

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ พฤติกรรม
และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงาน
รีไซเคิลแบตเตอรี่ จังหวัดนครสวรรค์

สันติ เกิดทองทวี
ปิยลัมพร หะวานนท์

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์
กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายแพทย์โอภาส การย์กวินพงศ์ ที่ได้ให้แนวคิดในการศึกษา ขอขอบพระคุณนายแพทย์ชัยรัตน์ เตชะไตรศักดิ์ ผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ ที่ได้ให้การสนับสนุนการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณ คุณดุขฎี นรศาตวัต หัวหน้ากลุ่มโรคไม่ติดต่อที่ได้ให้คำปรึกษาและส่งเสริมการดำเนินงาน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของกลุ่มโรคไม่ติดต่อทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการดำเนินงาน ขอขอบคุณสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน จังหวัดนครสวรรค์ที่สนับสนุนข้อมูล และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของกลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครสวรรค์, สำนักงานสาธารณสุขอำเภอหนองบัว, โรงพยาบาลหนองบัวที่ได้ร่วมกัน ดำเนินงานการเก็บข้อมูลมา ณ โอกาสนี้

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบตัดขวาง (cross-sectional research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในเลือดกับความรู้ พฤติกรรม ทักษะชีวิตของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 72 คน ระยะเวลาในการทำวิจัยตั้งแต่ มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2551 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามพนักงาน แบบสอบถามได้รับการทดสอบเพื่อหาความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานซึ่งได้ข้อมูลจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์กับความรู้ พฤติกรรม ทักษะชีวิต โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) ใช้ค่า $p < 0.05$ เป็นเกณฑ์พิจารณาระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาพบว่าคะแนนความรู้เฉลี่ยของเท่ากับ 12.8 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 ส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 84.7 โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 15 คะแนน คะแนนพฤติกรรมเฉลี่ยของพนักงานเท่ากับ 12.9 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.3 มีการปฏิบัติตัวถูกต้องทุกครั้ง ร้อยละ 80.5 โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน มีคะแนนสูงสุด 15 คะแนน คะแนนทักษะชีวิตเฉลี่ยของพนักงานเท่ากับ 22.7 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.94 เห็นด้วยกับทัศนคติที่ถูกต้อง ร้อยละ 72.2 โดยมีคะแนนต่ำสุด 21 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 25 คะแนน จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานพบว่าด้านพฤติกรรมของพนักงานมีทิศทางความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในเลือดในทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ พนักงานที่มีการปฏิบัติตัวถูกต้องในระดับดีจะมีปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำ, อายุพนักงานพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในเลือดในทางเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ พนักงานที่มีอายุมากจะมีปริมาณตะกั่วในเลือดมากขึ้น ส่วนทัศนคติและความรู้ของพนักงานพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในเลือด

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย โรงงานควรห้ามการสูบบุหรี่ในขณะที่ทำงานอย่างเด็ดขาด เนื่องจากขณะสูบบุหรี่ต้องถอดหน้ากากทำให้ตะกั่วในบรรยากาศเข้าสู่ร่างกายพนักงานได้ และให้ทางโรงงานฯ ประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการเจาะเลือดพนักงานที่เหลือให้ครบทุกคน

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
	ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
	แผนผังระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
	ตะกั่ว.....	4
	ลักษณะสมบัติทางเคมี.....	5
	พิษวิทยาของตะกั่ว.....	7
	แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ.....	13
	การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในเลือด.....	19
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
3	ระเบียบวิธีวิจัย.....	28
	วิธีการศึกษาวิจัย.....	28
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	28
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	29
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
	วิธีการตรวจหาสารตะกั่วในเลือด.....	33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการศึกษาวิจัย.....	36
	ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง.....	36
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ของพนักงาน.....	38
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมของพนักงาน.....	39
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทัศนคติของพนักงาน.....	40
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพของพนักงาน.....	41
	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในเลือดพนักงาน.....	44
5	อภิปรายผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ.....	45
	สรุปผล.....	45
	อภิปรายผล.....	47
	ข้อเสนอแนะ.....	49
	บรรณานุกรม.....	51
	ภาคผนวก.....	53
	ภาคผนวก ก แบบสอบถาม.....	54
	ภาคผนวก ข ใบแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการ.....	61
	ภาคผนวก ค รูปภาพการเก็บข้อมูลในโรงงาน.....	63
	ประวัติผู้วิจัย.....	69

บัญชีตาราง

ตารางที่

หน้า

1	ข้อมูลทั่วไปของพนักงาน.....	37
2	ความรู้ของพนักงาน.....	38
3	พฤติกรรมส่วนบุคคลของพนักงาน.....	39
4	ทัศนคติส่วนบุคคลของพนักงาน.....	40
5	ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดกับอาการที่ปรากฏ.....	41
6	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติของพนักงาน.....	42
7	การวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณตะกั่วในเลือดกับความรู้อาการ พฤติกรรม และทัศนคติของพนักงาน.....	43
8	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....	44

บัญชีภาพ

ภาพ

หน้า

1	ภายในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่.....	63
2	บริเวณรอบอาคารโรงหลอมตะกั่ว.....	64
3	การบรรยายให้ความรู้แก่คนงาน.....	65
4	กระบวนการผลิตตะกั่ว.....	66
5	การสัมภาษณ์คนงาน โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม.....	67

บทที่ 1

จังหวัดนครสวรรค์มีโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ 1 แห่ง ซึ่งก่อตั้งมาตั้งแต่ปี 2534 เคยมีการประท้วงโดยประชาชนเมื่อปี 2537 เนื่องจากประชาชนเกิดความหวาดกลัวต่อมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของโรงงาน จนกระทั่งโรงงานต้องปิดดำเนินการเป็นเวลา 3 เดือน (พฤศจิกายน 2537 – มกราคม 2538) เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ แต่ในปี 2544 ได้มีประชาชนร้องเรียนไปยังสำนักนายกรัฐมนตรีในประเด็นของการกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิตว่าได้มีการนำไปทิ้งบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับโรงงาน ทำให้เกิดปัญหาระหว่างโรงงานกับประชาชน การศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานกับความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ เพื่อที่จะได้ทราบสถานการณ์ของสุขภาพพนักงาน และนำข้อมูลที่ได้ไปวางแผนดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันปัญหาด้านสุขภาพของพนักงาน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ กับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ ตั้งอยู่ที่ตำบลหนองกล้วย อำเภอนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 72 คน โดยขอความอนุเคราะห์ผลการเจาะเลือดหาสารตะกั่วของพนักงานจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้, พฤติกรรม, ทัศนคติ กับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่

คำสำคัญ

โรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ หมายถึง โรงงานที่นำแบตเตอรี่รถยนต์ที่ใช้แล้วมาดูลงแยกส่วนเพื่อนำตะกั่วในแบตเตอรี่มาใช้ประโยชน์ใหม่

แบตเตอรี่ หมายถึง แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์เป็นแบตเตอรี่น้ำชนิดกรด-ตะกั่ว ใช้งานเป็นต้นกำลังในการติดเครื่องยนต์

ปริมาณตะกั่วในเลือด หมายถึง ค่ามาตรฐานตามที่กระทรวงแรงงานกำหนด คือ พนักงานต้องมีปริมาณตะกั่วในเลือดไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ตะกั่ว

ตะกั่วมีหลักฐานยืนยันว่ามีการนำมาใช้ประโยชน์ประมาณหกพันปีมาแล้ว ตะกั่วที่สำคัญ คือ galena (PbS) และมักจะพบอยู่ร่วมกับสารประกอบพวกซัลไฟด์ของเงิน ทองแดง อาร์เซนิกฯ (กองอาชีวอนามัย, 2528) ในสมัยโรมันได้มีการใช้ตะกั่วทำท่อส่งน้ำทำให้ผู้สันนิษฐานว่าเหตุผลหนึ่งที่ทำให้อาณาจักรโรมันล่มสลาย เพราะเกิดจากความเป็นพิษของตะกั่ว ในน้ำดื่ม (ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539) และได้มีการพบหลักฐานว่าเมื่อ 5,000 ปีก่อนชาวกรีกโบราณ ก็รู้จักวิธีถลุงตะกั่ว ต่อมาพ่อค้าในตะวันออกกลางได้รู้จักวิธีถลุงตะกั่วจากแร่ผสมเพื่อเอามาทำเหรียญใช้แลกเปลี่ยน ยุคสมัยโรมันที่กำลังรุ่งเรืองได้มีการขุดหาตะกั่วตามเหมืองริมทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งเหมืองเหล่านี้สามารถผลิตตะกั่วได้ถึงปีละ 50,000 ตัน สถิติการผลิตตะกั่วในระดับนี้ได้ยืนนาน มาจนถึงปี พ.ศ. 2370 ซึ่งได้มีการคาดการณ์ว่าตั้งแต่โลกได้รู้จักตะกั่วจนถึงปี ค.ศ.1000 บรรพบุรุษของเราได้ขุดตะกั่วขึ้นมาใช้กว่า 32 ล้านตันแล้ว และเมื่อถึงปัจจุบันจะมีมากถึง 134 ล้านตัน (มนุษย์กับการบริโภคตะกั่ว, 2545, จากเว็บไซต์)

ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีอยู่ตามธรรมชาติทั่วไป เนื่องจากการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์ เช่น ผสมสีและในการทำอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้คนมีโอกาสได้รับได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย โดยสามารถตรวจพบได้จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่เป็นปัญหาสำคัญเกี่ยวกับงานทางด้านอาชีวอนามัย และอนามัยสิ่งแวดล้อมของประเทศ (อนงค์ศิลป์ ด่านไพบูลย์, 2540) จากคุณสมบัติของพิษอันมหาศาล และปริมาณการผลิตที่มากมายทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศ น้ำ อาหาร เครื่องใช้ต่าง ๆ ทั่วไป ซึ่งบางครั้งการปนเปื้อนนั้นก็อยู่ในระดับที่สูงจนน่าจะเป็นอันตรายต่อผู้สัมผัส พิษของตะกั่วที่เกิดกับมนุษย์นั้นได้ถูกค้นพบมาเป็นเวลานานกว่า 370 ปีก่อนคริสต์ศักราช โดยฮิปโปเครติสได้ค้นพบสาเหตุความทรมานจากอาการปวดท้องอย่างรุนแรง (Colic) ในคนงานแยกสกัดโลหะ (กรมอนามัย, 2534) เมื่อปี พ.ศ. 2495 ได้ตรวจพบผู้ป่วยจากโรคพิษตะกั่วครั้งแรกในประเทศไทย เนื่องจากการใช้เปลือกแบตเตอรี่เก่าเป็นเชื้อเพลิง และในปี พ.ศ. 2536 ได้มีการตรวจพบเด็กที่อยู่อาศัยในบริเวณโรงงานหลอมตะกั่วแห่งหนึ่งมีค่าตะกั่วในร่างกายสูงถึงขั้นมีอันตรายต่อร่างกาย (ไสว โลจนะศุภฤกษ์, 2540)

ตะกั่วเป็นธาตุลำดับที่ 82 ตามตารางธาตุ เป็นโลหะหนักที่เป็นพิษประมาณกันว่าปริมาณโลหะตะกั่วมากกว่าโลหะหนักเป็นพิษชนิดอื่น คือ แคดเมียม ปรอท มากกว่า 100 เท่า และผลผลิตตะกั่วของโลกประมาณ 3.8 ล้านตันต่อปี (จุฬามาศ เกตุทัต, 2539)

1.1 ลักษณะสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของตะกั่ว

สัญลักษณ์	Pb
เลขอะตอม	82 เป็นธาตุที่ 5 ของหมู่ 4 A ในตารางธาตุ
น้ำหนักอะตอม	207.2
จุดหลอมเหลว	327.5 °C
จุดเดือด	1,740 °C
ความหนาแน่นที่	25 °C 11.342 g/cm ³
เลขออกซิเดชันสามัญ	+2, +4
ไอโซโทปเสถียร	²⁰⁸ Pb (52.30%) ²⁰⁶ Pb (23.60%) ²⁰⁷ Pb (22.60%) ²⁰⁴ Pb (1.48%)
โครงสร้างผลึก	face-center cubic
การละลาย	ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ในกรดไนตริกและกรดกำมะถันเข้มข้นที่ร้อน

1.2 ประเภทของตะกั่ว

สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว คือ โลหะตะกั่วใช้ผสมในแท่งโลหะผสมหรือผงเชื่อมบัดกรีโลหะ ออกไซด์ของตะกั่วได้แก่ ตะกั่วโมนิออกไซด์ใช้เป็นสารสีเหลืองผสมสีทาบ้าน ตะกั่วไดออกไซด์ใช้ทำเป็นขั้วอิเล็กโตรดของแบตเตอรี่รถยนต์และเครื่องจักร ตะกั่วออกไซด์หรือตะกั่วแดงใช้เป็นสีทาโลหะ เพื่อกันสนิมสารประกอบของเกลือตะกั่วจะมีสีต่าง ๆ กันจึงนิยมใช้เป็นแม่สีหรือสีผสมทำให้เกิดสีต่าง ๆ ใช้ในอุตสาหกรรมการทำสี เช่น ตะกั่วคาร์บอเนตผสมกับตะกั่วไฮดรอกไซด์รวมกันเรียกว่า “ตะกั่วขาว” ตะกั่วโครเมต หรือตะกั่วอาร์เซเนตใช้เป็นสารฆ่าแมลงและปราบศัตรูพืช ตะกั่วซิลิเกตใช้ผสมในกระเบื้อง เครื่องเคลือบเซรามิก เพื่อให้เป็นเงางาม

1.3 ประโยชน์ของตะกั่ว

ปัจจุบันตะกั่วเป็นโลหะที่มีความสำคัญในวงการอุตสาหกรรม โดยคุณสมบัติเด่นของตะกั่วคือ จุดหลอมเหลวต่ำ (327.4°C) ความถ่วงจำเพาะสูง (11.37) เป็นโลหะอ่อนความต้านแรงดึงต่ำจึงทำให้หล่อหรือขึ้นรูปได้ง่าย นำไฟฟ้าได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและมีเสถียรภาพทางเคมีในอากาศ น้ำ และดิน การใช้ประโยชน์จากตะกั่วนั้นมีทั้งในรูปแบบโลหะตะกั่ว โลหะผสม สารประกอบ โดยเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ (จุฑามาศ เกตุทัต, 2539) โดยพิษจากควันโรงงานหลอมตะกั่วจะอยู่ในรูปแร่ตะกั่ว เช่น PbS , PbO , PbSO_4 , PbO , PbSO_4 (สุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539)

โลหะตะกั่ว ผลิตจากสินแร่ตะกั่ว 2 ชนิด คือ แร่ปฐมภูมิ ได้แก่ galena (PbS) เป็นตะกั่วมีคุณสมบัติในการรวมตัวกับกำมะถันได้ง่ายเกิดเป็นตะกั่วซัลไฟ และจากแร่ทุติยภูมิ ได้แก่ anglesite (PbSO_4) ซึ่งในสภาวะที่เป็นกรด (pH ต่ำกว่า 6.4) ตะกั่วซัลไฟจะถูกออกซิไดส์กลายเป็นตะกั่วซัลเฟต, cerussite (PbCO_3) โดยในสภาวะที่เป็นด่าง (pH สูงกว่า 6.4) ตะกั่วซัลไฟก็จะถูกออกซิไดส์กลายเป็นตะกั่วคาร์บอเนต

1.4 การเข้าสู่ร่างกายของตะกั่ว

เนื่องจากตะกั่วเป็นสารที่ไม่สลายตัวตามธรรมชาติ (non-biodegradable nature) ดังนั้นการที่ตะกั่วสะสมอยู่ในร่างกายจึงก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าร่างกายมนุษย์สามารถรับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้จำนวนหนึ่งขึ้นอยู่กับอายุ และปัจจัยอื่น ๆ ในผู้ใหญ่อาจรับได้ถึง 465 ไมโครกรัม/วัน ซึ่งความเป็นพิษของตะกั่วต่อมนุษย์จะมีความแตกต่างกันไปตามวัย และความต้านทานของแต่ละคน นอกจากนี้ยังพบว่าในเด็กเล็กการดูดซึมของตะกั่วจะดูดซึมได้ง่ายกว่าในผู้ใหญ่ โดยปกติอาหาร เครื่องดื่มที่มีระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วสูง ได้แก่ เหล้าองุ่น อาหารที่ผ่านการบัดกรีด้วยตะกั่ว หรือภาชนะเคลือบที่มีสารตะกั่วเจือปน นมซึ่งผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ ทางอุตสาหกรรมจะมีสารตะกั่วสูงกว่านมโคสด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับนมมารดาซึ่งมีค่าความเข้มข้นของตะกั่ว 5-12 ไมโครกรัม/ลิตร ในประเทศไทยพบว่านมมารดามีระดับของสารตะกั่ว 0.07-0.08 ไมโครกรัม/มิลลิตร และในไข่เยี่ยวม้า 1 ฟองจะมีสารตะกั่ว 1,000-2,000 ไมโครกรัม ตามปกติหากร่างกายรับตะกั่วไว้เกิน 0.5 ไมโครกรัม/วัน จะเกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย จึงมีแนวโน้มว่าการบริโภคไข่เยี่ยวม้าจะเกิดอันตรายจากพิษตะกั่ว โดยทั่วไปตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ดังนี้

1.4.1 ระบบทางเดินหายใจ แก๊ส, ละอองไอ, ฝุ่นตะกั่วที่มีขนาดเล็กกว่า 0.75 ไมครอน สามารถผ่านเข้าสู่ถุงลมปอด และผ่านเข้าสู่กระแสโลหิตได้ส่วน ส่วนฝุ่นที่มีขนาดใหญ่จะติดค้างตามบริเวณทางเดินหายใจตอนบน เช่น ในจมูก ช่วงต่อระหว่างโพรงจมูกกับคอ และหลอดลมใหญ่ ซึ่งร่างกายจะขับออกโดยรูปของเสมหะ คาดกันว่าตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมได้ถึง 30% ในผู้ใหญ่ และ 40% ในเด็ก

1.4.2 ระบบทางเดินอาหาร ในวันหนึ่ง ๆ มนุษย์เรารับบริโภคตะกั่วเข้าไปเสมอจากน้ำและอาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่เล็กน้อย โดยประมาณว่าได้รับจากการกินอาหารและน้ำวันละ 0.3 มิลลิกรัม ตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหารจะถูกดูดซึมผ่านกระเพาะอาหารและส่วนอื่น ๆ ของทางเดินอาหารแล้วจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งเด็กจะมีโอกาสได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากพฤติกรรมในการที่จะนำสิ่งของที่รับประทานไม่ได้เข้าปากอยู่เสมอ

