

สารคดีในบรรยากาศ

ปาพิเกที่ไร่พรหมแดง



ทำความเข้าใจ
และหาทางแก้ไขปัญหานี้
ในเบื้องต้นแต่เนิ่นๆ
เพื่อป้องกันความเสียหาย
ที่อาจเกิดขึ้นได้



กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

ADORC

สารกรดในบรรยากาศ: มลพิษที่ไร้พรมแดน

ทำความเข้าใจและหาทางแก้ไขปัญหานี้ในเบื้องต้นแต่เนิ่นๆ
เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

ประเทศไทยกับการตกสะสมของกรด

สารมลพิษบางชนิดที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuels) ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ของไนโตรเจน เมื่อ

ลอยเข้าสู่บรรยากาศ จะกลายสภาพเป็นสารกรด สารกรดนี้ถูกพัดพาไปได้ไกลอย่างไร้พรมแดน ส่งผลให้หมอก น้ำค้าง ฝน เป็นกรด กลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของ

ภูมิภาคและของโลก สารกรดในบรรยากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงในประเทศอุตสาหกรรมหรือประเทศที่พัฒนาแล้ว ทำความเสียหายต่อสุขภาพ ทรัพย์สิน แหล่งผลิตอาหารและทรัพยากรธรรมชาติ จนต้องแสวงหาแนวทางเพื่อลดการปล่อยสารมลพิษและบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้น



เชื้อเพลิงฟอสซิล คือเชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมของมวลชีวภาพเป็นเวลานาน

สารมลพิษ คือของเสียหรือมลสารใดๆ ที่ก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันควาต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

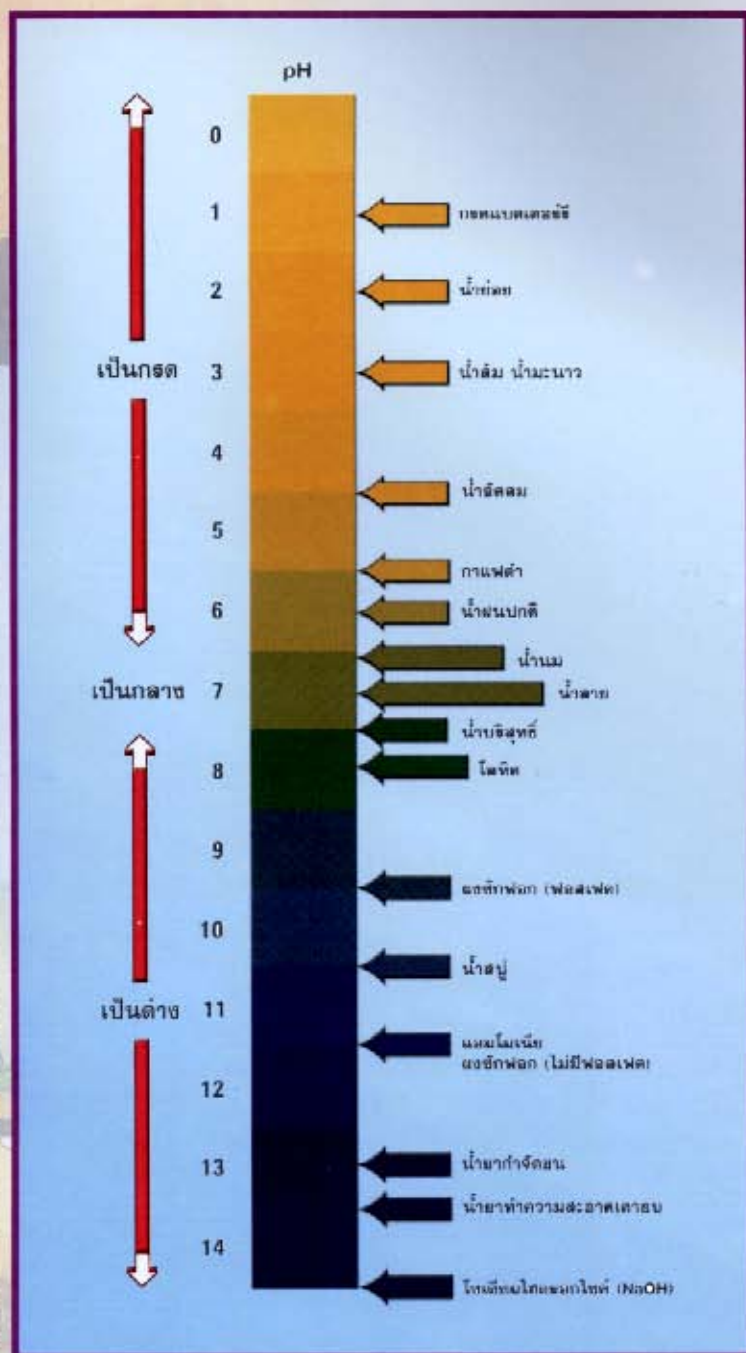


สารกรสามารถเดินทางไปในบรรยากาศได้ไกลหลายร้อยกิโลเมตรจากแหล่งกำเนิด

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่กำลังมีการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมในอัตราที่สูง ทำให้ชุมชนเมือง อุตสาหกรรม และการคมนาคมขนส่งขยายตัวอย่างรวดเร็วเป็นผลให้มีการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ปัญหาเรื่องสารกรในบรรยากาศจึงได้เริ่มปรากฏขึ้นบ้างแล้ว โดยในบางครั้งตรวจพบว่าน้ำฝนที่ตกลงมาในเขตเมือง และเขตอุตสาหกรรมมีความเป็นกรดสูงกว่าน้ำฝนธรรมชาติ สำหรับประเทศไทยปัญหานี้อาจทวีความรุนแรงขึ้นได้ในอนาคตเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในประเทศอุตสาหกรรมที่พัฒนาแล้ว



