

การวิเคราะห์ปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำดื่ม

โดยวิธีเฮดสเปซแก๊สโครมาโตกราฟี

Determination on Trihalomethanes in Drinking Water by Headspace Gas Chromatographic Method

ทิพวรรณ นิ่งน้อย
กรรณิกา จิตติยศรา
ชมัษฎพร อมะลัษเฐียร

Tipawan Ningnoi
Kannika Jittiyossara
Chamaiporn Amaratsathian

กองอาหาร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Division of Food
Department of Medical Sciences

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาและพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารไตรฮาโลมีเทน 4 ชนิดซึ่งได้แก่ คลอโรฟอร์ม โบรโมไดคลอโรมีเทน ไดโบรโมคลอโรมีเทน และ โบรโมฟอร์ม ในน้ำประปา โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีชนิดอีซีดี กับคอลัมน์ชนิดคาปิลลารี และใช้เทคนิค headspace ในการสกัด ผลของการศึกษาสารไตรฮาโลมีเทนแต่ละชนิดในช่วงความเข้มข้น 1-100 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าพื้นที่ใต้ peak เป็นเส้นตรง โดยมีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เท่ากับ 0.999, 0.999, 0.999 และ 0.997 ตามลำดับ สำหรับความแม่นยำและความถูกต้องของวิธี พบว่าที่ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%RSD) เท่ากับ 0.02, 0.02, 0.08 และ 0.07 และประสิทธิภาพวิธี (% Recovery) เท่ากับ 105, 101, 105 และ 93 ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน เท่ากับ 2.96, 3.14, 2.68 และ 2.31 และประสิทธิภาพวิธี เท่ากับ 99, 98, 98 และ 98 ตามลำดับ ค่าต่ำสุดของสารแต่ละชนิดที่สามารถวัดได้คือ 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าความถูกต้องและความแม่นยำที่ยอมรับได้ คือ ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนเท่ากับ 2.5, 1.2, 2.8 และ 3.9 ตามลำดับ และประสิทธิภาพวิธี เท่ากับ 80, 129, 100 และ 72 ตามลำดับ เมื่อนำวิธีนี้ไปใช้วิเคราะห์น้ำประปาในกรุงเทพมหานครจำนวน 18 ตัวอย่าง พบว่าน้ำประปามีสารไตรฮาโลมีเทนในปริมาณค่าเฉลี่ยดังนี้ คลอโรฟอร์ม 49.4 ไมโครกรัมต่อลิตร โบรโมไดคลอโรมีเทน 13.2 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดโบรโมคลอโรมีเทน 1.3 ไมโครกรัมต่อลิตร และตรวจไม่พบโบรโมฟอร์ม ปริมาณที่พบนี้ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้มาก กล่าวได้ว่าผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครยังมีความปลอดภัยสูงจากการบริโภคน้ำประปาที่มีการตกค้างของสารไตรฮาโลมีเทน

ABSTRACT

The method for determination of four trihalomethanes, i.e., chloroform, bromodichloromethane, dibromochloromethane, and bromoform in water was studied and developed using gas chromatograph equipped with ECD and capillary column. The extraction was done using headspace technique. The study was carried out in the concentration range of 1-100 µg/L. The results showed that the relationship between concentration and peak area was linear with Correlation coefficient (r^2) of 0.999, 0.999, 0.999 and 0.997, respectively. For precision and accuracy of the method at 1 µg/L, the relative standard deviation was 0.02, 0.02, 0.08 and 0.07 and the percent recovery was 105, 101, 105 and 93, respectively. At 100 µg/L, the relative standard deviation was 2.96, 3.14, 2.68 and 2.31 and the percent recovery was 99, 98, 98 and 98, respectively. The limit of quantitation for each compound was 0.5 µg/L. The relative standard deviation at this level was 2.5, 1.2, 2.8 and 3.9, respectively and the percent recovery was 80, 129, 100 and 72, respectively. The analysis of 18 samples of water supply in Bangkok showed the average value of 49.4 µg/L chloroform, 13.2 µg/L bromodichloromethane, and 1.3 µg/L dibromochloromethane. Bromoform was not found in any sample. Compare to the guideline level adapted by WHO, tap water in Bangkok is very safe for drinking purpose.

