สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร

นางสาว กาญจนา อินทรศิล
นางสาว พัชยา เบญจกุล
นางสาว อำนวยพร รัชพล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

วพ.
ก 427 ก
2540
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30611
วัน, เดือน, ปี 28 ก.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on the Quality of Bottled Drinking water Distributed in Bangkok

Miss Kanchana Intarasil

Miss Patchaya Benjakul

Miss Amnuayporn Ratchapol

A Special Project Submitted in partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	**การตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร**	
โดย	**นางสาวกาญจนา**	**อินทรศิล**
	นางสาวพัชยา	**เบญจกุล**
	นางสาวอำนวยพร	**รัชพล**
ภาควิชา	**ชีววิทยาประยุกต์**	
อาจารย์ที่ปรึกษา	**อาจารย์วันชัย สุทธินุ่น**	

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....

(รศ.ดร.พรรณี ฐิตาภิชิต) **หัวหน้าภาควิชา**

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

.....

(ดร. อุ่นเรือน ศิริวานิชกุล) **ประธานกรรมการ**

.....

(อาจารย์วันชัย สุทธินุ่น) **กรรมการ**

.....

(อาจารย์มาริสา จาตุพรพิพัฒน์) **กรรมการ**

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร	
ผู้เสนอ	นางสาว กาญจนา	อินทรศิล
	นางสาว พัชยา	เบญจกุล
	นางสาว อำนวยพร	รัชพล
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ วันชัย	สุทธินุ่น
ปีการศึกษา	2540	

บทคัดย่อ

การตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดซึ่งจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครทางด้านกายภาพ (การหาค่า pH) ด้านเคมี (การหาค่าความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง การตรวจหาโลหะบางชนิด เช่น โครเมียม เหล็กและไนเตรต) และด้านจุลชีววิทยา (การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม) ตัวอย่างน้ำเก็บโดยการสุ่มตัวอย่างเดือนละครั้ง ครั้งละ 20 ยี่ห้อ เป็นเวลา 6 เดือน การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทำโดยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของน้ำดื่ม ผลที่ได้พบว่าตัวอย่างน้ำ 104 ตัวอย่างจากตัวอย่างน้ำทั้งหมด 120 ตัวอย่างไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพบว่ามี 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 4.17) และ 101 ตัวอย่าง (ร้อยละ 84.17) ที่ไม่ได้มาตรฐานทางด้านค่าของ pH และค่าของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณความกระด้าง โครเมียม เหล็ก ไนเตรต แบคทีเรียโคลิฟอร์มและแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าที่เข้าเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Study on the Quality of Bottled Drinking Water Distributed in Bangkok	
Name	Miss Kanchana	Intarasil
	Miss Patchaya	Benjakul
	Miss Amnuayporn	Ratchapol
Special Project Advisor	Mr. Wanchai	Suttinun
Department	Applied Biology	
Academic Year	1997	

ABSTRACT

Quality tests of bottled drinking water distributed in Bangkok were studied in physical (pH) , chemical (alkalinity , acidity , hardness , chromium , iron and nitrate) and biological (total plate count , coliform bacteria, fecal coliform bacteria) effects . The samples were collected by random sampling of 20 brands of bottled drinking water in each month for the period of 6 months . Quality analysis of samples were compared with the quality standard of drinking water . The results showed that 104 samples out of the 120 samples were under quality standard . There were 5 (4.17%) and 101 samples (84.17%) were under quality standard in pH and total plate count values , respectively . For analysis of hardness , chromium , iron , nitrate , coliform bacteria and fecal coliform bacteria were in standard in all samples .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาและเรียบเรียงโครงงานพิเศษนี้ ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้ง 3 ท่าน อันได้แก่ อาจารย์อุ่นเรือน ศิริวานิชกุล อาจารย์วันชัย สุทธินุ่น และอาจารย์มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลือในทุก ๆด้าน ตลอดจนคอยให้คำปรึกษาและกำลังใจ ขอขอบพระคุณคุณเสาวนิต กาหลง ที่ช่วยเหลือในเรื่องวิธีใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และกรุณาแจ้งให้ทราบถึงแหล่งข้อมูลสำหรับโครงงานพิเศษนี้และที่ลืมเสียไม่ได้ คือ เพื่อนทุก ๆคนที่มีส่วนช่วยให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

เรื่อง			หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย			ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ			ข
กิตติกรรมประกาศ			ค
สารบัญตาราง			จ
สารบัญรูป			ฉ
บทที่ 1 บทนำ			1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง			3
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินการ			30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิจารณ์			38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ			61
ภาคผนวก	ก	ค่ามาตรฐานของน้ำดื่ม	63
	ข	ตาราง MPN	65
	ค	การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่ได้มาตรฐาน	68
	ง	การวิเคราะห์ความแปรปรวน	69
	จ	ตัวอย่างการคำนวณความแปรปรวนทางสถิติ	71
เอกสารอ้างอิง			73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หลักเกณฑ์การชักตัวอย่าง	17
2.2	สิ่งเจือปนปฐมภูมิในน้ำดื่ม	18
2.3	สิ่งเจือปนทุติยภูมิในน้ำดื่ม	19
4.1	ผลการวิเคราะห์ค่า pH	38
4.2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเป็นด่าง	41
4.3	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเป็นกรด	43
4.4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความกระด้าง	45
4.5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม	47
4.6	ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก	49
4.7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต	51
4.8	ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	53
4.9	ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ใน 6 เดือน จำนวน 20 ยี่ห้อ	55
4.10	ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ใน 20 ยี่ห้อ จำนวน 6 เดือน	56
4.11	ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้มาตรฐานในแต่ละปัจจัย	57
4.12	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย เมื่อเปรียบเทียบใน 20 ยี่ห้อ	59
4.13	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย เมื่อเปรียบเทียบใน 6 เดือน	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย pH จำนวน 6 เดือน	39
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย pH จำนวน 20 ยี่ห้อ	40
4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง จำนวน 6 เดือน	42
4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง จำนวน 20 ยี่ห้อ	42
4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด จำนวน 6 เดือน	44
4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด จำนวน 20 ยี่ห้อ	44
4.7 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความกระด้าง จำนวน 6 เดือน	46
4.8 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความกระด้าง จำนวน 20 ยี่ห้อ	46
4.9 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียม จำนวน 6 เดือน	48
4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียม จำนวน 20 ยี่ห้อ	48
4.11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็ก จำนวน 6 เดือน	50
4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็ก จำนวน 20 ยี่ห้อ	50
4.13 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรต จำนวน 6 เดือน	52
4.14 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรต จำนวน 20 ยี่ห้อ	52
4.15 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวน 6 เดือน	54
4.16 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวน 20 ยี่ห้อ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

น้ำเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มนุษย์จะขาดเสียไม่ได้เลย คนเราต้องดื่มน้ำทุกวัน วันละประมาณ 4 - 8 แก้ว (สมใจ วิชัยดิษฐ์ , 2536) และเนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี จึงทำให้สิ่งต่าง ๆไม่ว่าจุลินทรีย์ชนิดที่ก่อให้เกิดโรคหรือไม่ สารเคมี ฝุ่นละอองต่าง ๆละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ การบริโภคน้ำที่ไม่สะอาดพอย่อมก่อให้เกิดพิษภัยกับมนุษย์ได้ ทั้งที่เป็นพิษเฉียบพลัน เช่น เกิดการท้องเสีย ท้องร่วง หรือพิษแบบสะสม เมื่อดื่มกินเข้าไปเป็นเวลานาน ๆก็จะปรากฏโทษให้เห็น ปัจจุบันมีการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดจำหน่ายเพื่อการบริโภคกันมากมาย บางแห่งอาจคำนึงถึงความปลอดภัย แต่บางแห่งอาจไม่คำนึงถึงเรื่องนี้เท่าที่ควร ด้วยความเห็นแก่ได้ของผู้ผลิต ทางรัฐบาลไม่มีเจ้าหน้าที่เพียงพอที่จะตรวจสอบได้ทุกแหล่งผลิตและตรวจสอบได้อย่างสม่ำเสมอ จึงน่าจะหาทางช่วยกันจากหน่วยงานหลาย ๆฝ่าย เพื่อควบคุมให้น้ำดื่มที่ผลิตขึ้นมามีความปลอดภัยเหมาะสมต่อการนำไปบริโภค/ จากรายงานผลการตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มบรรจุขวดของกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี 2530 และ 2531 พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 20.7 และ 27.8 ตามลำดับ /สาเหตุส่วนใหญ่เนื่องจากพบเชื้อจุลินทรีย์สูงเกินมาตรฐาน และพบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ สำหรับคุณภาพทางเคมีไม่ได้มาตรฐานเนื่องจากความกระด้าง และค่า pH เกินมาตรฐาน ซึ่งน้ำดื่มที่ไม่ได้มาตรฐานนั้นจะเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เช่น น้ำดื่มที่มีสารโลหะหนักหรือสารเคมีบางชนิดมากกว่าระดับมาตรฐาน เช่น ตะกั่วจะก่อให้เกิดอัมพาต (จุรีย์ บริสุทธนารักษ์ และคณะ , 2531) หรือฟลูออไรด์อาจทำให้เกิดโรคฟันผุ กระดูกผุ (World Health Organization , 1984) และอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มซึ่งเป็นสาเหตุของโรคบิด อหิวาต์ ไทฟอยด์ ไวรัสตับอักเสบ เป็นต้น (World Health Organization , 1984) อันตรายเหล่านี้จะเป็นผลในด้านสาธารณสุขอย่างมากอาจต้องเสียค่าใช้จ่าย เสียเวลาในการรักษาโรคนั้น ๆ ส่งผลกระทบกับอีกหลายด้าน ดังนั้น เราควรควบคุมผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดทุกคน โดยเฉพาะน้ำดื่มบรรจุขวด ซึ่งผลิตและจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากเป็นแหล่งสำคัญทางธุรกิจและมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์

สำรวจคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค

1.2 ขอบเขต

1.2.1 ตรวจคุณภาพทางกายภาพ โดยการวิเคราะห์ pH

1.2.2 ตรวจคุณภาพทางเคมี โดยวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ก. ปริมาณความกระด้าง (Hardness)

ข. ปริมาณความเป็นด่าง (Alkalinity)

ค. ปริมาณความเป็นกรด (Acidity)

ง. ปริมาณโครเมียม เหล็ก และไนเตรต

1.2.3 ตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ก. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ข. ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

ค. ปริมาณแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม

โดยการใช้ตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง ต่อครั้งของการวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์เป็นระยะ ๆ ห่างกัน 1 เดือน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 กระตุ้นให้หน่วยงานที่รับผิดชอบ ควบคุมการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายให้ผู้บริโภคมีคุณภาพเหมาะแก่การนำไปบริโภค

1.3.2 ประชาชนบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดได้อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิต

ร่างกายของคนเราประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำประมาณร้อยละ 50-70 ของน้ำหนักตัว ปริมาณน้ำในร่างกายของแต่ละคนแตกต่างกันบ้างเล็กน้อยตามเพศและวัย ในช่วงขวบปีแรกจะมีน้ำในร่างกายประมาณร้อยละ 80 - 85 เมื่ออายุมากขึ้นเลย 60 ปี ไปแล้ว ปริมาณน้ำในร่างกายจะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 40-45 คนที่อ้วนมีไขมันมาก ปริมาณน้ำในร่างกายจะน้อยกว่าปกติ (สมใจ วิชัยดิษฐ์ , 2536)

2.1.1 หน้าที่ของน้ำ

ก. ปกป้องเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย

ข. ช่วยในการทำงานของระบบทางเดินอาหาร โดยเป็นส่วนประกอบอยู่ในน้ำย่อยชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับอ่อนซึ่งจะทำให้การย่อยและการดูดซึมอาหารมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ค. เป็นตัวกลางในการควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีภายในร่างกาย และยังควบคุมสมดุลกรด-ด่างภายในร่างกายด้วย

ง. เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกาย โดยระเหยผ่านทางผิวหนัง ขณะที่น้ำระเหยออกมาความร้อนจะถูกดูดดึงออกจากผิวหนัง ทำให้อุณหภูมิในร่างกายลดลง เราจึงรู้สึกเย็น การระเหยออกมาจากผิวหนังเป็นวิธีกำจัดความร้อนออกจากร่างกาย

จ. ช่วยหล่อลื่นส่วนของข้อต่อต่าง ๆ ในร่างกาย

ฉ. เป็นตัวกลางในการขนส่งสารอาหารและสารที่จำเป็นต่อการทำงานของอวัยวะและเซลล์ต่าง ๆ และนำสารที่ร่างกายไม่ต้องการแล้วขับออกจากเซลล์ทางตับ ไต ปอด ผิวหนัง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ปริมาณในการบริโภคน้ำ

คนที่มีร่างกายแข็งแรงจะขับปัสสาวะออกมาประมาณวันละ 1-2 ลิตร นอกจากปัสสาวะแล้ว ร่างกายสูญเสียน้ำทางผิวหนัง การหายใจและทางลำไส้ใหญ่รวมแล้วประมาณ 2 ลิตรกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติ หากอากาศร้อนจัดการสูญเสียเหงื่อจะมีมากและถ้าออกกำลังกายมาก ๆ การสูญเสียออกมากับเหงื่ออาจมีมากถึงประมาณ 5 ลิตร

เพื่อรักษาสมดุลน้ำในร่างกาย เราจึงจำเป็นต้องทำให้ร่างกายได้รับน้ำในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่สูญเสียไปในแต่ละวัน คือประมาณวันละ 2 ลิตรกว่าเล็กน้อยโดยปริมาณน้ำที่ได้จากอาหารที่รับประทานประมาณ 1 ลิตร โดยการดื่มน้ำและเครื่องดื่มอื่น ๆ ประมาณ 1 ลิตร ดังนั้นน้ำที่ร่างกายได้รับควรจะประมาณวันละ 4-8 แก้ว กล่าวคือ ถ้าไม่รับประทานอาหารอะไรเลย น้ำที่ดื่มควรจะประมาณ 8 แก้วต่อวัน หากรับประทานอาหารที่มีน้ำปนอยู่ด้วย เช่น มีแกงจืดหรือผัดผักที่มีน้ำปนอยู่ทั้ง 3 มื้อ ปริมาณน้ำหรือเครื่องดื่มก็อาจเหลือประมาณ 4แก้ว ดังนี้ เป็นต้น

ในภาวะปกติร่างกายจะมีกระบวนการควบคุมน้ำในร่างกาย โดยทำให้ร่างกายรู้สึกกระหายแล้วเราก็ดื่มน้ำเพื่อชดเชยปริมาณที่ร่างกายขาด หรือโดยการควบคุมการขับน้ำออกมาทางปัสสาวะ เมื่อร่างกายขาดน้ำจะทำให้การทำงานของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับความมากน้อยในการขาด เราจะรู้สึกกระหายน้ำเมื่อร่างกายมีการสูญเสียน้ำประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัว และจะรู้สึกว่ากล้ามเนื้ออ่อนแรงทำงานได้น้อยลง เมื่อขาดน้ำประมาณร้อยละ 4 หากร่างกายมีการสูญเสียน้ำประมาณร้อยละ 10-12 ของน้ำหนักตัว จะทำให้ร่างกายทนต่อความร้อนได้น้อยลง รู้สึกอ่อนเพลีย และถ้าการขาดน้ำเกินร้อยละ 20 ของน้ำหนักตัว ร่างกายจะอยู่ในขั้นอันตรายและจะตายภายในไม่ช้า ในทางตรงกันข้ามผู้ที่ดื่มน้ำมากเกินไป จะทำให้เกิดการคั่งค้างของน้ำภายในร่างกายทำให้ปวดหัว ตามัว และอาจเกิดการชักได้ (สมใจ วิชัยดิษฐ์ , 2536)

2.2 ประวัติการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

น้ำดื่มบรรจุขวด คือ น้ำที่ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้มีความสะอาดปราศจากเชื้อโรคและสารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกาย อีกทั้งยังปราศจากสีและกลิ่น ตลอดจนมีรสชาติที่ควรดื่ม น้ำดื่มบรจุขวดที่กล่าวถึงนี้ไม่ได้หมายรวมไปถึงน้ำกลั่น น้ำอัดลม น้ำหวานชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในท้องตลาด หรืออาจกล่าวได้ว่าน้ำดื่มบรรจุขวดคือน้ำกรองเพื่อการบริโภคนั่นเอง ซึ่งไม่ใช่น้ำกลั่นอย่างที่บางท่านเข้าใจสับสนอยู่ในขณะนี้

เมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา สตรีชาวอเมริกันคนหนึ่งชื่อ North ได้เดินทางมาท่องเที่ยวในเมืองไทย ขณะที่เดินเที่ยวก็เกิดความกระหายน้ำขึ้นมาจึงเรียกหาน้ำดื่ม แต่ก็ต้องประสบกับความแปลกใจอย่างมากที่ปรากฏว่ามีเพียงน้ำประปาและน้ำโซดาเท่านั้น สำหรับชาวต่างประเทศน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประปาจัดว่ายังไม่สะอาดพอสำหรับดื่มได้ทันที เธอจึงเลือกน้ำโซดา เธอมีความประหลาดใจมากว่าทำไมเมืองไทยจึงไม่ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดออกขาย เพราะธุรกิจด้านนี้สามารถทำกำไรได้อย่างมากทีเดียว

