บทที่ 2

สารมลพิษบางชนิดในอากาศ

สารมลพิษที่มีปะปนอยู่ในบรรยากาศเกิดขึ้นได้จากสองแหล่ง คือ เกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ การเกิดสารมลพิษจากธรรมชาตินั้นอาจเกิดจากการชะล้างหรือการละลายของธาตุและสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์จากผิวโลก คือ จากพื้นลงสู่แหล่งน้ำ แล้วเข้าสู่ลูกโซ่อาหาร (food chain) ของมนุษย์ หรืออาจได้รับมลสารจากการฟุ้งกระจายของธาตุและสารประกอบเหล่านั้นโดยทางระบบหายใจ ตัวอย่างเช่นในแหล่งแร่ตะกั่ว มนุษย์ที่อยู่บริเวณนั้นสามารถรับสารตะกั่วเข้าร่างกายไว้ทั้งทางระบบทางเดินอาหาร และระบบทางเดินหายใจ

ในปัจจุบันนี้มนุษย์เราได้พัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่มนุษย์ได้กระทำขึ้นทุกอย่างมีผลทำให้มีการฟุ้งกระจายของสารมลพิษเข้าสู่สภาวะแวดล้อมไม่มากก็น้อย ไม่ว่าจะเป็นการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้พลังงาน การสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ จึงต้องมีการศึกษาวิจัยถึงชนิด ปริมาณ และอันตรายของสารมลพิษในสภาวะแวดล้อม สารมลพิษที่ปะปนอยู่ในอากาศมีหลายชนิดมีแหล่งกำเนิดและอันตรายต่อมนุษย์ต่าง ๆ กันไป ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

อนึ่ง สารมลพิษที่สำคัญบางชนิดที่มีอยู่ในอากาศ จะมิได้กล่าวถึงในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เนื่องจากอยู่นอกเหนือความสามารถของเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยการเรืองรังสีเอกซ์ เช่น ก๊าซที่เป็นออกไซด์ของไนโตรเจน และคาร์บอน

2.1 ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะหนักปรากฏทั่วไปในธรรมชาติในดิน หิน น้ำ ตะกั่วมีหลายไอโซโทป แต่ที่เป็นไอโซโทปคงตัว (stable isotope) มีเพียงตัวเดียว คือ ตะกั่ว-208 ตะกั่วที่ปรากฏในรูปของสารประกอบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่

- รูปของซัลไฟด์ในแร่กาลีนา (galena) มีตะกั่วประกอบ 86.8 %
- รูปของคาร์บอนเนตในแร่เซรูไซต์ (cerusite) มีตะกั่วประกอบ 77.5 %
- รูปของซัลเฟตในแร่แองกลีไซต์ (anglesite) มีตะกั่วประกอบ 68.3 %

สำหรับความเข้มข้นของตะกั่วที่พบในเปลือกโลกประมาณ 15 กรัมต่อตัน ถ้าคิดเป็นเปอร์เซนต์ 0.002 % (ความลึกของเปลือกโลก 15 กิโลเมตร)

2.1.1 คุณสมบัติของตะกั่ว

2.1.1.1 ตะกั่วเป็นโลหะหนัก มีสีเทา มีความอ่อนตัวมาก เฉื่อยต่อปฏิกริยาเคมี

2.1.1.2 มีน้ำหนักอะตอม 207.19 มีเวเลนซี 2 และ 4

2.1.1.3 จุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส

2.1.1.4 จุดเดือด 1740 องศาเซลเซียส

2.1.1.5 ความร้อนที่ทำให้กลายเป็นไอ (heat of vaporization ที่ 1740°ซ) 206 แคลลอรีต่อกรัม

2.1.1.6 สามารถละลายในกรดไนตริกเข้มข้นร้อน ในกรดเข้มข้นเดือดของกรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดอะซิติก

2.1.2 การนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์

2.1.2.1 ใช้ทำตะกั่วเตตรา เอทธิล (tetra ethyl lead) เติมลงในน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อกันเครื่องยนต์สะดุด