Key words : trihalomethanes, tap water, gas chromatograph, headspace

บทนำ

สารไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes, THMs) เป็นสารประกอบที่มีสูตรทั่วไปเป็น CHX_3 โดย X เป็นธาตุในกลุ่มฮาโลเจน ซึ่งอาจเป็น ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน หรือ ไอโอดีน หรือ มีธาตุเหล่านี้มากกว่า 1 ชนิด ประกอบกัน THMs ที่พบในน้ำดื่มที่สำคัญ มี 4 ชนิด คือ โบรโมฟอร์ม ไดโบรโมคลอโรมีเทน โบรโมไดคลอโรมีเทน และคลอโรฟอร์ม และที่พบบ่อยที่สุดคือ คลอโรฟอร์ม⁽¹⁾

THMs ที่พบในน้ำดื่ม เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนซึ่งถูกเติมลงในน้ำเพื่อทำลายเชื้อโรคกับสารอินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติในน้ำ และกับโบรมีนที่อาจมีอยู่ในน้ำ การตรวจพบ THMs เป็นสิ่งชี้ว่า อาจมีสารอื่นๆ ที่เกิดจากการเติมคลอรีนได้อีก การควบคุมระดับปริมาณของ THMs จะเป็นการทำให้ระดับสารเหล่านี้ถูกควบคุมด้วย

THMs ทั้ง 4 ชนิดนี้ ถูกดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้คลอโรฟอร์มยังสามารถถูกดูดซึมได้จากการหายใจ และการสัมผัสทางผิวหนังด้วย International Agency for Research on Cancer (IARC) ได้จัดโบรโมฟอร์ม และไดโบรโมคลอโรมีเทน ไว้ในกลุ่มสารที่ไม่ใช่กลุ่มสารก่อมะเร็ง และจัดโบรโมไดคลอโรมีเทนและคลอโรฟอร์มไว้ในกลุ่มสารที่มีความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในคน ทั้งนี้โดยสรุปจากผลการศึกษาทางด้านพิษวิทยาในสัตว์ทดลอง ด้วยเหตุนี้องค์การอนามัยโลกจึงได้กำหนดปริมาณสูงสุดของสารเหล่านี้ที่จะมีได้ในน้ำดื่มโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายทั้งในระยะสั้นและระยะยาวไว้ดังนี้ โบรโมฟอร์ม 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดโบรโมคลอโรมีเทน 100 ไมโครกรัมต่อลิตร โบรโมไดคลอโรมีเทน 60 ไมโครกรัมต่อลิตร และคลอโรฟอร์ม 200 ไมโครกรัมต่อลิตร⁽¹⁾

จะเห็นได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมระดับของ THMs ไม่ให้สูงกว่าเกณฑ์กำหนดของ องค์การอนามัยโลก เพื่อให้ประชาชนมีความปลอดภัยจากการ

ได้รับสารเหล่านี้ ในการควบคุมนั้นจะต้องใช้วิธีการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้แม้ในระดับต่ำๆถึงส่วนในพันล้านส่วน (ไมโครกรัมต่อลิตร) ซึ่งมีหลายวิธี เช่น liquid-liquid extraction gas chromatographic method, purge and trap gas chromatographic method และ purge and trap gas chromatographic/mass spectrometric method ซึ่งทั้ง 3 วิธีนี้ได้รับการรับรองจาก Environmental Protection Agency ของสหรัฐอเมริกา⁽²⁾ และ Standard Methods for Water and Waste Water⁽³⁾ อย่างไรก็ดี เทคนิคอื่น เช่น headspace gas chromatography ก็มีผู้ใช้ในการหา THMs ในน้ำเช่นกัน^(4,5) วิธีนี้ในปี 1981 Ministry of Health and Welfare ของประเทศญี่ปุ่น ได้รับรองเป็นวิธีตรวจวิเคราะห์น้ำประปา⁽⁶⁾ และในปี 1991 เยอรมันนี้ รับรองเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ Volatile halogenated hydrocarbons (VHCs) ในน้ำ⁽⁷⁾

ในการศึกษานี้ได้ใช้เทคนิค headspace gas chromatography กับ capillary column ชนิด intermediate polarity และได้ทำการทดสอบความถูกต้อง ความแม่นยำ และความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นของ THMs ที่มีในน้ำดื่ม เพื่อประกันว่าเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับได้ และได้ใช้วิธีดังกล่าวทำการสำรวจปริมาณ THMs ในน้ำประปาที่เก็บจากปลายท่อตามจุดต่างๆในเขตจ่ายน้ำของการประปานครหลวง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคุ้มครองผู้บริโภคในด้านการตกค้างของ THMs ซึ่งยังไม่เคยมีการรายงานในประเทศไทย

วัตถุประสงค์และวิธีการ

ตัวอย่างน้ำ

น้ำประปา จำนวน 18 ตัวอย่าง เก็บจากปลายท่อตามจุดต่างๆ ในเขตจ่ายน้ำทุ่งมหาเมฆ ของการประปา

