

1992-05-01

A Study on Water Purity using Electrical Conductivity(ความบริสุทธิ์ของน้ำดื่มที่ใช้)

Prasert Songkittiguna

Kriwal Wattoom

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/cudj>



Part of the [Dentistry Commons](#)

Recommended Citation

Songkittiguna, Prasert and Wattoom, Kriwal (1992) "A Study on Water Purity using Electrical Conductivity(ความบริสุทธิ์ของน้ำดื่มที่ใช้)," *Chulalongkorn University Dental Journal*: Vol. 15: Iss. 2, Article 1. DOI: 10.58837/CHULA.CUDJ.15.2.1
Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/cudj/vol15/iss2/1>

This Original article is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Dental Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

บทวิทยาการ

ความบริสุทธิ์ของน้ำดื่มน้ำใช้

บทคัดย่อ

ศึกษาความสะอาดของน้ำด้วยการนำสื่อไฟฟ้าหาความเป็นกรด เป็นด่าง และเพาะเชื้อ พบว่าน้ำฝน ปี พ.ศ. 2534 มีสิ่งปนเปื้อนมากกว่าน้ำฝนปี พ.ศ. 2533 ตัวอย่างน้ำฝนและน้ำกลั่นภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความเป็นกรดใกล้เคียงกัน แต่น้ำกลั่นมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด ต่ำกว่าค่าน้ำมาตรฐานของตำรับยาอังกฤษ น้ำประปาและน้ำดื่ม บรรจุขายในท้องตลาดมีฤทธิ์เป็นด่างอ่อนและมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด สามารถแก้ไขได้ด้วยการต้มเดือด น้ำฝน น้ำประปา และน้ำดื่มบรรจุขาย มีเชื้อแบคทีเรียแต่ไม่เกินมาตรฐาน เนื่องจากการมีฤทธิ์เป็นกรดของน้ำฝนและน้ำกลั่นไม่แนะนำให้ใช้บริโภค อาจมีผลเสียต่อเคลือบฟัน ส่วนน้ำประปาและน้ำขายในท้องตลาดควรต้มก่อนบริโภค

ได้รับเรื่องเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2534

ประเสริฐ ทรงกิตติคุณ ท.บ., วท.ม., Ph.D. (เภสัชฯ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเภสัชวิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไกรวัล วัคตุม ค.บ.

นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเภสัชวิทยา

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

น้ำมีความสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ และสัตว์ น้ำเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ในร่างกายของมนุษย์ ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยน้ำ 60% ของน้ำหนัก⁽¹⁾ น้ำสังเคราะห์หรือสร้างขึ้นในร่างกายไม่ได้ ต้องได้จากการดื่มวันละประมาณ 6-8 แก้ว กล่าวกันว่า ร่างกายขาดน้ำมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2-3 วัน⁽²⁾ การอดอาหารหรือสารอาหารอื่น มนุษย์จะมีชีวิตอยู่ได้นานมากกว่าอดน้ำ น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์เมมเบรน เชื้อกันวาร์บ ๑ เมมเบรนมีช่องว่างบรรจุน้ำอยู่ภายใน (water filled pores) และยอมให้สารหรือยาละลายในน้ำผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์ได้⁽³⁾ ถ้าเปรียบเทียบกับอะมิโนแอซิด (amino acid) น้ำจัดเป็นสารสำคัญ (essential chemical) เพราะร่างกายสังเคราะห์ใช้เองไม่ได้ น้ำเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น แต่ก็มีโทษมหันต์ อาทิเช่น เป็นสื่อกลางนำเชื้อก่อโรค⁽⁴⁾ เป็นตัวทำลายสารพิษก่อมะเร็ง มีความเป็นกรด เป็นด่างต่าง ๆ กันแล้วแต่แหล่งที่มาของน้ำ เช่น ฝนกรด (acid rain) ถ้าน้ำเป็นกรดหรือด่างมากเกินไป จะเป็นอันตรายต่อฟันและเนื้อเยื่อในช่องปาก ผู้ใหญ่และเด็กดื่มน้ำตลอดเวลา ปากและฟันเป็นด่านแรกที่น้ำจะเข้าไปสัมผัส การมีสารเคมี ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ จะมีผลโดยตรงกับเนื้อเยื่อในช่องปาก เป็นอันตรายมากกว่าน้ำที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกทำลายพิษ (detoxify) สารเคมีปนเปื้อนโดยขบวนการต่าง ๆ ในโลหิตและตับ องค์การอนามัยโลกตั้งคำขวัญสำหรับปี พ.ศ. 2498 ว่า “Clean Water Means Better Health”⁽⁵⁾ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ น้ำเน่าจากโรงงานอุตสาหกรรม ควันทิ้งจากรถยนต์ ขยะสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ปนเปื้อนกับแหล่งน้ำที่จะนำไปใช้ทำน้ำประปา สิ่งแวดล้อมของโลก เช่น ภูเขาไฟระเบิด การทดลองระเบิดปรมาณู การเผาไหม้ น้ำมัน องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency) พยายามผลักดันให้ทุกคน โดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจต่อปัญหาความเลวร้ายของสิ่งแวดล้อมที่เสี่ยงต่อสุขภาพ⁽⁶⁾ คือน้ำดื่มปนเปื้อน (drinking water contamination) อย่างไรก็ตาม การศึกษาคุณภาพของน้ำดื่มในด้านความเป็นกรดเป็นด่าง การปลอดภัยของน้ำดื่ม การเป็นสื่อไฟฟ้า (electrical conductivity)⁽⁷⁾ เพื่อนำไปสู่ข้อควรระวังการบริโภคน้ำดื่มเป็นจุดมุ่งหมายของการรายงานการวิจัย