2.1.2.2 ใช้ประโยชน์ในงานเชื่อมต่าง ๆ

2.1.2.3 ใช้ในการทำกรดซัลฟูริก

2.1.2.4 ใช้ในการกลั่นน้ำมัน

2.1.2.5 ใช้ในอุตสาหกรรมทำสี แบตเตอรี่ เซรามิค พลาสติก และอุตสาหกรรมโลหะ

2.1.3 สาเหตุที่เกิดตะกั่วในอากาศ

2.1.3.1 ไอเสียรถยนต์ ที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ ในเครื่องยนต์มีพวกไนโตรเจนออกไซด์ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลจากปฏิกริยาตามปกติ นอกจากนี้คาร์บอน-

มอนนอกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ไฮโดรเจน ออกซิเจน น้ำมันที่เหลือจากการเผาไหม้ และพวกไฮโดรคาร์บอน

ยังมีสิ่งเจือปนทั้งหลายที่เติมลงไปในน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ตะกั่ว เตตราเอทธิล (tetraethyl lead) หรือตะกั่วเตตราเมตธิล (tetramethyl lead) เพื่อเพิ่มค่าอ๊อกเทน (octane) ของน้ำมันไม่ให้เครื่องยนต์สะดุด (knock) และเพิ่มกำลังอัดของเครื่องยนต์ การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงตะกั่วจะถูกออกซิไดซ์ (oxidize) ได้เป็นตะกั่วออกไซด์ ปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย

2.1.3.2 จากแหล่งอื่น

โรงงานอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย อุตสาหกรรมหลอมโลหะหนัก อุตสาหกรรมแก้ว อุตสาหกรรมภายในบ้าน เช่น การเชื่อมท่อภาชนะต่าง ๆ ของเล่น ทำให้ตะกั่วสูญหายไปจากวัฏจักรอุตสาหกรรม เหล่านี้มีละมากมายกลายเป็นมลพิษในอากาศ

2.1.4 ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง

2.1.4.1 รับประทานอาหารที่มีตะกั่วเจือปน

2.1.4.2 ทางผิวหนัง ตะกั่วสามารถซึมผ่านผิวหนัง

2.1.4.3 ทางการหายใจ โดยหายใจเอาฝุ่นตะกั่วที่ปนเปื้อนในอากาศ

2.1.5 โทษของตะกั่ว

ตะกั่วนำมาใช้ประโยชน์มากมายดังที่กล่าวมาแล้ว ตะกั่วที่ใช้แล้วหายไปจากวัฏจักรเป็นปริมาณมาก จากปี ค.ศ. 1720 ถึง 1974 อเมริกาใช้ตะกั่ว 50,794,577 ตัน ในปี ค.ศ. 1974 นำตะกั่วเข้า 580,000 ตัน และได้จากเหมืองในประเทศ 212,000 ตัน ในบางปีใช้ตะกั่ว 250,000 ตัน เติมลงในน้ำมันเชื้อเพลิง กะว่าปริมาณทั้งหมดที่ใช้ตะกั่วเติมลงในน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า 6 ล้านตัน ปริมาณตะกั่วจำนวนมากจากน้ำมันเชื้อเพลิง และสีกระจายไปบนผิวพื้นฝุ่นในบ้าน 1 กิโลกรัม มีตะกั่ว 7.5 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วในดิน ซึ่งมีเฉลี่ย 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อร่างกายได้รับสารตะกั่วปริมาณ 0.5 กรัม อาจทำให้ถึงตายได้ การได้รับตะกั่วสะสมเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อวัน จะเกิดพิษจากตะกั่วได้ ครึ่งชีวิตของตะกั่วในกระดูก 32 ปี ในไต 7 ปี ปริมาณตะกั่วที่ยอมให้มีได้ในอากาศ 0.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณตะกั่วที่ยอมให้มีในอาหาร 2.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณตะกั่วเตตระเมทธิล (tetramethyl