นครหลวงโดยเก็บเต็มขวด PE ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีโซเดียมไทโอซัลเฟต (3%) 2-3 หยด ปิดขวดผสมให้เข้ากัน โดยการหมุนคว่ำขวดไปมาซ้ำๆ 2-3 ครั้ง เก็บในตู้เย็น และวิเคราะห์ภายใน 14 วัน

สารเคมีและสารมาตรฐาน

Methyl alcohol : Baker Capillary-Analyzed Water : organic-free

Standard trihalomethane mixture (Supelco Company) : 1 มิลลิลิตร ประกอบด้วย โบรโมฟอร์ม ไดโบรโมคลอโรมีเทน โบรโมไดคลอโรมีเทน และคลอโรฟอร์ม ชนิดละ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรใน methyl alcohol

เครื่องมือ

เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟชนิดฮีซีดี (Hewlett Packard HP 5890 Series II Plus) ต่อกับ headspace autosampler (Hewlett Packard HP 7694)

Capillary column HP-624 เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.53 มม. ยาว 30 เมตร และ ฟิล์มหนา 3 ไมครอน

สภาวะของเครื่องมือ

Headspace sampler : oven 70 °C, loop 100 °C, transfer line 100 °C, GC cycle time 25 min, vial equilibrium time 20 min, pressurization time 0.13 min, loop fill time 0.15 min, loop equilibration time 0.02 min, injection time 0.2 min, carrier gas (N₂) 20 ml/min, vial pressurization (N₂) 18 psi, vial shaking low.

GC : column oven 40 °C เป็นเวลา 1 นาที แล้วเพิ่มเป็น 105 °C ด้วยอัตรา 5 °C ต่อนาทีและให้คงที่ที่ 105 °C เป็นเวลา 5 นาที injector 200 °C, detector 250 °C, carrier gas (He) 6 ml/min, makeup gas (N₂) 40 ml/min

วิธีวิเคราะห์

การสร้างกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐาน THMs ความเข้มข้น 1, 2, 10, 20, 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยการเจือจางสารมาตรฐาน THMs ปริมาณที่เหมาะสมในน้ำ (organic-free) ดูดสารละลายนี้ 10 มิลลิลิตรใส่ใน headspace vial ขนาด 20 มิลลิลิตร และปิดให้สนิทด้วย Teflon/silicone septa และ aluminum seal แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้ headspace GC และสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของ THMs แต่ละชนิดกับพื้นที่ใต้ peak

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ดูดตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตรใส่ใน headspace vial ขนาด 20 มิลลิลิตร ปิดให้สนิทด้วย Teflon/silicone septa และ aluminum seal นำไปวิเคราะห์เช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐาน

การทดสอบความแม่นยำและความถูกต้องของวิธี

เตรียมสารละลายไตรฮาโลมีเทนในน้ำให้มีความเข้มข้นของสารแต่ละชนิด 1 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าต่ำสุดของกราฟมาตรฐาน) และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าสูงสุดของกราฟมาตรฐาน) แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นละ 5-7 ซ้ำ