1.4.3 ทางผิวหนัง สารประกอบประเภทตะกั่วอินทรีย์ เช่น เตตระเอทิลเลด ซึ่งสามารถถูกดูดซึมผ่านผิวหนังได้ ส่วนตะกั่วอินทรีย์ถ้าฝังอยู่ใต้ผิวหนังหรือในกล้ามเนื้อ เช่น หัวกระสุนปืนที่ฝังอยู่ในร่างกายอาจจะมีการละลาย และถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้

1.5 พิษวิทยาของตะกั่ว

1.5.1 พิษจากตะกั่ว ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมและจะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายผ่านทางระบบไหลเวียนเลือด โดยกว่าร้อยละ 90 จะรวมตัวกับเม็ดเลือดแดง และส่วนที่เหลือจะอยู่ในน้ำเลือด ครึ่งชีวิต (half-life) ของตะกั่วในเลือดจะมีช่วงประมาณ 2-4 สัปดาห์ จากนั้นจะถูกนำไปยังแหล่งสะสม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ เนื้อเยื่อแข็ง (hard tissue) เช่น กระดูก เส้นผม เล็บ ฟัน และเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) เช่น ไขกระดูก ระบบประสาท ไต ตับ ประมาณร้อยละ 90 ของตะกั่วในร่างกายจะอยู่ในกระดูกซึ่งจะอยู่อย่างค่อนข้างมีเสถียรภาพ และมีครึ่งชีวิต 16-20 ปี ยกเว้นในเด็กซึ่งประมาณร้อยละ 70 ที่ไปสะสมอยู่ในกระดูก การเกิดพิษหรือไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณตะกั่วมากน้อยที่มีอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อน ดังนั้นถ้าตะกั่วถูกดูดซึมเข้าไปสู่ร่างกายได้เร็วและมากจะเข้าสู่กระดูกน้อย แต่จะอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อนมากจึงเกิดอาการพิษได้เร็ว ตะกั่วจะออกมาจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือดได้มากขึ้นในภาวะที่มีการติดเชื้อ ดื่มนมสุรา หรือภาวะที่เลือดเป็นกรด (pH ต่ำลง)

1.5.2 การขับถ่ายตะกั่วออกจากร่างกาย

ประมาณ 75-80% ของตะกั่วที่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกทางปัสสาวะ โดยอาศัยกระบวนการกรองของไต (glomerular filtration) และประมาณ 15% จะถูกขับออกทางอุจจาระ ที่

เหลือจะถูกขับออกโดยทวารต่าง ๆ ของร่างกาย (คณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโรคเหน็บชาเน้นพิษตะกั่ว, 2535)

1.5.3 ผลของตะกั่วที่มีต่อร่างกาย เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายหากมีมากจนถึงขีดอันตรายก็จะแสดงอาการให้เห็น ดังนี้

พิษต่อระบบโลหิต ถือว่าเป็นระบบที่ไวที่สุดต่อผลกระทบของตะกั่วต่อร่างกาย โดยทำให้อายุขัยของเม็ดเลือดแดงสั้นลง ลดอัตราการสังเคราะห์โกลบูลินและที่สำคัญ คือ ยับยั้งการสังเคราะห์ฮีโมโกลบินและเอนไซม์ต่าง ๆ

พิษต่อระบบสมองและประสาท ในผู้ใหญ่ตะกั่วจะมีผลต่อระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งพบมากในผู้ที่มียาเสพติดเกี่ยวข้องกับตะกั่ว โดยมีอาการกล้ามเนื้อส่วนปลายอ่อนแรง เช่น มีอาการมือและเท้าตก มีการทำลายเซลล์ของประสาทส่วนปลาย โดยมีการขาดตามแขน-ขา ในเด็กตะกั่วมักจะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง เด็กที่ได้รับตะกั่วในปริมาณมาก ๆ เข้าสู่ร่างกายมักจะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง เด็กที่ได้รับตะกั่วในปริมาณมาก ๆ เข้าสู่ร่างกายมักจะมีอาการทางสมองอย่างรุนแรง และอาจชัก หมดสติ หรือเสียชีวิต

พิษต่อระบบไต โดยไตเป็นอวัยวะที่ได้รับผลกระทบจากตะกั่วมากที่สุดอีกอวัยวะหนึ่ง ในรายที่มีภาวะพิษตะกั่วอย่างเฉียบพลัน เซลล์ท่อเล็ก ๆ ของไตโดยเฉพาะส่วนต้นจะถูกทำลาย ทำให้หน้าที่ในการดูดกลับสารอาหารมีการบกพร่อง มีการขับกรดอะมิโน น้ำตาล ฟอสเฟตออกทางปัสสาวะมากขึ้น

พิษต่อระบบอื่น ๆ ได้แก่ มีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ซึ่งทำให้เป็นหมัน มีผลกระทบต่อระบบหัวใจ บริเวณที่มีการปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมสูง พบว่ามีอุบัติการณ์ของโรคหัวใจและความดันโลหิตสูงขึ้น (รัชฎาพร อิศรายเวศน์, 2535)

1.6 ระบาดวิทยาของโรคพิษตะกั่ว

ประเทศไทยมีรายงานโรคพิษตะกั่วเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ.2495 โดยพบผู้ป่วย 4 ราย มีอาการระบบทางเดินอาหาร 3 ราย และมีอาการทางสมอง 1 ราย ต่อมาในปี พ.ศ.2507 คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์ได้รายงานโรคพิษตะกั่วในเด็กจาก 2 ครอบครัว ซึ่งประกอบอุตสาหกรรมเลื่อยระโนดลอย และซ่อมแบตเตอรี่ ในปีเดียวกันได้มีรายงานผู้ป่วยอีก 3 ราย ซึ่งมีอาชีพทำงานในโรงงานหล่อตัวพิมพ์มากกว่า 10 ปี มีอาการพิษตะกั่วเรื้อรัง และอาการสำคัญที่นำผู้ป่วยมาพบแพทย์ คือ อาการของระบบทางเดินอาหารปวดท้องอย่างรุนแรง ในปี พ.ศ.2508 ได้พบผู้ป่วยอีก 2 ราย มีอาชีพหลอมแผ่นตะกั่วสำหรับหม้อแบตเตอรี่ สาเหตุมาจากการหายใจเอาไอตะกั่วเข้าสู่ร่างกายขณะทำการหลอม มีอาการที่สำคัญคือ ปวดท้องอย่างรุนแรงจนฉี่ และในปีเดียวกันได้มีรายงานผู้ป่วย

จำนวน 1 ราย อายุ 16 ปี มีอาการของโรคพิษตะกั่วอย่างรุนแรงถึงกับมีอาการของโรคเนื้อสมองเสื่อมจากตะกั่ว มีอาการชักเกิดขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง และยังพบว่ามีอาการทางระบบทางเดินอาหาร อาการทางเม็ดเลือดร่วมด้วย ผู้ป่วยรายนี้ได้รับสารตะกั่วเข้าไปในร่างกาย โดยการเคี้ยวตะกั่วที่ตัดเป็นแท่งเล็ก ๆ แล้วเคี้ยวทำให้กลมเพื่อเอาไปทำเป็นลูกปัดยิงเล่นเป็นจำนวนกว่า 100 ลูก ในปี พ.ศ.2510 ได้รายงานผู้ป่วยด้วยโรคพิษตะกั่วอีก 2 ราย ที่มีอาการพิษทางระบบประสาท ส่วนปลายมีอาการที่สำคัญ คือ มือเท้าห้อยและกล้ามเนื้อแขนลีบ พ.ศ.2514 ได้มีรายงานของโรคพิษตะกั่วอีก โดยมีสาเหตุจากการเผาเปลือกแบตเตอรี่เก่าเป็นเชื้อเพลิงเคี้ยวน้ำตาล จำนวน 6 ครอบครัว ต.บางครุใน อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ

1.7 อาชีพและงานที่เสี่ยงต่อการได้รับตะกั่ว (คณะผู้เชี่ยวชาญเรื่องโลหะหนักเน้นพิษตะกั่ว, 2535)

อุตสาหกรรมเหมืองแร่และโรงงานถลุงแร่ตะกั่ว
 อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และผลิตคอมพิวเตอร์
 อุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่น้ำ
 อุตสาหกรรมผลิตแก้ว
 การทำเซรามิกและเครื่องปั้นดินเผาต่าง ๆ
 การทำเครื่องประดับโลหะ
 การทำลูกปัด
 การบัดกรี
 การเรียงพิมพ์และหล่อตัวพิมพ์
 การผลิตและบรรจุสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
 การพ่นสีกันสนิม และสีทาบ้าน
 ช่างซ่อมเครื่องยนต์
 การชุบโลหะ

2. ส่วนประกอบของแบตเตอรี่รถยนต์

แบตเตอรี่ หมายถึง แหล่งที่สะสมพลังงานในรูปเคมีแล้วจ่ายเป็นพลังงานไฟฟ้าออกไปใช้เป็นกระแสดตรง แบตเตอรี่รถยนต์เป็นแบตเตอรี่น้ำชนิดกรด-ตะกั่วใช้งานเป็นต้นกำลังในการติดเครื่องยนต์ ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

เปลือก (Case) เปลือกแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์แบ่งได้ 2 ประเภท คือ เปลือกพลาสติก ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกชนิด Polypropylene ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้หมุนเวียนใหม่ได้ อีกชนิดหนึ่งได้แก่ เปลือกยางแข็งหรือเปลือกดำ (Hard Rubber) เปลือกชนิดนี้มีปัญหาในการกำจัดและมีปัญหาอันตรายจากสารที่ใช้เติมแต่งในเปลือกยาง (Filler material) เช่น Asbestos fibers

แผ่นธาตุ (Electrodes) แผ่นธาตุบวก (Positive Electrodes) และแผ่นธาตุลบ (Negative Electrodes) มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครง (Grid) ทำด้วยอัลลอยด์โลหะตะกั่วผสมพลวง และเพสต์ (Paste) ซึ่งเป็นส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์ กรดกำมะถัน น้ำ และสารปรุงแต่งของแบตเตอรี่แต่ละชนิด แผ่นธาตุที่จุ่มในน้ำยาอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งเป็นกรดกำมะถันเมื่อเกิดการถ่ายเทประจุจะเปลี่ยนตะกั่วซัลเฟต (PbSO_4)

แผ่นกั้น (Separator) เพื่อที่จะกั้นแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบออกจากกันจำเป็นต้องมีแผ่นกั้นที่มีความพรุนที่ให้สาร Electrolyte ไหลผ่านได้ แผ่นกั้นสำหรับแบตเตอรี่ทั่วไป ได้แก่ PVC cellulose กระดาษใยแก้ว Micro Porous Polyethylene ส่วนประกอบของแผ่นกั้นเมื่อถูกเผาไหม้ในเตาหลอมจะเกิดปฏิกิริยาเป็นสารพิษที่เป็นสารประกอบของคลอรีน เช่น ไดออกซิน, สารพิษอินทรีย์ปนอยู่ในก๊าซที่ปล่อยออกจากเตาหลอม

น้ำยาอิเล็กโตรไลต์ เป็นกรดกำมะถันเข้มข้นประมาณ 10-15% ภายหลังจากฟอร์มมิ่ง (Forming) และใช้งานกรดกำมะถันจะทำปฏิกิริยากับตะกั่วออกไซด์เป็นตะกั่วซัลเฟต ความเข้มข้นจะลดลงเหลือประมาณ 3-5%

2.1 กระบวนการหลอมตะกั่วจากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้ว

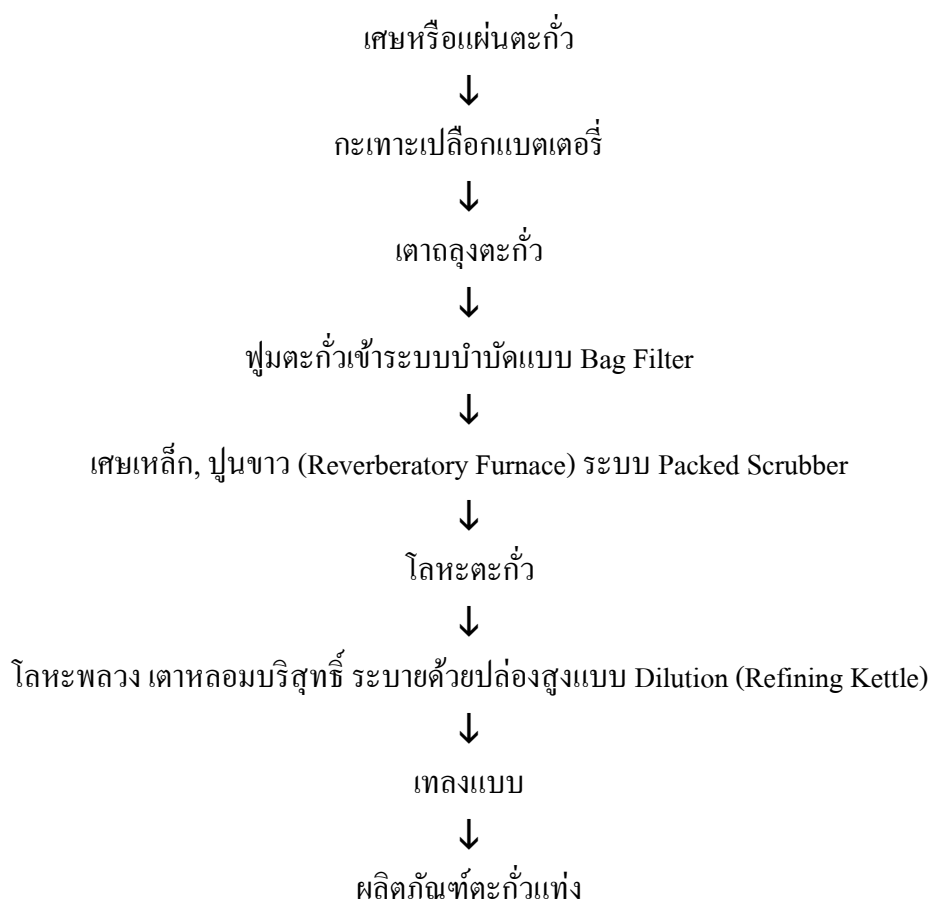
เป็นการสกัดตะกั่วนำออกจากแบตเตอรี่เก่า ได้แก่ การถลุงและหลอมด้วยความร้อน (Smelting) โดยใช้ปฏิกิริยา Reduction แผ่นธาตุด้วย Carbon ที่อุณหภูมิสูงแล้วทำการปรุงแต่งส่วนผสมของแท่งตะกั่วในเตาถลุง (Refining) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดทำในเตาหลอมแบบอิฐก่อในลักษณะเตาเปิด (Open furnace) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการแพร่สารพิษตะกั่วอย่างสูง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงวิธีการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแยกสกัดตะกั่วด้วยวิธีการที่ปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อมมีประสิทธิผลการเก็บคืนตะกั่วสูง ซึ่งการหลอมตะกั่วจากแบตเตอรี่เก่าในประเทศไทยทั้งหมดเป็นกระบวนการแบบการใช้แรงทางกายภาพแยกชิ้นส่วนจากแบตเตอรี่ แล้วถลุงหลอมด้วยความร้อน (Physical Processing Followed by Smelting)

2.1.1 กระบวนการถลุงหลอมตะกั่ว

วิธีการหลอมและเตาหลอมเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการสกัด แยะตะกั่วจากแบตเตอรี่เก่า และเป็นแหล่งก่อกมลพิษ วิธีการหลอมตะกั่วแบ่งได้ 1 ขั้นตอน คือ

- การแยกโครง (Grid) ที่เป็นโลหะผสมของตะกั่วและพลวงมาหลอมละลาย (Melting) รับส่วนผสมแล้วนำไปจำหน่ายได้โดยตรง
- การแยกเอาเนื้อแผ่นธาตุ (Paste) ที่เป็นส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์ และตะกั่วซัลเฟตมาทำปฏิกิริยา Reduction ในเตาถลุง (Smelter) เพื่อกำจัดออกไซด์และซัลเฟต

ขั้นตอนการผลิต



2.1.2 วิธีการหลอมที่พบส่วนใหญ่ในประเทศไทย จำแนกได้ดังนี้

การหลอมดิบหรือการหลอมไม่ใช่ฟลักซ์ (Flux) เป็นการหลอมโดยใช้วัตถุดิบทั้งหมดหลอมละลายทำปฏิกิริยากับคาร์บอน หรือถ่านโค้กโดยตรง วิธีการคือ ทำการผสมแผ่นธาตุกับถ่านโค้กเมลงในเตาถลุง ซึ่งอาจเป็นเตาอิฐก่อรูปเหลี่ยมในแนวตั้ง หรือเตารูปวงกลมที่เรียกกันว่าเตาดั้ง หรือการใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ข้างในอาบด้วยอิฐทนไฟ (ซึ่งการใช้ถังน้ำมันเป็นเตา

ถลุงเป็นวิธีการของโรงหลอมถลุงนิคมใช้) ทำการร่อนกันเตาด้วยถ่านโค้ก เจาะรูปบริเวณกันเตาเพื่อเป็นช่องลมเป่าเติมอากาศเป็นช่องให้ตะกั่วที่หลอมเหลวไหลออกมา จุดไฟให้ถ่านโค้กติดไฟ ถ่านคาร์บอนทำปฏิกิริยา Reduction กับตะกั่วออกไซด์ได้ตะกั่ว และตะกั่วซัลเฟตได้ตะกั่วซัลไฟด์ (PbS) ตะกั่วที่หลอมเหลวจะไหลออกจากกระทะที่เจาะไว้ลงสู่บ่อข้างเตา ทำการตักตะกั่วมาพักไว้ในกระทะบนเตาอังโล่ เพื่ออุ่นตะกั่วก่อนตักลงแบบหล่อที่ต้องการ การหลอมแบบนี้มีประสิทธิภาพต่ำ ตะกั่วจะหลุดรอดไปเจือปนในก๊าซเสียจากเตาและกากตะกั่วสูงมาก รวมกันประมาณ 30-50% ส่วนประกอบของก๊าซที่ออกจากเตาจะมีทั้ง ตะกั่วออกไซด์ ตะกั่วคลอไรด์ ตะกั่วซัลไฟด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคลอรีน และสารประกอบของคลอรีน

การหลอมแบบการใช้โซดาแอช หรือ Na_2CO_3 เป็นฟลักซ์ เป็นการหลอมโดยใช้สารโซเดียมคาร์บอเนตเป็นฟลักซ์ ช่วยในการดึงซัลเฟอร์ออกจากตะกั่ว และลดอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการหลอมโดยอาจมีการเติมเศษเหล็กลงไปด้วย สัดส่วนของโซดาแอช เหล็ก และถ่านโค้กจะปรับให้เหมาะสมกับชนิดของเตาและอุณหภูมิที่ใช้หลอม ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ โซเดียมคาร์บอเนตจะรีดิวซ์ตะกั่วซัลไฟด์ให้เป็นตะกั่ว และให้สารขึ้นกลาง (Intermediate Compound) ของเกลือโซเดียมหลายชนิด ส่วนใหญ่จะเป็น Na_2S และ Na_2CO_3 โดยอาจมี Na_2SO_4 และ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ เจือปนอยู่ด้วย การเติมโซดาแอชอาจช่วยในการลดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ออกจากเตาหลอมให้ลดต่ำลงได้ถึง 200 พีพีเอ็ม

ปฏิกิริยาของเหล็กที่เติมลงไปจะเป็นเช่นเดียวกับโซดาแอช โดยไปรีดิวซ์ตะกั่วซัลไฟด์ให้เป็นตะกั่ว สัดส่วนของเหล็กที่เติมลงไปต้องปรับให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดการหลอมเหลวและเกิดกากตะกั่วที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุด Eutectic กากตะกั่วที่เกิดขึ้นในการหลอมด้วยโซดาแอช ประกอบด้วยเกลือซัลไฟด์ ออกไซด์ของโซเดียมเหล็ก ตะกั่ว และอาจมีส่วนประกอบของ Silica, Alumina และออกไซด์ของโลหะอื่น ๆ เจือปนอยู่ รวมทั้งถ่านคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมดซึ่งอาจสูงถึง 20% กากตะกั่วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเรียกว่าโซเดียมเมท ประกอบด้วย Na_2S 25-50%, FeS 35-50% และ PbS 5-15% อีกส่วนหนึ่งเป็นกากตะกั่วของออกไซด์ (Slag) ประกอบด้วย Na_2O 25-35%, SiO_2 30-35% ทั้งโซเดียมเมทและกากตะกั่วของออกไซด์จะอยู่รวมกันเป็นเนื้อเดียว สารประกอบทั้งหมดของกากตะกั่วส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติเป็นสารดูดความชื้น

การหลอมแบบการใช้หินปูน (CaCO_3) เนื่องจากปัญหาทางด้านกฎหมายควบคุมกากตะกั่วที่เข้มงวด และวิธีกำจัดกากตะกั่วโซดาสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง จึงได้มีการคิดค้นวิธีการหลอมโดยการสร้างกากตะกั่วให้อยู่ในรูปของ Calcium-Silicate matrix โดยการควบคุมส่วนผสมของปูนขาว ทราย และเหล็ก โดยปรับอุณหภูมิการหลอมเหลวที่เหมาะสม ซึ่งจะให้กากตะกั่วมี

คุณสมบัติคล้ายหินปูน มีลักษณะแข็งทนทานต่อการชะล้างกัดกร่อนของน้ำได้ดี และเมื่อควบคุมปริมาณของตะกั่วปนเปื้อนที่เมื่อนำไปสกัดตามวิธีมาตรฐานแล้วให้ตะกั่วที่ถูกชะออกมาต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วกากตะกอนที่ได้สามารถนำไปถมที่ หรือใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้โดยปลอดภัย (ไสว โลจนะสุภฤกษ์, 2540)

2.1.3 ปัญหาการแพร่กระจายของฝุ่นตะกั่วจากกระบวนการผลิตของโรงงาน มีดังนี้

ขั้นตอนจากการถลุงตะกั่วด้วยเตาอน (reverberatory furnace) เนื่องจากมีการใช้เศษตะกั่วจากแผ่นธาตุในแบตเตอรี่เก่าเป็นวัตถุดิบ ได้มีการถลุงตะกั่วที่อุณหภูมิ 1,000-1,100 องศาเซลเซียส จึงมีปัญหาฝุ่นตะกั่วออกจากรถนั้นยังมีไอกรดและกลิ่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมทั้งฝุ่นเขม่าควันจากถ่านโค้ก ถ่านไม้ เศษเหล็ก และปูนขาวที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ (Flux) ช่วยในการแยกซิลิเกต (Slag) ออกจากน้ำตะกั่วให้บริสุทธิ์ขึ้น ดังนั้นจึงมีการกำจัดฝุ่นตะกั่ว ไอกรด และกลิ่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากเตาถลุง โดยใช้ระบบ Bag Filter ตามด้วยระบบแบบ Packed ที่มีประสิทธิภาพสูง

ขั้นตอนหลอมตะกั่วบริสุทธิ์ด้วยเตากระทะ (refining kettle) ซึ่งเป็นการนำโลหะตะกั่วที่ผ่านการถลุงแล้วมาทำความสะอาด เพื่อขจัดมลทินต่าง ๆ และเพื่อการผสมโลหะพลวง ซึ่งใช้อุณหภูมิในการหลอมไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส จึงทำให้ไม่มีไอตะกั่วระเหยออกมา เนื่องจากการหลอมในเตากระทะมีการใช้ความร้อนจากน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีเขม่าควันมาก จึงใช้วิธีควบคุมเขม่าควันโดยการระบายด้วยปล่องสูงแบบ Dilution

3. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้

แนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมอยู่ในกรอบของแนวคิด ความรู้ และการปฏิบัติ (KAP) ซึ่งตั้งอยู่บนความเชื่อว่าพฤติกรรมการปฏิบัติใด ๆ เป็นผลมาจากทัศนคติและความรู้ของคน ดังนั้นจะขอเสนอแนวคิดเรื่องความรู้ พอสังเขปดังนี้ ความรู้ ความหมายของพจนานุกรมทางการศึกษา (dictionary of education) ได้ให้คำจำกัดความว่า ความรู้เป็นข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้รับจากประสบการณ์ของการค้นคว้า การศึกษา สังเกต และมีการสะสมไว้สามารถจำได้โดยอาศัยความสามารถและทักษะทางสติปัญญา

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520 : หน้า 10-11) ให้ความหมาย ความรู้เป็นพฤติกรรมขั้นต้นซึ่งผู้เรียนเพียงแต่จำ อาจจะโดยการนึกได้หรือโดยการมองเห็นได้บันทึกจำได้ ความรู้ในขั้นนี้ได้แก่ความรู้เกี่ยวกับ คำจำกัดความ ความหมาย ข้อเท็จจริง กฎ โครงสร้าง วิธีการแก้ปัญหาตามมาตรฐานเหล่านี้ เป็นต้น

อนันต์ ศรีโสภ (2525 : หน้า 105 : อ้างถึงใน ชีระยุทธ ธรรมสาโรช, 2541 : หน้า 24) กล่าวว่า วิชาความรู้คือความสามารถทางพุทธิปัญญา ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ความสามารถ และทักษะทางสติปัญญา โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ความรู้ คือ ความจำในสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริงต่าง ๆ เวลา เหตุการณ์ บุคคล ความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับวิธีการและการดำเนินงานสิ่งหนึ่งเฉพาะ เช่น เกี่ยวกับลักษณะแบบแผนต่าง ๆ เกี่ยวกับแนวโน้มการจัดลำดับเกี่ยวกับการจำแนกและแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการดำเนินงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยใช้ระเบียบความรู้เกี่ยวกับการรวบรวมแนวความคิด และโครงสร้างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความรู้เกี่ยวกับกฎ และการใช้กฎ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

ขั้นที่ 2 ความเข้าใจ (comprehension) คือ ความเข้าใจความหมายในสิ่งนั้น ได้แก่ การแปลจากสิ่งหนึ่งไปสู่อีกสิ่งหนึ่ง โดยรักษาความหมายเดิมไว้ การตีความหมาย หมายถึง การเรียบเรียงอธิบายใหม่ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น การขยายความ หมายถึง ขยายความข้อมูลให้ไกลกว่าเดิม

ขั้นที่ 3 การนำไปใช้ (application) คือ การนำสาระสำคัญต่าง ๆ ไปใช้จริง

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ (analysis) คือ การขยายเรื่องราวออกเป็นส่วน ๆ ได้แก่ วิเคราะห์ส่วนประกอบต่าง ๆ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น วิเคราะห์หลักหรือวิธีการรวบรวมส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้

ขั้นที่ 5 การสังเคราะห์ (synthesis) คือ การรวบรวมส่วนประกอบเข้าด้วยกัน ได้แก่ การกระทำที่เป็นสื่อให้คนอื่นเข้าใจความหมาย การกระทำที่เกี่ยวกับแผนงาน หรือเสนอตามวิธีการต่าง ๆ การพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ

ขั้นที่ 6 การประเมินผล (evaluation) คือ การตัดสินคุณค่าที่กำหนดความมุ่งหมายไว้โดยใช้หลักเกณฑ์แน่นอน เช่น การตัดสินใจโดยอาศัยเหตุการณ์ภายในสิ่งนั้น การตัดสินใจโดยอาศัยเหตุการณ์ภายนอกพิจารณา

สรุปได้ว่า ความรู้ คือ ความสามารถทางด้านปัญญาในการเรียนรู้เท็จจริงต่าง ๆ โดยเริ่มจากระดับการเรียนรู้ที่ต่ำกว่าไปยังระดับที่สูงขึ้น คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

4. แนวความคิดเกี่ยวกับพฤติกรรม

ฮาโรลด์ เจ ลีวิท (Harold J. Leavitt, 1964 อ้างถึงใน ชงชัย สันติวงษ์, 2539, หน้า 377-378) เสนอว่าพฤติกรรมของมนุษย์จะเป็นไปโดยมีข้อสมมติฐาน 3 ประการ ที่สัมพันธ์กันอยู่คือ

4.1 พฤติกรรมของมนุษย์

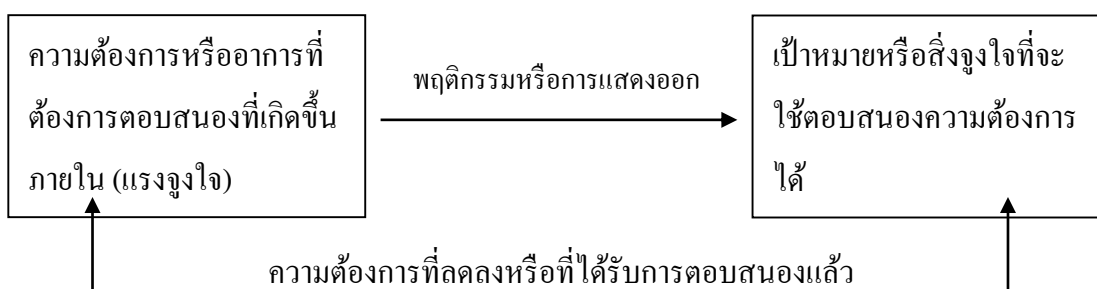
4.1. พฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้ก็โดยที่ต้องมีสาเหตุมาทำให้เกิด (behavior is caused)

4.2 พฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้ก็โดยที่ต้องมีแรงกระตุ้นสิ่งใดสิ่งหนึ่งมากระตุ้นทำให้เกิด

(behavior is motivated)

4.3 พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจะเป็นไปโดยมีจุดมุ่งหมายเสมอ (behavior is goal directed)

ส่วนประกอบทั้ง 3 ประการนี้จะสัมพันธ์กันอยู่เป็นกระบวนการของพฤติกรรมที่จะอยู่เหมือนกับสำหรับมนุษย์ทุกคน โดยไม่จำกัดว่าจะเป็นวัยใดหรืออยู่ในวัฒนธรรมใดก็ตาม



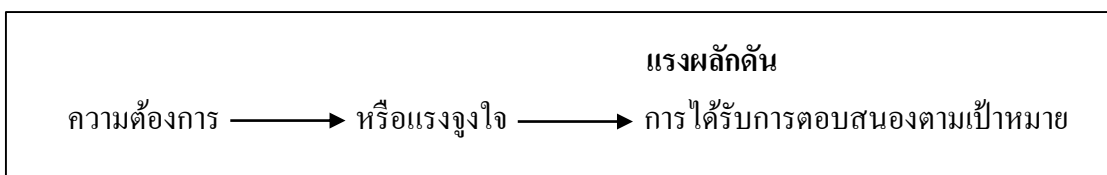
แผนภาพที่ 1 กระบวนการของพฤติกรรม

จากภาพข้างต้น การขยายความรายละเอียดของพฤติกรรมอาจกระทำได้อีกดังนี้ คือ พฤติกรรมหรือการแสดงออกใด ๆ ของมนุษย์นั้นจะมีสาเหตุเสมอ การกระทำของคนที่เกิดขึ้นจะไม่เกิดขึ้นมาอย่างเลื่อนลอยโดยไม่มีสาเหตุ สิ่งที่เป็นสาเหตุหรือต้นเหตุที่ทำให้เกิดการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมก็คือ ความต้องการที่จะได้รับการตอบสนองที่เกิดขึ้นในตัวคน (inner state of need or tension) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแรงจูงใจ หรือความอยากได้ (motive) นั่นเอง ความต้องการหรือความอยากได้สิ่งใดสิ่งหนึ่งมาตอบสนองนี้เอง จะเป็นสาเหตุทำให้มนุษย์ต้องแสดงออกซึ่งพฤติกรรมหรือการกระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งนั้น ๆ ที่กำลังต้องการอยู่ ดังนั้นพฤติกรรมที่แสดงออกทุกครั้งจึงย่อมมีเหตุทำให้เกิดเสมอ

พฤติกรรมที่แสดงออกในแต่ละครั้งดังกล่าวนี การแสดงออกจะสืบเนื่องมาจากการที่สิ่งหนึ่งสิ่งใดกระตุ้น (motivate) ทำให้เกิด กล่าวคือ พฤติกรรมแสดงออกซึ่งพฤติกรรม คือตัวอย่างง่าย ๆ อาจจะเป็นดังนี้ คือ ในขณะที่คนกำลังกระหายน้ำความต้องการที่จะให้ได้น้ำมาตอบสนองที่เกิดขึ้นในตัวคน (inner state of need or tension) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงจูงใจ หรือความอยากได้ (motive) นั่นเอง ความต้องการหรือความอยากได้สิ่งใดสิ่งหนึ่งมาตอบสนองนี้เอง จะเป็นสาเหตุทำให้มนุษย์ต้องแสดงออกซึ่งพฤติกรรมหรือการกระทำ เพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งนั้น ๆ ที่กำลังต้องการอยู่ ดังนั้นพฤติกรรมที่แสดงออกทุกครั้งจึงย่อมมีสาเหตุทำให้เกิดเสมอ

นอกจากนี้โดยปกติพฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกมานั้น หาได้เป็นไปโดยไม่มีจุดมุ่งหมาย หรือหวังในผลตอบแทนอย่างใดอย่างหนึ่ง (specific goals or incentives) ที่อยู่ใน

สภาพแวดล้อมรอบตัวเขา ความหมายดังกล่าวก็คือ เป็นการแสดงหรือกระทำไปเพื่อการใดการหนึ่ง ที่คาดหมายไว้แล้ว สิ่งทีที่คาดหมายไว้นี้ ก็คือสิ่งที่บุคคลดังกล่าวที่จะได้รับมานั่นเอง



แผนภาพที่ 2 การเกี่ยวพันของปัจจัยสาเหตุของพฤติกรรม

การเกี่ยวพันของปัจจัยสาเหตุของพฤติกรรมคือ

1. ความต้องการเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะทำให้ต้องไปหาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองตามเป้าหมาย
2. แรงจูงใจที่มีอยู่จะผลักดันให้เกิดการกระทำซึ่งจะตอบสนองความต้องการที่มีอยู่
3. การได้รับการตอบสนองความต้องการจะทำให้แรงจูงใจลดลง

อย่างไรก็ดีเป้าหมายหรือสิ่งจูงใจเหล่านั้นจะเป็นสิ่งที่มีความหมาย หรือเป็นสิ่งที่ล่อใจแต่มีใช้ เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลที่จะเป็นตัวกำหนดหรือควบคุมพฤติกรรมของมนุษย์ได้ ทั้งนี้เพราะเป้าหมายหรือ สิ่งจูงใจเหล่านั้นจะเป็นสิ่งที่จะช่วยให้คนได้รับความพอใจ สมประสงค์ตามแรงจูงใจหรือความอยาก ได้ (motives) ที่มีอยู่ในตัวบุคคลดังกล่าว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเป้าหมายหรือสิ่งจูงใจซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ ภายนอก จะเป็นสิ่งที่แสดงให้บุคคลดังกล่าวเห็นกับโอกาส (opportunities) ที่เขาจะสามารถ ตอบสนองความอยากได้หรือตอบสนองแรงจูงใจของเขา แต่สิ่งที่เป็นตัวกำหนดหรือควบคุม พฤติกรรมของมนุษย์ได้อย่างแท้จริง คือแรงจูงใจหรือความอยากได้ที่มีอยู่ในตัวเขานั้นเอง ดังนั้น แรงจูงใจหรือความอยากได้นี้จะเป็นตัวชักนำ (guide) พฤติกรรมของคนตลอดเวลา

คณย์ ไชยโยธา (2538, หน้า 32) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (behaviorism theory) ซึ่ง เชื่อว่า การศึกษาสภาพทางจิตใจของมนุษย์ ซึ่งเป็นสมาชิกของสังคมในสถานที่ต่าง ๆ นั้น จะช่วยให้ เข้าใจพฤติกรรมที่สำคัญของบุคคลในสังคมได้ดี เพราะมนุษย์เป็นผู้สร้างสังคมขึ้นมา มนุษย์ทุกคน ย่อมมีจิตใจ อารมณ์ และความคิดที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ทำให้เกิดทัศนคติและค่านิยม ที่แตกต่างกันด้วยเหตุนี้ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมจึงมุ่งพัฒนาสังคมโดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะของ บุคคลเพื่อให้เกิดคุณสมบัติและพฤติกรรมที่พึงปรารถนา

มาสโลว์ (Maslow, 1954 ; อ้างถึงใน ปรียาพร วงศอนุตรโรจน์. 2535) เสนอทฤษฎีว่าด้วย ความต้องการตามลำดับชั้น (hierarchy of needs) แบ่งลำดับความต้องการของบุคคลมี 5 ขั้นตอน ตามลำดับคือ ความต้องการทางกายภาพ ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการความรักและการ

มีส่วนความเป็นเจ้าของ ความต้องการได้รับความยกย่องและนับถือ และความต้องการความสำเร็จในชีวิต

คนเราเมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการด้านกายภาพ ซึ่งเป็นความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อความมีชีวิตอยู่รอดแล้ว ก็จะมีความต้องการเพิ่มขึ้นอีก คือ ความต้องการทางด้านความปลอดภัย เป็นความต้องการที่แสวงหาความปลอดภัยจากสิ่งแวดล้อม และความคุ้มครองจากผู้อื่น

แอลเดอร์เฟอร์ (Alderfer, 1972, p.110) ได้คิดทฤษฎีความต้องการที่เรียกว่า ทฤษฎีอีอาร์จี (ERG : Existence-Relatedness-Growth Theory) โดยแบ่งความต้องการของบุคคลออกเป็น 3 ประการ ซึ่งประการแรกก็คือ ความต้องการมีชีวิตอยู่ (existence needs) เป็นความต้องการที่ตอบสนองเพื่อให้มีชีวิตอยู่ต่อไป ได้แก่ ความต้องการทางกาย และความต้องการความปลอดภัย

แมคเกรเกอร์ (McGregor, 1960 ; อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2535, หน้า 48) ให้แนวความคิดว่าคนมี 2 ลักษณะ ตามทฤษฎี X และทฤษฎี Y

คนที่มีลักษณะตามทฤษฎี X

1. คนโดยทั่วไปไม่ชอบทำงานและจะหลีกเลี่ยงถ้าทำได้ ถือว่าความไม่ชอบทำงานของคนมีมาก แม้จะมีรางวัลเป็นสิ่งล่อก็ไม่เพียงพอจะทำให้คนอยากทำงาน คนต้องการรางวัลและต้องการเพิ่มมากขึ้นไปเรื่อย ๆ ไม่มีที่สิ้นสุดและเพียงพอ แต่รางวัลอย่างเดียวไม่เพียงพอ ต้องการมีการข่มขู่และลงโทษเพื่อให้ได้ผลงานตามมุ่งหมาย

2. คนโดยมาชอบขึ้นนำ เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความรับผิดชอบแต่มีความทะเยอทะยาน ส่วนคนที่มีลักษณะตามทฤษฎี Y มีหลักการดังนี้

1. การใช้ความพยายามทางกายและจิตใจในการทำงาน ก็เช่นเดียวกันกับการเล่นหรือการพักผ่อน
2. การควบคุมภายนอกและการข่มขู่ลงโทษไม่เพียงพอที่จะให้คนพยายามทำงาน เพื่อความมุ่งหมายขององค์กร คนสามารถควบคุมตัวเองเพื่อไปสู่จุดมุ่งหมายขององค์กร
3. ความผูกพันกับจุดมุ่งหมายเป็นส่วนที่ได้รับรางวัลจากความสำเร็จของการทำงาน
4. คนโดยเฉลี่ยเรียนรู้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมโดยมีการยอมรับและมีความรับผิดชอบ

พินเดอร์ (Pinder, 1984 ; อ้างถึงใน ธงชัย สันติวงศ์, 2539, หน้า 115) ได้ให้ความหมายแรงจูงใจในทางจิตวิทยา หมายถึง สภาวะของบุคคลที่ถูกกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมไปยังจุดหมายปลายทาง โดยแรงจูงใจจะทำให้แต่ละบุคคลเลือกพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า ที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป พฤติกรรมที่เลือกแสดงนี้เป็นผลจากลักษณะในตัวบุคคลและสภาพแวดล้อมดังนี้

1. ถ้าบุคคลให้ความสนใจในสิ่งใด ก็จะเลือกพฤติกรรมและมีความพอใจที่จะทำกิจกรรมนั้น ๆ
 2. ความต้องการเป็นแรงกระตุ้นที่ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการนั้น
 3. ค่านิยมที่เป็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เช่น ค่านิยมทางเศรษฐกิจ สังคม ความงาม จริยธรรม วิชาการ เหล่านี้จะเป็นแรงกระตุ้นให้แรงขับของพฤติกรรมตามค่านิยมนั้น
 4. ทักษะที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งก็มีผลต่อพฤติกรรมนั้น
 5. ความมุ่งหวังที่ต่างระดับกัน ก็เกิดแรงกระตุ้นที่ต่างระดับกันด้วย
 6. การแสดงออกของความต้องการในแต่ละสังคมจะแตกต่างกันออกไปตามขนบธรรมเนียมประเพณี และวัฒนธรรมของสังคมของตน ยิ่งไปกว่านั้นคนในสังคมเดียวกันยังมีพฤติกรรมในการแสดงความต้องการที่ต่างกันอีกด้วย เพราะสิ่งเหล่านี้เกิดจากการเรียนรู้ของคน
 7. ความต้องการอย่างเดียวกัน ทำให้บุคคลมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันได้
 8. แรงผลักดันที่แตกต่างกัน ทำให้การแสดงออกของพฤติกรรมที่เหมือนกันได้
 9. พฤติกรรมอาจสนองความต้องการได้หลาย ๆ ทาง และมากกว่าหนึ่งอย่างเวลาเดียวกัน
- ชลิดา สรมณี และเฉลิมพล ศรีหงส์ (2522, หน้า 179) ได้กำหนดวิธีจูงใจออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ การจูงใจ แบบปฏิฐาน (positive motivation) เป็นวิธีจูงใจแบบใช้ไม้นวม ใช้การเสนอให้สิ่งที่มีคุณค่าแก่ผู้ปฏิบัติงาน เช่น ให้รางวัลเป็นเงิน และการจูงใจแบบนิเสธ (negative motivation) เป็นวิธีจูงใจแบบไม้แข็ง คือ จูงใจให้ทำตามโดยใช้หรือขู่ว่าจะใช้การลงโทษ
- แนวคิดเกี่ยวกับแรงจูงใจภายในมี 2 แนวคิดที่จะทำให้เข้าใจพฤติกรรมการจูงใจ คือ
1. แนวคิดของเฮบบ์ (Hebb, 1955 ; อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, หน้า 131) เน้นทางด้านชีวภาพที่อธิบายกับบุคคล ชอบที่จะค้นหาสิ่งเร้าใจ ระดับของสิ่งเร้าใจเกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมของบุคคลนั้น บุคคลก็จะเกิดแรงจูงใจเพิ่มขึ้น
 2. แนวคิดของซาจอนซ์ (Zajonce, 1960 ; อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2535, หน้า 132) กล่าวว่า บุคคลมีความปรารถนา และประพฤติตามความปรารถนา ความเชื่อ ความคิด การรับรู้ ค่านิยมของตนเอง

5.การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วในเลือด (Lead in Blood)

วิธีนี้ใช้กับตัวอย่างเลือด (whole blood) วิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ Graphite furnace Atomic absorption spectrophotometer สามารถวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 3 - 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$

5.1 หลักการ (Principal)

ตัวอย่างเลือดจะถูกเจือจางโดยสารละลาย Triton x-100 (ทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวทำให้เม็ดเลือดแตก) และ *di*-ammonium hydrogen phosphate (ทำหน้าที่เป็น matrix modified) ทำให้เกิดสารประกอบ lead phosphate ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิสูงได้และช่วยให้กำจัด interference matrix ในระหว่างขั้นตอนการ drying และ ashing จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วโดยใช้เครื่องมือ Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี (Equipment and Supplies)

- เครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer
- Pyrolytic graphite tube
- Hollow Cathode Lamp สำหรับตรวจสารตะกั่ว ใช้ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร

สภาวะเครื่องมือ : ใช้สภาวะ (method) ที่สร้างขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการตรวจวิเคราะห์สารตะกั่วในเลือด

- เครื่องแก้วและอุปกรณ์

Vortex mixer

Roller mixer

เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

Auto pipette ขนาด 20- 200 μL และขนาด 100 - 1000 μL

Beaker ขนาด 50, 100 mL

Volumetric flask class A ขนาด 10 และ 1,000 mL

Sample cup สำหรับเครื่อง GFAAS

Microcentrifuge tube ขนาด 1.5 mL

หลอดพลาสติก ขนาด 10 mL

หลอดพลาสติก ขนาด 50 mL

- สารเคมี (สารเคมีที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็น Analytical grade; AR grade)

ไตรดันเอกซ์ 100 (Triton x-100)

ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (di-ammonium hydrogen phosphate; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$)

สารมาตรฐานตะกั่ว (Lead standard) ความเข้มข้น 1,000 mg/L

น้ำปราศจากไอออนชนิด Deionized water (DI) ที่มีการเหนี่ยวนำไฟฟ้า 18.2 MΩ/cm

Reference Material ClinChek Trace Elements Whole Blood L-1

Reference Material ClinChek Trace Elements Whole Blood L-2

Reference Material ClinChek Trace Elements Whole Blood L-3

กรดไนตริก (HNO₃) เข้มข้นประเภท Superpure grade

ก๊าซ Argon บริสุทธิ์ 99.99%

5.2 วิธีการเตรียมสารเคมีและสารมาตรฐาน

Modifier solution เป็นสารละลายของ 0.1% (w/v) Triton x-100 และ 0.5% (w/v) di-ammonium hydrogen phosphate (NH₄)₂HPO₄ ซึ่ง Triton x-100 หนัก 1 g ลงใน Beaker ละลายด้วยน้ำ DI จนกระทั่งละลายหมดแล้วซึ่ง (NH₄)₂HPO₄ หนัก 5g ลงใน Beaker ละลายด้วยน้ำ DI จนกระทั่งละลายหมด จากนั้นเทผสมกันใน Volumetric flask ขนาด 1000 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ถ่ายใส่ขวดพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องบันทึกข้อมูลการเตรียมลงใน FM 505-13 (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่) และบันทึกการใช้เครื่องชั่งลงใน FM-505-10

5.2.1 HNO₃ เข้มข้น 0.1%

การเตรียมสารละลาย 0.1 % HNO₃ โดยเตรียมจากกรดไนตริกเข้มข้นซึ่งใช้น้ำ DI เป็นตัวทำละลาย (เตรียมใน Volumetric flask ขนาด 1,000 mL)

$$\begin{aligned} \text{การคำนวณใช้สูตร} \quad C_1 V_1 &= C_2 V_2 \\ 100 \% (V_1) &= 0.1\% (1,000 \text{ mL}) \\ V_1 &= (0.1\%) (1,000 \text{ mL}) / 100\% \\ V_1 &= 1.00 \text{ mL} \end{aligned}$$

เตรียมโดยเติมน้ำ DI ลงใน Volumetric flask ขนาด 1,000 mL เล็กน้อย แล้วเปิดกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 1.00 mL ลงไปเขย่าก่อนเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อสารเข้ากัน จากนั้นจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI จากนั้นเขย่าเพื่อให้สารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกันถ่ายใส่ขวดพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (เก็บไว้ได้ประมาณ 3 เดือน) บันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.3 วิธีการเตรียมสารมาตรฐานตะกั่วใน 0.1% HNO₃

การคำนวณใช้สูตร $C_1 V_1 = C_2 V_2$ (เตรียมใน volumetric flask ขนาด 10 mL)

วิธีการ: ให้เตรียม Standard จาก Pb 999 mg/L เตรียมให้เป็น 100 mg/L

จากนั้นนำ STD Pb 100 mg/L เตรียมให้เป็น 10 mg/L

จากนั้นนำ STD Pb 10 mg/L เตรียมให้เป็น 1 mg/L

5.3.1 ปิเปต Standard Pb เข้มข้น 999mg /L (ความเข้มข้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ โดยอ้างอิงตามใบ Certificated) ปริมาตร 500mL ลงใน volumetric flask ขนาด 5 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.1% HNO₃ จนครบ 5 mL จะได้ Standard เข้มข้น 100 mg/L บันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.3.2 ปิเปต Pb Standard เข้มข้น 100 mg/L ปริมาตร 1 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 10 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.1% HNO₃ จนครบ 10 mL จะได้ Standard เข้มข้น 10 mg/L จากนั้นถ่ายใส่ขวดพลาสติกบันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.3.3 ปิเปต Standard Pb เข้มข้น 10 mg/L ปริมาตร 1 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 10 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.1% HNO₃ จนครบ 10 mL จะได้ Standard เข้มข้น 1 mg/L บันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.4 การเตรียม Working standard

เตรียม Working standard ที่ความเข้มข้น 3, 5, 10, 20, 30, 40 และ 60 µg/dL (เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ต้องการใช้งาน) โดยมีวิธีการเตรียม ดังนี้

5.4.1 ความเข้มข้น 3 µg/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.970 mL (970µL) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้นปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L (ข้อ 9.3.3) ปริมาตร 0.030 mL (30 µL) เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer แล้วเทลงใน sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.4.2 ความเข้มข้น 5 µg/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.950 mL (950µL) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้น ปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L (ข้อ 9.3.3) ปริมาตร 0.050 mL (50 µL) เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer แล้วเทลงใน sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.4.3 ความเข้มข้น 10 µg/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.900 mL (900µL) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้น ปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L (ข้อ 9.3.3) ปริมาตร 0.100 mL (100 µL) เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer แล้วเทลงใน sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.4.4 ความเข้มข้น 20 μ g/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.800 mL (800 μ L) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้นปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L ปริมาตร 0.200 mL (200 μ L) เขย่าให้เข้ากัน ด้วย Vortex mixer แล้วเทลง sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมลงแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้ง ที่เตรียมใหม่)

5.4.5 ความเข้มข้น 30 μ g/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.700 mL (700 μ L) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้นปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L ปริมาตร 0.700 mL (300 μ L) เขย่าให้เข้ากัน ด้วย Vortex mixer แล้วเทลง sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้ง ที่เตรียมใหม่)

5.4.6 ความเข้มข้น 40 μ g/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.600 mL (600 μ L) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้นปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L ปริมาตร 0.400 mL (400 μ L) เขย่าให้เข้ากัน ด้วย Vortex mixer แล้วเทลง sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมลงแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้ง ที่เตรียมใหม่)

5.4.7 ความเข้มข้น 60 μ g/dL

ปิเปต 0.1% HNO₃ ปริมาตร 0.400 mL (400 μ L) ลงในหลอด Microcentrifuge tube จากนั้นปิเปต Standard Pb ความเข้มข้น 1 mg/L ปริมาตร 0.600 mL (600 μ L) เขย่าให้เข้ากัน ด้วย Vortex mixer แล้วเทลงใน sample cup และบันทึกข้อมูลการเตรียมลงแบบบันทึก (บันทึก ทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

5.5 การเตรียม Reference Material (RM)

นำ RM แต่ละระดับความเข้มข้นออกจากตู้เย็นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนหายเย็น จากนั้นเติมน้ำ DI ลงไปในปริมาณที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ข้างขวด แล้วนำไปเขย่าด้วย roller mixer เพื่อให้ผงเลือดละลายจนหมด จากนั้นนำ RM ใส่ microcentrifuge tube แล้วนำไปแช่ในตู้เย็นที่ ช่องแช่แข็งอุณหภูมิต่ำกว่า (-20°C)

5.6 การเตรียม Standard calibration curve

ปิเปต Modifier solution ปริมาตร 800 μ L ลงใน Microcentrifuge tube และ Working standard แต่ละความเข้มข้นที่เตรียมไว้ ปริมาตร 100 μ L ตามลำดับ จากนั้นเติมเลือดแกะ (Blood blank) ปริมาตร 100 μ L แล้วนำไปเขย่าด้วย vortex mixer เพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วถ่ายใส่ sample cup เพื่อนำเข้าเครื่อง GFAAS ต่อไป

6. วิธีการเตรียมตัวอย่างทดสอบ

6.1 การเตรียมตัวอย่างเลือด ก่อนนำเข้าเครื่อง GFAAS

6.1.1 นำตัวอย่างเลือดออกจากตู้เย็นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนหายเย็น เขย่าด้วย roller mixer

6.1.2 ปิ่เปิด Modifiersolution 9 ส่วน (900 μ L) ลงใน microcentrifuge tube จากนั้นเติม ตัวอย่างเลือด 1 ส่วน (100 μ L) ลงไปเขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วถ่ายใส่ sample cup

6.2 การเตรียม Reference Material (RM)

6.2.1 นำ RM ที่เตรียมไว้ ออกจากตู้เย็นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนหายเย็น เขย่าด้วย roller mixer

6.2.2 ปิ่เปิด Modifiersolution 9 ส่วน (900 μ L) ลงใน microcentrifuge tube จากนั้นเติม RM 1 ส่วน (100 μ L) ลงไปเขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วถ่ายใส่ sample cup

6.3 การเตรียม Calibration Standard Blank

6.3.1 นำเลือดแกะ (blood blank) ออกจากตู้เย็นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนหายเย็น เขย่าด้วย roller mixer

6.3.2 ปิ่เปิด Modifiersolution 9 ส่วน (900 μ L) ลงใน microcentrifuge tube จากนั้นเติม เลือดแกะ 1 ส่วน (100 μ L) ลงไปเขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixer แล้วถ่ายใส่ sample cup

7 สภาพการทดสอบ (Condition)

7.1 อุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิห้องต้องอยู่ระหว่าง 25 ± 5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 20 %RH บันทึก อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุกครั้งที่มีการเปิดใช้งานเครื่อง GFAAS ใน FM-503-03

7.2 การตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่อง GFAAS ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ตะกั่วในเลือด

Step	Temp (°C)	Time (s)	Flow (L/min)	Gas Type	Read	Signal Storage
1	85	5.0	0.3	Normal	No	No
2	95	40.0	0.3	Normal	No	No
3	120	8.0	0.3	Normal	No	No
4	750	3.0	0.3	Normal	No	No
5	750	1.0	0.3	Normal	No	No
6	750	2.0	0.0	Normal	No	Yes

Step	Temp (°C)	Time (s)	Flow (L/min)	Gas Type	Read	Signal Storage
7	2100	1.0	0.0	Normal	Yes	Yes
8	2100	2.0	0.0	Normal	Yes	Yes
9	2100	2.0	0.3	Normal	No	Yes

8 การวิเคราะห์ตะกั่วในเลือด

8.1 การทดสอบ System suitability เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือก่อนใช้งาน ด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance; abs) ดังนี้

8.1.1 Instrument Check 1 ซ้ำ (วัด abs ของอากาศ) Absorbance acceptable criteria คือ 0.0009 - 0.0020

8.1.2 Sensitivity Check1 ซ้ำ (วัด abs ของ STD Pb ความเข้มข้น 27 µg/dL) Absorbance acceptable criteria คือ $0.2 \pm 20\%$ หรือ 0.16 – 0.24

8.1.3 Precision Check 7 ซ้ำ (วัด abs ของ STD Pb ความเข้มข้น 27 µg/dL) เกณฑ์การยอมรับ คือ $\% \text{RSD} \leq 10\% \text{ } n = 7$

8.2 การสร้าง Calibration Curve ด้วยการวัดค่า abs ดังนี้

8.2.1 วัด cal zero 1 ซ้ำ โดยใช้ calibration Standard blank (ข้อ 10.3)

8.2.2 วัด working standard 1 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 3, 5, 10, 20, 30, 40 และ 60 µg/dL (ข้อ 9.4)

8.2.3 ค่า $r \geq 0.997$ ถ้าไม่ผ่านต้องวัดซ้ำใหม่ หรือแก้ไข แล้วจึงทดสอบต่อไป

8.3 การทดสอบ Reference Material (RM)

นำ RM อย่างน้อย 2 ความเข้มข้น ที่เตรียมไว้มาวัดค่าความเข้มข้นในหน่วย µg/dL ก่อนการทดสอบตัวอย่างและระหว่างการทดสอบทุก 10 ตัวอย่าง โดยเกณฑ์การยอมรับคือ %recovery = 80-110

8.4 การทดสอบตัวอย่างเลือด

8.4.1 นำตัวอย่างเลือดที่เตรียมไว้มาวัดค่าความเข้มข้นในหน่วย µg/dL

8.4.2 ถ้าความเข้มข้นของตัวอย่างเลือดสูงกว่าความเข้มข้นสูงสุดของ calibration curve ให้เจือจางตัวอย่างเลือดด้วย modifier solution ในอัตราส่วน modifier 950 µL : เลือด 50 µL (DF=2)

8.4.3 ทำDuplicate อย่างน้อยทุกสิบตัวอย่าง โดย %RPD $\leq$ 10% (ในกรณีที่ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ 3 $\mu\text{g/dL}$)

9 การคำนวณ (Calculation)

9.1 plot standard curve เพื่อคำนวณปริมาณสารตะกั่วโดยใช้ Linear regression equation ($y = ax+b$) ให้ผลคำตอบในหน่วย $\mu\text{g/dL}$ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปของเครื่อง GFAAS จะคำนวณความเข้มข้นของสารตัวอย่าง ที่วัดได้เปรียบเทียบกับ Calibration curve โดยอัตโนมัติ

9.2 การคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์กรณีที่ถูกคำร้องขอให้ดำเนินการตามรายวิธีปฏิบัติงานเรื่อง การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ตะกั่วในเลือด

10 การควบคุมคุณภาพ

10.1 ควบคุมคุณภาพโดยใช้ RM

ทดสอบ RM อย่างน้อย 2 ระดับความเข้มข้น ก่อนการทดสอบตัวอย่าง และค้นทุก 10 ตัวอย่างโดยเกณฑ์การยอมรับคือ %recovery = 80-110%

%Recovery คำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(C_1 - C_2) \times 100}{C_3}$$

โดยที่ C_1 = ความเข้มข้นที่วัดค่าได้

C_2 = ความเข้มข้นของ blank (ถ้ามี)

C_3 = ความเข้มข้นของ RM หรือความเข้มข้นที่ spike

10.2 การทำ duplicate

ทำ duplicate อย่างน้อยทุก 10 ตัวอย่าง โดยเกณฑ์การยอมรับคือ %RPD $\leq$ 10% (ในกรณีที่ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ 3 $\mu\text{g/dL}$)

%RPD คำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ RPD} = \left| \frac{2(C_1 - C_2)}{C_1 + C_2} \right| \times 100$$

C_1 = ค่าความเข้มข้นที่วัดได้ครั้งที่ 1

C_2 = ค่าความเข้มข้นที่วัดได้ครั้งที่ 2

10.3 เครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว เช่น Volumetric flask และ Autopipette ต้องผ่านการสอบเทียบและอยู่ใน spec

11 การรายงานผล (Report)

11.1 การรายงานผลแสดงเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยเลขหลังทศนิยม กรณีที่น้อยกว่า 5 ให้ปัดทิ้ง ถ้ามากกว่าให้ปัดขึ้น กรณีที่เป็นเลขพิจารณาเลขข้างหน้าทศนิยมหากเป็นเลขคู่ให้ปัดทิ้ง ถ้าเป็นเลขคี่ให้ปัดขึ้น

11.2 กรณีค่าที่วัดได้มากกว่าหรือเท่ากับค่า LOQ ให้รายงานผลเป็นค่าตัวเลขที่วัดได้

11.3 กรณีค่าที่วัดได้น้อยกว่าค่า LOQ ให้รายงานผลว่า < LOQ ปริมาณสารตกอยู่ในเลือดต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีนี้คือ 3 µg/dL

11.4 การรายงานผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ตกอยู่ในเลือด (Uncertainty) ในกรณีที่ลูกค้าร้องขอให้รายงานผลในรูปแบบของ $C \pm U$ µg/dL

12 รายละเอียดอื่นๆ

12.1 การเก็บตัวอย่างเลือดให้เก็บ whole blood ด้วย vacutainer tube ใส่สารกันเลือดแข็งโดยใช้ EDTA ประมาณ 3 mL

12.2 ตัวอย่างเลือดที่เบิกออกมาจากห้องรับตัวอย่าง ถ้าผู้วิเคราะห์ยังทำการวิเคราะห์ไม่เสร็จให้ทำการเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2-8 °C เก็บไว้ได้นานเป็นเวลา 10 สัปดาห์ และบันทึกข้อมูลลงในบันทึกการของที่เก็บในตู้เย็นสำหรับงานวิเคราะห์

12.3 ตัวอย่างเลือดที่วิเคราะห์เสร็จแล้วให้นำไปเก็บไว้ในห้องเก็บตัวอย่างเพื่อรอการทำลาย แล้วบันทึกข้อมูลสถานะตัวอย่างลงในบันทึกสถานะตัวอย่าง (FM-508-03) พร้อมทั้งให้ผู้ควบคุมลงนามกำกับ จากนั้นให้ผู้ทำลายตัวอย่างดำเนินการทำลายตัวอย่างตามวิธีปฏิบัติงานเรื่อง การทำลายตัวอย่างทดสอบ

12.4 การเก็บรักษา Reference Material เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 °C และบันทึกข้อมูลใน FM-505-16 เมื่อหมดอายุการใช้งานให้นำออกจากตู้เย็น แล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเก็บตัวอย่างเพื่อรอการทำลาย จากนั้นให้ผู้ทำลายตัวอย่างดำเนินการทำลายตัวอย่างตามวิธีปฏิบัติงาน เรื่อง การทำลายตัวอย่างทดสอบ

12.5 การเก็บรักษา Lead Standard เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2-8 °C พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลใน FM-505-16 เมื่อหมดอายุการใช้งานให้นำออกจากตู้เย็น แล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเก็บสารเคมีและของเสียที่หมดอายุ ตามวิธีปฏิบัติงานเรื่องการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

12.6 การเก็บรักษาสารเคมีต่างๆ เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เมื่อหมดอายุการใช้งานให้นำไปเก็บไว้ในห้องเก็บสารเคมีและของเสียที่หมดอายุ ตามวิธีปฏิบัติงานเรื่องการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

13.ขอความอนุเคราะห์ผลการเจาะเลือดหาสารตะกั่วของพนักงานจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์

5.ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Xia Huo และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของเด็กที่อยู่ใกล้เคียงโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเทศจีน โดยจากการเก็บตัวอย่างเลือดของเด็กอายุต่ำกว่า 6 ปี จำนวน 226 คน พบว่ามีระดับตะกั่วตั้งแต่ 4.40 – 32.67 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ค่าเฉลี่ย 15.3 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (ค่ามาตรฐาน 5 ไมโครกรัม/เดซิลิตร) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของเด็กในเขตชนบท

จำนง ธนะภพ และคณะ, (2015). ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมอาชีวสุศึกษาต่อการลดการสัมผัสสารตะกั่วของช่างหมั่นในอุตสาหกรรม จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่าหลังจากจัดกิจกรรมอาชีวสุศึกษา กลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและผลกระทบจากสารตะกั่วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 70.9 เป็น 74.4 % ($p < 0.05$) โดยได้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการทำงาน และป้องกันการปนเปื้อนสารตะกั่ว ได้แก่ ล้างมือก่อนดื่มน้ำ และเลิกรับประทานอาหารว่างในระหว่างการทำงาน เปลี่ยนชุดทำงานก่อนกลับบ้านหรือเข้าบ้านพัก ปริมาณระดับสารตะกั่วในเลือดมีค่าเฉลี่ยลดลงจาก 48.1 เป็น 26.0 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมอาชีวสุศึกษา ส่งผลให้ช่างหมั่นปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อลดการสัมผัสสารตะกั่วขณะทำงานลงได้

หทัยรัตน์ เมธนาวิน, จันทนา จันทวงศ์, ยุวดี ลีลักษณ์วิระ, (2016). ผลของโปรแกรมสุศึกษา ร่วมกับการบริหารจัดการทรัพยากรต่อความรู้ เจตคติ พฤติกรรมป้องกันการสัมผัสตะกั่ว และระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานโรงงานแบตเตอรี่ ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลอง กลุ่มทดลอง มีความรู้เรื่องโรคพิษตะกั่ว เจตคติต่อการป้องกันการสัมผัสตะกั่ว และพฤติกรรมการป้องกันการสัมผัส ตะกั่วดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .01$) และกลุ่มทดลองมีระดับตะกั่วใน เลือดลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .01$) ดังนั้น สถานประกอบการควรใช้โปรแกรมนี้กำหนดเป็นแนวทางในการป้องกันการสัมผัสตะกั่ว เพื่อให้การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ของพนักงานเกิดความยั่งยืน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์ ซึ่งประกอบด้วยระเบียบวิธีการวิจัย ดังนี้

- 3.1 วิธีการศึกษาวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย
- 3.4 การหาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 วิธีการตรวจวิเคราะห์สารตะกั่วในเลือด

3.1 วิธีการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบตัดขวาง (cross – sectional research) เพื่อศึกษาในการเฝ้าระวังสุขภาพพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้ คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานเดือนตุลาคม 2551 จำนวน 72 คน โดยที่ผู้วิจัยได้อธิบายถึงหลักการเหตุผลและวัตถุประสงค์ของการวิจัยพนักงานได้ทราบ และกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้ที่ยินดีให้ความร่วมมือในการศึกษา ซึ่งการเลือกกลุ่มตัวอย่างเลือกโดยเฉพาะเจาะจง (purposive sampling)

3.2.2 การรวบรวมข้อมูล

3.2.2.1 ผู้วิจัยทำหนังสือถึงผู้จัดการของสถานประกอบการ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำการแจกแบบประเมินให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง

3.2.2.3 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบในแบบสอบถามและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.2.2.4 ขอความอนุเคราะห์ผลการเจาะเลือดหาสารตะกั่วของพนักงานจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

3.3.1 แบบสอบถาม (questionnaire) ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.3.1.1 ตอนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลของพนักงานในสถานประกอบการ ประกอบด้วย เพศ อายุ การศึกษา อายุการทำงาน แผนกที่ทำงานในปัจจุบัน ประวัติการทำงาน ที่พักอาศัย ประวัติการเจาะเลือดหาปริมาณตะกั่ว

3.3.1.2 ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้ทั่วไป จำนวน 15 ข้อ ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง ลักษณะคำตอบเป็นแบบจำกัดคำตอบ โดยให้คะแนนดังนี้

มีความรู้ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0

มีความรู้ถูกต้อง ให้คะแนน 1

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การจัดแบ่งระดับคะแนนใช้ตามแนวคิดของเบสท์ (Best อ้างถึงในพรทิพย์ อนุตรพงศ์, 2542 : 61) คือ คะแนนเต็มสูงสุด - คะแนนเต็มต่ำสุดหารด้วยระดับที่ต้องการวัดแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับดีมาก	ช่วงคะแนน	11 - 15
ระดับดี	ช่วงคะแนน	6 - 10
ระดับไม่ดี	ช่วงคะแนน	0 - 5

ข้อความ	ข้อที่	รวม
เชิงบวก	2,4,6,9,10,11,13,15	8
เชิงลบ	1,3,5,7,8,12,14	7

3.3.1.3 ตอนที่ 3 แบบสอบถาม พฤติกรรมส่วนบุคคลของพนักงานในขณะทำงาน จำนวน 15 ข้อ โดยมีการจัดแบ่งดังนี้ ในการตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 3 ให้กลุ่มตัวอย่างประเมินด้วยตนเองว่า ข้อความนั้น กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมส่วนบุคคลของพนักงานในขณะทำงานในสถานประกอบการ ด้าน พฤติกรรมส่วนบุคคล และด้านพฤติกรรมที่สัมผัสกับคนในครอบครัว ลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 3 อันดับ โดยให้คะแนนดังนี้

คะแนน		
	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
ไม่ปฏิบัติ	0	2
ปฏิบัติบางครั้ง	1	1
ปฏิบัติทุกครั้ง	2	0

ข้อความ	ข้อที่	รวม
เชิงบวก	1,2,4,5,6,7,9,10,12,13,14	11
เชิงลบ	3,8,11,15	4

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การจัดแบ่งระดับคะแนน คือ คะแนนเต็มสูงสุด - คะแนนเต็มต่ำสุด
หารด้วยระดับที่ต้องการวัดแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับดีมาก	ช่วงคะแนน	21 - 30
ระดับดี	ช่วงคะแนน	11 - 20
ระดับไม่ดี	ช่วงคะแนน	0 - 10

โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามด้วยตัวเอง ซึ่งลักษณะคำตอบเป็นแบบ
จำกัดคำตอบ โดยให้คะแนนดังนี้

มีพฤติกรรมไม่ถูกต้อง	ให้คะแนน	0
มีพฤติกรรมถูกต้อง	ให้คะแนน	1

3.3.1.4 ตอนที่ 4 แบบสอบถามทัศนคติต่อการป้องกันโรคพิษตะกั่ว จำนวน 15 ข้อ

ในการตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 4 ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามด้วย
ตนเองว่า ข้อความนั้น กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติต่อการป้องกันโรคพิษตะกั่ว ลักษณะคำตอบเป็นแบบจำกัด
คำตอบ โดยให้คะแนนดังนี้

มีทัศนคติไม่ถูกต้อง	ให้คะแนน	0
มีทัศนคติถูกต้อง	ให้คะแนน	1

แบบสอบถามกำหนดค่าคะแนน 0 – 1 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

ระดับความคิดเห็น	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
ไม่เห็นด้วย	0	1
เห็นด้วย	1	0

เกณฑ์การตอบมี ดังนี้

เห็นด้วย หมายถึง ท่านมีความเห็นว่าองค์ประกอบการที่เป็นเกณฑ์การป้องกันโรคพิษตะกั่วได้

ไม่เห็นด้วย หมายถึง ท่านมีความเห็นว่าองค์ประกอบการที่เป็นเกณฑ์การป้องกันโรคพิษตะกั่วไม่ได้

ข้อความ	ข้อที่	รวม
เชิงบวก	1,3,5,6,8,10,12,13,14	9
เชิงลบ	2,4,7,9,11,15	6

เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การจัดแบ่งระดับคะแนน คือ คะแนนเต็มสูงสุด - คะแนนเต็มต่ำสุด หากด้วยระดับที่ต้องการวัดแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับดีมาก	ช่วงคะแนน	21 - 30
ระดับดี	ช่วงคะแนน	11 - 20
ระดับไม่ดี	ช่วงคะแนน	0 - 10

3.3.1.5 ตอนที่ 5 แบบสอบถามสถานะสุขภาพของพนักงานในปัจจุบัน จำนวน 20 ข้อ

ในการตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 5 ให้กลุ่มตัวอย่างประเมินด้วยตนเองว่าข้อความนั้นกลุ่มตัวอย่างมีความสถานะสุขภาพของตนอย่างไร

3.4 การหาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

3.4.1 ทำการทดสอบหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (โดยการนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วไปปรึกษากับผู้ทรงคุณวุฒิทางอาชีวอนามัย จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ โดยกำหนดเกณฑ์ร่วมกันของผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อยร้อยละ 80 ในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นจึงนำมาปรับปรุง

3.4.2 ผู้วิจัยนำแบบประเมินไปทดลองใช้กับพนักงาน (try out) มีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด คือ พนักงานในสถานประกอบการเกี่ยวกับตะกั่ว ต.บางมะฝ่อ อ.โกรกพระ

3.4.3 หาความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (cronbach ' coefficint of alpha อ้างถึงในพรทิพย์ อนุตรพงศ์, 2542. หน้า 63)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 พรรณนาข้อมูลทั่วไป ลักษณะประชากรของกลุ่มตัวอย่าง ความรู้ พฤติกรรม ทักษะของพนักงานเกี่ยวกับโรคพิษตะกั่ว รวมทั้งสถานะสุขภาพของพนักงานในปัจจุบัน โดยนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในโดยใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistic) เป็นความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

3.5.2 หาความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม ทักษะ ของพนักงานในโรงงานกับปริมาณตะกั่วในเลือดโดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้สัญลักษณ์แทนด้วย *

3.6 วิธีการตรวจวิเคราะห์สารตะกั่วในเลือด

การเก็บและการเตรียมตัวอย่างเลือด การตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือด (Blood lead level) เป็นการตรวจเลือดหาสารตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) โดยเก็บตัวอย่างจากหลอดเลือดดำโดยใช้ระบบหลอดสูญญากาศ (Evacuated tube method) ชนิดที่มี EDTA (จุลสีม่วง) เป็นการเจาะเลือดโดยเลือดจะถูกดูดเข้าหลอดเลือดที่ใช้เก็บโดยตรง ในปริมาณไม่เกิน 5 CC. แล้วใส่กระดิกที่มีความเย็น 3-5 องศาเซลเซียสแล้วนำส่งห้องปฏิบัติ หลังจากนั้นตัวอย่างเลือดจะถูกเจือจางโดยสารละลาย Triton x-100 (ทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวทำให้เม็ดเลือดแตก) และ *di*-ammonium hydrogen phosphate (ทำหน้าที่เป็น matrix modified) ทำให้เกิดสารประกอบ lead phosphate ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิสูงได้และช่วยให้กำจัด interference matrix ในระหว่างขั้นตอนการ drying และ ashing จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วโดยใช้เครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร

วิธีการเตรียมสารเคมีและสารมาตรฐาน

1. Modifier solution เป็นสารละลายของ 0.1% (w/v) Triton x-100 และ 0.5% (w/v) di-ammonium hydrogen phosphate ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) ซึ่ง Triton x-100หนัก 1 g ลงใน Beaker ละลายด้วยน้ำ DI จนกระทั่งละลายหมดแล้วซึ่ง $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ หนัก 5g ลงใน Beaker ละลายด้วยน้ำ DI จนกระทั่งละลายหมด จากนั้นเทผสมกันใน Volumetric flask ขนาด 1000 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ถ่ายใส่ขวดพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องบันทึกข้อมูลการเตรียมลงใน FM 505-13 (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่) และบันทึกการใช้เครื่องซึ่งลงใน FM-505-10

2. HNO_3 เข้มข้น 0.1% การเตรียมสารละลาย 0.1 % HNO_3 โดยเตรียมจากกรดไนตริกเข้มข้น ซึ่งใช้น้ำ DI เป็นตัวทำละลาย (เตรียมใน Volumetric flask ขนาด 1,000 mL)

การคำนวณใช้สูตร	$C_1 V_1$	=	$C_2 V_2$
	$100 \%(V_1)$	=	$0.1\%(1,000\text{mL})$
	V_1	=	$(0.1\%)(1,000 \text{ mL}) / 100\%$
	V_1	=	1.00mL

เตรียมโดยเติมน้ำ DI ลงใน Volumetric flask ขนาด 1,000 mL เล็กน้อย แล้วเปิดกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 1.00mL ลงไปเขย่าก่อนเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อสารเข้ากัน จากนั้นจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI จากนั้นเขย่าเพื่อให้สารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกันถ่ายใส่ขวดพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (เก็บไว้ได้ประมาณ 3 เดือน) บันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่เตรียมใหม่)

3. วิธีการเตรียมสารมาตรฐานตะกั่วใน 0.1% HNO_3

การคำนวณใช้สูตร $C_1 V_1 = C_2 V_2$ (เตรียมใน volumetric flask ขนาด 10 mL)

วิธีการ: ให้เตรียม Standard	จาก Pb	999	mg/L	เตรียมให้เป็น 100 mg/L
	จากนั้นนำ STD Pb	100	mg/L	เตรียมให้เป็น 10mg/L
	จากนั้นนำ STD Pb	10	mg/L	เตรียมให้เป็น 1 mg/L

3.1 ปิเปต Standard Pb เข้มข้น 999 mg/L (ความเข้มข้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ โดยอ้างอิงตามใบ Certified) ปริมาตร $500\mu\text{L}$ ลงใน volumetric flask ขนาด 5 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.1% HNO_3 จนครบ 5 mL จะได้ Standard เข้มข้น 100 mg/L บันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่ต้องเตรียมใหม่)

3.1.1 ปิเปต Pb Standard เข้มข้น 100 mg/L ปริมาตร 1 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 10 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.1% HNO_3 จนครบ 10 mL จะได้ Standard เข้มข้น 10 mg/L จากนั้นถ่ายใส่ขวดพลาสติกบันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่ต้องเตรียมใหม่)

3.1.2 ปิเปต Standard Pb เข้มข้น 10 mg/L ปริมาตร 1 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 10 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย 0.1% HNO_3 จนครบ 10 mL จะได้ Standard เข้มข้น 1 mg/L บันทึกข้อมูลการเตรียมลงในแบบบันทึก (บันทึกทุกครั้งที่ต้องเตรียมใหม่)

สารมาตรฐานและสารเคมี สารเคมี (AR Grade) : กรดอะซิติกเข้มข้น 100% (Merck) กรดไนตริกเข้มข้น 65% สารละลายแมกนีเซียมไนเตรท 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร - สารมาตรฐาน: สารละลายมาตรฐานตะกั่วความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (Perkin Elmer) การเตรียมสารเคมีของสารละลายกรดอะซิติก 4% โดยปริมาตร เตรียมโดยเจือจางกรดอะซิติกเข้มข้น 40 มิลลิลิตรในน้ำ deionized แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำ deionized และปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน สารละลายมาตรฐานตะกั่วสำหรับเครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer เจือจางลงด้วยสารละลายกรดอะซิติก 4% โดยปริมาตรจนได้ความเข้มข้นที่ต้องการ ใช้สร้างกราฟมาตรฐานความเข้มข้น 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.175 และ 0.200 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ตั้งระบบการทำงานของเครื่องแบบ auto mix

การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์

ทดสอบช่วงการวิเคราะห์และความเป็นเส้นตรง (Working range and linearity) วัดสารละลายแบบผงและสารละลายมาตรฐานตะกั่วความเข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วสร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) เพื่อศึกษาความเป็นเส้นตรง ซึ่งควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.995 วัดสารละลายตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐานตะกั่วที่ระดับ 0.25, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์

วิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่ว โดยใช้เครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร ระบบฉีดสารอัตโนมัติ Partitioned tube part no. 6310001200 Cooling water สำหรับ furnace และ ก๊าซอาร์กอนความบริสุทธิ์ 99.999 % , เตาแก๊สและ hot plate, เครื่องแก้วและอุปกรณ์พลาสติก ก่อนใช้งานแช่ด้วยสารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 40 โดยปริมาตร ทิ้งค้างคืนแล้วล้างกรดออกด้วยน้ำหลายๆ ครั้ง ผึ่งให้แห้งในภาชนะปิดสนิท

การวิเคราะห์ตะกั่วในเลือด

1.การทดสอบ System suitability เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือก่อนใช้งาน ด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance; abs) ดังนี้

1.1 Instrument Check 1 ซ้ำ 1 (วัด abs ของ 0.1 g/l) Absorbance acceptable criteria คือ 0.0009 - 0.0020

1.2 Sensitivity Check 1 ซ้ำ (วัด abs ของ STD Pb ความเข้มข้น 27 µg/dL) Absorbance acceptable criteria คือ $0.2 \pm 20\%$ หรือ 0.16 – 0.24

1.3 Precision Check 7 ซ้ำ (วัด abs ของ STD Pb ความเข้มข้น 27 µg/dL) เกณฑ์การยอมรับ คือ $\% \text{RSD} \leq 10\%$ $n = 7$

2.การสร้าง Calibration Curve ด้วยการวัดค่า abs ดังนี้

2.1 วัด cal zero 1 ซ้ำ โดยใช้ calibration Standard blank

2.2 วัด working standard 1 ซ้ำที่ระดับความเข้มข้น 3, 5, 10, 20, 30, 40 และ 60 µg/dL

2.3 ค่า $r \geq 0.997$ ถ้าไม่ผ่านต้องวัดซ้ำใหม่ หรือแก้ไข แล้วจึงทดสอบต่อไป

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

ผลดำเนินการศึกษาวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์ มีดังนี้

- 4.1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติของพนักงาน
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในเลือด กับ ความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติของพนักงาน

การศึกษาโครงการวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นพนักงาน จำนวน 72 คน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นหัวข้อ ดังนี้ ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยได้ทำการทดสอบแบบสอบถาม จำนวน 30 ชุด ในพนักงานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (cronbach' coefficint of alpha อ้างถึงในพรทิพย์ อนุตรพงศ์, 2542. หน้า 63) โดยได้ค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ดังนี้ ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาความรู้ของพนักงานเท่ากับ 0.53, ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาพฤติกรรมของพนักงาน เท่ากับ 0.61, ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาทัศนคติของพนักงาน เท่ากับ 0.56 และขอความอนุเคราะห์ผลการเจาะเลือดหาสารตะกั่วของพนักงานของพนักงานจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์

4.1. ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์ จำนวน 1 แห่ง มีพนักงาน 72 คน ประกอบด้วย เพศชาย 60 คน เพศหญิง 12 คน แผนการทำงานแบ่งดังนี้ สำนักงานร้อยละ 6.9 เตาหลอมร้อยละ 52.8 โรงย่อยแบตเตอรี่เก้าร้อยละ 11.1 ซ่อมบำรุงร้อยละ 29.2 พนักงานเคยทำงานลักษณะเหมือนโรงงานแห่งนี้มาก่อนร้อยละ 95.8 ไม่เคยทำงานลักษณะเหมือนโรงงานแห่งนี้มาก่อนร้อยละ 4.2 มีพนักงานพักอาศัยอยู่ในโรงงานร้อยละ 15.3 พักนอกโรงงานร้อยละ 84.7 พนักงานร้อยละ 95.8 เคยได้รับการเจาะเลือดเพื่อเฝ้าระวังโรคพิษตะกั่ว พนักงานไม่เคยได้รับการเจาะเลือดเพื่อเฝ้าระวังโรคพิษตะกั่วร้อยละ 4.2 พนักงานมีระดับการศึกษา ดังนี้ ไม่ได้เรียนร้อยละ 6.9 ประถมศึกษาร้อยละ 72.2 มัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 12.5 มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.ร้อยละ 4.2 อนุปริญาตร้อยละ 2.8 อื่นๆร้อยละ 1.4

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตะกั่วในเลือด และฮีโมโกลบินของเลือด

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตะกั่วในเลือด และฮีโมโกลบินในเลือด

ลักษณะประชากร	(N= 72)			
	mean	SD	min	max
ปริมาณตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	27.3	6.3	7.1	38.4
ฮีโมโกลบินในเลือด (g/dl)	2.6	0.6	0.8	3.6

หมายเหตุ 1.ค่ามาตรฐานตะกั่วในเลือดไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร
 2. ค่าปกติฮีโมโกลบินในเลือด 12-18 g/dl
 3. ขอความอนุเคราะห์ผลการเจาะเลือดหาสารตะกั่วของพนักงานจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์

พบว่าคนงานมีปริมาณตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 27.3 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ค่าต่ำสุด 7.1 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ค่าสูงสุด 38.4 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และฮีโมโกลบินในเลือดเฉลี่ย 2.6 g/dl ค่าต่ำสุด คือ 0.8 g/dl ค่าสูงสุด คือ 3.6 g/dl

ตารางที่ 2 ความรู้ของพนักงาน

(N = 72)

ข้อความ	ถูก ร้อยละ	ผิด ร้อยละ	ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือด คนงาน(ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	
			ถูก	ผิด
สารตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้เฉพาะการหายใจ	72.2	27.8	26.34	27.67
ควรล้างมือให้สะอาดก่อนกินข้าวกลางวันทุกครั้ง	100.0	0.0	27.30	0.0
หากผิวหนังมีบาดแผลสารตะกั่วไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้	63.9	36.1	26.45	28.80
คนงานทุกคนควรใส่หน้ากากป้องกันสารตะกั่วตลอดเวลา	98.6	1.4	27.25	29.70
ขณะทำงานสามารถสูบบุหรี่ได้ตามปกติ	94.4	5.6	27.23	28.52
ควรอาบน้ำ/สระผมทุกครั้งหลังเลิกงานก่อนกลับบ้าน	98.6	1.4	27.28	29.70
ปริมาณสารตะกั่วในเลือดไม่สามารถลดปริมาณลงได้	72.2	27.8	26.74	28.75
มีจำนวนเท่าใดก็จะคงอยู่อย่างนั้นตลอดไป				
หน้ากากป้องกันสารตะกั่วใช้งานได้ตลอดไปจนกว่าจะพัง	65.3	34.7	27.70	26.54
ควรใส่ชุดทำงานที่โรงงานแจกให้ในการทำงาน	100.0	0.0	27.30	0.0
โรคพิษตะกั่วมีอันตรายถึงแก่ชีวิตได้	88.9	11.1	27.32	27.12
หน้ากากที่ใช้หากหายใจติดขัดควรเปลี่ยนอันใหม่ทันที	100.0	0.0	27.30	0.0
หากได้รับการรักษาจากแพทย์แล้วไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตน	72.2	27.8	27.17	27.64
เพื่อป้องกันสารตะกั่วอีก				
ชุดทำงานควรซักให้สะอาดในแต่ละวัน	100.0	0.0	27.30	0.0
สามารถนำของกินเล่นไปกินได้ในขณะทำงาน	97.2	2.8	27.27	28.30
ควรตัดเล็บมือให้สั้นอยู่เสมอ	100.0	0.0	27.30	0.0

ผลการวิเคราะห์ความรู้

การศึกษาความรู้ของพนักงานพบว่าพนักงานที่ตอบถูกในหัวข้อ สารตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้เฉพาะการหายใจ, หากผิวหนังมีบาดแผลสารตะกั่วไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้, คนงานทุกคนควรใส่หน้ากากป้องกันสารตะกั่วตลอดเวลา, ขณะทำงานสามารถสูบบุหรี่ได้ตามปกติ, ควรอาบน้ำ/สระผมทุกครั้งหลังเลิกงานก่อนกลับบ้าน, ปริมาณสารตะกั่วในเลือดไม่สามารถลดปริมาณลงได้มีจำนวนเท่าใดก็จะคงอยู่อย่างนั้นตลอดไป, หากได้รับการรักษาจากแพทย์แล้วไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตนเพื่อป้องกันสารตะกั่วอีก, สามารถนำของกินเล่นไปกินได้ในขณะทำงาน จะมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าพนักงานที่ตอบผิด

ตารางที่ 3 พฤติกรรมส่วนบุคคลของพนักงาน

(N = 72)

ข้อความ	ทำทุกครั้ง ร้อยละ	ทำบางครั้ง ร้อยละ	ไม่ทำเลย ร้อยละ	ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือด คนงาน (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)		
				ทำทุกครั้ง	ทำบางครั้ง	ไม่ทำเลย
ล้างมือให้สะอาดก่อนกินข้าวกลางวัน	94.4	5.6	0.0	27.53	28.32	0.0
อาบน้ำ, สระผมหลังเลิกงานก่อนกลับบ้าน	83.3	15.3	1.4	25.30	26.12	18.6
สูบบุหรี่ในขณะทำงาน	84.7	12.5	2.8	29.80	29.63	28.34
ใช้หน้ากากแบบที่ถูกต้องตลอดเวลาทำงาน	93.1	4.2	2.8	25.22	26.41	28.39
ใส่ชุดทำงานที่โรงงานแจกให้ตลอดเวลาทำงาน	97.2	2.8	0.0	27.43	28.90	0.0
หลังเลิกงานท่านเปลี่ยนเสื้อผ้าเมื่อกลับถึงบ้าน	91.7	1.4	6.9	27.61	18.4	28.45
เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนและหลังเลิกงานก่อนกลับบ้าน	95.8	1.4	2.8	25.23	18.7	28.20
การแปรงฟันในห้องอาบน้ำโรงงาน	41.7	31.9	26.4	28.55	27.54	26.63
ชุดทำงานของท่านซักเปลี่ยนทุกวัน	100.0	0.0	0.0	27.60	0.0	0.0
เครื่องแต่งกาย(ชั้น,นอก)เมื่อกลับบ้านแยกซักต่างหาก	86.1	6.9	6.9	25.20	28.44	28.44
นำของกินเล่นไปกินในขณะทำงาน	0.0	91.7	8.3	0.0	27.31	29.10
เมื่อมีบาดแผลท่านปิดแผลด้วยพลาสติก/ผ้าพันแผล	88.9	6.9	4.2	27.02	28.14	28.66
ล้างมือก่อนกินข้าวกลางวันด้วยสบู่จนสะอาด	95.8	4.2	0.0	25.03	26.81	0.0
อาบน้ำด้วยสบู่,สระผมด้วยยาสระผมหลังเลิกงาน	94.4	4.2	1.4	25.96	26.91	18.6
เช็ดปากด้วยแขนเสื้อชุดทำงาน	63.9	34.7	1.4	26.14	27.91	18.5

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรม

จากการศึกษาพฤติกรรมของพนักงานพบว่าพฤติกรรมการใช้หน้ากากแบบที่ถูกต้องตลอดเวลาทำงาน, เครื่องแต่งกาย(ชั้น,นอก) เมื่อกลับบ้านแยกซักต่างหาก, เมื่อมีบาดแผลท่านปิดแผลด้วยพลาสติก/ผ้าพันแผล ที่คนงานทำทุกครั้งจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดน้อยกว่าทำบางครั้งและไม่ทำเลยตามลำดับ ส่วนพฤติกรรมสูบบุหรี่ในขณะทำงาน, การแปรงฟันในห้องอาบน้ำโรงงานที่คนงานทำทุกครั้งจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดมากกว่าทำบางครั้งและไม่ทำเลยตามลำดับ

ตารางที่ 4 ทักษะของพนักงาน

(N = 72)

ข้อความ	เห็นด้วย ร้อยละ	ไม่มีความเห็น ร้อยละ	ไม่เห็นด้วย ร้อยละ	ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือด คนงาน(ไมโครกรัม/เดซิลิตร)		
				เห็นด้วย	ไม่มีความเห็น	ไม่เห็นด้วย
ล้างมือให้สะอาดก่อนกินข้าวกลางวัน	100.0	0.0	0.0	27.30	0.0	0.0
อาบน้ำวันละ 2 ครั้ง (เช้าและก่อนนอน)	90.3	0.0	9.7	27.21	0.0	28.14
เมื่อมีบาดแผลปิดแผลด้วยพลาสติก/ผ้าพันแผล						
เพื่อป้องกันสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย	98.6	1.4	0.0	27.43	18.00	0.0
ใช้น้ำกากแบบใดก็ได้ในการทำงาน	31.9	0.0	68.1	27.46	0.0	27.23
ใส่ชุดทำงานที่โรงงานแจกให้ตลอดเวลาทำงาน	100.0	0.0	0.0	27.30	0.0	0.0
เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนและหลังทำงานก่อนกลับบ้าน	100.0	0.0	0.0	27.30	0.0	0.0
เสื้อผ้าชั้นใน/นอกที่ใส่จากบ้านมาทำงาน						
ซักรวมกับผ้าของคนในครอบครัวได้	20.8	79.2	0.0	27.72	27.19	0.0
โรคพิษตะกั่วไม่น่ากลัวหากใช้อุปกรณ์						
ป้องกันตัวอย่างถูกวิธี	91.7	1.4	6.9	27.01	29.60	30.72
การสูบบุหรี่ในขณะทำงาน	1.4	1.4	97.2	24.1	27.29	31.00
กินข้าวมื้อกลางวันของโรงอาหารในโรงงาน	91.7	1.4	6.9	27.46	10.30	28.54
นำของกินเล่นไปกินในขณะทำงาน	0.0	100.0	0.0	0.0	27.30	0.0
ใส่น้ำกากตลอดระยะเวลาในการทำงาน	98.6	1.4	0.0	27.43	18.00	0.0
การซักเสื้อผ้าที่ใส่ไปทำงานให้สะอาดทุกวัน	100.0	0.0	0.0	27.30	0.0	0.0
สระผมทุกครั้งที่โรงงานหลังเลิกงาน	100.0	0.0	0.0	27.30	0.0	0.0
เช็ดปากด้วยแขนเสื้อชุดทำงานหลังอาหารกลางวัน	2.8	97.2	0.0	29.60	27.23	0.0

ผลการวิเคราะห์ทัศนคติ

จากการศึกษาพบว่าคนงานที่มีทัศนคติเห็นด้วยว่าโรคพิษตะกั่วไม่น่ากลัวหากใช้อุปกรณ์ ป้องกันตัวอย่างถูกวิธีจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าคนงานที่ไม่มีความเห็นและไม่เห็นด้วยตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดกับอาการที่ปรากฏ

(N = 72)

อาการ	ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)				
	มีอาการ		ไม่มีอาการ		p - value
	mean	S.D.	mean	S.D.	
ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ	27.2	6.4	28.5	5.2	0.703
ปวดศีรษะ	27.3	6.3	27.3	6.7	0.989
อ่อนเพลีย	26.8	6.9	28.4	4.1	0.356
หลงลืมง่าย	27.0	7.0	27.9	4.2	0.601
เวียนศีรษะ	26.9	6.7	27.9	5.6	0.551
นอนไม่หลับ	28.1	5.3	25.5	7.8	0.030*
มีเหงื่อ	26.1	7.0	28.9	4.9	0.069
อารมณ์ฉุนเฉียวง่าย	27.9	5.6	26.5	7.2	0.357
ไม่มีสมาธิ	27.0	7.6	27.5	4.8	0.745
ท้องผูก	27.0	6.5	27.4	6.2	0.798
คันคัน	27.4	7.0	27.2	5.9	0.897
แขน ขาชา	27.9	6.9	26.8	5.9	0.445
เบื่ออาหาร	28.6	5.7	26.3	6.6	0.139
ผื่นร้าย	27.9	6.3	26.8	6.4	0.488
มือเท้าอ่อนแรง	27.2	7.3	27.3	5.7	0.926
ลิ้นเหมือนรับรสโลหะ	26.2	8.6	27.8	5.0	0.331
คลื่นไส้อาเจียน	25.5	8.9	28.0	4.7	0.120
ปวดบิดอย่างรุนแรงในท้องเป็นพักๆ	27.1	8.4	27.3	5.7	0.899
หมดความรู้สึกทางเพศ	29.4	2.7	26.9	6.7	0.223
ชักโดยไม่รู้ตัว	0.0	0.0	27.3	6.3	-

จากการศึกษาพบว่าอาการนอนไม่หลับของพนักงานมีจำนวนเฉลี่ย 28.1 และมีค่า $p - value = 0.030^*$ ซึ่ง ($p < 0.05$) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในเลือดกับอาการที่ปรากฏอาการนอนไม่หลับจึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงาน

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ความรู้ พฤติกรรม ของคนงาน

ความรู้ พฤติกรรม ทักษะของคนงาน		N= 72	ร้อยละ
ความรู้			
	ไม่ดี	2	2.8
	ดี	8	11.1
	ดีมาก	62	86.1
Mean ± SD.		12.8 ± 1.6	
Min – Max		9-15	
พฤติกรรม			
	ไม่ดี	5	6.9
	ดี	67	93.1
	ดีมาก	0	0.0
Mean ± SD.		12.9 ± 1.3	
Min – Max		9– 15	
ทักษะ			
	ไม่ดี	0	0.0
	ดี	0	0.0
	ดีมาก	72	100.0
Mean ± SD.		22.7 ± 0.94	
Min – Max		21-25	

ผลการวิเคราะห์ความรู้

การศึกษาพบว่าคะแนนความรู้เฉลี่ยของเท่ากับ 12.8 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 ส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับดีมากร้อยละ 84.7 รองลงมาอยู่ในระดับดีร้อยละ 15.0 มีความรู้ไม่ดีร้อยละ 1.3 โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 15 คะแนน

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรม

การศึกษาพบว่าพฤติกรรมเฉลี่ยของพนักงานเท่ากับ 12.9 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.3 มีการปฏิบัติตัวถูกต้องทุกครั้งร้อยละ 0.0 มีการปฏิบัติตัวถูกต้องบางครั้งร้อยละ 93.1 และไม่ปฏิบัติตามร้อยละ 6.9 โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 15 คะแนน

ผลการวิเคราะห์ทัศนคติ

จากการศึกษาพบว่าทัศนคติเฉลี่ยของพนักงานเท่ากับ 22.7 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.94 เห็นด้วยกับทัศนคติดีมากร้อยละ 100.0 ทัศนคติไม่ดีร้อยละ 0.0 ไม่มีความเห็นร้อยละ 0.0 โดยมีคะแนนต่ำสุด 21 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 25 คะแนน

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณตะกั่วในเลือดกับความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติของพนักงาน (N=95)

ตัวแปร	ร้อยละ	ปริมาณตะกั่วในเลือดพนักงาน (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)
ความรู้		
ไม่ดี	1.3	28.60
ดี	15.0	27.88
ดีมาก	84.7	27.19
พฤติกรรม		
ไม่ปฏิบัติตาม	6.9	27.47
ปฏิบัติตัวถูกต้องบางครั้ง	93.1	25.10
ปฏิบัติตัวถูกต้องทุกครั้ง	-	-
ทัศนคติ		
ไม่ดี	-	-
ดี	-	-
ดีมาก	100.0	27.31

จากการศึกษาพบว่าพนักงานที่มีความรู้ในระดับดีมากมีปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าพนักงานที่มีความรู้ในระดับดีและความรู้ในระดับไม่ดี และพนักงานที่มีการปฏิบัติตัวถูกต้องบางครั้งมีปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าพนักงานที่ไม่ปฏิบัติตาม

4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในเลือดกับความรู้อพฤติกรรม ทักษะคิดของคนงาน

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (N = 72)

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน	Sig *
ความรู้	- 0.110	0.045*
พฤติกรรม	0.276	0.019 *
ทักษะคิด	0.035	0.086

* ระดับความสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆกับปริมาณตะกั่วในเลือดพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดังนี้

1. ความรู้ของคนงานกับปริมาณตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ คนงานที่มีความรู้ในระดับดีมากจะมีปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าคนงานที่มีความรู้ในระดับดีและความรู้ในระดับไม่ดี

2. พฤติกรรมของคนงานกับปริมาณตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ คนงานที่มีพฤติกรรมปฏิบัติตัวถูกต้องบางครั้งจะมีปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าคนงานที่มีพฤติกรรมไม่ปฏิบัติตน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของ
คนงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์ ปีงบประมาณ 2551 ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูล
จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นคนงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จำนวน 72 ราย โดยขอความอนุเคราะห์ผล
การเจาะเลือดหาสารตะกั่วของคนงานจากสำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์ โดยมี
ผลการดำเนินงาน ดังนี้

5.1 สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบตัดขวาง (cross-sectional research) เพื่อศึกษา
ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของคนงาน
ในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม-ตุลาคม 2551 โดยประชากรที่ใช้ใน
การศึกษาค้นครั้งนี้ คือ คนงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จำนวน 1 แห่ง โดยที่ผู้วิจัยได้อธิบายหลักการเหตุผล
วัตถุประสงค์ของการวิจัยให้ทราบ และกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้ที่ยินดีให้ความร่วมมือในการศึกษา เครื่องมือที่
ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นแบบสอบถาม (questionnaire) ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ตอนที่ 1
แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลประกอบด้วย เพศ อายุ การศึกษา ประวัติการทำงาน ตอนที่ 2 แบบสอบถาม
เกี่ยวกับความรู้ทั่วไป ตอนที่ 3 แบบสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคล จากผลการทดสอบเครื่องมือที่ใช้ศึกษา
พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาความรู้ของคนงาน เท่ากับ 0.56 , ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาพฤติกรรมของคนงาน
เท่ากับ 0.56 , ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาทัศนคติของคนงาน เท่ากับ 0.56 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม
คอมพิวเตอร์ โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson product-moment correlation coefficient) ในการ
วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเมื่อพิจารณาค่า $P < 0.05$ ผลการวิจัยมีดังนี้

5.1.1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไป ของคนงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ ดังนี้

พบว่าคนงานในโรงงาน มีอายุเฉลี่ย 42.15 ปี อายุงานเฉลี่ย 7.02 ปี มีคนงานเพศชายมากกว่า
เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 83.3 และ 16.7 ตามลำดับ มีระดับการศึกษา ไม่ได้เรียนร้อยละ 6.9
ประถมศึกษาร้อยละ 72.2 มัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 12.5 มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.ร้อยละ 4.2
อนุปริญญาร้อยละ 2.8 อื่นๆร้อยละ 1.4 คนงานส่วนใหญ่ร้อยละ 95.8 ไม่เคยทำงานลักษณะเหมือนโรงงาน
แห่งนี้มาก่อนมีคนงานร้อยละ 15.3 คนงานพักอาศัยอยู่ในโรงงาน และคนงานร้อยละ 95.8 เคยได้รับการ
เจาะเลือดเพื่อเฝ้าระวังโรคพิษตะกั่ว

5.1.2 ความรู้ของคนงาน พบว่ามีความรู้ถูกต้องในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ สารตะกั่วสามารถเข้าสู่
ร่างกายได้เฉพาะทางการหายใจร้อยละ 72.2 ควรล้างมือให้สะอาดก่อนกินข้าวกลางวันทุกครั้งร้อยละ 100.0
หากผิวหนังมีบาดแผลสารตะกั่วไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ร้อยละ 63.9 คนงานทุกคนควรใส่หน้ากากป้องกัน
สารตะกั่วตลอดเวลาในขณะทำงานร้อยละ 98.6 ขณะทำงานสามารถสูบบุหรี่ได้ร้อยละ 94.4 ควรอาบน้ำ/สระ

ผมทุกครั้งหลังเลิกงานก่อนกลับบ้านร้อยละ 98.6 ปริมาณตะกั่วในเลือดไม่สามารถลดปริมาณลงได้มีจำนวนเท่าใดก็จะคงอยู่อย่างนั้นตลอดไป ร้อยละ 72.8 หน้ากากป้องกันสารตะกั่วสามารถใช้งานได้ตลอดไปจนกว่าจะพัง 3 - 5 ปี ร้อยละ 65.3 ควรใส่ชุดทำงานที่โรงงานแจกให้ในการทำงาน ร้อยละ 100.0 โรคพิษตะกั่วมีอันตรายถึงชีวิตได้ ร้อยละ 88.9 หน้ากากที่ใช้หาคายใจติดขัดควรเปลี่ยนอันใหม่ทันที ร้อยละ 100.0 หากได้รับการรักษาจากแพทย์แล้วไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตนเพื่อป้องกันสารตะกั่วอีก ร้อยละ 72.2 ชุดทำงานควรซักให้สะอาดในแต่ละวัน ร้อยละ 100.0 สามารถนำของกินเล่นไปกินได้ในขณะทำงาน ร้อยละ 97.2 ควรคัดเล็บมือให้สั้นอยู่เสมอ ร้อยละ 100.0

5.1.3 พฤติกรรมของพนักงาน จากการวิเคราะห์ด้านพฤติกรรมของพนักงานพบว่ามีพฤติกรรมในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ ท่านล้างมือให้สะอาดก่อนกินข้าวกลางวัน ทำทุกครั้งร้อยละ 94.4 ท่านอาบน้ำ, สระผมหลังเลิกงานก่อนกลับบ้านทำทุกครั้งร้อยละ 83.3 ท่านสูบบุหรี่ในขณะทำงาน ทำทุกครั้งร้อยละ 84.7 ท่านใช้หน้ากากแบบที่ถูกต้องตลอดระยะเวลาทำงานร้อยละ 93.1 ท่านใส่ชุดทำงานที่โรงงานแจกให้ตลอดระยะเวลาทำงาน ทำทุกครั้งร้อยละ 97.2 หลังเลิกงานท่านเปลี่ยนเสื้อผ้าเมื่อกลับถึงบ้าน ทำทุกครั้งร้อยละ 91.7 ท่านเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนทำงานและหลังเลิกงานก่อนกลับบ้าน ทำทุกครั้งร้อยละ 95.8 ท่านแปรงฟันในห้องอาบน้ำของโรงงาน ทำทุกครั้งร้อยละ 41.7 ชุดทำงานของท่านซักเปลี่ยนทุกวัน ทำทุกครั้งร้อยละ 100.0 เครื่องแต่งกาย(ชั้นใน,นอก)เมื่อกลับถึงบ้านท่านแยกซักต่างหาก ทำทุกครั้งร้อยละ 86.1 ท่านนำของกินเล่นไปกินในขณะทำงานทำทุกครั้งร้อยละ 8.3 เมื่อมีบาดแผลท่านปิดแผลด้วยพลาสติก/ใช้ผ้าพันแผล ทำทุกครั้งร้อยละ 88.9 ท่านล้างมือก่อนกินข้าวกลางวันด้วยสบู่จนสะอาด ทำทุกครั้งร้อยละ 95.8 ท่านอาบน้ำด้วยสบู่และสระผมด้วยยาสระผมหลังเลิกงาน ทำทุกครั้งร้อยละ 94.4 ท่านเช็ดปากด้วยแขนเสื้อชุดทำงาน ทำทุกครั้งร้อยละ 63.9

5.1.4 ทักษะของพนักงาน จากการวิเคราะห์ด้านทักษะของพนักงานพบว่ามีทัศนคติในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ ล้างมือให้สะอาดก่อนกินข้าวกลางวัน เห็นด้วยร้อยละ 100.0 ในวันทำงานอาบน้ำวันละ 2 ครั้ง คือ เช้ากับก่อนนอนเห็นด้วยร้อยละ 90.3 เมื่อมีบาดแผลให้ปิดแผลด้วยพลาสติกหรือผ้าปิดแผลเพื่อป้องกันตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ทำทุกครั้ง 98.6 ใช้หน้ากากแบบใดก็ได้ในการทำงาน ไม่เห็นด้วยร้อยละ 68.1 ใส่ชุดทำงานที่โรงงานแจกให้ตลอดระยะเวลาทำงาน เห็นด้วยร้อยละ 100.0 เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนทำงานและหลังเลิกงานก่อนกลับบ้านเห็นด้วยร้อยละ 100.0 เสื้อผ้าชั้นใน/นอกที่ใส่จากบ้านมาทำงานซักรวมกับผ้าของคนในครอบครัวได้ เห็นด้วยร้อยละ 20.8 โรคพิษตะกั่วไม่น่ากลัวหากใช้อุปกรณ์ป้องกันตัวอย่างถูกวิธี เห็นด้วยร้อยละ 91.7 สูบบุหรี่ในขณะทำงาน ไม่เห็นด้วยร้อยละ 97.2 นำของกินเล่นไปกินในขณะทำงาน ไม่เห็นด้วยร้อยละ 100.0 ใส่หน้ากากตลอดระยะเวลาในการทำงาน เห็นด้วยร้อยละ 98.6 ซักชุดทำงานให้สะอาดทุกวัน เห็นด้วยร้อยละ 100.0 สระผมทุกครั้งหลังเลิกงาน เห็นด้วยร้อยละ 100.0 การเช็ดปากด้วยแขนเสื้อชุดทำงานหลังอาหารกลางวัน ไม่เห็นด้วยร้อยละ 100.0

5.1.5 สุขภาพของพนักงาน

จากการวิเคราะห์ด้านสุขภาพของพนักงานพบว่ามีสภาวะสุขภาพ ดังนี้ ปวดศีรษะมีอาการร้อยละ 79.2 เวียนศีรษะ มีอาการร้อยละ 68.1 มึนงง มีอาการร้อยละ 58.3 อ่อนเพลีย มีอาการร้อยละ 73.6

เบื่ออาหารมีอาการร้อยละ 40.3 คลื่นไส้อาเจียน มีอาการร้อยละ 30.6 ถื่นเหมือนรับรสโลหะมีอาการ ร้อยละ 31.1 ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ มีอาการร้อยละ 94.4 มือเท้าอ่อนแรง มีอาการร้อยละ 37.5 ปวดบิดใน ท้องอย่างรุนแรงเป็นพักๆ มีอาการร้อยละ 22.2 ท้องผูก มีอาการร้อยละ 45.8 นอนไม่หลับ มีอาการร้อยละ 66.7 ผื่นร่าย มีอาการร้อยละ 38.9 ตื่นเต้น มีอาการร้อยละ 44.4 อารมณ์ฉุนเฉียวง่าย มีอาการร้อยละ 56.9 หลงลืมง่าย มีอาการร้อยละ 70.8 ไม่มีสมาธิ มีอาการร้อยละ 50.0 แขน ขาชา มีอาการร้อยละ 41.7 หมดความรู้สึกทางเพศ มีอาการร้อยละ 15.3 ชักโดยไม่รู้ตัว ไม่มีอาการร้อยละ 100.0

5.1.6 ค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดจำแนกตามอาการที่ปรากฏ

จากค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดจำแนกตามอาการที่ปรากฏ ไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณตะกั่วในเลือดคนงานที่มีอาการต่างๆ

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จสิ้น พบว่าผลการวิจัยมีประเด็นที่ นำมาอภิปราย ดังนี้

5.2.1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไป

พบว่าคนงานในโรงงาน มีเพศชายมากกว่าเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 83.3 และ 16.7 ตามลำดับ มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษามากที่สุด คือ ร้อยละ 72.2 คนงานมีอายุเฉลี่ย 42.15 ปี มีอายุการทำงานเฉลี่ย 7.02 ปี ซึ่งถือว่าทำงานมาเป็นระยะเวลานานสมควรที่จะต้องดำเนินการเฝ้าระวังโรค พิษตะกั่วอย่างต่อเนื่อง คนงานส่วนใหญ่ร้อยละ 95.8 ไม่เคยทำงานลักษณะเหมือนโรงงานแห่งนี้มาก่อน ดังนั้น หากคนงานมีปริมาณตะกั่วในเลือดสูงแสดงว่าได้รับตะกั่วจากการทำงานในโรงงานแห่งนี้ มีคนงาน ร้อยละ 15.3 พักอาศัยอยู่ในโรงงานแสดงว่าคนงานกลุ่มนี้สมควรจะได้รับการเฝ้าระวังเป็นพิเศษเพราะมี โอกาสได้รับละอองหรือตะกั่วในอากาศตลอดเวลา และคนงานร้อยละ 95.8 เคยได้รับการเจาะเลือดเพื่อเฝ้า ระวังโรคพิษตะกั่ว แสดงว่าโรงงานแห่งนี้มีกระบวนการที่จะเฝ้าระวังโรคพิษตะกั่วเป็นอย่างดี

5.2.2 ความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด พบว่าคนงานมีปริมาณตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 27.3 ไมโครกรัม/ เดซิลิตร ค่าต่ำสุด 7.1 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ค่าสูงสุด 38.4 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ซึ่งถือว่ายังไม่เกินค่ามาตรฐาน ที่กระทรวงแรงงานกำหนด คือ 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

5.2.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณตะกั่วในเลือดกับความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติของคนงาน

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับปริมาณตะกั่วในเลือดพบว่ามีความสัมพันธ์ สหสัมพันธ์(Pearson product-moment correlation coefficient) ดังนี้ ด้านทัศนคติของคนงานพบว่าไม่มี ความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในเลือดของคนงาน, ด้านความรู้ของคนงานมีทิศทางความสัมพันธ์กับปริมาณ ตะกั่วในเลือดในทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ คนงานที่มีระดับความรู้ดีจะมีปริมาณ ตะกั่วเฉลี่ยในเลือดต่ำกว่าคนงานที่มีระดับความรู้ไม่ดี, พฤติกรรมของคนงาน พบว่ามีทิศทางความสัมพันธ์ กับปริมาณตะกั่วในเลือดในทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ คนงานที่มีการปฏิบัติตัว ถูกต้องในระดับดีจะมีปริมาณตะกั่วในเลือดต่ำกว่าผู้ที่ไม่ปฏิบัติตัวถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hung-Yi และคณะ(2008) ที่ทำการศึกษาในประเทศไต้หวันพบว่าคนงานไทยมีระดับตะกั่วเฉลี่ยในเลือด

มากกว่าคนงานได้หัวอย่างมีนัยสำคัญ (5.95 ไมโครกรัม/เดซิลิตร) โดยพฤติกรรมการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในที่ทำงานมีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มขึ้นของตะกั่วในเลือดคนงาน

5.2.3.1 ความรู้ของคนงาน

พบว่าคนงานมีความรู้ถูกต้องในหัวข้อต่าง ๆ ยกเว้นหัวข้อ ขณะทำงานสามารถสูบบุหรี่ได้ตามปกติ ร้อยละ 94.4 แสดงว่าคนงานไม่รู้ว่าการสูบบุหรี่ในขณะที่ทำงานจะทำให้ตะกั่วในอากาศมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น เนื่องจากไม่ได้ใส่หน้ากากป้องกันการสูดดมอากาศที่ปนเปื้อน และพบว่าคนงานร้อยละ 86.1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอนงค์ศิลป์ ด้านไพบูลย์ (2540, หน้า 45) ที่พบว่าคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมเกี่ยวกับสารตะกั่วในนิคมอุตสาหกรรม จ.ลำพูน มีความรู้ในระดับดีมากเกิน 3 ใน 4 ของคนงานทั้งหมด รองลงมา มีความรู้ในระดับดีร้อยละ 11.1 มีความรู้ไม่ดีย้อยละ 2.8 โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 15 คะแนน

5.2.3.2 พฤติกรรมของคนงาน

จากการวิเคราะห์ด้านพฤติกรรมของคนงาน พบว่ามีพฤติกรรมในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ ท่านสูบบุหรี่ในขณะที่ทำงาน ทำทุกครั้งร้อยละ 84.7 แสดงว่าคนงานมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในขณะที่ทำงานจะทำให้ตะกั่วในอากาศมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น เนื่องจากไม่ได้ใส่หน้ากากป้องกัน และพบว่าพฤติกรรมเฉลี่ยของเท่ากับ 12.9 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.3 มีการปฏิบัติตัวถูกต้องในระดับดีมากร้อยละ 0.0 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของพลศิริ กิจวรรณ และศรีธนา คงทองมี (2542, หน้า 2) ซึ่งพบว่าคนงานที่สัมผัสสารตะกั่วมีพฤติกรรมในระดับถูกต้องไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคนงานทั้งหมดและมีการปฏิบัติตัวถูกต้องในระดับดีร้อยละ 93.1 และปฏิบัติตนในระดับไม่ดีย้อยละ 6.9 โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 15 คะแนน

5.2.3.3 ทักษะของคนงาน

จากการวิเคราะห์ด้านทักษะของคนงานพบว่ามีทักษะในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ สูบบุหรี่ในขณะที่ทำงาน ไม่เห็นด้วยร้อยละ 97.2 แสดงว่าคนงานมีทัศนคติที่ดีในการไม่ควรสูบบุหรี่ในที่ทำงาน จากการศึกษาพบว่าทัศนคติเฉลี่ยของคนงานเท่ากับ 22.7 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.94 เห็นด้วยกับทัศนคติที่ถูกต้องร้อยละ 100.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชัยนัทรธร ปทุมานนท์ และชไมพร ทวีศรี (2540, หน้า 2) โดยมีคะแนนต่ำสุด 21 คะแนน และมีคะแนนสูงสุด 25 คะแนน

5.2.4 สุขภาพของคนงาน

จากการวิเคราะห์ด้านสุขภาพของคนงานพบว่ามีสภาวะสุขภาพ ดังนี้ ปวดศีรษะ มีอาการร้อยละ 79.2 เวียนศีรษะ มีอาการร้อยละ 68.1 มึนงง มีอาการร้อยละ 58.3 อ่อนเพลีย มีอาการร้อยละ 73.6 ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ มีอาการร้อยละ 94.4 นอนไม่หลับ มีอาการร้อยละ 66.7 อารมณ์ฉุนเฉียวง่าย มีอาการร้อยละ 56.9 หลงลืมง่าย มีอาการร้อยละ 70.8 จากข้อมูลพบว่าอาการส่วนใหญ่ของคนงานเป็นอาการที่เกิดจากการทำงานหนักในโรงงานเป็นการเจ็บป่วยทางด้านกายภาพ

5.2.5 ค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดจำแนกตามอาการที่ปรากฏ

จากค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดจำแนกตามอาการที่ปรากฏ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณตะกั่วในเลือดคนงานที่มีอาการต่างๆ เป็นเพราะความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดคนงานยังมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด คือ ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

5.3 ข้อเสนอแนะ

พฤติกรรมและความรู้ของคนงานมีความสัมพันธ์กับตะกั่วในเลือด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมุ่งเน้นการสร้างพฤติกรรมที่ดีและให้ความรู้แก่คนงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้คนงานเกิดความตระหนักในการที่จะป้องกันสารตะกั่วไม่ให้เข้าสู่ร่างกาย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ก่ำจัด ทองปลั่งวิจิตร.(2542).การลดปริมาณตะกั่วในเลือดโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้าน
สุขวิทยาส่วนบุคคลของพนักงานโรงงานเซรามิก กรณีศึกษา : อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท.
วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จงดี วิจิระกุล. (2548). พฤติกรรมการป้องกันโรคพิษตะกั่วของผู้ใช้แรงงานในโรงงานแห่งหนึ่งใน
เขตนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ จังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชยันตร์ธร ปทุมานนท์ และชไมพร ทวีศรี. (2540). การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับ
ระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานที่สัมผัสตะกั่ว. บทวิทยากร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พลศิริ กิจวรรณ และศรัณยา คงทอง. (2542). การศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานในสถาน
ประกอบการเคาะฟันสักรยนต์ในจังหวัด ของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 11. วารสาร
เกษตรศาสตร์ (สังคม) ปีที่ 20 ฉบับที่ 2, หน้า 126.
- พรทิพย์ อนุตรพงษ์. (2543). การศึกษาแนวทางการดำเนินงานเกี่ยวกับเมื่อน้ำอยู่.
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครสวรรค์.
- เรวดี เพ็ญไพบูลย์เสถียร. (2548). ปัจจัยที่มีต่อปริมาณสารตะกั่วในเลือดของผู้ปฏิบัติงาน ในสถาน
ประกอบการเสี่ยงต่อโรคพิษตะกั่ว อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ศูนย์ข้อมูลคณะกรรมการประสานงาน องค์การพัฒนาเยาวชนเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน. (2535).
ตะกั่ว. ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เดือนเมษายน – กันยายน 2535. กรุงเทพฯ.
- หนังสือราชการภายนอก. (2551). แจ้งผลการเจาะเลือดวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงาน.
สำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครสวรรค์. จังหวัดนครสวรรค์.
- อนงค์ศิลป์ ด่านไพบูลย์. (2540). ระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงานแห่งหนึ่ง เขตนิคม-
อุตสาหกรรม จ.ลำพูน. การค้นคว้าแบบอิสระ สม. , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Hung-Yi, Wen-Chia Cheng, Chiu-Ying Chen, Ya-Hui Yang, Fung-Chang Sung,
Chun-Yuh Yang & Trong-Neng Wu . (2008). A follow-up comparison of blood lead levels
between foreign and native workers of battery manufacturing in Taiwan. Science
Of The Total Environment, 52-56.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

เลขที่แบบสอบถาม 1-3 □□□

แบบสอบถามโครงการวิจัย

เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือด
ของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์

ขอความกรุณาตอบแบบสอบถามโดยใช้เครื่องหมาย / ลงในช่อง□ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะปิดเป็นความลับ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป บ้านเลขที่.....หมู่ที่/ชุมชน..... เทศบาล/อบต.....	เฉพาะเจ้าหน้าที่
1. อายุ ปี	4 □
2. จำนวนชั่วโมงต่อวันในการทำงาน □ 1) น้อยกว่า 1 ชั่วโมง □ 2) 1 ถึง 3 ชั่วโมง □ 3) 3 ถึง 6 ชั่วโมง □ 4) มากกว่า 6 ชั่วโมง	5 □
3. การศึกษา □ 1) ไม่ได้เรียน □ 2) ประถมศึกษา □ 3) มัธยมศึกษา □ 4) อนุปริญญา □ 5) สูงกว่าอนุปริญญา	6 □
4. ท่านทำงานในแผนก □ 1) เตาหลอม □ 2) บดย่อยแบตเตอรี่ □ 3) สำนักงาน	7 □
5. เพศ □ 1) ชาย □ 2) หญิง	8 □
6. ท่านเคยลงไปทำงานในเตาหลอมทั้งที่สภาพร่างกายไม่พร้อมหรือไม่ □ 1) เคย □ 2) ไม่เคย	9 □
7. ท่านทำงานอยู่ที่นี่มาแล้วกี่ปี.....ปี	10 □
8. บ้านท่านมีคนทำงานในโรงงาน	11 □
9. แผนกของท่านมีการแจกอุปกรณ์ป้องกัน	12 □
10. ช่วงเวลาที่ท่านลงไปทำงานในโรงงาน □ 1) เช้า □ 2) สาย □ 3) บ่าย □ 4) เย็น	13 □

ส่วนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการทำงานในโรงงาน	เฉพาะเจ้าหน้าที่
11. โรงงานมีลักษณะดังข้อใด ก. มีทางเข้าออกที่จำกัด ข. มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ ค. ไม่เหมาะสำหรับปฏิบัติงานต่อเนื่อง ง. ข้อ ก และ ข ถูก จ. ถูกทุกข้อ	14 ☐
12. สภาพบรรยากาศในโรงงานมีลักษณะดังข้อใด ก. มีออกซิเจน < ร้อยละ 21 ข. มีความเข้มข้นสารเคมีต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ค. มีฝุ่น ก๊าซ ละออง ไอ ที่ติดไฟ ง. ข้อ ก และ ข ถูก จ. ข้อ ก และ ค ถูก	15 ☐
13. การเตรียมความพร้อมในการปฐมพยาบาลผู้ปฏิบัติงานในโรงงานมีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร ก. ช่วยชีวิตผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ ข. ลดความรุนแรงของการบาดเจ็บ ค. บรรเทาความเจ็บปวดที่เกิดขึ้น ง. ป้องกันความพิการที่อาจเกิดขึ้น จ. ถูกทุกข้อ	16 ☐
14. เหตุการณ์ฉุกเฉินในโรงงานในข้อใด ที่จัดว่ามีความรุนแรงน้อยที่สุด ได้แก่สถานการณ์ในข้อใด ก. ต้องทำการช่วยชีวิตจากภายใน ข. ต้องทำการช่วยชีวิตจากภายนอก ค. อพยพผู้ปฏิบัติงาน ง. ต้องเข้าไปให้การช่วยเหลือเบื้องต้น จ. เกิดการบาดเจ็บในขณะปฏิบัติงาน	17 ☐
15. การทำงานในโรงงานทำให้มีการเสียชีวิต ก. ได้ ข. ไม่ได้ ค. ไม่แน่ใจ ง. ไม่ทราบ จ. เป็นโรคประจำตัว	18 ☐

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะการดำเนินงานแก่เจ้าหน้าที่

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ข
ใบแสดงความยินยอม

ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form)

โครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ของความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติกับปริมาณตะกั่วในเลือดของพนักงานในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่ จ.นครสวรรค์

วันที่ให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย และมีความเข้าใจดีแล้ว
2. ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ
3. ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มีผลอะไรที่จะพึงได้รับต่อไป
4. ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้าแล้วจะกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็นด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น
5. ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

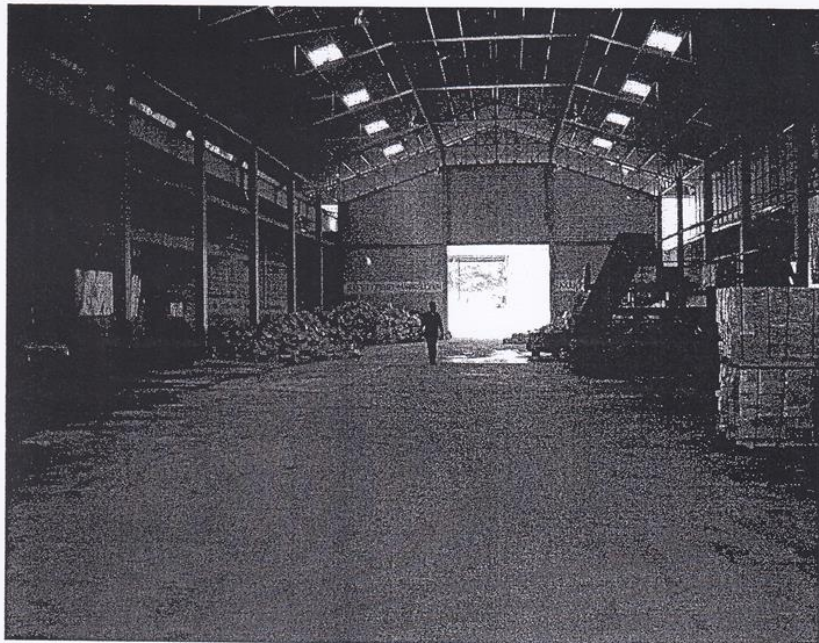
ลงนาม.....พยาน

(.....)

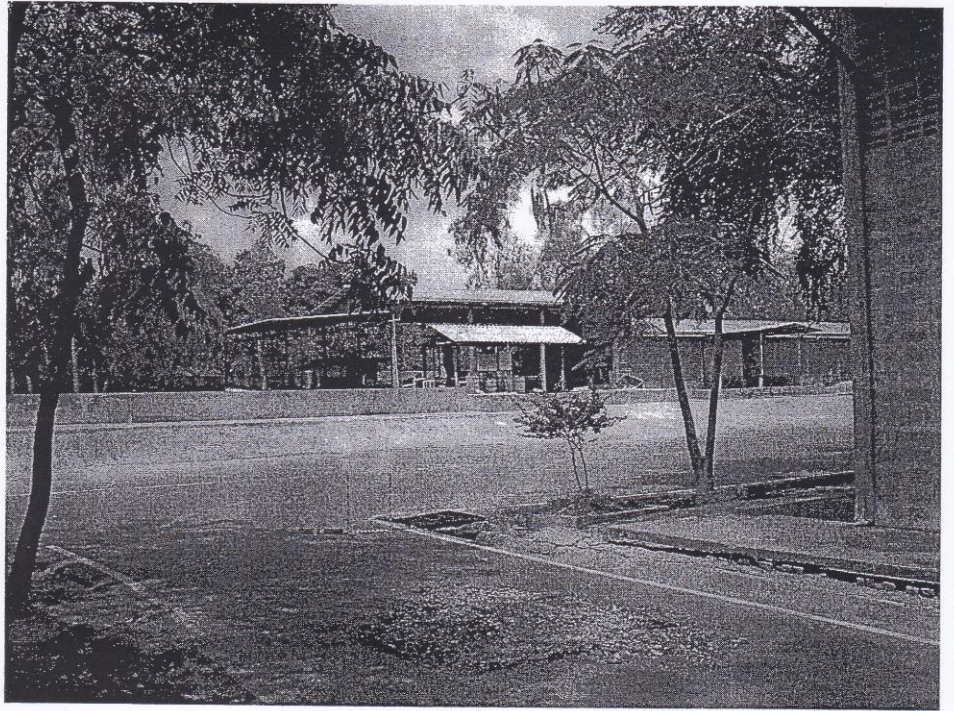
ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย

(.....)

ภาคผนวก ค
ภาพการเก็บข้อมูลในโรงงาน



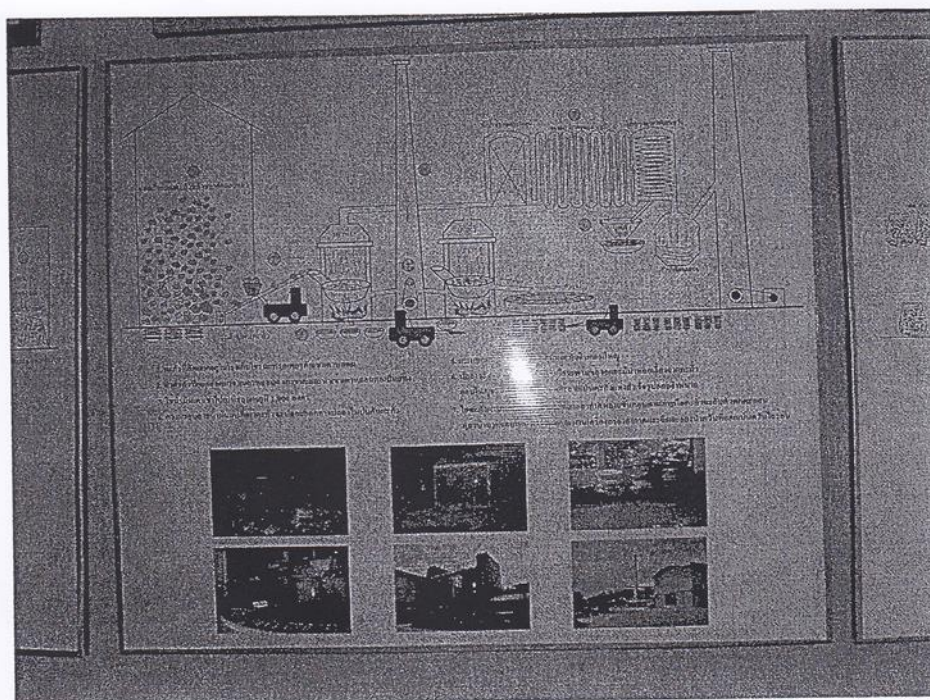
ภายในโรงงานรีไซเคิลแบตเตอรี่



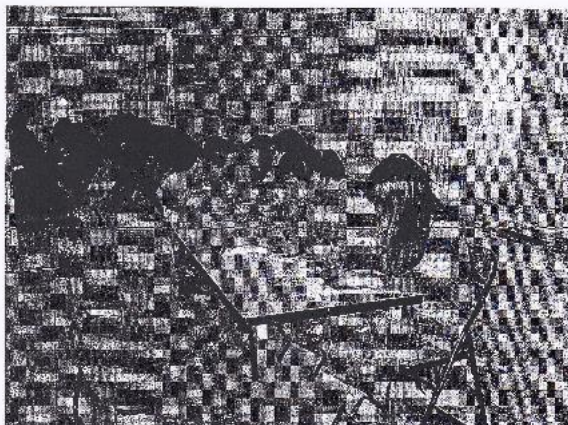
บริเวณรอบอาคารโรงหลอมตะกั่ว



บรรยายให้ความรู้แก่คนงาน



กระบวนการผลิตตะกั่ว



ตัวอักษรที่คนงานโดยการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

ประวัติผู้วิจัย

ผู้วิจัย ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ดร.สันติ เกิดทองทวี

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr.Santi Keadthongthawee

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3609900102753

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ

เงินเดือน (บาท) 35190 บาท

เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 3 ชั่วโมง

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อ สำนักงานป้องกันควบคุมโรค ที่ 3 จ.นครสวรรค์

โทรศัพท์ 08-6444-0879 โทรสาร 056-226620 และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

santikead@gmail.com

ประวัติการศึกษา

สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

มหาวิทยาลัยบูรพา

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการประเมินผล
โครงการ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพใน
การทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละ
ผลงานวิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

The relationship among knowledge, behavior, attitude and the quantity of
lead in blood lead level of workers in the recycling battery factory in NakhonSawan
Province แหล่งทุนของ วช. ผ่าน กรมควบคุมโรค ปี 2551

The campaign model to decrease risk behavior in traffic accident of teenage
in NakornSawan province แหล่งทุนของ สสส. ผ่านกระทรวงมหาดไทย

การปนเปื้อนของตะกั่วในดินและหลุมานกสีชมพูบริเวณใกล้เคียงโรงงาน รีไซเคิล
แบตเตอรี่จังหวัดนครสวรรค์ แหล่งทุนของ สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

EXPOSURE TO BTEX AND ASSESSMENT OF THE POTENTIAL RISK AMONG
PREGNANT RESIDENTS LIVING IN THE VICINITY OF A PETRO-CHEMICAL INDUSTRIAL
ESTATE แหล่งทุนจาก The Environmental Science Program and Environmental Health
Impact Assessment (EHIA) Project, Burapha University.

งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำ วิจัยว่าได้ทำ
การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