lead) ที่ยอมให้มีได้ในอากาศ 0.07 มิลลิกรัมตะกั่วต่อลูกบาศก์เมตร

หน่วยบริการสาธารณสุขอเมริกา (The US Plublic Health Services) ประมาณว่า ในแต่ละปีเด็กอย่างน้อย 400,000 คน ในอเมริกา มีปริมาณตะกั่วในเลือดเพิ่มขึ้น ในจำนวนนี้มีเด็ก 16,000 คน ต้องได้รับการรักษา และเด็ก 200 คน ต้องเสียชีวิตด้วยโรคเนื้อเยื่อสมองพิการจากพิษตะกั่ว (lead enaphalophathy) 800 คน ต้องสมองพิการอย่างถาวร 3,200 คน สุขภาพจิตเสื่อม (mental impairment) อย่างชั่วคราว เด็กอาการหนักทั้งหมดนี้อาศัยอยู่ในบ้านที่สร้างก่อนปี ค.ศ. 1940

พิษตะกั่วที่สำคัญที่มีต่อสมองและระบบประสาทส่วนนอก (peripheral nervous system) สมองและตับอาจจะมีระดับตะกั่วมากกว่าในเลือด 5-10 เท่า ตะกั่วในเนื้อเยื่อเหล่านี้จะถูกขับออกอย่างช้า ๆ โดยตัวสารลดตะกั่ว (de-leading agent) เพราะว่าตัวสารลดตะกั่วสามารถจะขับตะกั่วที่ยังไม่ได้รวมตัวเป็นสารประกอบเท่านั้น การขับถ่ายตะกั่วจะเพิ่มขึ้นชั่วคราวโดยตัวสารลดตะกั่ว ตัวสารลดตะกั่วจะมีบทบาทอีกก็ต่อเมื่อตะกั่วแยกตัวออกจากสารประกอบ

ระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 80 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร จะก่อให้เกิดโรคเยื่อสมองเสื่อม

ลักษณะเด่นชัดของพิษจากสารตะกั่วต่อกระเพาะและลำไส้หรือมีผลกระทบต่อระบบประสาท และทำให้เกิดภาวะที่มีเม็ดเลือดหรือฮีโมโกลบินน้อยกว่าปกติ มีดังต่อไปนี้

2.1.5.1 พิษเฉียบพลัน เช่น ได้รับตะกั่วจากการรับประทาน ฉีดสารละลายหรือรับสารประกอบของตะกั่วเข้าไปอย่างรวดเร็ว จะปวดท้อง อาเจียน ท้องร่วง อุจจาระมีสีดำ ปัสสาวะน้อยกว่าปกติ ล้มฟุบ หมดสติ

2.1.5.2 พิษเรื้อรัง เช่น ได้รับตะกั่วจากการรับประทาน ซึมเข้าทางผิวหนังหรือหายใจเอาตะกั่ว หรือสารอินทรีย์ตะกั่วเข้าไป การวินิจฉัยพิจารณาจากการเดิน และการคลานกับอาการที่แสดงออกตามข้างล่าง ข้อมูลนี้ได้จากผู้ที่อาศัยหรือผู้ที่ไปเยี่ยมบ้านที่สร้างก่อนปี 1940

ก. ขั้นต้น (early) เบื่ออาหาร น้ำหนักตัวลด ท้องผูก ไร้อารมณ์หรือฉุนเฉียวง่าย อาเจียนบ่อย อ่อนเพลีย ปวดหัว อ่อนแอ สูญเสียการเรียนรู้พัฒนาการและความชำนาญ ภาวะเม็ดเลือดแดงน้อยกว่าปกติ

ข. ขั้นกลาง (more advanced) อาการอาเจียรจะเป็น ๆ หาย ๆ ฉุนเฉียวง่าย ตื่นเต้นง่าย (nervousness) เกิดการไม่ประสานกันของกล้ามเนื้อ (incoordination) ปวดแขน ขา ข้อ และท้องเล็กน้อย มีผลกระทบต่อความรู้สึกส่วนปลายสุดของแขน ขา ทำให้กล้ามเนื้อที่เหยียดแขน ขา ไม่ทำงาน มีผลกระทบต่อประจำเดือน และการแท้ง (abortion)