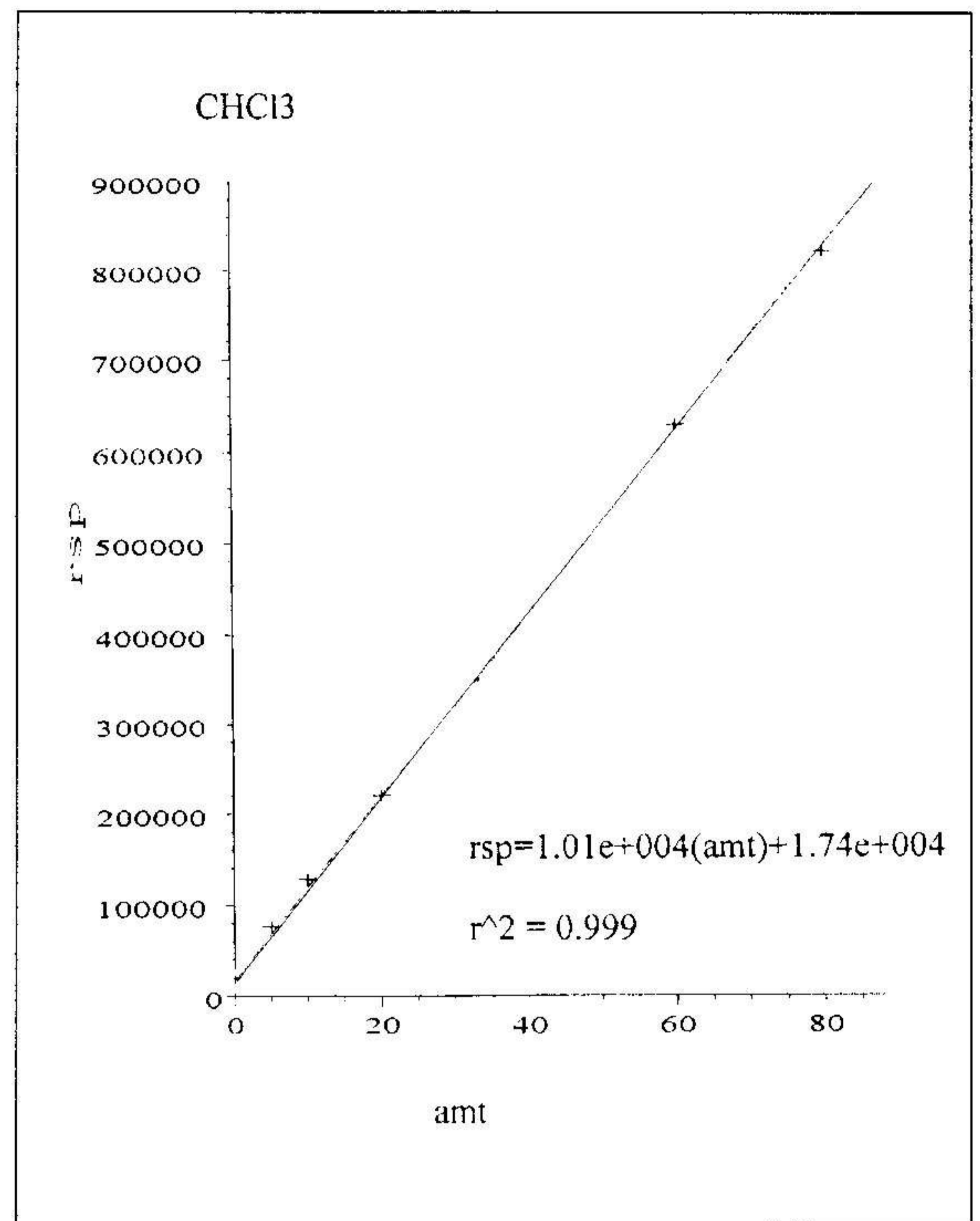
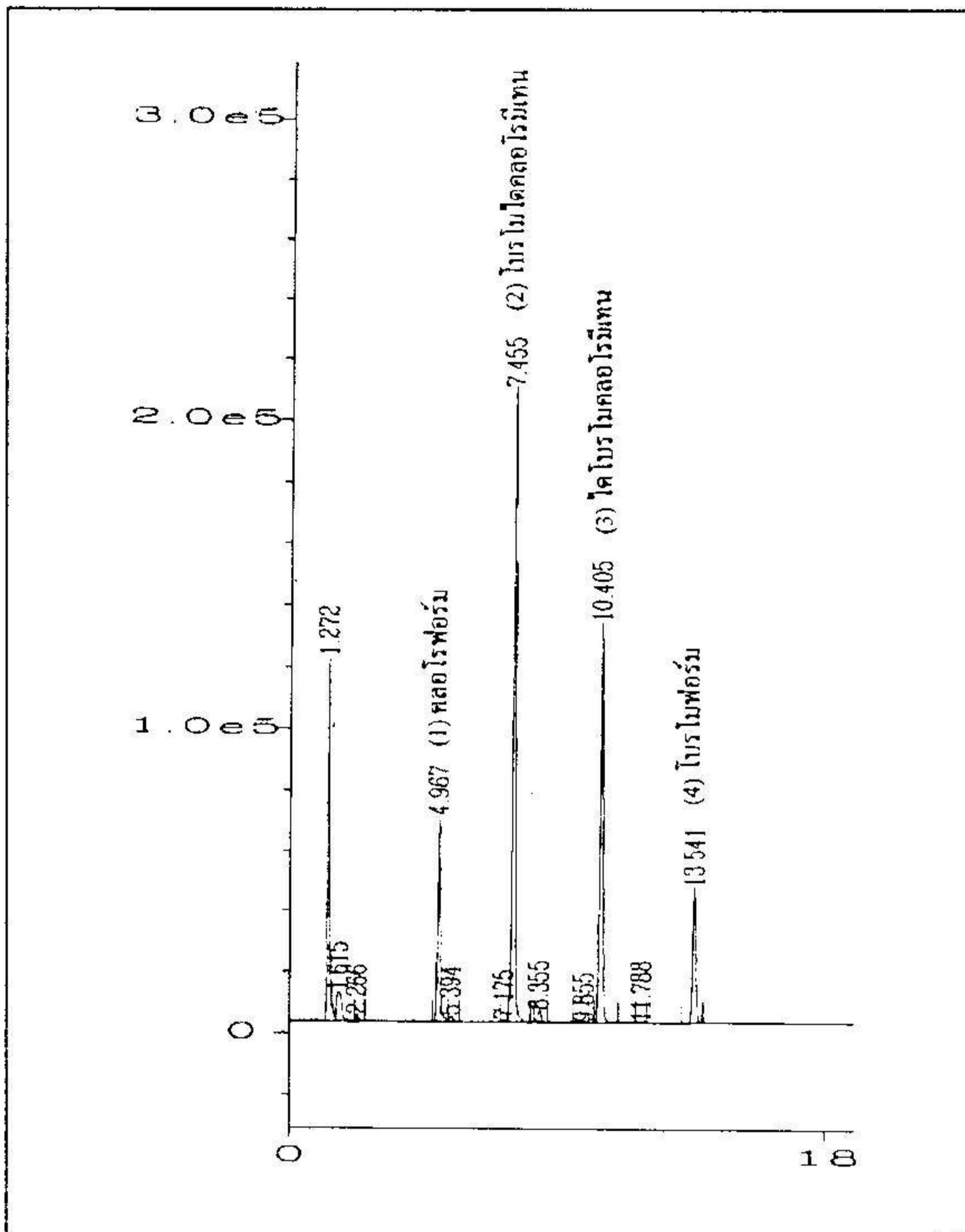
การคำนวณ

ปริมาณ สารไตรฮาโลมีเทนแต่ละชนิด (ไมโครกรัมต่อลิตร) = พื้นที่ใต้ peak x R

โดย R คือ Response factor จากกราฟมาตรฐาน

ผล

Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน THMs (ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร) แสดงในรูปที่ 1 จะเห็นว่าด้วยสภาวะที่ใช้สารทั้ง 4 ชนิดแยกจากกันได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 1 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน
(1) คลอโรฟอร์ม (2) โบรโมไตรคลอโรมีเทน
(3) ไดโบรโมไตรคลอโรมีเทน (4) โบรโมฟอร์ม
ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 2 กราฟมาตรฐานของคลอโรฟอร์มในช่วงความ
เข้มข้น 1-100 ไมโครกรัมต่อลิตร

เมื่อสร้างกราฟมาตรฐานที่แสดงความสัมพันธ์
ของความเข้มข้นของสาร THMs แต่ละชนิด กับค่าพื้นที่
ใต้ peak ในช่วง 1-100 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่า
ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง โดยมีค่า r^2 ดังนี้ คลอโรฟอร์ม
0.999 โบรโมไตรคลอโรมีเทน 0.999 ไดโบรโมไตรคลอโรมีเทน
0.999 และ โบรโมฟอร์ม 0.997 รูปที่ 2 แสดงกราฟ
มาตรฐานของคลอโรฟอร์ม

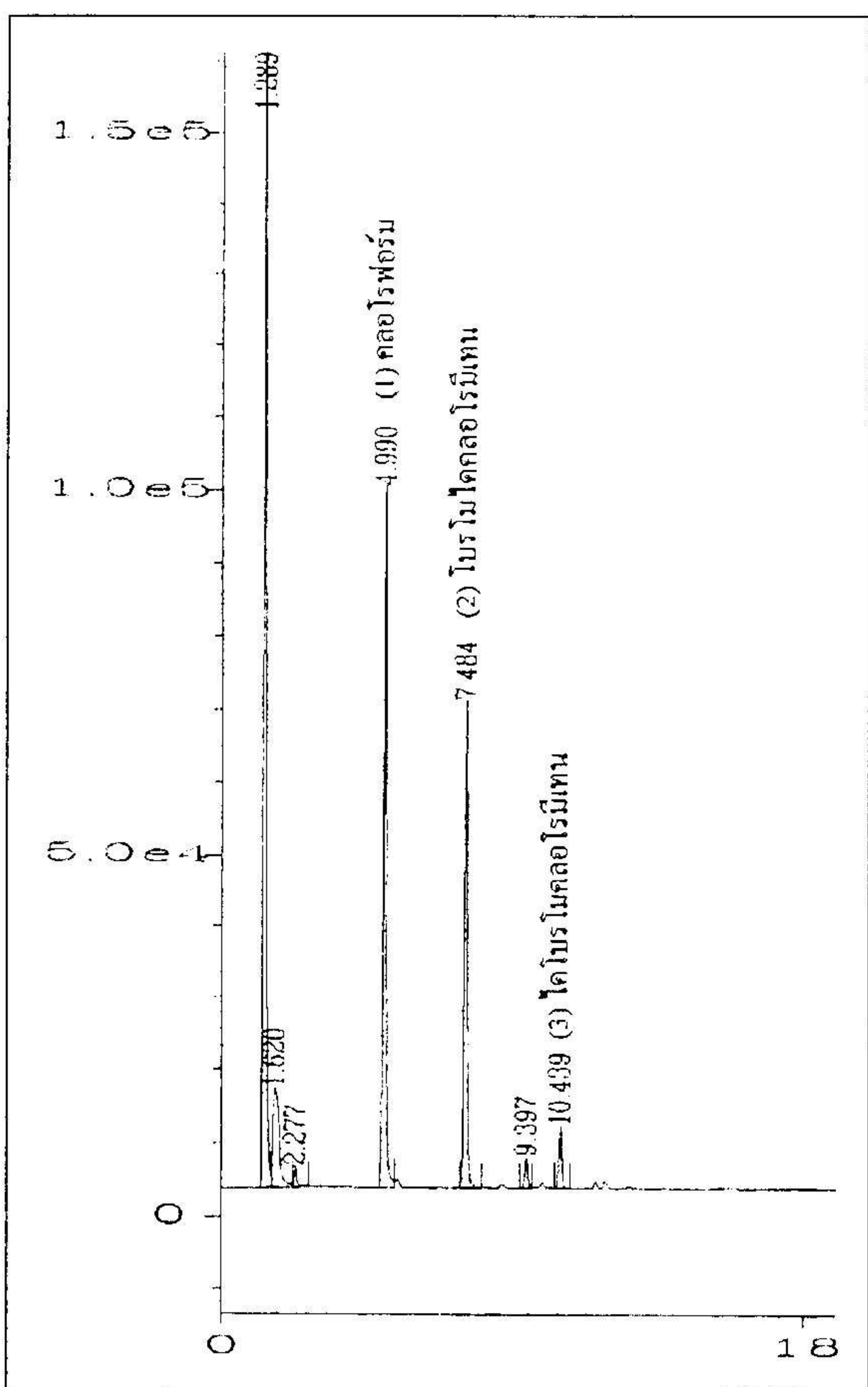
วิธีที่ได้ทำการศึกษาพบว่ามีความ Limit of
Quantitation (LOQ) ที่ 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และ
ที่ระดับ LOQ ได้ศึกษาความแม่นยำและความถูกต้อง
โดยการเติมสารมาตรฐานลงในตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์
6 ซ้ำ สามารถคำนวณค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความ
แปรปรวน (%RSD) ได้ดังนี้ คลอโรฟอร์ม 2.5 โบรโม
ไตรคลอโรมีเทน 1.2 ไดโบรโมไตรคลอโรมีเทน 2.8 และ

โบรโมฟอร์ม 3.9 และมีประสิทธิภาพวิธี (% Recov-
ery) เท่ากับ ร้อยละ 80, 129, 100 และ 72 ตามลำดับ
และเมื่อทดสอบความแม่นยำและความถูกต้อง ที่ระดับ 1
และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด
ของกราฟมาตรฐานก็ได้ผลน่าพอใจดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อทำการวิเคราะห์น้ำประปาในเขตจ่ายน้ำของ
การประปานครหลวงจำนวน 18 ตัวอย่างด้วยวิธีนี้
พบว่าน้ำประปามี THMs ทุกตัวอย่างโดยตรวจพบ
คลอโรฟอร์ม ในช่วง 34.7-63.4 (เฉลี่ย 49.4)
ไมโครกรัมต่อลิตร โบรโมไตรคลอโรมีเทน ในช่วง 8.8-18.6
(เฉลี่ย 13.2) ไมโครกรัมต่อลิตร ไดโบรโมไตรคลอโรมีเทน
ในช่วง 0.5-2.8 (เฉลี่ย 1.3) ไมโครกรัมต่อลิตร และ
ตรวจไม่พบโบรโมฟอร์ม chromatogram ของ THMs
ที่พบในน้ำประปาแสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 1 ความแม่นยำและความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ที่ 1 และ 100 ไมโครกรัมต่อลิตร

สารไตรฮาโลมีเทน	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ความแม่นยำ (%RSD)	ความถูกต้อง (%Recovery)
คลอโรฟอร์ม	1	0.02	105
	100	2.96	99
โบรมोไดคลอโรมีเทน	1	0.02	101
	100	3.14	98
ไดโบรมอคลอโรมีเทน	1	0.08	105
	100	2.68	98
โบรมอฟอร์ม	1	0.07	93
	100	2.31	98



