การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Cl)โดยวิธีไอออนโครมาโตกราฟีในตัวอย่างน้ำดื่มจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Ion Chromatographic Method for Determination of Chloride in Drinking Water from Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

มยูร หลำสุบ[1], พีรดา ภักดีพิน[2], สราวุธ เดชมณี[3], รุ่งโรจน์ รัตนโอภาส[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์(Cl) ในตัวอย่างน้ำดื่มจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชโดยวิธีไอออนโครมาโทกราฟี โดยใช้สภาวะในการวิเคราะห์คือ column : IonPac AS 15, eluent : KOH 10 mM, flow rate : 0.25 mL/min, injected volume : 25 µL และ detection : suppressed conductivity พบว่าปริมาณคลอไรด์(Cl)มีค่าอยู่ในช่วง 1.14 – 1.66 mg/L และเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (% recovery) มีค่าอยู่ในช่วง 80 - 100 % โดยใช้กราฟมาตรฐานที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.50 – 5.00 mg/L มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นเส้นตรงเท่ากับ 0.996 และจากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณคลอไรด์ในน้ำดื่มมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ : ปริมาณคลอไรด์ ไอออนโครมาโตกราฟีและตัวอย่างน้ำดื่ม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช[1],
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์[2], สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์[3]

บทนำ

"น้ำ" แม้จะไม่ใช่สารอาหารแต่น้ำก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับร่างกายมนุษย์ ซึ่งในร่างกายของคนเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำเป็นองค์ประกอบของเลือด ของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย คนเราถึงแม้ว่าจะขาดอาหารหลายๆ วันก็ยังมีชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าขาดน้ำเพียง 2-3 วันก็อาจจะเสียชีวิตได้ ในแต่ละวันคนเราควรดื่มน้ำให้ได้ 6-8 แก้ว จึงจะเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย น้ำที่ดื่มควรเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากเชื้อโรค ในอดีตคนไทยเรานิยมนำน้ำฝนมาดื่ม แต่เนื่องจากในปัจจุบันสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมลงมีการปนเปื้อนของมลพิษในอากาศมากขึ้น น้ำฝนจึงไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคหรือไม่เช่นนั้นควรนำมาต้มก่อนจึงนำมาบริโภค

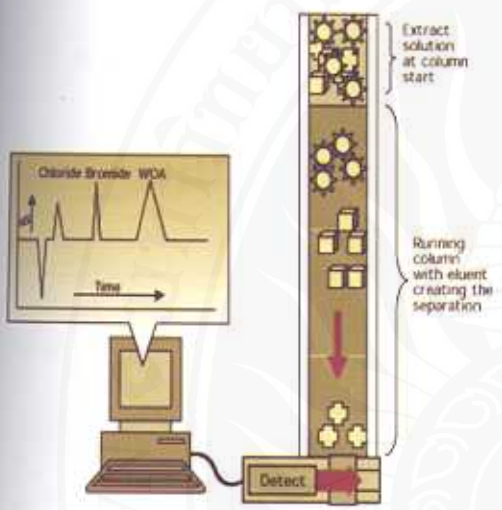
ในปัจจุบันมนุษย์ได้หันมาใช้น้ำประปา แต่หากเป็นน้ำประปาที่ผ่านมาทางท่อที่ไม่มีการแตกร้าวหรือรั่วก็สะอาดเหมาะสมที่นำมาบริโภค แต่น้ำประปาอาจมีกลิ่นหรือสารที่ไม่พึงประสงค์ตัวอย่าง เช่น กลิ่นคลอรีน โลหะหนัก และสารพิษอื่นๆ เป็นต้น ดังนั้นน้ำประปาที่จะนำมาบริโภคควรนำไปต้มหรือผ่านกระบวนการกรองก่อนที่จะนำมาบริโภค แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะมีการนำน้ำมาผ่านกระบวนการกรองหรือปรับปรุงคุณภาพก็ยังพบว่ามีปริมาณแร่ธาตุหรือสารบางชนิดปนเปื้อนอยู่เช่น ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง เหล็ก ไนเตรท ไนไตรท์ ซัลเฟต และคลอไรด์ เป็นต้น ถึงแม้ว่าสารดังกล่าวจะมีในปริมาณน้อยแต่ถ้าร่างกายได้รับและมีการสะสมเป็นประจำสม่ำเสมอ ก็อาจจะเป็นอันตรายกับร่างกายได้

คลอไรด์ในน้ำจะอยู่ในรูป Cl^- ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ที่พบมาก ในปัจจุบันพบว่าได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายซึ่งอาจอยู่ในรูปสารประกอบ เช่น NaCl : ใช้ปรุงรสอาหาร ถนอมอาหาร ในต่างประเทศใช้ NaCl สำหรับละลายน้ำแข็งในหิมะ $CaCl_2$: ใช้เป็นสารดูดความชื้น ใช้ในเครื่องทำความเย็นในอุตสาหกรรมห้องเย็น ใช้ทำฝนเทียม KCl : ใช้ทำปุ๋ย NaClO , $Ca(ClO)_2$: ใช้เป็นน้ำประสารดีบุก และใช้เป็นอิเลคโทรไลต์ในเซลล์ถ่านไฟฉาย HCl :ใช้กำจัดสนิมเหล็กก่อนที่จะฉาบสารกันสนิม DDT : ใช้เป็นยาฆ่าแมลง ฟรีออน หรือสาร CFC : ใช้ทำความเย็น เป็นตัวขับดันในกระป๋องสเปรย์ ทำให้คลอไรด์มีโอกาสปนเปื้อนในลงสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้คลอไรด์ยังพบในแหล่งธรรมชาติเช่นบริเวณชายหาดจะพบคลอไรด์ในบ่อที่มีน้ำชะดินจากแหล่งน้ำกร่อยเข้ามา ดังนั้นปริมาณคลอไรด์จึงมีโอกาสปะปนมาในน้ำที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภค

ถ้าคลอไรด์มีปริมาณมากก็สามารถเป็นอันตรายต่อท่อ(ที่ทำจากโลหะ)ส่งน้ำได้และทำให้พืชน้ำเจริญ ถ้ามีคลอไรด์ในน้ำ 250 ppm จะทำให้น้ำเริ่มมีรสเค็ม ในทางการแพทย์ได้กำหนดว่าโภชนาการที่ดีนั้นจะต้องมีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่ำ โดยทั่วไปร่างกายมักจะได้รับคลอไรด์ในรูปของเกลือเป็นส่วนใหญ่ การรับประทานอาหารที่มีความเค็มสูง พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะความดันโลหิตสูงและการรับประทานอาหารที่มีเกลือต่ำจะลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะความดันโลหิตสูง

จากผลกระทบของคลอไรด์จึงต้องมีการพัฒนาการเทคนิคการวิเคราะห์โดยอาศัยเทคนิควิธีการ อุปกรณ์รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งไอออนโครมาโตกราฟี (Ion Chromatography, IC) เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของลิควิดโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) ที่อาศัยตัวตรวจวัด (detector)ได้หลายตัวเช่น conductivity detector และ UV detector เป็นวิธีที่วิเคราะห์สารในรูปของไอออนบวก(cation)เช่นธาตุหมู่ IA ได้แก่ Li^+, Na^+ และ K^+ เป็นต้น และธาตุ หมู่ IIA ได้แก่ Ca^{+2}, Ba^{+2} และ Mg^{+2}เป็นต้น ธาตุแทรนซิชัน(transition)ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโลหะซึ่งเรียกว่าโลหะหนักได้แก่ Cu^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}, และ Mn^{2+}

เป็นต้น และสามารถวิเคราะห์สารในรูปของไอออนลบ(anion) เช่น กลุ่มไอออนลบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุ 2 ชนิด ได้แก่ PO^{3-}_4, SO^{2-}_4, NO^-_2, NO^-_3, ClO^-_3 และ CN^- เป็นต้น กลุ่มธาตุแฮโลเจนหรือธาตุในหมู่ VIIA ธาตุกลุ่มนี้จะอยู่ในรูปของไอออนลบที่มีประจุลบ-1 ได้แก่ I^-, Br^-, F^- และ Cl^- เป็นต้น



รูปที่ 1 Ion chromatography ,IC

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์(Cl)ในตัวอย่างน้ำดื่มซึ่งเป็นตัวอย่างจากหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 5 ตัวอย่างได้แก่ S1 S2 S3 S4 และ S5 (ทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม 2551) โดยวิธีไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatography, IC)

เครื่องมือ

1. ครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatography , IC) รุ่น DX – 500 ผลิตโดยบริษัท DIONEX ประกอบด้วย

- valve สำหรับฉีดสาร ที่มี Sample loop
- guard column รุ่น AG 4A SC
- saparation column ชนิด Ion Pac AS 15 Analytical
- detector ใช้ conductivity detector

2. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

อุปกรณ์

1. volumetric flask
2. beaker
3. syringe
4. vial
5. on gard
6. filter syringe
7. filter paper
8. micropipet
9. spatula
10. label paper

สารเคมี

1. potassium hydroxide (KOH)
2. sodium chloride (NaCl)
3. DI water

ตัวอย่าง

เป็นตัวอย่างน้ำดื่มจากหอพักนักศึกษาที่ผ่านเครื่องกรองของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ S1 S2 S3 S4 และ S5 (ทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม 2551)

วิธีการทดลอง

เตรียมตัวอย่างน้ำโดยการนำตัวอย่างไปกรองก่อนทำการวิเคราะห์

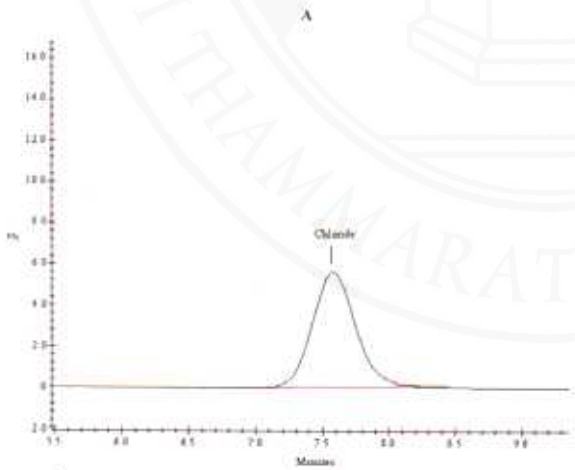
เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 และ 5.00 mg/L

ทำการศึกษาสภาวะของเครื่องมือ ซึ่งจากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์(Cl) เป็นดังนี้ คือ

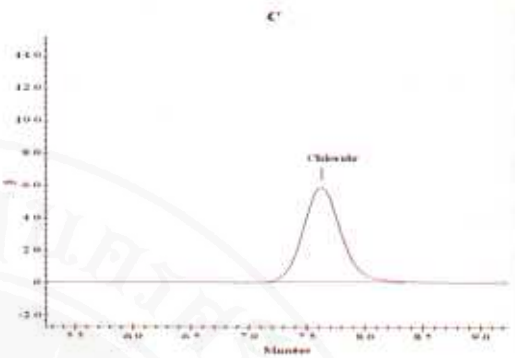
column : IonPac AS 15
Eluent : 10 mM KOH
Flow rate : 0.25 mL / min
Injected volume : 25 µL
Detection : suppressed conductivity

สร้างกราฟมาตรฐานและวิเคราะห์สารตัวอย่าง

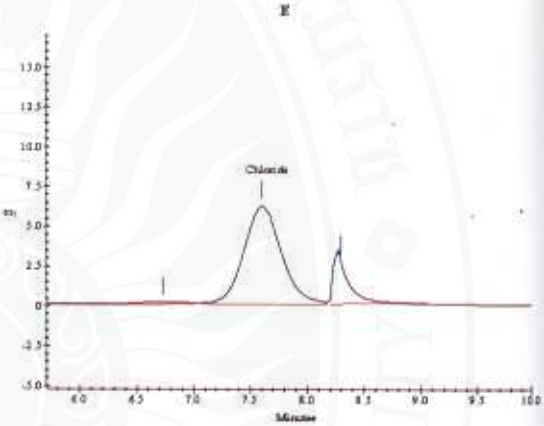
แปลผลข้อมูล



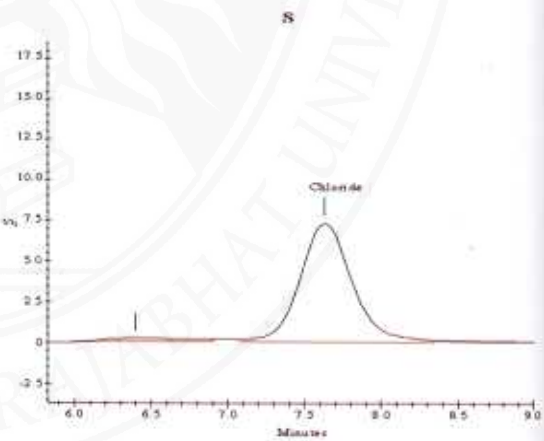
รูปที่ 2 แสดงพีก(peak)ของคลอไรด์ (Cl^-)ในตัวอย่างน้ำ S1



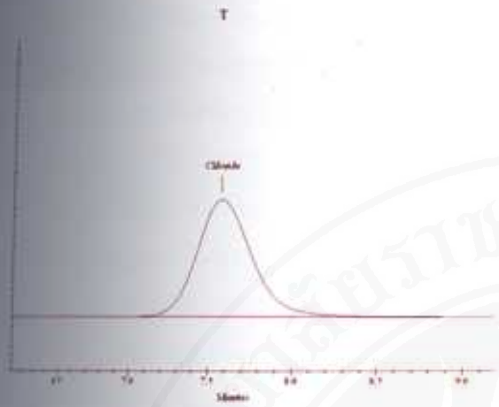
รูปที่ 3 แสดงพีก(peak)ของคลอไรด์ (Cl) ในตัวอย่างน้ำ S2



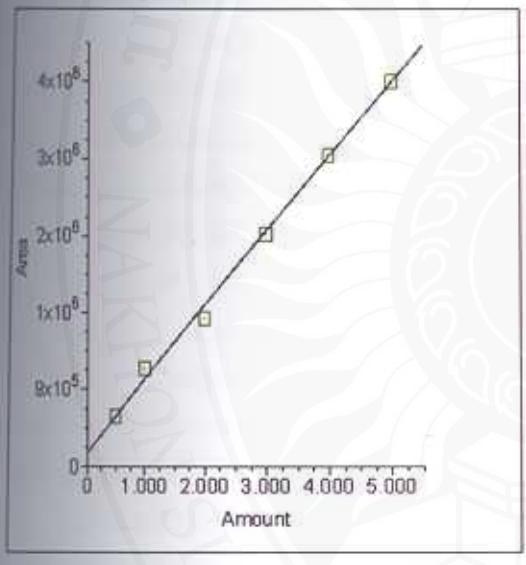
รูปที่ 4 แสดงพีก(peak)ของคลอไรด์ (Cl) ในตัวอย่างน้ำ S3



รูปที่ 5 แสดงพีก(peak)ของคลอไรด์ (Cl) ในตัวอย่างน้ำ S4



รูปที่ 6 แสดงพีก(peak)ของคลอไรด์ (Cl^-) ในตัวอย่างน้ำ S5



รูปที่ 7 แสดงกราฟมาตรฐานของคลอไรด (Cl^-) ที่ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 และ 5.00 mg/L ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นเส้นตรงเท่ากับ 0.996

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Cl^-)

ตัวอย่าง	ปริมาณคลอไรด์ (Cl^-) (mg/L)	% recovery (%)
S1	1.14	100
S2	1.21	89
S3	1.33	96
S4	1.66	80
S5	1.38	84

จากการศึกษาพบว่าพีก(peak) ของคลอไรด์ ในตัวอย่างน้ำจะปรากฏที่ประมาณ 7.6 นาที ดังรูปที่ 2- 6

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Cl) ในตัวอย่างน้ำดื่ม โดยวิธีไอออนโครมาโตกราฟี (Ion Chromatography, IC) โดยใช้กราฟมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.50, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 และ5.00 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นเส้นตรงเท่ากับ 0.996 ดังรูปที่ 7 พบว่าปริมาณคลอไรด์ (Cl)ในตัวอย่าง S1, S2, S3, S4 และ S5 มีค่าเท่ากับ 1.14, 1.21, 1.33, 1.66 และ 1.38 ดังตารางที่ 1 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (% recovery) มีค่าเท่ากับ 100, 89, 96, 80 และ 84 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Cl) ในตัวอย่างน้ำดื่มซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำ จากหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ S1, S2, S3, S4 และ S5 โดยใช้เทคนิคทางไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatography , IC) โดยใช้เครื่อง ไอออนโครมาโทกราฟี(Ion Chromatography ,IC) รุ่น DX – 500 ผลิตโดยบริษัท DIONEX ซึ่งก่อนทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการ

วิคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมเป็นดังนี้คือ

- column : IonPac AS 15
- Eluent : 10 mM KOH
- Flow rate : 0.25 mL / min
- Injected volume : 25 ?L
- Detection : suppressed conductivity

พบว่าปริมาณคลอไรด์(Cl) มีค่าอยู่ในช่วง 1.14 – 1.66 mg/L และเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (% recovery) มีค่าอยู่ในช่วง 80 - 100 % โดยใช้กราฟมาตรฐานที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.50 – 5.00 mg/L มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นเส้นตรงเท่ากับ 0.996 และจากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณคลอไรด์ในน้ำดื่มมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม นอกจากนี้เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์หรือพัฒนาในการวิเคราะห์หาสารชนิดต่างๆ เช่น SO^{2}, NO_{2}^{-}, NO_{3}^{-}, Br^{-} และ F^{-} รวมถึงการวิเคราะห์สารมากกว่า 1 ชนิดในครั้งเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

1. การอบรมปฏิบัติการวิทยากรแกนนำคอมพิวเตอร์ กลุ่มที่ 1 ณ โรงเรียนระยองวิทยาคม จ.ระยอง.**สารประกอบคลอไรด์ในชีวิตประจำวัน.** (12 /7/ 2551).http://www.rmutphysics.com/charud/ oldnews/84/chemistry /choride.html
2. ชูติมา ศรีวิบูลย์. **Analysis by hromatography instruments HPLC IC GC.** มหาวิทยาลัยรามคำแหง,2546.
3. แม้น อมรสิทธ์และอมร เพชรสม . **Principle and Techniques of instrumental Analysis .** ชวนพิมพ์.กรุงเทพมหานคร, 2535.
4. มยูร หล่ำสุบและหัสดี ยิ้มคล้าย. **การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำแข็งบรรจุถุงบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช,2548.
5. โรงพยาบาลสงขลานครินทร์.**คลอไรด์.** (12/7/2551) .http://www. bloggang. com/viewblog.php?id=zhulian&date =02-04-2005&group=1&gblog=8
6. DIONEX Application Note 113. **Determination of Trace Anions in High Purity Waters by High Volume/ Direct Injection Ion Chromatography .** (12 /7/ 2551) http://www1. dionex.com/ en-us/webdocs/4072_an113.pdf
7. Jose A. Morales , Ligbel S. de Graterol and Johan Mesa. **Determination of chloride, sulfate and nitrate in groundwater samples by ion chromatography.** Journal of Chromatography A, 884 ,185–190, 2000.
8. Mayoon Lamsub , Saravut Dejmanee and Roongroj Ratana-ophas. **Determination of nitrate and nitrite by Ion Chromatography method in drinking water sample form Nakhon Si Thammarat Rajabhat University.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 7. ฉบับที่ 1.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมนครศรี , 2550.