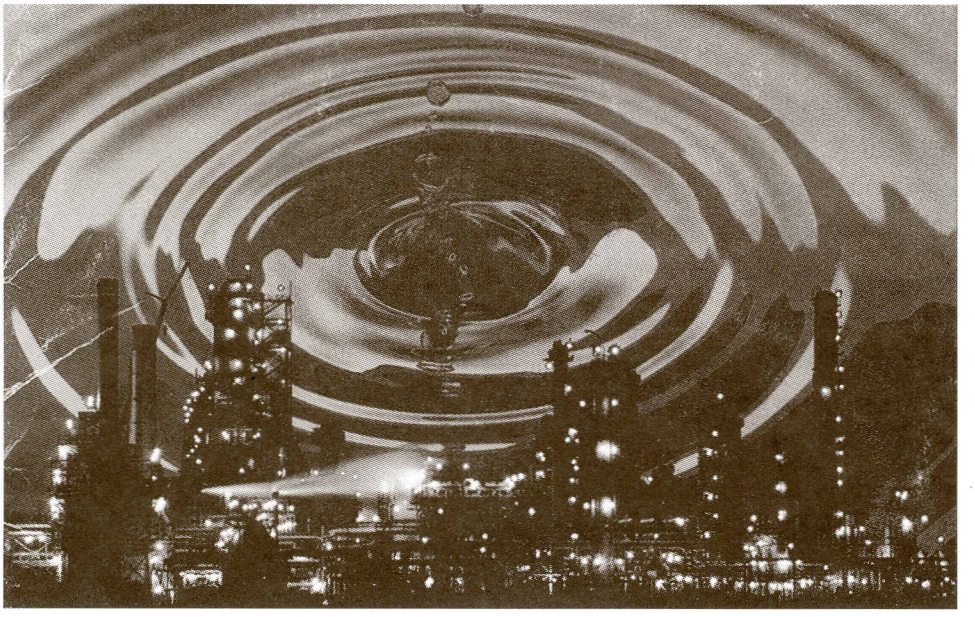
บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด

การวัดปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สารทั้งหมดในน้ำ (Total Organic Carbon, TOC)



สารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจปรากฏทั้งในรูปสารที่มีโครงสร้างทางโมเลกุลขนาดเล็ก หรือมีขนาดใหญ่เป็นสารเชิงซ้อนก็ได้ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเน่าสลายของสิ่งมีชีวิต หรือจากสิ่งที่มนุษย์ผลิตขึ้น หรือจากมลพิษที่ปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

โดยสารอินทรีย์ดังกล่าวจะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สามารถช่วยเร่งกระบวนการกัดกร่อนทางเคมีและทางชีวเคมีในเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม รวมทั้งสามารถเป็นพิษต่อมนุษย์ได้

การตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ จึงมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อสุขอนามัย และยังทำให้อุปกรณ์เครื่องจักรในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์และปริมาณเป็นไปตามที่กำหนด

ปัจจุบัน กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมพัฒนาไปมาก มีการนำเทคโนโลยีชั้นสูงมาใช้ เช่น ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถผลิตแผงวงจรให้มีขนาดเล็กลง แต่มีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องการใช้ “น้ำบริสุทธิ์” ที่จะต้องมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สาร (Total Organic Carbon, TOC) เจือปนในปริมาณต่ำมาก เพื่อรักษาคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้ ให้มีคุณภาพตามต้องการ