ค. ขั้นรุนแรง (severe) เกิดการอาเจียนอย่างถาวร กล้ามเนื้อไม่ประสานงานกัน มีนงงหรือเซื่องซึม สมองเสื่อม ทำให้ความดันโลหิตสูง เส้นประสาทตาตรงทางเข้าลูกตาอักเสบและบวม ประสาทของกระโหลกศีรษะไม่ทำงาน (cranial nerve paralysis) อาการเพ้อคลั่ง ชัก และหมดความรู้สึก อาการรุนแรงจากพิษตะกั่วมักจะเกิดในเด็กหรือผู้ใหญ่ที่รับตะกั่วเตตราเมทธิล (tetramethyl lead)

2.1.6 การหลีกเลี่ยงการรับสารตะกั่ว

ห้ามใช้สีที่ผสมตะกั่วภายในบ้าน ช่างทาสีและผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับตะกั่วต้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและอาบน้ำก่อนรับประทานอาการ ระมัดระวังไม่ให้ระดับตะกั่วในอากาศเกินระดับที่กำหนด ห้ามเด็กเล่นของเด็กเล่นที่ทำด้วยตะกั่ว

2.2 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2.2.1 กำมะถัน

กำมะถันเป็นธาตุเบา ปรากฏอยู่ทั่วไป รู้จักกันมานาน อยู่ได้ทั้งในสภาวะอิสระและสารประกอบที่เป็นสารประกอบส่วนใหญ่อยู่ในรูปของซัลไฟด์ และซัลเฟต ประกอบอยู่ในดินประมาณร้อยละ 0.05

ใช้ประโยชน์ในรูปของกรดซัลฟูริก คาร์บอนไดซัลไฟด์ ซัลไฟท์ ยาฆ่าแมลง พลาสติก

โทษ มีพิษต่อมนุษย์น้อย ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง จะเป็นอันตรายต่อปอดถ้าสูดเข้าไปต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน

2.2.2 คุณสมบัติของกำมะถัน

2.2.2.1 น้ำหนักอะตอม 32.064 ± 0.003

2.2.2.2 เป็นไอโซโทปคงตัว (stable isotope) 4 ตัว กำมะถัน -32 (95.1 %) กำมะถัน-33 (0.74 %) กำมะถัน-34 (4.2 %) กำมะถัน-36 (0.016 %)

2.2.2.3 ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ ละลายได้ในคาร์บอนไดซัลไฟท์ เบนซิน เผาไหม้จะให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมตัวกับไฮโดรเจน และรวมได้กับฟลูออรีน และคลอรีนเย็น รวมตัวกับคาร์บอนได้ภายใต้ความดันสูง

2.2.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ลิกไนต์ ถ่านหิน และวัสดุอื่น ๆ ที่มีกำมะถันเป็นส่วนผสม กำมะถันจะถูกออกซิไดซ์ (oxidize) ในขณะที่เกิดการสันดาป จะได้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2.2.3.1 คุณสมบัติของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ก. ไม่มีสี

ข. ไม่ติดไฟ

ค. สามารถรวมกับออกซิเจนกลายเป็น SO_3 เมื่อผ่านแพลตทินัมร้อนแดง

ง. รวมตัวกับน้ำให้กรดซัลฟูรัส (sulphurous acid)

จ. ละลายในน้ำได้ 17.7 % ที่ 0 องศาเซลเซียส, 11.9 % ที่ 15 องศาเซลเซียส 8.5 % ที่ 25 องศาเซลเซียส และ 6.4 % ที่ 35 องศาเซลเซียส