วัสดุและวิธีการ

1. การเก็บน้ำตัวอย่างด้วยกล่องพลาสติก (PCC 14 DR U.S.A.) ขนาด 50 ซีซี พร้อมฝาปิดสนิท ทำความสะอาดด้วยผงซักฟอก และล้างน้ำประปา แล้วแช่น้ำยาคลอรีน 5% 20 นาที นำออกมาล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ทิ้งแห้ง ปิดฝาสนิท พร้อมนำไปบรรจุตัวอย่างน้ำ

1.1 น้ำประปา น้ำกล่องพลาสติกที่เตรียมไว้รองน้ำประปาโดยตรง ตัวอย่างน้ำประปาต้องได้จากสถานที่ผลิตน้ำประปาของการประปา ไม่เกิน 10 กม. เพื่อป้องกันการปนเปื้อนขณะที่น้ำอยู่ในท่อใต้ดิน การทดลองที่จะรายงานต่อไปนี้จะเก็บตัวอย่างน้ำประปาจากสถานที่ใกล้เคียงกับโรงผลิตน้ำประปาบางเขน

1.2 น้ำฝน หลังจากฝนตกประมาณ 1 ชม. นำกล่องพลาสติกที่เตรียมไว้รองรับน้ำฝนในที่กลางแจ้ง เรียกว่า น้ำฝนกลางหาว เก็บตัวอย่างน้ำฝนที่บริเวณตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

1.3 น้ำประปาดื่ม และน้ำฝนดื่ม นำตัวอย่างน้ำประมาณ 2 ลิตร บรรจุลงในเครื่องต้มน้ำไฟฟ้า Zojirushi ใช้ไฟฟ้า A.C. 220 V 50 Hz เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น เท่าอุณหภูมิห้อง (20°C)

1.4 น้ำกลั่น เก็บตัวอย่างโดยตรงจากเครื่องกลั่น Autostill AutoFour WS System ของภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลั่นจากน้ำประปา (สามเสน) ที่ผ่านเครื่องกรองน้ำ (water softener)

การวัดความบริสุทธิ์ของน้ำ ใช้เครื่องมือ Pure Water Test (Hanna Instruments) ซึ่งใช้หลักน้ำบริสุทธิ์ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เรียกว่า Conductivity Neutral กรณีให้น้ำไฟฟ้าได้ แสดงว่ามีสารอินทรีย์ (เชื้อโรค หนอน ฯลฯ) หรือสารอนินทรีย์ คือ เกลือ กรด และโลหะต่าง ๆ เช่น ตะกั่ว โปรท ถ่าน (carbon) และอื่น ๆ

วิธีใช้เครื่องมือ จุ่มเครื่องมือลงในตัวอย่างน้ำที่ต้องการวัด ตัวเลขจะเริ่มขึ้นจาก 0.01 ถึง 99.9 uS/cm สามารถเปลี่ยนจากหน่วย uS/cm เป็น mg/l ของ NaCl ได้ โดยกราฟกรณีเครื่องมือตกสเกล (เกิน 99.9 uS/cm) เนื่องจากน้ำมีสารเจือปนสูง ทำการเจือจางน้ำตัวอย่างด้วยกล่องพลาสติกเติมน้ำกลั่นลงในแต่ละกล่องให้เป็นจำนวนรวมทั้งหมด 20 ซีซี สำหรับน้ำประปาและน้ำดื่มบรรจุขาย (Commercially-

bottled drink water) เนื่องจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้า (conductivity) ของน้ำเหล่านี้มีมากกว่าเครื่องมือ Pure Water Test จะวัดได้ (99.9 uS/cm) ยกเว้นน้ำกลั่นและน้ำฝนวัดได้ภายในสเกลของเครื่องมือดังกล่าว

2. วัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)⁽⁸⁾ ด้วยเครื่อง Precision pH/Ion Meter (ecm 201)

วัดความเป็นกรด เป็นด่าง ที่อุณหภูมิห้อง 20°C หลังจากตั้งเครื่อง และทดสอบด้วยน้ำยามาตรฐาน (buffer solution) ที่ pH4 pH7 และ pH10 (อยู่ในช่วงห่างกัน 3)

นำตัวอย่างที่ต้องการวัดต้องเก็บอยู่ในห้อง 20°C ไม่ต่ำกว่า 1 ชม. เพื่อความเที่ยงตรง และใช้เวลาวัดไม่เกิน 3 นาที ต่อ 1 ตัวอย่างน้ำ

3. เพาะเชื้อจากตัวอย่างน้ำ

เพาะเชื้อด้วยวิธี streaking⁽⁹⁾ ใช้พลาตินัมลูป (platinum loop) นำตัวอย่างน้ำลงไปเลี้ยงเชื้อใน ก) ด้วย อะการ์ (agar plate) และ ข) อะการ์ผสมเลือด (blood agar plate) อบที่ 37°C คูณผลทุก 24 ชม. เป็นเวลา 72 ชม.