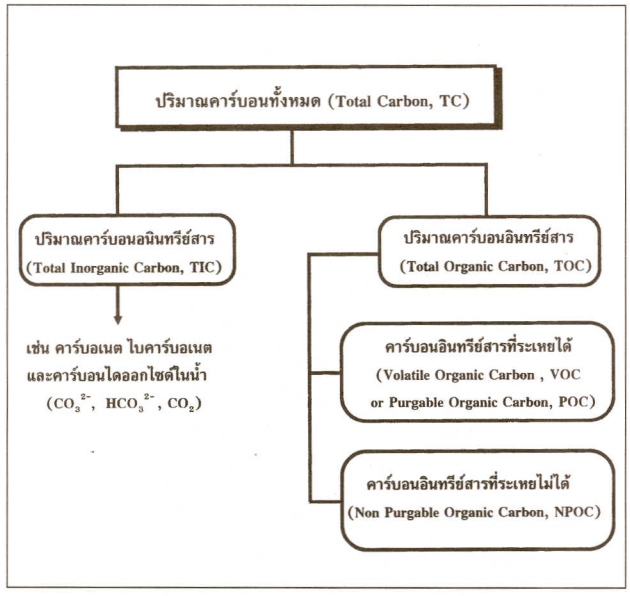
เช่นเดียวกับ กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมทางด้านปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ และปริมาณ TOC ที่เจือปนในน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อจะได้ผลิตไอน้ำที่มีความบริสุทธิ์ตามที่ต้องการ เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหากับอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ส่วนในอุตสาหกรรมการผลิตยา ปริมาณ TOC เจือปนในน้ำ

ที่นำมาใช้ในการผลิตยา ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ในสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดคุณลักษณะของน้ำบริสุทธิ์ (Purified Water, PW) ที่ใช้ในการผสมกับยา และเข้มงวดอย่างยิ่งสำหรับคุณภาพน้ำที่นำมาผสมเพื่อการฉีดเข้าในร่างกาย (Water for Injection, WFI) โดยกำหนดไว้ใน United Stated Pharmacopoeia (USP) โดยเฉพาะ Edition ที่ 23

และเนื่องจากสภาวะแวดล้อมในปัจจุบันมีการเสื่อมโทรมลง แหล่งน้ำธรรมชาติมีการเจือปนจากสารพิษ และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน การวัดปริมาณ TOC ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน ก็จะช่วยให้มีการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ในกระบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งจะต้องใช้แหล่งน้ำจากธรรมชาติ เพื่อการผลิตน้ำสะอาดแก่ประชาชน โดยจะต้องสูบน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน เช่นแม่น้ำ หรืออ่างเก็บน้ำ หรือจากแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งแหล่งน้ำแหล่งนั้นอาจจะมีการปนเปื้อนจากสารพิษและสารอินทรีย์ อีกทั้งกระบวนการผลิตน้ำประปาในปัจจุบัน เช่นในประเทศไทย ยังใช้กระบวนการผลิต ที่ใช้สารเคมีตกตะกอนความขุ่นและกรอง ซึ่งส่วนใหญ่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ออกได้เพียงเล็กน้อย และเมื่อสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ทำปฏิกิริยากับคลอรีน ที่เติมลงไปเพื่อฆ่าเชื้อโรคก็จะทำปฏิกิริยาเกิดเป็นสารใหม่ เรียกว่า ไตรฮาโลมีเธน (Trihalomethane) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ในสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดให้มีการตรวจสอบปริมาณ TOC ในน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อควบคุมสารไตรฮาโลมีเธนในน้ำประปาให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด ปริมาณ คาร์บอนอนินทรีย์สาร และปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สาร

การวิเคราะห์หาปริมาณ TOC ในน้ำที่ใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ จะใช้เครื่องวัด TOC ชนิดที่ทำงานอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง ติดตั้งในกระบวนการผลิต มากกว่าการเก็บตัวอย่างน้ำและส่งเข้าห้องทดลอง เพราะจะให้ผลการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา และสามารถส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หากปริมาณ TOC เกินเกณฑ์ที่กำหนดอย่างทันท่วงที

1. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ TOC ในน้ำ

จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (TC) ในน้ำจะประกอบด้วย ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สาร (TOC) รวมกับปริมาณคาร์บอนอนินทรีย์สาร (TIC) โดยที่ TIC จะได้แก่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำ คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต สำหรับ TOC ในน้ำจะประกอบด้วย คาร์บอนอินทรีย์สารที่ระเหยได้ (VOC or POC) และคาร์บอนอินทรีย์สารที่ระเหยไม่ได้ (NPOC)