เมื่อเธอเดินทางกลับสหรัฐอเมริกาไม่นานต่อมา เธอได้เดินทางมาเมืองไทยอีกครั้ง คราวนี้ไม่ใช่ฐานะนักท่องเที่ยวอีกแล้ว แต่ได้มาพร้อมกับธุรกิจน้ำดื่มบรรจุขวด โดยเริ่มแรกได้ทำการสำรวจหาแหล่งที่เหมาะสมสำหรับสร้างบ่อน้ำ และสถานที่ตั้งโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ซึ่งพบว่าเขตนนทบุรีเป็นสถานที่เหมาะสม ได้ตั้งชื่อบริษัทของตนว่า North Star Ltd. หรือ บริษัทดาราเหนือ จำกัด ผลิตน้ำดื่มภายใต้ชื่อเครื่องหมายการค้าว่า POLARIS อันเป็นชื่อที่คนรุ่นต่อ ๆมาใช้เรียกหาน้ำดื่มบรรจุขวด แม้จะไม่ได้หมายความถึงน้ำดื่มบรรจุขวดจากบริษัทนี้ก็ตาม และนับได้ว่าปีพ.ศ. 2499 เป็นปีกำเนิดของธุรกิจน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทย

ในระยะแรกเริ่ม ตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด จำกัดอยู่ที่นักท่องเที่ยว โรงแรม ภัตตาคาร ด้วยเหตุว่าคนไทยทั่ว ๆไปยังถือว่าน้ำดื่มบรรจุขวดเป็นสินค้าฟุ่มเฟือย ยังนิยมดื่มน้ำต้ม น้ำประปา หรือน้ำฝน ซึ่งแทบจะไม่มีราคาค่างวดเท่าใดนัก

จนกระทั่งราวปลายทศวรรษที่ 1960 เมื่อทหารอเมริกันในเวียดนามได้เดินทางเข้ามาพำนักในประเทศไทยเป็นเวลานาน ทำให้ความต้องการน้ำดื่มบรรจุขวดเพิ่มสูงขึ้น น้ำดื่มบรรจุขวดจึงกลายเป็นธุรกิจที่ได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดรายใหม่ๆ ก็ยังคงพยายามเลียนแบบ POLARIS เช่น ใช้ขวดที่สั่งจากบรษัทเดียวกันคือ Beri Jucker การออกแบบเครื่องหมายการค้า หรือแม้กระทั่งตัวพิมพ์ให้มีลักษณะที่คล้ายกัน เป็นต้น

กิจการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดได้เติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อประมาณ 5 ปีที่ผ่านมา อันเป็นผลมาจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของธุรกิจหมู่บ้านจัดสรร ด้วยเหตุว่าหมู่บ้านจัดสรรส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในถิ่นที่ห่างไกลจากตัวเมือง หลายแห่งยังไม่มีน้ำประปาใช้ บางแห่งน้ำบาดาลที่ใช้ก็มีความกระด้างมาก จึงต้องอาศัยน้ำดื่มบรรจุขวดซึ่งนับว่าเป็นน้ำดื่มที่สะอาดพอสำหรับบริโภค และจากการที่ความต้องการน้ำดื่มบรรจุขวดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้มีผู้ผลิตรายใหม่เข้ามาสู่ธุรกิจนี้มากมาย ทั้งที่เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่ใช้กรรมวิธีซับซ้อน จนถึงผู้ผลิตรายเล็กประกอบธุรกิจในครอบครัว อาศัยกรรมวิธีการผลิตอย่างง่ายๆ

ผลการสำรวจในปีพ.ศ. 2523 พบว่ามีผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดอยู่ 51 ราย โดยไม่รวมถึงผู้ผลิตที่เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ด้วยเหตุว่ากิจการเหล่านี้ไม่ได้จดทะเบียนที่กระทรวงอุตสาหกรรม ทำให้ไม่สามารถทราบจำนวนที่แน่แนนอนได้ จากจำนวน 51 รายนี้ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กิจการที่จดทะเบียนที่กระทรวงอุตสาหกรรม (เข้าข่ายโรงงานอุตสาหกรรม) และผ่านการตรวจสอบจากกองควบคุมอาหาร มีจำนวน 17 ราย

2. กิจการที่จดทะเบียนที่กระทรวงอุตสาหกรรม (เข้าข่ายโรงงานอุตสาหกรรม) แต่ไม่ผ่านการตรวจสอบจากกองควบคุมอาหาร มีจำนวน 12 ราย

3. กิจการที่ไม่จดทะเบียนที่กระทรวงอุตสาหกรรม (ไม่เข้าข่ายโรงงานอุตสาหกรรม) แต่ผ่านการตรวจสอบจากกองควบคุมอาหาร มีจำนวน 22 ราย

เมื่อพิจารณาในด้านสถานที่ตั้ง ในบรรดา 51 รายนี้โรงงานตั้งอยู่ในกรุงเทพ 13 แห่ง เชียงใหม่ 6 แห่ง นครราชสีมา 5 แห่ง อุดรธานี 3 แห่ง สุรินทร์ 3 แห่ง และจังหวัดอื่นๆ รวม 15 แห่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่า แหล่งผลิตที่สำคัญยังคงอยู่ในกรุงเทพ ฯ อาจด้วยสาเหตุที่สำคัญ คือ ตลาดหลักของน้ำดื่มบรรจุขวดอยู่ที่ผู้บริโภคในกรุงเทพ ฯ และยังสามารถจัดส่งไปจำหน่ายในจังหวัดใกล้เคียงได้

ในจำนวนผู้ผลิตทั้งหมด มีผู้ผลิตรายใหญ่ 2 รายคือ บริษัทคาราเหนือ จำกัด ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดภายใต้ชื่อเครื่องหมายการค้าว่า POLARIS มีสาขาทั้งหมด 3 แห่งด้วยกันคือ ที่พัทยา นนทบุรีและเชียงใหม่ และบริษัทกรุงเทพ ฯน้ำกลั่นบริการ จำกัด เครื่องหมายการค้าที่ใช้ คือ FUJI Mซึ่งจากเปิดเผยของผู้ผลิตรายใหญ่ คาดว่าบริษัททั้งสองนี้มีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 49 และร้อยละ 31 ตามลำดับ ส่วนอีกร้อยละ 20 เป็นของผู้ผลิตรายอื่นๆ

โครงสร้างตลาดของผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก จวบจนกระทั่งปลายปี 2525 ปรากฏการณ์ที่คิดว่าจะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตลาดเดิม คือ การเข้ามาในธุรกิจนี้ของผู้ผลิตรายใหญ่ 3 รายที่สำคัญ คือ

1. บริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัดซึ่งเป็นผู้นำรายหนึ่งในธุรกิจน้ำอัดลม เข้ามาสู่ตลาดน้ำดื่มบรรจุขวด มีเครื่องหมายการค้าว่า น้ำทิพย์

2. บริษัทบุญรอดบริวเวอรี่ จำกัดซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตและผู้จำหน่ายสุรา และเบียร์ตราสิงห์ ผลิตน้ำดื่ม น้ำสิงห์

3. กลุ่มเกียรตินาคิน ผลิตน้ำดื่ม คูล-ริช ในนามของบริษัทชลาพรรณซึ่งเดิมเป็นบริษัทจำหน่ายสุรา และถือหุ้นในบริษัทน้ำตาลตะวันออก และบริษัทสุราตะวันออก

ด้วยเหตุว่าผู้ผลิตรายใหญ่ทั้ง 3 นี้ ล้วนเป็นผู้นำในธุรกิจเครื่องดื่มมาก่อน มีตลาดของผลิตภัณฑ์ของตนในสัดส่วนสูง ดังนั้นการที่หันมาเพิ่มการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด พอจะคาดได้ว่าตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดจะมีแนวโน้มพุ่งขึ้นอย่างแน่นอน และผู้ผลิตทั้ง 3 รายจะต้องพยายามขยายสัดส่วนตลาดของตนเองต่อไปอีก อันจะมีส่วนทำให้โครงสร้างของอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดซึ่งเดิมมี POLARIS และ FUJI M ครองตลาดใหญ่อยู่เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากผู้ผลิตรายใหม่ที่เป็นผู้ผลิตรายใหญ่เข้ามาในธุรกิจนี้จะทำให้โครงสร้างตลาดเปลี่ยนแปลงไปแล้ว การเกิดขึ้นอย่างมากมายของผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดรายย่อยที่เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวก็มีอิทธิพลอยู่เหมือนกัน

ปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า โครงสร้างตลาดของอุตสาหรรรมน้ำดื่มบรรจุขวดค่อนข้างแข่งขันสมบูรณ์ เนื่องจากมีผู้ผลิตจำนวนมาก การเข้ามาประกอบธุรกิจในเส้นทางนี้ก็ทำได้ง่าย โดยอาศัยกรรมวิธีการผลิตแบบการกรองอย่างง่าย ลักษณะของสินค้าคือน้ำดื่มทดแทนกันได้สมบูรณ์ ราคาที่ขายจึงเป็นราคาที่ค่อนข้างแข่งขันคือไม่แตกต่างกันมากนัก เช่น น้ำดื่มบรรจุขวดขนาดบรรจุ 950 ซี.ซี. ราคาลังละ (12ขวด) 12-15 บาท ซึ่งจากการสำรวจพบว่า น้ำดื่มบรรจุขวดจากผู้ผลิตด้วยกรรมวิธีซับซ้อนจะตกในราวลังละ 14-15 บาท โดยเน้นในเรื่องคุณภาพที่รับรองแล้ว ส่วนน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตจากผู้ผลิตรายเล็กจะตกราวลังละ 12-13 บาท สำหรับน้ำดื่มบรรจุถัง ถังละ 6-8 บาท โดยความแตกต่างขึ้นอยู่กับลักษณะการผลิตดังกล่าว การที่ผู้ผลิตรายใหญ่เสนอขายในราคาสูงกว่าผู้ผลิตรายย่อยนั้นอาจด้วยสาเหตุดังนี้ คือ

1. ราคาที่ผู้ผลิตรายใหญ่เสนอขายเป็นราคาแข่งขันแล้วจากกรรมวิธีการผลิตดังกล่าว ในขณะที่ผู้ผลิตรายเล็กเสนอขายราคาต่ำกว่า โดยอาศัยต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า

2. ถ้าหากราคาที่ผู้ผลิตรายใหญ่เสนอขายเป็นราคาที่ยังมีกำไรเกินปกติอยู่ซึ่งสามารถลดลงได้อีกเพื่อแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่น ผู้ผลิตรายใหญ่เองก็อาจไม่ทำการลดราคาสินค้าของตนลงก็ได้ เนื่องจากไม่อาจมั่นใจได้ว่า การลดราคาสินค้าของตนลงแล้ว คู่แข่งขันหรือผู้ผลิตรายอื่นก็อาจลดราคาสินค้าของตนลงด้วย โดยอาศัยต้นทุนที่ต่ำกว่าอันอาจเกิดจากกรรมวิธีการผลิตอย่างง่าย ทำให้รายได้รวมลดลง ในขณะเดียวกันผู้ผลิตรายย่อยก็ไม่พยายามลดราคาสินค้าของตนให้ต่างไปจากราคาที่ผู้ผลิตรายใหญ่เสนอ ด้วยเหตุว่าการที่เสนอขายในราคาต่ำกว่ามาก อาจกลับทำให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกว่าราคาที่ต่ำเนื่องจากคุณภาพที่ต่ำด้วย

สำหรับราคาขายปลีก ตามร้านค้า ร้านอาหาร หรือภัตตาคาร เนื่องจากน้ำดื่มบรรจุขวดไม่ถูกจัดเป็นสินค้าที่ต้องควบคุมราคาขาย ดังนั้นในระดับตลาดดังกล่าว ราคาจึงแตกต่างกันแล้วแต่สถานที่และระดับอำนาจผูกขาดของแต่ละร้านในการเสนอขาย เช่น ตามร้านค้าทั่วๆไป ร้านอาหาร ราคาขายขวดละ (1 ลิตร) 3 บาท ตามภัตตาคารใหญ่ ๆ หรือโรงแรม ราคาขายขวดละ 5-6 บาท

การที่ราคาขายปลีกแตกต่างกันมาก และยังสูงกว่าต้นทุน (ราคาขายส่ง) กว่า 2-3 เท่าตัวนั้น สาเหตุอาจเนื่องมาจาก

1. ต้นทุนอีกรายการหนึ่งที่ผู้ขายต้องเผชิญคือ ค่ามัดจำภาชนะบรรจุตั้งแต่ขวด ลังซึ่งถ้าเป็นขวดแก้วค่ามัดจำลังละ 130 บาท ขวดพลาสติกค่ามัดจำลังละ 100 บาท ลังเปล่าค่ามัดจำ 120 บาทต่อลัง สำหรับชนิดถังถ้าเป็นถังพลาสติก ค่ามัดจำถังละ 60 บาท ถ้าถังแก้วค่ามัดจำถังละ 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาท และลังเปล่าอีก 100 บาท ซึ่งจะเห็นว่าราคาค่ามัดจำภาชนะบรรจุสูงกว่าราคาน้ำดื่มมาก และเป็นต้นทุนรายการหนึ่งที่ผู้ขายต้องรับภาระอยู่

2. ตามร้านอาหารหรือภัตตาคาร น้ำดื่มเป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งในการบริโภคอาหาร และถือเป็นรายการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มประเภทอื่น ยกเว้นน้ำต้ม น้ำประปา ดังนั้นการที่ผู้ขายกำหนดราคาสูงกว่าร้านค้าทั่วไปอีกขวดละ 1-2 บาท ก็ไม่ทำให้ผู้บริโภคลดการบริโภคลง หรือหันไปบริโภคเครื่องดื่มประเภทอื่นซึ่งมีราคาสูงกว่ามากโดยเปรียบเทียบ จึงเปิดโอกาสให้ผู้ขายกำหนดราคาขายไว้สูงกว่าต้นทุนในสัดส่วนที่มากได้

เนื่องจากตลาดผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด เป็นตลาดค่อนข้างแข่งขันสมบูรณ์ในด้านการแข่งขันเพื่อขยายตลาดของผู้ผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ผู้ผลิตรายใหญ่

ในระดับผู้ผลิตรายใหญ่ด้วยกันที่มีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากใช้กรรมวิธีการผลิตซับซ้อน จะแข่งขันกันในด้านการเน้นเรื่องคุณภาพที่เหนือกว่าผู้ผลิตรายย่อย ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมากสำหรับสินค้าบริโภคที่ไม่อาจพิสูจน์คุณภาพได้ด้วยตาเปล่า

2. ผู้ผลิตรายเล็ก

ผู้ผลิตรายเล็กที่ใช้กรรมวิธีการผลิตอย่างง่ายต้นทุนต่ำ สามารถเสนอขายในราคาต่ำกว่าผู้ผลิตรายใหญ่ได้ และมักจะเข้าสู่ตลาดขายส่ง เช่น ร้านค้า ร้านอาหาร ภัตตาคาร ซึ่งไม่ค่อยคำนึงถึงชื่อเสียงของบริษัทผู้ผลิตนัก

การแข่งขันอีกแบบหนึ่งของผู้ผลิตทั้ง 2 ประเภท คือ ทางด้านการบริการต้องมีเจ้าหน้าที่คอยสอบถามความต้องการของลูกค้า บริการส่งถึงลูกค้าทันทีที่ขาดมือซึ่งเป็นสิ่งจูงใจให้ลูกค้าสั่งซื้อสินค้าตลอดไป

อย่างไรก็ตามตลาดระดับผู้บริโภคโดยตรง เช่น ตามภัตตาคารใหญ่ โรงแรมใหญ่ๆ หรือบริษัทต่างๆ ชื่อเสียงของบริษัทผู้ผลิตยังคงมีอิทธิพลต่อปริมาณความต้องการอยู่มาก ดังจะเห็นได้ว่า น้ำดื่ม POLARIS ซึ่งจัดว่ามีราคาสูงกว่าน้ำดื่มจากบริษัทผู้ผลิตรายอื่นแต่ยังคงรักษาสัดส่วนการตลาดใหญ่ไว้ได้

2.3 กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะปิดสนิท

ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อให้ได้มาตรฐาน ผู้ผลิตจะต้องมีการเตรียมการและการจัดการที่ดีตั้งแต่การออกแบบและจัดสร้างตัวอาคารผลิต ต้องมีการแบ่งบริเวณการใช้งานที่ชัดเจนถูกต้องตามวัตถุประสงค์และใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม มีการจัดหาเครื่องจักร อุปกรณ์การผลิตที่พอเพียง และเหมาะสมทั้งในเรื่องของการใช้งานรวมถึงการรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสะอาด มีการจัดเตรียมและรักษาคุณภาพของวัตถุดิบ เช่น น้ำดิบ ภาชนะบรรจุ สารเคมีที่ใช้ มีการจัดการในกระบวนการผลิตให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและการสุขาภิบาล มีการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้บริโภค สำหรับกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทโดยทั่วไปสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

2.3.1 กระบวนการจัดเตรียมและปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

แหล่งน้ำธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำผิวดิน (surface water) ได้แก่ น้ำในทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาป หนอง บึง ซึ่งน้ำประเภทนี้จะมีคุณภาพไม่เหมาะสมที่จะนำมาบริโภคในทันที เนื่องจากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และมีคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมีที่ไม่เหมาะสม โดยคุณภาพของน้ำจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งแวดล้อมและพื้นที่ที่น้ำไหลผ่าน แหล่งที่สอง คือ แหล่งน้ำใต้ดิน (ground water) ได้แก่ น้ำบาดาล น้ำพุธรรมชาติ ซึ่งน้ำประเภทนี้ในบางแหล่งจะมีคุณภาพที่สามารถใช้บริโภคได้ แต่ในบางแหล่งจะมีปัญหาในเรื่องของแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมากทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม และสำนักงานสาธรณสุขจังหวัดทั่วประเทศ ได้ทำการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคจากแหล่งต่างๆ คือ ประปาขนาดใหญ่ ประปาขนาดกลาง ประปาขนาดเล็ก บ่อบาดาล และบ่อตื้น ทั่วประเทศ ยกเว้นกรุงเทพมหานคร โดยสำรวจคุณภาพในแง่กายภาพ เคมีและแบคทีเรีย พบว่าน้ำดื่มจากแหล่งน้ำเหล่านี้ประมาณร้อยละ 80 ไม่ได้มาตรฐาน แม้แต่ในกรณีน้ำประปาขนาดใหญ่ซึ่งมีเพียงร้อยละ 27.2 ที่ได้มาตรฐานทั้ง 3 ด้าน (วิสิฐ จะนะสิตและคณะ , 2538)

คุณภาพของน้ำประปาในเขตกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ได้มาตรฐาน ยกเว้นอีกประมาณร้อยละ 8 ที่จ่ายให้ในบางพื้นที่ซึ่งมีน้ำประปาไม่เพียงพอ จึงต้องใช้น้ำบาดาลแทน น้ำบาดาลเหล่านี้มักไม่ได้มาตรฐานทั้งในด้านกายภาพ เคมี และแบคทีเรีย (วิสิฐ จะนะสิตและคณะ , 2538)

สรุปแล้วน้ำบริโภคจากทั้ง 5 แหล่งในชนบท มีเพียงร้อยละ 20 เท่านั้นที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานเหมาะกับการบริโภค ส่วนน้ำประปาในเขตกรุงเทพมหานครประมาณร้อยละ 90 ได้มาตรฐาน (วิสิฐ จะนะสิตและคณะ , 2538)

ดังนั้นในการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้เพื่อผลิตน้ำดื่มจึงจำเป็นจะต้องมีการเตรียมและปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบให้มีความเหมาะสมและได้มาตรฐานซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การเติมอากาศ (aeration)

เป็นกระบวนการที่ทำให้น้ำสัมผัสกับอากาศเพื่อลดปริมาณของก๊าซและสารที่ระเหยได้บางชนิดซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เพื่อลดปริมาณสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสต่าง ๆ ด้วยกระบวนการออกซิเดชั่น การเติมอากาศทำได้หลายวิธี เช่น การทำน้ำให้เป็นแผ่นฟิล์มหรือทำเป็นน้ำตก การทำให้น้ำไหลผ่านเครื่องกีดขวาง การปล่อยให้น้ำไหลผ่านคลองส่งน้ำที่สะอาด การพ่นอากาศลงในน้ำหรือพ่นน้ำให้สัมผัสอากาศ หรือการใช้วิธีต่าง ๆ ร่วมกัน

ข. การกรองขั้นแรก (prefiltration)

เป็นกระบวนการลดความขุ่นและสาหร่ายที่ปะปนมากับน้ำดิบ โดยใช้กรวดหรือเม็ดพลาสติกเป็นสารกรอง ซึ่งเมื่อน้ำผ่านเข้าไปในสารกรอง ช่องว่างระหว่างสารกรองจะทำหน้าที่เสมือนเป็นถังตกตะกอน ความเร็วในการไหลของน้ำจะลดลงทำให้เกิดการตกตะกอนของอนุภาคขนาดใหญ่ในช่องว่างระหว่างสารกรอง นอกจากนี้จุลินทรีย์ในธรรมชาติบางชนิดจะสร้างเมือกเป็นชั้นบาง ๆ จับอยู่ที่สารกรอง ซึ่งเมือกนี้จะสามารถจับติดพวกอนุภาคเล็ก ๆ และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ติดมากับน้ำดิบไว้ด้วย โดยประสิทธิภาพของการกรองจะขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำที่กรอง อัตราของการกรอง คุณสมบัติ และความหนาของสารกรอง

ค. การตกตะกอน (sedimentation)

การตกตะกอนโดยวิธีธรรมชาติเป็นกระบวนการตกตะกอนของแข็ง และอนุภาคของแข็งที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากที่แขวนลอยอยู่ในน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกระบวนการทางเคมี โดยการทำให้น้ำมีความเร็วต่ำลง และไหลราบเรียบขึ้นกว่าเดิม จนเกิดการแยกตัวของสิ่งแขวนลอยกับน้ำด้วยแรงดึงดูดของโลกทำให้ได้น้ำใสและตะกอน ซึ่งขั้นตอนนี้อาจทำในถังตกตะกอนหรือบ่อตกอนกรีต

การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี (coagulation and flocculation) เป็นขบวนการกำจัดอนุภาคขนาดเล็กมาก ๆ เช่น คอลลอยด์ ซึ่งไม่สามารถตกตะกอนได้โดยวิธีธรรมชาติต้องอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างคอลลอยด์และสารเคมีที่เติมลงไป เนื่องจากอนุภาคแขวนลอยในน้ำส่วนใหญ่จะมีประจุเป็นลบอยู่ที่ผิวทำให้อนุภาคเหล่านี้เกิดแรงผลักกันเองเพราะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน เรียกแรงผลักกันของอนุภาคนี้ว่า zeta potential ในขณะเดียวกันจะมีแรงอีกชนิดหนึ่งที่ดึงอนุภาคเหล่านี้ให้เข้าหากันเรียกว่าแรง van der waals ดังนั้นการเติมสารเคมีลงไปในน้ำก็เพื่อไปลดค่า zeta potential ลง ทำให้อนุภาคเล็ก ๆ สามารถมารวมตัวกันจนเกิดเป็นกลุ่มตะกอน จากนั้นกลุ่มตะกอนจะรวมตัวกันใหญ่ขึ้นมีน้ำหนักมากขึ้นและตกตะกอนลงมา ซึ่งการตกตะกอนโดยใช้สารเคมีบางชนิดอาจช่วยแก้ปัญหาเรื่องความกระด้างของน้ำได้ด้วย สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aluminium sulfate, sodium aluminate, iron salt, copper sulfate โดยอาจใช้สารเคมีเพียงชนิดใด ชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดร่วมกัน

2.3.2 กระบวนการกรอง (filtration)

เป็นกระบวนการทำให้น้ำใสในขั้นตอนสุดท้ายและเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการกำจัดของแข็งแขวนลอย อนุมูลและอิออนต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ นอกจากนี้ยังอาจช่วยในการแยกจุลินทรีย์บางชนิดออกจากน้ำด้วย ซึ่งการกรองจะเป็นการเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยในน้ำมาไว้บนสารกรองหรือช่องว่างระหว่างสารกรอง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการกรองและการเลือกใช้สารกรองได้แก่ ลักษณะของน้ำดิบและการเตรียมน้ำก่อนการกรอง ขนาดของสารกรอง ความหนาของชั้นกรอง อัตราและช่วงเวลาการกรอง การล้างสารกรอง สารกรองที่นิยมใช้มีหลายชนิด เช่น

- กรวดและทราย โดยให้น้ำไหลผ่านชั้นกรองกรวดและทรายที่เรียงตามขนาดภายในถังเป็นการกรองขั้นแรกก่อนผ่านสู่การกรองขั้นต่อไป สารกรองนี้จะช่วยกำจัดพวกดิน ทราย ตะกอนต่าง ๆที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยกรวดและทรายที่นำมาใช้จะต้องทำความสะอาดและกำจัดหินปูนภายนอกออกเสียก่อน

- ผงถ่าน เป็นผงถ่านที่ได้ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และลดความดันมาเป็นพิเศษ มีคุณสมบัติในการดูดซับสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น สี กลิ่น รส และก๊าซที่เจือปนอยู่ในน้ำไว้ในรูพรุนจำนวนมากที่พื้นผิว นอกจากนี้ผงถ่านยังช่วยดูดซับคลอรีนอิสระและสารประกอบคลอรีนไว้อีกด้วย

- ไส้กรอง ไส้กรองที่นิยมใช้มี 2 ชนิด ชนิดแรก คือ ไส้กรองเซรามิค ทำจากเซรามิคที่มีรูพรุนขนาด 0.2-3.0 ไมครอน มีประสิทธิภาพในการกรองสิ่งเจือปนขนาดเล็กมาก ๆ ได้ดี ชนิดที่สอง คือไส้กรองใยสังเคราะห์ทำจากโพลีเอสเทอร์ซึ่งมีรูพรุนใหญ่กว่าไส้กรองเซรามิค โดยไส้กรองใยสังเคราะห์มักทำด้วยไนลอน เซลลูโลสอะซิเตต กระดาษและผ้า

- แอนทราไซด์และแมงกานีส มีคุณสมบัติในการกำจัดสนิม ตะกั่ว กำมะถัน สังกะสี ตะกอน และความขุ่นในน้ำ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่ดีกว่ากรวดและทรายคือจะไม่มีซิลิกาออกมากับน้ำที่กรอง

- เรซิน เป็นสารสังเคราะห์ที่สามารถใช้กรองน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อนได้โดยเรซินจะทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนอนุมูลแคลเซียมและแมกนีเซียมจากน้ำ นอกจากนี้ยังใช้ในการจำกัดอนุมูลเหล็ก แมงกานีส และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไดอะตอมมาเซียสเอิร์ท เป็นสารผงที่ได้จากซากของไดอะตอมซึ่งเป็นแพลงก์ตอนในน้ำ มีประสิทธิภาพในการกรองตะกอนต่าง ๆ และแบคทีเรียได้ แต่น้ำที่จะใช้กรองต้องมีความขุ่นไม่เกิน 200 ส่วนในล้านส่วน (พงษ์เทพ วิไลพันธ์ ,2541)

เครื่องกรองน้ำอาจแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ที่แต่ละส่วนมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำให้เหมาะสมสำหรับใช้บริโภคได้ ส่วนประกอบของเครื่องกรองน้ำที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ทำหน้าที่ ดูดซับ กลิ่น สี และรส ที่เกิดจากสิ่งเจือปนในน้ำ ประกอบด้วยคอลัมน์รูปทรงกระบอก และทำด้วยวัสดุที่ไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ เช่น เหล็ก สเตนเลส หรือ พลาสติก เป็นต้น ภายในคอลัมน์จะเป็นไส้กรองที่บรรจุด้วย ผงถ่านกัมมันต์ ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดซับสารที่ทำให้เกิดกลิ่น สี และรสให้หมดไป นอกจากนี้ผงถ่านยังสามารถช่วยจับตะกอนขนาดเล็กที่ปนเปื้อนมากับน้ำได้ อย่างไรก็ตามน้ำที่จะปล่อยผ่านลงไปในคอลัมน์นี้ไม่ควรเป็นน้ำร้อน เพราะความร้อนอาจทำลายความสามารถในการดูดซับของผงถ่าน ทั้งยังอาจทำให้สารที่มีกลิ่นหลุดออกจากผงถ่านอีกด้วย อายุการใช้งานของไส้กรองขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ทำให้เกิดกลิ่น สี และรสในน้ำที่ผ่าน ถ้ามีมากอาจต้องเปลี่ยนไส้กรองบ่อยครั้งขึ้น แต่ปกติควรเปลี่ยนไส้กรองปีละ 2 ครั้ง (ประเทศ สูตะบุตร , 2532)

น้ำที่ผ่านขั้นตอนนี้มาแล้วจะเป็นน้ำที่ใสปราศจากกลิ่น และรส แต่ก็ยังประกอบด้วยเกลือแร่และจุลินทรีย์ เกลือแร่ที่สำคัญที่ทำให้น้ำเกิดความกระด้าง คือ เกลือแคลเซียมและเกลือของแมกนีเซียม เกลือเหล่านี้ถ้าสะสมในร่างกายมาก ๆ จะทำให้เป็นโรคนิ่วได้ เพื่อกำจัดเกลือแร่เหล่านี้ต้องนำน้ำที่ผ่านขั้นตอนที่ 1 ส่งต่อไปยังส่วนที่ 2 ของเครื่องกรองด้วยอัตราการไหล 3-10 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที

2. ส่วนที่ทำหน้าที่ลดความกระด้างของน้ำ ประกอบด้วยคอลัมน์ที่บรรจุเม็ดโพลิเมอร์หรือที่เรียกว่าเรซิน ซึ่งเป็นของแข็งที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่ไม่ซับซ้อนและไม่ละลายในตัวทำละลายทั่วๆ ไป ทำหน้าที่จับเกลือแคลเซียม และเกลือแมกนีเซียมที่เป็นเหตุให้น้ำกระด้างไว้ได้ พร้อมทั้งเปลี่ยนให้โซเดียมซึ่งมีอยู่ในเรซินออกไปอยู่ในน้ำแทน ดังนั้น น้ำที่ผ่านกระบวนการนี้จึงมีคุณสมบัติเป็นน้ำอ่อน

นอกจากเรซินจะสามารถจับเอาเกลือแร่ที่ทำให้เกิดการกระด้างไว้แล้ว เรซินยังสามารถจับเอาสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในน้ำได้ด้วย โดยเรซินที่ใช้ในเครื่องกรองน้ำดื่มที่ติดตั้งตามบ้าน ส่วนใหญ่จะใช้เรซินที่จับสารที่มีประจุบวก ได้แก่ เหล็กอิออน ตะกั่วอิออน แบเรียมอิออน แคดเมียมอิออน ทองแดงอิออน แมงกานีสอิออน ซีลิเนียมอิออน เงินอิออนและสังกะสีอิออน ฯลฯ ส่วนเรซินที่ใช้ในการผลิตน้ำเพื่อการจำหน่ายเป็นน้ำดื่ม โรงงานผลิตมักเลือกใช้เรซินที่จับสารที่มีประจุลบด้วย ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจับ คลอไรด์อิออน ซัลเฟตอิออน ฟลูออไรด์อิออน และไนเตรตอิออนซึ่งน้ำที่ได้จะสะอาดกว่าเครื่องกรองน้ำที่ติดตั้งตามบ้าน (ประเทศ สูตะบุตร , 2532)

เมื่อใช้เรซินนานไปจนหมดสภาพในการจับแคลเซียมและแมกนีเซียมได้ ผู้ใช้เครื่องกรองต้องทำให้เรซินคืนสภาพโดยดึงเอาแคลเซียมและแมกนีเซียมออก ขณะเดียวกันก็เติมโซเดียมเข้าไปในเรซินใหม่ การคืนสภาพทำได้โดยล้างเรซินด้วยสารละลายเกลือแกงก็จะได้เรซินที่สามารถนำมาใช้งานได้ตามเดิม จากนั้นจึงล้างเรซินด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้งเพื่อไล่สารละลายเกลือแกงที่ตกค้างอยู่

สำหรับเรซินที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำกรองนั้น วิธีการคืนสภาพจะยุ่งยากกว่า และมีอันตรายกว่าเรซินที่ใช้สำหรับเครื่องกรองน้ำที่ติดตั้งตามบ้าน กล่าวคือใช้กรดและด่างเป็นตัวล้างเรซินชนิดนี้จึงไม่เหมาะสำหรับใช้ตามบ้าน (ประเทศ สูตะบุตร , 2532)

การตรวจสอบคุณสมบัติของเรซินทำได้โดย ตวงน้ำที่ใช้ทดสอบด้วยกระบอกตวง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในแก้วน้ำที่สะอาด เติมอิริโอโครมแบลคทีลงไปเล็กน้อย แล้วเติมสารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 ลงไป 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วมองดูสีของน้ำ ถ้าน้ำที่ได้มีสีน้ำเงินแสดงว่าเป็นน้ำที่ดีเรซินยังใช้งานได้อยู่ แต่ถ้าเป็นสีบานเย็นต้องค่อย ๆ เติมสารละลายอีดีทีเอลงไปทีละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนกว่าสีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

ปริมาณสารละลายอีดีทีเอไม่ควรเกิน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณสารละลายอีดีทีเอที่ใช้จะเป็นตัวชี้บอกคร่าว ๆ ว่าน้ำที่นำมาทดสอบมีปริมาณสารที่ทำให้น้ำเกิดความกระด้างเท่าไร โดย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะประมาณเท่ากับ 20 มิลลิกรัมของสารที่ทำให้น้ำกระด้างต่อน้ำ 1 ลิตร ถ้าใช้สารละลายอีดีทีเอเกินกว่า 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แสดงว่าน้ำที่นำมาทดสอบมีปริมาณความกระด้างเกินกว่ามาตรฐานคือเกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสมควรที่จะนำเรซินมาคืนสภาพได้แล้ว เมื่อล้างเรซินด้วยสารละลายเกลือแกงหรือกรดและด่างแล้วจึงนำน้ำนั้นมาทดสอบอีกครั้ง ซึ่งน้ำที่ผ่านการล้างเรซินแล้วไม่ควรใช้สารละลายอีดีทีเอเกินกว่า 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าล้างแล้วยังมากกว่า 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แสดงว่าเรซินนี้ไม่สามารถจับเกลือแร่ได้แล้วควรเปลี่ยนเรซินใหม่ (ประเทศ สูตะบุตร , 2532)

3. ส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดจุลินทรีย์ เราสามารถกำจัดจุลินทรีย์ได้หลายวิธี ได้แก่ การฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอุลตราไวโอเลต การกรองด้วยไมโครฟิลเตอร์ การใช้โอโซน เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 กระบวนการฆ่าเชื้อ

เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการทำให้น้ำดื่มปราศจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งกระบวนการฆ่าเชื้อในการผลิตน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทมีด้วยกันหลายวิธี การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับงบประมาณค่าใช้จ่าย คุณภาพน้ำดิบ ปริมาณการผลิต ฯลฯ ซึ่งกระบวนการฆ่าเชื้อที่นิยมใช้ ได้แก่

ก. การใช้ไส้กรองจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่ใช้กรองแบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย เป็นไส้กรองที่ทำจากเซรามิคที่มีขนาดของรูกรองประมาณ 1 ไมครอน และมีธาตุเงินซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าจุลินทรีย์ผสมอยู่ แต่ไส้กรองนี้จะมีการอุดตันได้ง่ายและต้องมีการล้างไส้กรองด้วยน้ำที่สะอาดอยู่เป็นประจำ

ข. การใช้แสงอุลตราไวโอเลต เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 150-3,900 อังสตรอม แต่ความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการทำลายจุลินทรีย์จะอยู่ที่ 2,650 อังสตรอม โดยแสงอุลตราไวโอเลตจะทำลายและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดนิวคลีอิคภายในเซลล์ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์ผิดปกติไปและทำให้เซลล์จุลินทรีย์ตายในที่สุด การใช้แสงชนิดนี้จะต้องใช้ในความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 35,000 ไมโครวัตต์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อัตราการไหลของน้ำไม่เกิน 50 แกลลอนต่อนาที และมีความหนาของฟิล์มน้ำไม่เกิน 1 เซนติเมตร โดยต้องมีการอุ่นไส้หลอดก่อนการใช้งานอย่างน้อย 2 นาที ซึ่งต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของหลอดและเปลี่ยนหลอดตามอายุการใช้งานที่กำหนด

ค. การใช้ก๊าซโอโซน โดยการผสมก๊าซโอโซนกับน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อภายในภาชนะหรือถังที่เป็นระบบปิดในความเข้มข้น 0.1 ส่วนในล้านส่วนและมีระยะเวลาสัมผัสอย่างน้อย 5 นาที ซึ่งโอโซนจะเกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าแรงสูงระหว่างขั้วอิเลคโทรดแล้วได้เป็นก๊าซโอโซนออกมา โอโซนเป็นสารออกซิไดส์ที่มีอนุภาพรุนแรงในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยในการกำจัด สี กลิ่น รส ในน้ำได้อีกด้วย

ง. การใช้คลอรีนและสารประกอบคลอรีน เป็นสารฆ่าเชื้อโรคที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย โดยเฉพาะในการผลิตน้ำประปาและน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ โดยนิยมใช้กันในรูปของก๊าซคลอรีนและสารประกอบคลอรีน เช่น Calcium hypochloride, sodium hypochlorite ซึ่งเมื่อคลอรีนละลายน้ำจะเกิดการแตกตัวได้เป็นกรดไฮโปรคลอรัส (HOCl) และกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งกรดไฮโปคลอรัสเป็นรูปแบบของคลอรีนอิสระตกค้างที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีที่สุด ดังนั้น ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของคลอรีนและสารประกอบคลอรีนจึงขึ้นอยู่กับปริมาณกรดไฮโปคลอรัสที่เกิดขึ้น โดยปกติในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำจะให้มีความเข้มข้นของคลอรีนอิสระตกค้าง 0.2-0.5 ส่วนในล้านส่วน โดยให้มีระยะเวลาสัมผัสกับน้ำไม่น้อยกว่า 30 นาที แต่ตามธรรมชาติในน้ำจะยังคงมีอนุมูลธาตุและสารประกอบอื่น ๆ อยู่ ถึงแม้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นจะผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาแล้วก็ตาม ทำให้คลอรีนที่เติมลงไปในน้ำบางส่วนจะเกิดปฏิกิริยากับสารตกค้างดังกล่าวก่อนจะเกิดเป็นคลอรีนอิสระตกค้าง ดังนั้น ในการคำนวณปริมาณคลอรีนที่ใช้จึงจะต้องคำนึงถึงข้อนี้ด้วยซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของคลอรีนในการทำลายจุลินทรีย์ได้แก่ ความเข้มข้นของคลอรีน เวลาสัมผัส อุณหภูมิ pH และสารเจือปนในน้ำ ซึ่งคลอรีนนอกจากใช้ทำลายจุลินทรีย์ในน้ำแล้วยังช่วยทำลายจุลินทรีย์ในถังเก็บน้ำและท่อส่งน้ำ รวมถึงการควบคุมรสและกลิ่นของน้ำได้อีกด้วย

2.3.4 กระบวนการบรรจุ

หลังจากกระบวนการฆ่าเชื้อแล้วน้ำจะถูกบรรจุลงในภาชนะที่ต้องการซึ่งอาจจะเป็นขวดพลาสติก ขวดแก้ว กระป๋อง ถุงพลาสติก แก้วพลาสติก ฯลฯ ด้วยคนงาน เครื่องบรรจุแบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติซึ่งขั้นตอนนี้จะมีความสำคัญมาก เพราะถ้ามีการจัดการและการควบคุมที่ไม่ดีจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะจุลินทรีย์เข้าไปในน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว โดยสิ่งที่ผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงและควบคุมเป็นพิเศษได้แก่ ภาชนะบรรจุ ห้องบรรจุ ระบบท่อส่งน้ำ เครื่องบรรจุและอุปกรณ์อื่น ๆ รวมถึงสุขลักษณะของคนงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะต้องถูกควบคุมอย่างเข้มงวดในเรื่องการล้างทำความสะอาด การเก็บรักษา การฆ่าเชื้อโรค และการจัดการให้ถูกสุขลักษณะตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต

2.3.5 กระบวนการควบคุมคุณภาพ

ในกระบวนการผลิตที่จะให้มั่นใจได้ว่าสินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานและมีความสม่ำเสมอ ผู้ผลิตจะต้องมีการนำเอาระบบคุณภาพเข้ามาใช้ซึ่งอาจเป็นการควบคุมและ/หรือการประกันคุณภาพ เช่น Good Manufacturing Practice (GMP), Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), ISO 9000, Total Quality Management (TQM) ฯลฯ

สำหรับการควบคุมคุณภาพของโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังคงใช้ระบบการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นหลักโดยการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ซึ่งการตรวจสอบอาจจะตรวจสอบโดยห้องปฏิบัติการของทางราชการและเอกชนเป็นผู้ตรวจวิเคราะห์ให้ สำหรับขั้นตอนและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทนั้นห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะใช้วิธีการมาตรฐานตามที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ดังนี้

(1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค (มอก. 257-2)

(2) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) Official Methods of Analysis ของ Association of official Analytical Chemists (AOAC)

สำหรับมาตรฐานน้ำสะอาดที่เป็นที่ยอมรับมีอยู่ด้วยกันหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานองค์การอนามัยโลก มาตรฐานของ Codex Alimentarius Commission มาตรฐานกองอนามัยสิ่งแวดล้อม และมาตรฐานของการประปานครหลวง

ส่วนหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับมาตรฐานการผลิตรวมถึงการกำหนดคุณภาพและเกณฑ์มาตฐานที่เกี่ยวกับน้ำบริโภคในประเทศไทยมีอยู่ 2 หน่วยงาน คือ

(1) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค (มอก. 257-1) เมื่อปี พ.ศ. 2521

(2) กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ทั้ง 2 มาตรฐานได้กำหนดคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำที่เหมาะแก่การบริโภคไว้แต่มีรายละเอียดที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย

นอกจากนี้กรมวิทยาศาสตร์บริการยึดถือวิธีวิเคราะห์ตามเอกสารต่อไปนี้

1.) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 18 th ed. Washington, DC: Americh Public Health Association, 1992

2.) American Society for Testing and Material, Annual Book of ASTM Standards Section 11 Volume 11.01, 11.02 Philadelphia PA: the Society, 1990

เอกสารอ้างอิงทั้ง 2 ชุดนี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก และกรมวิทยาศาสตร์บริการยังได้เข้าร่วมโครงการทดสอบความชำนาญในการวิเคราะห์ NATA Waters Proficiency Testing Programซึ่งจัดโดย National Association of Testing Authorities ประเทศออสเตรเลียโดยทางโครงการฯ ยึดถือวิธีวิเคราะห์ตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18 th ed. (ดุษฎี มั่นความดี, 2538)

การจะตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มให้ได้ผลถูกต้องแม่นยำต้องคำนึงถึงขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การเก็บตัวอย่าง (sample collection)

ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อสภาพตัวอย่างว่าสามารถเป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมดได้ เนื่องจากเราไม่สามารถจะวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งหมดจึงต้องใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เมื่อได้ตัวอย่างที่เหมาะสมแล้วจะต้องมีการบันทึกรายละเอียดข้อมูลของตัวอย่าง เช่น ชนิด ตัวอย่าง สถานที่ และเวลาที่เก็บตัวอย่าง นอกจากนั้นวิธีการชักตัวอย่างน้ำที่บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท ต้องมีหลักเกณฑ์การชักตัวอย่างดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 หลักเกณฑ์การชักตัวอย่าง

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ
ไม่เกิน 3,200	5
3,201 - 10,000	8
10,000 - 35,000	13
35,000 - 150,000	20
150,000 - 500,000	30
500,000 ขึ้นไป	50

หมายเหตุ รุ่น หมายถึง น้ำดื่มที่บรรจุภาชนะเพื่อส่งออก เพื่อจำหน่าย จากถังเก็บเดียวกัน ในวันเดียวกัน การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาให้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทุกตัวอย่างตามจำนวน ขนาด ตัวอย่าง ในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และสารเป็นพิษให้รวมตัวอย่างที่เหลือเข้าด้วยกัน ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 4 ลิตร แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ (ดุษฎี มั่นความดี ,2538)

2. การรักษาคุณภาพตัวอย่าง (sample preservation)

ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ควรกระทำทันทีที่ได้รับตัวอย่าง แต่เนื่องจากมีรายการที่ต้องวิเคราะห์มากจึงไม่สามารถทำได้ทันทุกรายการ จึงต้องมีวิธีการเก็บรักษาคุณภาพตัวอย่างให้อยู่ในสภาพที่ดี มีความเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส และต้องคอยระวังไม่ให้เป็นน้ำแข็ง

3. การเตรียมสารสอบเทียบมาตรฐาน (calibration standard)

สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณต้องมีความบริสุทธิ์สูง และผ่านการเตรียมเพื่อให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมอย่างถูกต้อง ละเอียด รอบคอบ รวมทั้งน้ำกลั่นที่ใช้ ภาชนะต้องสะอาด สารมาตรฐานที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสารละลายมาตรฐานที่ซื้อมาจากบริษัทผู้ผลิตซึ่งควรจะได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ แต่อย่างไรก็ตามควรจะมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับ Certified reference materials (CRMS) ในตัวอย่างประเภทเดียวกัน เพื่อเป็นการประกันคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30611

4. การวิเคราะห์ (analyses)

ต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมสำหรับแต่ละการวิเคราะห์ ซึ่งต้องคำนึงถึงความถูกต้องแม่นยำ และขีดความสามารถของวิธีการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับลักษณะของตัวอย่าง เครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้องเหมาะสมและได้รับการดูแลอย่างดี รวมทั้งผู้วิเคราะห์ต้องมีความระมัดระวังและศึกษาถึงคุณลักษณะของตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์อย่างถูกต้องและรอบคอบ

5. การรายงานผล (results reporting)

ต้องรายงานผลการวิเคราะห์อย่างถูกต้อง และมีนัยสำคัญตามกระบวนการทางสถิติที่เหมาะสม

ข. ข้อกำหนดมาตรฐานสารเจือปนที่มีในน้ำดื่ม

สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำมีหลายชนิดด้วยกันดังนี้

1. สิ่งเจือปนปฐมภูมิ (primary contaminants) เป็นสิ่งเจือปนในน้ำที่มีผลต่อสุขภาพในทางเป็นพิษภัยซึ่งทาง EPA (Environmental Protection Agency) ได้กำหนดเกณฑ์สูงสุดไว้ดังแสดงในตารางที่ 2.2

2. สิ่งเจือปนทุติยภูมิ (secondary contaminants) เป็นสิ่งเจือปนที่ไม่มีพิษภัยต่อสุขภาพ แต่มีผลต่อความรู้สึกไม่น่าดื่มไม่น่าใช้ เช่น สี กลิ่น รส และสารบางชนิดดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 สิ่งเจือปนปฐมภูมิในน้ำดื่ม

สิ่งเจือปน	เกณฑ์กำหนดสูงสุด, ppm
สารหนู	0.05
แบเรียม	1.0
แคดเมียม	0.01
โครเมียม	0.05
ตะกั่ว	0.05
ปรอท	0.002
ไนเตรท	10.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สิ่งเจือปน	เกณฑ์กำหนดสูงสุด, ppm
ซีลีเนียม	0.01
เงิน	0.05
ฟลูออไรด์	1.5
ความขุ่น , NTU	5

ตารางที่ 2.3 สิ่งเจือปนทุติยภูมิในน้ำดื่ม

สิ่งเจือปน	เกณฑ์กำหนดสูงสุด, ppm
คลอไรด์	250
สี	15 Pt-Co scale
ทองแดง	1.0
การกัดกร่อน	Non-corrosive
forming agent	0.5
เหล็ก	0.3
แมงกานีส	0.05
กลิ่น	3 TON
pH	6.5-8.5 TON
ซัล เฟต	250
Total dissolved solid	500
สังกะสี	5

TON = Threshold Odour Number

ตัวเลขเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาวิจัยจากสถาบันที่เชื่อถือได้ในสหรัฐอเมริกาเป็นค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ว่าถ้ามีการบริโภคน้ำดื่มที่มีสิ่งเจือปนเหล่านี้ในปริมาณตามเกณฑ์กำหนดสูงสุดเป็นเวลาติดต่อกันจนตลอดชั่วชีวิตก็ไม่มีความเสี่ยงแต่อย่างใด (ดุษฎี มั่นความดี , 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ผลกระทบของสิ่งเจือปนในน้ำดื่ม

2.4.1 ผลกระทบจากสิ่งเจือปนทางเคมี

ก. ความกระด้างของน้ำ

น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำเมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วทำให้สบู่เกิดฟองได้ยาก สาเหตุที่ทำให้เกิดความกระด้างเนื่องจาก มีเกลือไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) คลอไรด์ (Cl^-) และไนเตรต (NO_3^-) ของธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม น้ำกระด้างเกิดจากน้ำฝนหรือน้ำในดินรวมกับคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นกรดคาร์บอนิกเมื่อไหลผ่านชั้นดินและหินก็จะละลายหินปูน เช่น $CaCO_3$, $MgCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaSO_4$ เป็นต้น ปะปนมากับน้ำ

ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ความกระด้างชั่วคราว (Carbonate hardness)

น้ำกระด้างชนิดนี้เกิดจากเกลือคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมละลายอยู่ น้ำชนิดนี้สามารถแก้ความกระด้างได้โดยการต้ม ดังสมการ

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{ต้ม}} CaCo_3 + H_2O + CO_2$$

2. ความกระด้างถาวร (Non - carbonate hardness)

น้ำกระด้างชนิดนี้เกิดจากเกลือซัลเฟตและคลอไรด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม น้ำชนิดนี้ต้องใช้วิธีทางเคมีที่เรียกว่า Lime-Soda ash Process โดยเติมปูนขาวกับโซดาซักผ้า ทำให้เกลือเหล่านี้ตกตะกอนลงมา

น้ำที่มีความกระด้างปริมาณมากประกอบด้วยเกลือแคลเซียมและเกลือแมกนีเซียม หากมีการสะสมเกลือเหล่านี้ในร่างกายมาก ๆ จะทำให้เป็นโรคนิ่วได้ (World Health Organization, 1984)

ข. สารโลหะหนัก

1. แบเรียม จะรับได้จากอาหารและน้ำดื่ม จะรับเข้าสู่ร่างกายทางอากาศได้น้อย พบว่า อัตราการตายจากโรค cardiovascular เกี่ยวพันกับปริมาณแบเรียมในน้ำดื่ม แต่ผลนี้ยังไม่เป็นที่แน่นอน นอกจากนี้มีการวิจัยพบว่าแบเรียมที่ความเข้มข้นมากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำไม่มีผลให้เกิดโรค cardiovascular แต่ที่แบเรียมความเข้มข้นต่ำในน้ำดื่มทำให้มีการเพิ่มความดันเลือดในหนู (World Health Organization , 1984)

2. โครเมียม มีอยู่มากมายในเปลือกโลกโดยมีประจุ + 2 ไปถึง + 6 ความเข้มข้นรวมของโครเมียมในน้ำดื่มปกติจะน้อยกว่า 2 ไมโครกรัมต่อลิตร แม้ว่าบางครั้งในรายงานมีถึง 120 ไมโครกรัมต่อลิตร (World Health Organization , 1984) อาหารจะเป็นแหล่งสำคัญในการรับโครเมียมเข้าสู่ร่างกาย การดูดซับโครเมียมหลังจากการรับเข้าไปจะเป็นไปได้ช้าและขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะออกซิเดชั่น โครเมียม (VI) จะมีการดูดซับจากการย่อยเร็วกว่า โครเมียม (III) และสามารถเข้าไปใน cellular membranes ได้

จากการศึกษาในหนูโดยการให้โครเมียม (III) ทางปาก พบว่าไม่มีการเพิ่มของเนื้อเยื่อมะเร็ง แต่โครเมียม (VI) เมื่อได้รับทางลมหายใจจะเป็นสารก่อมะเร็ง และยังไม่มีข้อมูลว่าการรับโครเมียม (VI) ทางปากเป็นการก่อมะเร็งซึ่งการก่อมะเร็งของโครเมียม (VI) สามารถลดลงหรือไม่เกิดขึ้นโดย reducing agent เช่น human gastric juice ค่า guid line value ของโครเมียม (III) และโครเมียม (VI) จะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามวิธีการวิเคราะห์จะเป็นการตรวจหาปริมาณโครเมียมทั้งหมด

3. แคดเมียม เป็นสารที่ใช้อย่างกว้างขวางในการผลิตแบตเตอรี่ การปนเปื้อนลงในน้ำดื่มอาจมาจากท่อชุบสังกะสีและการบัดกรี แคดเมียมในน้ำดื่มไม่ควรเกิน 1 ไมโครกรัมต่อลิตร การรับแคดเมียมทางอาหารเป็นแหล่งสำคัญซึ่งเข้าทางปากได้ถึง 10-35 ไมโครกรัม และยังได้รับในรูปควันพิษด้วย แคดเมียมจะมีการสะสมในไตโดยมี Half-life ในคนถึง 10-35 ปี นอกจากนี้ยังพบว่าแคดเมียมเป็นสารก่อมะเร็งด้วย ไตเป็นอวัยวะที่สำคัญในการได้รับความเป็นพิษจากแคดเมียม (World Health Organization , 1984)

4. คอปเปอร์ พบในน้ำดื่มในปริมาณน้อยแต่อาจเพิ่มขึ้นได้ในส่วนของท่อส่งน้ำ คอปเปอร์เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นและได้รับจากอาหารเป็นปกติประมาณ 1-3 มิลลิกรัมต่อวัน ในผู้ใหญ่การดูดซับและการสะสมของคอปเปอร์ขึ้นอยู่กับปริมาณที่รับในแต่ละวัน แต่การสะสมคอปเปอร์ที่มากเกินไปนั้นไม่น่าเป็นไปได้ การระคายเคืองกระเพาะอาหารอย่างมากจะเกิดขึ้นเมื่อมีคอปเปอร์มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเด็กเมตตาบอลิซึมของคอปเปอร์ทำให้ทารกไม่มีการเจริญเติบโต ตับของทารกแรกเกิดมีความจุมากกว่าร้อยละ 90 ของน้ำหนักตัวซึ่งมากกว่าผู้ใหญ่ (World Health Organization , 1984)

5. ไซยาไนด์ ความเป็นพิษโดยเฉียบพลันของไซยาไนด์นั้นจะสูง ไซยาไนด์จะสามารถพบในอาหาร น้ำดื่มและการปนเปื้อนจากการอุตสาหกรรม ไซยาไนด์จะมีผลต่อต่อมไทรอยด์และระบบประสาท จากรายงานพบว่า ปัญหานี้มีระดับลดลงในประชาชนแอฟริกาตะวันตก และค่า guideline value ของไซยาไนด์มีหลายค่า (World Health Organization , 1984)

6. ฟลูออไรด์ มีค่า 0.3 กรัมต่อกิโลกรัมของเปลือกโลก สารประกอบอนินทรีย์ฟลูออไรด์จะถูกใช้ในการผลิตอะลูมิเนียม และฟลูออไรด์จะถูกปล่อยออกในขบวนการผลิตและใช้ phosphate fertilizers ที่ปริมาณฟลูออไรด์มากกว่าร้อยละ 4 ถ้ารับประทานปลาและน้ำชาจะได้รับฟลูออไรด์ปริมาณสูง และอาจรับเข้าร่างกายจากฟลูออไรด์ในยาสีฟัน ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มจะได้รับจากสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติ ปริมาณในน้ำดิบปกติต่ำกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิตร แต่แหล่งน้ำใต้ดินมีประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ปริมาณมาก ฟลูออไรด์จะเติมในน้ำดื่มเพื่อการป้องกันฟันผุ สารละลายฟลูออไรด์จะมีการดูดซึมได้เร็วในการย่อยหลังจากการดื่มน้ำ (World Health Organization , 1984)

มีการพบว่าฟลูออไรด์เป็นสารก่อมะเร็งในหนูตัวผู้แต่ไม่เป็นในคน ค่า guideline value ของฟลูออไรด์ คือ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยความเข้มข้นที่มากกว่านี้จะมีผลเสี่ยงต่อโรค dental fluorosis และถ้าความเข้มข้นมาก ๆ จะเป็นผลให้เกิด skeletal fluorosis ซึ่งความเข้มข้นนี้จะสูงกว่าการเติมฟลูออไรด์สังเคราะห์ในน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าถ้ารับฟลูออไรด์สูงกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเกิดโรคฟันลาย (Mottled Teeth) ได้ (จุรีย์ บริสุทธนารักษ์ , 2531)ในการกำหนดมาตรฐานทางธรรมชาติของฟลูออไรด์ที่สำคัญ คือ สภาวะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่รับเข้าไปและการรับฟลูออไรด์จากแหล่งอื่น ในพื้นที่ที่มีปริมาณฟลูออไรด์ในธรรมชาติสูงจะเป็นการยากในการกำหนดค่า guide line (World Health Organization , 1984)

7. ไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือแก๊สไข่เน่า พบในน้ำดื่มค่อนข้างน้อย เพราะซัลไฟด์จะถูกออกซิไดส์ในน้ำที่มีออกซิเจนมาก พิษต่อมนุษย์ของไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเป็นในรูปก๊าซส่วนมาก โดยมีการระคายเคืองตาที่ความเข้มข้นมากกว่า 15-30 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไฮโดยเจนซัลไฟด์จะไม่มีผลต่อรสชาติหรือกลิ่น สี ของน้ำดื่ม (World Health Organization , 1984)

8. เหล็ก เหล็กที่มีในน้ำดื่มอาจจะเป็นผลจากการรวมตะกอนของเหล็กหรือการผุกร่อนของเครื่องมือและท่อเหล็กส่งน้ำ เหล็กเป็นธาตุที่เป็นสารอาหารของคน การประเมินความต้องการต่อวันของเหล็ก ของอายุ เพศ รูปร่าง และความต้องการเหล็กในทางชีวภาพจะอยู่ในช่วง 10-50 มิลลิกรัมต่อวัน ควรมีการระวังในการสะสมเหล็กในร่างกายโดยควรมีการสะสมสูงสุดที่ 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยวัดเหล็กจากทุกแหล่งยกเว้น iron oxide ที่ใช้เป็น coloring agents และเหล็กที่เสริมในระหว่างตั้งครรภ์ หรือเหล็กที่มีความต้องการเป็นพิเศษ โดยแบ่งร้อยละ10 ของเหล็กที่สะสมในแต่ละวันเพื่อให้เป็นเหล็กในน้ำดื่มซึ่งอยู่ที่ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (World Health Organization , 1984) แต่ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไปจะสะสมที่ตับทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้ (จุรีย์ บริสุทธนารักษ์,2531)

9. ไนเตรตและไนไตร์ ผักเป็นแหล่งสำคัญของไนเตรตเมื่อระดับไนเตรตในน้ำดื่มต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อระดับไนเตรตในน้ำดื่มเพิ่มขึ้นถึง 50 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำดื่มจะเป็นแหล่งไนเตรตที่สำคัญ จากการทดลองพบว่าทั้งไนเตรตและไนไตร์ไม่ได้เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ แต่บางส่วนจะเกี่ยวกับการเพิ่มความเสี่ยงของโรคมะเร็งในมนุษย์จากรูปแบบ andogenous และ exogenous ของ N-nitroso compoundsซึ่งมีหลายตัวที่เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ (World Health Organization , 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาและอันตรายของไนเตรตในน้ำดื่มที่มีต่อสุขภาพเป็นปัญหาใหม่ซึ่งมีผู้รู้และให้ความสนใจน้อยกว่าปัญหาการปนเปื้อนของ PCB และโลหะหนักในน้ำ อย่างไรก็ตามปัญหาการปนเปื้อนของไนเตรตจะเป็นปัญหาที่ใหญ่กว่า เพราะไนเตรตในน้ำดื่มจะมีผลต่อสุขภาพโดยตรง โดยเฉพาะในทารกและสตรีมีครรภ์ การดื่มน้ำที่มีไนเตรตปนเปื้อนต่อเนื่องกันเป็นเวลาหลายปี จะมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรค methemoglobinemia หรือ "blue baby syndrome" ซึ่งเกิดจากความสามารถในการขนถ่ายออกซิเจนของเม็ดเลือดแดงในทารกลดลงอย่างมาก อาการนี้สามารถนำไปสู่การสูญเสียชีวิตของทารกได้ (อาภารัตน์ มหาขันธ์, 2540)

การปนเปื้อนของไนเตรตในน้ำดื่มเป็นปัญหาระยะยาวที่ต้องใช้เวลาในการแก้ไข เพราะเมื่อเกิดการปนเปื้อนของไนเตรตในแหล่งน้ำใต้ดินแล้ว การย่อยสลายไนเตรตโดยธรรมชาติจะเป็นไปได้ยาก

ในปัจจุบันการกำจัดไนเตรตสามารถทำได้โดยใช้ระบบอิออนเอกซ์เชนจ์ (ion exchange) รีเวอร์สออสโมซีส (reverse osmosis) หรืออิเล็กทรอไดอะไลซีส (electrodialysis) เพื่อจับไนเตรต แต่เนื่องจากระบบเหล่านี้ไม่ได้ทำการย่อยสลายไนเตรต จึงไม่เป็นการแก้ปัญหาในเรื่องนี้อย่างแท้จริง นักวิจัยมีความเชื่อว่าการใช้ระบบเอนไซม์ในการย่อยสลายไนเตรตจะมีประสิทธิภาพดีกว่าและประหยัดกว่า

นักวิจัยจาก Institute for Molecular Biotechnology ในเมือง Jena ประเทศเยอรมนี ได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้ โดยใช้วิธีการศึกษาแบบสหสัมพันธ์วิทยาการ (interdisciplinary approach) เพื่อเปลี่ยนกระบวนการกำจัดไนเตรตจากกระบวนการทางเคมีมาเป็นกระบวนการทางชีวภาพที่เหมาะสมโดยการใช้เอนไซม์ และเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงการจัดเรียงตัวของโมเลกุลของเอนไซม์ได้อย่างถูกต้อง เหล่านักวิจัยได้ใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น spectroscopy, plasma resonance และ imaging atomic force microscopy เข้าช่วยในการศึกษา นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงการแสดงออกของเอนไซม์ และศักยภาพการผลิตเอนไซม์ปริมาณมากในแบคทีเรียหลายชนิดรวมทั้ง *Pseudomonas syutzeri* และ *Alkaligenes eutrophus* โดยวางแผนว่าจะสามารถผลิตเอนไซม์ ไนไตรตรีดักส์เตสและไนเตรตรีดักเตสได้ในปลายปี ค.ศ. 1996 (อาภารัตน์ มหาขันธ์ ,2540)

ในประเทศสหรัฐอเมริกามีบริษัทขนาดเล็กในมลรัฐมิชิแกนชื่อ Nitrate Elimination Company Inc. (NECi) พยายามใช้เทคนิคด้านเอนไซม์ในการกำจัดไนเตรตที่ปนเปื้อนในน้ำดื่ม โดยจะพัฒนาให้เป็นระบบที่ปลอดภัย ราคาไม่แพง ง่ายต่อการติดตั้งและการใช้งาน

NECi ได้ใช้เอนไซม์ไนไตรตรีดักเตส และไนตรัสออกไซด์ตรีดักเตส จากจุลินทรีย์ที่พบได้ทั่วไปในดินคือ *Rhodobacter spheroides formadenitrificans* โดยทำการตรึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอนไซม์และโดแฟกเตอร์บนวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร บริษัทมุ่งหวังที่จะสามารถพัฒนาระบบเทคโนโลยีการใช้เอนไซม์ในการกำจัดไนเตรต (Enzymetic Nitrate Elimination Technology,EzNET) ได้ในอีก 2 ปีข้างหน้า การออกแบบเทคโนโลยีนี้จะทำให้ EzNET เป็นเพียงระบบเดียวที่ติดตั้งเพื่อจะใช้ในการทำน้ำดื่มสะอาด หากน้ำดื่มนั้นมีปัญหาเพียงการปนเปื้อนด้วยไนเตรตปริมาณสูงหรือเป็นระบบเสริมที่ต่อเข้ากับระบบบำบัดความกระด้างของน้ำ หรือระบบกรองน้ำก็ได้ ระบบการทำน้ำให้สะอาดในปัจจุบันที่ใช้การรีเวอร์สออสโมซิสและการกลั่น สามารถกำจัดไนเตรตและสารปนเปื้อนอื่น ๆ ได้แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า และมีราคาที่แพงกว่าสำหรับการติดตั้งและการใช้งาน

10. ตะกั่ว ตะกั่วจะได้รับจากอาหารและน้ำดื่ม ตะกั่วจะสะสมสารพิษอยู่ในกระดูกทารก เด็กที่อายุมากกว่า 7 ขวบ และหญิงมีครรภ์ จะมีความอ่อนไหวมากในผลกระทบทางสุขภาพ การยับยั้งปฏิกริยาของ D-aminolaevulinic dehydratase (เป็นเอนไซม์ที่ช่วยในปฏิกิริยาของฮีม) ในเด็กทำให้ระดับตะกั่วในเลือดต่ำถึง 5 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตะกั่วจะเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึม ของแคลเซียม และสารทั้งสองจะเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของวิตามิน ดีซึ่งมีผลกระทบในเด็กทำให้ระดับตะกั่วในเลือดเพิ่มจาก 12 ไปเป็น 120 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และตะกั่วยังเป็นพิษต่อประสาทส่วนกลางและรอบนอกอีกด้วย (World Health Organization , 1984) นอกจากนี้ยังพบว่าหากได้รับตะกั่วในปริมาณมากจะก่อให้เกิดโรคอัมพาตได้ (จุรีย์ บริสุทธนารักษ์ ,2531)

2.4.2 ผลกระทบจากสิ่งเจือปนทางจุลชีววิทยา

ก. จุลินทรีย์ที่พบในน้ำดื่มที่ไม่สะอาด

ในน้ำดื่มที่ไม่สะอาดจะเป็นแหล่งที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มากมายดังนั้นถ้าเราดื่มน้ำดังกล่าวก็จะทำให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง เนื่องจากการดื่มน้ำของคนเรานั้นส่วนใหญ่มักจะไม่ได้นำไปต้มหรือผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคเสียก่อนซึ่งก็จะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ที่มีจุลินทรีย์ในน้ำเป็นพาหะโดยเฉพาะโรคในระบบทางเดินอาหาร เช่น โรคท้องร่วง ลำไส้อักเสบ ไทฟอยด์ อหิวาตกโรครวมถึงโรคตับอักเสบและโปลิโอ หรือไม่เช่นนั้นก็จะทำให้ร่างกายอ่อนแอลงจนง่ายต่อการเกิดโรคอื่น ๆ ได้ โดยจุลินทรีย์ที่มีบทบาทและมีความสำคัญมากที่สุดในน้ำดื่ม ได้แก่ แบคทีเรียซึ่งเราสามารถแบ่งแบคทีเรียที่พบในน้ำดื่มที่ไม่สะอาดออกเป็น 2 กลุ่มที่สำคัญ คือ กลุ่มที่เป็นดัชนีบอกสุขลักษณะ และกลุ่มที่ทำให้เกิดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กลุ่มที่เป็นดัชนีบอกสุขลักษณะ ที่สำคัญได้แก่

- ปริมาณ *heterotrophic bacteria* เป็นค่าที่แสดงถึงคุณภาพและสุขลักษณะของกระบวนการผลิตน้ำดื่มตั้งแต่น้ำดิบจนถึงการบรรจุและจัดจำหน่ายรวมถึงประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อในกระบวนการผลิต ซึ่งถ้าพบในปริมาณมากก็แสดงว่าอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นและบอกถึงอัตราเสี่ยงสูงในการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิดต่าง ๆ

- แบคทีเรียโคลิฟอร์ม เป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่นิยมใช้เป็นดัชนีชี้ความสะอาดของน้ำและอาหารซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรียในสกุลที่สำคัญ เช่น *Escherichia Klebsiella Enterobacter Serratia Hafnia* และ*Citrobacter* เป็นต้น ตามปกติจะพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ในดิน แหล่งน้ำที่มีมลภาวะ สิ่งขับถ่ายจากมนุษย์และสัตว์รวมถึงอาหารที่ผลิตอย่างไม่ถูกสุขลักษณะ แบคทีเรียกลุ่มนี้จะเป็นแบคทีเรียรูปร่างท่อน ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้กรดและก๊าซภายใน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ชนิดที่สำคัญและศึกษากันมาก ได้แก่ *E. coli* โดยเป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่เรียกว่าฟีคัลโคลิฟอร์มซึ่งหมายถึงแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่พบเฉพาะในลำไส้ อุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่นเท่านั้น ดังนั้นการตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวย่อมแสดงถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระด้วย โดยปกติ *E. coli* ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์ส่วนใหญ่จะไม่ทำให้เกิดโรค แต่ก็บางสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคลำไส้อักเสบ ท้องเดิน อาเจียน ถ่ายเป็นเลือด จนถึงเสียชีวิตได้ เช่น *E. coli O157:H7* ซึ่งพบกำลังแพร่ระบาดอยู่ในญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและยุโรปในปัจจุบัน (พงษ์เทพ วิไลพันธ์ , 2540)

- *Streptococcus faecalis* ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าฟีคัลสเตรปโตคอกคัสเป็นแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งถูกใช้เป็นดัชนีชี้ความสะอาดและคุณภาพของน้ำทางจุลชีววิทยา โดยเฉพาะในเรื่องของการปนเปื้อนจากอุจจาระเช่นเดียวกับแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม เนื่องจากพบได้ในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่นอื่น ๆ เพียงแต่มีการจัดจำแนกหมวดหมู่ที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีรูปร่างกลม ติดสีแกรมบวก มีการจัดเรียงตัวเป็นสายยาวและมีคุณสมบัติทางชีวเคมีของเซลล์ซึ่งต่างไปจากแบคทีเรียโคลิฟอร์ม นอกจากใช้เป็นดัชนีชี้ความสะอาดของน้ำแล้ว *S. faecalis* บางสายพันธุ์ยังสามารถก่อให้เกิดโรคได้ด้วยเช่น โรคเยื่อบุหัวใจอักเสบและการติดเชื้อของระบบทางเดินปัสสาวะ

2. กลุ่มที่ทำให้เกิดโรค ที่สำคัญได้แก่

- *Clostridium perfringens* เป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ รูปร่างท่อน ติดสีแกรมบวก สามารถสร้างเอนโดสปอร์ได้ พบมากในดิน ฝุ่นละออง น้ำที่มีมลภาวะ อุจจาระ และอาหารหมักพื้นเมือง สามารถสร้าง enterotoxin ได้จึงทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริโภคอาหารหรือน้ำที่มีสารพิษดังกล่าวเข้าไปซึ่งจะมีอาการท้องร่วง ลำไส้อักเสบ และคลื่นไส้อาเจียน เป็นต้น

- *Salmonella sp.* เป็นแบคทีเรียรูปร่างท่อน ติดสีแกรมลบ พบมากในพวกสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ โดยมีน้ำและอาหารเป็นพาหะนำเข้าสู่ร่างกายคน ชนิดที่มีความสำคัญและพบบ่อย ๆ เช่น *S. typhi* ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ *S.choleraesuis* ทำให้เกิดโลหิตเป็นพิษ และ*S. typhimurium* ทำให้เกิดโรคท้องร่วง เป็นต้น แต่ในบางโอกาสผู้ที่มีเชื้อนี้อยู่ในร่างกายจะไม่มีอาการของโรคให้เห็น ทำให้บุคคลดังกล่าวเป็นพาหะที่จะแพร่กระจายเชื้อสู่สภาพแวดล้อมโดยไม่รู้ตัว

- *Shigella sp.* เป็นแบคทีเรียรูปร่างท่อน ติดสีแกรมลบ คล้ายกับ *Salmomella sp.* แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ พบได้ในลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์เลือดอุ่น โดยทำให้เกิดโรคบิดไม่มีตัว (bacillary dysentery หรือ shigellosis) โดยเชื้อจะทำลายเซลล์ของผนังลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดการอักเสบเป็นแผลและมีเลือดออกมากับอุจจาระ การระบาดมักติดต่อกันโดยทางอาหาร น้ำ ภาชนะและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการปนเปื้อนกับอุจจาระที่มีเชื้อนี้อยู่

- *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียรูปร่างกลม ติดสีแกรมบวก ที่พบได้ตามผิวหนัง บาดแผลที่เป็นหนองและในระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยสามารถสร้างสารพิษที่เรียกว่า enterotoxin ซึ่งทนต่อความร้อน ถ้าบริโภคอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของ *S. aureus* หรือสารพิษนี้ก็จะทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษตามมา ถ้าพบเชื้อนี้มีการบุกรุกที่บาดแผลก็จะทำให้เกิดแผลอักเสบ เป็นหนอง จนบางครั้งแพร่กระจายสู่กระแสโลหิตได้

- *Vibrio cholerae* เป็นแบคทีเรียรูปท่อนโค้ง ติดสีแกรมลบ ทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรค พบได้ในธรรมชาติและคนที่เป็นโรคโดยมีน้ำและอาหารเป็นพาหะที่สำคัญ ซึ่งจะมีการระบาดที่รุนแรงและรวดเร็วมากโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน หลังจากได้รับเชื้อเข้าสู่ร่างกายเชื้อจะเจริญอยู่ในลำไส้เล็กเพิ่มจำนวนมากขึ้นและสร้าง enterotoxin ที่ไม่ทนความร้อนแล้วปล่อยออกมาจากเซลล์ สารพิษนี้จะทำให้ผนังลำไส้เล็กหลั่งของเหลวออกมาจำนวนมากทำให้เกิดอาการอาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วงอย่างรุนแรงร่างกายจึงสูญเสียน้ำและอิเล็คโตรไลท์ ถ้าได้รับการรักษาไม่ทันจะมีอาการช็อคจนถึงตายได้

นอกจากแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วยังมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิดอื่น ๆที่มีแหล่งที่มาจากน้ำที่ไม่สะอาดแต่ไม่ค่อยพบมีการแพร่ระบาดบ่อยนัก เช่น *Yersinia enterocolitica Cammpylobacter fetus* เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารและท้องร่วง Hepatitis A virus ทำให้เกิดโรคตับอักเสบ Poliovirus ทำให้เกิดโรคบิดชนิดมีตัว เป็นต้น การที่มีกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในน้ำดื่มบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท นอกจากจะก่อให้เกิดโรคต่าง ๆดังกล่าวมาแล้วยังสามารถบอกถึงมาตรฐานของระบบการผลิต ประสิทธิภาพของขั้นตอนการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสุขลักษณะการผลิตได้อีก เช่นการพบ *E. coli* *S. aureus* *Salmonella sp.* *Shigella sp.* อาจเกิดจากในระหว่างกระบวนการผลิต คนงานไม่ใช้ถุงมือผ้าปิดปาก ปิดจมูก ไม่มีการควบคุมคนงานให้มีการล้างมือให้สะอาดก่อนการปฏิบัติงานและภายหลังออกจากห้องน้ำ ซึ่งคนงานจะเป็นพาหะของเชื้อ หากอากาศในห้องผลิตและบรรจุมีการปนเปื้อนของฝุ่นละอองก็อาจจะพบแบคทีเรียชนิด *C. perfringens* การล้างภาชนะบรรจุไม่สะอาด อุปกรณ์และระบบท่อส่งน้ำเกิดความสกปรกหมักหมม เช่น บริเวณหัวบรรจุและตามข้อต่อต่าง ๆ (พงษ์เทพ วิไลพันธ์ , 2540)

2.5 หลักการในการเลือกซื้อน้ำดื่ม

การเลือกซื้อน้ำดื่มก็เหมือนกับการเลือกซื้อน้ำปลา น้ำส้มสายชู เพราะเราไม่อาจรู้หรือตรวจสอบถึงขั้นตอนการผลิตของบริษัทนั้น ๆได้ แต่เราสามารถสังเกตจากรูปลักษณ์ภายนอกหลังจากบรรจุออกจำหน่ายแล้วได้ดังนี้ (ชมรมวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ,2537)

2.5.1 ภาชนะบรรจุ

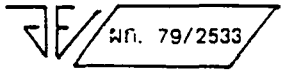
ก. ต้องสะอาดไม่มีคราบปนเปื้อน

ข. ฝาปิดสนิทและมีพลาสติกหรือโลหะปิดรัดอีกชั้นหนึ่งป้องกันการเปิดก่อนออกจำหน่าย

ค. ต้องมีฉลากระบุชื่ออาหาร เลขทะเบียนตำรับอาหารหรือเลขอนุญาตใช้ฉลากอาหาร เช่น ฉผด. ผด. สด. โดยมีประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลากที่ใช้บังคับอยู่ในขณะนี้ 2 ฉบับด้วยกันคือ ฉบับที่ 68 (พ.ศ.2525) เรื่องฉลากซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยฉบับที่ 95 (2528) เรื่องฉลาก (ฉบับที่ 2) ให้แสดงข้อความในฉลากเป็นภาษาไทยแต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ (จารุนี วิวัชรโกเศศ , 2537) ในฉลากต้องแสดงรายละเอียดโดยสรุปได้ดังนี้

1. ชื่อประเภทอาหาร หรือชนิดของอาหาร หรือชื่อทางการค้า เช่น น้ำดื่มตราฮาวาย

2. แสดงเครื่องหมายการได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ตัวอย่างเช่น ข้อความ อย. และ ผก. 79/2533 ในกรอบสี่เหลี่ยม



มีความหมายดังนี้

ผ หมายถึง อาหารที่ผลิตภายในประเทศ

ก หมายถึง อาหารที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

79 หมายถึง ตัวเลขแสดงถึงลำดับที่อนุญาตสำหรับอาหารประเภทนั้น ๆ

2533 หมายถึง ปี พ.ศ.ที่ออกใบสำคัญการใช้ฉลากอาหาร

ผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมาย อย. แสดงว่าผลิตจากสถานที่ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่ของสำนักงานอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขแล้ว และผลิตภัณฑ์ที่ได้ผ่านการทดสอบมาตรฐานแล้วในช่วงก่อนออกจำหน่ายในท้องตลาด (Premarketting) แต่เครื่องหมายดังกล่าวไม่ได้ประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังจากจำหน่ายในท้องตลาดร้อยเปอร์เซ็นต์เพราะทางสำนักงานอาหารและยาขาดกำลังเจ้าหน้าที่ในการดำเนินการควบคุมในขั้นที่ออกสู่ตลาดแล้ว(Postmarketting) อย่างไรก็ตามอักษรย่อในเครื่องหมาย อย. จะบอกถึงขนาดของสถานที่ผลิตได้ เช่น ฉผด หมายถึง ผลิตจากสถานที่ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่พอที่จะจัดให้เป็นโรงงานอุตสาหกรรม ส่วน ผด หมายถึงผลิตจากสถานที่ซึ่งมีขนาดใหญ่พอที่จะจัดให้เป็นโรงานอุตสาหกรรมได้ ผู้ซื้ออาจลองสังเกตอักษรย่อเหล่านี้และอาจอนุมานว่าสถานที่ผลิตที่มีขนาดใหญ่ว่าน่าจะทันสมัยกว่าและสะอาดกว่า (วิสิฐ จะนะสิตและคณะ ,2538)

3. ชื่อของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุเพื่อจำหน่ายว่าผลิตโดยบริษัทหรือโรงงานอะไร รวมทั้งต้องแสดงสถานที่ตั้งว่าอยู่ที่ใดให้ละเอียด (ตั้งอยู่เลขที่ หมู่ที่ ถนน ตำบล แขวง อำเภอ เขต จังหวัดอะไร) สำหรับผลิตภัณฑ์นำเข้าต้องบอกชื่อประเทศผู้ผลิตด้วย

4. แสดงปริมาตรสุทธิของน้ำดื่มเป็นระบบเมตริก เช่น ปริมาตรสุทธิ 1 ลิตร เป็นต้น

ปัจจุบันภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำดื่มมี 4 ชนิดด้วยกันคือ ขวดแก้วใส ขวดพลาสติกโพลีสไตรีน(Polystyrene)มีลักษณะใสและแข็ง ขวดเพท(Polyethyleneterephthalate,PET)ซึ่งมีลักษณะใสและกรอบ และขวดพลาสติกไฮเดนซิตี้โพลีเอธีลีน (High density polyethylene,HDPE) ซึ่งมีลักษณะขาวและนิ่ม

ภาชนะบรรจุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ชนิดและปริมาณสารเคมีที่เจือปนจากภาชนะบรรจุสู่น้ำจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ แสง อุณหภูมิ ระยะเวลาที่น้ำอยู่ในภาชนะ และคุณสมบัติของสารที่ใช้ทำภาชนะ ขวดแก้ว ขวดพลาสติกโพลีสไตรีน และขวดพลาสติก PET มีคุณสมบัติที่ดีกว่าขวดพลาสติก HDPE คือไม่มีสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในภาชนะละลายออกมาปะปนในน้ำที่บรรจุอยู่จึงมีความปลอดภัยสูง และยังมีความใสทำให้เห็นลักษณะน้ำดื่มได้อย่างชัดเจนซึ่งความใส-ความขุ่นของน้ำดื่มก็เป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดปลอดภัยของน้ำดื่มที่ผู้บริโภคจะสังเกตุได้ง่ายที่สุดในการเลือกซื้อ (วิสิฐ จะนะสิตและคณะ, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขวดพลาสติก HDPEซึ่งปัจจุบันผู้ผลิตรายย่อยนิยมใช้บรรจุน้ำดื่มกันมากพบว่า เมื่อวางไว้ในที่ ๆมีอุณหภูมิสูงหรือแสงแดดส่องถึงเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เกิดกลิ่นพลาสติกปนในน้ำ กลิ่นพลาสติกนี้อาจไม่มีปริมาณสูงพอที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ แต่ก็ทำให้สูญเสียคุณสมบัติที่ควรจะเป็น (วิสิฐ จะนะสิตและคณะ, 2538)

ถ้าจะพิจารณาในแง่การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ อย่างไรก็ตามผู้ผลิตน้ำดื่มที่ใช้ขวดชนิดนำกลับมาใช้ใหม่ก็ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการล้างและการทำความสะอาดภาชนะด้วย

2.5.2 สภาพของน้ำดื่ม

ก. จะต้องใส ไม่มีตะกอน ไม่มีสี กลิ่น หรือรสที่ผิดปกติ

ข. เก็บรักษาในที่ที่ป้องกันแมลงและสัตว์อื่น ๆ

ค. ควรเลือกซื้อจากบริษัทที่มีที่อยู่แน่นอนเชื่อใจได้

สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทในประเทศไทยจากข้อมูลปัจจุบันของกองควบคุมอาหารสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแจ้งว่ามีผู้ผลิตที่ได้รับการอนุญาตแล้วจำนวนประมาณ 1,800 ราย (พงษ์เทพ วิไลพันธ์ , 2540) ซึ่งในจำนวนนี้มีตั้งแต่โรงงานขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานไปจนถึงโรงงานขนาดเล็กหรือแม้กระทั่งทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ถ้าเป็นโรงงานใหญ่และมีมาตรฐานก็จะมีกระบวนการผลิตดังกล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ถ้าเป็นโรงงานขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการนำเอาน้ำประปามาผ่านกระบวนการกรองเพื่อกำจัดกลิ่นของคลอรีนแล้วผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสงอุลตราไวโอเลตก่อนบรรจุขวดจำหน่าย หรือผู้ผลิตบางรายอาจใช้แค่การกรองเพื่อกำจัดกลิ่นของคลอรีนแล้วบรรจุขวดจำหน่ายเลย ดังนั้น ในการเลือกบริโภคควรจะต้องพิจารณาเครื่องหมายรับรองหรือข้อความที่ข้างภาชนะบรรจุหรือฉลากว่าได้ผ่านการควบคุมและตรวจสอบจากหน่วยงานที่รับผิดชอบในเรื่องมาตรฐานและความปลอดภัยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิจัยและการดำเนินการ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 น้ำตัวอย่างในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ในที่นี้ได้สุ่มเก็บน้ำตัวอย่างในเขตลาดพร้าว รามคำแหง บางกะปิและลาดกระบัง รวมทั้งสิ้น 20 ยี่ห้อ แบ่งเป็นน้ำดื่มที่บรรจุในขวดพลาสติกใสหรือขวดเพทจำนวน 3 ยี่ห้อซึ่งแต่ละขวดมีปริมาตรสุทธิ 1.5 ลิตร ที่เหลือเป็นน้ำดื่มที่บรรจุในขวดพลาสติกขาวขุ่นหรือขวดไฮเดนซิตี้โพลีเอธีลีนซึ่งมีปริมาตรสุทธิ 1 ลิตร

3.1.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

3.1.3 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)

3.1.4 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (HACH DR/4000)

3.1.5 pH-meter (ORION model SA 520)

3.1.6 เครื่องแก้วต่าง ๆ

3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.1 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4 .01 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ละลายแอนไฮดรัสโพแทสเซียมไบพทาเลท (anhydrous potassium bipthalate, $KH(C_8H_4O_4)$) ที่ผ่านการอบแล้วที่อุณหภูมิ 110-130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 10.12 กรัมในน้ำกลั่นที่ต้ม 15 นาที แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำให้ได้ปริมาตรครบ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2.2 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.00 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3.2.3 สารละลายบัฟเฟอร์แอมโมเนีย

ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 16.9 กรัม ในสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 143 มิลลิลิตร เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ 1.25 กรัม เติมน้ำกลั่นแล้วทำให้ได้ปริมาตรครบ 250 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

ละลายเกลือโซเดียมของแอนไฮดรัสอีดีทีเอ 3.7230 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร แล้วเทียบมาตรฐานกับสารละลายมาตรฐานแคลเซียม 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปรับความเข้มข้นของอีดีทีเอเท่ากับ 1.00 มิลลิกรัมของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร เก็บในขวดโพลีเอทีลีน และทำการตรวจสอบความเข้มข้นที่แท้จริงทุกเดือน

3.2.5 สารละลายมาตรฐานแคลเซียมความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ชั่งแอนไฮดรัสแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดรีเอเจนท์เกรด 1.000 กรัม ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิกรัม ค่อย ๆ เติมกรดไฮโปคลอริก (1+1) จนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิกรัมที่ต้มให้เดือดเพื่อไล่คาร์บอนไดออกไซด์ และนำไปทำให้เย็นแล้วหยดอินดิเคเตอร์เมทิลออเรนจ์ 2-3 หยด ปรับสีให้เป็นสีแสดด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 3 นอร์มัล หรือกรดไฮโดรคลอริก (1+1) เทใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร

3.2.6 ผงอินดิเคเตอร์ (Indicator Powder)

ผสม 0.5 กรัม อิริโอโครมแบลคที และ 100 กรัม โซเดียมคลอไรด์ (Dry Powdered Mixture นี้ ถ้าให้สีที่จุดยุติไม่คมชัด ให้เตรียมใหม่)

3.2.7 น้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์

3.2.8 สารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน 0.01 โมลาร์

3.2.9 สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 โมลาร์

3.2.10 สารละลายอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟชาลีน

3.2.11 สารละลายอินดิเคเตอร์เมทิลออเรนจ์

3.2.12 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.02 โมลาร์

3.2.13 Nitra Ver 5 Nitrate Reagent

3.2.14 Ferro Ver Iron Reagent

3.2.15 Chroma Ver 5 Reagent

3.2.16 Plate count agar (PCA)

ชั่งอาหารตามสูตรข้างขวด เทใส่ลงในน้ำกลั่นแล้วต้มให้ละลาย จากนั้นเทใส่ฟลาสก์หรือขวดอาหาร นำไปฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส 15 ปอนด์ เป็นเวลา 15 นาที

3.2.17 Lauryl tryptose broth

3.2.18 Brilliant green lactose bile broth (BGLB)

3.2.19 E.C. medium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลองและการวิเคราะห์

3.3.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก. การวิเคราะห์ค่า pH

1. วิธีวิเคราะห์

1) กดปุ่มเปิดเครื่อง และถอด Refilling Hole Cap หน้าจอขึ้นคำว่า pH

2) ล้างอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชู่

3) calibrate เครื่องโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ 2 ตัว ตัวแรกใช้สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.00 โดยจุ่มอิเล็กโตรดในขวดสารละลายบัฟเฟอร์ แล้วกดปุ่ม cal. จากนั้นปรับค่าจนอ่านได้ pH เท่ากับ 7 ล้างอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลั่น และซับด้วยกระดาษทิชชู่ ส่วนตัวที่สองใช้สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.01 ทำการปรับค่า pH ให้ได้เท่ากับ 4.01

4) กด sample แล้ววัด pH ของตัวอย่างที่ต้องการจะวัด

5) เมื่อวัดเสร็จต้องล้างอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลั่น และซับด้วยกระดาษทิชชู่

6) เมื่อเลิกใช้งาน ปิดจุก Refilling Hole Cap ตามเดิม กดปุ่ม Off แล้วถอดปลั๊ก

3.3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

ก. การวิเคราะห์ปริมาณความกระด้างของน้ำ

1. วิธีวิเคราะห์

1) ปิเปตน้ำตัวอย่าง 25.0 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ เติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 50 มิลลิลิตร

2) เติมสารละลายบัฟเฟอร์แอมโมเนีย 1 มิลลิลิตร (หลังจากเติมแล้ว รีบทำการวิเคราะห์ต่อให้เสร็จภายใน 5 นาที)

3) เติม 250 มิลลิกรัม ของโซเดียมไซยาไนด์ (NaCN) และ 200 มิลลิกรัม ผงอินดิเคเตอร์

4) นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอจนกระทั่งถึงจุดยุติ คือ สารละลายเปลี่ยนสีจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน

2. วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณความกระด้างของน้ำในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{T \times B \times 1000}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

เมื่อ T คือ ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B คือ น้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นมิลลิกรัมที่พอดีกับสารละลายมาตรฐาน อีดีทีเอ 1.00 มิลลิลิตร

ข. การวิเคราะห์ปริมาณความเป็นด่าง

1. วิธีวิเคราะห์

1) นำน้ำตัวอย่าง 100.0 มล. หรือปริมาตรที่เหมาะสมแล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100.0 มล. ใส่ฟลาสก์ใบแรก และทำแบลงก์โดยนำน้ำกลั่น 100.0 มล. ใส่ลงในฟลาสก์อีกใบ

2) หยดอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟธาลีนลงในฟลาสก์ ๆ ละ 3 หยด

3) ถ้าตัวอย่างมีสีชมพู นำไปไทเทรตด้วยกรดกำมะถัน 0.01 โมลาร์ จนกระทั่งสีชมพูจางหายไป จดปริมาตรกรดที่ใช้

4) หยดเมทิลออเรนจ์อินดิเคเตอร์ 3 หยดลงไปในฟลาสก์แต่ละใบ

5) ถ้าตัวอย่างมีสีเหลืองเรื่อ ๆ ไทเทรตต่อด้วยกรดกำมะถัน 0.01 โมลาร์ จนกระทั่งสีเริ่มเปลี่ยนไปโดยเปรียบเทียบสีกับฟลาสก์ที่มีน้ำกลั่น เมื่อถึงจุดยุติจะได้สีส้ม

6) บันทึกปริมาตรของสารละลายกรดที่ใช้ทั้งหมด

2. การคำนวณ

$$\text{ความเป็นด่างทั้งหมด (มก./ลิตร)} = \frac{\text{มล. ของกรดทั้งหมดที่ใช้} \times 1000}{\text{มล.ของน้ำตัวอย่าง}}$$

หมายเหตุ ถ้าความเข้มข้นของกรดกำมะถันที่ใช้ไม่เท่ากับ 0.01 โมลาร์ ให้คำนวณตามสูตร ดังนี้

$$\text{ความเป็นด่างทั้งหมด (มก./ ลิตร)} = \frac{\text{มล.ของกรดที่ใช้} \times \text{โมลาริตี} \times 2 \times 50 \times 1000}{\text{มล.ของน้ำตัวอย่าง}}$$

ค. การวิเคราะห์ปริมาณความเป็นกรด

1. วิธีวิเคราะห์

1) นำน้ำตัวอย่าง 100.0 มล. หรือปริมาตรที่เหมาะสมแล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100.0 มล. ใส่ฟลาสก์ใบแรก และทำแบลงก์โดยนำน้ำกลั่น 100.0 มล. ใส่ลงในฟลาสก์อีกใบ

2) หยดอินดิเคเตอร์ลงในฟลาสก์ ๆ ละ 3 หยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.02 โมลาร์ จนกระทั่งถึงจุดยุติ (จะมีสีชมพูอ่อนเมื่อใช้อินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟธาลีน และสีส้มเมื่อใช้อินดิเคเตอร์เมทิลออเรนจ์)

4) บันทึกปริมาตรของสารละลายต่างที่ใช้ทั้งหมด

2. การคำนวณ

$$\text{ความเป็นกรดทั้งหมด (มก./ลิตร)} = \frac{\text{มล. โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้} \times 1000}{\text{มล.ของน้ำตัวอย่าง}}$$

ง. การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตในที่นี้จะวิเคราะห์ในรูปไนเตรต-ไนโตรเจน

1. วิธีวิเคราะห์ (Cadmium Reduction Method)

1) กด soft key เลือก HACH PROGRAM เลือกโปรแกรมหมายเลข 2530 กดEnter

2) หน้าจอจะแสดงข้อความ " HACH PROGRAM : 2530 N,Nitrate HR" และใช้ความยาวคลื่น (λ) 500 นาโนเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นโดยอัตโนมัติ

3) เตรียมตัวอย่าง โดยเติมน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Cell เติมผง Nitra Var 5 Nitrate Reagent 1 ซอง

4) กด Soft key เลือก Start Timer ตั้งเวลา 1 นาที แล้วทำการเขย่าให้เข้ากัน

5) เมื่อครบเวลา ให้วางทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที โดยกด Soft key เลือก Start Timer ตั้งเวลา 5 นาที

6) ทำแบลงก์โดยใส่น้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ลงใน cell อีก cell จากนั้นใส่แบลงก์ลงใน Cell Holder ปิดฝา

7) กด Soft key เลือก Zeroหน้าจอจะแสดง "0.0 mg/l NO_3^- - N"

8) เปลี่ยนเอาแบลงก์ออก นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่แทน ปิดฝาเครื่องวัด หน้าจอจะแสดงปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนของน้ำตัวอย่างเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

จ. การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก

การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กจะวิเคราะห์ในรูปเหล็กทั้งหมด

1. วิธีวิเคราะห์ (Ferro Ver Method)

1) กด soft key เลือก HACH PROGRAM เลือกโปรแกรมหมายเลข 2165 กด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้าจอจะแสดงข้อความ "HACH PROGRAM : 2165 Iron, Ferro Ver" และใช้ความยาวคลื่น (λ) 510 นาโนเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นโดยอัตโนมัติ

3) เตรียมตัวอย่างโดยเติมน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Cell เติมผง Ferro Var Iron Reagent 1 ซอง

4) กด Soft key เลือก Sart Timer ตั้งเวลา 3 นาที แล้วทำการปั่นให้เข้ากัน หากมีเหล็กอยู่จะปรากฏเป็นสีส้ม

5) ทำแบลงก์โดยใส่น้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ลงใน cell อีก cell จากนั้นใส่แบลงก์ลงใน Cell Holder ปิดฝา

6) กด Soft key เลือก Zero หน้าจอจะแสดง "0.000 mg/L Fe"

7) เปลี่ยนเอาแบลงก์ออก นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่แทน ปิดฝาเครื่องวัด หน้าจอจะแสดงปริมาณเหล็กของน้ำตัวอย่างเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ฉ. การวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม

การวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมจะหาในรูปโครเมียมเฮกซะวาเลนท์ (Chromium Hexavalent)

1. วิธีวิเคราะห์ (1,5 - Diphenylcarbohydrazide Method)

1) กด soft key เลือก HACH PROGRAM เลือกโปรแกรมหมายเลข 1560 กด Enter

2) หน้าจอจะแสดงข้อความ "HACH PROGRAM : 1560 Chromium, Hex." และใช้ความยาวคลื่น (λ) 540 นาโนเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นโดยอัตโนมัติ

3) เตรียมตัวอย่างโดยเติมน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Cell เติมผง Chroma Var 3 Reagent 1 ซอง

4) กด Soft key เลือก Start Timer ตั้งเวลา 8 นาที แล้วทำการปั่นให้เข้ากัน หากมีโครเมียมเฮกซะวาเลนต์อยู่จะปรากฏเป็นสีม่วง

5) ทำแบลงก์โดยใส่น้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ลงใน cell อีก cell จากนั้นใส่แบลงก์ลงใน Cell Holder ปิดฝา

6) กด Soft key เลือก Zero หน้าจอจะแสดง "0.000 mg/L Cr^{6+}"

7) เปลี่ยนเอาแบลงก์ออก นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่แทน ปิดฝาเครื่องวัด หน้าจอจะแสดงปริมาณโครเมียมเฮกซะวาเลนท์ของน้ำตัวอย่างเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ก. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1. วิธีวิเคราะห์

1) เตรียมน้ำตัวอย่างให้มีความเจือจางตามต้องการ (1 , 1 :10 ,1:100 และ 1:1000)

2) ปิเปตน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร PCA ซึ่งมีอุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียสทับลงไป ทำการ pour plate รอให้อาหารแข็ง ทำการคว่ำจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำ 2 ซ้ำดังนี้จนครบทุกความเจือจาง

3) เมื่อครบกำหนด เลือกจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี ทำการนับโคโลนีที่เกิดขึ้น บันทึกผล

2. การคำนวณ

คูณจำนวนโคโลนีที่นับได้ด้วย dilution factor

ข. การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN

1. วิธีวิเคราะห์

การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test)

1) เตรียมน้ำตัวอย่างให้มีความเจือจางตามต้องการ (10, 1 :10 และ1:100)

2) ปิเปตน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหาร Lauryl tryptose broth ที่มีหลอดดักก๊าซบรรจุอยู่ จำนวน 5 หลอด ทำดังนี้จนครบทุกความเจือจาง

3) นำไปบ่มที่ 35 -37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4) ทำการตรวจผลโดยนำหลอดที่ให้ผลบวกคือหลอดที่เกิดแก๊สไปทดสอบในขั้นต่อไป

การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

1) ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรก จำนวน 1-2 ลูป ใส่ลงในอาหาร BGLB ที่มีหลอดดักแก๊สอยู่ ทำการถ่ายเชื้อแบบหลอดต่อหลอดทุกความเจือจาง

2) นำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส ตรวจผลเมื่อบ่มครบ 24-48 ชั่วโมง หลอดที่ให้ผลบวก (เกิดแก๊ส) แสดงว่าน้ำตัวอย่างนั้นมีแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ทำการรายงานผลโดยเทียบกับตาราง MPN (ภาคผนวก ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN

1. วิธีวิเคราะห์

1) ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรกของการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จำนวน 1-2 ลูป ใส่ลงในอาหาร E.C. medium ที่มีหลอดดักแก๊สอยู่ ทำการถ่ายเชื้อแบบหลอดต่อหลอดทุกความเจือจาง

2) นำหลอดอาหารทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 $\pm$ 0.2 องศาเซลเซียส ตรวจผลเมื่อบ่มครบ 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง หลอดที่ให้ผลบวก (เกิดแก๊ส) แสดงว่าน้ำตัวอย่างนั้นมีแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม ทำการรายงานผลโดยเทียบกับตาราง MPN (ภาคผนวก ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิจารณ์

4.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ pH

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย pH ของน้ำดื่มบรรจุขวดในแต่ละเดือนและแต่ละยี่ห้อยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คืออยู่ในช่วง 6.5-8.5 (มอก. 257 เล่ม 1) มีน้ำตัวอย่างที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานอยู่ 5 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากแหล่งน้ำที่เป็นวัตถุดิบ หรือจากกระบวนการผลิต เช่น มีการเติมสารเคมีบางชนิดเพื่อทำให้น้ำมีรสชาติดีขึ้น (จุรีย์ บริสุทธนารักษ์ และคณะ 2531) ทำให้น้ำที่ได้มี pH ที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน

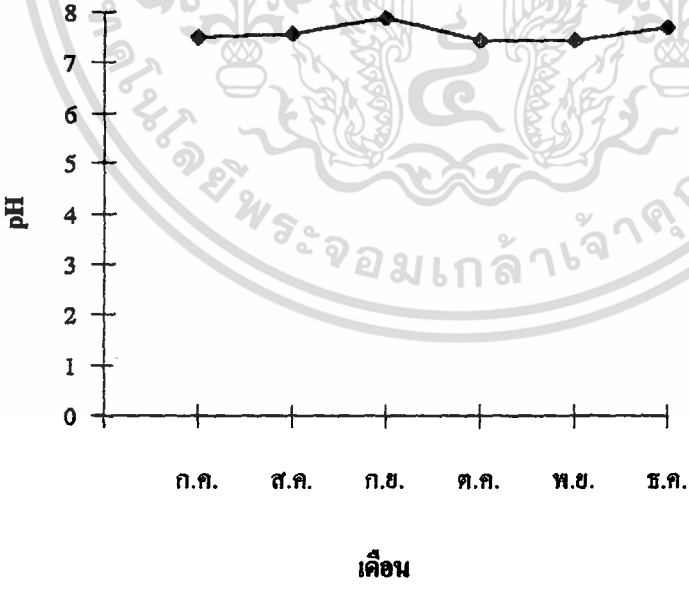
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน pH

เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	6.7	7.1	7.5	6.2	6.4	7.3	6.87
B	8.2	8.3	8.4	8.2	8.2	8.3	8.27
C	7.2	8.1	7.5	7.3	6.5	7.0	7.27
D	8.1	7.4	8.4	8.0	8.3	8.3	8.08
E	7.8	8.2	8.4	7.9	8.0	8.3	8.1
F	8.1	8.1	8.2	8.0	8.1	8.2	8.16
G	7.3	7.3	7.9	7.3	7.2	7.4	7.4
H	7.3	7.5	7.7	6.0	6.4	6.8	6.95
I	7.6	7.4	8.0	7.4	7.2	7.4	7.5
J	8.2	8.2	8.3	8.2	8.2	8.4	8.25
K	7.7	7.8	7.7	7.0	7.2	7.5	7.48
L	7.6	7.4	7.8	7.4	7.3	7.7	7.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

