

## บทที่ 4

### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำและขั้นตอนการผลิตน้ำดื่ม

#### 4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญของสิ่งมีชีวิตมนุษย์ผูกพันกับน้ำนับตั้งแต่เกิดจนตายมักมีคำกล่าวถึงน้ำว่าเป็นบ่อเกิดแห่งชีวิต ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยน้ำถึง 2 ใน 3 ส่วน สามารถแทรกผ่านสู่ส่วนผิวหนัง โพรงกระดูก หรือแม้แต่เส้นโลหิตดำหรือโลหิตแดง ซึ่งแต่ละปีปริมาณน้ำผ่านสู่ร่างกายมนุษย์ถึงเกือบ 1 ตัน "น้ำ" เป็นสาระสำคัญในกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะ และปรับอุณหภูมิในร่างกาย หากร่างกายขาดน้ำคงมีชีวิตอยู่ไม่ได้ วันหนึ่ง ๆ ร่างกายต้องสูญเสียน้ำไปโดยขับออกทางปอดผิวหนัง อุจจาระและปัสสาวะ ดังนั้นจึงต้องได้รับน้ำมาชดเชยประมาณวันละ 2,000 - 2,400 มิลลิลิตร อย่างไรก็ตามน้ำที่นำมาบริโภคควรเป็นน้ำที่สะอาดเท่านั้น ในยุคโลกาภิวัตน์ โลกพัฒนาอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดปัญหามลภาวะในทุกด้านจนยากที่จะควบคุมให้อยู่ในสถานะสมดุลย์ตามธรรมชาติ มลภาวะของน้ำเสียและพิษภัยจากมลภาวะดังกล่าวคุกคามต่อสุขภาพของมนุษยชาติโดยรวมเป็นปัญหาระดับโลก นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา สารเคมีชนิดใหม่ ๆ เป็นจำนวนหมื่น ๆ ตัน ได้ถูกทิ้งลงไปในแหล่งน้ำและน้ำเหล่านี้ได้ถูกหมุนเวียนกลับมาใช้บริโภคในทุกแถบของโลก ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปใช้จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เฉพาะทางด้านน้ำอย่างแท้จริง

#### 4.2 แหล่งน้ำดิบและคุณลักษณะวัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

น้ำที่อยู่บนพื้นผิวโลกไม่ว่า น้ำเค็มหรือน้ำจืดก็ตามจะระเหยกลายเป็นไอน้ำไปอยู่ในอากาศเป็นเมฆและตกลงมาเป็นฝนสู่พื้นโลกอีก และเป็นเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ ปรากฏการณ์หรือระบบหมุนเวียนนี้เรียกว่า "วัฏจักรของน้ำ" รูปที่ 1 ส่วนประกอบของวัฏจักรของน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

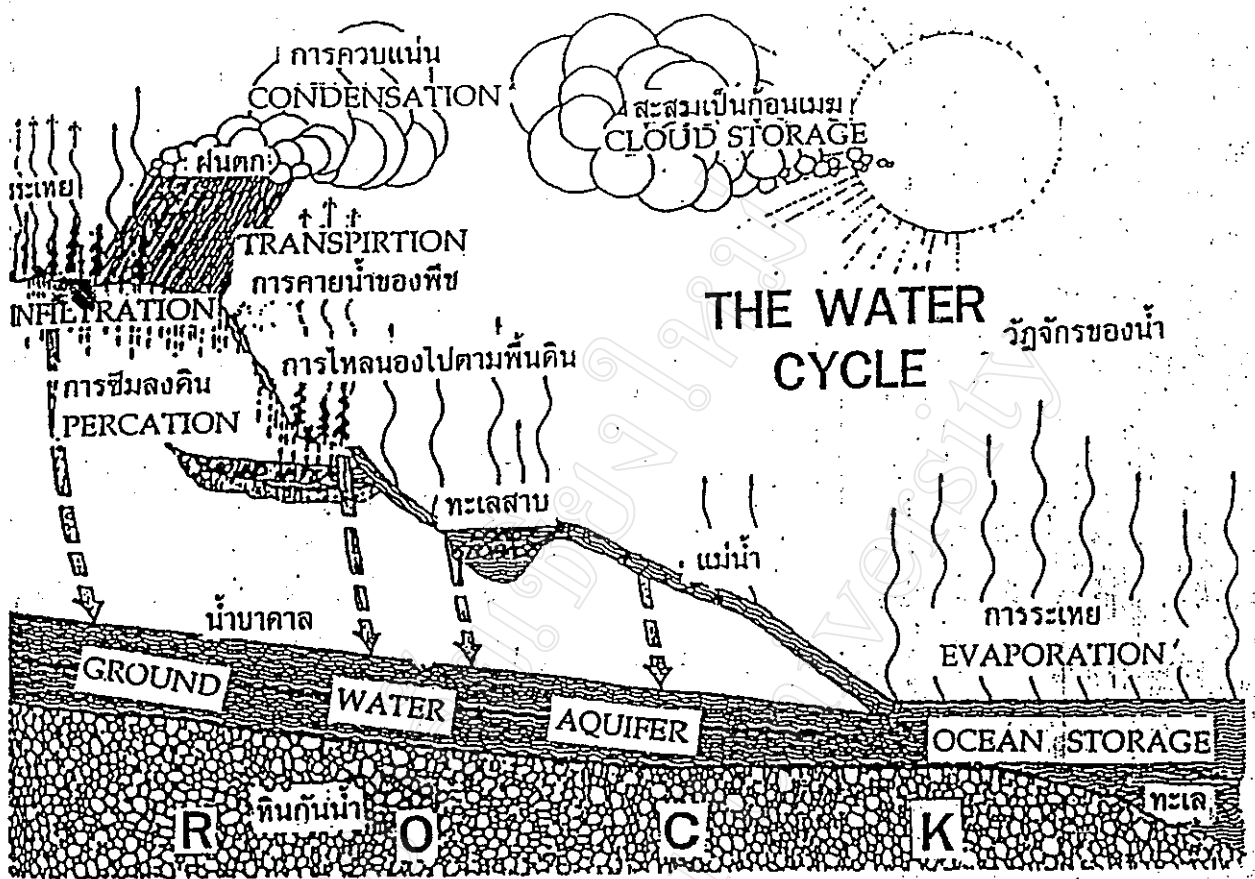
1. น้ำจากผิวโลกสู่บรรยากาศ ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ทำให้พื้นผิวน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น ทะเล มหาสมุทร แม่น้ำลำคลอง ฯลฯ ระเหยกลายเป็นไอน้ำสู่บรรยากาศ คั้นไม้ ต่าง ๆ หายใจคายไอน้ำออกมาทางใบ ไอน้ำเหล่านี้ลอยอยู่ในอากาศ ถูกลมพัดไปมาและจะเกิดการสะสมเป็นเมฆลอยอยู่ในอากาศ

2. ไอน้ำในบรรยากาศเกิดการควบแน่น ไอน้ำในก้อนเมฆ เมื่อกระทบกับอากาศที่เย็นกว่าจะกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำ หรือหยดน้ำที่เล็กมาก ซึ่งสามารถรู้ได้โดยการมองเห็นก้อนเมฆสีดำ ๆ หรือก้อนฝนนั่นเอง ขบวนการนี้เรียกว่า “การควบแน่น”

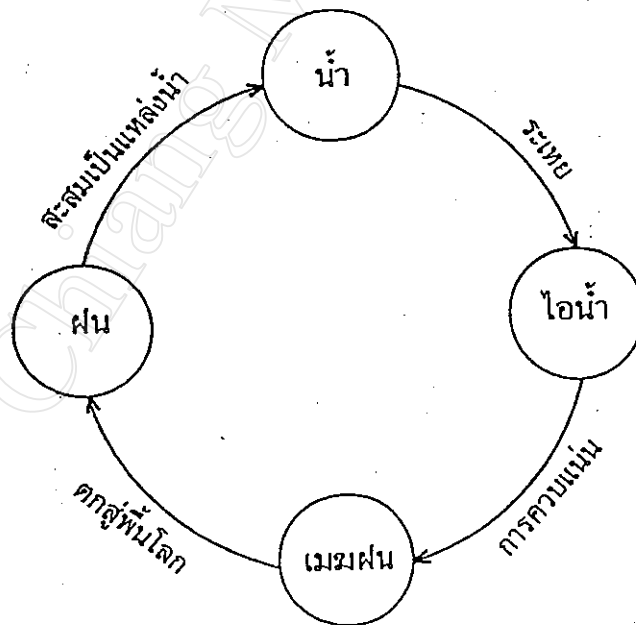
3. ฝนตกลงสู่พื้นโลก หากเกิดการควบแน่นมากขึ้นจะมีหยดน้ำขนาดใหญ่ขึ้น และตกลงมาเป็นฝนในที่สุด หากในอากาศมีฝุ่นละอองอยู่มาก หรือมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ โดยเฉพาะบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม ฝนจะชะเอาสิ่งสกปรกเหล่านี้ลงมาด้วย ทำให้น้ำฝนที่ตกมาใหม่ ๆ สกปรก กรณีที่มีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ น้ำฝนจะทำปฏิกิริยากับแก๊สดังกล่าว กลายเป็นกรดกำมะถัน ตกกลงมาสู่พื้นโลก ซึ่งน้ำฝนนี้มักจะเรียกว่า “ฝนกรด” (Acid Rain) มีอำนาจในการกัดกร่อนโลหะ รูปปั้นต่าง ๆ ที่ก่อสร้างในที่โล่งทำให้เกิดการเสียหายได้

4. ซึมลงสู่ดินและสะสมเป็นแหล่งน้ำบนดิน เมื่อฝนตกลงสู่พื้นโลก น้ำฝนจะไหลนองไปตามพื้นดิน ไหลผ่านพื้นที่ต่าง ๆ และจะชะเอาสิ่งสกปรกบนดินไปกับน้ำไหลลงสู่ที่ต่ำไปสะสมในแม่น้ำ ลำคลอง หรือไหลลงทะเล น้ำฝนอีกส่วนหนึ่ง จะซึมลงสู่ใต้ดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน น้ำที่ซึมอยู่บริเวณชั้นดินตื้นจะถูกพืชดูดเอาไปเลี้ยงลำต้น หรือถูกดวงอาทิตย์เผาให้กลายเป็นไอน้ำสู่อากาศอีก และจะวนอยู่เช่นนี้ตลอดไป รูปที่ 2

จากวัฏจักรของน้ำ หากถือพื้นดินเป็นหลักก็จะสามารถแบ่งประเภทของแหล่งน้ำเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินจะเรียกว่า “น้ำในบรรยากาศ” ซึ่งหมายถึงพายุฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น ส่วนที่อยู่บนดินจะเรียกว่า “น้ำผิวดิน” เช่นแม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ และส่วนที่อยู่ใต้ดินเรียกว่า “น้ำใต้ดิน” เช่นน้ำบาดาล น้ำพุ เป็นต้น แหล่งน้ำทั้ง 3 ชนิดนี้มีคุณภาพและปริมาณแตกต่างกันบางชนิดสามารถนำมาผลิตน้ำบริโภคได้ เพราะมีปริมาณมากพอ และคุณภาพที่สามารถบำบัดได้ เช่นน้ำบาดาล บางชนิดก็ไม่สามารถนำมาผลิตน้ำบริโภคได้เช่นแหล่งน้ำที่มีสารละลายฟลูออไรด์ (Fluoride) เพราะมีขบวนการในการบำบัดยุ่งยาก เสียค่าใช้จ่ายมากไม่คุ้มในเชิงการค้า มาตรฐานน้ำบริโภคกำหนดไม่เกิน 1.5 พี.พี.เอ็ม



รูปที่ 1 วัฏจักรของน้ำ



รูปที่ 2 ส่วนประกอบวัฏจักรของน้ำ

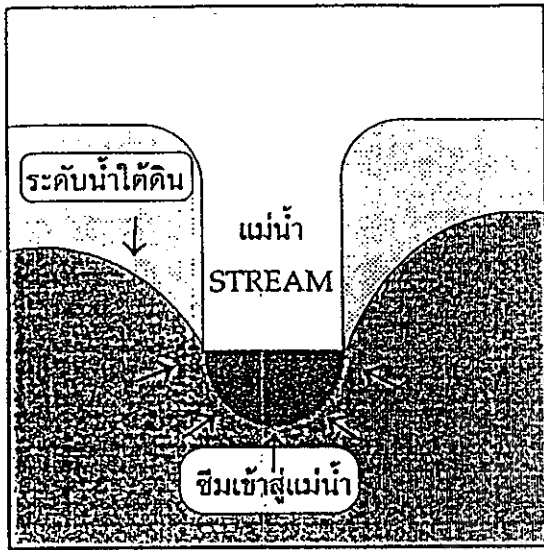
น้ำในบรรยากาศ ได้แก่ น้ำฝน น้ำค้างเป็นต้นน้ำประเภทนี้โดยทั่วไปจัดเป็นน้ำสะอาดที่เหมาะสมในการบริโภค แต่คุณภาพน้ำอาจเปลี่ยนไปตามปัจจัยต่าง ๆ เช่นฝุ่นละอองและก๊าซในชั้นบรรยากาศความสะอาดของพื้นที่รองรับน้ำฝน หลังคาบ้าน และภาชนะสำหรับเก็บน้ำฝน

**น้ำผิวดิน (Surface Water)** น้ำผิวดิน หมายถึงน้ำที่สะอาดที่สะสมอยู่บนพื้นดินเกิดจากส่วนของน้ำฝนที่ตกลงดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำตามลำธารแม่น้ำ ในประเทศหนาวที่มีหิมะตก น้ำผิวดินก็เกิดจากการละลายของหิมะแล้วไหลลงสู่แม่น้ำลำธารด้วย นอกจากนี้แหล่งที่มาของน้ำผิวดินอีกทางหนึ่ง คือมาจากน้ำบาดาล หากน้ำผิวดินมีแหล่งที่มาจากน้ำฝนและหิมะเพียง 2 ทางนี้เท่านั้น น้ำที่ไหลอยู่ในแม่น้ำลำคลองคงจะแห้งไปนานแล้วหลังจากฝนตกสักกระยะหนึ่งอย่างไรก็ตามที่ยังคงเห็นน้ำไหลอยู่ได้ตลอดปีนั้น เนื่องมาจากน้ำบาดาลหรือน้ำใต้ดินไหลซึมออกมาสู่ลำธาร รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการที่น้ำใต้ดินไหลออกมาสู่น้ำในแม่น้ำ เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงหากน้ำใต้ดินอยู่ต่ำ น้ำจากแม่น้ำลำธารบางส่วนก็จะไหลซึมลงสู่ใต้ดินเหมือนกัน รูปที่ 3

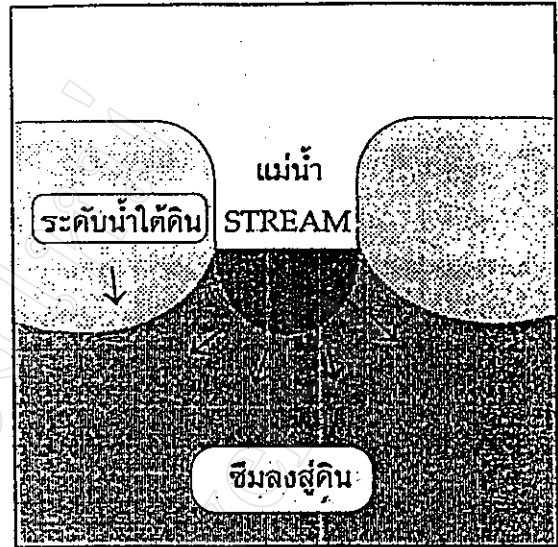
**น้ำใต้ดิน (Ground Water)** น้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดินบางส่วนจะถูกดูดพืชดูดไว้ บางส่วนไหลลงสู่แม่น้ำลำธารหรือทะเลเป็นน้ำผิวดิน และบางส่วนไหลซึมลงไปใต้ดินจะซึมผ่านชั้นต่างๆ ของดินตะกอนแร่ธาตุและมลทินในแม่น้ำ จนถึงชั้นดินซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious Strata) น้ำที่ขังอยู่บนชั้นดินนี้เรียกว่า น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดินนั้นบางทีก็อยู่ตื้นบางทีก็อยู่ลึกทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ และระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) ในแถบนั้นจะอยู่ตื้นหรือลึก ถ้าหากเจาะบ่อลงไปให้ลึกถึงระดับน้ำในชั้นน้ำที่เรียกว่า น้ำบาดาลในที่กักขัง (Confined Ground Water) จริง ๆ แล้วก็สามารถมีน้ำใช้ได้ตลอดปี นอกเสียจากว่าบ่อที่จะลงไปนั้นพบว่าน้ำในชั้นบาดาลปลอม (Perched Water) ซึ่งเป็นน้ำขังอยู่ในชั้นหินที่อยู่ใต้ดินของโซนสัมผัสมอากาศ รูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงน้ำใต้ดินประเภทต่าง ๆ ดังนี้

**บ่อบาดาลปราศจากความดัน (Free Ground Water Well)** น้ำในบ่อนี้เป็นน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในบริเวณอิมตัวด้วยน้ำมีระดับผิวบนอยู่ที่ระดับน้ำใต้ดิน การไหลก็เป็นไปตามความสูงของระดับน้ำใต้ดินภายใต้แรงดึงดูดของโลก ไม่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความกดดันใด ๆ ทั้งสิ้น

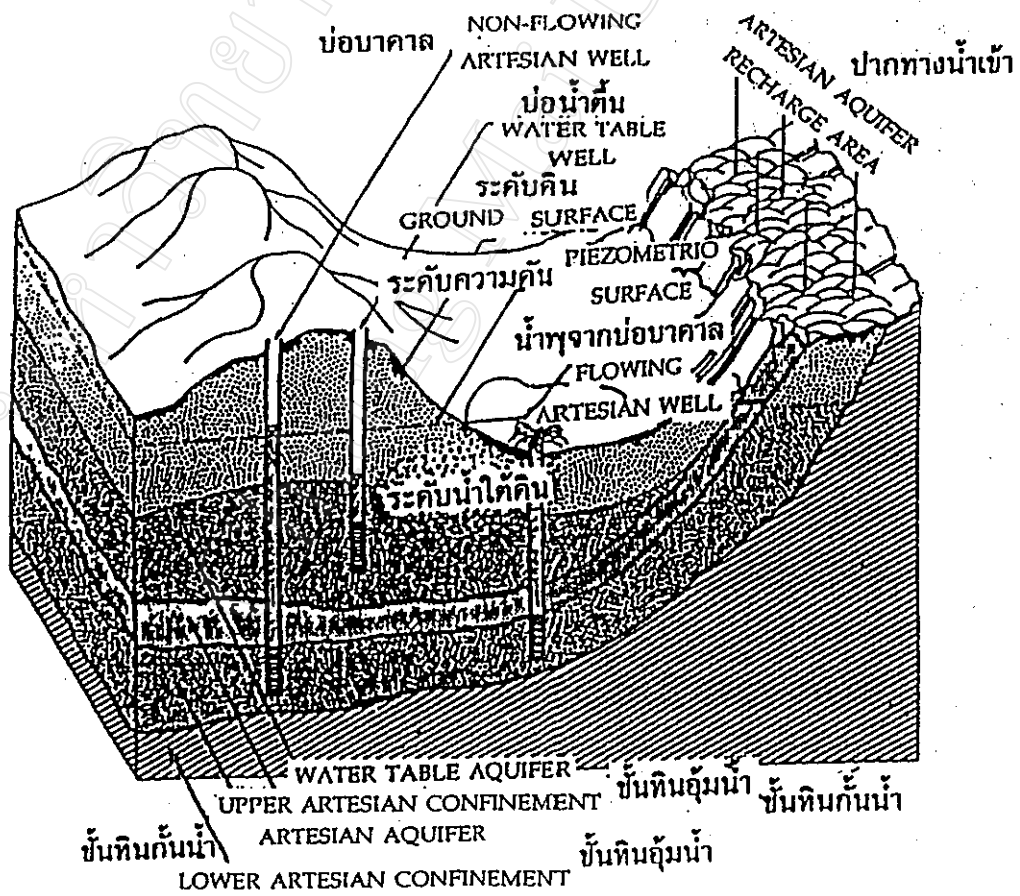
**บ่อบาดาลภายใต้แรงดัน (Confined Ground Water Well)** น้ำบาดาลในบ่อประเภทนี้เป็นน้ำที่ถูกเก็บในชั้นหินอุ้มน้ำ ซึ่งวางตัวอยู่ระหว่างชั้นหินเนื้อแน่นทำหน้าที่คล้ายผนังท่อน้ำ น้ำชนิดนี้จะอยู่ภายใต้ความกดดันอันเนื่องมาจากน้ำหนักของชั้นหินที่กดทับและน้ำหนักของน้ำในระหว่างชั้นหิน ด้วยกันแต่อยู่ระดับ Hydrostatic Pressure กัน หินอุ้มน้ำซึ่งเป็นที่เก็บน้ำบาดาลนี้จะมีการวางตัวอยู่ในแนวราบหรือเอียงก็ได้ ส่วนใหญ่จะวางอยู่ในแนวเอียงลาด ฉะนั้นจึงปรากฏว่าชั้นน้ำที่เอียงนี้อาจไหลขึ้นให้เห็นที่ผิวดิน เขิงเขา ริมเขา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้าง



รูปที่ 3 น้ำใต้ดินไหลลงสู่แม่น้ำลำธาร



รูปที่ 4 น้ำจากแม่น้ำไหลซึมลงสู่ดิน



รูปที่ 5 บ่อน้ำตื้นประเภทต่างๆ

ทางธรณีวิทยาของชั้นหินด้วย บริเวณที่ชั้นน้ำไหลขึ้นสู่ผิวดินเรียกว่า ปากทางน้ำเข้า เพราะน้ำฝน หรือน้ำจากแม่น้ำ ถ้าธารมีโอกาสไหลเข้าสู่ชั้นน้ำโดยตรง

น้ำบาดาลประเภทนี้ถูกกักเก็บอยู่ภายใต้ความกดดัน ฉะนั้นเมื่อเราเจาะบ่อบาดาลลงไป ถึงชั้นน้ำประเภทนี้ แรงดันจะดันได้ระดับน้ำขึ้นมาอยู่เหนือระดับผิวดินชั้นหินอุ้มน้ำ ความสูงของระดับน้ำที่ขึ้นมาตามทฤษฎีจะสูงกว่าระดับน้ำในชั้นเดียวกัน ซึ่งอยู่บริเวณปากทางน้ำเข้าแต่โดยปกติก็มีความต้านทานของหินต่อการไหลของน้ำ (Friction Loss) ทำให้ความสูงของน้ำในบ่อดำกว่าระดับทางทฤษฎีเล็กน้อย ฉะนั้นถ้าปากทางน้ำเข้าอยู่บนภูเขาและบริเวณเจาะบ่อบู่ในที่ราบหรือหุบเขาระดับน้ำในบ่อก็จะสูงขึ้นเกือบเท่ากับความสูงของภูเขา ในกรณีนี้น้ำจากบ่อจะไหลขึ้นพื้นผิวดินกลายเป็นน้ำพุที่เรียกว่า "น้ำพุบาดาล" (Plowing Well) ผิวดินที่ระดับน้ำในบ่อจะอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำก็กักขัง ไม่ว่าจะอยู่เหนือผิวดินหรือต่ำกว่าผิวดิน เรียกว่า "ผิวเขตความดัน (Pressure Surface หรือ Piezometric Surface) การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของปริมาณน้ำในชั้นนี้ เหมือนน้ำบาดาลประเภทแรก แต่มีสาเหตุเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดัน

น้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาล น้ำพุคุณภาพของน้ำประเภทนี้ทางจุลินทรีย์และทางฟิสิกส์มักไม่ค่อยมีปัญหา แต่ทางด้านเคมีมักจะพบว่ามีปัญหาของแร่ธาตุต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่

ปัญหาที่พบจากน้ำธรรมชาติที่ไม่สามารถนำมาบริโภคโดยตรงได้เนื่องมาจากการปนเปื้อนซึ่งอยู่ในน้ำและไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

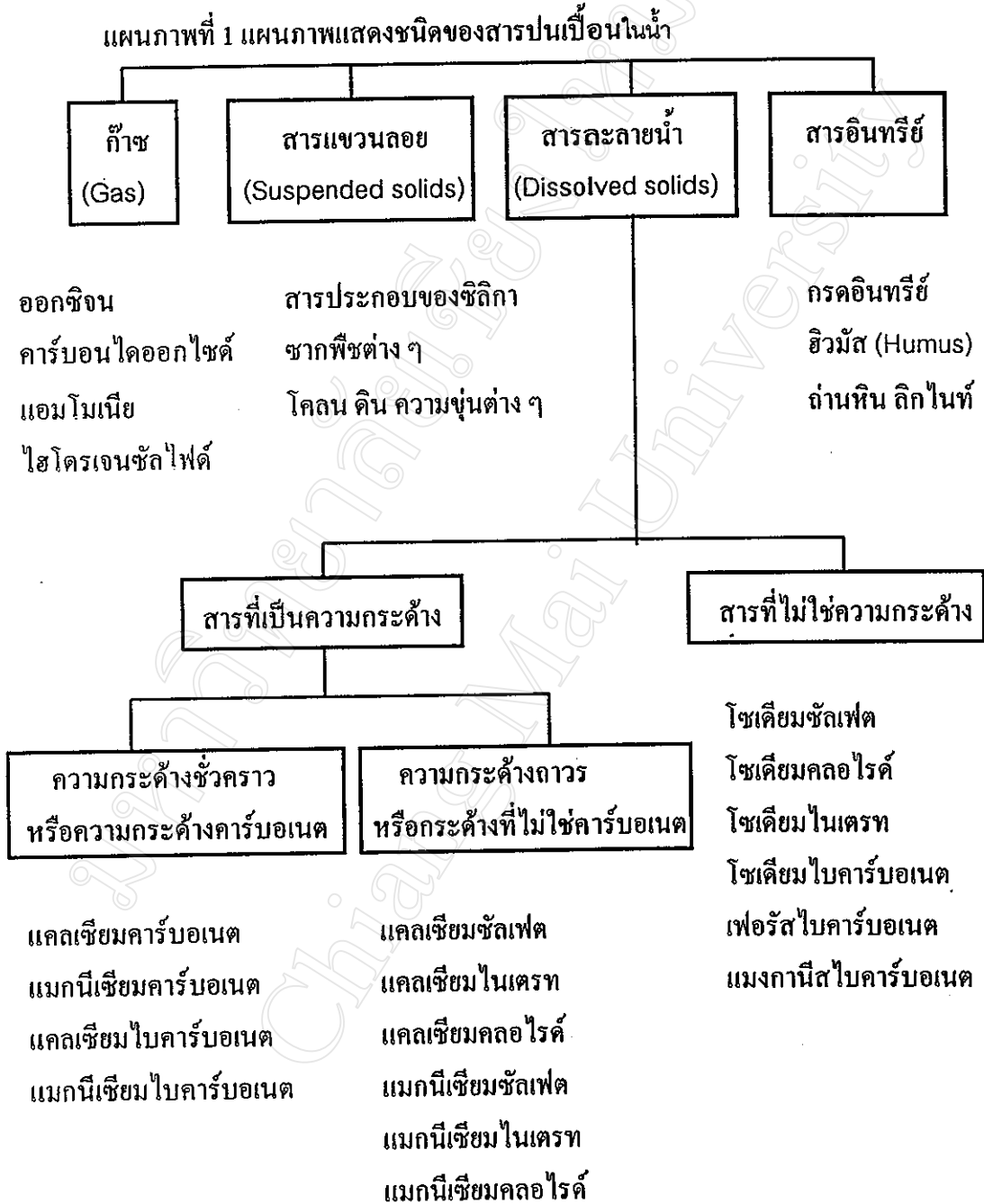
1. สารปนเปื้อนทางเคมีและกายภาพ ได้แก่แร่ธาตุต่าง ๆ ความกระด้าง ความเป็นกรด-ด่าง
2. สารปนเปื้อนทางชีวภาพ (จุลินทรีย์) ได้แก่แบคทีเรีย เชื้อรา ตะไคร่ เป็นต้น

สารปนเปื้อนทางเคมีและกายภาพที่ปรากฏในแหล่งน้ำธรรมชาติจำแนกได้ดังนี้

1. น้ำผิวดิน ปัญหาที่พบเป็นประจำคือ ความขุ่น ซึ่งจะพบเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณสนิมเหล็กสูง ทำให้น้ำมีสีแดงไม่น่าไว้ใจ กลิ่นและสีจากน้ำ ซึ่งปัจจุบันจะพบมากขึ้นอันเนื่องมาจากของเสียที่โรงงาน บ้านเรือน ทิ้งลงไปที่แม่น้ำลำคลอง ความกร่อย จะพบตามแม่น้ำลำคลองที่น้ำทะเลหนุนขึ้นมาถึง ความกระด้าง ซึ่งเมื่อเอาไปต้มจะเกิดตะกอนจับที่ภาชนะ

2. น้ำใต้ดิน ปัญหาที่พบเป็นประจำคือ ปริมาณสนิมเหล็กสูง ความกร่อย ความขุ่น กลิ่น และสีของน้ำ ความกระด้าง

สารปนเปื้อนในน้ำแบ่งออกเป็นก๊าซ สารแขวนลอยซึ่งมองเห็นได้ สารละลายในน้ำซึ่งมองไม่เห็น สารอินทรีย์และน้ำมัน



### สารปนเปื้อนประเภทน้ำมันแบ่งออกเป็น

1. น้ำมัน (Oil)                      ก็จัดเป็นมลทินในน้ำชนิดหนึ่ง ซึ่งอยู่ในสภาพต่าง ๆ
2. Free Oil                              คือ เมื่อน้ำมันที่มีขนาดใหญ่กว่า 150 ไมครอน
3. Dispersed Oil                      คือ เมื่อน้ำที่อยู่กระจกระบายในน้ำมีขนาดระหว่าง 50 ถึง 150 ไมครอน
4. Emulsion                            น้ำมันผสมอยู่กับน้ำไม่แยกตัวเป็นชั้นอิสระแต่ก็ไม่ได้ผสมเป็นเนื้อเดียวกันที่เดียว มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมครอน
5. Soluble Oil                          มีขนาดเล็กมากจนวัดไม่ได้ดูเหมือนว่าจะละลายอยู่ในน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน

### แนวทางการกำจัดสารปนเปื้อนในน้ำ

1. การกรองด้วยทราย กรวด หินจะสามารถกรองความขุ่น สารแขวนลอย โคลนออกได้หากความขุ่นมีมากอาจจะใช้สารส้มเป็นตัวช่วยเร่งให้ตกตะกอนเร็วขึ้นก่อนกรอง
2. ถลัน สีและน้ำ ใช้เครื่องกรองที่บรรจุสารกรอง Activated Carbon สารคาร์บอนจะทำหน้าที่กำจัดกลิ่น สีและน้ำมันออกไปจากน้ำ
3. ความกระด้าง ความกระด้างของน้ำเกิดจากน้ำมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม (Ca, Mg) สูงกว่าปกติ ซึ่งทำให้ฟองสบู่ไม่เป็นฟอง เกิดตะกอนที่กาน้ำ หม้อทำน้ำร้อนเครื่องกำเนิดไอน้ำ ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้เครื่องกรองความกระด้าง (Softener) ซึ่งใช้สารกรอง Caption Resin เป็นตัวกำจัดความกระด้างออกจากน้ำ

ความกระด้างของน้ำ อาจแบ่งเป็นชนิด ๆ ได้ดังนี้

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| เมื่อน้ำมีความกระด้าง 0-75 ppm.       | เรียกว่า น้ำอ่อน           |
| เมื่อน้ำมีความกระด้าง 75-150 ppm.     | เรียกว่า น้ำกระด้างปานกลาง |
| เมื่อน้ำมีความกระด้าง 150-300 ppm.    | เรียกว่า น้ำกระด้าง        |
| เมื่อน้ำมีความกระด้าง 300 ppm. ขึ้นไป | เรียกว่า น้ำกระด้างมาก     |

4. ความกร่อย ความกร่อยของน้ำเกิดจากน้ำมีปริมาณเกลือ (NaCl) สูงถ้าปริมาณไม่มากสามารถกำจัดออกด้วยใช้ระบบ Deionizer แต่ถ้าปริมาณ NaCl สูงมาก ๆ ต้องกำจัดออกด้วยเครื่อง Reverse Osmosis
5. สนิมเหล็ก มีหลายวิธี



1. AERATION คือการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเพื่อให้เกิดเป็นสารเหล็กตกตะกอนสามารถกรองได้

- 1.1 ส่งน้ำผ่านไปในอากาศแล้วให้ตกลงมาเป็นฝอย
- 1.2 ให้น้ำไหลผ่านตะแกรงหรือชั้นหลาย ๆ ชั้นตกลงมา
- 1.3 ใช้เครื่องอัดอากาศ พ่นอากาศเข้าไปในน้ำให้เหล็กตกตะกอน

2. ION EXCHANGE โดยการแลกเปลี่ยนไอออนของเหล็กและแมงกานีสกับสารกรองสนิมเหล็ก เช่น ARICDORB, MANGANESE GREEN SAND เป็นต้น เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) จะถูกออกซิไดส์ด้วยออกไซด์ของ MANGANESE GREEN SAND และตกตะกอน

สารปนเปื้อนทางชีวภาพอีกพวกหนึ่ง คือเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และตะไคร่ เป็นต้น แบคทีเรียชนิดเป็นพิษที่พบในน้ำบริโภคไม่สะอาดเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ดังนี้

โรคระบบทางเดินอาหาร Salmonella

โรคท้องร่วง Escherichia coli (E.coli), Staphylococcus aureus

โรคถ่ายไส้อักเสบ Clostridium perfringens

โรคไทฟอยด์ Salmonella typhi

โรคอหิวาต์ Vibrio cholera

โรคตับอักเสบ ทุวีรัส Hepatitis A

การกำจัดเชื้อโรคทำได้ 2 วิธีคือ 1. การกรองเชื้อโรค

2. การฆ่าเชื้อโรค

ในปัจจุบันนี้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุขจะเน้นตรวจหาเชื้ออยู่ 5 กลุ่มด้วยกันคือ

- |                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| 1. MPN of Coliforms organism /100 มิลลิลิตร | น้อยกว่า 2.2 |
| 2. E. Coli                                  | ไม่พบ        |
| 3. Salmonellae/100 มิลลิลิตร                | ไม่พบ        |
| 4. S. aureus/100 มิลลิลิตร                  | ไม่พบ        |
| 5. C. perfringens/100 มิลลิลิตร             | ไม่พบ        |

จะเห็นว่าเชื้อทั้ง 5 กลุ่มนี้จะเกี่ยวข้องกับทางเดินอาหารทั้งสิ้น

ระบบการกรองและฆ่าเชื้อในขบวนการผลิตน้ำบริโภคเพื่อจำหน่ายนั้น มีความสำคัญมากระบบหนึ่งเพราะเกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้บริโภคโดยตรง ผู้ผลิตน้ำบริโภคเพื่อจำหน่ายควรจะเข้มงวดในจุดนี้ด้วย

### 1. การกรองเชื้อโรค

เชื้อโรคจะมีขนาดตั้งแต่ประมาณ 30 ไมครอนลงไปจนถึงประมาณ 0.2 ไมครอน ดังนั้นในการกรองเชื้อให้ได้ผลสมบูรณ์ต้องกรองด้วยแผ่นกรอง หรือไส้กรองที่กรองได้ละเอียดถึง 0.2 ไมครอน แต่ในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยาก ในการผลิตน้ำบริโภคจำหน่ายเพราะต้นทุนจะสูงมาก

ในทางปฏิบัติแล้วจะใช้ไส้กรองเซรามิคซึ่งมีขนาดความละเอียดในการกรองตั้งแต่ 1-0.3 ไมครอนซึ่งไส้กรองชนิดนี้หากผสมสาร silver ลงไปด้วยจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ไส้เซรามิค

1. ทำให้น้ำใสไม่มีตะกอนตกนอนก้นที่ขวดบรรจุแม้ว่าจะตั้งขวดทิ้งไว้นาน ๆ ก็ตาม
2. กรองเชื้อโรคออกจากน้ำ
3. กรอง SPORE OF FUNGI; ตะไคร้ออกจากน้ำ

### 2. การฆ่าเชื้อโรค

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ มีหลายวิธี เช่น

1. ต้มน้ำให้เดือด
  2. ฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต
  3. ฆ่าเชื้อด้วยโอโซน
  4. ฆ่าเชื้อด้วยการใช้ฟองคลอรีนหรือแก๊สคลอรีน
- สำหรับรายละเอียดจะกล่าวในหมวดต่อไป

#### 4.3 การปรับคุณภาพน้ำดิบเป็นน้ำประปา

การผลิตน้ำบริโภคในปัจจุบันพบว่าส่วนใหญ่จะมีแหล่งน้ำดิบมาจาก 2 แหล่งหลัก คือ

1. น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ
2. น้ำประปา

ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำ โดยการใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเพื่อผลิตน้ำบริโภคนั้น ก่อนจะนำเข้าสู่ระบบการกรองควรปรับคุณภาพของน้ำให้เหมาะสมก่อน โดยทำให้เป็นน้ำประปา ซึ่งในการผลิตน้ำประปานั้นจะมีส่วนประกอบของระบบการผลิตอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ระบบชกน้ำดิบ
2. ระบบบำบัดน้ำหรือทำน้ำให้สะอาด
3. ระบบจ่ายน้ำประปา

โดยทั่วไปวิธีการบำบัดน้ำดิบให้เป็นน้ำประปา มีอยู่ 4 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. วิธีทางกายภาพ แยกสารพวกของแข็งออกจากน้ำด้วยการตกตะกอน การกรองผ่านสารกรองชนิดต่าง ๆ
2. วิธีทางเคมี การฆ่าเชื้อโรคโดยใช้สารเคมี การปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง
3. วิธีทางชีววิทยา - ฟิสิกส์ การเติมสารเร่งการตกตะกอนผสมกับน้ำดิบแล้วสร้างกลุ่มตะกอนให้ใหญ่ขึ้นเพื่อตกตะกอนต่อไป
4. วิธีทางชีววิทยา การเติมแบคทีเรียที่ไม่มีอันตรายเพื่อช่วยย่อยสลายสารปนเปื้อนต่าง ๆ เนื่องจากน้ำดิบในธรรมชาติมีสิ่งเจือปนอยู่หลายชนิด เช่น ความขุ่น สนิมเหล็ก กลิ่นและสีของน้ำ ความกระด้าง ความกร่อย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการบำบัดข้างต้น และละวิธีรวมกัน เพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาออกไปจากระบบที่รวมกันเช่นนี้จึงเรียกว่า "ระบบบำบัดน้ำเสีย" ซึ่งจะใช้วิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของน้ำดิบเป็นสำคัญ

จากนิยามของน้ำประปา ของการประปานครหลวงนั้น น้ำที่มีคุณภาพดีหมายถึง น้ำที่มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีตามตารางที่เปรียบเทียบกับน้ำจากแหล่งธรรมชาติ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และเคมี	น้ำประปา	น้ำบาดาล	น้ำบ่อ
Turbidity	5.0	6.0	2.0
pH	7.2	8.1	7.5
Total Dissolved solid	180.0	480.0	220.0
Total Hardness	80.0	128.0	95.0
Chloride	25.0	96.0	30.0
Iron	0.2	0.8	0.5
Nitrate as Nitrogen	-	1.0	-
Lead	-	-	-

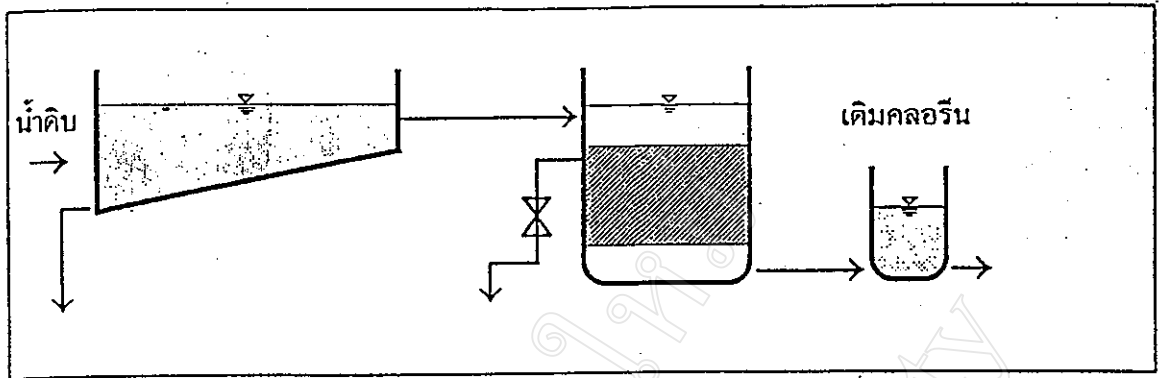
#### ขั้นตอนการตกตะกอน

ขั้นที่ 1 การเติมอากาศ (Aeration) เป็นกระบวนการซึ่งทำให้น้ำสัมผัสกับอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของก๊าซและสารบางชนิดที่ระเหยได้ซึ่งอยู่ในน้ำ ทั้งช่วยในการปรับคุณภาพของน้ำทางฟิสิกส์และทางเคมีได้ทางหนึ่ง วิธีการของการเติมอากาศมีหลายอย่าง เช่นการทำให้น้ำแผ่นฟิล์มหรือทำเป็นน้ำตก การทำเครื่องกีดขวางให้น้ำไหลผ่าน การพ่นน้ำให้สัมผัสกับอากาศหรือพ่นอากาศเข้าไปในน้ำ หรือการผสมผสานวิธีต่าง ๆ ที่กล่าวมาเข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 2 ได้แก่การลดความขุ่นของน้ำ เพื่อลดปริมาณตะกอนที่ไม่ละลายในน้ำ มีหลายวิธีดังต่อไปนี้

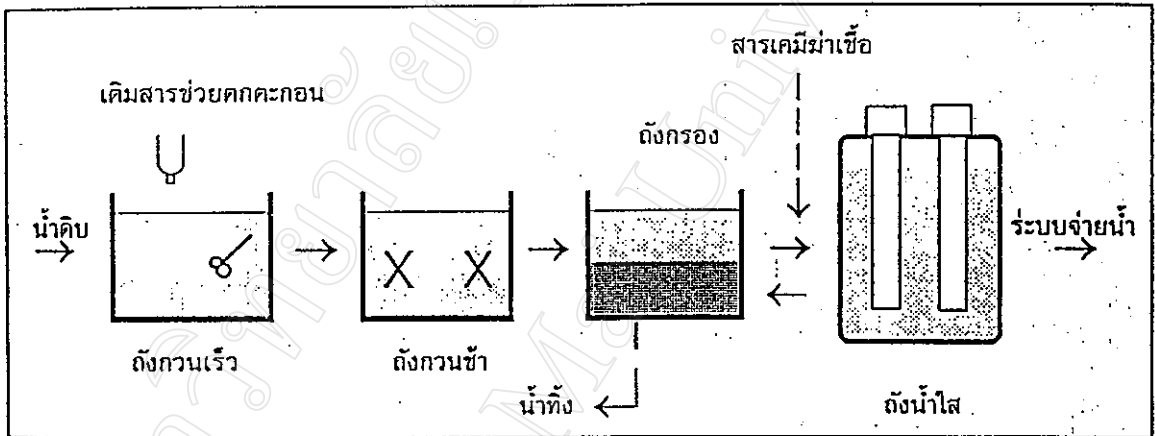
1. ระบบทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration System) ควรมีความขุ่นน้อยกว่า 10 หน่วยซีลิกา
2. ระบบกรองโดยตรง (Direct Filter Filtration System) ควรมีความขุ่นน้อยกว่า 25 หน่วยซีลิกาและสีของน้ำดิบก็ไม่ควรเกิน 25 หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์
3. ระบบทรายกรองเร็วธรรมดา (Convention Rapid Sand Filtration System) ระบบนี้อาจเรียกอีกแบบว่าระบบทรายกรองเร็ว และอาจถือได้ว่าเป็นแบบมาตรฐานของระบบประปาในปัจจุบันก็ว่าได้ สามารถกรองน้ำได้มากกว่าแบบทรายกรองช้าหลายสิบเท่าเพราะเม็ดทรายมีขนาดใหญ่กว่า การล้างสารกรองทำได้โดยสูบน้ำสะอาด เข้าทางด้านล่างของถังกรองซึ่งเรียกว่าล้างย้อน

1. ระบบทรายกรองช้า (Slow Sand Filtration System) ควรมีความขุ่นน้อยกว่า 10 หน่วยซิลิกา

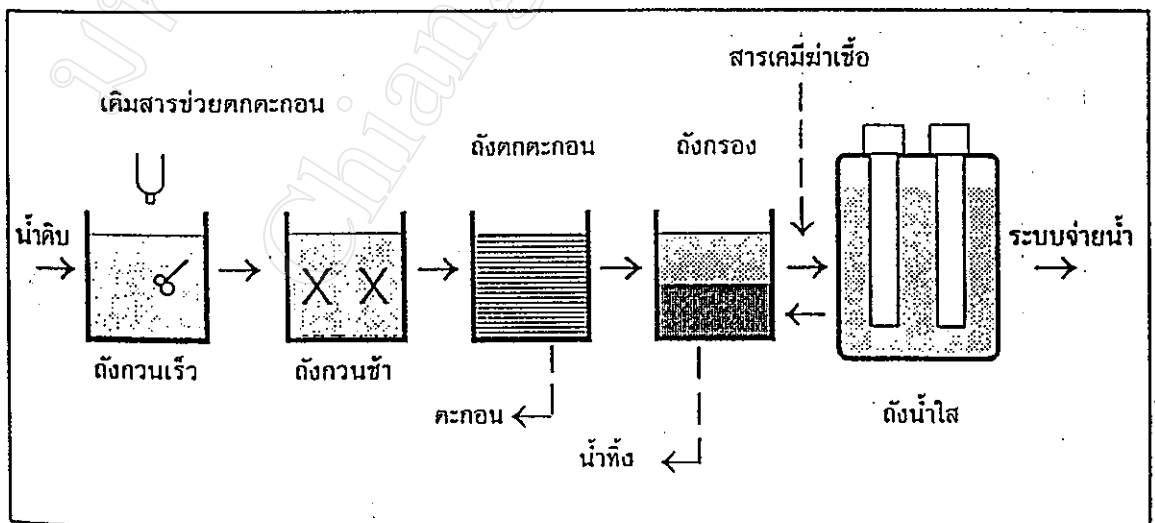


ระบบประปาแบบกรองช้า

2. ระบบกรองโดยตรง (Direct Filtration System) ควรมีความขุ่นน้อยกว่า 25 หน่วยซิลิกาและสีของน้ำดิบก็ไม่ควรเกิน 25 หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์



ระบบประปาแบบกรองโดยตรงใช้สารเคมี



ระบบประปาแบบทรายกรองเร็วธรรมดา

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงขนาดและการตกตะกอนของมลทินที่ทำให้เกิดความขุ่นชนิดต่าง ๆ โดยแรงโน้มถ่วงของโลก

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง มิลลิเมตร	ชนิด	อัตราการจมตัว มิลลิเมตร / วินาที	ระยะเวลาในการจมตัว เป็นระยะทาง 1 ฟุต
10.0	กรวด	1,000	0.3 วินาที
1.0	กรวด	100	3.0 วินาที
0.8	กรวด	83	3.7 นาที
0.5	กรวด	53	5.8 วินาที
0.4	ทรายหยาบ	42	7.3 วินาที
0.3	ทรายหยาบ	32	9.5 วินาที
0.2	ทรายหยาบ	21	14.5 วินาที
0.08	ทรายหยาบ	6	51.0 วินาที
0.06	ทรายหยาบ	3.8	1.3 นาที
0.05	ทรายหยาบ	2.69	1.8 นาที
0.04	ทรายละเอียด	2.1	2.4 นาที
0.03	ทรายละเอียด	1.3	3.9 นาที
0.052	ทรายละเอียด	0.62	8.2 นาที
0.01	ทรายละเอียด	0.154	33.0 นาที
0.003	โคลนเศษดิน	0.0138	6.2 ชั่วโมง
0.002	โคลนเศษดิน	0.0062	13.6 ชั่วโมง
0.001	แบคทีเรีย	0.00154	55.0 ชั่วโมง
0.0001	อนุภาคคอลลอยด์	0.0000154	230.0 ชั่วโมง
0.00001	อนุภาคคอลลอยด์	$1.54 \times 10^6$	6.3 ปี
0.000001	อนุภาคคอลลอยด์	$1.54 \times 10^{-7}$	63.0 ปี

## สารเคมีช่วยตกตะกอน (Coagulants)

### ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงคุณลักษณะของสารเคมีช่วยตกตะกอน

สาร	สูตรเคมี	น้ำหนักสมมูล	ค่า pH ที่ความเข้มข้น 1%
สารส้ม	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 14H <sub>2</sub> O	100	3.4
ปูนขาว	Ca(OH) <sub>2</sub>	40	12.0
เฟอร์ริกคลอไรด์	FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	91	2-4
เฟอร์ริกซัลเฟต	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O	51.5	3-4
เฟอร์รัสซัลเฟต	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	139	3-4
โซเดียมอะลูมิเนต	Na <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100	11-12

### การปรับค่า pH ของน้ำ

น้ำในแหล่งธรรมชาติจะพบว่ามี pH อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานของน้ำบริโภค ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป กรณีที่พบว่า pH ไม่ได้มาตรฐานจะมีหลักการปรับ pH ของน้ำดังนี้

1. กรณีน้ำมีสภาพเป็นกรด คือ pH ต่ำกว่า 6.5 การเพิ่ม pH ทำได้โดยใช้ปูนขาว โซดาแอซ โซเดียมไบคาร์บอเนต แคลเซียมคาร์บอเนต แอมโมเนียหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์เติมลงไป
2. กรณีที่น้ำมีสภาพเป็นด่าง คือมี pH มากกว่า 8.5 จะใช้กรดเป็นตัวปรับสภาพ pH เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือหรือกรดแก่อื่น ๆ เติมลงไป

### การฆ่าเชื้อโดยใช้คลอรีนในระบบน้ำประปา

คลอรีน มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ เพราะคลอรีนเป็นสารที่มีอำนาจออกซิไดซิง (OXIDIZING POWER) สูงมากทำให้สามารถหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียส่วนใหญ่ได้ และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาในการตกตะกอนของสารเคมีในน้ำด้วย สารที่นิยมใช้เช่น สารประกอบประเภทไฮโปคลอไรต์ คลอรีนเหลว จำนวนและปริมาณคลอรีนที่ต้องเติมในน้ำจะพิจารณาจากการวัดปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำ โดยประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคจะดีที่สุดเมื่อมีปริมาณคลอรีนที่หลงเหลือ 0.2-0.5 ppm. โดยมีเวลาสัมผัสไม่ต่ำกว่า 30 นาที สำหรับน้ำที่มีคุณภาพเดียวกับน้ำประปา ปริมาณที่ใช้ในการฆ่าเชื้อประมาณ 1 กรัม ต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรและถ้าต้องการให้มีผลทั้งในการฆ่าเชื้อโรคและในการตกตะกอนสารแขวนลอยและอื่น ๆ ในน้ำด้วย จะใช้คลอรีนประมาณ 1-2 กรัมต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร การใช้

คลอรีนในการฆ่าเชื้ออาจทำให้เกิดปัญหาของ กลิ่นคลอรีนตกค้าง แก้ไขโดยทิ้งน้ำในถังพักไว้ 1-2 คืน หรือใช้ถังกรองคาร์บอน (ผงถ่าน) เพื่อดูดกลิ่นที่ตกค้างออก

#### 4.4 การกำจัดสารปนเปื้อนทางเคมีและกายภาพในน้ำประปา

ระบบการกรองน้ำ

เครื่องกรองน้ำ

เครื่องกรองน้ำประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ตัวเครื่อง ประตุน้ำ ท่อทางเดินน้ำ หัวกรอง สารกรอง ทางระบายอากาศ วัสดุที่ใช้ทำเครื่องกรองมีหลายชนิด

1. เหล็กสแตนเลส
2. เหล็กดำ
3. ไฟเบอร์กลาส
4. พี.วี.ซี.

##### 1. เหล็กสแตนเลส

ในปัจจุบันมีความนิยมนักมาก เพราะสวยงามน้ำหนักเบา ทนทาน แต่ควรเคลือบภายในด้วยวัสดุกันสนิมอีกครั้ง ถิ่นการกัดกร่อน เพื่อยืดอายุการใช้งานให้นานปียิ่งขึ้นแต่ราคาสูงมาก

##### 2. เหล็กดำ

มีความแข็งแรง ทนทาน แต่มีข้อเสียที่เป็นสนิมได้ง่ายมากเมื่อสัมผัสน้ำหรือความชื้น ดังนั้นการผลิตจำเป็นต้องเคลือบด้วยวัสดุกันสนิมทั้งภายในและภายนอกให้ได้มาตรฐาน เพื่อปกป้องการกัดกร่อนและเป็นสนิมอันเกิดจากน้ำ ให้มีอายุการใช้งานได้นานและไม่มีสนิมปนออกมาคือน้ำกรอง

##### 3. ไฟเบอร์กลาส

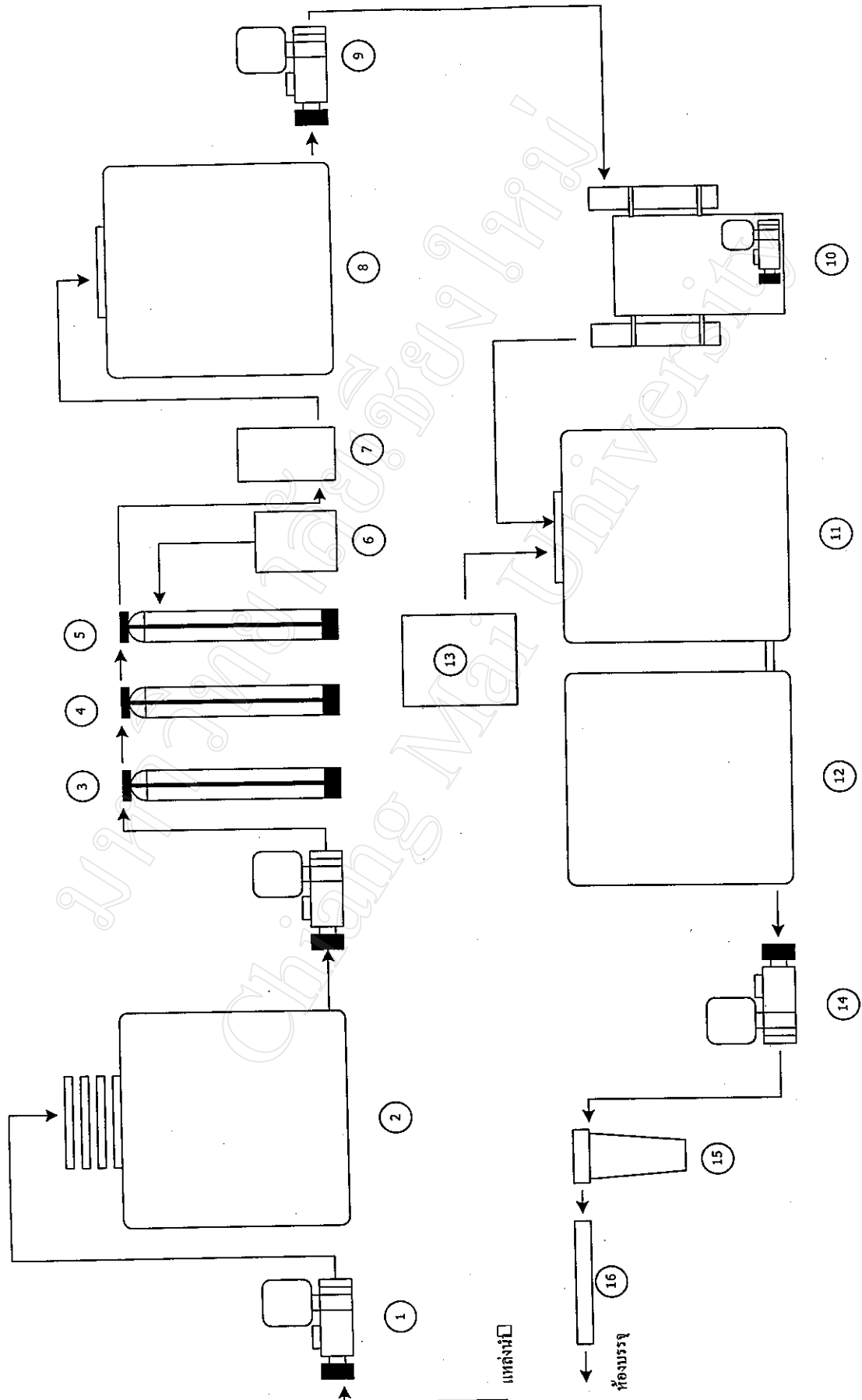
ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำ ทนแรงดันได้สูงแต่ไม่ทนต่อแรงกระแทก ถ้ามีการรั่วจะซ่อมให้ดีเหมือนเดิมยาก จึงไม่ค่อยนิยม

##### 4. พี.วี.ซี.

ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำ ทนแรงดันได้น้อยและไม่ทนต่อแรงกระแทกรอยเชื่อมไม่ทนมักรั่วง่ายขนาดมีจำกัดและไม่สวยงามจึงไม่เป็นที่นิยม



แผนผังการวางระบบผลิตน้ำดื่ม กำลังการผลิต 12,000 ลิตร / วัน



ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงรายละเอียดของระบบกรองน้ำดื่ม

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
1	ปั้มน้ำ	สูบน้ำจากแหล่งน้ำ
2	ถังเก็บน้ำ	ขนาดบรรจุ 5000 ลิตร
3	ชุดบำบัดน้ำ	บำบัดสารอินทรีย์, กลิ่น, ไฮโดรเจนซัลไฟด์
4	ชุดบำบัดน้ำ	บำบัดเหล็ก, แมงกานีส
5	ชุดบำบัดน้ำ	บำบัดความกระด้าง
6	ถังเก็บสารฟอสเฟตสารกรอง	บรรจุ NaCl กำจัดตะกอนหยาบ ขนาด 30 ไมครอน
7	เครื่องกรอง	ขนาดบรรจุ 5000 ลิตร
8	ถังเก็บน้ำ	สูบน้ำที่ผ่านการบำบัดเรียบร้อยแล้ว
9	ปั้มน้ำ	กำลังการผลิต 12,000 ลิตร/วัน
10	เครื่องกรองระบบ Reverse Osmosis	ขนาดบรรจุ 7,500 ลิตร
11	ถังเก็บน้ำสะอาด	ขนาดบรรจุ 7,500 ลิตร
12	ถังเก็บน้ำน้ำสะอาด	กำลังการผลิต 0.25 กรัม/ชั่วโมง
13	เครื่องผลิตโอโซน	สูบน้ำที่ผ่านการเติมโอโซน
14	ปั้มน้ำ	อัตราการไหล 3,000 ลิตร/ชั่วโมง
15	เครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตราไวโอเลต	

## การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

มีหลายวิธีที่จะตรวจสอบคุณภาพน้ำ

1. ห้องทดลอง
2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น pH meter, Conductivity meter
3. น้ำยาทดสอบ

น้ำยาทดสอบ จะเป็นวิธีที่สะดวกและง่ายที่สุดจะใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำยาเมื่อเกิดปฏิกิริยากันระหว่างน้ำที่จะตรวจสอบกับน้ำยา น้ำยาตรวจสอบที่ควรมีไว้ใช้มีดังนี้

1. น้ำยาตรวจสอบความกระด้าง (Hardness Set Kit) ประกอบด้วยน้ำยา 2 ชนิด
  - ชนิดที่หนึ่งใช้ทดสอบว่าน้ำมีความกระด้างหรือไม่
  - ชนิดที่สองใช้ทดสอบว่าน้ำมีความกระด้างกี่ ppm. หรือความมากน้อยของ

ความกระด้าง

2. น้ำยาตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง และคลอรีน (pH. & Chlorine) ประกอบด้วยน้ำ

ยา 2 ชนิด

- ชนิดที่หนึ่งเป็นน้ำยาทดสอบ pH
- ชนิดที่สองเป็นน้ำยาใช้ทดสอบคลอรีนซึ่งจะใช้วิธีการเทียบสีกับมาตรฐานการ

บำรุงรักษาระบบเครื่องกรอง

การบำรุงรักษาระบบเครื่องนั้น เป็นความสำคัญอย่างยิ่งในการจะรักษาคุณภาพของน้ำบริโภคประจำวัน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานตลอดเวลา ควรจะปฏิบัติดังนี้

1. ควรล้างเครื่องสม่ำเสมอ โดยปฏิบัติตามคู่มือที่บริษัทผู้ติดตั้งระบบเครื่องมอบให้ไว้
2. ประเภทไส้กรอง เช่น ไส้ 30 ไมครอน 5 ไมครอน 1 ไมครอน และไส้เซรามิก ควรจะล้างทุก ๆ 2-3 วัน ควรล้างเมื่ออัตราไหลของน้ำผ่านเครื่องกรองลดลงมาก
3. เครื่องกรองที่ระบุว่า ล้างด้วยวิธี Back wash ควรจะทำอย่างน้อยทุก ๆ 2 วัน เพื่อให้สารกรองสะอาด

4. เครื่องกรองสนิมเหล็ก ชนิดที่ใช้ถังทับทิมเป็นตัวยึดควรล้างพร้อม ๆ กับเครื่อง Softener

5. Softener ควรตรวจสอบด้วยน้ำยาตรวจสอบความกระด้างทุกวัน เพื่อให้ทราบว่าความกระด้างเกิน 100 ppm หรือ ไม่เกิน 100 ppm. ให้ล้างเครื่องทันที

6. เครื่องฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต ควรตั้งก้านทำความสะอาดหลอด

ควอทซ์ทุกวันเพื่อป้องกันไม่ให้ความสกปรกจากน้ำมาหุ้มหลอดควอทซ์ ซึ่งจะทำให้ความเข้มของแสงอุลตราไวโอเลตไม่เพียงพอที่จะฆ่าเชื้อ

7. Caution Column & Anino Column ควรจะล้างพื้นกำลังเรซินตามกำหนดเวลาของบริษัทผู้ติดตั้งกำหนดมาให้ หรือตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วย Conductivity meter

8. ตรวจสอบ pH ของน้ำสม่ำเสมอด้วยน้ำยาตรวจสอบ pH

9. ขณะ Back wash สารกรองให้ตรวจสอบความีสารกรองหลุดออกมาทางท่อระบาย อากาศหรือไม่ ถ้ามีให้ลดแรงดันน้ำลง จนไม่มีสารกรองหลุดออกมา

10. ตรวจสอบลักษณะของไส้กรอง สารกรองโดยสม่ำเสมอ ถ้าพบว่าไส้กรองมีการฉีกขาด หรือบางเกินกำหนดให้เปลี่ยนใหม่

11. ถ้าจำนวนสารกรองในท่อกรองลดจำนวนลงไป เหลือไม่ครบจำนวนตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดให้เติมให้ครบจำนวน

12. เปลี่ยนสารกรองตามเวลาที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

13. ควรจะฆ่าเชื้อแบคทีเรียในระบบทั้งหมด อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

#### 4.5 การกำจัดสารปนเปื้อนทางชีวภาพในน้ำ

ปัจจุบันน้ำบริโภคบรรจุขวดเป็นที่นิยมแพร่หลายมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันของประชาชนเพิ่มมากขึ้น นอกจากความสะดวกแล้วผู้ผลิตบรรจุขวดเป็นที่สะอาดและปลอดภัยเนื่องจากได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ดี ผ่านขั้นตอนการทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ดังนั้นการผลิตน้ำบริโภคจึงต้องคำนึงถึงการทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เพื่อเป็นการประกันให้แก่ผู้บริโภคได้ว่าน้ำบริโภคบรรจุขวดที่จำหน่ายในท้องตลาดทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคในขณะนี้มันเป็นน้ำบริโภคที่ได้มาตรฐาน ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของรัฐบาลควรให้ความสนใจเป็นพิเศษถึงคุณภาพของน้ำบริโภคซึ่งจะได้นำไปสู่การพัฒนา คุณภาพชีวิตของประชาชนในที่สุด

#### ความสำคัญของจุลินทรีย์ในน้ำบริโภค

น้ำบริโภคนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย จึงควรดื่มเฉพาะน้ำที่แน่ใจว่าสะอาดเท่านั้น น้ำบริโภคบรรจุขวดที่วางจำหน่ายอยู่นั้นมีทั้งชนิดที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตอย่างถูกต้องและชนิดที่ไม่สะอาด น้ำบริโภคบรรจุขวดที่ผ่านการผลิตอย่างไม่ถูก สุขลักษณะนั้น อาจมีแบคทีเรียชนิดที่เป็นพิษปนเปื้อนอยู่ในน้ำได้ น้ำบริโภคที่ไม่สะอาด เป็นแหล่งของแบคทีเรีย โปรโตซัว และไวรัส ซึ่งก่อให้เกิดโรคระบาดต่าง ๆ เช่นโรกระบบทางเดินอาหาร โรคถ่ายไส้ติ่งอักเสบ โรคบิด โรคไทฟอยด์ โรคอหิว

วาท์ และโรคตับอักเสบ เป็นต้น โรคต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วมีสาเหตุสำคัญเกิดจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมาจากแหล่งสกปรก เช่นอุจจาระของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สิ่งปฏิกูล น้ำโสโครก แม่น้ำลำคลองและคนงานแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ และพบในน้ำสกปรกจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเมื่ออากาศร้อน ดังนั้นในช่วงฤดูร้อนมักพบการระบาดของเชื้อในน้ำบริโภคได้มาก

แบคทีเรียในน้ำบริโภคที่ไม่สะอาดมีแนวโน้มจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียมาจากแหล่งสกปรก แบคทีเรียที่พบมีหลายชนิดดังต่อไปนี้

### 1. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย นิยมใช้เป็นดัชนี สุขาภิบาลอาหารและน้ำมานานแล้ว เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่งไม่มีสปอร์เจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนหรือที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย มีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลแลคโตสให้เปลี่ยนเป็นกรดและก๊าซที่อุณหภูมิ 35 °ซ. ได้ภายใน 48 ชั่วโมงโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สำคัญมี *Escherichia Coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Klebsiella pneumoniae* โคลิฟอร์มแบคทีเรียแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามแหล่งอาศัยคือ *E.coli* มีแหล่งอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยทางอุจจาระจึงเรียกว่า faecal coliform ส่วนแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ นั้น ส่วนใหญ่พบในผัก ผลไม้ และดินจึงจัดอยู่ในกลุ่ม non-faecal coliform

### 2. เอสเชอริเชีย โคลิ (Escherichia coli) E.coli

จัดอยู่ในแฟมิลีเดียวกับ *Salmonella Shigella* และ *Yersinia* โดยปกติ *E.coli* พบอยู่เฉพาะในลำไส้ของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของอุจจาระ จึงจัดอยู่ในกลุ่มฟีคัล โคลิฟอร์ม มีคุณสมบัติพิเศษและแตกต่างจากโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบจากแหล่งอื่น คือสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงคือที่ 44 °ซ. ถึง 45.5 ซ. *E.coli* สามารถดำรงชีพได้ดีในลำไส้คนและสัตว์เท่านั้น ส่วนในบรรยากาศทั่วไป เช่นดิน *E.coli* เจริญไม่ได้เมื่อไม่มีการปนเปื้อนจากอุจจาระอีกต่อไป *E.coli* ตายไปในที่สุด ดังนั้นการตรวจพบ *E.coli* ในน้ำบริโภคจะชี้ให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของอุจจาระโดยตรง *E.coli* ชนิดเป็นพิษก่อให้เกิดอาการอักเสบและติดเชื้อในลำไส้ใหญ่ มีอาการคล้ายบิด ถ่ายเหลวมีมูกเลือดและปวดท้อง เชื้อ *E.coli* เข้าสู่ร่างกายจากการดื่มน้ำที่ไม่สะอาด การถ่ายเชื้อออกมาพร้อมอุจจาระเป็นการแพร่ระบาดของเชื้อ

### 3. ซาลโมเนลลา (Salmonella)

มีอยู่มากมายหลายชนิดเป็นสาเหตุของการเกิดโรกระบบทางเดินอาหาร เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 °ซ และเจริญได้ในสภาพที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 5 °ซ ถึง 44 °ซ ไม่ทนต่อความร้อนถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 ซ. นาน 15-20 นาที พบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุจจาระปนเปื้อน Salmonella typhoe เป็นสาเหตุสำคัญของโรคไทฟอยด์ และแพร่เชื้อได้โดยทางน้ำบริโภค

### 4. วิบริโอ (Vibrio)

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นแท่งขนาดเล็กและสั้น โดยทั่วไปจะตรงแต่อาจพบงอโค้งได้ เคลื่อนที่ได้ วิบริโอที่สำคัญได้แก่ Vibrio Cholerae ซึ่งเป็นสาเหตุของอหิวาต์ พบในน้ำโสโครกและระบายอย่างรวดเร็วเจริญได้เร็วมากแต่ไม่ทนความร้อน ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 50 °ซ น้ำบริโภคที่ผ่านความร้อนและคลอรีน จะปลอดภัยจากเชื้อนี้

### 5. Staphylococcus aureus

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลมมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 °ซ. และในสภาพที่ออกซิเจน ทนเกลือได้ดีพบในคนที่ เป็นระบบทางเดินหายใจ และคนที่มีบาดแผล เป็นหนองเป็นต้น จึงใช้เป็นดัชนีทางด้านสุขอนามัยของคนงาน แบคทีเรียไม่ทนความร้อน แต่สร้างสารพิษที่ทนความร้อนได้ดี

### 6. ชิเจลลา (Shigella)

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่งไม่สร้างสปอร์ มีคุณสมบัติคล้าย Salmonella มีแหล่งอาศัยอยู่ในลำไส้ของคน คนที่บริโภคน้ำที่มี Shigella ปนเปื้อน จะเป็นโรคบิด มีอาการลำไส้อักเสบ ท้องร่วงและอุจจาระเหลว พบในแหล่งน้ำโสโครก โรงงานที่สุขาภิบาลไม่ดี

### 7. คลอสทริเดียม (Clostridium)

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก สร้างสปอร์ได้ ชนิดที่พบว่าเป็นปัญหาในน้ำบริโภคคือ Clostridium perfringens ซึ่งเจริญได้ดีในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและเมื่อมีปริมาณออกซิเจนเล็กน้อยก็สามารถเจริญได้ด้วย เชื้อนี้เมื่ออยู่ในไส้จะแบ่งตัวและเพิ่มจำนวนได้มาก ก่อให้เกิดโรคเนื้อตายและโรคลำไส้อักเสบ สาเหตุพบทั่วไปในทางเดินอาหารของคนและสัตว์ น้ำโสโครก และอุจจาระ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 45 °ซ. สปอร์ของเชื้อทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลานานกว่า 1 ชั่วโมง

### 8. ฟีคาล สเตรปโตคอคไค (faecal streptococci)

ได้แก่ Streptococcus มักพบอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของคน เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลมและเซลล์วางตัวเรียงกันเป็นสายขนาดสั้น และขยาย ไม่มีเอนไซม์ มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงและต่ำ ใช้เป็นตัวชี้ว่าโรงงานมีสุขาภิบาลไม่ดี และน้ำบริโภคมักมีการปนเปื้อนของอุจจาระ

#### แหล่งที่มาของแบคทีเรีย

แบคทีเรียที่เป็นปัญหาในน้ำบริโภคที่มาจากหลายแหล่ง บางชนิดมีต้นกำเนิดมาจากแหล่งเดียวกัน บางชนิดมาจากแหล่งต่างกัน ซึ่งพอจะสรุปและใช้เป็นแนวทางประกอบการจากวิธีการป้องกันแก้ไขไม่ให้มีแบคทีเรียชนิดเป็นพิษปนและเหลืออยู่ในน้ำบริโภค

#### แหล่งที่มาชนิดแบคทีเรีย

อุจจาระและน้ำโสโครกจะพบเชื้อ Escherichia coli, Salmonella typhi, Vibrio cholerae, Shigella, Clostridium perfringens, Faecal streptococci, Pseudomonas คนงานเป็นพาหะ มีน้ำมูกบาดแผล มีหนองตามมือและเล็บจะพบเชื้อ Salmonella typhi, Staphylococcus aureus ดินและฝุ่นละอองจะพบเชื้อ Clostridium perfringens

#### วิธีการป้องกันและแก้ไข

จากแหล่งที่มาที่สำคัญของแบคทีเรีย ชนิดเป็นพิษในน้ำบริโภค คืออุจจาระ น้ำโสโครก และคนงานสมควรที่จะได้นำมาพิจารณาเพื่อหาทางป้องกันและแก้ไขต่อไปเพื่อให้ น้ำบริโภคที่ผลิตออกมาจำหน่ายแก่ประชาชนเป็นน้ำที่สะอาดและปลอดภัยจากแบคทีเรียชนิดเป็นพิษ

#### วิธีการป้องกันและแก้ไขควรปฏิบัติดังนี้

1. ใช้แหล่งน้ำที่สะอาด เช่นน้ำประปา ซึ่งได้ผ่านการเติมคลอรีนเพื่อทำลายเชื้อโรคต่าง ๆ มาแล้ว อย่างไรก็ตามในบางครั้งท่อน้ำประปาอาจมีการรั่วเกิดขึ้น จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่นำมาใช้ตลอดเวลา ถ้ามีการผิดพลาดเกิดขึ้นจะได้แก้ไขได้ทันที ส่วนในกรณีที่ใช้ น้ำบาดาลควรให้บ่อน้ำห่างจากส้วมของโรงงาน และที่อยู่อาศัยอย่างน้อย 33 เมตร และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดี (GMP.) ในการผลิตน้ำบริโภคให้ถูกสุขลักษณะ

2. เติมคลอรีนในน้ำในช่วงการผลิตเพื่อทำลายแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อผู้

บริโกล การเติมคลอรีนในปริมาณที่มากเกินไปเพื่อมุ่งที่จะทำลายแบคทีเรีย นั้น มีผลทำให้น้ำบริโกลมีกลิ่นคลอรีนรสไม่ดี และมีการกัดกร่อนเกิดขึ้นได้ ในน้ำบริโกลควรมีปริมาณคลอรีนตกค้างได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม / ลิตรซึ่งคลอรีนที่กำหนดให้ใช้นั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำลายแบคทีเรียที่เป็นปัญหาในน้ำบริโกลได้

3. การใช้ความร้อนในระดับการพาสเจอร์ไรส์ คือที่อุณหภูมิ 72°ซ. นาน 16 วินาที หรือ 60 ซ. นาน 30 นาที สามารถทำลายแบคทีเรียที่เป็นพิษได้ กลุ่มแบคทีเรียที่เป็นพิษในน้ำส่วนใหญ่ไม่ทนต่อความร้อนจึงถูกทำลายได้ง่าย

4. การฉายแสงอุลตราไวโอเล็ต หรือแสง UV ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีประโยชน์สำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แสง UV มีอำนาจในการผ่านทะลุได้น้อย คือสามารถทำลายจุลินทรีย์ในน้ำที่มีความลึกได้ไม่เกิน 1 เซนติเมตร

5. การฆ่าเชื้อโรคโดยใช้โอโซน ซึ่งได้จากการใช้เครื่องกำเนิดโอโซน

6. ความสะอาดและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานคนงานที่เป็นโรคไทฟอยด์ หรือโรคติดเชื้อซาลโมเนลลา หลังจากรักษาหายจากโรคแล้ว บางคนยังคงเป็นพาหะของเชื้ออยู่ ไม่แสดงอาการว่าเป็นผู้ป่วย เมื่อทำหน้าที่ในการผลิตน้ำบริโกล อาจเป็นโอกาสให้เชื้อซาลโมเนลลาที่อยู่ในร่างกายถ่ายถอดและแพร่กระจายไปสู่ น้ำบริโกลได้ ดังนั้นทางโรงงานจึงควรจัดโปรแกรมสุขภาพของคนงานก่อนที่จะให้ปฏิบัติงาน และควรตรวจสอบสุขภาพของคนงานอย่างน้อยปีละครั้ง นอกจากนั้นควรเน้นให้คนงานปฏิบัติตนให้ถูกสุขลักษณะ ไม่ไอ จาม แคะ แทะ หรือเกาบาดแผลที่เป็นหนองตามนิ้วมือหรือผิวหนัง เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อ S. aureus ปนเปื้อนลงไป ในน้ำที่ผลิตนั้นได้ เนื่องจาก E.coli เป็นแบคทีเรียที่พบมากที่สุดในการระบาดของ อูจจาระ ดังนั้นผู้จัดการควรให้ความสนใจในการให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานให้รู้จักรักษาความสะอาด โดยเฉพาะต้องล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งหลังจากเข้าห้องน้ำและห้องส้วม ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แบคทีเรียต่าง ๆ หลายชนิดมีโอกาสดูดหรือเสียดำของคองงาน ซึ่งจะถ่ายถอดไปสู่ น้ำบริโกลและเกิดเป็นโรคระบาดต่อไปได้

7. ควบคุมกระบวนการผลิตน้ำบริโกลให้ถูกต้องทุกขั้นตอน โดยการใช้ระบบควบคุมจุดวิกฤติ ในกระบวนการผลิต (Hazard Analysis Critical Control Points, HACCP) การตรวจสอบคุณภาพของน้ำบริโกลหลังจากบรรจุขวดเรียบร้อยแล้ว ถ้าพบว่ามีความผิดปกติทางจุลชีววิทยาไม่ได้มาตรฐานก็ไม่สามารถบอกได้ว่ามีจุดบกพร่องเกิดขึ้นที่ขั้นตอนใดในกระบวนการผลิต เช่นมีน้ำใส โครกปนมากับแหล่งน้ำ ท่อน้ำรั่ว เครื่องกรองอุดตันหรือรั่วมีปริมาณคลอรีนต่ำเกินไป หรือขวดไม่สะอาดซึ่งกว่าจะทำการแก้ไขได้ต้องเสียเวลานานและบางครั้งอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงด้วย ส่วนการนำระบบ HACCP มาใช้ควบคุมคุณภาพของน้ำบริโกลนั้น สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ทันที ถ้ามีการปฏิบัติอย่าง



สม่ำเสมอ ผู้ผลิตสามารถประกันคุณภาพของน้ำบริโภคที่ผลิตได้ว่าเป็นน้ำบริโภคที่ได้มาตรฐานและปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

8. ผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการควรให้ความสนใจทางด้านการสุขภาพของบุคลากร และจัดโปรแกรมอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานด้วย

ระบบการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

ขั้นตอนในการฆ่าเชื้อโรคนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของผลิตน้ำบริโภคซึ่งสามารถพิจารณาเลือกใช้เครื่องฆ่าเชื้ออย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสีอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet sterilization) เป็นรังสีซึ่งมีอยู่ในแดดทำให้แสงแดดมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี ซึ่งรังสีอุลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 245 Nanometer จะมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีที่สุด เมื่อจุลินทรีย์ได้รับรังสีอุลตราไวโอเลต เซลล์และโครงสร้าง DNA ของจุลินทรีย์จะถูกทำลายทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อีกต่อไป จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะตายลงถึง 99.99%

หน่วยที่ใช้วัดความเข้มของรังสีอุลตราไวโอเลตคือ Microwatt/sec/cm<sup>2</sup> ซึ่ง U.S DEPARTMENT OF HEALTH กำหนดไว้ว่าเครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตราไวโอเลตจะต้องผลิตรังสีที่มีความเข้มไม่น้อยกว่า 16,000 ไมโครวัตต์/วินาที/ตร.ซม. อายุการใช้งานประมาณ 7,500 ชั่วโมงในท้องตลาดจะมีสองแบบ คือผลิตจาก HARD GLASS และ SOFT GLASS หลอดของ PURA ผลิตจาก HARD GLASS ประเภท QUARTZ ซึ่งมีคุณสมบัติยอมให้รังสีอุลตราไวโอเลตผ่านได้ดี มีความทนทาน ใช้งานได้ประมาณ 10 เดือน ส่วนหลอดยูวีแบบ Soft GLASS ทำจากแก้วประเภทที่ใช้ทำกระจก เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเสื่อมสภาพ รังสีอุลตราไวโอเลตจะผ่านได้น้อยลง โดยทั่วไปหลอดแบบ SOFT GLASS มีอายุใช้งานไม่เกิน 3 เดือน

เครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอุลตราไวโอเลต ควรประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1. ตัวเครื่องทำด้วยสแตนเลสขัดเงาสะท้อนแสง ประกอบด้วยทางน้ำเข้า - ออก จุดตรวจดูกระแสไฟชุดชกถังหลอดควอทซ์

2. ทรานฟอร์มเมอร์และสตาท์เตอร์เป็นส่วนเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จะทำให้หลอดเปล่งรังสีได้

3. หลอดอุลตราไวโอเลต ทำหน้าที่ผลิตรังสีอุลตราไวโอเลตมีอยู่ 2 แบบ คือ Hard glass และ Soft glass

4. ควอทซ์สลิป ทำหน้าที่ป้องกันหลอดไม่ให้สัมผัสน้ำโดยตรงปลอดภัยจากการถูกไฟฟ้าช็อตและทำให้เกิดช่องว่างรอบ ๆ หลอดเพื่อรักษาอุณหภูมิในช่องว่างนี้ให้อยู่ประมาณ  $40^{\circ}\text{C}$  ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่หลอดยูวีทำงานได้ดีที่สุด Quartz sleeve ทำด้วย Quartz บริสุทธิ์ซึ่งยอมให้รังสีหลอดร้าวโอเลตผ่านได้ถึง 98%

การใช้แสงหลอดร้าวโอเลต โดยใช้หลอดแก้วใสทำด้วยควอทซ์ หรือ High silica glass ซึ่งสามารถให้ลำแสงที่มีช่วงคลื่นที่ทำลายจุลินทรีย์ได้ภายในเวลาที่เหมาะลำแสงนี้จะทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเซลล์และทำให้จุลินทรีย์ตายในที่สุด ควรใช้ระบบนี้หลังจากการกำจัดเชื้อโดยวิธีอื่น ๆ และก่อนการบรรจุ ในการใช้ควรอุ่นหลอดก่อนฆ่าเชื้ออย่างน้อย 2 นาที และควรตรวจสอบระบบอยู่เสมอว่าหลอดยังอยู่ในสภาพดีตลอดเวลาใช้งาน

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เครื่องฆ่าเชื้อด้วยแสงหลอดร้าวโอเลตได้ผล คือ

1. น้ำที่เข้าเครื่องต้องใส ไร้สีหรือความขุ่น
2. ความเข้มของแสง U.V. ที่เปล่งออกมาต้องเพียงพอทุกจุดตลอดคอลัมน์เครื่อง ปริมาณ 35,000 ไมโครวัตต์/ตร.ซม.
3. เวลาที่เชื้อสัมผัสแสง U.V ต้องนานเพียงพอ อัตราการไหลของน้ำไม่เกิน 40 - 50 ลิตร / นาที

ประโยชน์ที่ได้จากการใช้เครื่องฆ่าด้วย U.V.

1. ได้ผลแน่นอนในการฆ่าเชื้อ
2. ได้อัตราผลิตน้ำที่สูงมาก
3. ค่าใช้จ่ายในการใช้งาน และบำรุงรักษาต่ำ
4. การบำรุงรักษาง่ายไม่เปลืองแรงงาน
5. ติดตั้งง่าย ะโหล่ราคาไม่แพง

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงความสามารถในการฆ่าเชื้อของ U.V ที่ได้มาตรฐาน

ORGANISM	TYPE	ไมโครวัตต์ / วินาที / คร.ชม.
Streptococcus	Bacteria	3800
Dysentery Bacilli	Bacteria	4200
Influenza	Virus	6600
Fecal Coliform	Bacteria	6600
Salmonella	Bacteria	10000
E. Coli	Virus	6600
Staphylococcus Aureus	Bacteria	6600

ข้อดีของ U.V. ที่เหนือกว่าคลอรีนคือ

1. ไม่ทำให้เกิดรส กลิ่น สีของน้ำ
2. ไม่สร้างสารตกค้างในน้ำ ที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
3. ไม่กักคร่อนท่อน้ำโลหะ
4. เมื่อใช้ปริมาณรังสีมากเกินไปไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือสารเคมีตกค้างที่เป็นอันตราย

ขั้นตอนและข้อควรระวังในการติดตั้งเครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต

1. ตรวจสอบว่าส่วนประกอบของเครื่องครบหรือไม่
2. หลอดยูวี และ QUARTZ SLEEVE ซึ่งทำด้วยแก้ว ขณะเปิดหลอด HOUSING ของเครื่องกรองออกจากเครื่องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะอาจแตกได้
3. อย่าใช้มือเปล่าจับที่ส่วนแก้วของหลอดยูวี และที่ QUARTZ SLEEVE หากมีคราบสกปรก หรือรอยนิ้วมือให้ทำความสะอาดด้วยผ้านุ่ม ๆ ชุบแอลกอฮอล์
4. ติดตั้งเครื่องในลักษณะที่จะถอดประกอบเพื่อเปลี่ยนไส้กรอง และหลอดยูวีได้สะดวก
5. หลังจากประกอบคืนเสร็จแล้วให้เปิดน้ำเข้าเครื่องเพื่อทดสอบรอยรั่วก่อนใช้งานจริง เปิดน้ำกรองเพื่อไล่ฟุ้งผงที่อาจมีตกค้างอยู่ในไส้กรองคาร์บอน
6. ประกอบหลอดยูวี เข้ากับขั้วหลอดให้เรียบร้อยก่อนที่จะเสียบปลั๊ก ห้ามเสียบปลั๊กก่อนประกอบหลอดยูวีเด็ดขาด
7. อย่านองแสงจากหลอดยูวีด้วยตาเปล่า จะเป็นอันตรายต่อนัยน์ตา

### ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

1. ความดันของน้ำที่เข้าเครื่องควรมีค่าประมาณ 65 PSI (4.55 KSC) ความดันต่ำสุดไม่ควรน้อยกว่า 20 PSI (1.4 KSC) ซึ่งยังสามารถใช้งานได้แต่อัตราการไหลของน้ำจะลดลงและหากความดันของน้ำสูงกว่า 75 PSI (5.25 KSC) จะต้องติดตั้งวาล์วลดความดันก่อนเข้าเครื่อง ฯ
2. อุณหภูมิของน้ำไม่ควรสูงเกิน 100 F° (37.8 C°) เพราะชิ้นส่วนพลาสติกของเครื่องจะอ่อนตัว เสียรูปและสูญเสียความแข็งแรง
3. เปิดหลอดยูวีทิ้งไว้ตลอดเวลาแม้จะไม่ได้มีการใช้น้ำ หากเปิดปิดบ่อย ๆ จะทำให้หลอดมีอายุสั้นลง นอกจากเป็นหลอดที่ออกแบบมาสำหรับได้ใช้แบบเปิดปิด
4. ปรับวาล์วให้ได้อัตราการไหลของน้ำไม่สูงกว่าขีดความสามารถของเครื่องแต่ละรุ่นที่ระบุไว้มิฉะนั้นการฆ่าเชื้อโรคจะไม่ได้ผล
5. หากแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไม่คงที่ ค่าโวลต์ไม่สม่ำเสมอ จะทำให้หลอดเสียเร็วและทำให้บัลลาสต์ไหม้ได้