การวิเคราะห์ TOC

ขั้นที่ 1 กำจัด TIC

ในการวิเคราะห์หาปริมาณ TOC ในน้ำจึงจะต้องมีการกำจัด TIC ออกไปก่อนโดยการเติมกรด ซึ่งจะใช้กรดฟอสฟอริค เพราะมีคุณสมบัติเหมาะสมกว่ากรดไฮโดรคลอริก และกรดซัลฟูริค โดยจะปรับ pH ให้น้อยกว่า 4 TIC ในน้ำจะเปลี่ยนรูปเป็นกรดคาร์บอนิค ซึ่งจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และถูกกำจัดโดยการพ่นก๊าซไนโตรเจน หรือก๊าซออกซิเจนลงไปแทนที่ในขั้นตอนที่กำจัด TIC นี้ POC จะถูกกำจัดไปด้วย ดังนั้นหลังจากขั้นตอนนี้แล้ว ในน้ำจะเหลือเพียง NPOC เท่านั้น หน่วยงานที่ดูแลด้านสิ่งแวดล้อมในสหรัฐอเมริกา USEPA ได้ยอมรับในทางปฏิบัติว่า อนุโลมใช้ค่า NPOC เป็นค่า TOC เพื่อง่ายต่อการปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 การเปลี่ยนรูปคาร์บอนอินทรีย์สารเป็น คาร์บอนไดออกไซด์หลังจากกำจัด TIC แล้ว โดย NPOC ที่เหลืออยู่จะถูกเปลี่ยนรูปให้เป็น คาร์บอนไดออกไซด์ โดยวิธี

1) การเผาตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิสูงถึง 1,500°C ซึ่งสารอินทรีย์จะสลายตัวเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเผาที่อุณหภูมิสูงมีปัญหาในทางปฏิบัติ และการบำรุงรักษา เพราะอุณหภูมิสูงมาก อาจเกิดอันตรายได้ง่าย จึงใช้เทคนิค โดยการนำสารคะตะลิสต์ (Catalyst) เช่น โคบอลต์ออกไซด์ (Corbalt Oxide) หรือแพลทินัม (Platinum) มาช่วยทำให้เกิดการสลายตัวได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะลดอุณหภูมิลงเหลือ 600-900°C แล้วแต่

ชนิดของสารนั้น ๆ เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยอุณหภูมิสูงนี้ต้องการการบำรุงรักษามาก แต่มีข้อดีคือสามารถเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ให้เป็น CO_2 ได้เกือบสมบูรณ์หากใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม

2) วิธีการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ เป็น คาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต (UV Oxidation) หากปริมาณ TOC ในน้ำมีปริมาณน้อย ๆ อาจใช้เพียงแสง UV อย่างเดียวได้หรือใช้ ไททาเนียม (Titanium) เป็นสารคะตะลิสต์ หรือใช้สารเคมีจำพวก เปอร์ซัลเฟต (Persulfate) ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ เข้าช่วยในกรณีที่วิเคราะห์หาปริมาณ TOC ความเข้มข้นสูงมากขึ้น วิธีการนี้มีข้อดี คือ ใช้อุณหภูมิปกติในการปฏิบัติงานทำให้ดูแลและบำรุงรักษาได้ง่าย แต่การเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เป็น CO_2 อาจไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้สมบูรณ์อาจได้เพียง 95% ซึ่งจะต้องมีการทดลองว่าพลังงานแสง UV เพียงพอหรือไม่ หรือต้องเพิ่มพลังงานแสง UV โดยการเพิ่มระยะเวลาในการที่ตัวอย่างน้ำสัมผัสกับแสง UV นานขึ้นหรือเพิ่มจำนวนหลอดแสง UV ที่ใช้

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นสามารถทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี ได้แก่