ฉ. ละลายในแอลกอฮอล์ได้ 25 % เมทธานอล (methanol) 32 % และในคลอโรฟอร์ม และอีเทอร์

2.2.3.2 การนำซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาใช้ประโยชน์

ก. ใช้ถนอมผลไม้ ผัก

ข. ใช้ฆ่าเชื้อในโรงเบียร์ และโรงงานอาหาร

ค. ใช้ฟอกไฟเบอร์ ในโรงงานทอผ้า

2.2.3.3 โทษของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ก. อันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ ในคาลิฟอร์เนียกำหนดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ยไม่เกิน 0.1 ppm ในเวลาใด ๆ ไม่เกิน 0.5 ppm สำหรับย่านชุมชนในย่านอุตสาหกรรมย่อมให้มีได้ไม่เกิน 5 ppm ระดับความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 ppm จะมีผลต่อหน้าที่ของปอดเพียงเล็กน้อย คนปกติระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1.6 ppm จะเริ่มก่อให้เกิดอาการหายใจขัด ๆ แต่ในผู้ป่วยด้วยโรคทางเดินระบบหายใจระดับเพียง 0.7 ppm อาจจะก่อให้เกิดการหายใจขัด ๆ ได้แล้ว ระดับ 10 ppm จะทำให้ระคายเคืองตา นอกจากนี้ยังทำให้

อายุสั้นลง คือ เร่งให้ชราภาพเร็วขึ้น (accelerated aging) ทำให้หัวใจ ปอด และไต เสียหายถ้าได้รับซัล เฟอร์ไดออกไซด์ระดับ 1 ppm ต่อเนื่องกันนาน ๆ

ข. เกิดผลกระทบต่อการมองเห็น ซัล เฟอร์ไดออกไซด์ทำให้การมองเห็นลดลง โดยที่ซัล เฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารประกอบอินทรีย์และไนโตร เจนออกไซด์กลาย เป็นละออง หรือซัล เฟอร์ไดออกไซด์รวมกับไอน้ำในอากาศกลาย เป็นกรดซัลฟูรัส (sulphurous acid, H_2SO_3) ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดซัลฟูริก (sulphuric acid, H_2SO_4) ในที่สุด ทำให้ในบรรยากาศบริ เวณนั้นมีทัศนวิสัย เลวลง

ผลของการที่ซัล เฟอร์ไดออกไซด์รวมกับน้ำกลาย เป็นกรดซัลฟูริก ทำให้ เกิดผล เสียหายต่อสภาวะแวดล้อม เป็นอย่างมาก ทำให้ เกิดการ เสียหายทั้งต่อวัสดุ สิ่งของ เช่นการกัดกร่อนของโลหะ และต่อชีวิตมนุษย์ เพราะนั้นก็หมายความว่ามนุษย์ที่อยู่ในบริ เวณที่มีซัล เฟอร์ไดออกไซด์จะหายใจเอาอากาศที่มีกรดซัลฟูริก เข้าไปทำให้ เกิดอันตรายต่อระบบหายใจ

2.3 สารหนู (Arsenic)

สารหนูส่วนใหญ่มีอยู่ในดิน แต่มีปริมาณน้อยอาจพบสารหนูอยู่ในน้ำในปริมาณต่าง ๆ กัน สำหรับในอากาศนั้นพบว่ามีสารหนูปนอยู่บ้าง แต่มีปริมาณต่ำมาก การแพร่กระจายของสารหนู เข้าสู่สภาวะแวดล้อมส่วนใหญ่ เกิดจากการใช้ประโยชน์ในด้าน เกษตรกรรม

สารหนู เป็นธาตุที่ไม่จำ เป็นสำหรับร่างกายมนุษย์ แต่ก็พบว่ามีสารหนูอยู่ใน เนื้อ เยื่อของมนุษย์ในปริมาณต่ำมาก

2.3.1 คุณสมบัติของสารหนู

- เป็นโลหะมีสี เทาดำ เปราะ
- น้ำหนักอะตอม 74.9216
- ความหนาแน่น 4.8 กรัมต่อลูกบาศก์ เซ็นติ เมตร
- มีจุดหลอม เหลว 850 องศา เซลเซียส