ความเป็นกรด-ด่างของ “น้ำฝน” ตามธรรมชาติ



ความเป็นกรด-ด่างของสิ่งต่างๆ วัดกันด้วยค่าพีเอช (pH) คล้ายๆ กับที่เรา วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) แต่ค่อนข้างซับซ้อนกว่า ค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 1-14 ซึ่งขึ้นอยู่กับสมดุลย์ของกรดและด่าง โดยความเป็นกลางมีค่า pH เท่ากับ 7 กรดมีค่า pH ต่ำกว่า 7 ส่วนด่างมีค่า pH สูงกว่า 7

ค่า pH มีความสัมพันธ์ที่ยุ่งยากซับซ้อนกับความเข้มข้นของกรดหรืออีกนัยหนึ่งปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่มีอยู่ในของเหลว โดยที่ค่า pH ต่ำๆ จะยังมีปริมาณไฮโดรเจนไอออนมากขึ้นเป็นทวีคูณและตัวเลขของค่า pH แต่ละหนึ่งค่าที่ลดลงจะมีความเป็นกรดหรือปริมาณไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้น 10 เท่า กล่าวคือ น้ำฝนที่มีค่า pH 4 มีความเป็นกรดเป็น 10 เท่าของน้ำฝนที่มีค่า pH 5 และมีความเป็นกรดเป็น 100 เท่าของน้ำฝนที่มีค่า pH 6

โดยทั่วไปหยดน้ำฝนที่เกิดจากการควบแน่นในบรรยากาศควรมีค่า pH ใกล้ๆ 7 อย่างไรก็ตามก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในบรรยากาศเมื่อละลายเข้าไปในหยดน้ำฝน จะกลายเป็นกรดอ่อนคาร์บอนิกหยดน้ำฝนจึงมีค่า pH ต่ำลง หยดน้ำฝนตามธรรมชาติจะมีค่า pH เท่ากับ 5.6 อย่างไรก็ตามสารกรดที่อยู่ในบรรยากาศก็ละลายเข้าไป

ในหยดน้ำฝนได้เช่นกัน ทำให้เกิดเป็นกรดกำมะถันหรือกรดซัลฟูริกและกรดดินประสิวหรือกรดไนตริก ซึ่งเป็นกรดแก่ และจะทำให้ค่า pH ของหยดน้ำฝนมีค่าต่ำลงไปอีก คือ มีความเป็นกรดมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ เมื่อตกลงมาในแหล่งน้ำและผืนดิน ก็จะทำให้ น้ำและดินมีความเป็นกรดมากขึ้น เกิดผลกระทบเสียหายต่อพืช สัตว์และระบบนิเวศวิทยา นอกจากนี้ ความเป็นกรดของน้ำฝนยังก่อให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุสิ่งก่อสร้างต่างๆ อีกด้วย

การตรวจสอบเบื้องต้นว่าฝนที่ตกลงมานั้นมีสภาพ
เป็นกรดหรือไม่
เก็บตัวอย่างน้ำฝนในพื้นที่เปิดโล่งโดยใช้ภาชนะที่
สะอาด ไม่มีการปนเปื้อนใดๆ จากนั้นตรวจวัดค่า
ความเป็นกรด-ด่างของฝน โดยหาค่า pH ที่ตรวจ
วัดได้มีค่าต่ำกว่า 5.6 หมายความว่าน้ำฝนดังกล่าว
อาจมีการปนเปื้อนและเริ่มมีศักยภาพความเป็นกรด
โดยสภาพความเป็นกรดของน้ำฝนจะสูงขึ้นเมื่อค่า
pH ต่ำลง