ภาพที่ 3 Chromatogram ของตัวอย่างน้ำประปาที่ตรวจพบสารไตรฮาโลมีเทน

วิจารณ์

เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีชนิดซีดี เป็นเครื่องมือที่มีความไวสูงมาก สามารถตรวจวัด THMs และสารอื่นได้ในปริมาณต่ำๆ ในระดับส่วนในพันล้านส่วนได้ ดังนั้นในการเตรียมสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ และควรทำในที่ที่ไม่มี การปนเปื้อนของสารระเหยในอากาศ โดยเฉพาะคลอโรฟอร์มซึ่งใช้กันทั่วไปในงานตรวจวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในน้ำและใน headspace ของ vial เพราะจะทำให้ความเข้มข้นของสาร THMs ที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าความเป็นจริง

เทคนิค headspace ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถลดความผิดพลาดและขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ทำให้วิธีการไม่ยุ่งยาก ง่าย ๆ ใด ๆ ก็ดี ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้จากความแตกต่างของปริมาตรของ vial ที่ใช้กับสารมาตรฐานและตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะนอกจากปริมาตรของสารละลาย (น้ำ) จะมีผลต่อความเข้มข้นของ THMs แล้ว ปริมาตรของ headspace (ปริมาตรใน vial ที่อยู่เหนือสารละลาย) ก็มีความสำคัญเพราะเป็นตัวกำหนดความเข้มข้นของ THMs ที่แยกตัวออกจากน้ำก่อนจะถูกฉีดเข้าระบบ GC การป้องกันหรือลดความ

ผิดพลาดสามารถทำได้โดยเลือกใช้เฉพาะ vial ที่ผ่านการ calibrate แล้วเท่านั้น ในการศึกษานี้เลือกใช้ vial ที่มีปริมาตรต่างกันไม่เกิน $\pm 2SD$ หรือประมาณ ± 0.2 มิลลิลิตร

ในการศึกษานี้เพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมนั้น นอกจากสภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟแล้ว parameter ต่างๆของ headspace sampler ก็สำคัญ โดยเฉพาะอุณหภูมิของ oven และเวลาที่ตัวอย่างถูกทำให้กลายเป็นไอใน oven เพื่อให้ THMs แต่ละตัวแยกตัวออกจากน้ำมาอยู่ใน headspace ข้างบน การศึกษานี้ได้ทำการปรับเทียบอุณหภูมิที่ 50, 60, 70 และ 80 °C โดยให้ parameter อื่นๆ คงที่ พบว่าอุณหภูมิที่ 70 °C จะให้ peak สูงสุดทุกตัว ขณะที่เมื่อให้อุณหภูมิที่ 80 °C นั้น peak ของโบรโมฟอร์มกลับต่ำลง จึงเลือกอุณหภูมิ 70 °C เมื่อให้อุณหภูมิ 70 °C แล้วศึกษาผลของเวลา (15, 20, 25 และ 30 นาที) พบว่าระหว่าง 15-25 นาที ความสูงของ peak ค่อนข้างเป็นเส้นขนานกับแกน X ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้เวลาที่ 20 นาที

ในการกำหนดค่า Limit of Detection (LOD) ได้ศึกษาค่า background ในน้ำ (organic free) ที่ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐาน พบว่ามีคลอโรฟอร์ม ประมาณ 0.1 $\mu\text{g/L}$ ดังนั้นจึงกำหนดให้ LOD เท่ากับ 0.2 $\mu\text{g/L}$ นั่นคือ 2 เท่าของ background ซึ่งสอดคล้องกับ Cammann K. et al ได้รายงานไว้ในปี 1993 และเมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐานที่ 0.5 $\mu\text{g/L}$ (6 ซ้ำ) พบว่าสำหรับ คลอโรฟอร์ม ไดคลอโรโบรโมมีเทน คลอโรไดโบรโมมีเทน และ โบรโมฟอร์ม มีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%RSD) และ ประสิทธิภาพวิธี (%Recovery) อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ดังนั้นจึงกำหนดค่า Limit of Quantitation เท่ากับ 0.5 $\mu\text{g/L}$ สำหรับสารทั้ง 4 ชนิด

ผลการวิเคราะห์น้ำประปาในกรุงเทพมหานครทั้ง 18 ตัวอย่าง ในเขตจ่ายน้ำของการประปานครหลวงมี ปริมาณที่พบเรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้ คลอโรฟอร์ม > ไดคลอโรโบรโมมีเทน > ไดโบรโมคลอโรมีเทน และ ไม่พบโบรโมฟอร์ม อย่างไรก็ตาม การศึกษาในประเทศอื่นๆ