2.3.2 ประโยชน์ของสารหนู

สารหนูถูกนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ในงาน เกษตรกรรม เช่น ทำยาปราบวัชพืช ยาฆ่า เชื้อรา ยา เบื่อหนู และยาฆ่าแมลง ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้แก่ การทำ เม็ดสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.3 โทษของสารหนู

สารหนูมีโทษต่อร่างกาย คือ ทำให้เกิดการเบื่ออาหาร ท้องร่วง เกิดความผิดปกติของทางเดินอาหาร เนื้อเยื่อตาอักเสบ เนื้อเยื่อบริเวณไพรงจมูกอักเสบ ผิวหนังไหม้ เยื่อหุ้มประสาทอักเสบ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สารหนูอาจทำให้เกิดมะเร็งได้ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสารหนูก็ไม่ได้เป็นมลพิษที่สำคัญนัก

2.4 <u>แมงกานีส</u>

แมงกานีสมีปรากฏอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ จะพบอยู่ในรูปของสารประกอบส่วนใหญ่ ได้แก่ ออกไซด์(oxide) ซัลไฟด์ (sulfide) คาร์บอเนต (carbonate)

2.4.1 คุณสมบัติของแมงกานีสบริสุทธิ์

เป็นโลหะสีขาวหรือเทาคล้ายกับเหล็กมาก แต่แข็งและเปราะกว่า ว่องไวต่อปฏิกริยาเคมี เมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะทำปฏิกริยากับออกซิเจนกลายเป็นแมงกานีสออกไซด์ มีสีดำ

- น้ำหนักอะตอม 54.94
- ความหนาแน่น 7.43 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- จุดหลอมเหลว 1,244 องศาเซลเซียส
- จุดเดือด 1962 องศาเซลเซียส
- สามารถละลายได้ในกรดอนินทรีย์ต่าง ๆ

2.4.2 ประโยชน์ของแมงกานีส

- ใช้แมงกานีสในทางอุตสาหกรรมผลิตถ่านไฟฉาย อุตสาหกรรมผลิตวัสดุภัณฑ์เคมี ได้แก่ ทำสีย้อมผ้า สีทาบ้าน ทำปุ๋ยสังเคราะห์ อุตสาหกรรมทางโลหะนำไปผสม เช่น ทำเหล็กกล้า (steel)หรือเหล็กหล่อ (cast iron) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ ได้แก่ ความแข็ง ความเหนียว ทนต่อการกัดของกรดและด่าง

2.4.3 โทษของแมงกานีส

ถ้าร่างกายได้รับแมงกานีสเกินความต้องการ หรือเกินความสามารถที่ร่างกาย

จะได้รับไว้ได้ ย่อมจะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ซึ่งอันตรายจากแมงกานีสส่วนใหญ่จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และปอด

2.5 สารมลพิษอื่น ๆ

สารมลพิษบางชนิดที่อาจพบในอากาศนอกเหนือจากตะกั่ว ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารหนู และแมงกานีส ได้แก่ นิกเกิล และวาเนเดียม ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

สารมลพิษบางชนิด และคุณสมบัติที่สำคัญ

สารมลพิษ	แหล่งกำเนิด	พิษต่อร่างกาย
นิกเกิล (Nickel)	ปลดปล่อยสู่อากาศโดยโรงงานอุตสาหกรรม	การหายใจเอานิเกิลเข้าไปสม่ำเสมออาจทำให้เกิดมะเร็งในปอด การสัมผัสกับผิวหนังอาจทำให้เกิดการอักเสบของผิวหนัง
วาเนเดียม (Vanadium)	ไอเสียจากการสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิง	ไอเสียและขี้เถ้าที่เกิดจากการสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิงมีวาเนเดียมออกไซด์ (V_2O_5) ปนอยู่ในปริมาณที่สูง ผลของวาเนเดียมออกไซด์ต่อร่างกายมนุษย์ ได้แก่ เนื้อเยื่อตาอักเสบ เนื้อเยื่อบริเวณโพรงจมูกอักเสบ ไอไม่หยุด ส่วนการทำให้เกิดมะเร็งนั้นยังพิสูจน์ไม่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย