- Musigapong, P., Batsungnoen, K., and Boonraks, P. (2011). ISES-ISEE 2010 Technology, Environmental Sustainability and Health: Visual Fatigue during Inspection with and without convex lens
- Musigapong, P., and Phanprasit, W. (2011). Workstation design based on ergonomics in animal feed packing process. In World Academy of Science, Engineering and Technology: ICAEE 2011: International Conference on Agricultural and Environmental Engineering. 24- 26 June 2011, Paris, France.

บทความวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและรายงานการประชุมสัมมนา

- Kiattisak Batsungnoen, Pirutchada Musigapong, Pongsit Boonruksa The Study of Carbon Monoxide and Total Dust Quantity Caused by Engine Combustion in Parking Areas. Proceedings of the 5th IASME / WSEAS International Conference on ENERGY & ENVIRONMENT (EE '10), University of Cambridge, UK, February 2010.

- Musigapong, P., Batsungnoen, K., and Boonraksa, P. (2011). Visual Fatigue During Inspection With and Without Lens. *Epidemiology* 22(1): S273-S273.

- Musigapong, P., and Phanprasit, W. (2011). Workstation design based on ergonomics in animal feed packing process. In *World Academy of Science, Engineering and Technology: ICAEE 2011: International Conference on Agricultural and Environmental Engineering*. 24-26 June 2011, Paris, France.



## II ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล(ภาษาไทย) : ผศ. ดร.ขนิษฐา มีวาสนา  
(ภาษาอังกฤษ) : Dr. Khanidtha Meevasana
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3749800029158
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ
4. หน่วยงาน  
สาขาวิชาอาหารชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา30000  
โทรศัพท์ 044-223-962 โทรสาร 044-223-920  
Email: mkhanidtha@gmail.com, mkhanidtha@sut.ac.th
5. ประวัติการศึกษา  
พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม (นานาชาติ) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
พ.ศ. 2544 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีวเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (เกียรตินิยม)
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
  - การจัดการสารเคมีอันตราย, การนำเข้าส่งออกสินค้าประเภทสารเคมีผ่านกรมศุลกากร
  - Carbon footprint และ Water footprint
  - การประเมินผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อม
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
  - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย - ไม่มี
  - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย
    - วอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย (กำลังดำเนินงานวิจัย)
  - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
    - Removal of basic dye (Astrazon blue FGRL) using macroalga, Caulerpalentillifera.  
หัวหน้าโครงการวิจัย, สกว. (ทุนปริญญาเอกกาญจนาภิเษก)
    - High performance biosorbent (Caulerpalentillifera) for basic dye removal, หัวหน้าโครงการวิจัย, สกว. (ทุนปริญญาเอกกาญจนาภิเษก)
    - Quantitative measuring technique from binary dye mixtures, หัวหน้าโครงการวิจัย, สกว. (ทุนปริญญาเอกกาญจนาภิเษก)
    - When to buy new electrical/electronic products? ผู้ร่วมวิจัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
    - Influence of particle size and salinity on the adsorption of basic dyes by agricultural wastes: dried seagrape (Caulerpalentillifera). ผู้ร่วมวิจัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการจัดการซากผลิตภัณฑ์ ผู้ร่วมวิจัย,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

-วอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง  
ของประเทศไทย, หัวหน้าโครงการ. ความก้าวหน้าประมาณ 20%, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

#### 8. ผลงานวิชาการ

- 1) Meevasana, K., Pavasant, P. Quantitative measuring technique from binary dye mixtures. *ScienceAsia* 34, 2008, p.390–394.
- 2) Kiatkitipong, W., Wongsuchoto, P., Meevasana, K., Pavasant, P. When to buy new electrical/electronic products? *Journal of Cleaner Production* 16(3), 2008, p.1339-1345.
- 3) Punjonghan, P., Meevasana, K., Pavasant, P. Influence of particle size and salinity on the adsorption of basic dyes by agricultural wastes: dried seagrape (*Caulerpalentillifera*). *Journal of Environmental Sciences* 20(6), 2008, p.760-768.
- 4) Marungrueng K, Pavasant P. High performance biosorbent (*Caulerpalentillifera*) for basic dye removal. *Bioresource Technology*, 98(8), 2007, p.1567-1572.
- 5) Marungrueng K., Pavasant P. Removal of basic dye (Astrazon blue FGRL) using macroalga, *Caulerpalentillifera*. *Journal of Environmental Management* 78(3), 2006, p.268-274.
- 6) วรพล เกียรติกิตติพงษ์, พรทิพย์ วงศ์สุโขโต, ชนิษฐา มารุ่งเรือง, ประเสริฐ ภาสันต์. การประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการจัดการซากผลิตภัณฑ์. วารสารสิ่งแวดล้อม ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย. 2549) หน้า 34-45.