ตารางที่ 1 แสดงตัวเลขค่าเฉลี่ย ($\bar{X} \pm S.E.M.$) การนำสื่อไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ของน้ำฝน (2533) น้ำฝน (2534) น้ำประปา น้ำบรรจุขาย และน้ำกลั่น

Water Samples	Water Purity Test						
	Electrical Conductivity (uS/cm)				Equivalent to NaCl (mg/l)		
	Dilution (H ₂ O Sample : Duluent)	Boiled H ₂ O	n	Unboiled H ₂ O	n	Boiled	Unboiled
น้ำฝน							
เก่าเก็บ ⁺	—	50.47 ± 0.34	4	53.30 ± 1.08	3	20.2	20.0
ใหม่ ⁺⁺							
พ.ศ. 2533	—	—	—	8.39 ± 0.60	12	—	5.0
พ.ศ. 2534	—	—	—	67.90 ± 0.75	6	—	30.0
น้ำประปา ⁺⁺⁺	1:5	79.20 ± 5.42	4	87.37 ± 3.54	3	35.0	40.0
น้ำบรรจุขาย ⁺⁺⁺⁺	1:5	57.60 ± 1.35	3	95.93 ± 2.22	3	20.5	45.0
น้ำกลั่น ⁺⁺⁺⁺⁺	—	—	—	0.57 ± 0.09	3	—	1.0

+ คือน้ำฝนเก็บไว้ในแทงค์ ประมาณ 1 ปี

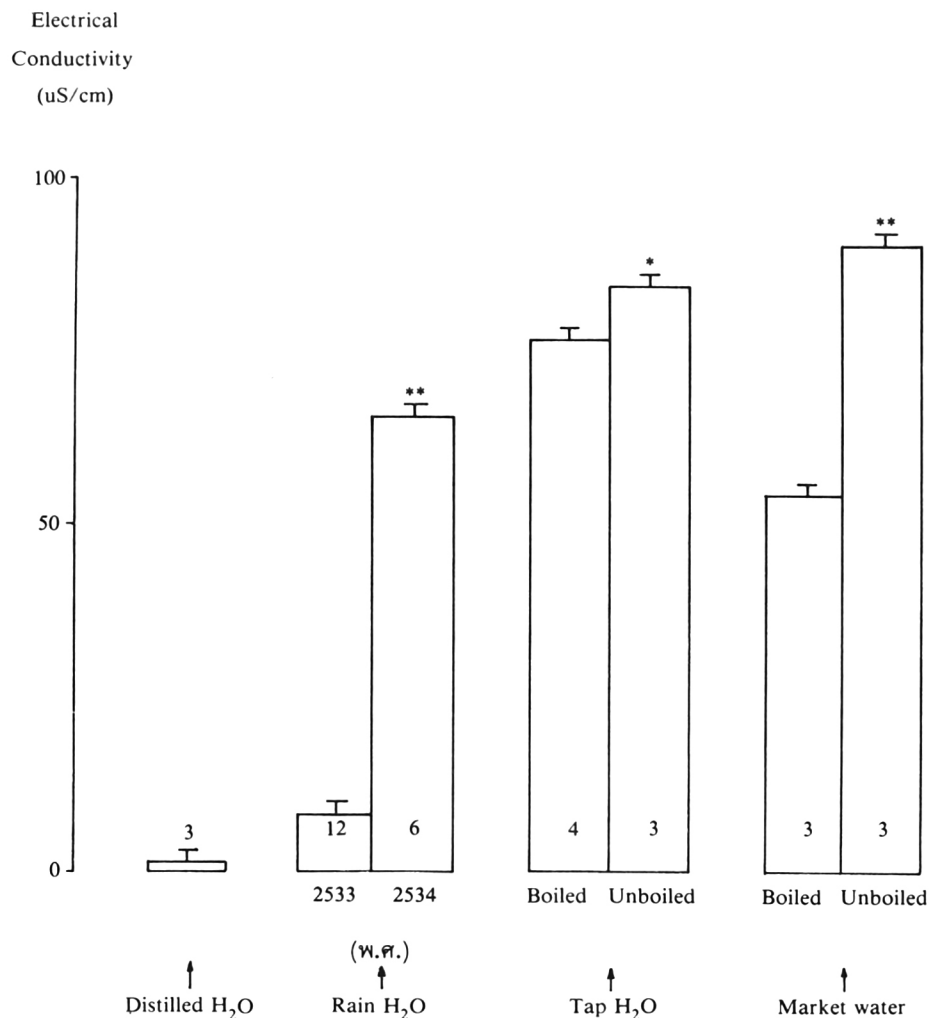
++ คือน้ำฝนรองในที่แจ้ง (น้ำฝนกลางหาว)

+++ คือน้ำประปาจากโรงผลิตน้ำบางเขน

++++ คือน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติก (Commercially-bottled water)

+++++ คือน้ำกลั่นภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ของน้ำกลั่น (ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทย-ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) น้ำฝน น้ำประปา และน้ำบรรจุขาย



Note 1. Stars represent significant level (* $P < 0.025$, ** $P < 0.001$) (unpaired Student t-test)
 2. The numbers at the base of histograms refer to the number of experiments performed.
 3. The vertical bars represent standard error of means (S.E.M.)