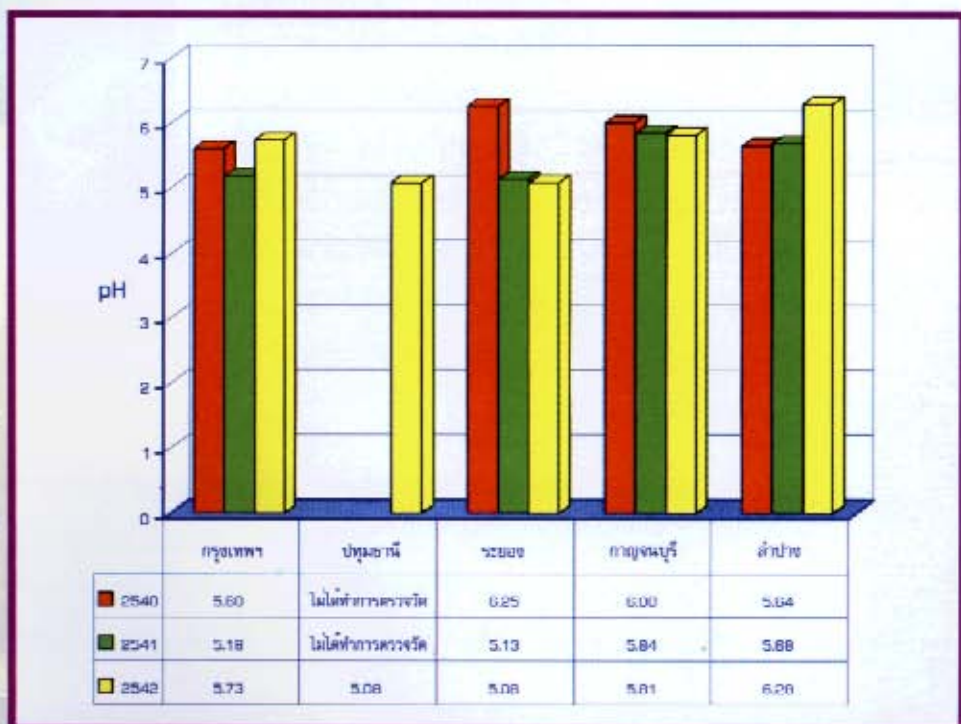


การวัดค่า pH โดยใช้กระดานลิตมัส



การวัดค่า pH ของน้ำฝน โดย pH meter ที่ 25 °C

ค่าเฉลี่ย pH ของน้ำฝนในประเทศไทย ปี 2540-2542



แหล่งที่มาของสารกรดในบรรยากาศ

สารมลพิษที่เป็นตัวการทำให้เกิดสารกรดในบรรยากาศ (Acid Precursors) ที่สำคัญๆ มีอยู่ 2 ชนิด ชนิดแรก คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) ซึ่งรวมถึงก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และ ก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) และชนิดที่สอง คือ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซึ่งรวมถึงก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) แหล่งที่มาของสารมลพิษเหล่านี้ มีทั้งที่เป็นแหล่งธรรมชาติ (Natural Sources) และแหล่งมนุษย์สร้าง (Man-made Sources) หรือที่เป็นกิจกรรมของมนุษย์

แหล่งธรรมชาติที่ทำให้เกิดสารกรดในบรรยากาศ ได้แก่ การคุและการระเบิดของภูเขาไฟ ไฟไหม้ป่าตามธรรมชาติ ทะเลและมหาสมุทร การเน่าเปื่อยและการย่อยสลายของซากพืช สัตว์ และสารอินทรีย์ประเภทต่างๆ เป็นต้น แหล่งธรรมชาติมีบทบาทความสำคัญต่อการตกสะสมของกรดน้อยกว่าแหล่งมนุษย์สร้าง

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของซัลเฟอร์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ส่วนใหญ่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทต่างๆ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและพลังงานมาให้มนุษย์เราใช้อยู่ทุกวันนี้ กิจกรรมดังกล่าวได้แก่การเผาถ่านหินและน้ำมันเตาในโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม การเผาขยะ และการเผาไหม้เบนซิน น้ำมันดีเซล และน้ำมันเจตในยานพาหนะประเภทต่างๆ เช่น รถยนต์ รถบรรทุก รถโดยสารประจำทาง รถไฟ เรือ และเครื่องบิน เป็นต้น

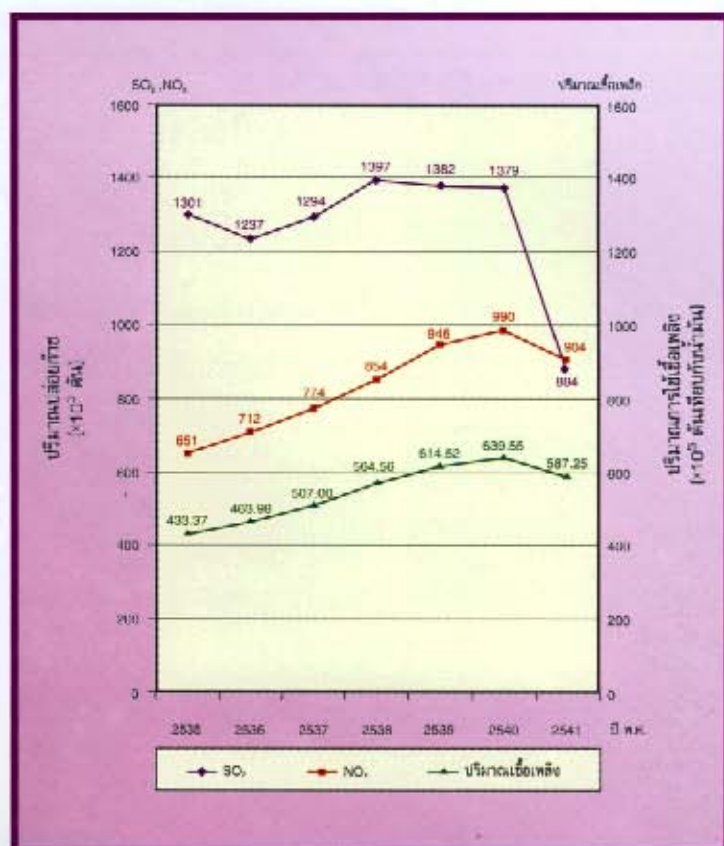
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของซัลเฟอร์เกิดจากการรวมตัวของสารกำมะถันในเชื้อเพลิงฟอสซิลกับก๊าซออกซิเจนในอากาศขณะเผาไหม้ โดยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเชื้อเพลิงที่เผาและปริมาณสารกำมะถันที่เจือปนอยู่ในเชื้อเพลิงนั้น นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของซัลเฟอร์ยังเกิดจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม อุตสาหกรรม



ผลิตกรดกำมะถัน และอุตสาหกรรมถลุงสินแร่โลหะที่มีสารกำมะถันเจือปนอยู่ เช่น ทองแดง สังกะสี และตะกั่ว เป็นต้น

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเกิดขึ้นในระหว่างการเผาเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่นเดียวกับก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ โดยเกิดจากการรวมตัวของก๊าซไนโตรเจนในอากาศและสารไนโตรเจนในเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนในอากาศในระหว่างการเผาไหม้ ยิ่งอุณหภูมิการเผาไหม้สูงๆ และมีปริมาณก๊าซออกซิเจนในการเผาไหม้มากๆ จะยิ่งเกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมาก นอกจากนี้ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนยังเกิดจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตกรดดินประสิวและสารประกอบของไนโตรเจน อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย และอุตสาหกรรมผลิตวัตถุระเบิด เป็นต้น

จากการคาดประมาณพบว่าบนโลกของเรามีปริมาณก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ที่เกิดจากธรรมชาติน้อยกว่าร้อยละสิบของปริมาณก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลและเช่นเดียวกัน ปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลมีเป็นสองเท่าของปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากธรรมชาติ สำหรับประเทศไทยของเรา ในปี พ.ศ. 2541 คาดประมาณว่าการปล่อยก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อผลิตพลังงานในรูปแบบต่างๆ มีปริมาณรวมกันทั่วประเทศ 0.884 ล้านตัน และ 0.904 ล้านตัน ตามลำดับ

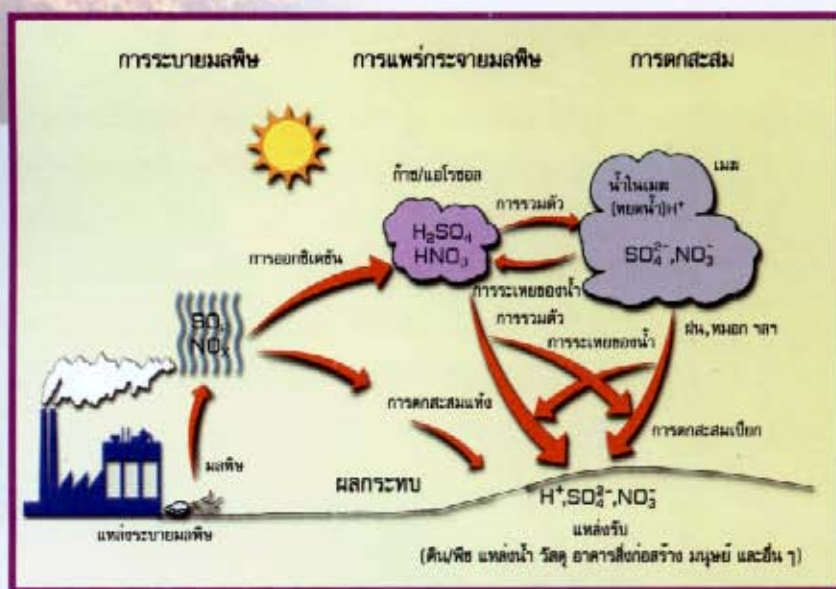


ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย 2541, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและปริมาณปล่อยก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

กลไกการตกสะสมของกรด

ก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์และออกไซด์ของไนโตรเจนที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่บรรยากาศจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดซัลฟูริกและกรดไนตริกด้วยการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและความชื้น แล้วตกกลับสู่ผิวโลก ในเวลาต่อไปนานเข้าจะเกิดการสะสมของกรดขึ้น การตกสะสมของกรดเกิดได้ 2 ทาง คือ การตกสะสมเปียก และการตกสะสมแห้ง



การตกสะสมเปียก (Wet Deposition) เป็นกระบวนการที่กรดซัลฟูริกและกรดไนตริกในบรรยากาศรวมตัวกับเมฆและต่อมากลายเป็นฝนตกลงสู่พื้นดินที่เรารู้จักกันดีในชื่อ ฝนกรด หรือในรูปของหิมะและหมอกที่มีสภาพเป็นกรด

การตกสะสมแห้ง (Dry Deposition) เป็นการตกของกรดในสถานะที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ การตกของก๊าซซัลเฟอร์

ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และอนุภาค/ละอองซัลเฟตและไนเตรท กรดที่แขวนลอยในบรรยากาศจะถูกพัดพาไปโดยลมและตกสะสมบนผิวดิน ต้นไม้ สิ่งก่อสร้าง รวมถึงการเข้าสู่ระบบการหายใจของมนุษย์ด้วย

การตกสะสมของกรดจะทำให้ดิน แหล่งน้ำจืด และแหล่งรองรับอื่นๆ มีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น ต้นไม้และสัตว์น้ำ ผลกระทบจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดที่ตกสะสม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง กรดอ่อน (ค่า pH สูง) ที่ตกลงมาในปริมาณมาก จะก่อให้เกิดผลกระทบสูงกว่ากรดแก่ (ค่า pH ต่ำ) แต่ตกในปริมาณน้อย การประเมินผลกระทบจึงไม่ได้ดูที่ค่า pH อย่างเดียว จะต้องพิจารณาปริมาณการตกสะสมของกรดโดยรวมด้วย

ผลกระทบของการตกสะสมของกรด

ฝนกรดเมื่อตกลงมาในแหล่งน้ำและผิวดิน จะทำให้น้ำและดินมีความเป็นกรดมากขึ้น เกิดความเสียหายกับพืช สัตว์ มนุษย์ และระบบนิเวศวิทยา รวมทั้งก่อให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุต่างๆ

ผลกระทบต่อวัสดุ

สารประกอบซัลเฟตสามารถกัดกร่อนวัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ได้ เป็นตัวเร่งให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะ การลดความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟตไดออกไซด์ในบรรยากาศจาก 0.15 ppm ไปที่ 0.05 ppm จะสามารถลดอัตราการกัดกร่อนของสังกะสีลงได้สี่เท่า ส่วนอลูมิเนียมค่อนข้างจะคงทนต่อก๊าซซัลเฟตไดออกไซด์ อย่างไรก็ตามที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 70 อัตราการกัดกร่อนจะเพิ่มสูงขึ้น ละอองกรดซัลฟูริกยังสามารถกัดกร่อนวัสดุก่อสร้างอื่นๆ ได้อีกหลากหลายชนิด รวมทั้งหินปูน หินอ่อน หินชนวน กระเบื้องหลังคา และปูนซีเมนต์ โดยเมื่อทำปฏิกิริยาจะกลายเป็นสารละลาย แคลเซียมซัลเฟตเกิดการสึกกร่อนขึ้น เมื่อถูกฝนชะล้างออกไปพื้นผิวหน้าวัสดุถูกเปิดการกัดกร่อนก็จะกินลึกลงไปเรื่อยๆ นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟตไดออกไซด์และกรดซัลฟูริกจะทำให้เส้นใยล่อนลดความแข็งแรงลงด้วย



ผลกระทบต่อป่าไม้และธาตุอาหารพืช

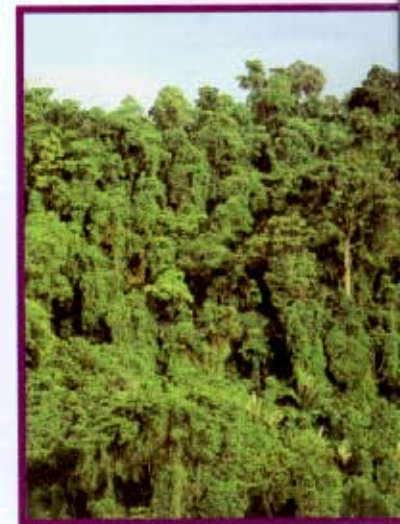
ฝนกรดเป็นพิษต่อพืชโดยตรง พืชที่ไวต่อกรด เมื่อถูกฝนกรดจะไหม้เป็นแผลและตายไป ส่งผลให้ป่าไม้ถูกทำลาย ปฏิกิริยาของฝนกรดที่ส่งผลกระทบต่อพืช มีดังนี้

1. ฝนกรดมีผลเสียหายโดยตรงต่อพืชและการสังเคราะห์แสง
2. ฝนกรดมีผลต่อการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) มีผลต่อการสูญเสียธาตุอาหารที่เป็นแคตไอออนเบส (Cation-base) เช่น แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โพแทสเซียม (K) ของพรรณไม้ในป่า และมีผลต่อการลดลงของธาตุฟอสฟอรัส (P) และไนโตรเจน (N) ในดินไม้ในป่าด้วย การสูญเสีย Ca และ Mg มีผลต่อผนังเซลล์ในคอร์เท็กซ์ มีผลต่อการส่งลำเลียงน้ำ ซึ่งกระทบต่อการเจริญเติบโตของไม้ยืนต้น

3. กรดกำมะถันทำให้อลูมิเนียมและธาตุโลหะหนักในดินละลาย และเป็นอันตรายต่อรากฝอยในพืช ทำให้การดูดน้ำและการเจริญเติบโตของพืชลดลง และทำให้พืชอ่อนแอ เกิดการทำลายโดยโรคราและแมลงได้มากขึ้น

4. ทำให้การทดแทนของพรรณไม้ในป่าลดลง และเกิดการยืนตายของต้นไม้จากบนลงล่าง (Dieback) ของพรรณไม้ในป่า

5. ฝนกรดมีผลให้ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจเช่น ถั่วเหลือง ลดลง



นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่อยู่ในบรรยากาศยังไปปิดปากใบทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง ใบเหลืองและร่วงหล่นลงในที่สุด ยิ่งกว่านั้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) และ ก๊าซโอโซน (O_3) ในบรรยากาศทำให้ความต้านทานต่อความหนาวเย็นของพืชพรรณใน เขตอบอุ่น และเขตหนาวลดลง

ผลกระทบต่อดิน

การตกสะสมของกรดมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินและสภาพแวดล้อมในดิน โดยมีผลทำให้ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น ทำให้ธาตุอาหารพืชบางชนิด เช่น Ca Mg และ K สูญเสียไปเนื่องจากถูกทำให้เคลื่อนที่ลงไปในดินชั้นล่างนอกบริเวณรากพืชโดยกระบวนการทางเคมี ซึ่งมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง นอกจากนั้นทำให้ธาตุโลหะหนักในดิน เช่น แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) และธาตุโลหะหนักอื่นๆ ละลายออกมาได้มากขึ้น ทำให้ดินมีแนวโน้มที่เกิดมลพิษเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนักมากขึ้น มีผลต่อเนื่องให้พืชที่ปลูกในบริเวณดังกล่าวดูดโลหะหนักขึ้นไปสะสมไว้ในต้นและผลผลิตซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ความเป็นกรดของดินที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการตกสะสมของกรดมีผลกระทบต่อจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินบางชนิด ทำให้การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์และวัฏจักรของธาตุอาหารบางชนิดเปลี่ยนแปลงไป การลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ในดินมีผลต่อวัฏจักรคาร์บอน และวัฏจักรไนโตรเจน การตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายและดินจะลดลง

การลดลงของค่า pH ในดินที่ได้รับฝนกรดจะไม่เท่ากัน ขึ้นกับชนิดของดินและการแลกเปลี่ยนของแคตไอออน (Cation Exchange Capacity, CEC) ดินที่มีความไวต่อฝนกรด จะมีค่า pH ลดลงตามค่า CEC กล่าวคือ CEC ต่ำมีความไวต่อฝนกรดมาก ธาตุอาหารในดินจะถูกชะล้างไป อลูมิเนียม (Al) จึงถูกปล่อยเป็นอิสระและเป็นธาตุที่เป็นพิษ เมื่อถูกรากพืชดูดขึ้นไปแทนที่ Ca และ Mg จะมีผลทำให้พืชขาดธาตุอาหารเหล่านี้แล้วตายไปในที่สุด

ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

เมื่อฝนกรดตกลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะทำให้แหล่งน้ำมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของปลาเป็นอย่างมาก ปลาบางชนิดจะมีความไวต่อค่า pH ต่ำ ปลาหลายชนิดจะหยุดขยายพันธุ์เมื่อค่า pH ต่ำกว่า 5.5 นอกจากนั้นปริมาณของแพลงตอนจะลดลงเมื่อค่า pH ของน้ำต่ำลงและจะมีผลต่อเนื่องถึงปลาและสัตว์น้ำต่างๆ เพราะแพลงตอนเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของปลาและสัตว์น้ำต่างๆ และในที่สุด ห่วงโซ่อาหารจะถูกทำลายไป

ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยในด้านของระบบทางเดินหายใจเป็นหลัก ผลกระทบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ ปฏิกริยาและความไวในการรับก๊าซนี้ของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ผู้ที่ไวต่อสิ่งกระตุ้นในสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นโรคหอบ หืด จะได้รับผลกระทบจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระดับที่สูงกว่าผู้ที่มีสุขภาพปกติ

ผลกระทบของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อสุขภาพของประชาชนมีทั้งที่เป็นผลกระทบเฉียบพลันและเรื้อรัง

ผลกระทบเฉียบพลัน

1. อาการระคายเคืองแก่เยื่อต่างๆ ได้แก่ เยื่อบุตา เยื่อบุคอ และเยื่อทางเดินหายใจ ทำให้มีอาการแสบ คัน เคืองและอาจตามมาด้วยการติดเชื้อภายหลังจากการระคายเคือง
2. การระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการบีบรัดตัวของท่อทางเดินหายใจทั้งส่วนปลายและหลอดลมขนาดเล็ก ทำให้มีอาการหายใจลำบาก มีอาการหอบหืด แน่นหน้าอก
3. สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง
4. อาการระคายเคืองต่อผิวหนัง
5. มีอาการใจเต้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น หายใจเร็วขึ้น วิงเวียนศีรษะบวมตามประสาทสัมผัสและอาจมีอาการซึมเศร้าได้

ผลกระทบเรื้อรัง

ทำให้ทางเดินหายใจทั้งส่วนบนและส่วนล่างอักเสบเรื้อรัง และมีโอกาสติดเชื้อทางเดินหายใจบ่อยขึ้นและง่ายขึ้น แต่ยังไม่พบว่ามีผลกระทบที่ชัดเจนกับมะเร็งปอด

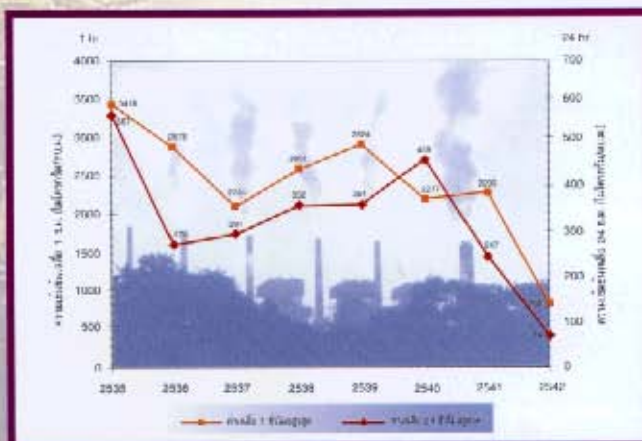
กรณีตัวอย่างปัญหาการตกสะสมของกรดในประเทศไทยในพื้นที่แม่เมาะ

โรงไฟฟ้าแม่เมาะตั้งอยู่ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีหน่วยผลิตกระแสไฟฟ้า 13 หน่วย มีกำลังผลิตทั้งหมด 2,625 เมกกะวัตต์ และมีการใช้ถ่านลิกไนต์ที่มีกำมะถันสูงในการผลิตกระแสไฟฟ้า (มีกำมะถันเฉลี่ยร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก) ในปี 2535 โรงไฟฟ้าแม่เมาะได้ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณสูงก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและ



สุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะจากการสะสมของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ในบรรยากาศ ทำให้ประชาชนมีอาการเจ็บป่วยทางด้านระบบทางเดินหายใจ เช่น แสบคอ แสบตา ไอ และหายใจลำบาก โดยเฉพาะคนที่เป็นโรคหอบหืดอยู่แล้วจะมีอาการรุนแรงมากกว่าคนที่ไม่มีสุขภาพปกติและยังมีผลกระทบทำให้พืชผลการเกษตรเสียหาย โรงไฟฟ้าแม่เมาะต้องจ่ายค่าชดเชยต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ รวมมากกว่า 50 ล้านบาท จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้รัฐบาลได้ดำเนินมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษดังกล่าวทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยในระยะยาวให้มีการติดตั้งระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เรียกว่า Flue Gas Desulfurization หรือ FGD ในหน่วยผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 4-13 และงานติดตั้งทั้งหมดแล้วเสร็จในเดือนกุมภาพันธ์ 2543 รวมเงินลงทุนทั้งหมดมากกว่า 6 พันล้านบาท FGD นี้สามารถลดการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้มากกว่าร้อยละ 90 คือจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงจาก 150 ตัน/ชั่วโมง เหลือน้อยกว่า 15 ตัน/ชั่วโมง ส่วนการแก้ไขปัญหาระยะสั้นในช่วงที่อยู่ระหว่างการติดตั้ง FGD นั้นได้กำหนดให้โรงไฟฟ้าแม่เมาะใช้ถ่านลิกไนต์ที่มีกำมะถันต่ำและลดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าลง เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้ต่ำลง



ผลการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่แม่เมาะระหว่างปี 2535-2542



การตรวจสุขภาพของผู้ที่ได้รับผลกระทบ

การติดตามตรวจสอบการตกสะสมของกรดในประเทศไทย

เครือข่ายการติดตามตรวจสอบ ฝนกรดในประเทศไทย



การติดตามตรวจสอบการตกสะสมของกรดประกอบด้วยการติดตามปริมาณการตกสะสมของกรดที่อยู่ในรูปของฝนกรดและปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดภาวะการตกสะสมของกรด รวมทั้งการติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากอิทธิพลของการตกสะสมของกรดในระบบนิเวศแบบต่างๆ รวมทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันได้มีการจัดตั้งเครือข่ายการติดตามตรวจสอบการตกสะสมของกรดในประเทศไทย (Acid Deposition Monitoring Network in Thailand) โดยความร่วมมือของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ในการติดตามตรวจสอบภาวะการเกิดการตกสะสมของกรดทั้งที่อยู่ในรูปของการตกสะสมเปียกและการตกสะสมแห้ง และเพื่อประเมินความเสี่ยงในการเกิดผลกระทบอันเนื่องมาจากปัญหาดังกล่าวโดยอาศัยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม ทั้งต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ ดิน



จุดเก็บตัวอย่างที่เขื่อนเขาแหลม จ.กาญจนบุรี



จุดเก็บตัวอย่างที่สำนักงานโยธาฯ และแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ



จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่แม่เมาะ จ.ลำปาง

และป่าไม้ การติดตามตรวจสอบได้ครอบคลุมพื้นที่ของภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย และยังมีอีกหลายพื้นที่ที่จะต้องติดตามตรวจสอบต่อไป พื้นที่ที่ติดตามตรวจสอบมีทั้งบริเวณในเขตชุมชนเมือง พื้นที่อุตสาหกรรม และพื้นที่สงวนทางธรรมชาติ ทั้งนี้ข้อมูลจากการติดตามตรวจสอบการตกสะสมของกรด จะสามารถนำมาใช้ในการประเมินสถานการณ์ รวมถึงโอกาสและแนวโน้มของการเกิดภาวะและปัญหาอันเนื่องมาจากการตกสะสมของกรด โดยการติดตามตรวจสอบดังกล่าวได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2541



เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำฝนอัตโนมัติ



จุดเก็บตัวอย่างดิน เพื่อการศึกษาการตกสะสมของกรด



เครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำฝน



จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของกรดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนเขาแหลม

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของกรดในประเทศไทย

การตรวจวัด	จุดเก็บตัวอย่าง
1. การเก็บตัวอย่างการตกสะสมของกรดแบบเปียก	1. เขื่อนเขาแหลม จ.กาญจนบุรี 2. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ 3. กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ 4. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม จ.ปทุมธานี
2. การเก็บตัวอย่างการตกสะสมของกรดแบบแห้ง - ก๊าซ - Aerosol	1. เขื่อนเขาแหลม จ.กาญจนบุรี 2. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ
3. การเก็บตัวอย่างการตกสะสมของกรดในดินและพืช	1. เขื่อนเขาแหลม จ.กาญจนบุรี
4. การเก็บตัวอย่างการตกสะสมของกรดในแหล่งน้ำและตะกอนดิน	1. เขื่อนเขาแหลม จ.กาญจนบุรี

การควบคุมและป้องกันปัญหาการตกสะสมของกรด

เมื่อเกิดผลกระทบเสียหายจากการตกสะสมของกรดขึ้นแล้ว จะไม่สามารถทำการแก้ไขหรือรักษาเยียวยาให้หายกลับมาเป็นปกติได้ง่ายๆ ดังนั้นจึงไม่มีวิธีการใดที่จะดีไปกว่าการควบคุมและป้องกันไม่ให้เกิดการตกสะสมของกรดเกิดขึ้นเลย ด้วยการลดการปล่อยสารมลพิษที่จะเป็นตัวการไปทำให้เกิดสารกรดในบรรยากาศ ซึ่งได้แก่ ก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม และยานพาหนะประเภทต่างๆ รวมทั้งการผลิตต่างๆ ในอุตสาหกรรมด้วย

การลดการปล่อยก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สามารถทำได้โดย

- การประหยัดและการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดปริมาณความต้องการพลังงานลง ซึ่งจะทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานลง ปริมาณการปล่อยก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนก็จะลดลงตามไปด้วย
- การผลิตพลังงานโดยไม่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล แต่ใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) แทน เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานน้ำ เป็นต้น
- การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีสารกำมะถันต่ำ
- การกำจัดสารกำมะถันออกจากเชื้อเพลิงฟอสซิลก่อนที่จะนำไปเผาเพื่อผลิตพลังงาน
- การใช้หัวเผาเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนต่ำ (Low-NO_x Burner)
- การติดตั้งระบบกำจัดก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ (Desulfurization) และระบบกำจัดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (Denitrification) ออกจากก๊าซเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ



การใช้พลังงานแสงอาทิตย์



ระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์



การใช้พลังงานลม

ในฐานะคนไทยคนหนึ่ง ท่านจะมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือเพื่อป้องกันปัญหาการตกสะสมของกรดไม่ให้เกิดขึ้นได้โดย

- เลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรกลต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูง

- อย่าซื้อและใช้ของที่ท่านไม่มีความจำเป็นต้องใช้จริงๆ

- อย่าใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง เช่น

- * ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในบ้านและสำนักงาน เช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ พัดลม และไฟ เมื่อไม่ใช้งาน

- * ตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสม (ประมาณ 25 °C) ไม่ให้เย็นเกินความจำเป็น

- * วางแผนเส้นทางการเดินทางไว้ล่วงหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรที่ติดขัด จะได้ลดความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

- ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวลง และเปลี่ยนมาใช้ระบบขนส่งมวลชน เช่น รถโดยสารประจำทาง รถไฟ และรถไฟฟ้าราง หรือเดินทางร่วมกับผู้อื่น (Car Pooling หรือ Ride Sharing) หรือใช้รถจักรยานแทน

- หมั่นดูแลและบำรุงรักษาเครื่องยนต์และเครื่องจักรต่างๆ ให้มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่สมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

- ลดการทำให้เกิดขยะและของเสียต่างๆ เพื่อลดการใช้พลังงานในการกำจัดของเสีย

- ลดการใช้น้ำและทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ

เนื่องจากปัญหาการตกสะสมของกรดเป็นปัญหามลพิษที่ไร้พรมแดน ก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจากประเทศหนึ่งอาจไปทำให้เกิดสารกรดในบรรยากาศและตกสะสมลงสู่แหล่งน้ำและผืนดินในอีกประเทศหนึ่งหรือหลายๆ ประเทศที่อยู่ห่างออกไปเป็นพันๆ กิโลเมตรได้ ดังนั้น ในการควบคุมและป้องกันปัญหาการตกสะสมของกรด นอกจากจะต้องทำกันในแต่ละประเทศแล้ว ยังต้องทำเป็นเครือข่ายของความร่วมมือกันระหว่างประเทศต่างๆ ในภูมิภาคด้วย จึงจะประสบผลสำเร็จได้

ท่านสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากแหล่งต่อไปนี้

๑ ประเทศไทย

- ๒ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ
<http://www.pcd.go.th> ; <http://www.oqns.pcd.go.th>
- ๓ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
<http://www.kmutt.ac.th>
- ๔ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
<http://www.ru.ac.th>
- ๕ กรมอุตุนิยมวิทยา
<http://www.thaimet.tmd.go.th>
- ๖ กรมป่าไม้
<http://www.forest.go.th>
- ๗ ศูนย์วิจัยและมีกรอบรณด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
<http://www.deqp.go.th>

๑ ต่างประเทศ

- ๘ Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC)
<http://www.adorc.gr.jp>
- ๙ World Meteorological Organization (WMO)
<http://www.wmo.ch>
- ๑๐ European Monitoring and Evaluation Program (EMEP)
<http://www.emep.int>
- ๑๑ United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)
<http://www.unece.org/ernv/lnap>
- ๑๒ United States Environmental Protection Agency (US EPA)
<http://www.epa.gov/eodrain>
- ๑๓ International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)
<http://www.iasa.ac.at/hrains/>
- ๑๔ Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)
<http://www.csiro.au>
- ๑๕ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
<http://www.noaa.gov>

คณะผู้จัดทำ

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ดร. สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา | กรมควบคุมมลพิษ |
| 2. ดร. เพชรา เหลียงน้อม | กรมป่าไม้ |
| 3. ดร. พจน์ย์ ชุมมงคล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 4. ดร. ก็นทวิทย์ บุญประกอบ | มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 5. นายสรายุทธ ราชภูมิธ | กรมอุตุนิยมวิทยา |
| 6. นายสราวุธ เทพานนท์ | กรมควบคุมมลพิษ |
| 7. นางสาวกาญจนา สวีสมน | กรมควบคุมมลพิษ |

ขอขอบคุณผู้สนับสนุน

Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC)
Interim Network Center of EANET (INC),
314-1 Sowa Nigata-City, 950-2144, Japan