### การบำรุงรักษา เครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต ประกอบด้วย

1. ใต้กรอง ใต้กรองจะสะสมสารแขวนลอยไว้และค่อย ๆ อุดตัน จึงควรเปลี่ยน ทุก ๆ 4-12 เดือน ระยะเวลาดังกล่าวอาจสั้นกว่านี้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำที่จะนำมาเข้าเครื่อง
2. หลอดยูวี ทันทีที่ใช้งานชั่วโมงจะเปลี่ยนเป็นสีดำซึ่งเป็นเรื่องปกติ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้งานไปนาน ๆ แม้เมื่อมองดูด้วยตาเปล่ายังเห็นว่าหลอดเปล่งแสงเป็นสีฟ้าอม ม่วงอยู่ แต่ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตอาจไม่เพียงพอในการฆ่าเชื้อโรคแล้วจึงควรเปลี่ยนหลอดยูวี ทุก ๆ 12 เดือน
3. QUARTZ SLEEVE ควรทำความสะอาดทุก ๆ สามเดือน หรือทุกครั้งที่เปลี่ยนใต้กรองโดยใช้ผ้าสะอาดและนุ่มชุบน้ำสบู่เช็ด ในกรณีที่มีคราบของหินปูนเกาะที่ผิวให้ใช้ผ้าชุบน้ำส้มสายชูเช็ดทำความสะอาดแล้วเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำอีกหลาย ๆ ครั้ง
4. การฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซน โอโซนเป็นก๊าซ ซึ่งเกิดจากออกซิเจนในอากาศ ตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นในขณะที่เกิดฟ้าผ่าหรือในที่ที่มีประกายไฟฟ้า และเกิดในบรรยากาศเมื่ออากาศได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต เครื่องกำหนดโอโซนมีวิธีผลิตหลัก อยู่ 2 วิธีคือ CORONA DISCHARGE และวิธี UV RADIATION ซึ่งวิธี CORONA DISCHARGE จะผลิตโอโซนได้มากกว่า และเป็นวิธีที่นิยมใช้กัน

### คุณสมบัติของโอโซน

- นำเชื้อโรคจำพวกแบคทีเรียและไวรัส
- ออกซิไดซ์สารอินทรีย์ เช่น เหล็ก แมงกานีส โลหะหนักในรูปสารประกอบอินทรีย์ ไซยาไนต์ ซัลไฟท์ และไนเตรท

- ออกซิไดซ์สารอินทรีย์ เช่น ผงซักฟอก ยาฆ่าแมลง ยาปราบวัชพืช ฟีนอล กลิ่นและรส บางชนิดจึงสามารถใช้แทนคลอรีนได้ และไม่ทำให้เกิดสารก่อมะเร็งดังเช่นคลอรีนการใช้สารละลายโอโซนฆ่าเชื้อโรคในระบบปิดสนิท ต้องใช้ในความเข้มข้น 0.1 ส่วน ในล้านส่วน (0.1 ppm.) และระยะเวลาสัมผัสอย่างน้อย 5 นาที

การติดตั้งเครื่องกำเนิดก๊าซโอโซนมักจะอยู่ในส่วนสุดท้ายต่อจากเครื่องกรอง อื่น ๆ เช่น เครื่องกรองคาร์บอน แมงกานีสกรีนแซนด์ เรซินประจุบวก เรซินประจุลบและไส้กรองเซรามิกเป็นต้น หลังจากนั้นจะเป็นเครื่องกำเนิดก๊าซโอโซน

### หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดโอโซน

เครื่องกำเนิดโอโซน OZOTECH ผลิตก๊าซโอโซนด้วยวิธี CORONA DISCHARGE แบบ GOLD PLASMA TECHNOLOGY โดยอากาศจะถูกดึงเข้าสู่เครื่องทำให้อากาศแห้ง (AIR DRYER) เพื่อกำจัดความชื้นออกแล้วจึงไหลไปสู่เครื่องกำเนิดโอโซน ซึ่งอากาศจะไหลผ่านสนามไฟฟ้าระหว่างหลอดผลิต CORONA และตะแกรงสแตนเลสทำให้ออกซิเจนบางส่วนแตกตัวเป็นออกซิเจนอิสระ และรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นโอโซน การทำให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างหลอดและตะแกรงสแตนเลสใช้วิธีเพิ่มศักย์ไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงเพิ่มศักย์ไฟฟ้าจาก 220 V. เป็น 3000-9000 V. แล้วแต่ขนาดการผลิตโอโซนแล้วส่งไฟฟ้า 3000-9000 V. เข้าสู่หลอด

### จุดเด่นของเครื่องกำเนิดโอโซน OZOTECH

เนื่องจากการผลิตโอโซนแบบ COLD PLASMA TECHNOLOGY ของ OZOTECH ทำให้เกิดความร้อนน้อยกว่าวิธี CORONA DISCHARGE แบบธรรมดาอายุของอุปกรณ์ชิ้นส่วนของเครื่องผลิตโอโซนจึงยาวนานกว่าไม่ต้องใช้น้ำหล่อเย็น สามารถผลิตได้มากโดยใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า หลอดแต่ละหลอดอยู่แยกกัน หลอดละท่อ อากาศจึงผ่านทั่วถึงเกิดโอโซนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด หลอดถือด้วยข้อต่อตัวผู้ ตัวเมีย จึงถอดใส่ได้ง่ายสะดวกต่อการซ่อมบำรุง และเนื่องจากเครื่องกำเนิดโอโซนใช้ศักย์ไฟฟ้าสูงมากจึงมีสวิตซ์ตัดการทำงานทันทีที่เปิดตู้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน หากจะพิจารณาถึงข้อดีของโอโซนเหนือกว่าเครื่องยิวแล้ว ขณะนี้มี

ให้เห็นชัด ๆ เพียงข้อเดียว คือโอโซนมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคต่อเนื่องโดยโอโซนจะคงสภาพอยู่ประมาณ 30 นาที หลังจากที่เกิดผลออกจากเครื่องระหว่างนั้นจะมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้ จากนั้นจะสลายตัวกลายเป็นก๊าซออกซิเจน ซึ่งไม่มีอันตรายต่อสิ่งใด ในขณะที่รังสียูวี จะฆ่าเชื้อโรคได้เฉพาะในน้ำที่ไหลผ่านเครื่องเท่านั้น แม้น้ำที่ผ่านเครื่องยูวีออกไปจะปราศจากเชื้อโรค แต่ถ้าหากท่อหรือภาชนะบรรจุ ซึ่งอยู่หลัง จากเครื่องยูวีไม่สะอาด น้ำก็กลับมีเชื้อโรคขึ้นใหม่ได้ น้ำที่ผ่านเครื่องยูวีไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค แต่น้ำที่เติมโอโซนแล้วจะยังมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคอยู่ประมาณ 30 นาที ในกรณีน้ำบริโภคบรรจุขวด การเกิดตะไคร่ในขวดน้ำที่เติมโอโซนจะเกิดช้ากว่าขวดน้ำบริโภคที่ผ่านเครื่องยูวี

ส่วนเรื่องไฟฟ้า ระบบก๊าซโอโซนจะใช้ไฟฟ้ามากกว่าเพราะมีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ามากกว่าได้แก่ เครื่องเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนจากอากาศ หรือเครื่องทำให้อากาศแห้ง และเครื่องกำเนิดก๊าซโอโซน

3. การใช้ไส้กรองแบคทีเรีย (Bacteria filter) การกรองแบคทีเรียจะนิยมใช้อุปกรณ์ 2 ชนิดคือ

3.1 ไส้กรองใยสังเคราะห์ ทำจากโพลีเอสเตอร์ มีคุณสมบัติกรองสารเจือปนต่าง ๆ ออกจากน้ำ มีรูพรุนใหญ่และกว้างกว่าไส้กรองเซรามิก

3.2 ไส้กรองเซรามิก มีคุณสมบัติที่จะกรองจุลินทรีย์ได้ทั้งแบคทีเรีย อมบีบา ยีสต์ ควรจะให้น้ำผ่านไส้กรองนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนการบรรจุ มิฉะนั้นจะอุดตันง่ายและควรล้างไส้กรองด้วยน้ำสะอาดเป็นประจำเพื่อล้างสิ่งสกปรกออกจากไส้กรอง

เครื่องกรองเซรามิกส์ (Ceramic filter element) ลักษณะของไส้กรองตัวเครื่องได้รับการออกแบบและผลิตอย่างประณีต ปัจจุบันนิยมใช้อยู่ 2 แบบ คือ แบบไส้กรองเกลียว และแบบไส้กรองป्लอก มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาด 0.1-0.3 ไมครอน ส่วนผสมประกอบด้วย White sand, Infusorial earth เป็นเนื้อปูนขาวชนิดพิเศษทำจากซากพืชซากสัตว์ได้ทะเล จึงไม่เป็นพิษภัยต่อร่างกาย ผสมสารไดนาไมกซิลเวอร์ สามารถจับมวลสารต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำกรองเชื้อโรคออกจากน้ำในลักษณะเกาะติดผิวหน้าสัมผัสเชื้อแบคทีเรียบางชนิด เช่นไทฟอยด์ (Typhoid) บิด (Amoeba) อหิวาตกโรค (Cholera) ท้องร่วง (Diarrrhea) เป็นต้น ไส้กรองเซรามิกที่ผสมด้วยธาตุเงิน (Silver) ซึ่งมีคุณสมบัติฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และมีรูกรองที่เล็กมาก

การล้างไส้กรองเซรามิกส์ ทำให้สะดวกเพียงถอดไส้กรองออกเอามือจับที่ส่วน  
หัวของไส้กรองแล้วจุ่มลงในน้ำหรือปล่อยให้ น้ำไหลผ่านไส้กรอง ซึ่งแรงดันของน้ำจะ  
เป็นตัวพาสั่งสกปรกให้หลุดออกมา ขณะเดียวกันใช้แปรงสก็อตไบร์ แปรงสีฟัน หรือ  
กระดาษทรายน้ำ เบอร์ 150 ซัดถูกเบา ๆ ให้สิ่งสกปรกหลุดออกจนไส้กรองขาวสะอาด  
ต้มในน้ำเดือดประมาณ 20 นาที และตากแดดจนไส้กรองแห้งสนิท ก่อนนำไปใช้งาน  
ห้ามใช้สบู่ ผงซักฟอกล้างเซรามิกส์โดยเด็ดขาด

ในทางปฏิบัติ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ไส้กรองเซรามิกส์ จึงต้องมีไส้  
กรองเซรามิกส์สำรองสำหรับเปลี่ยนใช้สำหรับทำการล้างไส้กรองแต่ละครั้ง

คุณลักษณะไส้กรองน้ำเซรามิกส์ที่ดีควรมีน้ำหนักเบา เนื้อละเอียดมีความแกร่ง  
ในตัวขัดล้างทำความสะอาดได้ง่ายไม่มีจุดสิ่งสกปรกงมลึกหลังการใช้งานสามารถ  
กรองเชื้อโรคออกจากน้ำได้ กรณีใช้ไส้กรองใหม่ควรปล่อยน้ำกรองทิ้งประมาณ 10-15  
นาที

4. การใช้ความร้อนของแสงอาทิตย์ (Solar energy application) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้น โดยใช้  
หลักการประหยัดพลังงานโดยนำพลังงานความร้อนที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้

#### 4.6 การทำความสะอาดภาชนะบรรจุ

การล้างภาชนะบรรจุน้ำบริโภคนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ผู้ประกอบการน้ำบริโภคประสบอยู่ทุก  
วัน และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ไม่ว่าปัญหาด้านแรงงาน ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นกับการจ่ายค่า  
ล่วงเวลาความสะอาดภายหลังการล้าง ซึ่งมีผลโดยตรงเมื่อนำไปบรรจุน้ำบริโภคและบริโภค ดังนั้นจึง  
ควรพิจารณานำเครื่องล้างภาชนะเข้ามาเสริมแรงงานคนที่มีอยู่เพื่อแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพและบริการ

##### ขั้นตอนการล้างขวด

วิธีการล้างขวดหรือภาชนะบรรจุที่ดีจะต้องล้างทั้งภายนอกและภายในภาชนะให้สะอาด  
เครื่องมือในการล้างภาชนะมี 2 ประเภท

1. การล้างกรณีที่ไม่มีเครื่องล้างภาชนะแบบอัตโนมัติ
2. การล้างด้วยเครื่องภาชนะแบบอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ

1. ในกรณีที่ไม่มีเครื่องล้างภาชนะบรรจุแบบอัตโนมัติจะต้องจัดให้มีบ่อน้ำล้างภาชนะบรรจุ 3 บ่อเป็นอย่างน้อย โดยหลังจากการขัดล้างด้วยสารทำความสะอาด (Cleaning Agent) แล้วให้ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกหลาย ๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าสะอาด ทั้งนี้ บ่อน้ำล้างภาชนะจะต้องเป็นน้ำไหลตลอด และเมื่อนำไปบรรจุจะต้องฉีดล้างภายในภาชนะบรรจุด้วยน้ำสะอาดที่ปรับคุณภาพน้ำแล้วและบรรจุทันที

ชนิดของท่อน้ำ ควรใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ หรือมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ หากท่อลำเลียงน้ำเป็นท่อพลาสติกควรเป็นท่อ PVC (สีฟ้า) เพราะคุณสมบัติของท่อ PVC สีอื่นใช้สำหรับงานประเภทอื่น

2. ในกรณีที่เป็นเครื่องล้างภาชนะบรรจุแบบอัตโนมัติ ผู้ผลิตจะต้องบันทึกสภาพการทำงาน of เครื่องล้างภาชนะบรรจุแบบอัตโนมัติและเก็บรักษายันที่กินไว้ สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อต้องผ่านการทดสอบบ่อยครั้งตามความจำเป็น เพื่อมั่นใจได้ว่าสามารถให้ผลในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### ขั้นตอนการล้างถังน้ำบริโภคขนาด 20 ลิตร (อัตราการล้าง 150 ถัง/ชั่วโมง)

1. นำถังวางบนราวถูกกึ่งข้างเครื่องล้างถังภายนอกแปรงคู่คิงคินโยกให้แปรงคู่ที่ถูกแบบตามรูปร่างถังครอบถังโดยอาศัยแรงคิงสปริงเพื่อให้เกิดแรงเสียดทาน

2. ถังจะหมุนด้วยความเร็ว 60 รอบ / นาที พาสารละลาย Concentrated cleaner ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกลาง ฟองน้อย สามารถย่อยสลายโมเลกุลคราบสกปรก ให้เล็กลงและผสมสารฆ่าเชื้อโรคที่ถูกเตรียมไว้ในอ่างปริมาตร 60 ลิตร เพื่อใช้ขัดทำความสะอาดภายนอกถังจนสะอาด ล้างด้วยน้ำสะอาดถังจะแลดูใหม่ โดยไม่ทำลายสีที่พิมพ์ฉลากข้างถัง

3. นำถังที่ผ่านการล้างภายนอกแล้วสวมเข้ากับหัวฉีดเครื่องล้างถังภายใน 2 หัวฉีด (รูปที่ 24) เมื่อเปิดสวิทช์ระบบกวรเชิ่นและระบบสูบน้ำแรงดันสูง จะทำหน้าที่ฉีดขัดพื้นที่ภายใน 4 ทิศทางจนสะอาด

4. เปิดระบบฉีดน้ำสะอาดแรงดันสูง เพื่อฉีดเชิ่นตกล้างภายในถังออกจนหมด

5. นำถังฉีดน้ำสะอาดคุณภาพน้ำบริโภค หรือน้ำร้อนอุณหภูมิ 70°C ขึ้นสุดท้ายก่อนนำไปบรรจุน้ำบริโภค



ขั้นตอนการล้างขวดน้ำบริโภค พี.วี.ซี. 950 ซี.ซี. และขวดแก้ว 500 หรือ 750 ซี.ซี. (อัตราการล้าง 130 ลิ้ง / ชั่วโมง)

1. นำขวดน้ำบริโภคส่งผ่านท่อทางเข้าเครื่องล้างขวดภายนอกกึ่งอัตโนมัติ หลอดแปรงจำนวน 4 หลอด ขนาด 150 x 1,000 มม. ขนแปรงถูกออกแบบพิเศษ สามารถขัดล้างผิวภายนอกขวดด้วยความเร็วที่ 36 เมตร / นาที โดยใช้สารละลาย Concentrated cleaner ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกลาง ฟองน้อย สามารถย่อยสลายโมเลกุลคราบสกปรกให้แตกลงและผลสมสารฆ่าเชื้อโรคถูกเตรียมไว้เป็นอย่างดี 1
2. ขวดจะถูกส่งผ่านไปตามรางเพื่อฉีดน้ำสะอาดชะล้างฟองที่ตกค้างตามผิวภายนอกขวด ในอังกที่ 2 และไหลลงสู่อังกที่ 3
3. นำขวดใส่ถังน้ำบริโภคที่ผ่านการล้างมาแล้ว ใส่แผ่นล้อยึดตำแหน่งครอบเข้ากับเครื่องล้างถึงภายในกึ่งอัตโนมัติ เมื่อเปิดสวิทช์ ระบบกวนเรซิน และระบบฉีดแรงดันสูง จะทำหน้าที่ฉีดขัดพื้นที่ภายในขวดจนสะอาด
4. เปิดระบบฉีดน้ำสะอาดแรงดันสูง เพื่อฉีดเรซินตกค้างภายในขวดออกจนหมด
5. นำถังฉีดน้ำสะอาดคุณภาพน้ำบริโภคหรือน้ำร้อนอุณหภูมิ 70°C ขั้นสุดท้ายก่อนนำไปบรรจุน้ำบริโภค

#### 4.7 ห้องบรรจุน้ำบริโภค

ห้องนี้ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญห้องหนึ่งในกระบวนการผลิตน้ำบริโภค ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดวิกฤต (critical point) น้ำดื่มเมื่อผ่านขบวนการปรับปรุงคุณภาพ (treatment) มาเรียบร้อยแล้ว มักจะเกิดปัญหาตกคุณภาพที่ห้องบรรจุน้ำบริโภคนี้เอง ซึ่งถ้ามีการออกแบบดีประกอบกับการควบคุมการบรรจุที่ถูกต้องก็จะสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อโรคได้มาก และจะอำนวยความสะดวกในการทำงานของพนักงาน หากสามารถทำเป็นห้องปิดมิดชิด ลดการมีชอกนม และติดเครื่องปรับอากาศจะสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ห้องบรรจุน้ำบริโภคควรมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. แทนบรรจุน้ำบริโภค ควรมีความสูงมากกว่า 60 ซม. เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่กระเด็นขึ้นมาจากพื้น และสะดวกในการทำงานของคนงานเนื่องจากไม่ต้องก้มมากเกินไปเพราะการก้มทำงานจะทำให้เจ็บหลังได้ พื้นผิวควรทำด้วยวัสดุโลหะกันสนิมหรือกระเบื้องผิวเรียบ สีขาวหรือสีเทาอ่อนทำความสะอาดได้ง่าย เพื่อป้องกันการหมักหมมของเชื้อโรค หรือสิ่งสกปรกต่าง ๆ มีความลาดเอียงไปยังท่อระบายน้ำจากบนแทนบรรจุสู่ท่อระบายน้ำ เพื่อป้องกันมิให้น้ำที่ล้นออกมาเปียกห้องบรรจุในบริเวณที่กว้างมากเกินไป ส่วนเครื่องบรรจุที่แทนบรรจุควรออกแบบให้ไม่มีชอกนมมากและ

สามารถถอดออกมาล้างทำความสะอาดได้ง่ายและขณะทำการบรรจุน้ำ ปากท่อควรห่างจากปากขวดที่จะบรรจุไม่เกิน 1 นิ้ว เพื่อป้องกันมิให้มือหรือสิ่งอื่นใดผ่านน้ำซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อน อีกทั้งยังทำให้น้ำไม่กระจาย ทำให้เปียกขณะบรรจุ ไม่ควรใช้สายยางในการบรรจุเนื่องจากพบว่าการใช้สายยางเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนมากเช่น พนักงานมักวางสายยางไปกับพื้น ทำให้น้ำที่สกรปรกติตามสายยางจะปนลงไปในช่วงภาชนะขณะทำการบรรจุน้ำ

2. ผนังห้องบรรจุ ควรใช้วัสดุที่พื้นผิวเรียบทำความสะอาดง่ายเช่นกระเบื้องเคลือบ ถ้าเป็นวัสดุผิวหยาบเช่น ไม้อัด ควรทาสีน้ำมันที่เป็นสีขาวหรือสีอ่อน ๆ เพื่อสามารถมองเห็นความสกปรกง่ายต่อการทำความสะอาดและทำให้ห้องดูสว่างขึ้น ถ้าไม่มีหน้าต่าง ควรมีช่องระบายอากาศหรือพัดลมดูดอากาศจะทำให้ไม่อึดอัดขณะทำงาน สิ่งที่สำคัญคือ ต้องเป็นผนังที่กันโดยรอบทุกด้านเพื่อป้องกันฝุ่นละออง สัตว์เลี้ยงหรือแมลงมิให้เข้ามาในห้องบรรจุ และไม่ควรรูใช้เป็นทางผ่านไปยังห้องอื่น ๆ เพราะเป็นสาเหตุทำให้เกิดสิ่งปนเปื้อนในห้องบรรจุ

3. เพดานห้อง ห้องบรรจุจะต้องมีเพดานทำด้วยวัสดุผิวเรียบ สีขาวหรือสีอ่อนทำความสะอาดง่าย จากที่ผ่านมาพบว่าบางแห่งใช้กระเบื้องมุงหลังคาแต่ไม่มีฝ้าเพดานซึ่งไม่ถูกต้อง นอกจากทำให้ร้อนในขณะทำงานแล้ว ยังเป็นที่สะสมหยากไย่ และฝุ่นยากต่อการทำความสะอาดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความสกปรก ควรมีหลอดไฟหรือแสงสว่างเพียงพอให้เห็นถึงแปลกปลอมในภาชนะขณะบรรจุได้

4. พื้นห้องบรรจุ ควรทำด้วยวัสดุพื้นผิวเรียบ สีขาวหรือสีเทาอ่อนทำความสะอาดได้ง่าย มีความลาดเอียงไปยังท่อระบายน้ำเพื่อไม่ให้น้ำเจิ่งนองไปทั่วห้องบรรจุ และไหลลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ พื้นห้องที่ไม่เรียบและทำลาดเอียงไม่ถูกต้องจะทำให้มีน้ำขังเป็นที่สะสมของสิ่งสกปรก เชื้อโรคและตะไคร่น้ำ ทำให้สิ้นเกิดอุบัติเหตุกับพนักงานและเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำบริโภคได้ด้วย

5. ประตูห้องบรรจุ ควรทำด้วยบานกระจกอย่างน้อยครึ่งบาน สามารถปิดได้เองเมื่อพนักงานเปิดเพื่อป้องกันมิให้มีการเปิดประตูคาไว้ตลอดเวลา ทำให้แมลง ฝุ่นละออง สัตว์เลี้ยงหรือสิ่งไม่พึงปรารถนาเข้ามาในห้องบรรจุอาจใช้โซก หรือสปริง นอกจากนี้ยังมีเทคนิคแบบง่าย ๆ คือใช้เอ็นตกปลายยึดติดที่มุมประตู ปลายอีกด้านหนึ่งมีเหล็กหรือค้อน้ำหนักถ่วงสามารถเพิ่มหรือลดน้ำหนักเพื่อทำให้ประตูปิดช้าหรือเร็วได้ตามต้องการ ควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้รอกคิดไว้ที่มุมด้านบนของวงกบประตู ดังตัวอย่างแสดงในภาพ

6. หน้าต่าง หากห้องบรรจุเป็นห้องปรับอากาศไม่ควรมีหน้าต่าง แต่ถ้าจำเป็นต้องมีหน้าต่างควรจะมี 2 ชั้นคือ ด้านนอกเป็นบานกระจก ด้านในเป็นมุ้งลวดที่สามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ มีหน้าต่างอีกประเภทหนึ่งเพื่อใช้การขนส่งภาชนะที่ทำการบรรจุแล้วออกจากห้องบรรจุ ควรจะเป็นช่อง

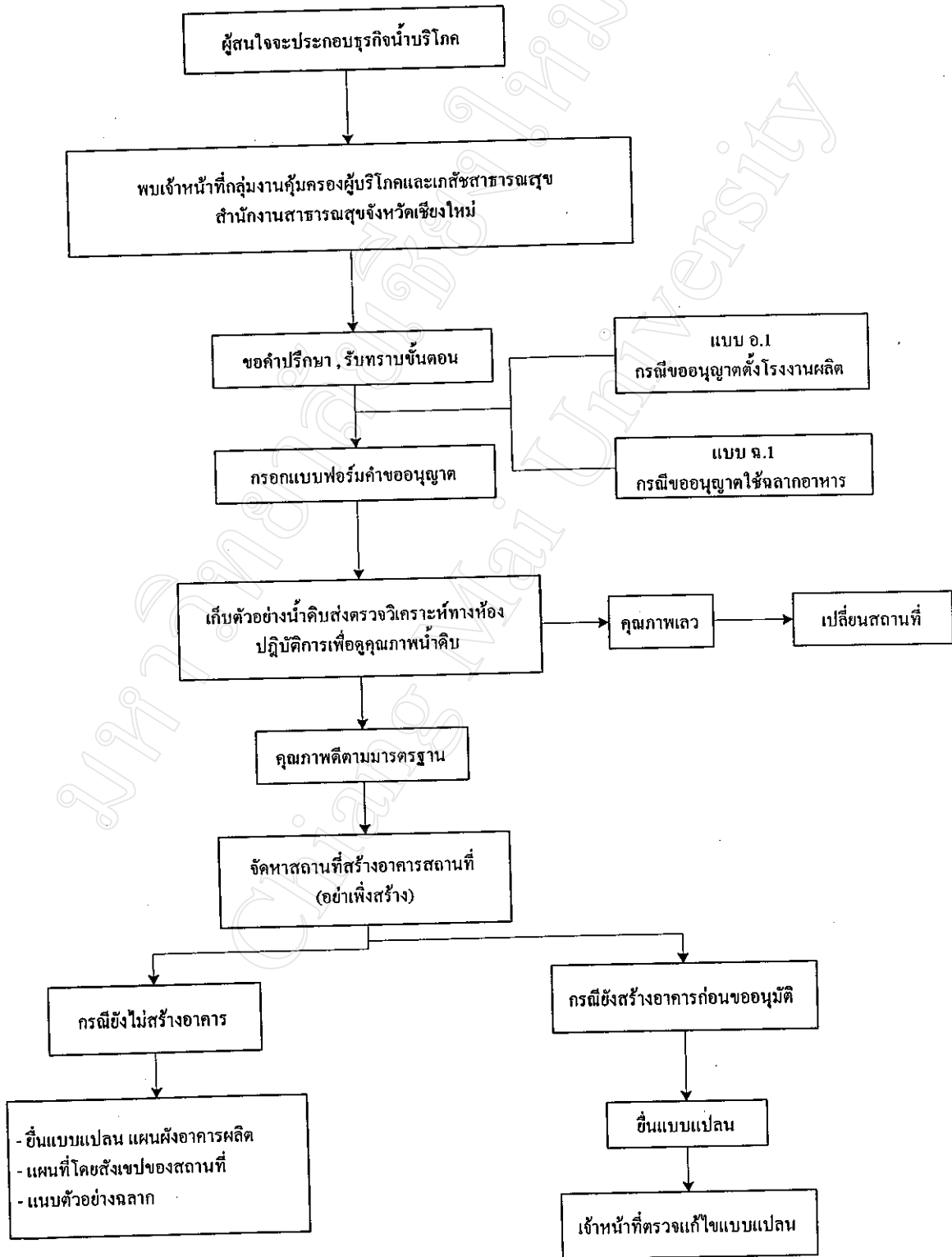
ขนาดใหญ่กว่าภาชนะเล็กน้อย มีแผ่นโลหะกันสนิมหรือปิดเพื่อกันฝุ่นหรือแมลงเข้ามาในห้องบรรจุและสามารถปิดได้เองดังตัวอย่างแสดงในภาพ

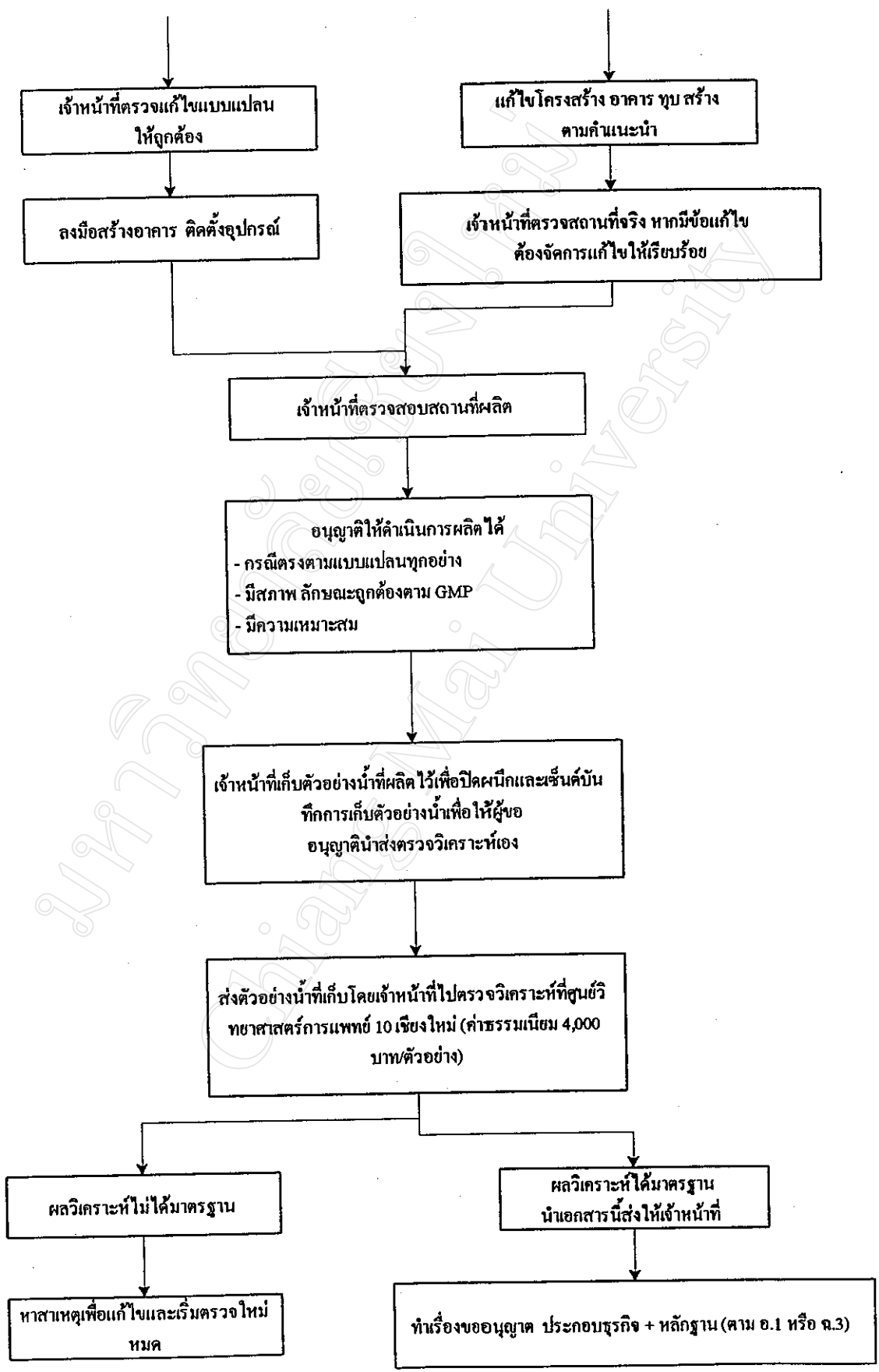
7. หน้าห้องบรรจุ ให้มีอ่างล้างมือพร้อมทั้งสบู่และผ้าเช็ดมือที่สะอาด ให้พนักงานล้างมือทุกครั้งก่อนเข้ามาทำงานในห้องบรรจุ หากเจ้าของไม่เข้มงวดพนักงานมักไม่ค่อยให้ความสนใจกับการล้างมือจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะนำเชื้อโรคต่าง ๆ ปนเปื้อนไปในน้ำบริโภคได้ ควรมีที่สำหรับเก็บชุดทำงานของพนักงานคือ หมวก ผ้ากันเปื้อนที่กันน้ำได้ ผ้าปิดปาก ถุงมือและรองเท้าที่ใช้เฉพาะในห้องบรรจุเท่านั้น และให้มีการเปลี่ยนก่อนที่จะเข้ามาทำงานในห้องบรรจุ ในขณะที่ปฏิบัติงานพนักงานจะต้องถอดเครื่องประดับต่าง ๆ เช่น นาฬิกา แหวน คู่หูเก็บไว้ เพราะเครื่องประดับจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อโรคได้

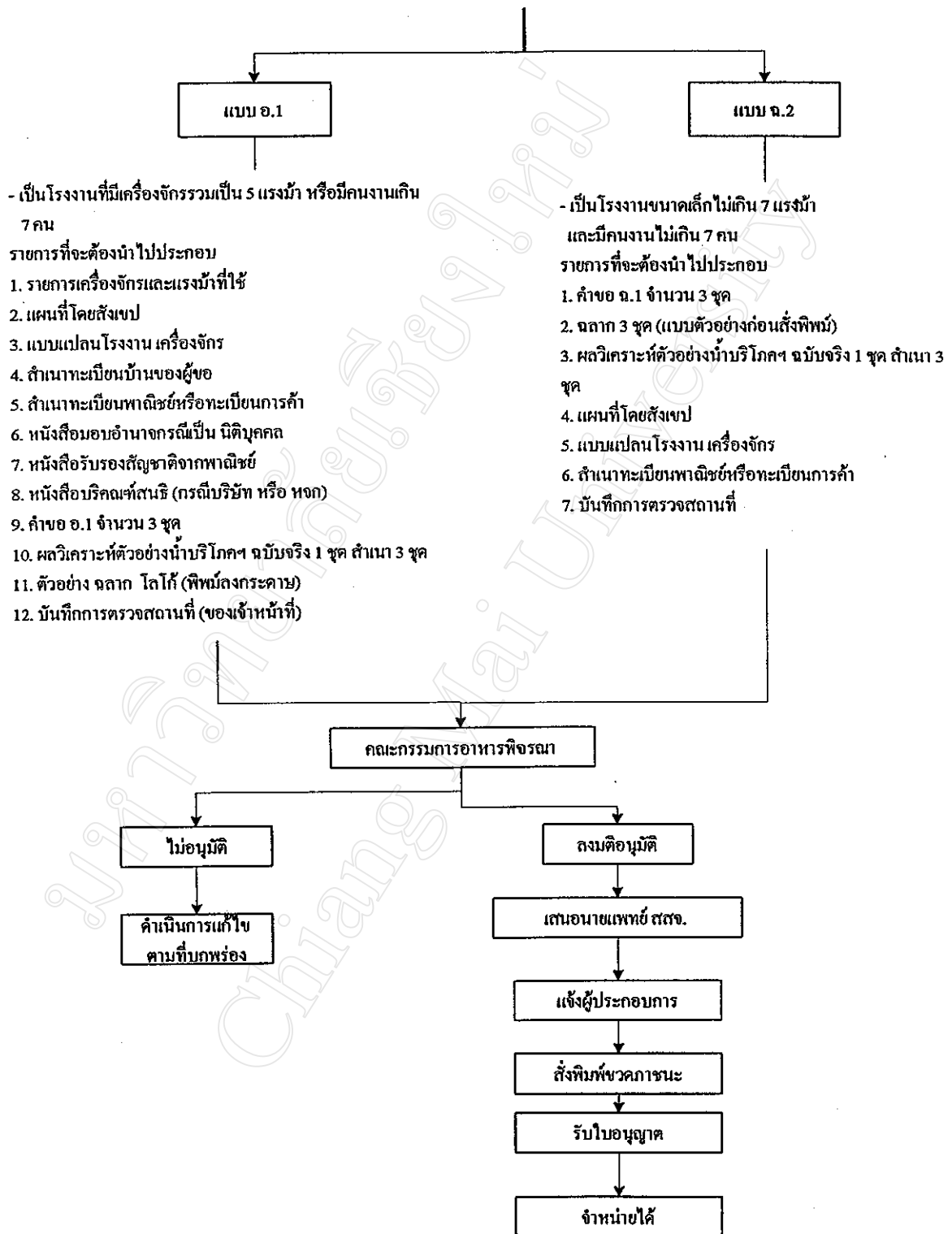
8. ขณะทำการผลิต พนักงานไม่ควรพูดคุย สูบบุหรี่ กินอาหารหรือพนักงานที่มีโรคผิวหนัง โรคทางเดินหายใจ ทำงานในห้องบรรจุน้ำบริโภคเพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย

9. ห้องทำการผลิต ห้ามเก็บสิ่งของใด ๆ ไว้ภายในห้องบรรจุโดยเด็ดขาด อุปกรณ์ที่ไม่ติดตั้งตายตัวและที่ใช้เสร็จแล้วควรนำไปเก็บนอกห้องและผลิตภัณฑ์ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำไปเก็บที่ห้องเก็บผลิตภัณฑ์ล้างทำความสะอาดแท่นบรรจุและพื้น เช็ดและซักให้แห้งทุกวันปิดห้องและห้ามผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในห้องบรรจุหรือใช้ห้องบรรจุปฏิบัติงานอื่นใดนอกเหนือจากการบรรจุน้ำเท่านั้น

4.8 ขั้นตอนการขออนุญาตการผลิตน้ำดื่มบรรจุภาชนะที่ปิดสนิท  
 แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการขออนุญาตการผลิตน้ำดื่มบรรจุภาชนะที่ปิดสนิท







#### 4.9 ขั้นตอนการขอใช้น้ำบาดาล

##### การประกอบกิจการน้ำบาดาล

ห้ามมิให้ผู้ใดประกอบกิจการน้ำบาดาลในเขตน้ำบาดาลใด ๆ ไม่ว่าจะเป็นผู้มีกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครองที่ดินในเขตน้ำบาดาลนั้นหรือไม่ เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากอธิบดีหรือผู้ซึ่งอธิบดีมอบหมาย (มาตรา 16)

หากผู้ใดฝ่าฝืน มีโทษจำคุกไม่เกิน 6 เดือน หรือปรับไม่เกิน 20,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ และจะริบเครื่องมือ เครื่องใช้หรือเครื่องจักรใด ๆ ที่ได้ใช้ในการกระทำความผิด หรือได้ใช้เป็นอุปกรณ์กระทำความผิดเสียก็ได้ (มาตรา 36 ทวิ)

"กิจการน้ำบาดาล" หมายความว่า การเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล หรือการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล (มาตรา 3)

คำแนะนำสำหรับการขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาล

การขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

- 1) ผู้ประสงค์จะขอรับใบอนุญาต ต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล (ตามแบบ นบ. 1) ต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่
- 2) ชำระค่าธรรมเนียมคำขอ 10 บาท

เอกสารที่ต้องยื่นพร้อมคำขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

กรณีผู้ขอรับใบอนุญาตเป็นบุคคลธรรมดา

- 1) สำเนาทะเบียนบ้าน หรือสำเนาทะเบียนราษฎรประชาชนของผู้ขอ ผู้รับมอบอำนาจ และหรือผู้ให้ความยินยอม
- 2) สำเนาหลักฐานการมีกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครอง เช่น โฉนดที่ดิน น.ส.3 หนังสือยินยอมให้ใช้ที่ดิน หนังสือรับรองสิทธิที่จะเจาะน้ำบาดาลในที่ดิน หรือลงชื่อรับรองว่าเป็นผู้มีสิทธิในที่ดินในคำขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล
- 3) แผนที่สังเขปแสดงเส้นทางและสถานที่ที่จะเจาะน้ำบาดาล
- 4) สำเนาใบอนุญาตตั้งโรงงานหรือใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือใบอนุญาตขยายโรงงาน (กรณีเป็นโรงงานอุตสาหกรรม)
- 5) สำเนาหนังสือรับรองช่างเจาะ (กรณีระบุผู้รับเหมাজาะ)

- 6) แบบแปลนจัดสรร (กรณีเป็นหมู่บ้านจัดสรรหรือที่ดินจัดสรร)
- 7) หนังสือมอบอำนาจ ปิดอากรแสตมป์ 30 บาท (กรณีไม่ได้มายื่นคำขอด้วยตนเอง)

กรณีผู้ขอรับใบอนุญาตเป็นนิติบุคคล

- 1) สำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล แสดงกรรมการผู้มีอำนาจลงนาม
- 2) สำเนาหลักฐานการมีกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครอง เช่น โฉนดที่ดิน น.ส.3 หนังสือยินยอมให้ใช้ที่ดิน หนังสือรับรองสิทธิที่จะเจาะน้ำบาดาลในที่ดิน หรือลงชื่อรับรองว่าเป็นผู้มีสิทธิในที่ดินในคำขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล
- 3) แผนที่สังเขปแสดงเส้นทางและสถานที่ที่จะเจาะน้ำบาดาล
- 4) สำเนาทะเบียนบ้าน หรือสำเนาบัตรประชาชนของกรรมการผู้มีอำนาจ ลงลายมือชื่อผู้รับมอบอำนาจ และหรือผู้ให้ความยินยอม
- 5) สำเนาใบอนุญาตตั้งโรงงาน หรือใบอนุญาตประกอบกิจการ โรงงานหรือใบอนุญาตขยายโรงงาน (กรณีเป็นโรงงานอุตสาหกรรม)
- 6) สำเนาหนังสือรับรองช่างเจาะ (กรณีระบุผู้รับเหมาเจาะ)
- 7) แบบแปลนจัดสรร (กรณีเป็นหมู่บ้านจัดสรร หรือที่ดินจัดสรร)
- 8) หนังสือมอบอำนาจ ปิดอากรแสตมป์ 30 บาท (กรณีกรรมการผู้จัดการไม่ได้มายื่นคำขอด้วยตนเอง)

การพิจารณาคำขอ

เมื่อเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคำขอและเอกสารต่าง ๆ แล้ว เห็นว่าครบถ้วนและถูกต้อง ก็จะนำเสนอพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่เพื่อพิจารณาและดำเนินการออกใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาลให้ตามขั้นตอนต่อไป คือ

- ให้ออกใบอนุญาต ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล ฉบับละ 500 บาท หรือ
- ให้ตรวจสอบสภาพการใช้น้ำบาดาลและสถานที่ขอเจาะน้ำบาดาลก่อน



### หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

#### ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

- 1) ก่อนที่จะเริ่มเจาะน้ำบาดาล จะต้องนำพนักงานเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบการเตรียมการเพื่อเจาะน้ำบาดาลเสียก่อน จึงจะเจาะน้ำบาดาลได้
- 2) เครื่องเจาะน้ำบาดาลต้องเป็นเครื่องเจาะตามแบบที่กำหนดไว้ในใบอนุญาต
- 3) ความลึกของบ่อน้ำบาดาล ขนาดบ่อน้ำบาดาล ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในใบอนุญาต และใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล 1 ฉบับ เจาะน้ำบาดาลได้จำนวน 1 บ่อ
- 4) เมื่อเจาะน้ำบาดาลเสร็จแล้ว ต้องส่งรายงานผลการเจาะน้ำบาดาลต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ตามแบบที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนดภายใน 7 วัน หลังจากวันที่เจาะน้ำบาดาลเสร็จ
- 5) ผู้รับใบอนุญาต หรือลูกจ้าง หรือตัวแทนไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขดังกล่าวมีโทษปรับไม่เกิน 5,000 บาท

#### ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

- 1) ต้องมีช่างเจาะที่ได้รับหนังสือรับรองช่างเจาะจากอธิบดีกรมทรัพยากรธรณีควบคุมการเจาะน้ำบาดาลอยู่ประจำ
- 2) จุดที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล ต้องอยู่ห่างจากชายคาไม่น้อยกว่า 1 เมตร และอยู่ห่างจากส้วม ชิม หรือถังกระโละ หรือร่องระบายน้ำไฮโดรคิก ไม่น้อยกว่า 30 เมตร
- 3) การเจาะน้ำบาดาลที่มีความลึกเกินกว่า 30 เมตร จะต้องใช้เครื่องเจาะที่มีคันกำลังเป็นเครื่องจักรกลเท่านั้น
- 4) ต้องเก็บตัวอย่างดิน หิน กรวด ทราย จากการเจาะน้ำบาดาล โดยเก็บทุกระยะความลึก 1.5 เมตร ติดต่อกัน ตกให้แห้ง แล้วเก็บใส่ถุงผ้าหรือถุงพลาสติก พร้อมติดป้ายบอกระดับความลึก นำส่งพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายใน 15 วัน นับแต่วันเจาะน้ำบาดาลเสร็จ
- 5) บ่อน้ำบาดาลต้องใช้ท่อเหล็กเหนียวผิวเคลือบดำ หรือซุบสังกะสี ท่ออื่นที่มีได้ทำด้วยเหล็กเหนียว จะต้องได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากคณะกรรมการน้ำบาดาล
- 6) ต้องจัดทำและส่งรายงานการทดสอบปริมาณน้ำ (แบบ นบ./4) และรายงานประวัติบ่อน้ำบาดาล (แบบ นบ./5) ให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายใน 15 วัน นับแต่วันทดสอบปริมาณน้ำเสร็จ

- 7) ต้องทำชานบ่อหนาไม่น้อยกว่า 15 ซม. ครอบคลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร
- 8) ต้องติดตั้งมาตรวัดน้ำชนิดจับเคลื่อนตัวเลขด้วยระบบแม่เหล็ก โดยติดตั้งห่างจากบ่อน้ำบาดาลไม่เกิน 10 เมตร และต้องรายงานการใช้น้ำบาดาลภายในวันที่ 7 ของเดือนถัดไป
- 9) การไม่ปฏิบัติตามประกาศดังกล่าว มีโทษปรับไม่เกิน 20,000 บาท

#### การขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

กรณีที่มีบ่อน้ำบาดาลอยู่แล้ว (เจาะก่อนวันที่ 18 มกราคม 2538)

- 1) ผู้ประสงค์จะขอรับใบอนุญาต ต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล (ตามแบบ นบ.2) ต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ พร้อมด้วยข่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่างต่อหนึ่งบ่อ ปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร
- 2) ชำระค่าธรรมเนียมคำขอ 10 บาท ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ตัวอย่างละ 1,200 บาท

#### เอกสารที่ต้องยื่นพร้อมคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

กรณีผู้ขอรับใบอนุญาตเป็นบุคคลธรรมดา

- 1) สำเนาทะเบียนบ้านหรือสำเนาบัตรประชาชนของผู้ขอ ผู้รับมอบอำนาจ
- 2) สำเนาใบอนุญาตตั้งโรงงาน หรือใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือใบอนุญาตขยายโรงงาน (กรณีเป็นโรงงานอุตสาหกรรม)
- 3) แผนที่สังเขปแสดงเส้นทางและสถานที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล
- 4) หนังสือมอบอำนาจ ปกติกรแสดงมี 30 บาท (กรณีไม่ได้มายื่นคำขอด้วยตนเอง)

กรณีผู้ขอรับใบอนุญาตเป็นนิติบุคคล

- 1) สำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล แสดงกรรมการผู้มีอำนาจลงนาม
- 2) สำเนาทะเบียนบ้าน หรือสำเนาบัตรประชาชนของกรรมการผู้มีอำนาจลงลายมือชื่อ ผู้รับมอบอำนาจ
- 3) แผนที่สังเขปแสดงเส้นทางและสถานที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล
- 4) สำเนาใบอนุญาตตั้งโรงงาน หรือใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือใบอนุญาตขยายโรงงาน (กรณีเป็นโรงงานอุตสาหกรรม)

5) หนังสือมอบอำนาจ ปิดอาคารแสดมปี 30 บาท (กรณีกรรมการผู้จัดการ ไม่ได้มายื่นคำขอด้วยตนเอง)

กรณีได้รับอนุญาตให้เจาะน้ำบาดาล เมื่อเจาะน้ำบาดาลเสร็จเรียบร้อยแล้ว (หลังวันที่ 18 มกราคม 2538)

1) ผู้ประสงค์จะขอรับใบอนุญาต ต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล (ตามแบบ นบ.2) ต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ พร้อมด้วยข้อย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่างต่อหนึ่งบ่อ ปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร และตัวอย่างดิน หิน กรวด ททราย

2) ชำระค่าธรรมเนียมค่าขอ 10 บาท ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ตัวอย่างละ 1,200 บาท

เอกสารที่ต้องยื่นพร้อมคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

1) หนังสือมอบอำนาจ (กรณีไม่ได้มายื่นคำขอด้วยตนเองทั้งบุคคลธรรมดา หรือนิติบุคคล)

2) สำเนาใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

3) - รายงานการปฏิบัติงานประจำวัน (แบบ นบ./3)

- รายงานการทดสอบปริมาณน้ำ (แบบ นบ./4)

- รายงานประวัติบ่อน้ำบาดาล (แบบ นบ./5)

4) ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (กรณีวิเคราะห์จากส่วนราชการอื่น หรือองค์การของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ)

การพิจารณาคำขอใช้น้ำบาดาล

1) เข้าหน้าที่ตรวจสอบคำขอและเอกสารต่าง ๆ หากครบถ้วนและถูกต้องแล้ว

2) นัดสำรวจสถานที่เพื่อตรวจสอบสภาพบ่อน้ำบาดาลและสภาพการใช้น้ำ

บาดาล

3) เข้าหน้าที่สรุปผลการสำรวจเสนอบริษัทพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ เพื่อพิจารณาออกใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

4) ออกใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลฉบับละ

500 บาท

### หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

ตามเงื่อนไขในใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

- 1) ต้องใช้น้ำบาดาลในกิจการที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลเท่านั้น
- 2) ต้องไม่สูบน้ำบาดาลเกินกว่าปริมาณน้ำที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตใช้น้ำ

บาดาล

- 3) ผู้รับใบอนุญาต หรือลูกจ้าง หรือตัวแทนไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขดังกล่าว มีโทษปรับไม่เกิน 5,000 บาท

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

- 1) ต้องติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำบ่อน้ำบาดาลทุกบ่อ และส่งรายงานการใช้น้ำบาดาลให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายในวันที่ 7 ของเดือนถัดไป และต้องนำพนักงานเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบความถูกต้องของมาตรวัดน้ำและการติดตั้ง พร้อมทั้งสมัครประทับของกรมทรัพยากรธรณีติดไว้กับมาตรวัดน้ำ
- 2) เมื่อเลิกใช้น้ำบาดาลต้องอุดกบบ่อน้ำบาดาลด้วยซีเมนต์ หรือดินเหนียวบริสุทธิ์ ตั้งแต่ก้นบ่อจนถึงปากบ่อ
- 3) ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามประกาศดังกล่าวมีโทษปรับไม่เกิน 20,000 บาท

ตาม พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520

- 1) ต้องแสดงใบอนุญาตหรือใบแทนใบอนุญาตไว้ในที่เปิดเผยและเห็นได้ง่าย ณ สถานที่ระบุไว้ในใบอนุญาต
- 2) ใบอนุญาตสูญหายหรือถูกทำลายในสาระสำคัญ ต้องแจ้งพนักงานประจำท้องที่และยื่นคำขอรับใบแทนใบอนุญาตภายใน 30 วัน นับแต่วันที่ได้ทราบการสูญหายหรือถูกทำลาย
- 3) ต้องชำระค่าใช้น้ำบาดาล ตามอัตราที่กำหนดในกฎกระทรวง
- 4) เลิกใช้น้ำบาดาล ต้องแจ้งเป็นหนังสือให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่เลิกใช้น้ำบาดาล

### การต่ออายุใบอนุญาต

ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการนำบาดาลผู้ใดประสงค์จะขอต่ออายุใบอนุญาตจะต้องยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาต ตามแบบ นบ. 7 พร้อมด้วยใบอนุญาต หรือใบแทน แล้วแต่กรณี ก่อนที่ใบอนุญาตสิ้นอายุไม่น้อยกว่า 15 วัน

ชำระค่าธรรมเนียมคำขอ 10 บาท เมื่อพนักงานนำบาดาลประจำห้องที่พิจารณาเห็นสมควรก็จะต่ออายุใบอนุญาตให้ และชำระค่าธรรมเนียมต่ออายุใบอนุญาต ฉบับละ 500 บาท

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University