1) นำก๊าซ CO_2 ที่เกิดขึ้นไปผ่านแสง อินฟราเรด (IR) ซึ่งจะดูดกลืนแสง IR ได้ปริมาณการดูดกลืนแสงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้น ซึ่งเทคนิคการวัดการดูดกลืนแสง IR จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Non-Dispersive Infrared Detector (NDIR) ซึ่งเทคนิค NDIR เป็นที่ยอมรับและใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่เทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์ TOC ได้ต่ำสุดไม่น้อยกว่า 5 ไมโครกรัม/ลิตร (µg/l, ppb)

2) การวิเคราะห์ CO_2 ที่เกิดขึ้นโดยเทคนิค Flame Ionization Detector, FID) ซึ่งเทคนิคนี้จะต้องเปลี่ยนรูป CO_2 ให้เป็นก๊าซมีเธน (Methane, CH_4) โดยใช้ก๊าซไฮโดรเจน และมีโลหะเป็น Catalyst จากนั้นนำก๊าซมีเธนที่ได้ไปเผาในเปลวไฟ และวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เนื่องจากการเผาก๊าซมีเธน โดยเกิดอิเล็กตรอนขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าซึ่งปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็น สัดส่วนโดยตรงกับปริมาณก๊าซมีเธน เทคนิคนี้มีขั้นตอนยุ่งยาก ซับซ้อน แต่สามารถวิเคราะห์ปริมาณ TOC ในปริมาณต่ำกว่า กว่า 5 µg/l ได้

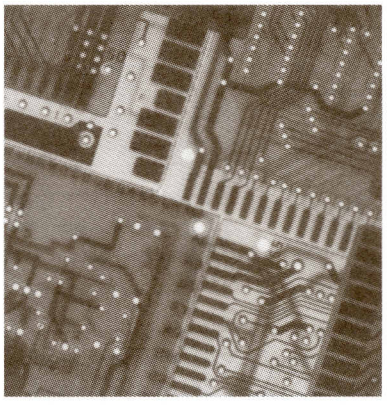
3) การวิเคราะห์หาปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นโดยการวัดค่า Conductivity ที่เพิ่มขึ้นในน้ำซึ่งเทคนิคนี้ที่นิยมใช้จะใช้เฉพาะกับเทคนิคที่ใช้ UV Oxidation โดยไม่มีการกำจัด TIC ในน้ำ โดยจะต้องมี TIC ในน้ำต่ำมาก ๆ เมื่อเทียบกับ TOC โดยที่เทคนิคนี้จะกระทำโดยการนำตัวอย่างน้ำมาวัด Conductivity ก่อนแล้วนำมาผ่านแสง UV โดยมี Catalyst เช่น ไททาเนียมเข้าช่วย สารอินทรีย์จะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำทำให้ pH ลดลงและค่า Conductivity จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถใช้ การวัดค่า Conductivity ที่เพิ่มขึ้นเพื่อเทียบเคียงหาปริมาณ TOC ในน้ำได้ เทคนิคนี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่นในน้ำต้อง pH, Conductivity และอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงไปมามากนัก เพราะจะทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนในการหาปริมาณ TOC ได้ รวมทั้งหากสารอินทรีย์ที่เจือปนอยู่ในน้ำมีชนิด และปริมาณเปลี่ยนแปลงไปตลอดจะมีผลทำให้ค่า Conductivity ไม่สามารถหาความสัมพันธ์กับ TOC ได้ เพราะสารอินทรีย์แต่ละชนิด อาจให้ค่า Conductivity ไม่เท่ากันที่ปริมาณเท่ากัน เช่น สารอินทรีย์ที่มีสภาวะเป็นกรด (Organic Acid) หรือเป็นสารอินทรีย์ที่มีสารประเภท คลอไรด์, ฟลูออไรด์ โครงสร้าง (Halogenated Hydrocarbon)