ผล

1. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

น้ำฝนเก็บค้างปีมีค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) 53.30 ± 1.08 uS/cm มีค่าเท่ากับค่านำไฟฟ้าของเกลือ (NaCl 20.2 mg/l) ต้มน้ำฝนเดือด (ทิ้งให้เย็น) วัดค่าการนำไฟฟ้าได้ 50.47 ± 0.34 uS/cm หรือมีค่าเทียบเท่ากับ NaCl 20 mg/l น้ำฝนเก็บจากที่แจ้งของปี พ.ศ. 2533 มีค่าการนำไฟฟ้า 8.39 ± 0.6 uS/cm (NaCl 5.0 mg/l) ส่วนน้ำฝนจากที่แจ้ง ปี พ.ศ. 2534 มีค่าการนำไฟฟ้า 67.90 ± 0.75

uS/cm (NaCl 30.0 mg/l) น้ำประปาเจือจาง จาก 1 ซีซี ทำให้เป็น 5 ซีซี (1:5) มีค่าการนำไฟฟ้า 87.37 ± 3.54 uS/cm (40 mg/l NaCl) นำน้ำประปามาต้มทิ้งให้เย็น วัดค่าการนำไฟฟ้า ได้ค่าลดลงเป็น 79.20 ± 5.42 uS/cm (35 mg/l NaCl) น้ำบรรจุขายในท้องตลาดชนิดหนึ่ง ได้ค่านำไฟฟ้า 95.93 ± 2.22 uS/cm (45 mg/l NaCl) นำมาต้ม ค่าลดลงเป็น 57.60 ± 1.35 uS/cm (20.5 mg/l ของ NaCl) ส่วนน้ำกลั่น ถือว่ามีความบริสุทธิ์มาตรฐาน ได้ค่านำไฟฟ้า 0.57 ± 0.09 uS/cm (หรือ 1 mg/l ของ NaCl (ดูตารางที่ 1 และรูปที่ 1))

2. ค่าความเป็นกรด เป็นด่าง (pH)

น้ำฝน ปี พ.ศ. 2534 มีความเป็นกรด ได้ค่า pH เท่ากับ 5.990 ± 0.036 ได้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นกรดของ น้ำกลั่น ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 5.810 ± 0.012 น้ำประปา ใกล้เคียงความเป็นกลาง ก่อนต้มมีค่า pH เท่ากับ 7.150 ± 0.041 ถ้านำน้ำประปามาต้ม pH มีค่าเป็น 7.710 ± 0.016 น้ำดื่ม บรรจุขายในท้องตลาด มีค่า pH เท่ากับ 7.960 ± 0.038 (ดูตารางที่ 2 และรูปที่ 2)

3. การเพาะเชื้อ

น้ำดื่มบรรจุขายในท้องตลาด และน้ำประปา มีเชื้อ ขึ้นใน agar plate 8 โคโลนีเท่ากัน แต่ไม่มีเชื้อขึ้นใน blood agar plate น้ำฝนมีเชื้อขึ้นใน agar plate 8 โคโลนี และ ไม่มีเชื้อขึ้นใน blood agar plate เช่นกัน (ดูตารางที่ 3 และ รูปที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} + S.E.M.$) เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำฝน น้ำประปา น้ำบรรจุขาย และน้ำกลั่น

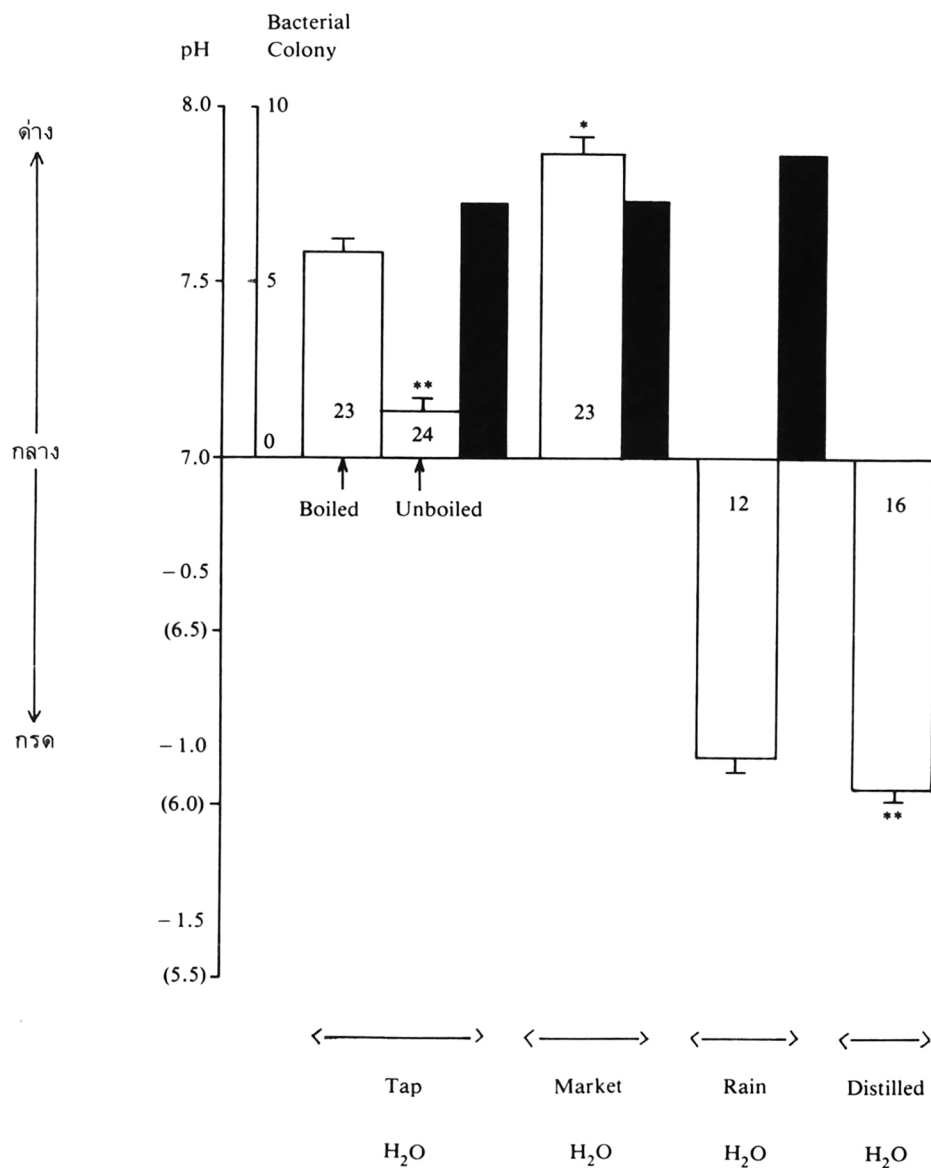
	pH			
	Boiled H ₂ O	n	Unboiled H ₂ O	n
น้ำฝน (พ.ศ. 2534)	—	—	5.990 ± 0.036	12
น้ำประปา	7.710 ± 0.016	23	7.150 ± 0.041	14
น้ำบรรจุขาย	—	—	7.960 ± 0.038	23
น้ำกลั่น	—	—	5.810 ± 0.012	16

n = จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 3 ผลการเพาะเชื้อด้วยวิธี Streaking 72 ชั่วโมง

	จำนวนโคโลนี	
	Agar plate	Blood agar
น้ำดื่มบรรจุขาย	8	No colony
น้ำประปา (บางเขน)	8	No colony
น้ำฝน (ปากเกร็ด)	10	No colony

รูปที่ 2 เปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่าง (pH) จำนวนโคโลนีของเชื้อเพาะได้ของน้ำประปา น้ำฝน น้ำบรรจุขาย และน้ำกลั่น ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



- Note
1. Stars represent significant level (* $p < 0.025$, ** $p < 0.001$) Unpaired t-test.
 2. The numbers at the base of histograms refer to the number of experiments performed.
 3. The open columns = pH
 4. The solid columns = bacterial colonies
 5. The vertical bars represent standard error of means (S.E.M.)

