ด้วยอภินันทนาการ จาก
.....
วันที่ .....

รายงานการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

The Study of Drinking Water Quality form the Water Cooler at Songkhla Rajabhat University

ดุลรอเซะ เลาะโดด

อาดีเหลด หยาหลี

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2552

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

The Study of Drinking Water Quality form the Water Cooler at Songkhla Rajabhat University

ผู้วิจัย นายดุลรอเซะ เลาะโดด รหัส 494273010

นายอาดีเหลด หยาหลี รหัส 494273043

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....วันที่ 30 มิ.ย. 53

(นางสาวนัดดา โปดำ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 30 มิ.ย. 53

(นางสาวสายสิริ ไชยชนะ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 30 มิ.ย. 53

(นางสาวนัดดา โปดำ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 30 มิ.ย. 53

(นางสาวปิยวรรณ นาคินชาติ)

ประธานบริหารโปรแกรมวิชา.....วันที่ 30 มิ.ย. 53

(นางขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนด้วยดีจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณอาจารย์นัดดา โปดำ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาที่ดี และตรวจแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านของโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม อาจารย์สายสิริ ไชยชนะ อาจารย์ปิยวรรณ นาคินชาติ ที่ให้คำแนะนำต่างๆ ขอขอบพระคุณดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย คอยให้ความรู้และให้คำชี้แนะในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ผลการทดลอง พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ และหอสมุดคุณหญิงหลงอรรถกระวีสุนทร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อันเป็นแหล่งข้อมูลในการตรวจเอกสารประกอบการจัดทำวิจัย ในครั้งนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมรุ่นที่ 8 ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ด้วยดีมาตลอดและสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ และได้ให้การสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดุลรอเซะ เลาะโดด
อาดีเหลด หยาหลี

8 มี.ค. 2555
698.164

ชื่อการวิจัยสิ่งแวดล้อม การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ผู้วิจัย 1. นายดุลรอเซะ เลาะโคด
2. นายอาดีเหลด หยาหลี

วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นัดดา โปดำ

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และชีววิทยา ทำการเก็บตัวอย่าง 20 จุดบริการ ศึกษาในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 โดยทำการศึกษา 8 พารามิเตอร์ ประกอบไปด้วย สภาพนำไฟฟ้า อุณหภูมิ ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง โคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล

ผลจากการศึกษาพบว่า สภาพนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 197.4 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ความขุ่นมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 1.802 NTU pH มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 8.16 ความกระด้างมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 107 มิลลิกรัมต่อลิตร โคลิฟอร์มมีการปนเปื้อนจำนวน 10 จุดบริการ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีการปนเปื้อน 10 จุดบริการ และพบการปนเปื้อนของอีโคไลจำนวน 2 จุดบริการ

ผลการศึกษาพบว่าดัชนีคุณภาพน้ำมีสภาพเป็นไปตามธรรมชาติหรืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มของกรมอนามัยโลก ยกเว้นค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอีโคไล ดั้งนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มและเครื่องทำน้ำเย็นอย่างต่อเนื่อง

Research title The study of drinking water quality form the water cooler at Songkhla Rajabhat University.

Researcher 1.Mr.Dulroseh Lohdod

2.Mr.Adeeled Yalee

Bachelor of science Environmental Science (Environmental Technology)

Advisor Miss.Nadda Podam

Abstract.

The quality of drinking water from the water cooler has study at. Songkhla Rajabhat University in the physical chemical and biological Characteristic. The samples were collected two times between May 2552 to June 2552 of 20 service points. This study were analysis for 8 parameter included conductivity, temperature, turbidity, acidity - alkalinity, hardness, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, and *E.* coli.

The results found that the highest mean value were ; conductivity for 197.4 µs/cm, temperature for 26.6 °C, turbidity for 1.802 NTU, acidity-alkalinity for 8.16, hardness for 107 mg/L, total coliform bacteria and fecal coliform bacteria has contaminated in 10 service points, and found contamination of *E.* coli in 2 service points.

The results showed that the water quality of drinking water from study this are in standards department of the world health especially fecal coliform bacteria and *E.* coli. There for, Songkhla Rajabhat University should monitor drinking water and the water cooler continuously.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คุณสมบัติของน้ำ	4
2.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ	13
2.3 การทำน้ำให้บริสุทธิ์	15
2.4 ประเภทของน้ำที่ใช้ในการบริโภค	16
2.5 จุลินทรีย์ในน้ำ	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 พื้นที่ศึกษา	19
3.2 วัสดุและอุปกรณ์	20
3.3 การเก็บตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง	21
3.4 วิธีการวิเคราะห์	21

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 คุณลักษณะทางกายภาพ 22

4.2 คุณลักษณะทางเคมี 25

4.3 คุณลักษณะทางชีววิทยา 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 32

5.2 ข้อเสนอแนะ 33

บรรณานุกรม 34

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 35

ภาคผนวก ข 37

ภาคผนวก ค 41

ภาคผนวก ง 43

ภาคผนวก จ 48

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพราะนอกจากโลกจะประกอบด้วยน้ำ 3 ใน 4 ส่วนแล้ว น้ำยังเป็นส่วนประกอบสำคัญในร่างกาย เพราะในร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วยน้ำ 70%

น้ำดื่ม (drinking water) เป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี อาจเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำประปาซึ่งผ่านชั้นหิน (activated) เพื่อดูดกลิ่นและผ่านเรซิน (resin) เพื่อลดความกระด้างของน้ำ โดยการจับเกลือแร่ที่มีประจุ เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียม หลังจากนั้นก็ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ โดยการผ่านแสงอุลตราไวโอเลต หรือก๊าซโอโซน

น้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องสะอาดและมีคุณภาพได้มาตรฐาน ปราศจากสิ่งปนเปื้อนใดๆ อันก่อให้เกิดอันตรายและโรคภัยต่อร่างกายมนุษย์ได้ น้ำส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นน้ำดื่มได้จากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น โดยนำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์เพื่อความปลอดภัยในการดื่ม ซึ่งน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำเหล่านี้อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ของคนหรือสัตว์ที่เกิดจากการขับถ่ายของคนหรือสัตว์ลงสู่แม่น้ำ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน โดยทั่วไปอาจพบจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดปนเปื้อนอยู่และจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากแบคทีเรียต่างๆ เช่น อหิวาตกโรค (vibro chlerae) บิด (shigella dysenteriae) ไทฟอยด์ (salmonella typhi) โบทูลิซึม (clostridium botulinium) เป็นต้น

เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนอุจจาระในน้ำนั้นประกอบด้วยแบคทีเรียในจีนัส *Escherichia Enterobacter Citrobacter* และ *Klebsiella* ซึ่งเชื้อในกลุ่มนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากอุจจาระ (fecal source) และอีกส่วนหนึ่งมาจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่ใช่อุจจาระ (nonfecal source) ดังนั้นถ้าต้องการทราบถึงความปลอดภัยของน้ำจริงๆ แล้ว ควรตรวจหาเชื้อจากอุจจาระหรือจากลำไส้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โคลิฟอร์ม และอีโคไล

ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลามีเครื่องทำน้ำเย็นตั้งอยู่ในอาคารเรียนทั้งหมด 29 เครื่อง ซึ่งจะกระจายกันอยู่แต่ละอาคารเรียน เครื่องทำน้ำเย็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลานั้นในแต่ละอาคารเรียนจะมีลักษณะสภาพของเครื่องทำน้ำเย็นแตกต่างกัน คือ จะมีทั้งที่สภาพยังใหม่แต่ไม่มีการใช้งาน สภาพเก่าแต่ยังมีการใช้งานอยู่ รวมทั้งเครื่องทำน้ำเย็นที่อยู่ในสภาพกลางเก่ากลางใหม่ที่ยังใช้งานอยู่ จากสภาพเครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของน้ำดื่มที่ได้จากเครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้งอยู่ในแต่ละอาคารนั้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มและอีโคไลอยู่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มหรือไม่ และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ โดยมีการตรวจวัด pH ความขุ่น สี ความนำไฟฟ้า และความกระด้างของน้ำ นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องการเสนอแนวทางและการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และทางชีวภาพในน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น
2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่และศึกษาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากเครื่องทำน้ำเย็น

1.3 ตัวแปร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ตัวแปรต้น : น้ำดื่มของเครื่องทำความเย็น
ตัวแปรตาม : คุณภาพน้ำดื่มของเครื่องทำน้ำเย็น
ตัวแปรควบคุม : เวลาในการเก็บตัวอย่าง จุดเก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

น้ำดื่ม (drinking water) เป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี อาจเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำประปาซึ่งผ่านกระบวนการชั้นหิน (activated) เพื่อดูดกลิ่นและผ่านเรซิน (resin) เพื่อลดความกระด้างของน้ำ โดยการจับเกลือแร่ที่มีประจุ เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียม หลังจากนั้นก็ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ โดยการผ่านแสงอุลตราไวโอเลต หรือก๊าซโอโซน

1.5 สมมติฐาน

ปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพมีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องมีความแตกต่างกัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณภาพน้ำทางกายภาพ และปริมาณการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มและอีโคไลในน้ำดื่มเครื่องทำน้ำเย็น
2. คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นสามารถดื่มได้อย่างปลอดภัย
3. สามารถนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่ประชาสัมพันธ์และเป็นข้อมูลอ้างอิงให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2552

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำดื่มชุมชนอาจได้มาจากแม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ ซึ่งอาจถูกปนเปื้อนด้วยของเสียจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงทำให้ระบบทำน้ำให้บริสุทธิ์เพื่อให้ชุมชนใช้บริโภค ในขณะที่ชุมชนเติบโตขึ้นปริมานความต้องการน้ำที่ใช้ดื่มมีมากขึ้นพร้อมกับน้ำเสียมีมากขึ้นและต้องมีการกำจัดทิ้งเพราะจะมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปะปนอยู่ เช่น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไทด์ฟอยด์ พาราไทฟอยด์ บิด อหิวาตกโรค เป็นต้น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้มักจะอยู่ในปัสสาวะ อุจจาระ เมื่อปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำที่ใช้เป็นแหล่งของน้ำดื่มก็จะทำให้เกิดโรคระบาด ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้อง 1) บำบัดน้ำเสียก่อนทิ้ง และ 2) ทำให้น้ำนั้นบริสุทธิ์เพื่อให้ปลอดภัยในการดื่ม (นงลักษณ์ สุวรรณพินิช และปรีชา สุวรรณพินิช, 2544)

2.1 คุณสมบัติของน้ำ

น้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำ คุณสมบัติของน้ำมีดังนี้

2.1.1 คุณลักษณะทางด้านกายภาพ

คุณลักษณะทางด้านกายภาพของน้ำ เกิดขึ้นจากสารบางอย่าง ซึ่งทราบได้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ สารเหล่านี้สามารถกำจัดออกจากน้ำได้โดยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมีดังนี้

1) ความขุ่น (turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากมีสารแขวนลอยต่างๆ อยู่ เช่น ดิน ตะกอน สารอินทรีย์ แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กชนิดอื่นๆ ซึ่งจะทำให้แสงเกิดการหักเห และอาจดูดแสงเอาไว้มิให้ผ่านทะลุไป จึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นสามารถสังเกตได้ก่อน เพราะสะดุดตาได้ง่าย ความขุ่นจึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินว่าผู้บริโภคจะใช้น้ำได้หรือไม่ เพื่อมิให้เป็นที่รังเกียจและเพื่อความปลอดภัย น้ำประปาจึงไม่ควรมีความขุ่นเกิน 5 หน่วยความขุ่น (NTU) (วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

2) สี (color)

สีในแหล่งน้ำธรรมชาติที่เราเห็นนั้นเป็นสีที่ปรากฏ ซึ่งมาจากแสงที่ส่องลงในน้ำแล้วเกิดการกระจายของแสงโดยโมเลกุลของน้ำกลับเข้าสู่ตาของเรา การที่ปรากฏสีของแหล่งน้ำเป็นสีต่างๆ กันเพราะอนุภาคต่างๆ ที่แขวนลอยในน้ำจะสามารถดูดกลืนและกระจายแสงกลับคืนเข้าสู่ตาเราแตกต่างกัน ขึ้นกับองค์ประกอบของอนุภาคและขนาดของอนุภาคนั้น น้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ค่าที่อนุโลมสูงสุดได้ไม่เกิน 50 หน่วยสี (วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

3) กลิ่นและรส (oder and taste)

เกิดจากวัตถุแปลกปลอมที่ปนอยู่ในน้ำ เช่น ส่วนประกอบของพวกอินทรีย์สารหรือพวกก๊าซที่ละลายน้ำได้ สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้อาจมาจากบ้านพักอาศัย พื้นที่ทำการเกษตรหรือเกิดขึ้นตามธรรมชาติก็ได้ กลิ่นและรสในน้ำเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2538)

1. จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น สาหร่าย ไดอะตอม และโปรโตซัว (สาหร่ายมักเป็นสาเหตุสำคัญที่สุด)
2. ก๊าซต่างๆ ที่ละลายน้ำ เช่น ก๊าซไข่เน่า
3. การเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในน้ำซึ่งขาดออกซิเจน
4. น้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม
5. ผลจากการเติมสารเคมีบางอย่าง เช่น คลอรีน
6. สารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เช่น เหล็ก

มนุษย์รับรู้กลิ่นและรสได้ด้วยการดมและชิม ตามลำดับ แต่การบอกเป็นปริมาณตัวเลขว่ามีกลิ่นมากน้อยเพียงใดนั้น ยังไม่มีวิธีมาตรฐาน ด้วยเหตุนี้ ขีดจำกัดของกลิ่นและรสในมาตรฐานน้ำดื่มหรือน้ำประปาจึงกำหนดไว้อย่างกว้างๆ ว่าต้องไม่เป็นที่น่ารังเกียจเท่านั้น

4) อุณหภูมิ (temperrater)

น้ำในธรรมชาติมักมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงปกติ จึงไม่มีการพูดถึงขีดจำกัดของอุณหภูมิไว้ในน้ำดื่ม (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2538)

5) สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

เป็นการวัดความสามารถของน้ำในการนำไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้าจึงขึ้นกับความเข้มข้น และชนิดของไอออนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ และอุณหภูมิ

2.1.2 คุณลักษณะทางด้านเคมี

ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากมีแร่ธาตุหรือสารประกอบต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำ สารเหล่านี้มีพิษหรือไม่มีพิษก็ได้ ซึ่งลักษณะทางด้านเคมี ได้แก่

1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในน้ำ ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ น้ำบริสุทธิ์ควรมีพีเอชเท่ากับ 7 ในน้ำธรรมชาติมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4-9 น้ำบาดาลจะมีค่าพีเอชต่ำเพราะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่มากเพราะมีความสามารถในการกัดกร่อนท่อโลหะสูง ส่วนน้ำที่มีพีเอชสูงมากจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีตกตะกอน การฆ่าเชื้อ และการแก้ความกระด้างในกระบวนการทำน้ำประปา ค่าพีเอชของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อการบำบัดคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ จึงจำเป็นควบคุมค่าพีเอชของน้ำทิ้งให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ตามมาตรฐานน้ำดื่มมักกำหนดค่าพีเอชให้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

2) เหล็ก (iron)

ในน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่ โดยเฉพาะน้ำใต้ดินจะพบเหล็กอยู่เสมอ เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่เป็นสารที่ก่อปัญหากับผู้ใช้น้ำประปา เช่น ทำให้มีสีแดงและมีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับเครื่องสุขภัณฑ์ หรือทำให้ผ้าเปื้อน เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว เหล็กเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียที่เรียกว่า iron bacteria อีกด้วย แม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์เพราะช่วยทำให้เม็ดเลือดมีสีแดง น้ำดื่มไม่ควรมีเหล็กเกินกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไปและไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมด เหล็กจะถูกสะสมที่ตับและทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2551)

3) ฟลูออไรด์ (fluoride)

สารประกอบฟลูออไรด์มีอยู่บนเปลือกโลกประมาณ 0.08% เป็นผลให้ธาตุฟลูออรีนเป็นธาตุที่มีมากเป็นอันดับที่ 13 ฟลูออไรด์มีในน้ำธรรมชาติตั้งแต่จำนวนน้อยมากจนกระทั่งสูงถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟลูออไรด์ในน้ำมักมาจากแร่ธาตุ 3 ชนิด คือ ฟลูออร์สปาร์ (fluorspar) ไครโอไลท์ (cxryolite) และแอพพาไทต์ (appatite) ฟลูออไรด์เข้มข้นประมาณ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำช่วยป้องกันโรคฟันผุได้ อำนาจในการป้องกันโรคฟันผุจะลดน้อยลงไปตามส่วน แต่ถ้าน้ำมีฟลูออไรด์สูงกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเกิดโรคฟันลาย (mottled teeth) ได้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2551)

4) ไนเตรท (nitrate)

ไนเตรทเป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารไนไตร ซึ่งเกิดจากสารแอมโมเนีย ถ้าพบในน้ำแสดงว่าสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำได้ถูกย่อยสลายไปจนหมดสิ้นแล้ว โดยทั่วไปจะไม่มีอันตรายต่อสุขภาพถ้าหากพบในปริมาณน้อย แต่ถ้าพบในปริมาณสูงในน้ำบริโภคจะมีพิษต่อร่างกาย โดยเฉพาะในเด็กทารกซึ่งจะทำให้ร่างกายเกิดการขาดออกซิเจน เกิดอาการตัวเขียวและชัก อาจทำให้เด็กถึงแก่ความตายได้ ค่ามาตรฐานสำหรับไนเตรทในน้ำดื่มนั้นมีค่าไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (คณากร ศีโคตร, 2542)

5) คลอไรด์ (chloride)

คลอไรด์มักจะมีอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป โดยเฉพาะน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ลำคลอง และจะมีมากขึ้นในน้ำที่อยู่ใกล้ปากน้ำหรือผ่านน้ำกร่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลขึ้นถึง ปริมาณของคลอไรด์เพิ่มมากขึ้นเป็นสัดส่วนกับปริมาณเกลือแร่ที่เพิ่มขึ้น ตามภูเขาหรือที่สูงจะมีปริมาณคลอไรด์ต่ำ และน้ำทะเลมหาสมุทรจะมีคลอไรด์สูงมาก

สิ่งขับถ่ายของมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัสสาวะจะมีปริมาณคลอไรด์อยู่ในปริมาณที่เท่ากับคลอไรด์ที่บริโภคเข้าไปกับอาหารและน้ำดื่ม เฉลี่ย 6 กรัม ต่อคนต่อวัน และทำให้ปริมาณคลอไรด์ในน้ำเสียเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกประมาณ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งในน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองมีจำนวนคลอไรด์เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นถ้าพบคลอไรด์อาจสันนิษฐานได้ว่าน้ำนั้นสัมผัสกับแหล่งน้ำโสโครกมาก่อน คลอไรด์ในน้ำถ้ามีปริมาณที่เหมาะสมจะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ค่ามาตรฐานสำหรับคลอไรด์ในน้ำดื่มมีค่าไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

6) ความกระด้าง (hardness)

ความกระด้างของน้ำ หมายถึง ความสามารถในการจะทำให้สบู่ตกตะกอนได้ โดยอิออน Ca^{3+}และ Mg^{2+} ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะตกตะกอนโดยอิออนตัวอื่น เช่น Al^{3+},Fe^{2+} ,Mn^{2+}, Sr^{2+}, Zn^{2+} ได้ด้วย เนื่องจากอิออน 2 ตัวแรก คือ Ca^{2+}, Mg^{2+} มีมากในน้ำธรรมชาติจึงใช้ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ที่อยู่ในรูป $CaCO_3$ (มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นตัววัดความกระด้างของน้ำ ระดับความกระด้างของน้ำ แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 0-75, 75-150, 150-300 และมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต $CaCO_3$ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ, 2528) ส่วน garland ได้แบ่งความกระด้างของน้ำตามธรรมชาติ 3 ระดับ ปริมาณความกระด้างน้อย 0-60, 60-120 และมากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวร

สาเหตุของความกระด้างของน้ำเกิดจากพวกอิออนบวกของโลหะที่มีวาเลนซี 2 ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม สตรอนเซียม เหล็ก และแมงกานีส ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดเป็นตะกอนขึ้น หรือทำปฏิกิริยากับอิออนที่มีประจุลบในน้ำและเกิดเป็นตระกรันขึ้นได้เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

สมการแสดงการตกตะกอนของสบู่เนื่องจากอิออนของโลหะที่มีวาเลนซี 2 ในน้ำ

$$CaCl_2 + 2C12H35COONa \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2NaCl$$

แต่เนื่องจากในน้ำธรรมชาติมักมีแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าโลหะอื่นๆ ดังนั้นต้นเหตุที่สำคัญของความกระด้างจึงหมายถึงแคลเซียมและแมกนีเซียม และถือว่าค่าความกระด้างทั้งหมดของน้ำ อย่างไรก็ตามอิออนโลหะตัวอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากก็ต้องนำมาคิดรวมด้วย การดื่มน้ำที่มีความกระด้างสูงอาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้ ความกระด้างในน้ำส่วนใหญ่มาจากชั้นของดินและหินของน้ำที่ไหลผ่าน น้ำใต้ดินมักจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน (คณากร ศีโคตร, 2542)

7) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมด หมายถึง ปริมาณสารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยเอาไอน้ำออกและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส สิ่งที่กลายเป็นไอได้จะสูญไปเหลือเพียงตะกอนของสารที่มีในน้ำตัวอย่างเท่านั้น ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ในการวิเคราะห์หาค่าของแข็งค่าที่ได้จะบอกในรูปของค่าน้ำหนักของสารต่อปริมาณของน้ำตัวอย่าง ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด มีประโยชน์มากในการที่จะพิจารณาถึงความเหมาะสมของน้ำที่จะนำมาอุปโภคบริโภค (ปรางศรี ผิวพงศ์, 2539)

2.1.3 คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ

การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ เป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาใช้บ่งชี้คุณภาพน้ำดื่ม ที่นิยมที่สุดคือการศึกษาแบคทีเรีย ซึ่งนับว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากแบคทีเรียทำให้เกิดโรคหลายชนิดที่สามารถแพร่กระจายได้ในน้ำ เช่น อหิวาตกโรค โรคทางเดินอาหาร ไข้รากสาด โรคโปลิโอ โรคไวรัสตับอักเสบ และโรคบิด เป็นต้น กลุ่มแบคทีเรียที่นิยมศึกษา ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria) เนื่องจากเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่พบในทางเดินอาหารสัตว์เลือดอุ่น ไม่พบในน้ำสะอาด ไม่เพิ่มจำนวนในสิ่งแวดล้อม สามารถตรวจหาได้โดยวิธีที่ไม่ซับซ้อน การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียหรือเชื้อโรคในน้ำสามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังต่อไปนี้

ทางตรง เป็นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนั้นๆ โดยเฉพาะ ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานในการตรวจและวิธีการตรวจวิเคราะห์ก็ยุ่งยากซับซ้อน

ทางอ้อม เป็นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียชี้แนะ เช่น พวกโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coli form bacteria) และ E. *coli* ซึ่งถ้าตรวจพบแสดงว่าน้ำนั้นไม่ปลอดภัย วิธีนี้รวดเร็วกว่าวิธีแรก จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก คุณสมบัติของแบคทีเรียชี้แนะมีดังนี้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิ์, 2540)

1.มีอยู่ในน้ำขณะที่มีแบคทีเรียที่ก่อโรคอยู่ และเป็นเชื้ออาศัยปกติในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์

2.มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียก่อโรค

3.สามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ก่อโรค ทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้ดี

4.ไม่ควรพบในน้ำบริสุทธิ์

5.วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก และไม่สิ้นเปลือง

แบคทีเรียที่ถูกเลือกให้เป็นแบคทีเรียชี้แนะมีอยู่ด้วยกันหลายตัว เช่น *Coliform bacteria ,Streptococcus , Clostridium , Pseudomonas* และ *Escherichai coli* ซึ่งการจะเลือกใช้แบคทีเรียชนิดใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำที่จะตรวจวิเคราะห์ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่านั้น

2.1.3.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coli form bacteria)

เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่จัดอยู่ในวงศ์เอนเทอโรแบคเทอริเอซิอี (enterobacteriaceae) มีลักษณะรูปร่างเป็นท่อน ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ทั้งในที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้กรดและก๊าซภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส โคลิฟอร์มแบ่งตามที่มาได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) แบคทีเรียชี้แนะโคลิฟอร์ม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งที่มา

- fecal coliform พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ ทุกครั้งที่เกิดโรคระบาดเกี่ยวกับทางเดินอาหาร จะพบแบคทีเรียชี้แนะนี้ เช่น *E. coli*

- non-fecal coliform พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืช อันตรายน้อยกว่าพวกแรก แต่ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น *Enterobacter aerogenes*

(2) คุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีดังนี้

- รูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่มีสปอร์
- เป็นพวกแกรมลบ (gram negative)
- สามารถย่อยพวกแลคโตสให้เกิดกรดและแก๊ส เมื่อเอาไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลา 24-48 ชั่วโมง
- สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ จึงนับแบคทีเรียพวกนี้เป็น facultative anaerobes
- สามารถทำให้เกิดแก๊สจากอาหารเหลวชนิด brilliant green lactose bile broth
- สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารแข็งอีเอ็มบี (EMB)

(3) การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 วิธี

- วิธีเอ็มพีเอ็น (most probable number : MPN or multiple tube fermentation technique)
- วิธีเยื่อกรอง (membrane filter technique)
- วิธีนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (standard plate count technique)

(4) การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้สภาวะทางฟิสิกส์

การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้วิธีการทางฟิสิกส์ที่สำคัญ ได้แก่ การใช้อุณหภูมิ (สูงและต่ำ) ความแห้ง (dasiccation) ความดันออสโมซีส การใช้รังสี (radiation) และการกรอง (filtration) แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการใช้อุณหภูมิต่ำในการควบคุมจุลินทรีย์เท่านั้น

การใช้อุณหภูมิต่ำ (low temperatures)

ในการควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้อุณหภูมิต่ำ เป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากกว่าที่จะเป็นการทำลาย ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ถ้าอยู่ในที่มีอุณหภูมิต่ำจะเจริญได้ช้ามาก ความเย็นจะไปลดกิจกรรมเมตาบอลิก (metabolic activity) ของเซลล์ ลดอาหารและออกซิเจนที่ต้องการ ทำให้ไม่มีการสะสมของเสียจากผลิตภัณฑ์ (waste product) agar slant culture ของแบคทีเรียเก็บไว้ได้นานเป็นเดือนๆ ในตู้เย็นเวลาแช่แข็ง (freezing) เซลล์ของแบคทีเรียอาจจะ

ถูกบดกับผลึกน้ำแข็ง ถ้าทำซ้ำๆ ระหว่างที่แช่เย็นและละลาย (thawing) ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ตายได้ (วิยะดา อุมารินทร์, 2522) ดังนั้นวิธีนี้จึงนิยมใช้ในการเก็บรักษาเชื้อและใช้ในการถนอมอาหาร (ภาควิชาจุลชีววิทยา, 2539)

ถ้าต้องการเก็บวัสดุไม่ให้เน่าเสียเป็นเวลานาน ต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง แต่ต้องคำนึงด้วยว่าการแช่แข็งจะไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป เรานิยมใช้ในการเก็บถนอมอาหารพวกเนื้อสัตว์และผักผลไม้บางชนิด อุณหภูมิที่นิยมใช้ประมาณ -20 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้สามารถเก็บวัสดุนั้นได้นานเป็นสัปดาห์หรือเดือน แต่อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิระดับนี้จุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถเจริญได้ ถ้าต้องการเก็บเป็นเวลานานควรใช้อุณหภูมิต่ำกว่านี้ เช่น -70 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็งแห้งหรือไนโตรเจนเหลวซึ่งจะให้ระดับอุณหภูมิประมาณ -195 องศาเซลเซียส แต่จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก (เสาวนิต ทองพิมพ์, 2527)

2.1.3.2 ฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform)

เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้กรดและก๊าซที่อุณหภูมิประมาณ 44.5-45.5 องศาเซลเซียส พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระเมื่อเกิดการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหาร ตัวอย่างของฟีคัลโคลิฟอร์มได้แก่ *E.coli* นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม (non-fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้บ่งบอกถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ ตัวอย่างของ นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม เช่น *Enterobacter aerogenes*

2.1.3.3 อีโคไล (escherichia coli)

E. coli มีลักษณะเป็นรูปท่อน แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ อาจเคลื่อนที่ได้หรือไม่เคลื่อนที่ บางสายพันธุ์ที่แยกได้จากนอกลำไส้สร้างแคปซูลได้ ให้โคโลนีเรียบ ไม่มีสี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ในเวลา 18 ชั่วโมง แต่ถ้าเลี้ยงในอาหารที่แสดงความแตกต่าง (differential media) เช่น mac donkey agar โคโลนีมีสีแดงชมพู ขนาดใหญ่ เนื่องจาก ferment แล็คโตส หรือเลี้ยงในอาหาร eosine methylene blue agar (EMB) และ endo agar โคโลนีมีสีมันวาวคล้ายโลหะ ถ้าเลี้ยงบนอาหารผสมเลือดบางสายพันธุ์เกิดการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงแบบเบตาฮี

โมไลซิส เชื้อนี้เจริญได้ในอุณหภูมิช่วงกว้าง ประมาณ 15-45 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์ ทนความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หรือ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

สมบัติทางชีวเคมีที่สำคัญคือ สามารถใช้ริปโตเฟน ให้อินโดลและให้ผลบวกกับเมททิลเรด แต่ไม่สร้างอะซิติลเมททิลคาร์บินัล (acetyl methyl carbinol) และไม่ใช้ซิเตรตเป็นแหล่งคาร์บอน นอกจากนี้ยังมี lysine decarboxylase และสามารถให้ acetate เป็นแหล่งคาร์บอนได้

(1) ปัจจัยในการทำให้เกิดโรค

การที่ *E. coli* ทำให้เกิดโรคได้เนื่องจากมี virulence factors หลายชนิด ที่ไม่พบใน *E. coli* ที่เป็นเชื้อประจำถิ่น อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

- มีความสามารถที่จะเกาะติดกับเซลล์บางชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- มีความสามารถที่จะบุกรุกและเข้าไปเจริญในเซลล์ของเยื่อบุผิวลำไส้
- มีความสามารถในการสร้าง enterotoxin ที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและของเหลว จึงเกิดอาการท้องร่วง การสร้าง cytotoxin ที่ไปขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน จึงทำให้เกิดการตกเลือดที่ลำไส้ (hemorrhagic colitis)
- การมีแคปซูลที่ป้องกันไม่ให้ถูกเม็ดเลือดขาวจับกิน

virulence factors ที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงนี้ เกิดจากยีนในพลาสมิด จึงสามารถถ่ายทอดยีนนี้ไปยัง *E.coli* สายพันธุ์อื่นโดยวิธี transduction หรือวิธี recombination *E. coli* สายพันธุ์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรค แบ่งออกได้ดังนี้

1. ***Enterotoxigenic E. coli*** เป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงอย่างรุนแรง สารพิษที่ทำให้เกิดโรคเป็นพวก exotoxin แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ สารพิษที่ไม่ทนความร้อน และสารพิษที่ทนความร้อนได้
2. ***Enteroinvasive E. coli*** ทำให้เกิดโรคแผลในลำไส้ เพราะเชื้อบุกรุกเข้าไปในผนังลำไส้แล้วทำให้เกิดแผล อาการคล้ายโรคบิดไม่มีตัว ที่เกิดจาก *Shigella*
3. ***Enteropathogenic E. coli*** กลไกในการทำให้เกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัด เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในเด็กเล็ก

(2) โรคที่เกิดจาก *E. coli* มีหลายโรค ได้แก่

1) โรคอุจจาระร่วง

จะพบในกลุ่มคน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเด็กเล็ก เรียกโรคที่เกิดขึ้นว่า infantile diarrhea ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อ *Enteropathogenic* เด็กได้รับเชื้อปนมากับน้ำนมและอาหาร อีกกลุ่ม

หนึ่งเป็นโรคอุจจาระร่วงจาก *E. coli* คือ ผู้ใหญ่ที่เดินทางไปต่างถิ่น เรียกโรคนี้ว่า travelers diarrhea เกิดจากเชื้อ *Enteropathogenic E. coli* ระยะฟักตัว 5-15 วัน อาการถ่ายอุจจาระเป็นน้ำ มีไข้ต่ำๆ คลื่นไส้อาเจียน

2) โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ

มักมีสาเหตุมาจากเชื้อที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของผู้ป่วยเอง การติดเชื้อพบบ่อยในผู้หญิง เนื่องจากท่อปัสสาวะค่อนข้างจะสั้นและตรงเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ จึงทำให้เกิดโรคการติดเชื้อที่กระเพาะปัสสาวะ เกิดกระเพาะปัสสาวะอักเสบ ซึ่งอาจจะลุกลามไปยังไตได้ด้วย

3) โรคติดเชื้ออื่นๆ

ที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบในเด็กเกิดใหม่ ปอดบวม แผลติดเชื้อ และโลหิตเป็นพิษ มักเกิดเนื่องจากการผ่าตัด การใช้เครื่องช่วยหายใจ การใช้สายสวนท่อปัสสาวะ (http://www.moomsci.com/mscib/viewtopic.php)

2.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

น้ำที่ใช้เพื่อการบริโภค อุปโภคของคนเรานั้นต้องเป็นน้ำสะอาด ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี

2.2.1 การต้ม เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ง่ายที่สุด รู้จักกันแพร่หลายตั้งแต่โบราณกาล กรรมวิธีคือ ต้มน้ำให้เดือดนานประมาณ 15-30 นาที ความร้อนของน้ำขณะที่เดือดจะมีอุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นความร้อนที่พอจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ แต่คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีอาจเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย เช่น อาจลดปริมาณความขุ่น กลิ่น และสามารถลดความกระด้างของน้ำได้ด้วย ซึ่งวิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อยเหมาะที่จะใช้ภายในครัวเรือน

2.2.2 การกลั่น เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ทำให้คุณภาพน้ำดีที่สุด คือ สามารถทำให้น้ำปราศจากทั้งคุณสมบัติทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และจุลินทรีย์ แต่กรรมวิธีค่อนข้างทำได้ยากและเสียค่าใช้จ่ายมาก ส่วนใหญ่วิธีนี้จะทำในวงจำกัด เช่น ในวงการวิทยาศาสตร์และวงการแพทย์ เป็นต้น เพราะในสองวงการดังกล่าวต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพดีที่สุด อาทิ การนำน้ำกลั่นเพื่อผสมยารักษาโรค

2.2.3 การกรอง เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สะอาด ที่สามารถลดจำนวนเชื้อโรคลงได้ 95-99% นิยมใช้กันทั่วไปในกิจการประปา การกรองสามารถทำได้โดยผ่านเครื่องกรองสองแบบซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งหรือทั้งสองแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการและคุณภาพของน้ำที่นำมากรองคือ

1) เครื่องกรองช้า เครื่องกรองแบบนี้สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำดิบได้ถึง 98-99% เป็นการกรองโดยให้น้ำไหลผ่านทรายอย่างช้าๆ ในอัตราไม่เกิน 50 แกลลอน ต่อเนื้อที่ผิวทราย 1 ตารางฟุต ในเวลา 1 วัน การกรองวิธีนี้ ต้องบรรจุทราย กรวด และหิน ลงในถังกรองตามลำดับ ทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายละเอียด ชั้นทรายมีความหนาประมาณ 2-5 ฟุต แต่จะต้องไม่ต่ำกว่า 20 นิ้ว เม็ดทรายควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.25-0.35 มิลลิเมตร ชั้นกรวดและชั้นหินหนาประมาณ 18 นิ้ว น้ำที่กรองมีความขุ่นไม่เกิน 50 ส่วนในน้ำล้านส่วน ถ้าความขุ่นเกินกว่านี้ควรใช้สารเคมีทำให้ความขุ่นลดลงเสียก่อน มิฉะนั้นถังกรองจะอุดแน่นเร็วกว่าปกติ การทำความสะอาดถังกรอง ทำได้โดยตักเอาทรายที่อยู่ผิวหน้าของถังกรองออกไปล้างเสียก่อน แล้วจึงนำกลับมาใส่ที่เดิม หรือจะใช้วิธีตักเอาทรายผิวหน้าออกทิ้งแล้วเอาทรายใหม่มาใส่แทนก็ได้ การทำความสะอาดถังกรองควรทำประมาณ 7 วันต่อครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำที่นำมากรอง

2) เครื่องกรองเร็ว สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำดิบได้ 80-90% เครื่องกรองน้ำแบบนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องกรองช้าแต่มีอัตราการกรองสูงกว่า คือ กรองได้ในอัตรา 3 แกลลอนต่อพื้นที่ผิวทราย 1 ตารางฟุต ในเวลา 1 นาที เครื่องกรองเร็วมีวิธีการที่ยุ่งยากกว่าเครื่องกรองช้า การทำความสะอาดถังกรองทำได้โดยใช้น้ำที่สะอาดปล่อยเข้าก้นถังกรอง โดยอาศัยความดันอากาศเข้าช่วยเพื่อขจัดตะกอนออกให้หมด ซึ่งวิธีนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว

2.2.4 สารเคมี สารเคมีหลายชนิดสามารถทำลายเชื้อโรคหรือเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำได้ เช่น

1) การใช้ด่างทับทิม เมื่อละลายน้ำจะเป็นสีชมพูหรือชมพูอมม่วง ด่างทับทิมสามารถทำลายเชื้อโรคได้เพียงบางชนิดเท่านั้นและต้องใช้เวลานาน เช่น ด่างทับทิมที่นำมาละลายน้ำในอัตรา 1:100 ถึง 1:5000 จะสามารถทำลายเชื้อโรคได้ต้องใช้เวลานานเป็นชั่วโมง ส่วนเชื้อโรคจำพวกบัคเตรีที่มีสปอร์ ด่างทับทิมไม่สามารถทำลายได้ (1 : 5000 คือ ใช้ด่างทับทิม 1 กรัม ละลายน้ำ 5000 กรัม หรือ 5000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ใช้ทิงเจอร์ไอโอดีน ในกรณีฉุกเฉินหรือจำเป็นต้องทำความสะอาดน้ำเพียงเล็กน้อย เราสามารถใช้ทิงเจอร์ไอโอดีนสำหรับใส่แผลที่มีความแรงขนาด 1.5 - 2 % 2 หยดในน้ำ 1 ลิตร น้ำที่ใส่ทิงเจอร์ไอโอดีนแล้วจะมีรสเฝื่อนได้โดยเติม 7% โซเดียมไทโอซัลเฟตลงไป 2 หยด

2) การใช้คลอรีน คลอรีนที่นิยมใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำมี 2 ชนิด คือ ชนิดผงและชนิดก๊าซ การใช้คลอรีนจะต้องผ่านกรรมวิธีดังนี้ นำน้ำที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพมาแกว่งด้วยสารส้ม ขนาดของสารส้มที่ใช้ให้สังเกตดูว่า เมื่อตะกอนเริ่มจับตัวกันให้หยุดแกว่งสารส้ม แล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำที่ใสส่วนบนมาทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยผงคลอรีนขนาด 60% ซึ่งผลิตขายโดยองค์การเภสัชกรรม ขนาดที่ใช้ ดังนี้

1. ใช้คลอรีน 0.5 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 ปีป สำหรับทำน้ำดื่ม

2. ใช้คลอรีน 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 ปีป สำหรับนำไปใช้ล้างภาชนะ

3. ใช้คลอรีน 0.5 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 ปีป สำหรับล้างผักผลไม้

การเติมคลอรีนลงไปในน้ำก็เพื่อต้องการฆ่าเชื้อโรค แต่อย่างไรก็ตามคลอรีนจะทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ด้วย จึงจำเป็นต้องเติมคลอรีนให้มีปริมาณพอเพียงที่จะต้องใช้คลอรีนตกค้างอยู่ด้วย คลอรีนตกค้างอาจจะอยู่ในรูปของคลอรีนอิสระ ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี หรืออยู่ในรูปของคลอรีนรวมตัว ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้น้อย

พวกตะกอนจะค่อยๆ จมลงสู่ก้นของแหล่งเก็บกักน้ำ จะช่วยให้ความขุ่นลดลง แล้วจุลินทรีย์ที่มีเหลืออยู่ในน้ำก็จะค่อยๆ ลดปริมาณลงด้วย ทำให้ตะกอนรวมตัวกันตกตะกอน เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยอาศัยเครื่องมือและสารเคมี แล้วจุลินทรีย์ที่มีเหลืออยู่ในน้ำก็จะค่อยๆ ลดปริมาณลงด้วย เช่น ให้ความร้อนแก่น้ำ การปรับความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำ การเติมสารเคมีแล้วจึงทำให้เกิดการตกตะกอน โดยบังคับตะกอนให้จับตัวรวมกันเป็นกลุ่มก้อนมีขนาดโตๆ ด้วยเครื่องมือกล วิธีการนี้นิยมใช้กับกิจการประปาขนาดใหญ่ๆ ทั่วไป เพราะมีประสิทธิภาพดี แต่ใช้ทุนสูง ใช้ปูนขาว เป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ไม่ยุ่งยากและใช้ทุนต่ำ โดยมุ่งขจัดความกระด้างของน้ำกล่าวคือ ปูนขาวจะทำให้น้ำที่ขุ่นตกตะกอน น้ำใสที่อยู่ส่วนบนสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคได้

น้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่ามีความสะอาดแตกต่างกัน น้ำที่สามารถนำไปใช้เพื่อการบริโภคได้นั้นเป็นน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต้ม กลั่น กรอง และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้คลอรีน (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำประปา ส่วนน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคนั้น คือน้ำที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีการอื่นๆ นอกเหนือจากวิธีที่กล่าวมาแล้ว)

2.3 การทำน้ำให้บริสุทธิ์

แหล่งน้ำเล็กๆ ตามบ้านหรือชนบทอาจเป็นบ่อน้ำหรือน้ำพุซึ่งน้ำได้ถูกเก็บกักไว้ยังใช้ดื่มไม่ได้จนกว่าจะได้บำบัดเสียก่อน เช่น โดยการกรองหรือการต้ม ถ้าเป็นน้ำบ่อหรือน้ำพุอยู่ใต้ดิน น้ำนั้นจะซึมผ่านตามชั้นหินและดินขึ้นมาซึ่งพวกอนุภาคต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์จะถูกกรองออก แต่ทำเลที่ตั้งของบ่อน้ำนั้นจะต้องอยู่ห่างจากชุมชนหรือแหล่งที่มีโสโครกๆ เช่น ส้วม

สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้กับชุมชนใหญ่ๆ ในเมืองจะต้องมีการรักษาให้น้ำมีคุณภาพสำหรับดื่ม โดยจะต้องทำให้น้ำตกตะกอน กรอง และฆ่าเชื้อโรค

การตกตะกอน (sedimantation) ทำได้โดยใช้พื้นที่กว้างๆ ขังน้ำไว้ทำให้อนุภาคขนาดใหญ่ตกตะกอนได้ อาจช่วยให้ตกตะกอนเร็วขึ้น โดยใส่สารส้มช่วยจับกับอนุภาคต่างๆ จุลินทรีย์จำนวนมากและสารแขวนลอยจะถูกกำจัดทิ้งในถังตกตะกอน ต่อไปกรองผ่านทรายทำให้กำจัดแบคทีเรียได้ 90 % และต่อไปเป็นการทำลายเชื้อโรคโดยเติมคลอรีน ปริมาณที่ใส่ต้องให้มากพอที่จะเหลือเศษของคลอรีนอยู่ 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้อาจทำลายเชื้อโรคโดยวิธีอื่น เช่น ผ่านโอโซนหรือผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต

การทำน้ำให้บริสุทธิ์นี้จะต้องกำจัดแร่ธาตุบางอย่างที่ทำให้น้ำกระด้างออกไปและปรับ pH ให้เหมาะสม กำจัดสี กลิ่น รสที่ไม่ต้องการและเติมฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิชและปรีชา สุวรรณพินิช, 2544)

2.4 ประเภทของน้ำที่ใช้ในการบริโภค

1.น้ำดื่ม (drinking water) เป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี โดยอาจเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำประปาซึ่งผ่านกระบวนการชั้นหิน (activated) เพื่อดูดกลิ่นและผ่านเรซิน (resin) เพื่อลดความกระด้างของน้ำ โดยการจับเกลือแร่ที่มีประจุ เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียม หลังจากนั้นก็ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ โดยการผ่านแสงอุลตราไวโอเลตหรือก๊าซโอโซน

2.น้ำธรรมชาติ (natural water) หรือน้ำแร่ (mineral water) หมายถึงน้ำธรรมชาติที่มาจากแหล่งกำเนิดที่ต่างกัน เช่น น้ำใต้ดิน ซึ่งรวมถึงน้ำพุ น้ำแร่ บ่อน้ำ และน้ำพุที่เจาะขึ้นมาจากแหล่งน้ำใต้ดินโดยทั่วไปการผลิตน้ำแร่ไม่มีกระบวนการอื่นใด นอกจากการฆ่าเชื้อโรคตามวิธีเดียวกับน้ำดื่ม น้ำแร่จึงมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดมาก

3.น้ำกลั่น (purified water) ที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีหลายวิธีโดยการกลั่น (distillation) โดยเป็นการต้มน้ำให้เดือดเป็นไอ เมื่อไอกระทบกับพื้นผิวที่เย็นก็กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ หรือผลิตโดยการแยกเกลือแร่ออกโดยกระแสไฟฟ้า (deionization) หรือไฮเปอร์ฟิลเตอร์ (hyperfiltre) ซึ่งหลังจากการกรองเพื่อดูดกลิ่นด้วยถ่านแล้วค่อยกรองด้วยวัสดุที่รูปขนาดเล็กกว่าอะตอมของแร่หลายชนิดทำให้แร่เหล่านั้นถูกกรองออกจากน้ำกลั่นไม่ว่าจะได้มาจากวิธีการใดก็มีความบริสุทธิ์อย่างมาก (อารี อ๋องสมหวัง, 2541)

2.5 จุลินทรีย์ในน้ำ

น้ำดื่มน้ำบริโภคส่วนใหญ่เป็นน้ำจากผิวดินตามแม่น้ำลำคลองหรือทะเลสาบ จุลินทรีย์มีโอกาสที่จะปะปนลงในน้ำเหล่านี้ง่ายมาก การตั้งบ้านเรือนอยู่ริมแหล่งน้ำแล้วปล่อยน้ำ

โสโครกลงไปหรือปล่อยน้ำเสียจากโรงงานต่างๆ ลงไปอาจทำให้น้ำนั้นเน่าเสียได้เร็วขึ้น จึงควรมีการควบคุมการตั้งบ้านเรือนหรือโรงงานใกล้แหล่งน้ำ โดยเฉพาะในอนาคตเมื่อชุมชนขยายตัวใหญ่ขึ้นปัญหา แหล่งน้ำเสีย ทำให้น้ำดื่มน้ำบริโภคไม่เพียงพอจะเป็นปัญหาใหญ่เพราะชุมชนหนาแน่นย่อมมีการใช้น้ำมากขึ้น และมีน้ำทิ้งมากขึ้นน้ำทิ้งหากจัดการไม่ถูกวิธีก็จะไหลกลับไปยังแหล่งน้ำที่ใช้ทำเป็นน้ำดื่มและน้ำบริโภคได้ หากมีจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคหลายชนิดสามารถแพร่กระจายผ่านน้ำได้ โรคที่ถ่ายทอดผ่านน้ำมักเป็นโรคทีเกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร เช่น อหิวาตกโรค (vibro chlerae) บิด (shigella dysenteriae) ไทฟอยด์ (salmonella typhi) โบทูลิซึม (clostridium botulinium) ซึ่งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคจะอยู่ในอุจจาระหรือปัสสาวะของคนป่วย เมื่อมีการกำจัดของเสียเหล่านี้ไม่ถูกต้องก็จะปะปนเข้าไปในแหล่งน้ำบริโภคได้ ดั้งนั้นน้ำที่ใช้ดื่มหรือบริโภคควรจะมีการทำให้น้ำสะอาดปราศจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคโดยทำ water purification และน้ำโสโครกก็ควรมีการทำลายจุลินทรีย์ก่อน (sewage treatment) จึงจะปล่อยน้ำลงสูแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

น้ำดื่ม (drinking water) หมายถึง น้ำสะอาด ปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคและปราศจากสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนน้ำเสีย (non potable water or polluted water) เป็นน้ำทิ้งจากบ้านเรือนหรือโรงงาน ในการทำน้ำให้สะอาดเหมาะสำหรับดื่มจะต้องคำนึงถึงเชื้อโรคและสารเคมีที่เป็นพิษ ถ้าเป็นน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบ่อ น้ำบาดาลที่ใช้ตามหมู่บ้านมักจะปราศจากจุลินทรีย์ เราะมีการกรองโดยชั้นดินและหินแล้ว แต่ต้องเลือกแหล่งน้ำที่หางไกลจากที่ทิ้งน้ำเสียของหมู่บ้านและคอกสัตว์

ถ้าเป็นน้ำผิวดินตามหมู่บ้านควรมีการกรองหรือต้มก่อน สำหรับน้ำที่ใช้ตามชุมชนใหญ่ๆ วิธีการทำให้สะอาดปราศจากจุลินทีย์นั้นต้องมีกระบวนการทำเป็นพิเศษ (สมศรี ศิริพิทยางกูร, ม.ป.ป)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จำเนียร จิรพิทักษ์กุล (2529) สฤษดิ์ โรจน์สกุลพานิช (2527) และอานัส มะแอเดียน (2541) รายงานว่าน้ำดื่มจากร้านค้าและจุดบริการต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำดื่มส่วนใหญ่ไม่ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 36 ปี พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดน้ำบริโภค และเครื่องดื่มที่เป็นอาหารควบคุม

แฉล้ม จันทร์ศรี และคณะ (2533) ศึกษาคุณภาพอาหารทางด้านจุลชีววิทยาโดยตรวจอาหารสำเร็จรูป น้ำดื่มและภาชนะจากร้านอาหารในเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 ตัวอย่าง จากร้านอาหาร 109 ร้าน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม

และเชื้อก่อโรคทางเดินอาหารบางตัว ผลการทดลองพบว่า อาหาร น้ำดื่ม และภาชนะมีเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด และแบคทีเรีย โคลิฟอร์มเกินมาตรฐาน โดยภาชนะมีการปนเปื้อนมากที่สุด

ณรงค์ ณ.เชียงใหม่ (2520) ซึ่งได้ตรวจตัวอย่างน้ำดื่มทั้งหมด 100 ตัวอย่าง พบว่ามี 16 ตัวอย่างเท่านั้นที่ได้มาตรฐาน standard plate count คิดร้อยละ 16 นอกนั้นร้อยละ 84 ต่ำกว่ามาตรฐาน พบ *E. coli* 39 ร้าน คิดเป็นร้อยละ 39 ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ร้านจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มภายในเขตเทศบาลหาดใหญ่ทั้งร้านที่ได้รับการอบรมกับร้านที่ยังไม่เคยรับการอบรมให้ความรู้เรื่องการสุขาภิบาลอาหารด้านโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไม่แตกต่างกันเลย

ทิวทัศน์ จันตะมงคล (2541) ตรวจหาแบคทีเรียบางชนิดในอาหาร น้ำดื่ม และร้านอาหารภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างอาหารปรุงสำเร็จรูป 1 ชนิด จำยวน 10 ตัวอย่าง เครื่องดื่มบรรจุถุงพลาสติก 14 ชนิด จำนวน 30 ตัวอย่าง และภาชนะต่างๆ รวม 40 ตัวอย่างจากร้านอาหาร 9 ร้าน พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของอาหารและเครื่องดื่มอยู่ในช่วง 3.10 -1.65 x 106 เซลล์/กรัมอาหาร และพบ 0-4900 เซลล์/ภาชนะ 1 ชิ้น จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในอาหารและเครื่องดื่มอยู่ในช่วง 0-มากกว่า 240เซลล์/กรัมอาหาร และต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนภาชนะพบว่า จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ร้อยละ 50 และพบ vibrio cholerae และV.parahaemolyticus จำนวน ร้อยละ 40 และ 20 ตามลำดับ

ปิยารัตน์ อภิวัฒนากุล (2547) รายงานว่าจากการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจำนวน 24 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2548 มาตรวจแบคทีเรียตัวชี้วัด เพื่อประเมินคุณภาของตัวอย่างที่นำมาตรวจพบว่าตัวอย่างน้ำมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่เกินมาตรฐาน ร้อยละ 48.8 โดยตัวอย่างน้ำมีการปนเปื้อนแบคทีเรียในปริมาณที่เกินมาตรฐาน คือ total bacterial count (TBC) ร้อยละ 90.9 และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ร้อยละ 27.3 ตามลำดับ

วัลลีย์ ปรีชาวทยากุล (2526) รายงายว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ตรวจพบในน้ำแข็งที่สุ่มตัวอย่างจากร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีค่าเท่ากับ 6.65 x 10^3 CFU/ml ค่า MPN เฉลี่ยของ โคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับ 39.58 และค่า MPN เฉลี่ย ของฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับ 1.56

ใหม่ ตัน และสิรินทร์ เวศกิจกุล (2525) รายงานว่าคุณภาพน้ำและสมรรถนะและระบบประปาด้านแบคทีเรีย ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ คุณภาพของน้ำดิบมีปริมาณแบคทีเรียและโคลิฟอร์มจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีฝนตกในช่วงเวลานั้น แต่เมื่อผ่านระบบการประปาระดับของแบคทีเรียและโคลิฟอร์มลดลงมาอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งอยู่ในมาตรฐานน้ำดื่มของกรมวิทยาศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ เครื่องทำน้ำเย็นที่อยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น 20 จุดบริการ โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 เดือน คือ พฤษภาคม และมิถุนายน ดังต่อไปนี้ (ดังตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

จุดเก็บตัวอย่าง	อาคาร
จุดบริการที่ 1	อาคาร 4 ชั้น 2
จุดบริการที่ 2	อาคาร 4 ชั้น 3
จุดบริการที่ 3	อาคาร 8 ชั้น2
จุดบริการที่ 4	อาคาร 9 ชั้น 2
จุดบริการที่ 5	อาคาร 10 ชั้น 2
จุดบริการที่ 6	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 1
จุดบริการที่ 7	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 2
จุดบริการที่ 8	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 3
จุดบริการที่ 9	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 4
จุดบริการที่ 10	อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์
จุดบริการที่ 11	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศชั้น 4
จุดบริการที่ 12	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศชั้น 5
จุดบริการที่ 13	อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1
จุดบริการที่ 14	อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2
จุดบริการที่ 15	อาคาร 48 ชั้น 2
จุดบริการที่ 16	อาคาร 48 ชั้น 4
จุดบริการที่ 17	อาคาร 48 ชั้น 6
จุดบริการที่ 18	อาคาร 3 ชั้น 2
จุดบริการที่ 19	อาคาร 3 ชั้น 2
จุดบริการที่ 20	อาคาร 2 ชั้น 2

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 สารเคมี

1. Lactose Broth
2. EC medium
3. BGLB
4. EMB Agar
5. กรด เอธีลีน ไดอามีน เตตระซิติก (EDTA di–Sodium Salt: $C_{10}H_{16}N_2O_8$)
6. แมกนีเซียมซัลเฟต (magnesium sufate: $MgSO_4$ $7H_2O$) หรือแมกนีเซียมคลอไรด์ magnesium chloride: $MgCI_2$ $6H_2O$)
7. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide: NH_4OH)
8. ยิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ (Eriochrome Black T Indicator)
9. แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate: $CaCO_3$)
10. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid: HCI)
11. เมทธิลเรด Methyl red Indicator

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. หลอดทดลองขนาด 20 150 มิลลิเมตร
2. หลอดดักก๊าซ (durhams's tuble)
3. ปิเปตขนาด 10 และ 1 มิลลิลิตร
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์
5. ห่วงเขี่ยเชื้อ (wire loop)
6. ตะแกรงวางหลอดทดลอง
7. ไม้ขีดไฟ
8. ถุงพลาสติกพร้อมยางรัด
9. สำลี
10. น้ำกลั่น
11. ขวดสีชาขวดโพลีเอทธีลีน (polyethylene)

3.3 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำดื่ม โดยใช้ขวดโพลีเอทธีลีน (polyethylene) ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่ล้างสะอาด ปิดฝาให้สนิท และขวดสีชาที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการอบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หรือล้างด้วยแอลกอฮอร์ปิดฝาสนิท สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการวัด ณ จุดเก็บตัวอย่าง คือ pH และอุณหภูมิ ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ นำมาวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ แต่พารามิเตอร์ทางด้านชีววิทยาแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวิเคราะห์ในวันต่อไป

3.4.วิธีการวิเคราะห์

1. ความขุ่น ตรวจวัดโดยเครื่อง Turbidity meter
2. อุณหภูมิ ตรวจวัดโดยใช้ Thermometer
3. ความนำไฟฟ้า ตรวจวัดโดยเครื่อง Conductivity meter
4. ค่าความเป็นกรด–ด่าง ตรวจวัดโดยเครื่อง pH meter
5. ความกระด้างทั้งหมด วิเคราะห์วิธีไตรเตรตชัน
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด วิเคราะห์วิธีเอ็มพีเอ็น
7. แบคทีเรียกลุ่มอีโคไล วิเคราะห์วิธีเอ็มพีเอ็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 20 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ คือ คุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะทางชีววิทยา รายละเอียดดังนี้

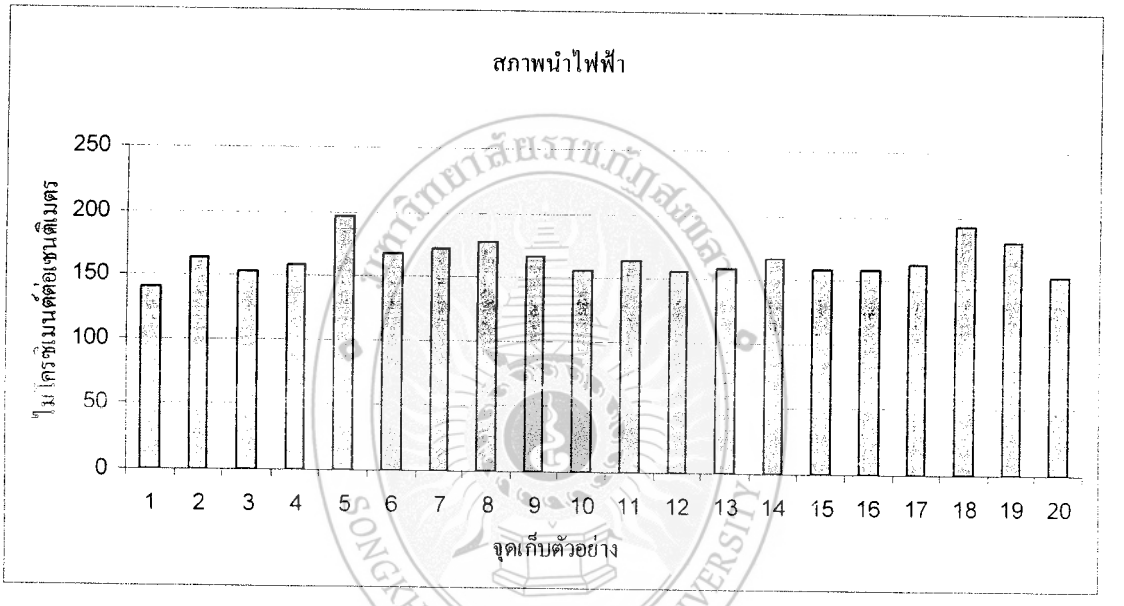
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของ สภาพกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ สภาพนำไฟฟ้า ความขุ่น และความกระด้าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย				
	pH	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สภาพนำไฟฟ้า (ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร)	ความขุ่น (NTU)	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	7.28	22.60	141.10	0.391	27
2. อาคาร 4 ชั้น 3	7.36	22.30	163.25	0.687	59
3. อาคาร 8 ชั้น 2	7.16	20.95	153.05	0.575	15
4. อาคาร 9 ชั้น 2	7.17	20.80	158.45	0.739	43
5. อาคาร10 ชั้น 2	7.27	22.60	197.40	0.721	26
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	7.15	19.90	167.45	1.476	39
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	6.54	22.70	171.45	1.201	107
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	7.40	20.25	177.70	0.754	24
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	7.37	23.95	167.30	0.540	34
10. อาคารเทคโนการยางและพอลิเมอร์	7.20	20.00	155.40	0.759	77
11. หอสมุด ชั้น 4	7.46	19.60	164.05	0.796	25
12. หอสมุด ชั้น 5	7.49	19.95	156.35	0.577	24
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	7.43	23.95	159.90	0.456	42
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	7.48	23.30	166.10	0.626	24
15. อาคาร 48 ชั้น 2	7.13	22.25	159.10	1.760	21
16. อาคาร 48 ชั้น 4	6.61	21.70	158.55	1.802	21
17. อาคาร 48 ชั้น 6	6.81	22.80	162.55	1.226	10
18. อาคาร 3 ชั้น 2	8.16	21.45	192.30	0.893	18
19. อาคาร 3 ชั้น 3	7.40	23.10	179.80	0.828	15
20. อาคาร2 ชั้น 2	7.49	22.20	152.50	0.536	19
ค่าเฉลี่ย	7.27	21.99	165.19	0.87	55.7

4.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

4.1.1 สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

สภาพนำไฟฟ้าของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 197.4 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 141.1 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ดังภาพที่ 4.1

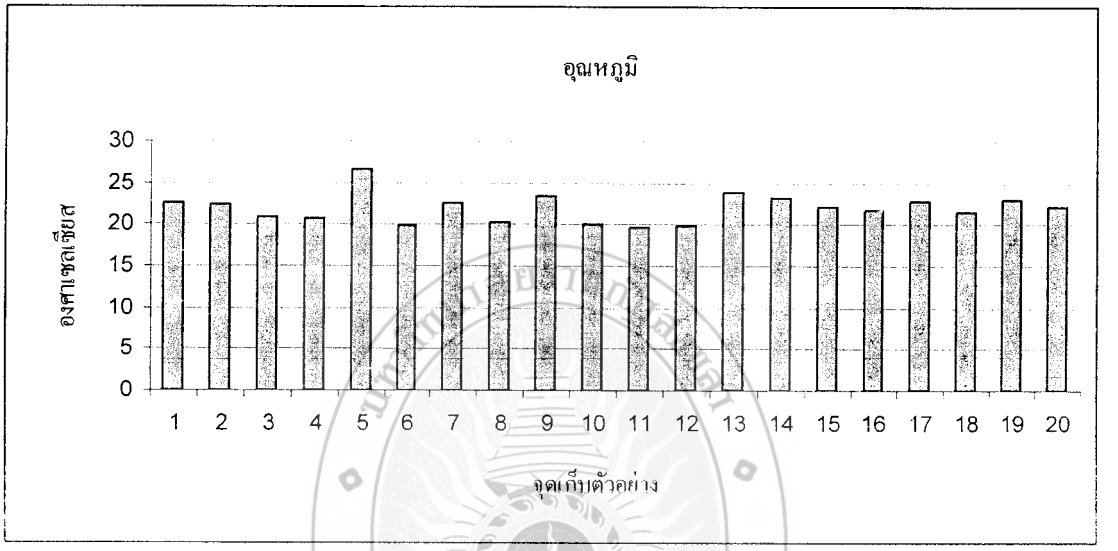


ภาพที่ 4.1 ค่าสภาพนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงหรือต่ำไม่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำโดยตรง ถ้าค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงทำให้ไอออนในน้ำสูง ส่งผลต่อการกัดกร่อน เมื่อค่าสภาพนำไฟฟ้ายิ่งสูงทำให้ความรุนแรงของการกัดกร่อนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เครื่องทำน้ำเย็นเสื่อมสภาพเร็ว และทำให้เครื่องทำน้ำเย็นสูญเสียความสามารถในการทำงาน แล้วยังทำให้เกิดสนิม เมื่อดื่มน้ำเข้าไปสนิมจะสะสมในร่างกายทำให้เกิดโรคต่างๆ ตามมา (กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2539)

4.1.2 อุณหภูมิ (temperrater)

อุณหภูมิของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 หอสมุด ชั้น 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.6 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4.2



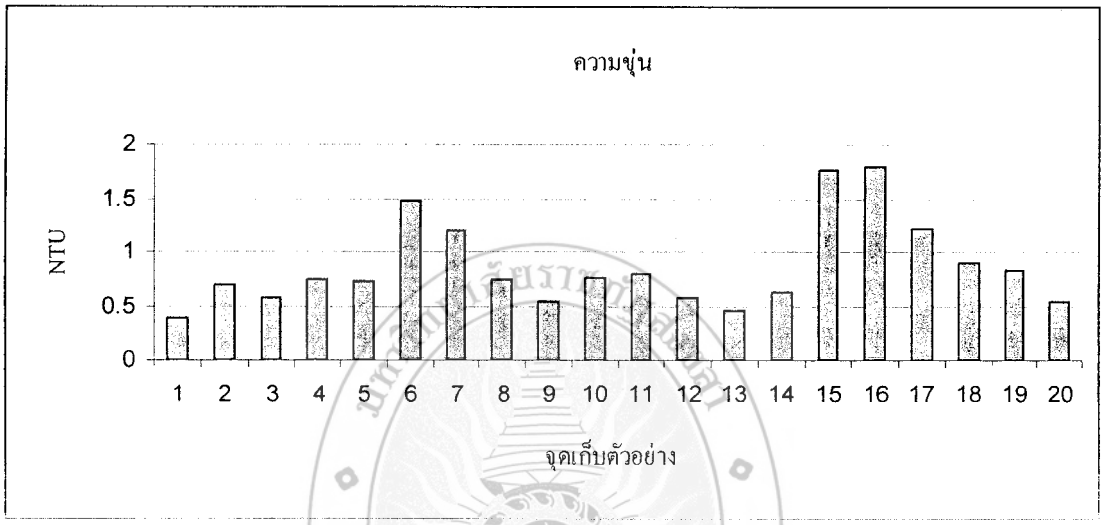
ภาพที่ 4.2 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มโดยตรง แต่ส่งผลกับแบคทีเรียพวกโคลีฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล เนื่องจากแบคทีเรียเหล่านี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในน้ำที่อุณหภูมิ 15-45 องศาเซลเซียส (http://science.kmutt.ac.th)

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4.1.3 ความขุ่น (turbidity)

ความขุ่นของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 16 อาคาร 48 ชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.80 NTU ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.39 NTU ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ค่าความขุ่นเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าความขุ่นของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นทุกตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ถ้าความขุ่นสูงจะพบสารพวก เหล็ก แมงกานิส อยู่มาก ธาตุเหล็กและแมงกานิสจะทำให้น้ำมีสี มีรส ไม่น่าดื่ม ทำให้เกิดคราบสนิม และแบคทีเรียที่อาศัยเหล็ก และแมงกานิส เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิต เมื่อมีธาตุเหล่านี้อยู่ในน้ำก็จะเจริญเติบโต ทำให้น้ำขุ่นได้ (กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2539)

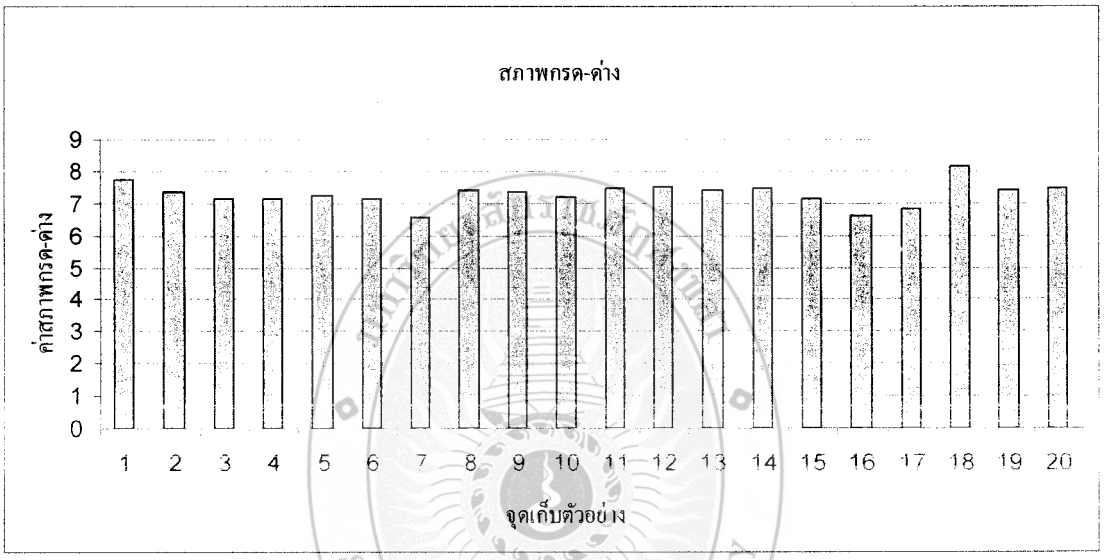
เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท พบว่ามีค่าความขุ่นเฉลี่ย 0.37 NTU และ 0.37 NTU ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนอมศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป.) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่าเฉลี่ย 0.87 NTU

8 มิ.ย. 2555

4.2 คุณลักษณะทางเคมี

4.2.1 สภาพกรด-ด่าง (pH)

สภาพกรด-ด่างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่าค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18 อาคาร 3 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.16 ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.54 ดังภาพที่ 4.4



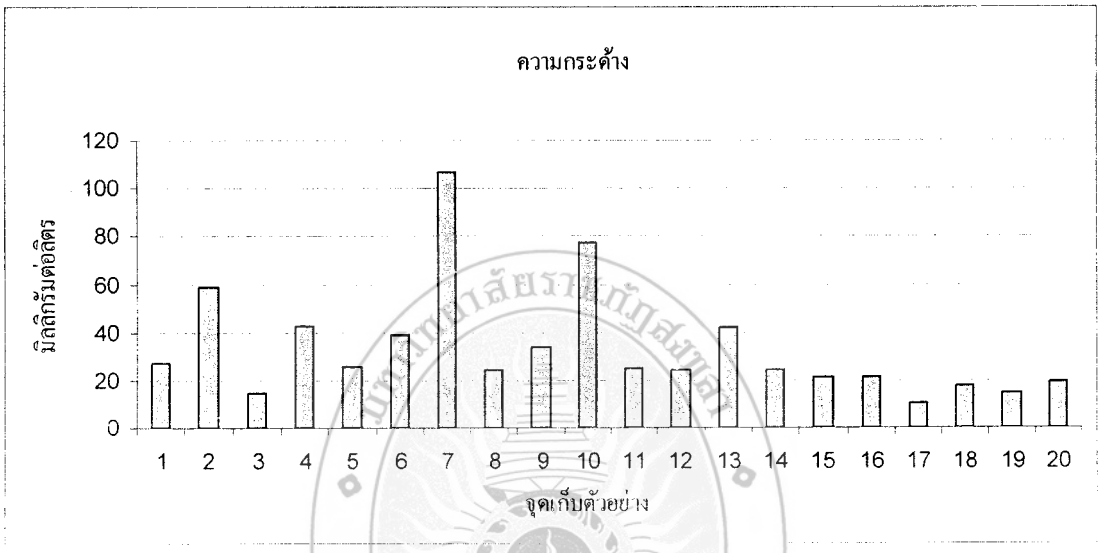
ภาพที่ 4.4 ค่าสภาพกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าสภาพกรด-ด่างของน้ำทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ถ้าสภาพกรด-ด่าง ต่ำทำให้น้ำเป็นกรด ส่งผลให้น้ำมีรสเปรี้ยว เมื่อดื่มน้ำที่มีรสเป็นกรดมากๆ ทำให้ปวดท้อง กัดกระเพาะอาหารทะลุ ถ้าสภาพกรด-ด่าง สูงทำให้น้ำเป็นเบส ส่งผลให้น้ำมีรสขม ไม่น่าบริโภค (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูรณ์ลักษณ์ วิสุทธิ์, 2540)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัย การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท พบว่ามีค่าสภาพกรด-ด่าง เฉลี่ย 7.5 และ 7.26 ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนอมศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป.) ซึ่งมีค่าสภาพกรด-ด่างใกล้เคียงกันกับน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่าเฉลี่ย 7.27

4.2.2 ความกระด้าง (hardness)

ความกระด้างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 107 มิลลิกรัมต่อลิตรส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17 อาคาร 48 ชั้น 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ค่าความกระด้างเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าความกระด้างทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ถ้าความกระด้างสูงน้ำจะมีสารพวกแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และแมงกานิสอยู่มาก มีผลต่อรสชาติของน้ำ ทำให้น้ำมีสีและรสไม่น่าดื่ม และเกิดตะกรันในระบบท่อส่งน้ำ เมื่อดื่มเข้าไปทำให้เกิดโรคนิ่วได้ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2537)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท พบว่ามีค่าความกระด้างเฉลี่ย 64 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 68 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนอมศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป.) ซึ่งมีค่าสูงกว่าน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่เฉลี่ย 55.7 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 คุณลักษณะทางชีววิทยา

4.3.1 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ตารางที่ 4.2 การตรวจวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนฟีคัลโคลิฟอร์ม		ผลตามเกณฑ์มาตรฐาน
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1. อาคาร 4 ชั้น 2	<3	>2400	ไม่ได้มาตรฐาน
2. อาคาร 4 ชั้น 3	<3	<3	ได้มาตรฐาน
3. อาคาร 8 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
4. อาคาร 9 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
5. อาคาร10 ชั้น 2	<3	>2400	ไม่ได้มาตรฐาน
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	7	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	4	4	ไม่ได้มาตรฐาน
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	460	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	4	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	210	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
11. หอสมุด ชั้น 4	<3	4	ไม่ได้มาตรฐาน
12. หอสมุด ชั้น 5	<3	<3	ได้มาตรฐาน
13. อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1	23	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
14. อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2	9	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
15. อาคาร 48 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
16. อาคาร 48 ชั้น 4	<3	<3	ได้มาตรฐาน
17. อาคาร 48 ชั้น 6	<3	<3	ได้มาตรฐาน
18. อาคาร 3 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
19. อาคาร 3 ชั้น 3	<3	<3	ได้มาตรฐาน
20. อาคาร2 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน

การวิเคราะห์หาฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่าค่า MPN จะมีค่าตั้งแต่ < 3 ถึง > 2,400 เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อนำค่า MPN ดังกล่าวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก พบว่าน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่างได้มาตรฐานคุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก และจำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่างไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก คือ อาคาร 4 ชั้น 2 อาคาร10 ชั้น 2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ หอสมุด ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1 และอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2 ดังตารางที่ 4.2 และรายละเอียดดังภาคผนวก ง

การปนเปื้อนของฟีคัลโคลิฟอร์ม 10 จุดเก็บตัวอย่าง อาจบอกได้ว่าแหล่งน้ำนั้นปนเปื้อนโดยอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มอาจเกิดจากปัจจัยทางด้านข้อบกพร่องของอุปกรณ์ผลิตน้ำดื่ม เช่น เครื่องกรองน้ำ ท่อจ่ายน้ำ และปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อมภายนอกของเครื่องทำน้ำเย็นก็ได้ เช่น จากแหล่งน้ำที่นำมาทำน้ำดื่ม

ttp://www.moomsci.com/mscib/viewtopic.php)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัย การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน งานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท และงานวิจัยการตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำดื่มสาธารณะ ภายในสถาบันราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม <1.1 MPN/100ml และ<1.1->23 MPN/100ml <2-5 เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 ถนอมศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป. และช่อผกา แก้วสาร และวัชราภรณ์ พรหมจันทร์, 2545) ซึ่งมีค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียใกล้เคียงกันกับน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่า <3-<2 MPN/100ml

4.3.2 อีโคไล

ตารางที่ 4.2 การตรวจวิเคราะห์อีโคไล (escherichia coli)

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนอีโคไล		ผลตามเกณฑ์มาตรฐาน
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1. อาคาร 4 ชั้น 2	ไม่พบ	พบ	ไม่ได้มาตรฐาน
2. อาคาร 4 ชั้น 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
3. อาคาร 8 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
4. อาคาร 9 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
5. อาคาร10 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
10. อาคารเทคโนการยางและพอลิเมอร์	พบ	ไม่พบ	ไม่ได้มาตรฐาน
11. หอสมุด ชั้น 4	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
12. หอสมุด ชั้น 5	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
15. อาคาร 48 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
16. อาคาร 48 ชั้น 4	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
17. อาคาร 48 ชั้น 6	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
18. อาคาร 3 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
19. อาคาร 3 ชั้น 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
20. อาคาร2 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน

การวิเคราะห์หาอีโคไลของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า น้ำดื่มจำนวน 18 จุดเก็บตัวอย่าง ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก และจำนวน 2 จุดเก็บตัวอย่างไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ พบการปนเปื้อนของอีโคไล ดังตารางที่ 4.3

การปนเปื้อนของอีโคไล 2 จุดเก็บตัวอย่าง อาจบอกได้ว่าแหล่งน้ำนั้นปนเปื้อนโดยอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มอาจเกิดจากปัจจัยทางด้านข้อบกพร่องของอุปกรณ์ผลิตน้ำดื่ม เช่น เครื่องกรองน้ำ ท่อจ่ายน้ำ และปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อมภายนอกของเครื่องทำน้ำเย็นก็ได้ เช่น จากแหล่งน้ำที่นำมาทำน้ำดื่ม (http://th.wikipedia.org/wiki)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท พบว่ามีค่าอีโคไล 0% พบ 100% ไม่พบ และ 8.51% พบ 87.23% ไม่พบ ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนอมศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป.) พบว่าค่าใกล้เคียงกันกับน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 10 พบ 80 ไม่พบ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

ค่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 197.4 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 141.1 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าสภาพนำไฟฟ้าไม่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก แต่ก็ไม่ควรมีค่ามากเกินไป เพราะจะทำให้เครื่องทำน้ำเย็นเสื่อมสภาพเร็ว และทำให้เครื่องทำน้ำเย็นสูญเสียความสามารถในการทำงาน แล้วยังทำให้เกิดสนิม ค่าอุณหภูมิของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลียอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียสส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 หอสมุด ชั้น 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มโดยตรง แต่ส่งผลกับแบคทีเรียพวก โคลีฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล เนื่องจากแบคทีเรียเหล่านี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ค่าความขุ่นของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 16 อาคาร 48 ชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.80 NTU ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.39 NTU จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความขุ่นทุกจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ ซึ่งมีความปลอดภัยในการอุปโภคและบริโภค

5.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

ค่าสภาพกรด-ด่างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่าส่วนค่าสูงสุอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18 อาคาร 3 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.16 ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.54 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของสภาพกรด-ด่างทุกจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ ซึ่งมีความปลอดภัยในการอุปโภคและบริโภค ค่าความกระด้างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ามีค่าค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 107 มิลลิกรัมต่อลิตรส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17 อาคาร 48 ชั้น 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความกระด้างทุกจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์

มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ ซึ่งมีความปลอดภัยในการอุปโภคและบริโภค

5.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีววิทยา

การวิเคราะห์หาค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่าค่า MPN จะมีค่าตั้งแต่ < 3 ถึง > 2,400 เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อนำค่า MPN ดังกล่าวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก พบว่าน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่างได้มาตรฐานคุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก และจำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่างไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก คือ อาคาร 4 ชั้น 2 อาคาร10 ชั้น 2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ หอสมุด ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1 และอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2 ดังนั้นอาคารที่ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ไม่ควรใช้ในการอุปโภคและบริโภค เนื่องจากน้ำดื่มไม่มีความปลอดภัย อาจจะส่งผลอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารได้ การวิเคราะห์หาอีโคไลของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า น้ำดื่มจำนวน 18 จุดเก็บตัวอย่าง ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก และจำนวน 2 จุดเก็บตัวอย่าง ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก คือ อาคาร 4 ชั้น 2 และอาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ ดังนั้นอาคารที่ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ไม่ควรใช้ในการอุปโภคและบริโภค เนื่องจากน้ำดื่มไม่มีความปลอดภัย อาจจะส่งผลอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.เนื่องจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลามีเครื่องทำความเย็นอยู่จำนวนหลายเครื่อง มีทั้งเครื่องใหม่ และเครื่องเก่าที่ยังใช้งานอยู่ ดังนั้นทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาควรที่จะปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นใหม่

2.ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาควรที่จะจัดเวรทำความสะอาดเครื่องทำน้ำเย็นอยู่เรื่อยๆ

บรรณานุกรม

จำเนียร จิรพิทักษ์กุล. 2529. การ**ตรวจสอบคุณภาพทางแบคทีเรียวิทยาของน้ำดื่มในโรงอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาชีวะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2520. **การศึกษาถึงอุบัติการของเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำดื่มและภาชนะของร้านจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่** จ.สงขลา.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิช และปรีชา สุวรรณพินิช. 2544 **จุลวิทยาทั่วไป** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์.

มั่นสิน ตันฑุลเวศม์, 2538 **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สมศรี ศิริพิทยางกูร **จุลชีวะประยุกต์** (ม.ป.ท.,ม.ป.ป)

อารี อ่องสมหวัง. 2541**คู่มือบริโภค ชุด 2 ตรวจคุณภาพน้ำดื่มด้วยตนเองได้อย่างไร** ม.ป.ท. บริษัทพิมพ์ดี,

อานัส มะแอเคียน. 2541**คุณภาพทางแบคทีเรียวิทยาของน้ำดื่มที่จัดบริการภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาชีวะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,.

ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.moomsci.com/mscib/viewtopic.php

ภาคผนวก ก
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ

ตารางที่ ก-1 เกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2547 และ ปี พ.ศ. 2550

ข้อมูล	หน่วยวัด	ค่าที่กำหนด	
		ปี 2547	ปี 2550
ความเป็นกรด - ด่าง	-	6.5 - 8	6.5 – 9
สี	True color Unit	15	16
ความขุ่น	เอ็นทียู	5	5
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	มิลลิกรัม / ลิตร	1,000	1,000
ความกระด้าง	มิลลิกรัม / ลิตร	500	500
เหล็ก	มิลลิกรัม / ลิตร	0.3	0.3
แมงกานีส	มิลลิกรัม / ลิตร	0.1	0.1
ทองแดง	มิลลิกรัม / ลิตร	1	1
สังกะสี	มิลลิกรัม / ลิตร	4	4
ตะกั่ว	มิลลิกรัม / ลิตร	0.01	0.01
โครเมียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.05	0.05
แคดเมียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.003	0.003
สารหนู	มิลลิกรัม / ลิตร	0.01	0.01
ปรอท	มิลลิกรัม / ลิตร	0.001	0.001
ซัลเฟต (Na_2SO_4)	มิลลิกรัม / ลิตร	250	250
ซัลเฟต ($CaSO_4$)	มิลลิกรัม / ลิตร	1,000	1,000
คลอไรด์	มิลลิกรัม / ลิตร	250	250
ไนเตรท (NO^-_3 as NO^-_3)	มิลลิกรัม / ลิตร	50	50

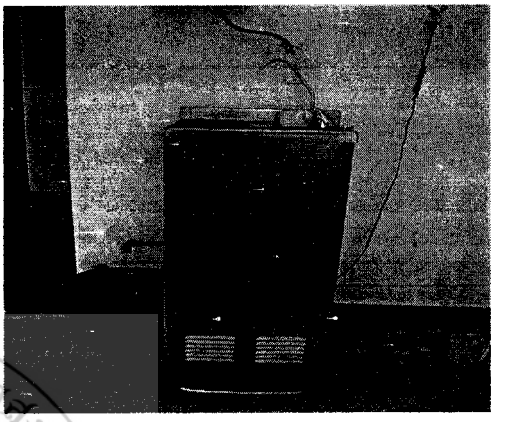
ฟลูออไรด์	มิลลิกรัม / ลิตร	1.5	1.5
คลอรีนอิสระคงเหลือ	มิลลิกรัม / ลิตร	0.6 - 1.0	0.6 - 1.1
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็น / 100 มิลลิลิตร	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
อี.โคไลหรือเทอร์โมโธเลอแรนท์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	เอ็มพีเอ็น / 100 มิลลิลิตร	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
แบเรียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.7	1.7
ฟีนอล	มิลลิกรัม / ลิตร	-	-
ซิลิเนียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.01	0.01
เงิน	มิลลิกรัม / ลิตร	0.005	0.005
อลูมิเนียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.2	0.2
เอ บี เอส (Alkylbenzene Sulfonate)	มิลลิกรัม / ลิตร	-	-
ไซยาไนด์	มิลลิกรัม / ลิตร	0.07	0.07

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

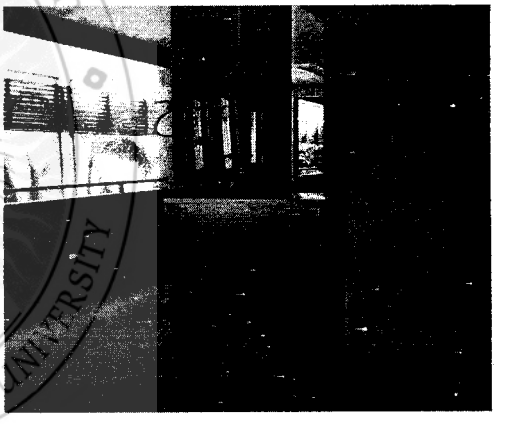
จุดเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ ข -1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2

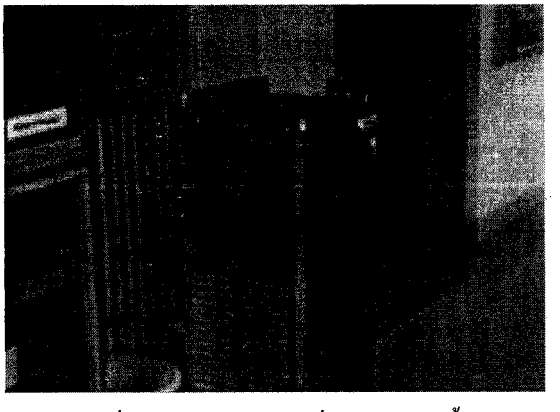


ภาพที่ ข -2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 อาคาร 4 ชั้น 3

ภาพที่ ข -3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อาคาร 8 ชั้น 2



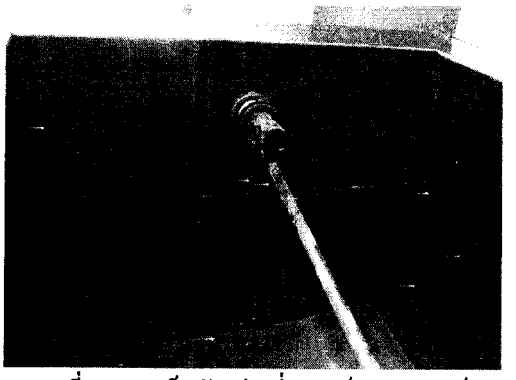
ภาพที่ ข -4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 อาคาร 9 ชั้น



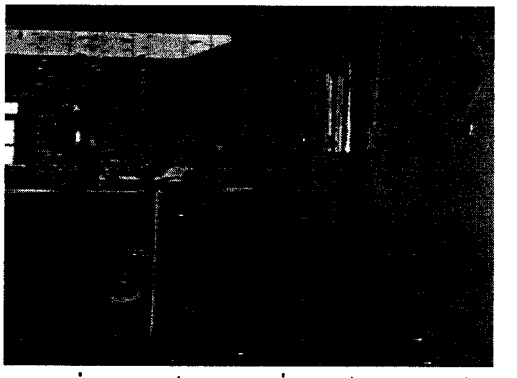
ภาพที่ ข -5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2

ภาพที่ ข-6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น1

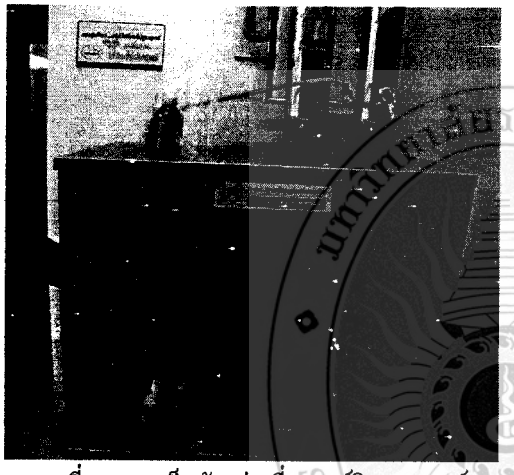
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY



ภาพที่ ข -7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2

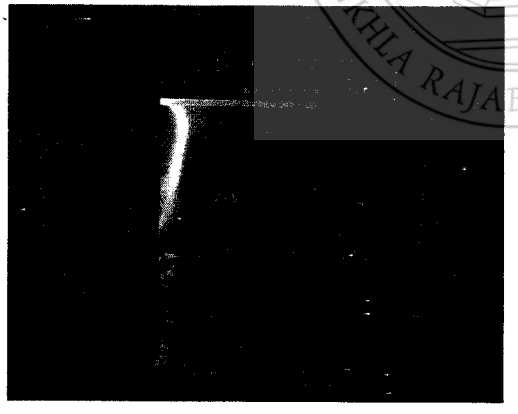


ภาพที่ ข -8 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3

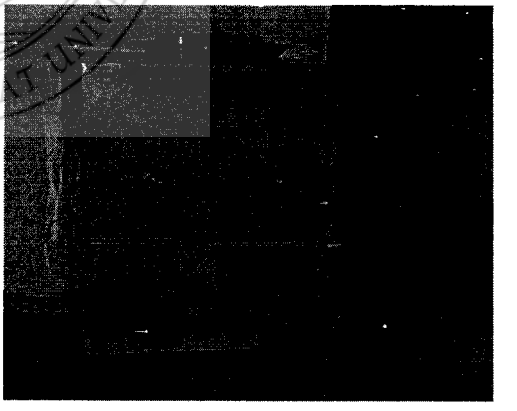


ภาพที่ ข -9 จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4

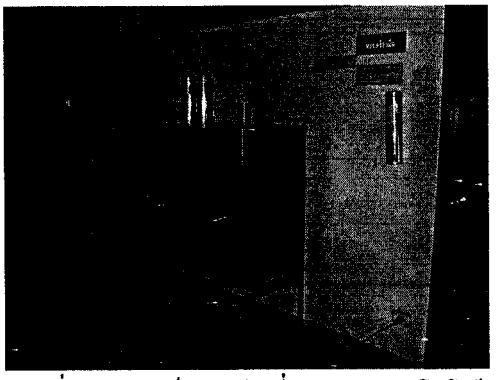
ภาพที่ ข -10 จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์



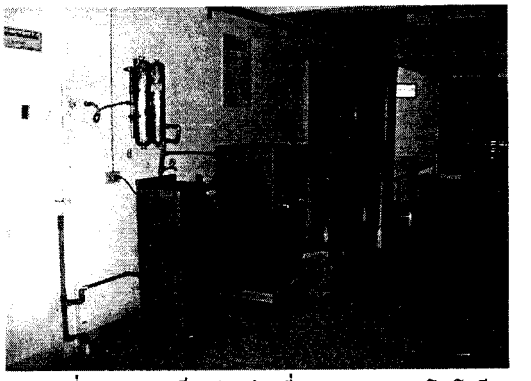
ภาพที่ ข -11 จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 หอสมุด ชั้น 4



ภาพที่ ข -12 จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 หอสมุด ชั้น 5



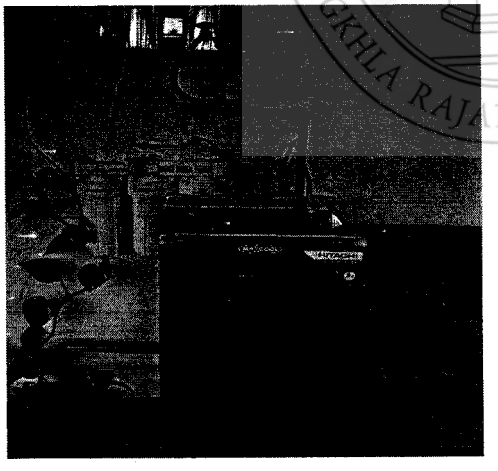
ภาพที่ ข -13 จุดเก็บตัวอย่างที่ 13 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1



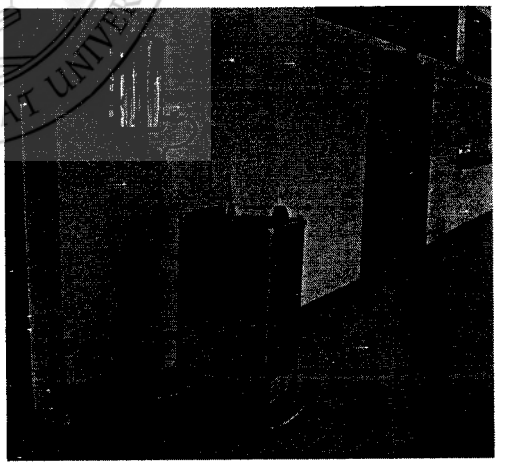
ภาพที่ ข -14 จุดเก็บตัวอย่างที่ 14 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2

ภาพที่ ข -15 จุดเก็บตัวอย่างที่ 15 อาคาร 48 ชั้น 2

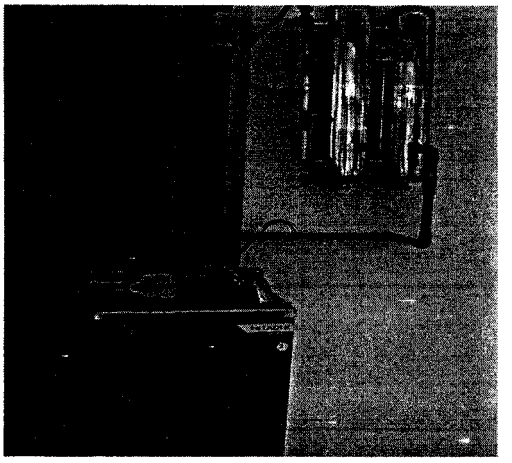
ภาพที่ ข -16 จุดเก็บตัวอย่างที่ 16 อาคาร 48 ชั้น 4



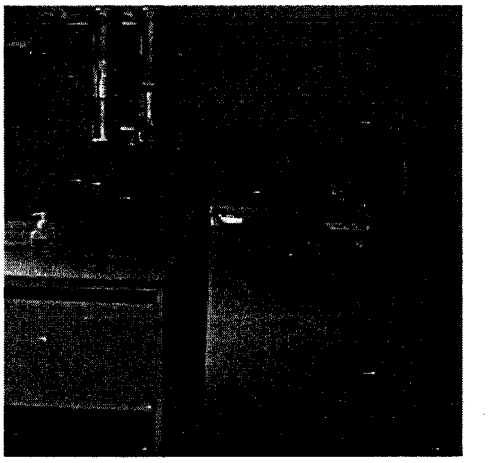
ภาพที่ ข -17 จุดเก็บตัวอย่างที่ 17 อาคาร 48 ชั้น 6



ภาพที่ ข -18 จุดเก็บตัวอย่างที่ 18 อาคาร 3 ชั้น 2



ภาพที่ ข -19 จุดเก็บตัวอย่างที่ 19 อาคาร 3 ชั้น 3



ภาพที่ ข -20 จุดเก็บตัวอย่างที่ 20 อาคาร 2 ชั้น 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตารางที่ ง -1 ผลการวิเคราะห์หาฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นภาย มหาลัยราชภัฏสงขลา โดยเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ผลการตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์ม	
	ครั้งที่ 1 พฤษภาคม	ครั้งที่ 2 มิถุนายน
1. อาคาร 4 ชั้น 2	-	+
2. อาคาร 4 ชั้น 3	-	-
3. อาคาร 8 ชั้น 2	-	-
4. อาคาร 9 ชั้น 2	-	-
5. อาคาร10 ชั้น 2	-	+
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	+	-
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+	+
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	+	-
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	+	-
10. อาคารเทคโนการยางและพอลิเมอร์	+	-
11. หอสมุด ชั้น 4	-	+
12. หอสมุด ชั้น 5	-	-
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	+	-
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	+	-
15. อาคาร 48 ชั้น 2	-	-
16. อาคาร 48 ชั้น 4	-	+
17. อาคาร 48 ชั้น 6	-	-
18. อาคาร 3 ชั้น 2	-	-
19. อาคาร 3 ชั้น 3	+	-
20. อาคาร2 ชั้น 2	+	-

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ง -2 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก๊าซจากการหมักน้ำตาลแลกโทสในอาหาร Lactose broth ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ในเดือนพฤษภาคม 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	---	---	---
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร10 ชั้น 2	---	---	---
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	+--	+--	+--
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+--	+--	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	+++	+++	+++
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	++-	++-	+--
10. อาคารเทคโนการเรียงและพอลิเมอร์	+++	++-	++-
11. หอสมุด ชั้น 4	---	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	+++	---	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	++-	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	+++	+++	+++
20. อาคาร2 ชั้น 2	+++	++-	+--

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ง -3 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก๊าซจากการมักน้ำตาลแลกโทสในอาหาร Lactose broth ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	+++	+++	+++
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร10 ชั้น 2	+++	+++	+++
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	---	---	---
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+--	---	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	---	---	---
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	---	---	---
10. อาคารเทคโนการยางและพอลิเมอร์	---	---	---
11. หอสมุด ชั้น 4	+++	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	---	---	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	---	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	---	---	---
20. อาคาร2 ชั้น 2	---	---	---

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ง -4 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก๊าซจากการหมักน้ำตาลแลกโทสในอาหาร EC medium ที่อุณหภูมิ 44.5+-0.2 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ในเดือนพฤษภาคม 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	---	---	---
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร10 ชั้น 2	---	---	---
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	+--	+--	---
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+--	---	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	+++	+++	---
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	---	---	---
10. อาคารเทคโนการยางและพอลิเมอร์	++-	++-	---
11. หอสมุด ชั้น 4	---	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	+++	+--	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	+++	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	+--	---	---
20. อาคาร2 ชั้น 2	+++	+++	+--

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ ง -5 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก๊าซจากการหมักน้ำตาลแลกโทสในอาหาร EC medium ที่อุณหภูมิ 44.5+-0.2 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	+++	+++	+++
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร10 ชั้น 2	+++	+++	+++
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	---	---	---
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+--	---	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	---	---	---
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	---	---	---
10. อาคารเทคโนการยางและพอลิเมอร์	---	---	---
11. หอสมุด ชั้น 4	---	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	---	---	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	---	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	---	---	---
20. อาคาร2 ชั้น 2	---	---	---

ภาคผนวก จ
วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

1.1 ใช้ pH meter ที่สามารถวัดอุณหภูมิของน้ำได้

1.2 ความนำไฟฟ้า (Conductivity)

-ปีเปตตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้กรองมา 70 ml

-วัดด้วยเครื่อง Conductivity meter

-บันทึกค่าความนำไฟฟ้าในหน่วย ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

1.3 ความขุ่น (Turbidity)

-เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้และวัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีของเครื่องนั้นๆ

-น้ำตัวอย่างต้องเขย่าให้เข้ากันดีก่อนที่จะใส่หลอดตัวอย่างเพื่อนำไปวัดความขุ่น

-เครื่องวัดความขุ่นบางรุ่นจะมีสารละลาย Stock Standard Turbidity ความขุ่นมาให้แล้ว ต้องมีการตรวจเช็คว่าเสื่อมคุณภาพหรือไม่ โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานความขุ่นที่เตรียมขึ้น

-ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นเกินที่เครื่องจะวัดได้ให้เจือจางตัวอย่างน้ำเสียก่อน

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

2.1 การวัดค่าสภาพกรด-ด่าง (pH)

-ปีเปตตัวอย่างน้ำที่ไม่ผ่านการกรองมา 70 ml (ทำ 2 ครั้ง)

-วัดด้วยเครื่อง pH meter

-บันทึกค่า pH ที่ได้จากการวัด (ทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

2.2 การวิเคราะห์ความกระด้างทั้งหมด

-ปีเปตน้ำตัวอย่าง 50 ml

-เตรียมแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่น 50 ml

-เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 2 ml ผสมให้เข้ากัน

-อีริโอโครม แบลค์ ที อินดิเคเตอร์ 0.4 mg หรือพียงเล็กน้อย

-ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M จนสีเปลี่ยนจากม่วงแดงเป็นสีฟ้า

การคำนวณ

$$\text{ความกระด้าง (mg/l)} = \frac{(A-B) \times M \times 100 \times 1000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (ml)}}$$

เมื่อ

A = ปริมาตร EDTA ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตร EDTA ที่ใช้ในการไตเตรตแบลงค์ (ml)

M = ความเข้มข้นของ EDTA

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform Bacteria)

วิธีการวิเคราะห์

การตรวจวิ เคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยใช้วิธี Standard Multiple – Tube (MPN) Tes หรือ Most probable Number Concept (MPN) เป็นวิธีมาตรฐาน และได้รับความนิยมมาก ซึ่งมี 3 ขั้นตอน

1. การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive Tests) เป็นการตรวจขั้นต้น เพื่อต้องการหาแบคทีเรีย ที่สามารถหมักน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และให้ผลผลิตเป็นกรดและก๊าซ โดยคาดว่าเป็นแบคทีเรียในกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 เขียนปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใส่ในหลอดอาหาร Lactose broth

1.2 เขย่าขวดตัวอย่างน้ำขึ้นลงประมาณ 25 ครั้ง

1.3 ดูดน้ำที่จะตรวจใส่ในหลอดทดลองขนาด 20-150 (double strength) หลอดละ 10 มล. 3 หลอด ดูดตัวอย่างน้ำใส่อาหาร lactose broth หลอดละ 1 มล. 3 หลอด และหลอดละ 0.1 มล. 3 หลอด

1.4 เขย่าหลอดอาหารทั้งหมดที่ใส่น้ำแล้ว เพื่อให้น้ำผสมกับอาหารแล้วนำไปอบเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง

1.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมงตรวจดูแก๊ซในลอดดักก๊าซ ถ้ามีก๊าซทำ confirmed test ต่อไป ถ้าไม่มีอบเพาะเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง ถ้าไม่มีก๊าซอีกแสดงว่า presumptive Test ให้ผลลบ หลอดที่มีก๊าซให้ทำ confirmed test ต่อ

2. การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed tests) เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันผล โดยการถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในหลอดอาหาร lactose broth มาใส่ในอาหาร EC medium เพื่อคัดแยกกลุ่มที่ให้ผลบวกปลอมหรือเพื่อยืนยันผลของขั้นตอนแรก โดยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 เขียนสัญลักษณ์บนหลอดอาหาร EC medium ให้ได้จำนวนเท่ากับหลอด lactose broth ที่ทำให้ผลบวก

2.2 ใช้ loop ที่ล้นไฟฆ่าเชื้อแล้วถ่ายเชื้อจากหลอด lactose broth ที่ให้ผลบวกหลอดต่อหลอด

2.3 เขย่าหลอด EC medium แล้วนำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5+_0.2 องศาเซลเซียส ใน water bath เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากครบ 24 ชั่วโมง มาตรวจดูแก๊ซกจากหลอดดักก๊าซ แล้วบันทึกผลและคำนวณหาค่าปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มในตารางมีหน่วยเป็น MPN/100 มล.

3 **การทดสอบขั้นสมบูรณ์** (Completed tests) เป็นการทดสอบ เพื่อคัดแยกโดยการตรวจลักษณะของแบคทีเรียที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยัน โดยดูจากสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่ได้จากการทำปฏิกิริยาแบบแกรม และถ่ายทอดเชื้อเพื่อทดสอบใน lactose broth เพื่อทบทวนผลอีกครั้งวิธีการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ โดยวิธีการดั้งต่อไปนี้

3.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2 ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ EC medium ที่ให้ผลบวกลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar โดนวิธีเพาะเชื้อ (Streak Plate)

3.3 อบเพาะเชื้อในตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35+_0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 +_ 2 ชั่วโมง

3.4 ตรวจสอบผลโดยสังเกตลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม บนอาหาร EMB agar ซึ่งโคโลนีจะมี 2 ลักษณะ คือ โคโลนีที่มีลักษณะเป็นสีเข้ม ตรงกลางโคโลนีสีเกือบดำ และที่ผิวมีสีเขียวเกือบแดงคล้ายร้อยตัดของชิ้นโลหะ เรียกว่า เงาโลหะ (metallic sheen) ซึ่งโคโลนีดั้งกล่าวนี้มีแนวโน้มว่าจะเป็นเชื้อ E. coli และโคโลนีที่มีลักษณะทึบแสง เป็นเมือกเยิ้ม สีชมพู ตรงกลางโคโลนีสีไม่เข้มโคโลนีดังกล่าวมีแนวโน้มว่าจะเป็นเชื้อ *Enterobacter spp.* การเกิดโคโลนีแบบใดแบบหนึ่งจะให้ผลในขั้นสมบูรณ์ (competed tests) เป็นบวก ถ้าไม่เกิดโคโลนีลักษณะดังกล่าวเลยแสดงว่า ให้ผลเป็นลบ