

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาความสำคัญ สถานการณ์ ข่าวดสาร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางในการดำเนินการศึกษาวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับน้ำและน้ำดื่ม
2. คุณลักษณะของน้ำและการบ่งชี้การปนเปื้อน
  - 2.1 คุณลักษณะของน้ำ
  - 2.2 การบ่งชี้การปนเปื้อน
3. น้ำเพื่อการบริโภค
4. การปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มด้วยวิธีการกรอง
5. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ
  - 5.1 ความรู้เกี่ยวกับตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ
  - 5.2 การเลือกบริเวณที่ติดตั้งและการดูแลตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ
  - 5.3 การบำรุงรักษาตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ
  - 5.4 การเลือกใช้บริการตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ
6. สถานการณ์ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญในกรุงเทพมหานคร และรายงานความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคน้ำดื่มที่ไม่สะอาด
7. พื้นที่เขตคลองสามวา
8. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### แนวคิดเกี่ยวกับน้ำและน้ำดื่ม

สมศักดิ์ วรคามิน (2551, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของน้ำไว้ว่า น้ำ หมายถึง ของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากไฮโดรเจน (Hydrogen) 2 อะตอม รวมกับออกซิเจน (Oxygen) 1 อะตอม แต่น้ำสามารถมีสภาพทั้งในรูปของเหลว คือ น้ำที่เห็นทั่วไป ในรูปของแข็ง คือ ก้อนน้ำแข็ง และในรูปของแก๊ส คือ ไอน้ำ ซึ่งจะย้อนกลับมาเป็นของเหลวอีกในสภาวะของน้ำฝน หรือหิมะ น้ำสะอาดบริสุทธิ์จะไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และใสสะอาด

ณัฐพล ประดิษฐ์ผลเลิศ (2552, หน้า 17) ได้ให้ความหมายของน้ำไว้ว่า น้ำ หมายถึง ลักษณะสารประกอบที่เป็นของเหลว มีองค์ประกอบเป็นธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 1:8 ลักษณะของเหลวใส ไม่มี สี กลิ่น รส และมีประโยชน์ต่อร่างกาย น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิต ร่างกายของคนเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ทุกเซลล์ในร่างกายจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก ด้วยเหตุนี้ หนึ่งในข้อกำหนดสุขบัญญัติ 10 ประการจึงกำหนดเกี่ยวกับน้ำไว้ว่า “ต้องดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 6-8 แก้ว” เพื่อให้สุขภาพร่างกายแข็งแรงและสมบูรณ์

รพีพร สุทธธรรม (2544, หน้า 28) กล่าวว่า น้ำเป็นสารที่มีความสำคัญต่อชีวิต เพราะน้ำเป็นสารประกอบของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย รวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นผัก ผลไม้ ต้นไม้ สัตว์ต่างๆ เรื่อยไปถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอย่างพืครา และจุลินทรีย์ทั้งหลายก็ล้วนมีน้ำเป็นองค์ประกอบ ทั้งสิ้น ในร่างกายมนุษย์มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 65-70 ของน้ำหนักตัว อุณหภูมิของน้ำแทรกอยู่ในทุกส่วน ไม่ว่าจะเป็นเลือด กล้ามเนื้อ เยื่อไขมัน กระดูก และฟัน ดังนั้นถ้าร่างกายคนเราขาดน้ำเพียง 3-4 วันก็สามารถตายได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่สำคัญในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ช่วยในการทำลายสารต่างๆ และนำพาสารอาหาร ไปยังเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย ช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย และช่วยในการหล่อลื่นข้อต่อ และอวัยวะต่างๆ เมื่อน้ำมีความสำคัญถึงเพียงนี้ในวันหนึ่งๆ มนุษย์จึงจำเป็นต้องได้รับน้ำเข้าสู่ร่างกายอย่างเพียงพอ

พัฒนา มุลพฤษ (2546, หน้า 37) กล่าวว่า น้ำมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะมนุษย์ซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำในการอุปโภคบริโภค มนุษย์บริโภคน้ำเข้าไปในร่างกาย และปล่อยน้ำออกจากร่างกายมากกว่าสารอื่นๆ น้ำเป็นส่วนสำคัญของเนื้อเยื่อเกือบทุกชนิด และยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับลำเลียงหรือถ่ายเทสารอาหารและของเสีย นอกจากนี้ยังช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 70 ของน้ำหนักตัว การปล่อยหรือสูญเสียน้ำออกจากร่างกายเป็นร้อยละของน้ำที่บริโภคดังนี้ คือ ทางผิวหนังประมาณร้อยละ 28 ทางปอดประมาณร้อยละ 20 ทางไตประมาณร้อยละ 50 และทางอุจจาระและสิ่งขับถ่ายอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 2 นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ของน้ำสำหรับมนุษย์นั้นยังมีอีกมากมายหลายอย่างได้แก่ การใช้เพื่อชำระล้างร่างกายและเครื่องนุ่งห่ม ใช้ในการประกอบอาหาร การเกษตร การล้างทำความสะอาดถนน และสาธารณสถานอื่นๆ การพักผ่อนหย่อนใจ การอุตสาหกรรม การขับเคลื่อนสิ่งสกปรก การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ การคมนาคม และการป้องกันอัคคีภัย จึงนับว่าน้ำเป็นทรัพยากรที่มีประโยชน์มากมายต่อมนุษย์อย่างแท้จริง

อาษา พรหมบุปผา (2519, อ้างใน มุกดา อารีย์, 2549, หน้า 42) ได้ให้ความหมายของ น้ำดื่มไว้ว่า น้ำดื่มเป็นน้ำที่สะอาดปลอดภัย และต้องมีคุณภาพพิเศษ เช่น เป็นน้ำที่ปราศจากเชื้อโรค สิ่งโสโครก กลิ่น และแร่ธาตุที่ร่างกายไม่ต้องการ อันอาจเป็นพิษภัย ทั้งนี้ น้ำดื่มควรเป็นน้ำที่ใส สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน ตะกอนหรือโคลนตม

## คุณลักษณะของน้ำและการบ่งชี้การปนเปื้อน

1. คุณลักษณะของน้ำ เพื่อความสะดวกต่อการเลือกใช้วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงแบ่งประเภทคุณลักษณะของน้ำออกเป็น 3 ประเภท ( พัฒนา มุลพฤษย์, 2546, หน้า 43-50) ดังต่อไปนี้

1.1 คุณลักษณะทางด้านกายภาพ (Physical Characteristics) คือ ลักษณะของน้ำที่สามารถวิเคราะห์ได้โดยทางกายสัมผัส ดังนี้

1.1.1 สี (Color) สีในน้ำตามธรรมชาติเกิดจากการหมักหมมทับถมกัน ของพืช ใบไม้ เศษวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งมีลิกนิน (Lignin) เป็นองค์ประกอบ เมื่อสลายตัวจะให้สารพวกแทนนิน (Tannin) กรดฮิวมิก (Humic acid) และฮิวเมต (Humate) สารเหล่านี้มีสีชาหรือสีน้ำตาล สีในน้ำอาจเกิดจากธาตุเหล็ก แมงกานีส หรือพวกแพลงตอน นอกจากนี้การเกิดสีในน้ำยังอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ อันได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น องค์ประกอบของสีในน้ำถ้าเป็นพวกสารคอลลอยด์ เรียกว่า สีจริง (True color) แต่ถ้ามีองค์ประกอบเป็นพวกสารแขวนลอย เรียกว่า สีปรากฏ (Apparent color)

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของสีในน้ำ ถ้าเป็นสีที่เกิดโดยธรรมชาติจากการสลายของพืช ใบไม้ ใบหญ้า นั้น ถึงแม้จะไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค แต่เนื่องจากเป็นสีเหลืองน้ำตาล (yellow-brown) คล้ายน้ำปัสสาวะจึงอาจทำให้เกิดความรู้สึกที่ไม่ต้องการใช้น้ำดังกล่าวบริโภค ถ้าสีมากกว่า 15 หน่วยของสีแท้ (TCU: true color units) มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคกำหนดว่าสีในน้ำไม่เกิน 5 หน่วยปลาตินัมโคบอลต์ มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาวะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดไว้ไม่เกิน 20 ฮาเซนยูนิต องค์การอนามัยโลกและองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา กำหนดว่าสีในน้ำดื่มไม่เกิน 15 TCU

1.1.2 กลิ่น (Odor) กลิ่นในน้ำมักเกิดจากการที่น้ำมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น สาหร่าย ฯลฯ หรือเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำในสภาวะขาดแก๊สออกซิเจนทำให้เกิดแก๊สไข่เน่า ( $H_2S$ ) หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานผลิตยา โรงงานผลิตอาหาร ฯลฯ หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนสารเคมีจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น การใช้คลอรีนทำลายเชื้อโรคในน้ำ ฯลฯ

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของกลิ่นในน้ำ ทำให้น้ำนั้นไม่น่าใช้ดื่ม ไม่น่าใช้สอย อีกทั้งยังทำให้เกิดกลิ่นหรือรอยจุดต่างต่อสัตว์น้ำที่มนุษย์จะนำมาใช้บริโภค และถ้าแหล่งน้ำที่จะใช้เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจมีกลิ่นก็จะทำให้ไม่มีผู้ไปใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคกำหนดไว้ว่ากลิ่นต้องไม่เป็นที่น่ารังเกียจ มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกำหนดไว้ว่าต้องไม่มีกลิ่น

1.1.3 รสชาติ (Taste) รสชาติในน้ำเกิดจากการละลายน้ำของพวกเกลืออนินทรีย์ (Dissolved organic salt) เช่น เกลือทองแดง เกลือเหล็ก เกลือโพแทสเซียม เกลือโซเดียม หรือเกลือสังกะสี ฯลฯ รสชาติของน้ำเป็นความรู้สึกทางด้านเคมีเหมือนกับกลิ่น เพียงแต่แตกต่างกันที่อวัยวะรับความรู้สึก รสชาตินั้นสัมผัสได้ด้วยปุ่มรส (Taste-bud) ของลิ้นซึ่งรับความรู้สึกได้ 4 รส คือเปรี้ยว (sour) หวาน (sweet) ขม (biter) และเค็ม (salty)

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของรสชาติในน้ำนั้นคล้ายกับการที่น้ำมีกลิ่น องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ว่ากลิ่นและรสชาติของน้ำดื่มต้องไม่เกิน 3 TON (Threshold Odor Number)

1.1.4 ความขุ่น (Turbidity) ความขุ่นของน้ำ หมายถึง การที่น้ำมีพวกสารแขวนลอยอยู่ในน้ำทำให้บดบังแสงไม่สามารถมองลงไปในระดับน้ำลึกได้สะดวก ความขุ่นของน้ำนี้อาจมีสาเหตุมาจากการที่พวกสารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กมากตั้งแต่ 0.2-100 มิลลิไมครอนไปจนถึงขนาดใหญ่ประมาณ 100-1,000 มิลลิไมครอน สารแขวนลอยที่ทำให้น้ำมีความขุ่นอาจเกิดจากดินละเอียด อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน และจุลินทรีย์ สารพวกนี้อาจมีบางพวกกระจายแสง บางพวกดูดซึมแสง ความขุ่นที่ปรากฏให้เห็นมักมีค่าน้อยกว่า 5 NTU (nephelometric turbidity units) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค และมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดค่าความขุ่นไว้ไม่เกิน 5 ซิลิกาสเกลยูนิต

ความขุ่นของน้ำ มีความสำคัญต่อปัญหาทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในด้านความน่าดื่มมาใช้ เพราะส่วนใหญ่มนุษย์มักนิยมใช้น้ำที่ใสสะอาดเมื่อเห็นน้ำมีความขุ่นก็มักจะเข้าใจว่าน้ำนั้นคงได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก นอกจากนี้ความขุ่นของน้ำยังมีความสำคัญต่อความสามารถของเครื่องกรองน้ำ เพราะถ้าน้ำมีความขุ่นมากอายุการใช้งานของเครื่องกรองก็ย่อมจะสั้น ต้องทำการล้างเครื่องกรองถี่กว่าปกติ และอาจจะต้องใช้สารเคมีกำจัดความขุ่นของน้ำก่อนที่จะทำการกรองน้ำ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้น และการทำลายเชื้อโรคในน้ำนั้น ถ้าหากน้ำมีความขุ่นจะทำให้เกิดปัญหาต่อการใช้สารทำลายเชื้อโรคซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้คลอรีน หรือ โอโซน ความขุ่นจะไปทำการห่อหุ้มเชื้อโรคทำให้สารทำลายเชื้อโรคไม่สามารถสัมผัสกับเชื้อโรค เป็นผล

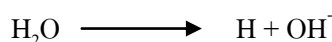
ให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรคในน้ำไม่ดีเท่าที่ควร ความขุ่นของน้ำจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ที่จำเป็นต้องถูกกำจัดออก

1.1.5 ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids:TDS)ซึ่งหมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดส่วนใหญ่เป็นพวกเกลืออนินทรีย์ ได้แก่ เกลืออออนบวก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม รวมทั้งอออนลบของคาร์บอเนต ไนเตรด ไฮโดรเจนคาร์บอเนต คลอไรด์ และซัลเฟต เป็นต้น และนอกจากนี้อาจจะมีสารอินทรีย์ละลายอยู่ บ้าง ของแข็งละลายน้ำอาจเกิดจากธรรมชาติ จากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ น้ำเสียจาก ชุมชน น้ำเสียจากการเกษตร และน้ำเสียจากอุตสาหกรรม

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ไม่พบว่ามีผลชี้วัดที่ทำให้ทราบว่าคุณภาพ ปริมาณของแข็งละลายน้ำทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ เพียงแต่การที่ในน้ำมีปริมาณของแข็ง ละลายน้ำสูงน้อยกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้รสชาติของน้ำดีมาก ค่าระหว่าง 300-600 มิลลิกรัมต่อลิตร รสชาติของน้ำดี และถ้ามากกว่า 600-900 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้รสชาติของน้ำดี พอใช้ได้ และถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 900-1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้รสชาติของน้ำไม่ดี และถ้า มากกว่า 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้รสชาติของน้ำไม่เป็นที่ยอมรับที่จะใช้ในการบริโภค

1.2 คุณลักษณะทางด้านเคมี (Chemical Characteristics) คือ คุณสมบัติของน้ำที่มี องค์ประกอบของสารเคมี และอาศัยหลักการหาโดยปฏิกิริยาเคมี คุณลักษณะของน้ำทางด้านเคมีที่มี ความสำคัญต่ออนามัยของมนุษย์ทั้ง โดยทางตรง และทางอ้อมมีมากมายหลายอย่างแต่จะขอกล่าว เฉพาะที่สำคัญๆ ซึ่งพบเป็นส่วนใหญ่ในน้ำและถูกกำหนดปริมาณ โดยข้อบังคับหรือกฎหมายที่ เกี่ยวข้องกับน้ำสำหรับการบริโภค ดังนี้

1.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ หรือค่าพีเอช (pH) พีเอช ไม่ได้มีผลกระทบต่อ ผู้บริโภคโดยตรงแต่เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการดำเนินการตรวจวัดคุณภาพน้ำ การหาค่าพีเอช คือ การวัดค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอออน หรือการวัดถึงความเข้มข้นของกรดหรือด่างที่มี ปฏิกิริยากับน้ำ แล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนอออนได้มากน้อยเท่าใด



น้ำที่บริสุทธิ์จะมีค่าพีเอชเป็น 7 คือมีไฮโดรเจนอออน  $[\text{H}^+]$  เท่ากับ  $10^{-7}$  เท่ากับไฮดรอกไซด์ อออน  $[\text{OH}^-]$  แต่น้ำตามธรรมชาติโดยทั่วไปมีพีเอชประมาณ 6.0 - 8.5

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของพีเอชในน้ำ ถ้าน้ำมีพีเอชต่ำมากจะมี ฤทธิ์ในการกัดกร่อนอาจทำให้เกิดการกัดกร่อนท่ออุปกรณ์ หรือภาชนะต่างๆ ได้ นอกจากนี้ถ้าพีเอช ของน้ำสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เช่น ที่พีเอชสูงจะทำให้ปฏิกิริยาการ

ตกตะกอน น้ำโดยใช้สารส้มไม่ดี และปฏิกิริยาการทำลายเชื้อโรคของคลอรีนจะเกิดได้ดีที่พีเอชต่ำ เป็นต้น

1.2.2 ความกระด้างของน้ำ (Hardness) น้ำกระด้าง หมายถึงน้ำที่เมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วทำให้สบู่เกิดฟองได้ยาก สาเหตุที่ทำให้น้ำเกิดความกระด้าง เนื่องจากน้ำมี พวกเกลือไบคาร์บอเนต ( $\text{HCO}_3^-$ ) เกลือซัลเฟต ( $\text{SO}_4^-$ ) เกลือคลอไรด์ ( $\text{Cl}^-$ ) และเกลือไนเตรด ( $\text{NO}_3^-$ ) รวมตัวกับธาตุต่างๆที่สำคัญ ได้แก่ ธาตุแคลเซียม (Ca) และธาตุแมกนีเซียม (Mg) ความกระด้างของน้ำตามธรรมชาติ เกิดจากเกลือของพวกไบคาร์บอเนต ดังตารางที่ 2 และเกลือของซัลเฟตเป็นส่วนใหญ่ น้ำที่มีไอออนของแคลเซียมที่อยู่ในช่วง 100 ถึง 300 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจจะทำให้มีรสชาติขื่นขมอยู่ กับไอออนลบ ถ้าน้ำมีความกระด้างสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มักไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภค น้ำที่มีความกระด้างประมาณ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจจะทำให้เกิดตะกอนสะสมในระบบจ่ายน้ำ และสิ้นเปลืองสบู่ ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 พวก ดังนี้

1.2.2.1 ความกระด้างชั่วคราว (Temporary Hardness) หมายถึงน้ำกระด้างที่เกิดจากเกลือของพวกไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตร่วมกับธาตุแคลเซียม หรือธาตุแมกนีเซียม ซึ่งบางที่เรียกว่า ความกระด้างคาร์บอเนต (Carbonate Hardness) ความกระด้างชั่วคราวของน้ำแก้ไขหรือกำจัดออกจากน้ำด้วยการต้มน้ำเพื่อให้เกิดตะกอนของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต



1.2.2.2 ความกระด้างถาวร (Permanent Hardness) หมายถึงความกระด้างของน้ำที่เกิดจากเกลือของพวกซัลเฟต หรือเกลือของคลอไรด์ รวมตัวกับธาตุแคลเซียม หรือธาตุแมกนีเซียม ซึ่งบางครั้งเรียกว่า ความกระด้างที่ไม่ใช่คาร์บอเนต (Noncarbonate Hardness) น้ำที่มีองค์ประกอบของสารที่ทำให้เกิดความกระด้างอยู่ปริมาณน้อยอาจเรียกว่าน้ำอ่อน และถ้ามีปริมาณมากก็เรียกน้ำกระด้าง โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

- น้ำที่มีความกระด้าง 0-75 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เรียกว่า น้ำอ่อน (Soft water)
- น้ำที่มีความกระด้าง 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เรียกว่า น้ำกระด้างปานกลางหรือน้ำค่อนข้างอ่อน (Moderately hard water)
- น้ำที่มีความกระด้าง 150-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เรียกว่า น้ำกระด้าง (Hard water)
- น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เรียกว่า น้ำกระด้างมาก (Very hard water)

ตารางที่ 2 อีออนบวกที่เป็นสาเหตุให้น้ำมีความกระด้างและอีออนลบที่เกี่ยวข้อง (พัฒนา มุลพฤกษ์, 2546, หน้า 48)

อีออนบวกที่ทำให้ น้ำมีความกระด้าง	อีออนลบ
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{HCO}_3^-$
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{Sr}^{2+}$	$\text{Cl}^-$
$\text{Fe}^{2+}$	$\text{NO}_3^-$
$\text{Mn}^{2+}$	$\text{SiO}_3^{2-}$

1.2.3 เหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese) ธาตุเหล็กโดยทั่วไปจะอยู่ในน้ำในรูปสารไม่ละลายน้ำ (Insoluble Form) ถ้าอยู่ในดินและแร่ธาตุก็จะอยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำ ในรูปเฟอร์ริกออกไซด์ (ferric oxide =  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ในดินบางแห่งจะมีเฟอร์ริคาร์บอเนต ซึ่งละลายน้ำได้เล็กน้อย และถ้าในน้ำมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่และอยู่ในสภาวะขาดแก๊สออกซิเจนก็จะยิ่งทำให้เหล็กในรูปดังกล่าว ละลายน้ำได้ดี เหล็กละลายน้ำได้ดีที่พีเอชต่ำกว่า 3.5



เหล็กและแมงกานีสมักจะพบอยู่ควบคู่กัน แมงกานีสมักอยู่ในดินเป็นแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) ซึ่งไม่ละลายน้ำที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากเมื่อน้ำอยู่ในสภาวะขาดแก๊สออกซิเจนจึงจะทำให้ละลายน้ำได้โดยเปลี่ยนวาเลนซ์ (valence) จาก 4 เป็น 2

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม เหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในน้ำตามธรรมชาติแล้วไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภค ถ้าในน้ำมีปริมาณเหล็กมากกว่า 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจจะทำให้ น้ำมีรสหวานปนขม (bitter sweet) ถึงแม้แมงกานีสในน้ำจะมีค่าต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็อาจจะทำให้น้ำไม่น่าบริโภคได้ และถ้าอยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำทำให้น้ำมีสีและขุ่นทำให้ไม่น่าใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากจะนำน้ำที่มีเหล็กมากกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแมงกานีสมากกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มาใช้ในการซักล้างเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม จะทำให้เกิดรอยด่างบนเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และทำให้เครื่องสุขภัณฑ์หรือเครื่องใช้ต่างๆ มีคราบสีน้ำตาลแดงหรือน้ำตาลดำ มักจะส่งเสริมการเจริญของ iron bacteria ซึ่งรับพลังงานจากการออกซิเดชันของเหล็กเฟอร์รัส (ferrous iron) เป็นเหล็กเฟอร์ริกอีออน (ferric iron)

1.2.4 คลอไรด์ (Chloride) คลอไรด์ที่ละลายอยู่ในน้ำอาจจะเกิดตามธรรมชาติจะละลายอยู่ในปริมาณความเข้มข้นแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าน้ำจะไหลผ่านพื้นดินหรือชั้นดินที่มีปริมาณคลอไรด์อยู่มากน้อยเท่าใดมักอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride) และแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride) นอกจากนี้ อาจจะเกิดจากการปนเปื้อนน้ำเสียทั้งจากบ้านพักอาศัย อุตสาหกรรม จากน้ำท่าไหลผ่านชุมชนเมือง และอาจมาจากสิ่งปนเปื้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัสสาวะมีปริมาณคลอไรด์สูง พบว่าสิ่งปนเปื้อนจากมนุษย์มีคลอไรด์ปนออกมามีวันละประมาณ 16 กรัมต่อคนต่อวัน ในสมัยก่อนจึงมักใช้คลอไรด์เป็นตัวบ่งชี้ว่า น้ำได้รับการปนเปื้อนมาจากน้ำเสียจากบ้านเรือนหรือไม่ โซเดียมคลอไรด์สามารถละลายน้ำเย็นได้ถึง 357 กรัมต่อลิตร และละลายในน้ำร้อนได้ 391 กรัมต่อลิตร โพแทสเซียมคลอไรด์ละลายน้ำเย็นได้ถึง 344 กรัมต่อลิตร และละลายในน้ำอุ่นได้ 567 กรัมต่อลิตร ส่วนแคลเซียมคลอไรด์ละลายน้ำเย็นได้ 745 กรัมต่อลิตร และละลายในน้ำอุ่นได้ 1500 กรัมต่อลิตร

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ไม่มีข้อมูลบ่งชี้ปริมาณคลอไรด์ในน้ำดื่มว่าจะเกิดผลเสียต่อสุขภาพ ถ้ามีปริมาณคลอไรด์ในน้ำมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้รสชาติของน้ำไม่น่าบริโภค และอาจกัดกร่อนโลหะในระบบท่อจ่ายน้ำทำให้โลหะในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น มาตรฐานคุณภาพน้ำประจําชนะปิดสนิทและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคกำหนดปริมาณคลอไรด์ไว้ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.2.5 แคดเมียม (Cadmium) แคดเมียมเป็นโลหะที่มีสถานะออกซิเดชัน +2 มักจะเกิดโดยธรรมชาติร่วมกันกับสังกะสีและตะกั่ว ในแร่ซัลไฟด์ แคดเมียมถูกนำมาใช้ป้องกันการกัดกร่อน เคลือบด้วยไฟฟ้าในอุตสาหกรรมเหล็กกล้าและแคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium sulfide) มักถูกนำมาใช้เป็นเม็ดสี (pigment) อุตสาหกรรมพลาสติก สารประกอบแคดเมียมถูกนำมาใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ ส่วนประกอบของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์และปฏิกรณ์ปรมาณู (nuclear reactors) แคดเมียมถูกปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมในน้ำเสียและอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากปุ๋ยที่ผลิตจากแร่ฟอสเฟต การปนเปื้อนในน้ำดื่มมักมีสาเหตุมาจากสังกะสีที่อยู่ในท่อ galvanized

ความสำคัญของแคดเมียมทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม การคาดการณ์ปริมาณที่กินเข้าไปแล้วทำให้มนุษย์ตายได้นั้นคือ 350-3,500 มิลลิกรัม การได้รับแคดเมียมเรื้อรังอาจจะทำลายไต

1.2.6 ฟลูออไรด์ (Fluoride) โดยทั่วไปในน้ำตามธรรมชาติมักไม่มีฟลูออไรด์ละลายอยู่ แต่เนื่องจากฟลูออไรด์มีความสำคัญต่อสุขภาพฟัน เพราะถ้ามีฟลูออไรด์มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดฟันเป็นคราบ (mottled enamel หรือ dental fluorosis) แต่ถ้าฟลูออไรด์น้อยเกินไปอาจทำให้เกิดโรคฟันเปราะหรือหักง่าย (Dental carries) ขนาดที่เหมาะสมที่ควรให้มีในน้ำดื่มคือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร



1.2.7 ทองแดง (Copper) การที่ในน้ำมีทองแดงมักไม่เกิดจากธรรมชาติมีสาเหตุจากกิจกรรมมนุษย์ และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การกัดกร่อนท่อน้ำหรือภาชนะที่ทำด้วยทองแดง ทองเหลือง หรือเกิดจากการใช้สารจุนสี ( $\text{CuSO}_4$ ) ในการทำลายสาหร่ายในน้ำ เป็นต้น

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ทองแดงถือเป็นธาตุที่สำคัญมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะมนุษย์ซึ่งต้องการบริโภคทองแดงจากอาหารเฉลี่ยวันละประมาณ 2 มิลลิกรัม ถ้าร่างกายขาดทองแดงจะทำให้เป็นโรคโลหิตจางได้ แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปเพียง 0.25-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นพิษต่อปลา ถ้าน้ำอ่อนมีปริมาณทองแดงละลายอยู่ประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ภาชนะกระเบื้องเคลือบเป็นคราบรอยดำ หรือถ้ามีในน้ำดื่มประมาณ 1-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้สูญเสียรสชาติทำให้มีรสขม

1.2.8 ไนเตรต (Nitrate) ไนเตรตมีอยู่ในน้ำธรรมชาติในปริมาณที่น้อยมากอาจเกิดจากพืช หรือสัตว์น้ำที่มีสารอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่และอาจเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกและการที่ในน้ำมีไนเตรตก็อาจจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นไนไตรต์ได้ในสภาวะที่ไม่มีอากาศหรือออกซิเจนในน้ำ

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม การที่มีไนเตรตละลายอยู่ในน้ำนอกจากเป็นภาวะบ่งชี้ว่าน้ำอาจได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกและอาจทำให้เกิดโรคในเด็กทารกปริมาณไนเตรตที่อาจทำให้เกิดโรคในเด็กทารกถ้ามีมากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของไนโตรเจน นอกจากนี้ถ้าในน้ำมีไนเตรตละลายอยู่ปริมาณมากอาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำได้ โดยเฉพาะพวกสาหร่าย

1.2.9 สารหนู (Arsenic) สารหนูอาจเกิดในน้ำตามธรรมชาติเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านชั้นดินหรือหินที่มีสารหนู อาจเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การใช้ยาฆ่าศัตรูพืช หรือสัตว์ การใช้ปุ๋ย การใช้ผงซักฟอกที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ หรืออาจมีในอาหารทะเลบางชนิด นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

ความสำคัญทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม สารหนูมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง ในน้ำดื่มไม่ควรให้มีสารหนูละลายอยู่มากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.3 คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ (Biological Characteristics) หมายถึง การที่น้ำมีสิ่งมีชีวิตต่างๆ อยู่ในน้ำ เช่น พืช น้ำ สัตว์น้ำ และจุลินทรีย์ ซึ่งมีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ต่อการอุปโภคบริโภค ซึ่งได้แก่ พวกจุลินทรีย์ สามารถแบ่งจุลินทรีย์โดยใช้การทำให้เกิดโรคเป็นเกณฑ์ได้ 2 ชนิด (ปราโมช เชี่ยวชาญ, 2552) ดังนี้

1.3.1 จุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค (Nonpathogenic Microorganism) จุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคซึ่งอยู่ในน้ำที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่ายหรือราบางชนิด นอกจากจะไม่ทำให้เกิดโรคแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการย่อยสลายสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำ การจัดหาน้ำสะอาดเพื่อการบริโภค มักไม่ต้องการให้มีจุลินทรีย์อยู่เลยหรือให้มีจำนวนน้อยมาก

1.3.2 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic Microorganism) มีอยู่หลายชนิด มีทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดอาการของโรคอย่างรุนแรงถึงตายได้ และชนิดที่ทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยเล็กน้อย ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยแล้วจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ประเภทนี้ในน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคเลย จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยมีน้ำเป็นสื่อ นำโรคที่สำคัญ มีดังนี้

1.3.2.1 ไวรัส (Virus) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและกล้องจุลทรรศน์ทั่วไปต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายพิเศษที่เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) ไวรัสที่อาจพบการแพร่กระจายในน้ำแล้วทำให้เกิดโรคในมนุษย์ เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคตับอักเสบชนิดเอ (*Infectious Hepatitis type A*) ไวรัสที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างรุนแรงในเด็ก (*Gastroenteritis Viral*) เป็นต้น

1.3.2.2 แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดโตกว่าไวรัส สามารถมองเห็นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา โรคที่เกิดจากแบคทีเรียที่มีน้ำเป็นสื่อที่สำคัญมีหลายโรค เช่น อหิวาตกโรค (*Cholera*) เกิดจาก *Vibrio cholera* โรคบิด (*Bacillary Dysentery*) เกิดจากแบคทีเรีย พวก *Shigella flexneri* หรือ *Shigella dysenteriae* โรคไขรากสาดหรือไข้ไทฟอยด์ (*Typhoid Fever*) เกิดจาก *Samonella paratyphoid A B* หรือ *C* เป็นต้น

1.3.2.3 โปรโตซัว (Protozoa) โปรโตซัวที่ทำให้เกิดโรคเช่น โรคบิดอะมีบา (*Amoebic Dysentery*) เกิดจากโปรโตซัวชนิด *Entamoeba histolytica* โรคจิอาร์เดีย (*Giardiasis*) เกิดจากโปรโตซัวชนิด *Giardia lamblia* เป็นต้น

1.3.2.4 หนอนพยาธิ (Helminth) เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ จัดเป็นพวกปรสิต (*Parasite*) เพราะต้องอาศัยอยู่บนหรือในร่างกายสิ่งมีชีวิตอื่น พยาธิที่ทำให้เกิดโรค เช่น โรคพยาธิไส้เดือนกลม (*Ascariasis*) ซึ่งเกิดจากพยาธิตัวกลมชนิด *Ascaris lambricoides* เป็นต้น

## 2. การบ่งชี้การปนเปื้อน

2.1 การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มหยอดเหรียญ ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ (2552, หน้า 10-11) กล่าวว่า การตรวจสอบการปนเปื้อน จุลินทรีย์ในน้ำดื่มหยอดเหรียญ จำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำทางด้านชีววิทยา เพื่อหาชนิดและจำนวนของเชื้อโรคในน้ำ เช่น อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ บิด เป็นต้น แต่การทดสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

ทางจุลชีววิทยาค่อนข้างยุ่งยาก มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และใช้เวลานาน และเชื้อโรคในตัวอย่างน้ำนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาการตรวจสอบในภาคสนาม โดยใช้แบคทีเรียที่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำและอาหาร ซึ่งคุณสมบัติของแบคทีเรียที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีววิทยาดังกล่าวไม่เป็นอันตรายต่อผู้ตรวจสอบสามารถตรวจพบได้ง่าย ค่าใช้จ่ายถูก สามารถตรวจสอบด้วยตนเองและทราบผลเร็ว เรียกว่า การบ่งชี้ทางสภาวะสุขาภิบาล (Sanitation Index) โดยการใช้เชื้อ โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะการปนเปื้อน เนื่องจากปกติโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะอาศัยในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และจะถูกขับออกมาพร้อมอุจจาระในจำนวนที่สม่ำเสมอ โดยแบคทีเรียในกลุ่มนี้บางตัวอาศัยตามสิ่งแวดล้อม เช่น อาศัยตามพื้นดิน และเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์ สามารถพิสูจน์เชื้อได้ง่ายและทนต่อสภาพแวดล้อม ส่วนฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นกลุ่มที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกน้อยกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ภายนอกลำไส้ได้นาน ดังนั้นโคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงถูกเลือกมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะทางสุขาภิบาล (Sanitation Index) ว่าอาหารหรืออุปกรณ์ที่ตรวจสอบนั้นสะอาดหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไป การประเมินคุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย มักใช้จุลินทรีย์ที่สำคัญ 2 กลุ่ม เป็นเครื่อง บ่งชี้หรือแสดงการปนเปื้อนของเชื้อโรค ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้ ได้แก่

2.1.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบสามารถย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสและให้ก๊าซภายในเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เรียกว่าเป็นพวกแลคโตสเฟอร์เมนเตอร์ ซึ่งแบคทีเรียพวกแลคโตสเฟอร์เมนเตอร์เป็นกลุ่มที่ไม่ทำให้เกิดโรค ส่วนพวกแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคไม่สามารถย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสได้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จึงจัดอยู่ในพวกนอน-แลคโตสเฟอร์เมนเตอร์

2.1.2 ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform) จุลินทรีย์สำคัญในกลุ่ม Faecal coliform คือ *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่งและเป็นแบคทีเรียซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้มนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จึงพบเชื้อชนิดนี้มากในอุจจาระของคนและสัตว์ ด้วยเหตุนี้จึงใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนอุจจาระในน้ำและอาหาร เชื้อชนิดนี้เจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส

2.2 การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำดื่ม คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพประกอบไปด้วยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิดทั้งที่ทำให้เกิดโรคและไม่ทำให้เกิดโรค ในการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต้องสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดตัวชี้วัดหรือพารามิเตอร์ที่สำคัญ ซึ่งสามารถชี้บ่งถึงคุณภาพของน้ำทางด้านชีวภาพได้ ในปัจจุบันมีพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพที่สำคัญและนิยมใช้อยู่ 3 พารามิเตอร์ (ปราโมช เขียวชาญ, 2552) ดังนี้

2.2.1 การตรวจจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Total Bacteria or Standard Plate Count) เป็นการตรวจวัดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยการเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้น (Agar) แล้วนับจำนวนกลุ่มหรือจุดเล็กๆ (Colony) ของแบคทีเรียที่เกิดขึ้น

2.2.2 การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform Index) ซึ่งเป็นการตรวจวัดจำนวนของแบคทีเรียในกลุ่ม โคลิฟอร์ม ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดที่สำคัญ คือ *Escherichia coli* (*E.coli*) และ *Aerobacter aerogenes* (*A.aerogenes*) โดยที่ *E.coli* เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ส่วน *A.aerogenes* มักอาศัยอยู่ในดินและพืช ดังนั้น การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำจึงไม่ได้เป็นการยืนยันได้อย่างแน่นอนว่าน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจากของเสียของคนหรือสัตว์ การจะรู้ให้แน่ชัดลงไป ควรทำการตรวจวิเคราะห์ fecal coliform หรือตรวจหา *E.Coli* โดยเฉพาะ

2.2.3 การตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์ม หรือ *Escherichia coil* ซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ถ้าตรวจพบ *Escherichia coil* ในน้ำแสดงว่าน้ำนั้นมีอุจจาระปนเปื้อนอยู่อย่างแน่นอน ซึ่งอาจมีโอกาสมันจะมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิดอื่นเจือปนอยู่ด้วยเช่นกัน จึงไม่ปลอดภัยต่อการนำมาอุปโภคบริโภค

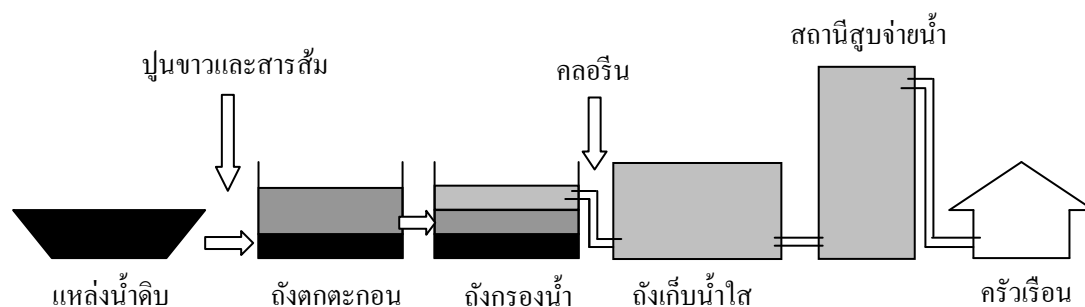
### น้ำเพื่อการบริโภค

พัฒนา มุลพฤษ (2546, หน้า 39) ให้ความหมายของน้ำฝน หรือน้ำจากบรรยากาศ ไว้ว่า หมายถึง น้ำทั้งหมดที่ได้จากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของก้อนเมฆโดยตรง เช่น น้ำฝน หิมะ ลูกเห็บ คุณสมบัติของน้ำฝนจึงเป็นน้ำบริสุทธิ์อย่างแท้จริง แต่เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติในการละลายสิ่งต่างๆ ได้ดีจึงอาจดูดซับแก๊สต่างๆ จากบรรยากาศถ้าเป็นบริเวณทะเลหรือมหาสมุทรที่อาจดูดซับเกลือต่างๆ ซึ่งเกิดจากกรฟุ้งกระจายของทะเลหรือมหาสมุทร นอกจากนี้ถ้าน้ำฝนตกผ่านบรรยากาศที่สกปรก ก็อาจทำให้น้ำฝนนั้นมีความสกปรกได้ แต่ความสกปรกต่างๆ ที่ละลายในน้ำฝนอาจจะมีปริมาณความสกปรกไม่มากเกินมาตรฐานน้ำดื่มน้ำใช้ และถ้ามีการเก็บกักน้ำฝนดังกล่าวไว้ในภาชนะที่สะอาดก็อาจจะนำน้ำฝนนั้นมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพ

สุกัญญา อรุณสง (2549) ได้ให้ความหมายของน้ำบ่อหรือน้ำบาดาลไว้ว่า เกิดจากน้ำผิวดินที่ซึมผ่านผิวดินต่างๆ ลงไปจนถึงชั้นดินหรือชั้นหินที่ไม่ซึมน้ำ และเกิดการสะสมอยู่ระหว่างช่องว่างของเนื้อดิน โดยเฉพาะชั้นดินที่เป็นกรวด ทรายหิน ปริมาณของน้ำที่ขังอยู่ในชั้นของดินดังกล่าวจะค่อยๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้นในฤดูฝน และลดปริมาณลงในฤดูแล้ง น้ำบาดาลจะมีการถ่ายเทระดับได้เช่นเดียวกับน้ำผิวดิน มนุษย์นำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์โดยการเจาะบ่อบาดาล โดยทั่วไปแล้วน้ำบาดาลจะมีคุณลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติทางบักเตรีอยู่ในเกณฑ์ดี

กล่าวคือ มีความใส สะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากชั้นของดินจะเป็นตัวกรองที่สกัดกั้นความขุ่นของเชื้อจุลินทรีย์ไว้ขณะที่ซึมผ่านชั้นดินลงไป แต่คุณสมบัติ ทางเคมี เช่น แร่ธาตุและสารละลายต่างๆ จะมีปริมาณที่ไม่แน่นอน เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ในขณะที่ซึมผ่านชั้นผิวดินลงไปก็จะละลายเอาแร่ธาตุและสารในชั้นดินปะปนลงไปด้วย ดังนั้นน้ำจากบ่อน้ำบาดาลจะพบว่ามีค่าความใสสะอาดปราศจากเชื้อโรค แต่ก็มีปริมาณของแร่ธาตุและสารละลายต่างๆ เจือปนอยู่ในน้ำต่างกันไป และแหล่งน้ำบาดาลแต่ละแห่งมักจะมีคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีที่คงที่ โดยทั่วไปน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะมีค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) มากกว่า 300 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

สุกัญญา อรุณสง (2549) ได้ให้ความหมายของน้ำประปาไว้ว่า หมายถึง น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้ดื่มได้อย่างปลอดภัย โดยมีระบบการจ่ายน้ำไปตามเส้นทางเพื่อให้ผู้ใช้ได้รับน้ำเพียงพอแก่ความต้องการ คุณลักษณะทั่วไปของน้ำประปาควรมีคลอรีน ( $Cl_2$ ) อยู่ในน้ำด้วยเสมอ แม้ว่าน้ำประปาจะมีคุณภาพดี มีความใสและความสะอาดผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้ว หรือเป็นน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิตมาโดยวิธีใดก็ตาม ก็ต้องมีการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ซึ่งถือเป็นความจำเป็นขั้นต่ำสุดของการผลิตน้ำประปา ดังนั้น ในน้ำประปาจะมีก๊าซคลอรีนละลายปนอยู่ด้วยเสมอ จึงจะถือได้ว่าฆ่าเชื้อโรคได้พอเพียง การเติมคลอรีนในน้ำเพื่อคลอรีนหรือสารประกอบของคลอรีนเป็นตัวทำลายเชื้อโรคที่ปะปนมากับน้ำ มีสิ่งสำคัญ 2 ประการที่ต้องคำนึงถึงคือ ความเข้มข้นของคลอรีนและระยะเวลาที่ปล่อยให้เกิดความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาถ้าคลอรีนมีความเข้มข้นต่ำจะใช้เวลาานาน ถ้าคลอรีนมีความเข้มข้นสูงจะใช้เวลาเพียงเล็กน้อยจากข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลกเกี่ยวกับการเติมคลอรีนในกิจการประปาควรมีปริมาณคลอรีนอิสระตกค้าง (Free chlorine residual) ประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้ามีการระบาดของโรคทางน้ำเกิดขึ้น ควรเพิ่มคลอรีนอิสระตกค้างให้มีประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับน้ำประปาจะมีการนำไฟฟ้า ไม่มากกว่า 300 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

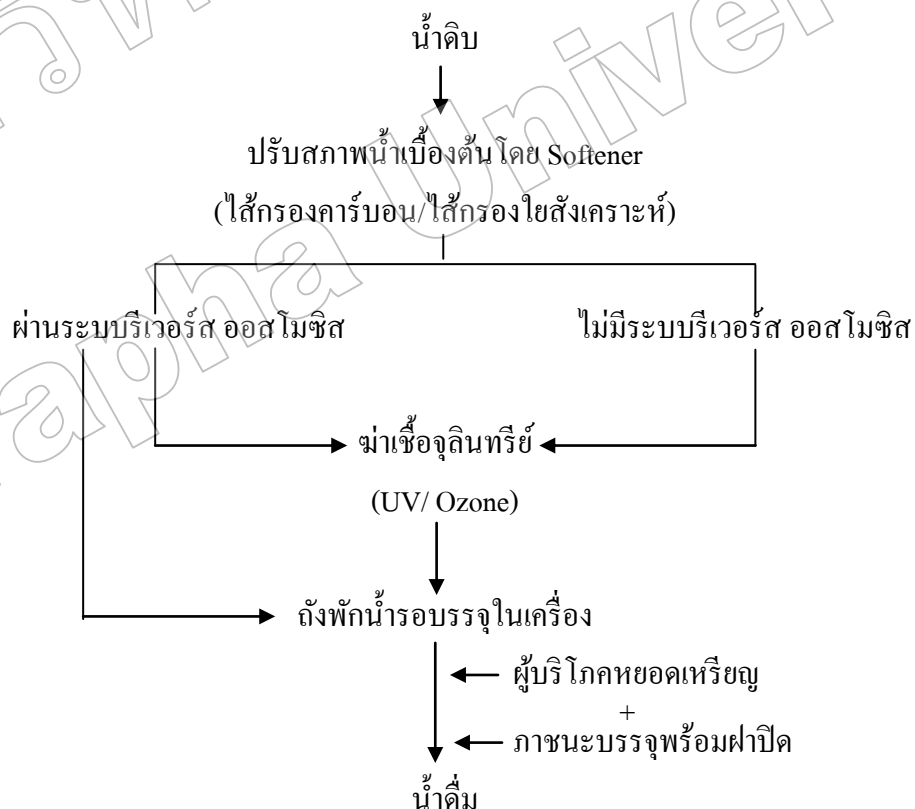


ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตน้ำประปา (วิมล, 2541)

รพีพร สุชาธรรม (2544, หน้า 28) ได้ให้ความหมายของน้ำบรรจุขวดไว้ว่า คือ น้ำที่มีจุดมุ่งหมายไว้สำหรับมนุษย์บริโภค บรรจุในขวดหรือภาชนะอื่นใดที่มีการปิดผนึก โดยไม่มีการเติมส่วนผสมอื่นใดลงไป ยกเว้นสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านจุลชีพ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

ดารณี หมูจกรพันธ์ (2551, หน้า 57-58) ได้กล่าวถึงน้ำดื่มจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญไว้ว่าเป็นน้ำดื่มที่ได้จากเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญ ต้องนำภาชนะมาบรรจุน้ำเองโดยจำหน่ายเพียงลิตรละ 1-2 บาท และมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบการผลิตของเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญพบว่า ระบบการผลิตส่วนใหญ่ของเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญประกอบด้วย

- ชุดกรองเพื่อปรับสภาพน้ำเบื้องต้น โดยใช้ Softener
  - มีชุดกรองประเภทไส้กรองคาร์บอน และไส้กรองใยสังเคราะห์ ชุดปรับคุณภาพน้ำ
- ด้านจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่จะใช้ระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส หรืออาจจะมีการใช้รังสี ยูวี (Ultraviolet : UV) หรือก๊าซโอโซน (Ozone)



ภาพที่ 2 แผนผังระบบการผลิตของเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญ (ดารณี หมูจกรพันธ์, 2551)

## การปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มด้วยวิธีการกรอง

ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ (2552, หน้า 6-8) กล่าวว่า การกรอง คือ การปรับปรุงคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและชีวภาพของน้ำให้ดีขึ้น โดยกำจัดพวกตะกอนความขุ่นออกทำให้ น้ำใส พร้อมกันนั้นการกรองก็จะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ติดมากับน้ำลงได้เป็นจำนวนมาก คือ ร้อยละ 85 - 99 แม้ว่าน้ำที่ผ่านการกรองจะมีลักษณะใสสะอาดแล้วก็ตาม ก็ยังอาจจะเชื้อจุลินทรีย์ปะปนอยู่ในน้ำได้ ดังนั้น น้ำที่ใช้ในการบริโภคนั้นจะต้องมีคุณภาพทางกายภาพ และเคมีที่เหมาะสม และต้องปราศจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

สมศักดิ์ วรคามิน (2551, หน้า 161-164) ได้แบ่งชนิดของเครื่องกรองน้ำ ออกเป็น 11 แบบดังนี้

1. แบบ Reverse Osmosis ไม่ใช้สารเคมีหรือไฟฟ้า ปราศจากสิ่งปนเปื้อนร้อยละ 99.9 แต่เกลือแร่ถูกกรองออกร้อยละ 99.0 เช่นกัน เหมาะสำหรับสถานที่หรือโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการใช้น้ำที่มีเกลือแร่หรือน้ำกระด้าง
2. แบบ Distillation คือ แบบกลั่น ทำให้น้ำเดือด เกิดเป็นไอน้ำ จากนั้นทำไอน้ำให้เย็นลง กลับมาเป็นน้ำกลั่น น้ำกลั่นนี้ไม่มีสารตกค้างและไม่มีเกลือแร่ ร้อยละ 100
3. แบบ Carbon Block ใช้ผงถ่านบดอัดเป็นก้อนเป็นตัวกรองน้ำ มีคุณสมบัติคือ กรองเชื้อจุลินทรีย์และสารปนเปื้อนได้ เหมาะที่จะใช้ร่วมกับแบบที่หนึ่ง และแบบที่สอง ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า และเกลือแร่มีในน้ำตามปกติ แต่อายุการใช้งานสั้น
4. แบบ Granular Activated Carbon (GAC) เหมือนแบบที่สาม แต่ผงถ่านใหญ่กว่า
5. แบบ Ceramic (ซีรามิก) มีรูเล็กๆ ให้น้ำผ่านมีประสิทธิภาพสูง การใช้ซีรามิกกำลังเป็นที่นิยมมาก เพราะสามารถนำมาล้างและนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ทำให้ประหยัด เครื่องกรองน้ำที่มีในท้องตลาดปัจจุบันมักจะต้องมีซีรามิกอยู่ด้วยเสมอ
6. แบบใช้ Ozone (โอโซน) มีอุปกรณ์เพื่อใช้ทำอากาศธรรมดาให้กลายเป็น โอโซน (Ozone Generator) โอโซนมีพลังในการทำปฏิกิริยากับเชื้อจุลินทรีย์ และสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำได้แรงมาก มีประสิทธิภาพ ทำให้น้ำดูใส สะอาด และรสชาติ เครื่องกรองน้ำแบบใช้โอโซนนี้ ต้องใช้ไฟฟ้า และมักใช้ร่วมกับเครื่องกรองน้ำชนิดใช้ถ่าน
7. แบบใช้รังสี Ultraviolet (อุลตราไวโอเล็ต) โดยอาศัยตะเกียงไฟฟ้าที่แผ่รังสีอุลตราไวโอเล็ต มีคลื่นความถี่ระหว่าง 200-300 นาโนมิเตอร์ รังสีนี้จะฆ่าเชื้อโรคได้หมด ยกเว้นว่าเชื้อโรคจะซ่อนตัวอยู่กับผงละออง (Sub Micron Particles) ทำให้ไม่ถูกกับรังสี มักใช้ร่วมกับเครื่องกรองน้ำชนิดใช้ถ่าน

8. แบบ เค ดี เอฟ (Kinetic Degradation Fluxion : KDF) เป็นระบบที่จดลิขสิทธิ์ไว้ โดยบริษัท เค ดี เอฟ ในสหรัฐอเมริกา สามารถกรองคลอรีน เชื้อโรค และโลหะหนัก กล่าวว่าเป็นระบบที่มีผู้ใช้มากและประหยัด ทำด้วยทองแดง และสังกะสี ในรูปของโลหะผสม และได้รับการรับรองจากองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของอเมริกา (Environmental Protection Agency) เนื่องจาก เค ดี เอฟ เป็นเทคโนโลยีใหม่ใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และทำให้เครื่องกรองชนิดถ่านยืดอายุไปได้ถึง 15 เท่า

9. แบบเอทีพี (Activated Tricalcium Phosphate:ATP) หรือ Calcium Hydroxyapatite มีคุณสมบัติกำจัดฟลูออไรด์ รวมทั้งสิ่งเจือปนต่างๆ ไม่ใช่ไฟฟ้ามักใช้ร่วมกับเครื่องกรองน้ำชนิดใช้ถ่าน เริ่มมีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น

10. แบบ Ion Exchange บางครั้งเรียกว่าเรซิน (Resin) ไม่ใช่ไฟฟ้า

11. แบบ Iodine Resin ใช้ในการให้ระบบน้ำดื่มจุกเงิน ทำลายแบคทีเรีย และไวรัส ผู้ประดิษฐ์อ้างว่า ใช้ได้ทนทานและเหมาะกับประเทศยากจนที่มีปัญหาขาดธาตุ ไอโอดีน ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคคอพอก เป็นการกรองน้ำที่ไม่ใช้ไฟฟ้า

### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

#### 1. ความรู้เกี่ยวกับตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

ดารณี หมู่จรพันธ์ (2551, หน้า 57-58) กล่าวว่า กระบวนการผลิตน้ำดื่มของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญส่วนใหญ่เป็นการผลิตด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยม โดยทั่วไปหลักของออสโมซิส (Osmosis) กล่าวได้ว่าโมเลกุลของน้ำมีความสามารถเคลื่อนที่ผ่านเยื่อบางที่มีคุณลักษณะเฉพาะ ซึ่งยอมให้โมเลกุลของน้ำเท่านั้นที่ผ่านไปได้ โดยอาศัย แรงดันออสโมซิส (Osmosis Pressure) ซึ่งโมเลกุลของสารอื่นไม่สามารถผ่านไปได้แต่วิธีการของระบบอาร์โอ นั้นจะเป็นไปในทางกลับกัน เพราะใช้แรงดันอัดน้ำให้ย้อนกลับทิศทางที่ควรจะเป็นในธรรมชาติจากด้านที่สารละลายเข้มข้น (น้ำน้อย) ไปยังด้านที่สารละลายเจือจาง (น้ำมาก)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส มีดังต่อไปนี้

1. วัสดุของ Reverse Osmosis Membrane ที่นิยมคือ Cellulose Acetate และ Cellulose Triacetate หรือ Thin Film Composite ซึ่งเป็นเมมเบรน แบบ Crosslinked Aromatic Polyamide วัสดุทั้งสองประเภทจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ทั้งด้านคุณสมบัติ ด้านการกรอง และราคา ผู้ประกอบการจึงต้องศึกษาเพื่อคัดเลือกให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำดิบที่นำมาใช้ปรับคุณภาพ



2. รูปแบบของเมมเบรน มีหลายแบบที่นิยม คือ แบบ Spiral-Wound แบบ Hollow Fiber Reverse Osmosis แบบ Tubular Reverse Osmosis และแบบ Plate and Frame

3. การเลือก ระบบรีเวอร์สออสโมซิส สำหรับน้ำดื่มประเภทต่างๆ เช่น น้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำทะเล

4. วิธีการเตรียมคุณภาพน้ำดิบสำหรับ Reverse Osmosis Membrane ต้องเตรียมจากน้ำดิบที่มีคุณภาพดีพอสมควร ไม่มีสารแขวนลอย หรือเชื้อแบคทีเรียที่ไปติดค้าง หรือไม่มีสารเกลือแร่จะทำให้เกิดตะกอนเคลือบผิว Membrane ต้องไม่มีคลอรีนหลงเหลือไปทำลาย Membrane และไม่มีไขมันไปทำลายและอุดตัน

5. การจัดการน้ำที่ Reverse Osmosis Reject ซึ่งมีค่า TDS (Total Dissolve Solid) สูง จึงต้องควบคุมค่า TDS ให้ได้ตามมาตรฐานที่หน่วยงานของรัฐกำหนด

6. การล้าง Reverse Osmosis Membrane ต้องใช้สารเคมีที่เหมาะสม มิฉะนั้นจะเกิดการอุดตัน ทำให้ประสิทธิภาพการกรองไม่ดี

นอกจากนี้ยังมีการใช้ Bioactive Reforming System หลักการของระบบนี้เป็นการผลิตน้ำที่อาศัยแรงดันจากน้ำซึมซับผ่านชั้นกรองต่างๆซึ่งไม่มีการฆ่าเชื้อ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างระบบการผลิตของเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญ (คารณี หมูขจรพันธ์, 2551)

แบบที่	ระบบการผลิต
1	Softener + R.O.
2	Softener + R.O. + UV
3	Softener + R.O. + Ozone
4	Softener + UV
5	Softener + Ozone
6	Bioactive Reforming System
7	Softener + R.O. + UV + Ozone
8	Softener + UV + Ozone
9	UV + Ozone + Ultra Osmosis
10	UV + Bioactive Reforming System

ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ (2552, หน้า 6-8) กล่าวว่า การผลิตน้ำดื่มจากน้ำดื่มหยอดเหรียญ โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นการผลิตน้ำด้วยกระบวนการที่เรียกว่า ระบบรีเวอร์สออสโมซิส และอาจมีการนำหลักการมาเชื่อโรคด้วยแสงยูวี และโอโซนมาเพิ่มในกระบวนการผลิตน้ำโดยมีหลักการทั่วไป ดังนี้

1. ระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส โดยทั่วไปเป็นการใช้กระบวนการแยกออสโมซิส สารประกอบ และสารละลายต่างๆ ออกจากน้ำโดยใช้เยื่อเมมเบรน (เป็นเยื่อสังเคราะห์โพลีเมอร์) เป็นตัวกลาง ซึ่งมีขนาดรู (Pore size) น้อยกว่า 0.0001 ไมครอน โดยกระบวนการออสโมซิสเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่โมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนจากสารละลายที่เจือจางผ่านเยื่อเมมเบรนไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง แต่ระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส จะเป็นไปในทางกลับกัน คือ โมเลกุลของน้ำจะต้องเคลื่อนที่จากสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงผ่านเยื่อเมมเบรนไปยังสารละลายที่เจือจาง โดยอาศัยแรงดันสูงจากปั๊มเพื่ออัด โมเลกุลของน้ำให้ย้อนกลับทิศทางการเคลื่อนที่ทางธรรมชาติ ทำให้สามารถกรองเอาสารละลายต่างๆ ออกจากน้ำได้

ในกระบวนการผลิตน้ำในตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมักจะทำน้ำประปาเป็นน้ำดิบในการกรองซึ่งในน้ำประปามีคลอรีนหลงเหลืออยู่ในน้ำซึ่งอาจกัดเยื่อกรองเมมเบรนทำให้ฉีกขาดและไม่สามารถขจัดสิ่งสกปรกได้อีก ดังนั้นจะต้องมีการกรองคาร์บอน ซึ่งสารกรองคาร์บอนนี้มีคุณสมบัติในการกำจัดกลิ่น สี ที่ไม่พึงประสงค์ที่มีอยู่ในน้ำ และช่วยในการกำจัดคลอรีนที่ตกค้างในน้ำประปาก่อนผ่านระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส และถ้าต้องการให้เมมเบรนมีอายุใช้งานได้นาน ควรรักษาระดับพีเอช (ค่าความเป็นกรด-ด่าง) ให้อยู่ในระดับ 3 - 7 และอย่าใช้กับน้ำที่มีอุณหภูมิสูง

2. การใช้แสงยูวี (Ultraviolet radiation : UV) เป็นพลังงานที่มีความยาวคลื่น 13.6-396 นาโนเมตร มีลักษณะเป็นแสงสีม่วงโดยแสงจะผ่านไปใต้น้ำที่มีแบคทีเรีย ซึ่งโปรตีนและกรดนิวคลีอิกในแบคทีเรียจะดูดซับรังสีเข้าไปทำลาย DNA โดยจะใช้ปริมาณรังสี และเวลาที่ฉายรังสีเพื่อทำลายเชื้อโรคแตกต่างกัน ทั้งนี้ ยูวีเป็นรังสีที่มีพลังงานต่ำ ทำให้มีอำนาจทะลุทะลวงน้อย ไม่สามารถผ่านแก้ว พลาสติก สารละลายที่มีความขุ่นมากๆ หรือแผ่นฟิล์มของน้ำมัน (Grease) ที่ลอยบนผิวหน้าของน้ำหรือวัตถุที่เป็นของแข็งได้ แต่สามารถผ่านอากาศได้ดี สำหรับหลอดยูวีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำจะมีความยาวคลื่นของแสงยูวีอยู่ในช่วง 200-290 นาโนเมตร หรือประมาณ 2,537 อังสตรอม น้ำที่จะให้แสงยูวีส่องผ่านเข้าไปฆ่าเชื้อต้องลึกน้อยกว่า 7.5 เซนติเมตร แก้วที่ใช้ทำหลอดต้องเป็นแก้วพิเศษที่ยอมให้แสงยูวีส่องผ่านได้ตลอด เช่น ควอทซ์ (Quartz) หรือแก้วที่มีเนื้อซิลิกาสูงมาก และควรมีระบบสัญญาณเตือนให้รู้ถึงความผิดปกติของเครื่องฆ่าเชื้อ โดยวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องยูวี ต้องไม่ทำให้น้ำเป็นพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นต้น

ในกระบวนการผลิตน้ำของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมักจะนิยมใช้แสงยูวีในกระบวนการผลิตน้ำภายหลังจากที่มีการผ่านระบบปริเวอร์ส ออสโมซิส น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองจะถูกส่งไปยังถังพักน้ำ และผ่านตัวกรองคาร์บอนครั้งสุดท้ายก่อนที่จะมีการจ่ายน้ำส่งไปยังหัวจ่าย ซึ่งหลอดยูวีที่ใช้จะต้องมีการเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด ซึ่งข้อดีในการใช้แสงยูวี คือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ข้อเสีย คือ ถ้าหลอดยูวีมีคราบฝุ่นจับที่หลอดอาจทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคลดลงได้ ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคนั้น จะขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำ ระยะเวลาที่สัมผัสน้ำ และอัตราการไหลของน้ำด้วย

3. การใช้ก๊าซโอโซน (Ozone:O<sub>3</sub>) ก๊าซโอโซน คือ ก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) ที่ถูกปรับปรุงโครงสร้างให้มีพลังงานมากขึ้น โดยก๊าซโอโซนมีแนวโน้มจะสลายตัวเองกลายเป็นก๊าซออกซิเจนได้ง่าย จึงไม่สามารถผลิตและเก็บก๊าซไว้ได้ จำเป็นต้องทำการผลิตก๊าซโอโซน ณ แหล่งที่จะใช้งานนั้นเลย ก๊าซโอโซนเป็นก๊าซธรรมชาติรูปแบบหนึ่งของก๊าซออกซิเจนที่ไม่เสถียร แต่มีพลังงานในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันสูง โดยเมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะไม่เหลือสารพิษตกค้างใดๆ นอกจากก๊าซออกซิเจน จึงมีการนำก๊าซโอโซนไปใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดีมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายสิ่งที่เกิดจากสารอินทรีย์ในน้ำ สามารถสลายตัวได้ไวในน้ำที่มีความเป็นด่างสูง ภาชนะบรรจุหรืออุปกรณ์สัมผัสก๊าซโอโซนจึงต้องเป็นวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่น 316 สแตนเลสตีว (316 Stainless Steel) แก้ว เซรามิกส์ อะลูมิเนียม หรือ เทฟลอน (Teflon)

แม้ว่าก๊าซโอโซนจะสามารถฆ่าเชื้อโรคที่ดีแล้ว ยังมีประสิทธิภาพในการทำลายกลิ่น สี และรสของน้ำ การใช้ก๊าซโอโซนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ ผสมก๊าซโอโซนกับน้ำภายใต้ภาวะความดันไม่น้อยกว่า 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพื่อให้ก๊าซโอโซนละลายน้ำได้ดี และเวลาที่ให้โอโซนสัมผัสน้ำไม่น้อยกว่า 2 นาที

2. การเลือกบริเวณที่ติดตั้งและการดูแลตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ (ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ, 2552, หน้า 12)

1. การตรวจสอบแหล่งน้ำดิบ โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบ เพื่อคัดเลือกแหล่งน้ำ และเลือกตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่มีคุณภาพมาตรฐาน และมีการออกแบบระบบการผลิตให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำดิบ

2. หลีกเลี่ยงการติดตั้งตู้น้ำในในที่ที่แสงแดดส่องถึง เพราะอาจทำให้เกิดตะไคร่น้ำที่หัวจ่าย และถังเก็บน้ำที่กรองแล้วได้

3. หลีกเลี่ยงการติดตั้งตู้น้ำริมถนนที่มีฝุ่นละอองมาก รวมทั้งหลีกเลี่ยงการติดตั้งบริเวณที่มีการทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูล

4. หมั่นตรวจสอบ ดูแล ตั้งแต่คุณภาพน้ำดิบที่เข้าระบบ เครื่องกรอง ถังเก็บน้ำ หัวจ่ายน้ำอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ควรใช้มือสัมผัสหัวจ่ายน้ำโดยตรง ซึ่งอาจมีผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้

5. การสังเกตด้วยตาเปล่า หากพบว่ามึะไคร่น้ำ เมื่อกน้ำ มีตะกอนควรล้างทำความสะอาดถังเก็บน้ำ รวมทั้งทำความสะอาดไคร่น้ำบริเวณท่อระบายน้ำทิ้งในห้องจ่ายน้ำ

6. จัดทำตารางบันทึกข้อมูลตรวจสอบอุปกรณ์ คุณภาพน้ำดื่ม และการทำความสะอาดครั้งล่าสุด รวมทั้งสภาพทั่วไปของตู้ น้ำดื่มหยอดเหรียญ เพื่อเป็นข้อมูลให้กับผู้ให้บริการได้ทราบ

7. ควรส่งตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของระบบการผลิต และเพื่อให้ได้น้ำที่สะอาด ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3. การบำรุงรักษาตู้ น้ำดื่มหยอดเหรียญ ผู้ประกอบการสามารถบำรุงรักษาตู้ น้ำดื่มหยอดเหรียญ (ฉัฐพล ประดิษฐ์ผลเลิศ, 2552, หน้า 149-150) ได้ดังนี้

1. หมั่นทำความสะอาดไส้กรองใยโพลีโพรพิลีน โดยการถอดไส้กรองออกจากระบบ และนำมาล้างน้ำอุณหภูมิปกติ ควรทำทุกๆ 2 สัปดาห์

2. เปลี่ยนไส้กรองคาร์บอน (กรณีที่มีการกรองด้วยคาร์บอน) เพราะเมื่อคาร์บอนดูดจับคลอรีนเข้าไปจำนวนหนึ่งแล้ว จะไม่สามารถดูดจับเพิ่มได้อีก หากไม่เปลี่ยนไส้กรองคาร์บอน คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับน้ำ กลายเป็นกรดอ่อนๆ ทำความเสียหายให้เมมเบรนได้

3. ตรวจสอบค่า TDS (Total Dissolved solid) หากสูงไป แสดงว่าเมมเบรนอาจรั่ว หรือขอบซีลยางในกระบอกเมมเบรนอาจฉีกขาดหรือใส่ไม่สนิท หรือมีน้ำอื่นเข้ามาปนในถังเก็บน้ำ หรือเมมเบรนอาจฉีกขาด

4. ตรวจสอบแรงดันน้ำดิบ หากแรงดันน้ำดิบเข้าระบบ ไม่เพียงพอ เครื่องจะทำงาน เปิด-ปิดตลอดเวลา หรืออาจไม่ทำงานเลย

5. ตรวจสอบว่าถั่วน้ำดิบว่าอยู่ในตำแหน่งเปิดที่ถูกต้องหรือไม่

6. ตรวจสอบปริมาณน้ำที่ผลิตได้ หากน้อยลง อาจเกิดจากเมมเบรนอุดตันหรือแรงดันปรับลดลง การแก้ไขคือเปลี่ยนเมมเบรนใหม่และปรับแรงดันวาล์วน้ำให้อยู่ในระดับปกติ

7. ตรวจสอบระบบไฟฟ้า

8. อายุของไส้กรองขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพน้ำดิบที่ไหลผ่าน การล้างไส้กรองสามารถยืดอายุการใช้งานได้ชั่วคราว เมื่อหมดอายุการใช้งาน หรือไส้กรองตัน ต้องเปลี่ยนใหม่ทันทีเพื่อการรักษาคุณภาพน้ำที่ผลิต

4. การเลือกใช้บริการตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ สำหรับประชาชนทั่วไปที่ใช้บริการตู้น้ำดื่ม มีวิธีการสังเกตและแนวทางการเลือกใช้ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ (ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ, 2552, หน้า 17) ดังนี้

1. สภาพภายนอกตู้น้ำดื่ม ควรเลือกตู้ที่สะอาด บริเวณที่วางภาชนะบรรจุที่วางรองรับ น้ำ รวมทั้งหัวจ่ายน้ำจะต้องสะอาดไม่มีคราบสนิมหรือตะไคร่น้ำ
2. การควบคุมคุณภาพน้ำ ในตู้น้ำดื่มควรมีการตรวจสอบควบคุมคุณภาพน้ำ โดยมีการทำความสะอาดน้ำตรวจสอบคุณภาพของเครื่องและไส้กรอง และติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์แสดงข้อมูลความบอกรวันเวลาที่เข้ามาตรวจสอบ โดยให้สังเกตข้อความดังกล่าวเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค
3. การสังเกต กลิ่น สี รส โดยตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ได้จากตู้น้ำดื่มด้วยตนเอง ให้สังเกตสี ความขุ่น-ใส กลิ่นและรสชาติของน้ำ มีความผิดปกติหรือไม่อย่างไร โดยเปรียบเทียบจากคุณภาพน้ำที่เคยใช้เป็นประจำหรือจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญผู้อื่น ๆ บริเวณใกล้เคียง
4. ไม่สัมผัสหัวจ่ายน้ำด้วยมือหรือวัสดุอื่นใด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคในน้ำ
5. ภาชนะบรรจุที่จะนำไปบรรจุน้ำดื่ม ควรเป็นภาชนะที่สะอาดและมีขนาดพอดีกับปริมาณน้ำที่ซื้อ และควรล้างภาชนะบรรจุด้วยน้ำที่กคจากตู้น้ำดื่มด้วยปริมาณเล็กน้อย แล้วเชยให้หัวภาชนะบรรจุแล้วเททิ้ง ทำเช่นนี้ 1-2 ครั้ง แล้วจึงเติมน้ำต่อ เพื่อความสะอาดและปลอดภัย

### สถานการณ์ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญในกรุงเทพมหานคร และรายงานความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคน้ำดื่มที่ปนเปื้อน

ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ (2552, หน้า 9-11) ได้สำรวจข้อมูลจากสำนักงานเขต พบว่า สภาพทั่วไปทางกายภาพของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญพบคราบฝุ่นละอองทั้งภายในและภายนอกตู้ พบคราบตะไคร่น้ำในห้องจ่ายน้ำ บางกรณีพบขยะและแมลงวันในห้องจ่ายน้ำ ตลอดจนสภาพน้ำแข็งของบริเวณที่ติดตั้งตู้น้ำดื่ม การติดตั้งตู้น้ำดื่มใกล้กับบริเวณที่ทิ้งขยะ และอุปกรณ์ของตู้ น้ำชำระ เช่น บานประตูของห้องจ่ายน้ำชำระ ใช้ท่อ PVC (Polyvinyl chloride) เป็นหัวจ่ายน้ำแทนซึ่งไม่ใช่อุปกรณ์ที่ทำมาจากวัสดุสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (Food grade) จากการสำรวจคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำดิบส่วนใหญ่ใช้น้ำประปา ซึ่งได้มาตรฐานแต่เมื่อผ่านกระบวนการกรองในตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญไปสักระยะ หรือไม่มีการทำความสะอาดอุปกรณ์จะพบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ตลอดจนการปนเปื้อนของหัวจ่ายน้ำ การสะสมของตะไคร่น้ำในถังพักน้ำ หรือมีแมลงที่เล็ดลอดเข้าไปในห้องจ่ายน้ำ ความไม่สะอาดของภาชนะเก็บน้ำ เครื่องกรองน้ำ รวมทั้งความไม่ถูกสุขลักษณะของวิธีการเก็บน้ำดื่ม ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส พยาธิ ที่ก่อให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคจากน้ำเป็นสื่อได้

การประชุมคณะผู้บริหารกรุงเทพมหานคร เกี่ยวกับผลสำรวจตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ ทั้งหมด 2,000 แห่ง ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากผู้ประกอบการ 30 ราย ซึ่งผลการสุ่มตรวจจำนวน 997 ตัวอย่าง พบ 215 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 21.56 ปนเปื้อนเชื้อ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังพบว่า ไม่มีการดูแลบำรุงรักษาตู้น้ำดื่ม เนื่องจากพบคราบฝุ่น ละอองภายนอกตู้น้ำดื่ม บริเวณห้องจ่ายน้ำ และตู้น้ำดื่มส่วนใหญ่จะไม่มีระบบตัดไฟฟ้า เมื่อกระแส ไฟฟ้ารั่ว หรือลัดวงจร (ชราคล เปี่ยมพงศ์สานต์, สัมภาษณ์, 6 กุมภาพันธ์ 2552)

กรุงเทพมหานครมีการติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญเป็นจำนวนมากในบริเวณที่ประชาชน อาศัยอยู่หนาแน่นจากการสำรวจข้อมูลพบว่ากรุงเทพมหานครมีผู้ประกอบการตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ มากกว่า 1,700 ราย มีผู้ผลิตตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ 16 ราย อีกทั้งพบว่าตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมีปัญหา ด้านสุขลักษณะ หากขาดการควบคุมดูแลด้านสุขลักษณะอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผู้บริโภค ซึ่งการประกอบกิจการดังกล่าวเข้าข่ายเป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามข้อบัญญัติ กรุงเทพมหานคร เรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ พ.ศ.2544 ในการผลิตน้ำกลั่น น้ำบริโภค ต้องมีใบอนุญาตให้ถูกต้องตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุขจากสำนักงานเขตในพื้นที่ที่ตู้น้ำดื่ม หยอดเหรียญตั้งอยู่ กรณีประกอบกิจการ โดยไม่ได้รับอนุญาต มีโทษจำคุกไม่เกิน 6 เดือน หรือปรับ ไม่เกิน 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ (ถนอม อ่อนเกตุพล, สัมภาษณ์, 6 พฤษภาคม 2551)

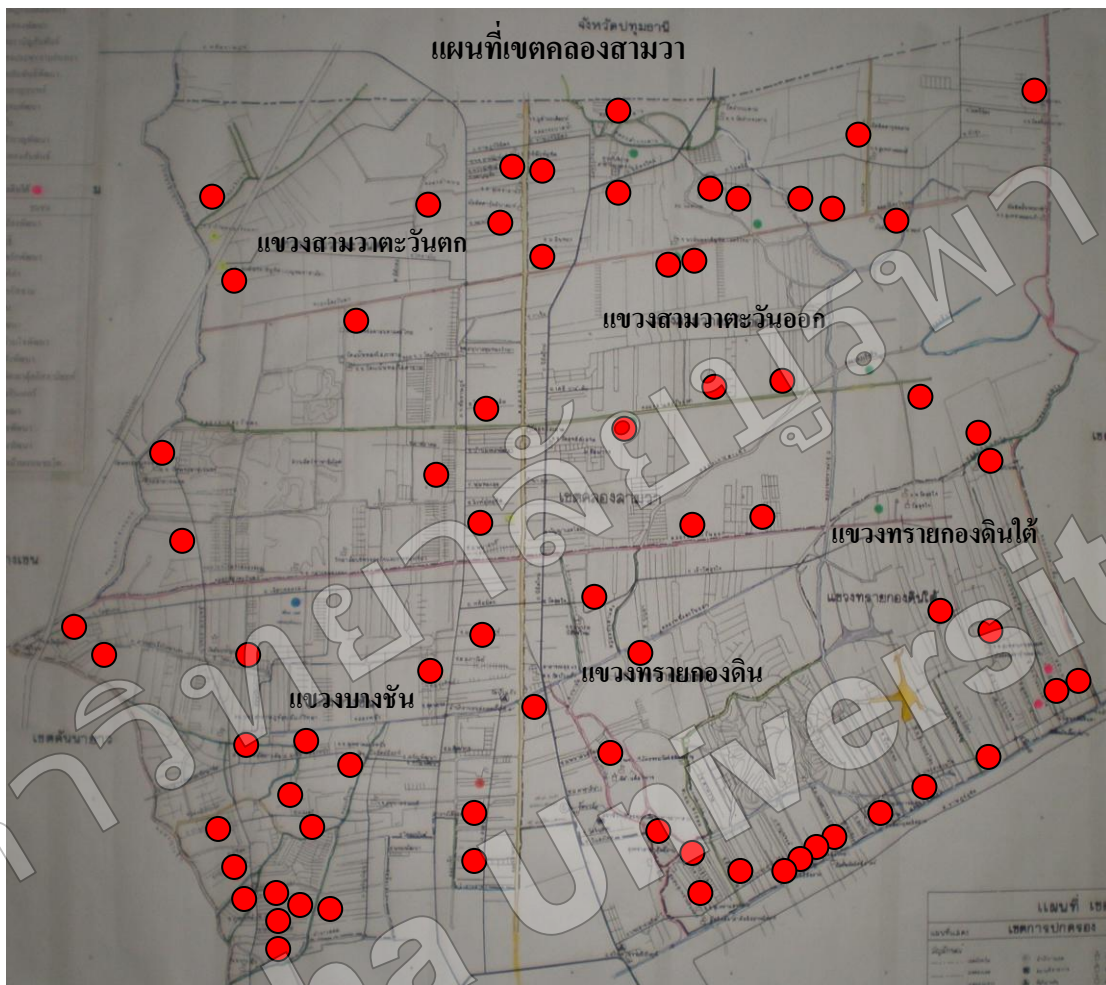
จากการศึกษาสถานการณ์ความปลอดภัยของน้ำบริโภคที่ผลิตจากเครื่องจำหน่าย อัดโนมัติ ในกรุงเทพมหานคร ทั้ง 50 เขต จำนวน 350 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2549 - กุมภาพันธ์ 2550 พบว่า ตัวอย่างที่เก็บมาตรวจหาจุลินทรีย์ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจาก พบแบคทีเรีย *Escherichia coli* (*E. coli*) จำนวน 2 ตัวอย่าง จากทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 0.57 และพบ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการท้องร่วงเช่นเดียวกับแบคทีเรีย *Escherichia coli* (*E. coli*) พบจำนวน 19 ตัวอย่างจากทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 5.43 ทั้งนี้ แบคทีเรียดังกล่าวไม่ควร พบในน้ำดื่มเลย เมื่อสำรวจลักษณะของเครื่องจำหน่ายพบว่าร้อยละ 50 มีตะไคร่ติดอยู่บริเวณท่อ จ่ายน้ำ เนื่องจากแสงแดดเป็นปัจจัยหลัก เพราะสปอร์ของตะไคร่น้ำเหล่านี้อยู่ในอากาศ แต่หาก บริษัทเจ้าของเครื่องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอก็สามารถแก้ไขปัญหาคือ น้ำได้ คุณภาพน้ำ ทางเคมี พบว่า มีความกระด้างต่ำกว่าค่ามาตรฐานถึง 7 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 2 ค่าความเป็นกรด และด่างไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานถึง 64 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 18.29 เมื่อสอบถามจากผู้บริโภค พบว่าร้อยละ 50 ไม่มั่นใจในการซื้อน้ำดังกล่าว อีกร้อยละ 3 คิดว่า ไม่สะอาดมีเพียงร้อยละ 47 ที่มั่นใจว่า น้ำที่จำหน่ายด้วยตู้อัดโนมัติสะอาด และเมื่อสอบถามกับผู้บริโภคที่นำภาชนะมาบรรจุ มีเพียงร้อยละ 14.11 ที่ล้างทำความสะอาดภาชนะก่อนมาบรรจุน้ำทุกครั้ง มีร้อยละ 15 ที่ทำความสะอาด

สะอาดบ้างไม่ทำบ้าง และร้อยละ 74.94 นำน้ำที่บรรจุไปดื่มทันที มีเพียงร้อยละ 10.42 นำไปต้ม และร้อยละ 13.15 นำไปกรองก่อน (ฉัฐวดี ศรีทองเต็ม, สัมภาษณ์, 19 กันยายน 2550)

อิสยา จันทรวิธานุชิต, สุมลรัตน์ ชวงษ์วัฒน์, พงมาน ผู้มีสัตย์, วัชรินทร์ รังสิภาณรัตน์ และ พรทิพย์ พึ่งม่วง (2551) ได้ทำวิจัยเรื่องน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญอัตโนมัติทั่วกรุงเทพมหานคร โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ ตั้งแต่เดือนมีนาคม-มิถุนายน 2548 จำนวน 546 ตัวอย่าง จาก 273 ตู้ จำแนกเป็นตู้ระบบบอว์โอ/แสงยูวี จำนวน 217 ตู้ (ร้อยละ 80) และตู้ระบบบอว์โอ/โอโซน จำนวน 56 ตู้ (ร้อยละ 20) ใน 20 ตลาดผลิตภัณฑ์ เก็บตัวอย่างใน 30 เขตของ กรุงเทพมหานคร ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางห้องปฏิบัติการพบว่า ร้อยละ 52.9 ของตัวอย่างน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพทางกายภาพจำนวน 39 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 7.1 และไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพทางชีววิทยา ได้แก่ พบแบคทีเรียทั้งหมด จำนวน 203 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 37.2 พบโคลิฟอร์มรวม จำนวน 49 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 พบเชื้อ *Escherichia coli* จำนวน 36 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.6 พบเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* จำนวน 118 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 21.6 และพบสาหร่าย 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.3 ผลการศึกษา ครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าน้ำดื่มจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติประมาณกว่าครึ่งไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีความสะอาดปลอดภัย ผู้บริโภคจึงควรที่จะมีความระมัดระวัง และควรเลือกบริโภคน้ำดื่มจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน

### พื้นที่เขตคลองสามวา

เขตคลองสามวาจัดอยู่ในกลุ่มเขตกรุงเทพมหานครตะวันออกโดยสำนักงานเขตได้เปิดให้บริการเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2540 แบ่งพื้นที่การปกครองออกเป็น 5 แขวง คือ แขวงสามวาตะวันออก แขวงบางชัน แขวงสามวาตะวันตก แขวงทรายกองดิน และแขวงทรายกองดินใต้ โดยทิศเหนือติดต่อกับอำเภอลำลูกกา ทิศตะวันออกติดต่อกับเขตหนองจอก ทิศตะวันตกติดต่อกับเขตคันนายาว เขตบางเขน และเขตสายไหม ทิศใต้ติดต่อกับเขตมีนบุรี เป็นพื้นที่ที่กำลังพัฒนา ขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม จากเดิมพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่ในระยะหลังเขตคลองสามวา มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากเมื่อแรกจัดตั้งเขตมีประชากรประมาณ 85,000 คน เพิ่มเป็น 148,000 คนในปี 2551 และมีการจัดตั้งชุมชนขึ้น 71 ชุมชน (สำนักงานเขตคลองสามวา, 2552, หน้า 4-8)



ภาพที่ 3 ชุมชนเขตคลองสามวา (ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ สำนักงานเขตคลองสามวา, 2552)

### กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ พ.ศ. 2544 กำหนดให้การประกอบกิจการสูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ เป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ข้อ 5.3.19 โดยค่าธรรมเนียมสำหรับการดำเนินการ ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ค่าธรรมเนียมสำหรับการดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2548 กำหนดให้การประกอบกิจการนำดื่มจากตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ เป็นการผลิตน้ำกลั่น น้ำบริโภคน้ำ โดยใช้เครื่องจักร ผู้ประกอบการต้องดำเนินการตามแนวทางการพิจารณา เพื่อขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการ ดังนี้ วัสดุที่ใช้ในการผลิตสูบน้ำดื่มหยอดเหรียญต้องทนทาน ไม่ผุกร่อน ไม่มีสารละลายน้ำที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การติดตั้งต้องอยู่ในสถานที่ที่เหมาะสม ไม่ก่อความเดือดร้อนแก่ที่สาธารณะ มีระบบ



ป้องกันภัยจากกระแสไฟฟ้ารั่ว หรือไฟฟ้าลัดวงจร ผู้ประกอบการต้องทำความสะอาดตู้ ถังเก็บน้ำ หัวจ่ายน้ำ และตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างฆ่าเชื้อ เครื่องจักร อุปกรณ์ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง โดยมีการบันทึกเป็นเอกสารให้กรุงเทพมหานครสามารถตรวจสอบได้ น้ำดื่มจากตู้ น้ำดื่มหยอดเหรียญต้องมีคุณภาพ หรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั่นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ. 2552 หมวด 1 เครื่องจักร กำหนดให้การประกอบ การติดตั้ง การซ่อมแซม และการใช้งานเครื่องจักร ต้องจัดให้มีวิศวกรเป็นผู้รับรองตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด และตรวจสอบเครื่องจักรนั้น ให้อยู่ในสภาพใช้การ ได้ดีและปลอดภัย ตามระยะเวลาการใช้งานที่เหมาะสม และจัดให้มีการตรวจรับรองประจำปีตามชนิดและประเภทของเครื่องจักร และเครื่องจักรที่ใช้พลังงาน ไฟฟ้าต้องมีระบบ หรือวิธีการป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วเข้าตัวบุคคลที่เกี่ยวข้องหรือเครื่องจักร และต้องต่อสายดิน ทั้งนี้ การติดตั้งระบบป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าในท้องถิ่นนั้น

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ (พีระ ธาตุพิกุลทอง, จิรภัทร พลางาม และณัฐยาภรณ์ วงศ์บุญเกื้อกุล, 2551) โดยได้ทำการศึกษาตู้ น้ำดื่มหยอดเหรียญในจังหวัดสมุทรปราการ ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำจำนวนทั้งสิ้น 297 ตัวอย่าง และทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ บันทึกข้อมูลปัจจัยทางกายภาพของตู้ น้ำ ได้แก่ สภาพแวดล้อมของสถานที่ตั้งตู้ และลักษณะของจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อน คือ ความพร้อมใช้งานของประตูปิดช่องจ่ายน้ำ และความสะอาดของท่อจ่ายน้ำ นอกจากนี้ยังได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการและบริษัทผู้ผลิตเกี่ยวกับระบบการกรอง ความถี่ในการบำรุงรักษา จำนวนทั้งสิ้น 247 ราย และบริษัทผู้ผลิต 8 ราย ผลการสำรวจสภาพแวดล้อมของสถานที่ตั้งตู้พบตู้ที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมร้อยละ 73.40 เป็นพื้นที่ที่มีฝุ่นควันมาก ร้อยละ 42.42 รองลงมาคือพื้นที่ที่ไม่มีหลังคาร้อยละ 24.92 ผลการสำรวจความพร้อมใช้งานของประตูปิดช่องจ่ายน้ำพบตู้ที่ประตูปิดใช้งานได้ดี จำนวน 212 ตู้ (ร้อยละ 71.38) และการสำรวจความสะอาดของท่อจ่ายน้ำพบท่อจ่ายน้ำมีคราบสกปรก จำนวน 26 ตู้ (ร้อยละ 8.75) ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยรวมพบว่า ตัวอย่างน้ำไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 ด้าน จำนวน 55 ตัวอย่าง (ร้อยละ 18.52) ไม่ผ่านเกณฑ์ด้านจุลินทรีย์ จำนวน 36 ตัวอย่าง (ร้อยละ 12.12) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านเคมี (ค่าความกระด้างของน้ำ) จำนวน 20 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.73) โดยที่ตัวอย่างน้ำ

ทั้งหมดผ่านมาตรฐานด้านฟิสิกส์ (ค่าความเป็นกรด-ด่าง) ค่าฐานนิยมนของค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำเท่ากับ 6.8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.057 พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปัจจัยทางกายภาพบริเวณจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนกับคุณภาพน้ำด้านจุลินทรีย์ กล่าวคือความพร้อมใช้งานของประตูปิดช่องจ่ายน้ำมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำด้านจุลินทรีย์ และความสะดวกของท่อจ่ายน้ำมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำด้านจุลินทรีย์ จากผลการศึกษาและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ผลตรงกันว่า คุณภาพน้ำบริโภคจากตู้น้ำชนิดหยอดเหรียญนั้นยังไม่ได้คุณภาพมาตรฐานเพียงพอ จึงเห็นควรเสนอให้ภาครัฐมีการกำกับดูแลคุณภาพน้ำดื่มจากตู้น้ำหยอดเหรียญอย่างจริงจัง

คุณภาพน้ำและสภาพสุขาภิบาลโรงงานน้ำดื่มบรรจุขวดที่ขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (บุญถนอม พิมมะสอน, 2550) โดยศึกษาคุณภาพน้ำและสภาพสุขาภิบาล โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่ขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์และแบบสังเกตในประชากร โรงงานผลิตน้ำดื่ม 48 แห่ง 7 อำเภอ ในนครหลวงเวียงจันทน์ ตรวจคุณภาพน้ำดื่มด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในภาชนะบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 950-1,000 มิลลิลิตร จำนวน 46 ตัวอย่าง และถังบรรจุขนาด 18-20 ลิตร จำนวน 45 ตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามข้อตกลงของกระทรวงสาธารณสุขของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ฉบับที่ 1 เลขที่ 125 (พ.ศ. 2535) เรื่อง ผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบริสุทธิ์ และแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 2 เลขที่ 505 (พ.ศ. 2549) เรื่อง น้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิด ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมดทุกดัชนีบ่งชี้ ร้อยละ 52.1 น้ำดื่มผลิตจากน้ำประปามีคุณภาพทางกายภาพและเคมี ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 88.0 ทางชีวภาพ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 56.0 น้ำบาดาลมีคุณภาพทางกายภาพและเคมี ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 64.7 ทางชีวภาพ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 58.8 น้ำประปา กับน้ำบาดาลมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 75.0 และน้ำบ่อดินมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมดทุกดัชนีบ่งชี้ สภาพสุขาภิบาลโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดในภาพรวม อยู่ในระดับดีร้อยละ 18.8 ระดับปานกลางร้อยละ 68.7 และระดับต่ำร้อยละ 12.5 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ค่าคะแนนสถานที่ผลิตและอาคารผลิตอยู่ในระดับดีร้อยละ 68.7 ส่วนสภาพสุขาภิบาลด้านอื่นๆอยู่ในระดับปานกลาง คือ กระบวนการผลิตและการควบคุมดูแลร้อยละ 66.7 การควบคุมภาชนะบรรจุ และสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมร้อยละ 52.1 และสุขอนามัยส่วนบุคคลร้อยละ 45.8 คุณภาพน้ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมาจากกระบวนการผลิตที่มีการทำความสะอาดภาชนะไม่ดีพอ คือไม่มีกระบวนการฆ่าเชื้อโรคภาชนะบรรจุและฝาปิดถึงร้อยละ 95.8 สภาพสุขาภิบาลส่วนบุคคลไม่ใส่ถุงมือในขั้นตอนการบรรจุน้ำใส่ภาชนะร้อยละ 70.8 มีสภาพที่สามารถก่อให้เกิดการ

ปนเปื้อนจากคนงานต่อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 95.8 และสภาพสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม คือ ไม่มีการจัดให้มีอ่างล้างมือที่ใช้การได้ดีให้กับคนงานหลังออกจากห้องน้ำห้องส้วมร้อยละ 58.3 และส่วนมากไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยทั้งผู้แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรงร้อยละ 97.9 ดังนั้นการแก้ไขจึงควรให้ความรู้แก่ผู้ผลิตและคนงานมีการพัฒนาและสนับสนุนให้ใช้ชุดทดสอบอย่างง่ายในการควบคุมคุณภาพน้ำในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทให้มีคุณภาพที่ดีต่อไป ส่วนการควบคุมตรวจสอบควรเตรียมความพร้อม เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในระดับอื่นๆ เพิ่มขึ้น รวมทั้งการให้สุศึกษาประชาสัมพันธ์แก่ผู้บริโภคให้ตระหนักเรื่องคุณภาพน้ำบริโภคบรรจุขวด คอยสอดส่องดูแลและแจ้งให้ผู้รับผิดชอบทราบ เมื่อมีการกระทำผิดกฎหมายอาหารของกรมอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

การวิเคราะห์การปนเปื้อนในน้ำดื่มในภาชนะที่บรรจุปิดสนิทที่ผลิตในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (ถนนมัสกิด ซัยมินทร์, 2550) ทำการศึกษาโดยเก็บรวบรวมตัวอย่างในโรงงานผลิตน้ำดื่มในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีทั้งหมด 47 โรงงาน เก็บโรงงานละ 1 ตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น ค่า pH กลิ่น และการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E.coli* และนำผลการตรวจตัวอย่างน้ำดื่มมาวิเคราะห์ สรุปเป็นตาราง จากนั้นนำมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และสรุปผลโดยใช้สถิติเป็นค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า คุณลักษณะของน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความขุ่น อยู่ในช่วง 0.1 - 0.8 NTU ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.37 NTU โดยแต่ละตัวอย่างน้ำดื่มค่าความขุ่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่า pH อยู่ในช่วง 6.7 - 8.1 NTU ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.26 และตัวอย่างน้ำดื่มมีค่า pH อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน และไม่พบกลิ่นจากตัวอย่างน้ำดื่ม คุณลักษณะของน้ำทางจุลินทรีย์พบจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในช่วง  $<1.1 - >23$  MPN/100 ml โดยตรวจพบอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน ร้อยละ 87.23 และตรวจพบ *E.coli* ร้อยละ 8.51 โดยผ่านเกณฑ์ค่ามาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 91.49

การศึกษาความปลอดภัยของน้ำบริโภคบริการสาธารณะและน้ำบริโภคแบบตู้หยอดเหรียญ (กลุ่มพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค, 2549) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยคุณภาพน้ำบริโภคบริการสาธารณะและแบบตู้หยอดเหรียญ อันจะนำไปสู่การจัดการและการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคบริการสาธารณะและแบบตู้หยอดเหรียญให้สะอาดปลอดภัย รูปแบบการศึกษาเป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยกำหนดพื้นที่สำรวจในเขตการประปาที่ได้รับการประกาศเป็นพื้นที่น้ำประปาดื่มได้ ดังนี้ 1) เมืองหลักในภูมิภาค 2) กรุงเทพมหานคร และ 3) จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นที่ตั้งกระทรวงสาธารณสุข การสุ่มเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริโภคตามวิธี Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> ed และการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียทางภาคสนามด้วยชุด ว.111 (กรมอนามัย) โดยอ้างอิงเกณฑ์คุณภาพน้ำประปากรมอนามัย (2543) และวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อม พฤติกรรม และความพึงพอใจโดย

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และค่าสถิติความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย สรุปผลการศึกษา ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับข้อมูลที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ข้อมูลด้านแบคทีเรีย ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ให้หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง บริษัทผู้ติดตั้ง และผู้ประกอบการจะต้องเร่งรัดการดูแลบำรุงรักษา การควบคุม และประเมินคุณภาพน้ำร่วมกันอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ในด้านผู้บริโภครวมควรมีตระวังเรื่องสุขอนามัยพื้นฐาน โดยเฉพาะความสะอาดของมือที่จะต้องก่น้ำหรือหยิบจับส่วนที่ต้องสัมผัสกับน้ำดื่ม และการดูแลภาชนะให้สะอาดก่อนนำมาใช้ใส่น้ำดังกล่าว นอกจากนี้เพื่อให้จุดบริการ และตู้ น้ำดื่ม นำมาใช้ ควรปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้สะอาดสวยงามด้วย

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (ยูดี พร้อมสันเทีย และดวงใจ แผ่น โลกสูง, 2549) ได้ทำการศึกษาคูณภาพน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ การตรวจวิเคราะห์หาคาร์บอนเป็อนของน้ำบริ โภคนี้เพื่อให้ผู้บริโภคน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้ทราบข้อมูล ซึ่งจะสามารณนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบริ โภคในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาให้ปลอดภัยจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ สำหรับการศึกษาคูณภาพน้ำบริ โภคที่ผ่านเครื่องกรองน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำบริ โภคที่จุดบริการ 9 จุด ได้แก่ 1. ฝ่ายอาคารสถานที่ 2. โรงอาหารเก่า 3. อาคาร 10 4. อาคาร 9 5. ศูนย์สุขภาพชุมชนเมือง 9 6. อาคาร 11 7. โรงเรียนสาธิต 8. การศึกษาพิเศษ 9. อาหาร 11 ซึ่งแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่อง pH meter สำหรับวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) Turbidity meter สำหรับวัดค่าความขุ่น และ Conductivity meter สำหรับวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายที่เหลือจากการระเหย ใช้ชุด Test kit ยี่ห้อ Macherey-Nagel ด้วยวิธี Visual Comparison Method สำหรับวัดค่าความกระด้าง และคลอรีนอิสระตกค้าง และวิธี Standard Multiple-Tube (MPN) Tests สำหรับตรวจสอบหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย นำค่าที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริ โภคของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น คุณภาพน้ำบริ โภคทางด้านชีวภาพ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในจุดที่ 1, 6, 7, 8, 9 มีค่าอยู่ในช่วง 2- 20.67 MPN/100dm<sup>3</sup> และฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในจุดที่ 6, 7, 8, 9 มีค่าอยู่ในช่วง 2- 11.3 MPN/100dm<sup>3</sup> ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริ โภคของกรมอนามัย

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการธุรกิจน้ำดื่มหยอดเหรียญ : กรณีศึกษาพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น (สุเมธ แก่นมณี และจรงค์ หงส์งาม, 2546) โดยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาด และทางการเงิน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้บริ โภค และผู้ประกอบการธุรกิจน้ำดื่มหยอดเหรียญ การศึกษาด้านพฤติกรรมการใช้บริการเครื่องทำน้ำดื่มหยอดเหรียญพบว่า ผู้บริ โภคส่วนใหญ่รู้จักเครื่องทำน้ำดื่มหยอดเหรียญ

ร้อยละ 80.5 แต่มีผู้ที่เคยใช้ร้อยละ 39 และมีผู้บริโภคน้ำดื่มจากการใช้บริการเครื่องทำน้ำดื่มหยอดเหรียญเป็นหลัก ร้อยละ 4 โดยมีการจัดหาเฉลี่ย 1-5 ครั้งต่อเดือน และเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำดื่มหยอดเหรียญ เฉลี่ย 1-50 บาทต่อเดือน และพบว่าสาเหตุของการใช้บริการเครื่องทำน้ำดื่มหยอดเหรียญมากที่สุด คือ ความสะดวก สบายในการใช้ และพบว่าสาเหตุของการไม่ใช้บริการเครื่องทำน้ำดื่มหยอดเหรียญมากที่สุด คือ การไม่คุ้นเคย

การศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรียของภาชนะบรรจุน้ำบริโภคปิดสนิทแบบใช้ซ้ำรูปทรงเหลี่ยมกับรูปทรงกลม (วีระศักดิ์ เหล่าตระกูล, 2544) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของภาชนะบรรจุน้ำบริโภคแบบใช้ซ้ำขนาดบรรจุ 20 ลิตร ชนิดพลาสติกไฮเดนซิติโพลีเอธิลีน (HDPE) รูปทรงเหลี่ยมกับรูปทรงกลม ดำเนินการเก็บตัวอย่างด้วยแบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกข้อมูลจากสถานที่ผลิตน้ำดื่ม 21 แห่ง แต่ละแห่งจะเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้กักภายในถังหลังจากผ่านการล้าง ตัวอย่างถึงรูปทรงเหลี่ยมกับรูปทรงกลมในจำนวนเท่าๆกัน อย่างละ 30 ตัวอย่าง รวม 1,260 ตัวอย่าง แล้วนำไปตรวจหาปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับวิธีการทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า การปนเปื้อน โคลิฟอร์มแบคทีเรียในภาชนะรูปทรงเหลี่ยมสูงกว่ารูปทรงกลม โดยถึงรูปทรงเหลี่ยม ร้อยละ 25.40 และถึงรูปทรงกลม ร้อยละ 19.84 มีค่า MPN โคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่า 2.2 ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยของระดับโคลิฟอร์มแบคทีเรียของภาชนะรูปทรงเหลี่ยมและรูปทรงกลม คือ 107.91 และ 86.43 ตามลำดับ แต่ปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในภาชนะบรรจุทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.018$ ) ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อ *E.coli* ในภาชนะตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 1,260 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะไม่พบเชื้อ *E.coli* โดยอัตราการพบเชื้อ *E.coli* ของถึงรูปทรงเหลี่ยมสูงกว่าถึงรูปทรงกลมเล็กน้อย คือร้อยละ 6.67 และ 4.92 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.228$ ) จากผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรูปทรงของภาชนะบรรจุน้ำบริโภคชนิดใช้ซ้ำให้เหมาะสม นอกเหนือจากการควบคุมเฉพาะคุณภาพมาตรฐานของสารปนเปื้อนในเนื้อพลาสติกตามกฎหมาย

สถานการณ์คุณภาพน้ำบริโภคและความเสี่ยง (ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2543) การศึกษานี้เป็นการประมวลข้อมูลทุติยภูมิด้านคุณภาพน้ำบริโภคทั่วประเทศในปี 2540 - 2541 และลักษณะการบริโภคน้ำของคนไทย แล้วนำมาประเมินความเสี่ยงของประชาชนในการบริโภคน้ำเฉพาะส่วนที่มีการปนเปื้อนและสารมลพิษมาตรฐานน้ำดื่มที่องค์การอนามัยโลกเสนอแนะไว้ เป็นการดำเนินงาน ระหว่าง มกราคม - มิถุนายน ปี 2543 ผลการศึกษาพบว่าน้ำบริโภคในชีวิตประจำวันของคนไทยมาจากหลายแหล่ง ได้แก่ น้ำฝน น้ำบ่อตื้น น้ำประปา และน้ำบรรจุขวด คุณภาพน้ำบริโภคส่วนใหญ่ยังไม่ได้มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ปัญหาที่พบมีทั้งการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรีย

สารเคมี และคุณภาพทางกายภาพไม่ได้มาตรฐาน คาดว่าจะมีคนไทยทั้งประเทศประมาณ 40 ล้านคน ที่กำลังบริโภคน้ำที่ไม่ได้มาตรฐาน ถ้าแยกตามประเภทน้ำดื่ม พบว่ามีคนไทยดื่มน้ำฝนที่ไม่ได้มาตรฐานประมาณ 24 ล้านคน น้ำบ่อดิน 19 ล้านคน น้ำบาดาล 6 ล้านคน และน้ำประปา 4 ล้านคน ถ้าแยกวิเคราะห์ตามรายตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ คาดว่ามีคนไทยที่เสี่ยงต่ออันตรายจากแบคทีเรียประมาณ 30 ล้านคน เสี่ยงต่ออันตรายจากแคดเมียม 2.4 ล้านคน เสี่ยงต่ออันตรายจากแมงกานีส 2.1 ล้านคน และเสี่ยงต่ออันตรายจากตะกั่ว 1.3 ล้านคน

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในสถาบันราชภัฏอุดรดิตถ์ (ฉลวย เสาวคนธ์, ศิริหทัย สมบัติจินดา, ชูสินี ชีรสวัสดิ์, ประภัสสร กิตติพงษ์หรรษา, พรทิพพา อังคนุรักษ์พันธ์ และปฐมพร อุไรพันธ์, 2542) โดยเก็บตัวอย่างจากเครื่องกรองน้ำในอาคาร 22 อาคาร จำนวน 26 จุด นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้ คุณภาพทางเคมี ค่า pH เฉลี่ยมีค่าระหว่าง 7.41-8.13 ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total Dissolved Solid; TDS) เฉลี่ยเท่ากับ 236 mg/l ความสามารถในการนำไฟฟ้า (Conductivity) เฉลี่ยเท่ากับ 337 Microsiemens/cm ปริมาณความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness) เฉลี่ยเท่ากับ 147.92 mg/l ซึ่งมีค่าเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดคือมีได้ไม่เกิน 100.00 mg/l ปริมาณคลอรีนเฉลี่ยเท่ากับ 16.82 mg/l การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักใช้เครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น Model 3110 ของ Perkin Elmer พบว่ามี ปริมาณเหล็กเฉลี่ย 0.064 ppm ทองแดงเฉลี่ย 0.002 ppm แมงกานีสเฉลี่ย 0.010 ppm ตะกั่วเฉลี่ย 0.005 ppm คุณภาพทางจุลชีววิทยา Standard Plate Count มีค่าระหว่าง 0-300 colony *ColiForm bacteria* มีค่าไม่เกิน 2.2 MPN และ *E.coli bacteria* ไม่พบ

คุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (น้อย ทองสกุลพานิชย์, สุภาพร เวทีวุฒาจารย์, ไพรวลัย อินทร์อุดม, วิไล เส และลักขณา ลือประเสริฐ, 2540) จากการศึกษาคุณภาพของน้ำบริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างปี 2535-2537 พบว่ายังมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานเฉลี่ยร้อยละ 32.0 ในปีงบประมาณ 2539 ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ขอนแก่นร่วมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดในเขต 6 จึงจัดทำโครงการยกระดับคุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เพื่อตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพของน้ำบริโภคจากทุกสถานที่ผลิตในเขตรับผิดชอบให้มีคุณภาพมาตรฐาน จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำบริโภคที่เก็บจากสถานที่ผลิตในเขต 6 จำนวน 429 ตัวอย่าง พบว่าไม่ได้มาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (2524) และฉบับที่ 135 (2534) จำนวน 152 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35.4 โดยไม่ได้มาตรฐานทางกายภาพ ทางเคมี และจุลชีววิทยา จำนวน 7, 35 และ 115 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1.6, 8.2 และ 26.8 ตามลำดับ น้ำบริโภคที่บรรจุในภาชนะชนิดที่ใช้แล้วทิ้งมีคุณภาพดีกว่าน้ำที่บรรจุใน

ภาชนะที่หมุนเวียนสลับมาใช้ ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางแนะนำ อบรม ผู้ผลิตน้ำบริโภคน้ำให้มีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องด้านสุขาภิบาล สุขอนามัยส่วนบุคคล และปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตน้ำบริโภคให้ได้มาตรฐาน เพื่อการคุ้มครองผู้บริโภค

สภาพของการผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของสถานที่ผลิตในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (พิชิต บุตรสิงห์, 2539) โดยศึกษาสภาพของการผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ของสถานที่ผลิตในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เกี่ยวกับ ข้อมูลทั่วไป สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ และอนามัยส่วนบุคคลของบุคลากรที่ทำการผลิต ประชากรที่ศึกษา คือ สถานที่ผลิตน้ำบริโภค จำนวน 50 แห่ง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นสถานที่ผลิตที่ไม่เข้าข่ายโรงงาน ร้อยละ 82.0 เป็นธุรกิจภายในครอบครัว เปิดดำเนินการไม่เกิน 5 ปี สินค้าที่มีการผลิต แบ่งตามชนิดของภาชนะบรรจุ และขนาดบรรจุได้ 17 รายการ รายการที่มีการผลิตมากที่สุด คือ ชนิดบรรจุถึงโพลีเอทิลีน 20 ลิตร ปัญหาด้าน สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของสถานที่ผลิตส่วนใหญ่ พบว่า ห้องบรรจุยังไม่ถูกสุขลักษณะ กระบวนการผลิต พบว่า ส่วนใหญ่ใช้น้ำบาดาลในการผลิต ร้อยละ 62.0 มีการใช้สารหรือวัสดุในการกรองไม่เหมาะสม ร้อยละ 26.0 การกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำที่พบมากได้แก่ การกรอง ร้อยละ 92.0 การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต ร้อยละ 46.0 โดยส่วนใหญ่จะใช้หลายๆ วิธีร่วมกัน ที่นิยมที่สุดคือ ใช้การกรองร่วมกับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ร้อยละ 38.0 การล้างภาชนะบรรจุมีการใช้คลอรีนช่วยในการล้าง ร้อยละ 38.0 และมีการล้างถูกต้องตามหลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดีเพียง ร้อยละ 6.0 ด้านการควบคุมคุณภาพการผลิต พบว่า มีน้ำยาทดสอบความกระด้าง ร้อยละ 84.0 แต่พบว่า มีการบันทึกผลการทดสอบเพียง ร้อยละ 18.0 ด้านสุขอนามัยส่วนบุคคลของบุคลากรที่ทำการผลิต พบว่า ส่วนใหญ่แต่งกายไม่ถูกสุขลักษณะ และทั้งหมดไม่มีใบรับรองสุขภาพ จากสภาพของการผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท พบว่า ยังมีปัญหาที่จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขหลายประการ เช่น สภาพ สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม กระบวนการผลิตที่มีการใช้สารหรือวัสดุในการกรอง วิธีกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ การล้างภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม และปัญหาสุขอนามัยส่วนบุคคลของบุคลากร