บทวิจารณ์

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เป็นปัญหาใหญ่ของโลก (global problems) เห็นได้จากการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วเพื่อลดมลภาวะ ในปี 2536 จะมีข้อกำหนดให้รถยนต์ใหม่ทั่วโลกติดเครื่องทำไอเสียให้บริสุทธิ์ (Catalytic converter)⁽¹⁰⁾ น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ละลายสารได้มากมายและอุม้เก็บสิ่งที่ไม่ละลาย เช่น เชื้อโรคไทฟอยด์ อหิวาตกโรค โรคบิด ตับอักเสบนิด เอ น้ำจากสระว่ายน้ำทำให้ตาอักเสบ (adeno-virus conjunctivitis) น้ำจากภูเขา ทะเลสาบ น้ำตก นอกจากมีเชื้อแบคทีเรียและไวรัสแล้ว ยังมีเชื้อรา (molds) เชื้อยีสต์ (yeasts) และสัตว์เซลล์เดียวมีบา (amoeba)⁽¹¹⁾ น้ำละลายสารเคมีที่เป็นพิษสำคัญที่สุดคือยาฆ่าแมลง ตลอดจนสารพวกอินทรีย์เคมีอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน (SO₂) เป็นสารสำคัญก่อให้เกิดฝนกรด (acid rain) สารเคมีที่เป็นอันตรายมาก คือพวกไนเตรท (nitrates) เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์และสัตว์ มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางที่ประเทศอังกฤษ⁽¹²⁾ นอกจากนี้พวกโลหะปนเปื้อนในน้ำดื่มซึ่งไหลผ่านบริเวณหลุมฝังศพ (cemetery) แล้วนำไปกรองทำเป็นน้ำสำหรับบริโภค พบว่ามีโลหะหนักของปรอท⁽¹³⁾ ตะกั่ว สูงมากเนื่องจากวัสดุอุดฟันประเภทอะมัลกัม (amalgam dental alloy) สลายตัวจากหลุมฝังศพที่อุดฟันด้วยอะมัลกัมลงมาสู่แม่น้ำ นอกจากนี้ยังพบสารกัมมันตภาพรังสี (90Sr) สูงในฟันเด็กอังกฤษอายุ 9 ถึง 12 ปี โดยเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า (จากปี ค.ศ. 1956 ถึงปี ค.ศ. 1962)⁽¹⁴⁾ เพราะคนอังกฤษอุดฟันกันมาก ประมาณครึ่งหนึ่งของผู้ป่วยที่มาพบทันตแพทย์ (48-49% จากผู้ป่วย 6407 คน)⁽¹⁵⁾ ดังนั้น การทำน้ำให้บริสุทธิ์ (water purification) เป็นสิ่งจำเป็น โดยทั่วไปถือว่าน้ำประปาเป็นน้ำบริสุทธิ์ แต่นักวิทยาศาสตร์ถือว่าน้ำประปาเป็นน้ำที่มีการปนเปื้อน (grossly-contaminated water) ทราบกันโดยทั่วไปว่าน้ำเป็นตัวนำไฟฟ้าไม่ดี เมื่อมีสารปนเปื้อน (impurities) ก่อนจะเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี น้ำบริสุทธิ์มาก (ultra-pure water) จะมีค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity) 0.05 uS/cm เทียบกับน้ำที่นับว่าพอจะใช้ดื่มได้ 750 uS/cm นอกจากค่าสีนำไฟฟ้า น้ำดื่มหรือใช้ผสมยาหรืออาหาร ต้องคำนึงถึงเชื้อโรคด้วย โดยนับโคโลนีของเชื้อในน้ำ 1 ซีซี เรียก Colony Forming Unit (CFU) น้ำสำหรับใช้ในการผสมเทียมเด็กหรือตัวอ่อนมีข้อกำหนดว่า ต้องเป็น Ultra-pure มีค่าสีนำไฟฟ้าไม่เกิน 0.05 uS/cm และ

CFU น้อยกว่า 1 โคโลนีใน 1 ซีซี และต้องมีสารอื่นละลายอยู่ไม่เกิน 0.005 mg/l (total dissolved solids) เทียบกับน้ำที่ใช้ผสมยา หรือทำอุตสาหกรรมยาตามข้อกำหนดของตำรับยาอังกฤษ (British Pharmacopoeia) ว่าน้ำผสมยาต้องมีการนำสีไฟฟ้าไม่เกิน 5 uS/cm และมีเชื้อไม่มากกว่า 10 CFU/ml⁽¹⁶⁾ น้ำปนเปื้อน (Polluted water) คือน้ำที่มีสิ่งเจือปน (pollutants) ที่สำคัญได้แก่ ของแข็งที่ไม่ละลายและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (suspended solids) น้ำมันและไขมัน (oils และ grease) พวกละอินทรีย์ (organic matters) ได้แก่ แบคทีเรีย ก่อให้เกิดการตายมากที่สุดในประเทศโลกที่สาม⁽¹⁷⁾ พวกเกลือของโลหะละลายอยู่ในน้ำ (dissolved metals) มีมากมายชนิด เช่น chromates อลูมิเนียม (Al) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) พวกนี้ละลายในน้ำที่มี pH เป็นกรด และยังมีพวกไซยาไนด์ รวมเป็นสารเชิงซ้อนอยู่ในน้ำ ถือว่าเป็นสารพิษ (toxic chemicals) พวกโลหะในน้ำมีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ เดิมเชื่อกันว่าอะลูมิเนียมจากน้ำดื่มหรือยา เช่น ยาลดกรดที่มี Al₂(OH)₃ ไม่ดูดซึมเข้าร่างกาย ทางลำไส้ ปัจจุบันทราบว่าดูดซึมได้ทางลำไส้ ตรวจพบได้ในกระดูก⁽¹⁸⁾ เป็นอันตรายต่อไตมาก สำหรับผู้ป่วยโรคไตพิการ ทำให้เกิดไตวายได้