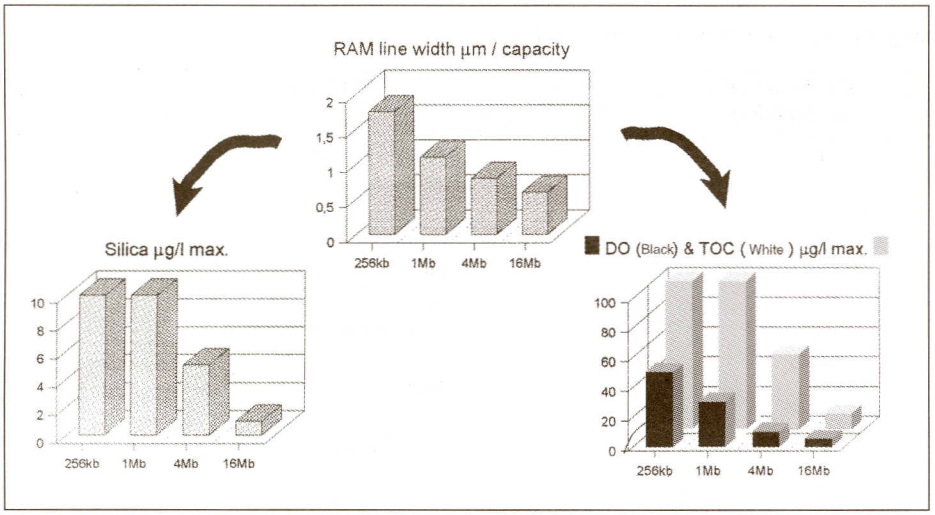
ข้อดีของเทคนิคนี้คือ ไม่ต้องใช้สารเคมี และสามารถวิเคราะห์ TOC ในปริมาณต่ำกว่า 1 µg/l (ppb) ได้ รวมทั้งตัวเครื่องมีราคาถูก

ประโยชน์ของการวัด TOC ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

อุตสาหกรรมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์

อุตสาหกรรมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีการใช้น้ำบริสุทธิ์ในการทำความสะอาดแผงวงจร หรืออุปกรณ์ เพราะปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้สารเคมี และโดยที่ปัจจุบันพัฒนาการทางด้านไมโครโพรเซสเซอร์ และคอมพิวเตอร์พัฒนาไปอย่างมาก ขนาดของอุปกรณ์มีขนาดเล็กลง แต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหน่วยความจำของ RAM กับความบริสุทธิ์ของน้ำที่ต้องใช้ในกระบวนการ





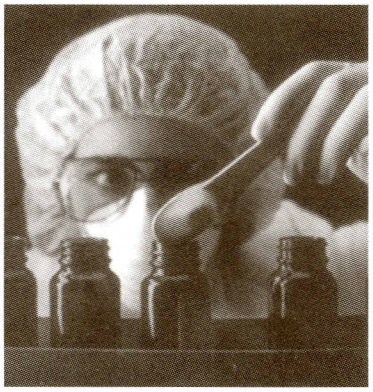
รูปที่ 2
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหน่วยความจำของ RAM กับคุณภาพน้ำที่ต้องการใช้ในกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่ายิ่งประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ สูงมากขึ้นเท่าใดความต้องการคุณภาพน้ำบริสุทธิ์ที่ดียิ่งขึ้นยิ่งมีความจำเป็นมากเท่านั้น การตรวจสอบคุณภาพอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องมือตรวจวัดอัตโนมัติ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ตลอดเวลา

อุตสาหกรรมการผลิตยา

เนื่องจาก TOC เป็นค่าที่แสดงถึงการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่อาจเกิดจากการสังเคราะห์ หรือจากโครงร่างของแบคทีเรียที่ตาย หรืออาจแสดงถึงว่ามีการปนเปื้อนของสารที่อาจเป็นสารพิษ

ดังนั้น จึงมีการกำหนดไว้อย่างเป็นชัดเจนและรัดกุม ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำบริสุทธิ์ ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมผลิตยา ทั้งประเภทที่ใช้ในการผสมยา (Purified Water, PW) หรือใช้ในการเตรียมสารละลายเพื่อการฉีดเข้าในร่างกาย (Water-for-Injection, WFI) สหรัฐอเมริกา ได้มีการกำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ United States Pharmacopoeia, USP 23 Edition โดยวิธีการทดสอบหาค่า TOC จะต้องเป็นไปตามหัวข้อ USP (643) ซึ่งกำหนดว่าเครื่องตรวจค่า TOC จะต้องวัดค่า TOC ในน้ำได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ 500 ไมโครกรัม/ลิตร (0.5 มิลลิกรัม/ลิตร) หรือน้อยกว่า รวมทั้งจะต้องทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดโดยการใช้สารละลายมาตรฐานที่รู้ค่าแล้วทดสอบเครื่องวัด (Validation Test) หากความคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ±15% ก็จะยอมรับให้ใช้งานในการตรวจสอบ และรายงานผลได้



อุตสาหกรรมในการผลิตไฟฟ้า และปิโตรเคมี

ในอุตสาหกรรมในการผลิตไฟฟ้า และปิโตรเคมี จะต้องใช้ไอน้ำ ซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงมาใช้ในการปั่นกังหันไฟฟ้าหรือใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม หากน้ำที่ใช้ในการผลิตไอน้ำมีสารอินทรีย์เจือปน สารอินทรีย์จะสลายตัวกลายเป็น CO_2 ใน Boiler ซึ่งจะกัดกร่อนระบบท่อสตรีมได้อย่างมาก อีกทั้งหากสารอินทรีย์เหล่านี้เป็นประเภท กรดอินทรีย์ (Organic Acid) หรือฮาโลจีเนคเตรด (Halogenated Organic Compound) จะทำให้เกิดการกัดกร่อนได้สูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งถ้ามีการตรวจวัดด้วยวิธี TOC จะทำให้สามารถเติมสารป้องกันการกัดกร่อนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เช่นเดียวกับน้ำที่ควบแน่นจากไอน้ำ (Condensate) ซึ่งเหลือจากการใช้งานหากจะนำมาหมุนเวียนใช้จะต้องมีการตรวจสอบ TOC ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ TOC ในน้ำ Condensate ไม่มากกว่า 200 ไมโครกรัม/ลิตร (ppb) หากมีค่าเกินกว่านี้อาจจะต้องนำเข้าระบบกำจัดก่อนนำกลับมาใช้ (Polishing) ซึ่งจะเป็นการประหยัดและลดปริมาณน้ำทิ้งออกจากโรงงาน

ตารางที่ 1 WHO Guidline for Drinking Water, 1993, Volume 1 หน้า 177-178

Disinfectant by-products	Guideline value (µg/litre)	Remarks
bromate	25[b] (P)	for $7x10^{-5}$ excess risk
chlorate		NAD
chlorite	200 (P)	
chlorophenols		
2-chlorophenol		NAD
2,4-dichlorophenol		NAD
2,4,6-trichlorophenol	200[b]	for excess risk of 10^{-5}, ATO
formaldehyde	900	
MX		NAD
trihalomethanes		The sum of the ratio of the concentration of each to its respective guideline value should not exceed 1
bromoform	100	
dibromochloromethane	100	
bromodichloromethane	60[b]	for excess risk of 10^{-5}
chloroform	200[b]	for excess risk of 10^{-5}
chlorinated acetic acids		
monochloroacetic acid		NAD
dichloroacetic acid	50 (P)	
trichloroacetic acid	100 (P)	
chloral hydrate (trichloroacetaldehyde)	10 (P)	
chloroacetone		NAD
halogenated acetonitriles		
dichloroacetonitrile	90 (P)	
dibromoacetonitrile	100 (P)	
bromochloroacetonitrile		NAD
trichloroacetonitrile	1 (P)	
cyanogen chloride (as CN)	70	
chloropicrin		NAD

a

(P) - Provisional guideline value. This term is used for constituents for which there is some evidence of a potential hazard but where the available information on health effects is limited; or where an uncertainty factor greater than 1000 has been used in the derivation of the tolerable daily intake (TDI). Provisional guideline values are also recommended : (1) for substances for which the calculated guideline value would be below the practical quantification level, or below the level that can be achieved through practical treatment methods; or (2) where disinfection is likely to result in the guideline value being exceeded.

b

For substances that are considered to be carcinogenic, the guideline value is the concentration in drinking-water associated with an excess lifetime cancer risk of 10-5 (one additional cancer per 100,000 of the population ingesting drinking-water containing the substance at the guideline value for 70 years). Concentrations associated with estimated excess lifetime cancer risks of 10-4 and 10-6 can be calculated by multiplying and dividing, respectively, the guideline value by 10.

In cases in which the concentration associated with an excess lifetime cancer risk of 10-5 is not feasible as a result of inadequate analytical or treatment technology, a provisional guideline value is recommended at a practical level and the estimated associated excess lifetime cancer risk presented.

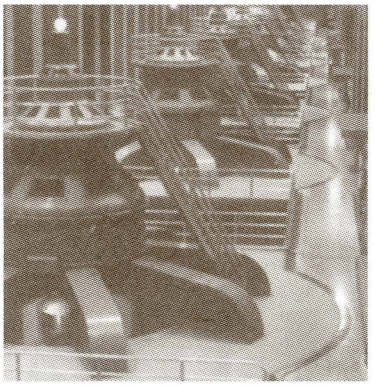
It should be emphasized that the guideline values for carcinogenic substances have been computed from hypothetical mathematical models that cannot be verified experimentally and that the values should be interpreted differently than TDI-based values because of the lack of precision of the models. At best, these values must be regarded as rough estimates of cancer risk. However, the models used are conservative and probably err on the side of caution Moderate short-term exposure to levels exceeding the guideline value for carcinogens does not significantly affect the risk.

c

NAD- No adequate data to permit recommendation of a health-based guideline value.

d

ATO- Concentrations of the substance at or below the health-based guideline value may affect the appearance, taste, or odour of the water.



การควบคุมและตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์ในระบบผลิตน้ำประปา และระบบบำบัดน้ำเสีย

แหล่งน้ำธรรมชาติอาจได้รับผลกระทบจากน้ำทิ้งจากชุมชน หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนมากขึ้น สารที่เจือปนในน้ำทิ้งยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งสารเหล่านี้อาจย่อยสลายในธรรมชาติได้ยากมาก เมื่อมีการสูบมาผลิตเป็นน้ำประปา จึงจะต้องมีการตรวจสอบก่อนว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ที่เจือปนสูงมาก จนเกิดเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหรือไม่ หรือมีโอกาสจะทำปฏิกิริยากับคลอรีนกลายเป็นสารอื่น เช่น กลายเป็นสารประกอบไตรฮาโลมีเธน (Trihalomethane) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในร่างกาย มากน้อยเพียงใด

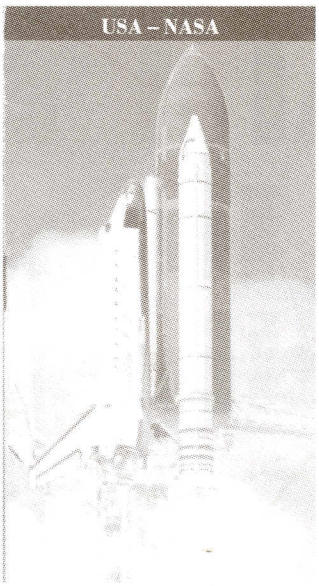
มาตรฐานน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานความเข้มข้นของสารที่เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาของคลอรีน หรือสารอื่นที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคกับสารอินทรีย์ในน้ำ (Disinfectant by Products) ดังแสดงในตารางที่ 1

สำหรับการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียทั้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมมาตรฐานน้ำทิ้งในปัจจุบันยังคงใช้ค่า บีโอดี (BOD) และ ซีโอดี (COD) เป็นเกณฑ์กำหนด ทั้งนี้ค่า BOD และ COD อาจมีสัมพันธ์ โดยตรงกับค่า TOC ได้ขึ้นอยู่กับประเภทของสารที่เจือปนในน้ำทิ้ง ว่ามีการแปรผันไปมากน้อยเท่าใด รวมทั้งขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมด้วย โดยจะต้องมีการทดสอบหาค่าสัมพันธ์ระหว่าง TOC กับ COD หรือ TOC กับ BOD ก่อนนำเครื่องวัด TOC มาใช้งาน

ในอนาคต กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมจะมีการประกาศใช้กฎกระทรวงเกี่ยวกับ ค่าธรรมเนียมน้ำทิ้ง ซึ่งจะมีการเก็บค่าธรรมเนียมน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยค่าธรรมเนียมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และปริมาณน้ำทิ้งของโรงงานนั้น ดังนั้นการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และมีค่าต่ำโดยมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ตลอดเวลา จะช่วยให้เสียค่าใช้จ่ายเนื่องจาก ค่าธรรมเนียมน้ำทิ้งในจำนวนน้อยที่สุดได้

การควบคุมคุณภาพน้ำในสถานีอวกาศของ NASA

NASA ได้วางแผนก่อสร้างสถานีอวกาศนานาชาติที่จะลอยอยู่รอบโลกในอนาคต (International Space Station, ISS)



ซึ่งปัจจุบันเริ่มมีการขนย้ายชิ้นส่วน เพื่อเริ่มต้นการประกอบเป็นตัวสถานีอวกาศ น้ำที่ใช้ในสถานีอวกาศย่อมต้องมีการหมุนเวียนกลับน้ำมาใช้ใหม่อยู่ตลอดเวลา NASA ได้กำหนดรายละเอียดของกระบวนการผลิตและหมุนเวียนน้ำมาใช้ (Water Process Assembly, WPA) รวมทั้งการควบคุมคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง (On-Line Process Control Water Quality Monitoring, PCWQM)

ทั้งนี้น้ำที่ใช้ในสถานีอวกาศจะรวบรวมจากน้ำที่ควบแน่นที่ระบบแลกเปลี่ยนความร้อน (Air Heat Exchanger Condensate) รวมทั้งจากน้ำทิ้งและน้ำปัสสาวะของนักบินอวกาศ แล้วนำมาหมุนเวียนผ่านกระบวนการกลับมาใช้ใหม่ โดยจะมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เช่น TOC ไอโอดีน pH อุณหภูมิและ Conductivity และโดยที่กระบวนการหมุนเวียนนำน้ำกลับมาใช้ใหม่นี้เป็นกระบวนการหมุนเวียนแบบระบบปิด (Closed Loop) จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างเข้มงวดเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำที่กลับมาให้นักบินอวกาศใช้นั้นมีความปลอดภัย

จากรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าการ ตรวจสอบปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สาร (TOC) ในน้ำมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ทั้งในปัจจุบันและในโลกอนาคต ซึ่งเราทุกคนจะต้องยอมรับความจริงว่า เมื่ออุตสาหกรรมมีการเจริญเติบโต และพัฒนาไปมากเท่าใดควบคู่ไปกับการเพิ่มขึ้นของประชากรทั้งในประเทศไทย และในโลก สภาวะแวดล้อมย่อมต้องเสื่อมโทรมลง แหล่งน้ำธรรมชาติที่ใช้ในการอุปโภค และบริโภคย่อมปนเปื้อนกับสารต่าง ๆ มากมาย การตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และทันท่วงทีจึงเป็นส่วนจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อคุ้มครองป้องกัน สุขอนามัยของผู้บริโภค

ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อ
บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
208/9 หมู่ 6 ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม
กรุงเทพ ฯ 10220
Tel. 993-6625, 993-6627 Fax. 993-6634
E-mail:water@ksc.th.com