หลายประเทศพบปริมาณเรียงจากมากไปหาน้อยใน ลักษณะตรงกันข้ามคือ โบรโมฟอร์ม > ไดโบรโมคลอโรมีเทน > ไดคลอโรโบรโมมีเทน > คลอโรฟอร์ม⁽¹⁰⁾ แสดงให้เห็นว่า น้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาของกรุงเทพมหานคร มีปริมาณโบรโมด์ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากการเติมคลอรีน จะทำให้โบรโมด์เปลี่ยนเป็นโบรมีน และจะเกิดปฏิกิริยา Bromination ซึ่งเกิดได้ดีกว่าปฏิกิริยา Chlorination

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ THMs ในน้ำประปาที่ ตรวจพบกับเกณฑ์กำหนดขององค์การอนามัยโลก จะเห็นว่าพบต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดมาก และเมื่อ เปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งกำหนด เกณฑ์สำหรับคลอโรฟอร์ม ไม่เกิน 60 $\mu\text{g/L}$ ไดคลอโรโบรโมมีเทน ไม่เกิน 30 $\mu\text{g/L}$ ไดโบรโมคลอโรมีเทน ไม่เกิน 100 $\mu\text{g/L}$ และโบรโมฟอร์ม ไม่เกิน 90 $\mu\text{g/L}$ แล้ว จะเห็นว่าจากข้อมูลเบื้องต้นน้ำประปาของ กรุงเทพมหานครยังมีความปลอดภัยสูง

สรุป

วิธีวิเคราะห์สารไตรฮาโลมีเทนในน้ำดื่มใช้เทคนิคนี้ สามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณไตรฮาโลมีเทนในระดับส่วน ในพันล้านส่วนได้ โดยไม่ต้องมีความยุ่งยากในการ เตรียมตัวอย่าง อย่างไรก็ตามก็ต้องใช้ความระมัดระวังสูง เพราะอาจมีการปนเปื้อนเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังเป็นวิธี ที่เป็น automation สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ครั้ง ละหลายๆ ประมาณ 30 ตัวอย่างต่อวัน จัดได้ว่าเป็นวิธีที่มี ประสิทธิภาพสูง มีความแม่นยำและความถูกต้องอยู่ใน เกณฑ์ดี อีกทั้งวิธีนี้ยังสามารถสนับสนุนงานคุ้มครอง ผู้บริโภคด้านความปลอดภัยของน้ำดื่มได้เป็นอย่างดี

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ Mr. Yoichi Sekiguchi, JICA expert ในโครงการ Strengthening of Food Sanitation ที่ได้ให้การสนับสนุนทางวิชาการและเครื่องมือ คุณทัศนีย์ จุฬามรกต ผู้อำนวยการกองอาหารที่ให้

คำแนะนำและผลักดันให้เกิดการวิจัยนี้ และเจ้าหน้าที่
การประปานครหลวงและกรุงเทพมหานครที่เป็นผู้เก็บ
ตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

1. International Programme of Chemical Safety 1996 Guidelines for drinking-water quality. 2nd edition Vol. 2 Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, Switzerland. p. 849-869.
2. National Archives and Records Administration 1993 Code of Federal Regulations. Protection of Environment 40 part 141.30 The Office of the Federal Register, Washington D.C., U.S.A.
3. Greenberg, A.E., Clesceri, L.S., Eaton, A.D. and Franson, M.A.H. (editors) 1992 Standard methods for water and waste water. 15th edition, American Public Health Association, Washington D.C., U.S.A. p. 6:61-6:66.
4. Badawy, M.I. 1992 Trihalomethane in drinking water supplies and reused water. Bull. Environmen. Contam. Toxicol. 48:157-162.
5. Cammann, K. and Hubner, K. 1993 False results in headspace gas chromatographic analysis of trihalomethanes in swimming pool water due to elevated headspace temperatures. J. Chromatogr. 48:294-298.
6. Japan Ministry of Health and Welfare 1981 Counterplan for total trihalomethanes in drinking water. Jap.J Water Works Assoc. 56:76-77.
7. German Standardized Methods 1991 Analyses in water, waste water and sewage sludge, DEV, Prescription 38407, part 5.
8. Rook, J.J. 1975 Bromierung Organischer Wasserhaushaltstoffe als nabenteaktion der chlorung, Vam Wasser, 49:44-46. (in german)
9. Peters, R.J.B., de Leer, E.W.B. and de Galen, L. 1990 Water Res. 24:797-800.
10. Amy, G.L., Chedik, P.A., Chowdhury, Z.K., King, P.H. and Cooper, W.J. 1985 Water chlorination, chemistry, environmental impact and health effects Vol. 5, Lewis, Chelsea, MI, p. 907-922.