น้ำฝนเก่าเก็บไว้ 1 ปี มีค่าการนำสีไฟฟ้า (conductivity) มากขึ้น จาก 8.39 ± 0.60 uS/cm เป็น 53.30 ± 1.08 uS/cm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสูงมาก (p < 0.001, unpaired Student t-test) นำมาดื่มแล้วทดสอบค่าการนำสีไฟฟ้า 50.47 ± 0.34 uS/cm (ตารางที่ 1) ไม่มีความแตกต่างกับน้ำฝนก่อนดื่ม (p > 0.05) แสดงว่าสิ่งปนเปื้อนขณะเก็บน้ำฝนนั้นไม่สลายตัวด้วยความร้อน ตรงข้ามน้ำประปาและน้ำบรรจุขายในท้องตลาด มีค่าการนำสีไฟฟ้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) เมื่อนำน้ำบรรจุขาย และน้ำประปามาต้มให้เดือด ค่าการนำสีไฟฟ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.025) แสดงว่าน้ำบรรจุขาย และน้ำประปามีการสลายตัวของสารสีนำไฟฟ้าขณะต้ม ในทำนองเดียวกัน สิ่งปนเปื้อนของน้ำประปาและน้ำบรรจุขายสลายตัวได้ด้วยความร้อน น้ำฝนเก็บจากที่โล่งกลางแจ้งทั่วไปเรียกว่าน้ำฝนกลางหาว คนไทยสมัยโบราณเชื่อว่ามีคามบริสุทธิ์มากกว่าน้ำฝนที่เก็บหรือรองจากหลังคา การทดลองนี้สนับสนุนความคิดดังกล่าว คือค่าน้ำฝน

เก็บกลางแจ้งในปี พ.ศ. 2533 มีค่าไฟฟ้าต่ำมาก (8.39 ± 6.0 uS/cm) แต่ค่าน้ำฝนชนิดเดียวกัน เก็บตัวอย่างในปี พ.ศ. 2534 มีค่าสูงมาก (67.90 ± 0.75 uS/cm) แสดงว่า สิ่งปนเปื้อนกับน้ำฝนมาก ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้บริโภค ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำฝน ควรนำมาต้มก่อนใช้บริโภค น้ำกลั่นใช้ในการทดลองและผลสมยาของภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมาก (0.57 ± 0.09 uS/cm) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของน้ำตามตำรับยาของอังกฤษ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5 uS/cm

pH ของน้ำฝนเก็บตัวอย่างน้ำฝน ปี พ.ศ. 2534 เท่ากับ 5.99 ± 0.036 (ตารางที่ 2) มีค่าใกล้เคียงกับน้ำกลั่น คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (5.81 ± 0.012) แสดงว่าน้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรด ไม่ควรนำมาใช้บริโภค ความเป็นกรดอาจเป็นอันตรายต่อเคลือบฟัน (enamel) ตรงกันข้าม น้ำประปามีฤทธิ์ใกล้เคียงความเป็นกลาง ($\text{pH} = 7.15 \pm 0.041$) น้ำบรรจุขายมีค่า pH เป็นด่าง ($\text{pH} = 7.96 \pm 0.038$) น่าสังเกตที่ว่า น้ำประปาเมื่อนำมาต้ม ความเป็นด่างเพิ่มขึ้นเป็น 7.71 ± 0.061 (ก่อนต้มมีค่า $\text{pH} = 7.15 \pm 0.041$)

จำนวนโคโลนี หลังจากเพาะเชื้อจากน้ำฝน น้ำประปา และน้ำบรรจุขายในห้องทดลอง ด้วยอะการ์เพลท พบว่า น้ำดื่มบรรจุขายและน้ำประปามีจำนวนโคโลนีเท่ากับ (8 โคโลนี) ส่วนน้ำฝน 10 โคโลนี ถ้าเลี้ยงเชื้อด้วยอะการ์เพลท มีเลือดผสม (blood agar plate) น้ำประปา น้ำฝน และน้ำบรรจุขายไม่มีเชื้อเจริญเติบโตให้เห็น แสดงว่าในน้ำฝน น้ำประปา และน้ำบรรจุขาย ไม่มีเชื้อที่เจริญได้ใน blood agar เช่น เชื้อพวก hemolytic streptococci เชื้อกลุ่มนี้ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ และถือว่าเป็นเชื้อที่มีความสำคัญทางการแพทย์ (medically important microorganisms)

ข้อสรุป

ก. น้ำฝนเก็บไว้ค้างปี มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น น้ำฝน น้ำบรรจุขายห้องทดลองและน้ำประปา เมื่อนำมาต้ม ค่าการนำไฟฟ้าลดลง

ข. ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำฝน ปี พ.ศ. 2534 มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับน้ำฝน ปี พ.ศ. 2533

ค. น้ำกลั่น และน้ำฝนกลางหาว มีความเป็นกรด ส่วนน้ำประปา และน้ำบรรจุขายห้องทดลอง มีฤทธิ์ใกล้เคียงและเป็นด่างเล็กน้อยตามลำดับ

ง. เชื้อเพาะได้จาก น้ำฝน น้ำประปา และน้ำบรรจุขาย ห้องทดลอง มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และไม่มีเชื้ออันตราย

จ. น้ำกลั่นจากภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มาตรฐานเหมาะสมสำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และผลสมยาทางเภสัชกรรม

จากผลการทดลองเป็นแนวทางที่จะแนะนำได้ว่า

1. ไม่ควรใช้น้ำกลั่น หรือน้ำฝน (ปี พ.ศ. 2534) บริโภค เนื่องจากมีความเป็นกรด
2. ควรต้มน้ำทุกชนิดก่อนนำมาบริโภค (ยกเว้นน้ำกลั่น และน้ำฝน 2534)
3. กรณีที่จำเป็นต้องใช้น้ำฝนบริโภค ควรนำมาต้มเพื่อทำลายเชื้อโรค และควรเก็บน้ำฝนจากกลางแจ้ง หลังฝนตกนานพอควร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาเภสัชวิทยา และคณาจารย์ ภาควิชาเภสัชวิทยา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความสะดวก ทำให้การทดลองดำเนินไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Ganong, W.F.: Size of the fluid compartment. In: Review of Medical Physiology Edited by William F. Ganong, Prentice-Hall International Inc. London, 1989, fourteen edition, pp. 1.
2. ทวีริสมี ธนาคม: ประโยชน์ของน้ำ ตำราโภชนาการ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 6 (บรรณาธิการ ดร.ทวีริสมี ธนาคม) วิทยาลัยการพิมพ์ 50/98 สุขุมวิท บางจาก กทม. 2523 หน้า 31
3. Flickinger, C.J.: Permeability of water solution molecules. In: Medical Cell Biology Edited by Flickinger, C.J., W.B. Saunders Company, London, 1979, pp. 392-396.
4. Villee, C.A.: Water pollution. In: Biology, second edition Edited by Villee, C.A., Saunders College Publishing, Philadelphia, 1989, pp. 1388-1392.
5. พัทธน์ สุจำนงค์: คำขวัญขององค์การอนามัยโลก สารานุกรมสาธารณสุขสำหรับแพทย์และพยาบาล สำนักพิมพ์แพรววิทยา 716-718 วังบูรพา กทม. 2531, หน้า 504.
6. Vogel, A.I.: Water for laboratory use, purified water. In: Quantitative Chemical Analysis, fifth edition. Edited by Jeffery, G.H. Longman Scientific and Technical, England, 1989, pp. 89-91.
7. Roberts, L.: Counting on science at environmental protection agency. Science, 249: 616-618, 1990.

8. Vogel, A.I.: Determination of pH (measurement of the pH of a given solution. In: Quantitative Chemical Analysis, fifteen edition Edited by Jeffery, G.H. Longman Scientific and Technical, England, 1989, pp. 567-570.
 9. Rosenberg, E. and Cohen, I.R.: Streak technique. In: Microbial Biology Edited by Rosenberg, E. and Cohen I.R., Saunders College Publishing, New York, 1983, pp. 16-17.
 10. Nicholas, S.: Catalytic converters will be compulsory for all new cars from 1993. In: The Independent Mon. 3 Sept. 1990 p. 3.
 11. Alcamo, I.E.: Microbiology of water. In: Fundamental of microbiology Edited by Alcamo, L.E., Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, PP. 752-783.
 12. Murphy, A.P.: Chemical removal of nitrate from water. Nature. 350: 223-224, 1991.
 13. Lorscheider, F.L. and Vimy, M.J.: Mercury from dental amalgam. The Lancet, 29: 1578-1579, 1990.
 14. Max, B.: This and That: The fire of Galileo's imagination and putting teeth into toxicology. Trends in Pharmacological Sciences. 12: 89-93, 1991.
 15. Ramprakash, D.: Health and personal social services. In: Social Trends No. 16 Edited by Ramprakash, D. and Morris, I. A publication of the Government Statistical Service, London, 1986, pp. 107-132.
 16. King, S.: Quality issues in the laboratory. Medical Horizons. 4: 21-23, 1990.
 17. Wilson, M. and Monro, P.: Oral rehydration therapy. Medical Horizons. 5: 3, 1991.
 18. Clayton, D.B.: Aluminium deposition in bone after contamination of drinking water supply. The Lancet. 336: 888, 1989.
-

Original Article

A Study on Water Purity using Electrical Conductivity

Abstract

A study on the electrical conductivity, pH and bacterial cultures, the water purity is determined. Results are shown that the rain water during 2534 B.E. is much more polluted than 2533 B.E. Interestingly, the acidity of the rain water is approximately the same as the distilled water obtained from the Department of Pharmacology, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. However, the distilled water displays the lowest electrical conductivity; it was one-tenth of the standard value of pharmaceutical or laboratory water set by the British Pharmacopoeia. The highest electrical conductivity, among all water tested, was both the Bangkok tap water and the commercially-bottled drink water, but the high conductivity could be brought down by boiling. The cultures shown the growth of bacteria from the samples obtained from the tap, rain and drink water. Nevertheless, the value was not out of the standard value. It is suggested, therefore, that the rain water and the distilled water are not recommended for drinking because of the acidity which could be dangerous for tooth enamel and mucous membrane of mouth and throat. The tap and the drink water should be heated to boiling point before drinking.

Key Word: Water Purity, Electrical Conductivity, Tap Water, Rain Water, Distilled Water.

Submitted on 30 October 1991

Prasert Songkittiguna D.D.S., M.Sc., Ph.D. (Pharmacology)

Assistant Professor, Department of Pharmacology,
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.

Kriwal Wattoom B.Ed.

Science Officer, Department of Pharmacology,
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University.