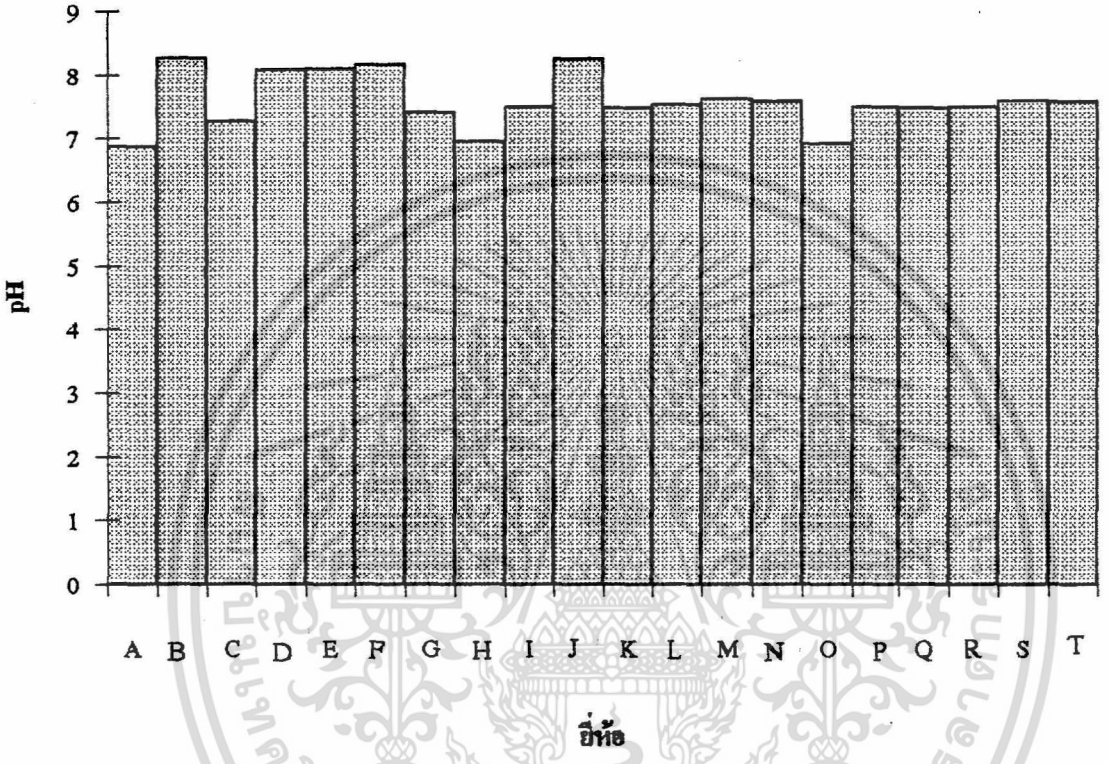
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
M	7.5	7.5	7.7	7.5	7.6	8.0	7.63
N	7.4	7.5	7.6	7.9	7.4	7.6	7.57
O	6.2	6.5	7.3	7.0	7.1	7.4	6.92
P	7.5	7.5	7.8	7.3	7.6	7.5	7.5
Q	7.3	7.4	7.9	7.4	7.3	7.5	7.47
R	7.6	7.4	7.7	7.1	7.6	7.6	7.5
S	7.6	7.4	7.7	7.5	7.6	7.8	7.6
T	7.4	7.1	8.0	7.7	7.5	7.8	7.58
เฉลี่ย	7.5	7.55	7.87	7.42	7.44	7.69	



รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย pH จำนวน 6 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย pH จำนวน 20 ยี่ห้อ

4.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นด่างของน้ำแต่ละยี่ห้อ และแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันมาก โดยบางยี่ห้อมีค่าความเป็นด่างสูง บางยี่ห้อต่ำ และค่าความเป็นด่างแต่ละเดือนสูงต่ำแตกต่างกันมาก ดังแสดงในตาราง 4.2 รูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4 ซึ่งอาจเป็นผลจากแหล่งน้ำที่ใช้เป็นวัตถุดิบหรือจากกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงานแตกต่างกัน

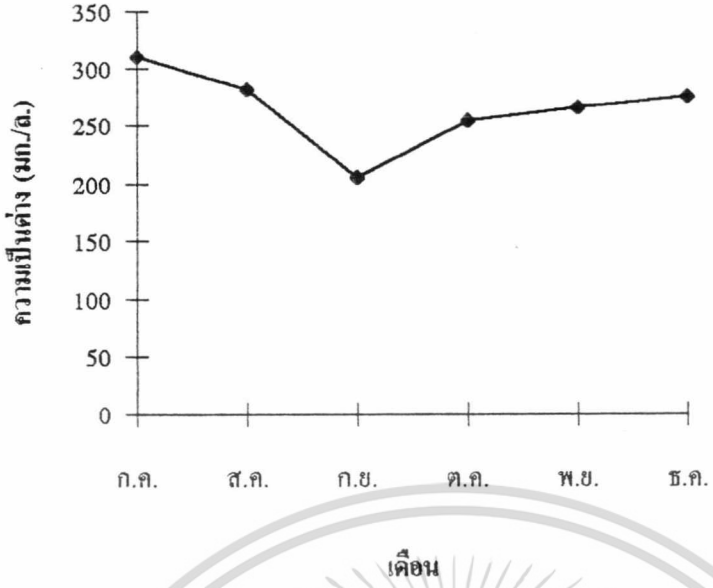
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

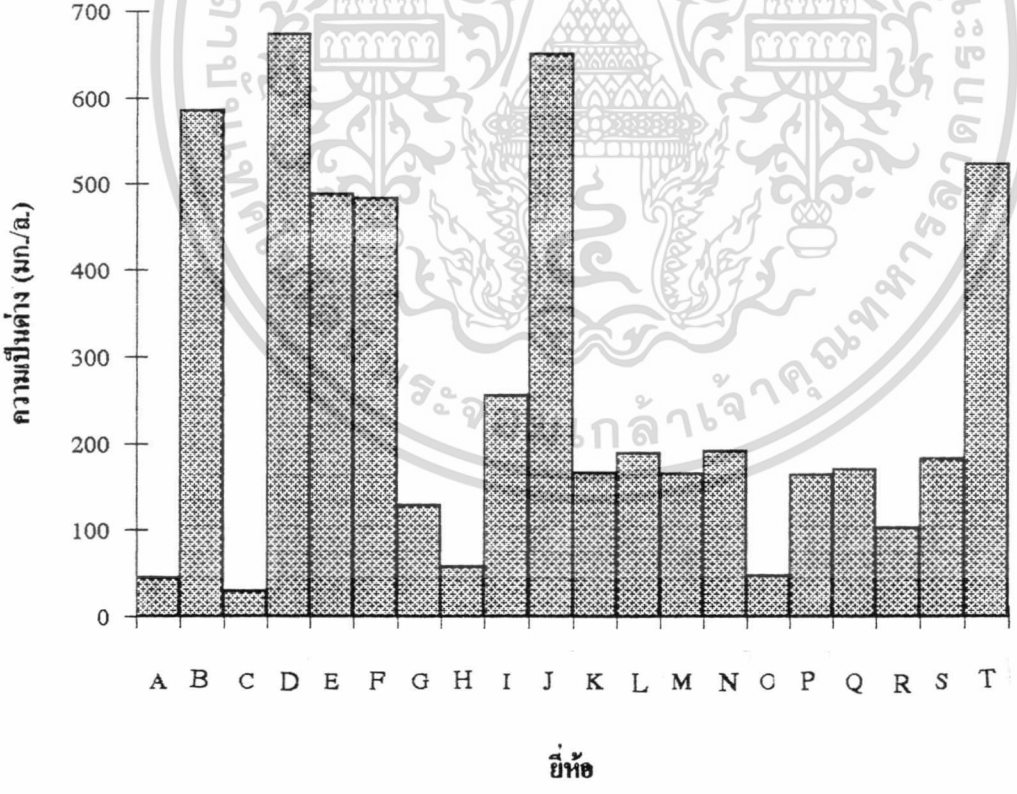
เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	24.88	49.75	34.83	41.99	52.49	62.24	44.36
B	706.45	711.43	656.70	115.48	650.88	671.87	585.47
C	64.68	9.95	9.95	31.49	26.25	36.74	29.84
D	766.15	741.28	701	48	241.45	792.60	672.59
E	507.45	373.13	417.90	409.42	446.17	776.85	488.5
F	507.45	601.98	447.75	524.90	640.38	173.22	482.6
G	139.30	139.30	134.33	173.22	157.47	26.24	128.31
H	44.78	49.75	24.88	10.50	369.74	178.47	57.52
I	149.25	154.23	154.23	167.97	146.97	761.11	255.6
J	773.13	771.13	696.50	740.11	750.61	173.22	650.45
K	159.20	159.20	99.50	194.21	162.72	225.71	166.76
L	218.90	149.25	203.98	173.22	194.21	194.21	188.96
M	154.23	149.25	94.53	188.96	183.72	220.46	165.19
N	154.23	164.18	144.28	157.47	152.22	372.68	190.84
O	4.98	4.98	54.73	52.49	57.54	115.48	48.4
P	149.25	179.10	139.30	146.97	152.22	215.21	163.68
Q	154.23	129.35	164.18	178.47	183.72	209.96	169.98
R	94.53	94.53	94.53	89.23	115.48	125.98	102.38
S	169.15	159.20	233.83	167.97	167.97	199.46	182.93
T	542.28	512.43	562.18	303.64	556.39	666.62	523.90
เฉลี่ย	274.13	265.17	253.48	205.46	281.30	309.90	

หมายเหตุ A-T คือ ยี่ห้อน้ำดื่มบรรจุขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง จำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.4 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

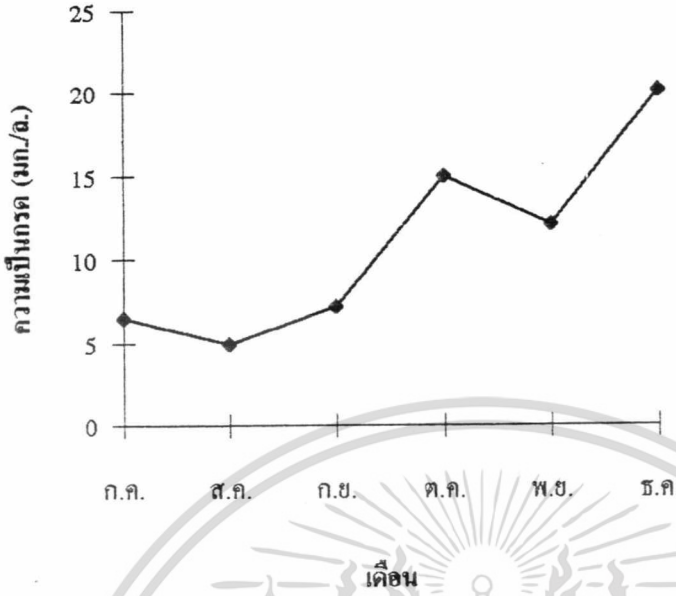
4.2.2 ผลวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นกรดของน้ำมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละเดือนและยี่ห้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 รูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกระบวนการผลิตที่ให้คุณภาพน้ำออกมาแตกต่างกันในแต่ละโรงงาน

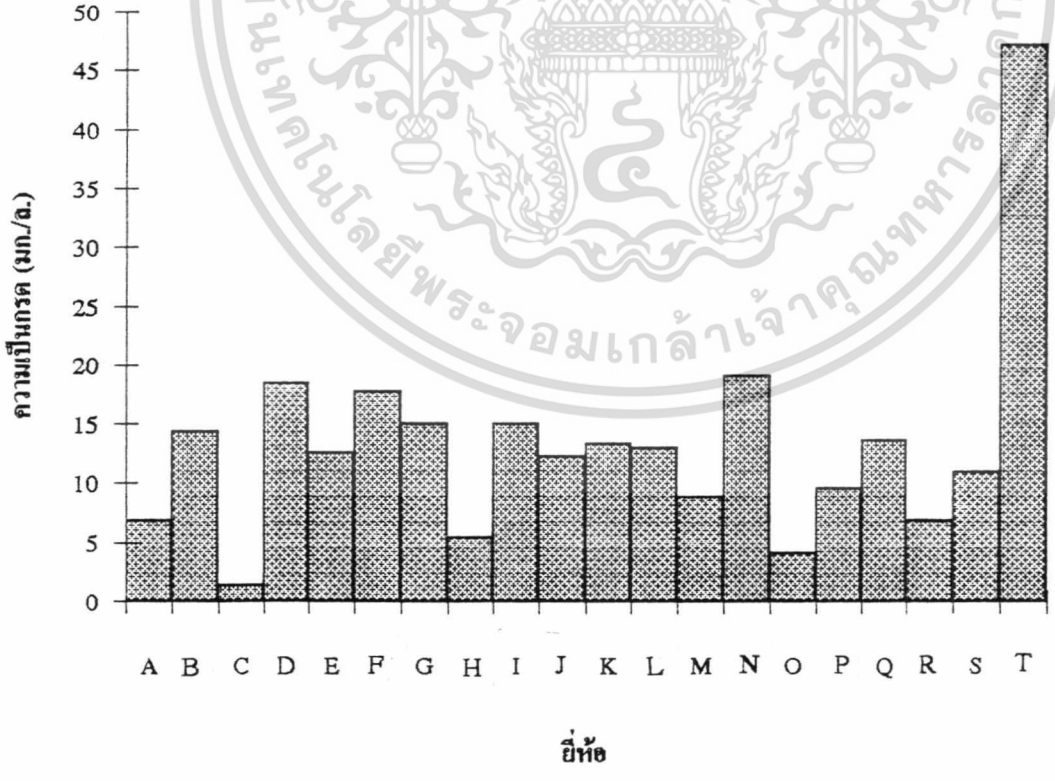
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	0	4.10	0	16.39	8.20	12.29	6.83
B	0	8.20	8.20	16.39	20.49	32.78	14.34
C	0	0	0	4.10	4.10	0	1.37
D	0	0	20.49	32.78	8.20	49.18	18.44
E	30.74	8.20	4.10	8.20	12.29	12.29	12.60
F	0	4.10	8.20	24.59	16.39	53.27	17.76
G	20.49	12.29	8.20	12.29	12.29	24.59	15.03
H	4.10	0	4.10	12.29	8.20	4.10	5.46
I	12.29	8.20	8.20	16.39	16.39	28.69	15.03
J	12.29	0	12.29	12.29	20.49	16.39	12.29
K	4.10	4.10	8.20	24.59	20.49	20.49	13.66
L	8.20	8.20	12.29	12.29	16.39	20.49	12.98
M	0	4.10	4.10	12.29	16.39	16.39	8.88
N	4.10	12.29	12.29	32.78	20.49	32.78	19.12
O	4.10	0	8.20	4.10	4.10	4.10	4.10
P	8.20	4.10	0	12.29	8.20	24.59	9.56
Q	8.20	8.20	12.29	20.49	8.20	24.59	13.66
R	4.10	4.10	0	16.39	4.10	12.29	6.83
S	8.20	8.20	12.29	8.20	16.39	12.29	10.93
T	36.88	45.08	32.78	69.67	53.27	45.08	47.13
เฉลี่ย	6.46	4.62	7.17	14.96	12.09	20.08	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดจำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

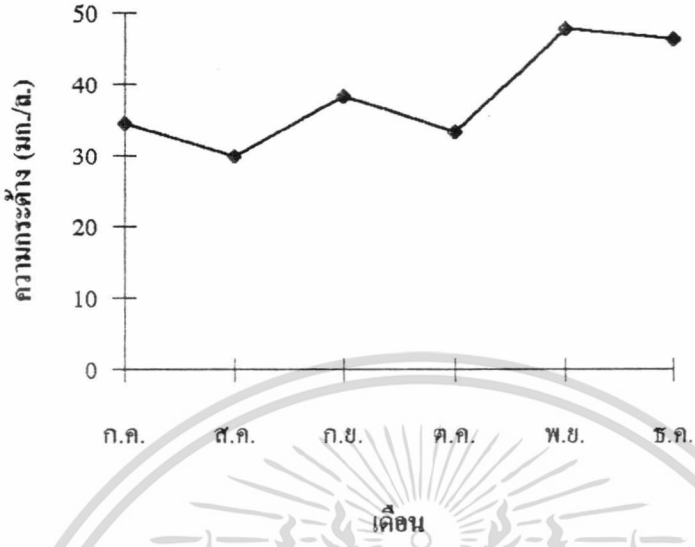
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้าง

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความกระด้างที่ได้ยังมีค่าเข้าเกณฑ์มาตรฐานคือไม่เกิน 100 มก./ล. (มอก. 257 เล่ม 1) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนค่าความกระด้างของน้ำยังคงไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละยี่ห้อพบว่า มี 4 ยี่ห้อที่มีค่าความกระด้างสูงมาก ส่วนอีก 3 ยี่ห้อ มีค่าความกระด้างต่ำ และอีก 13 ยี่ห้อ มีค่าความกระด้างเป็นศูนย์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 รูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 ซึ่งน้ำดื่มที่มีค่าความกระด้างสูงอาจส่งผลอันตรายต่อร่างกายได้ เช่น อาจทำให้เกิดโรคนิ่ว

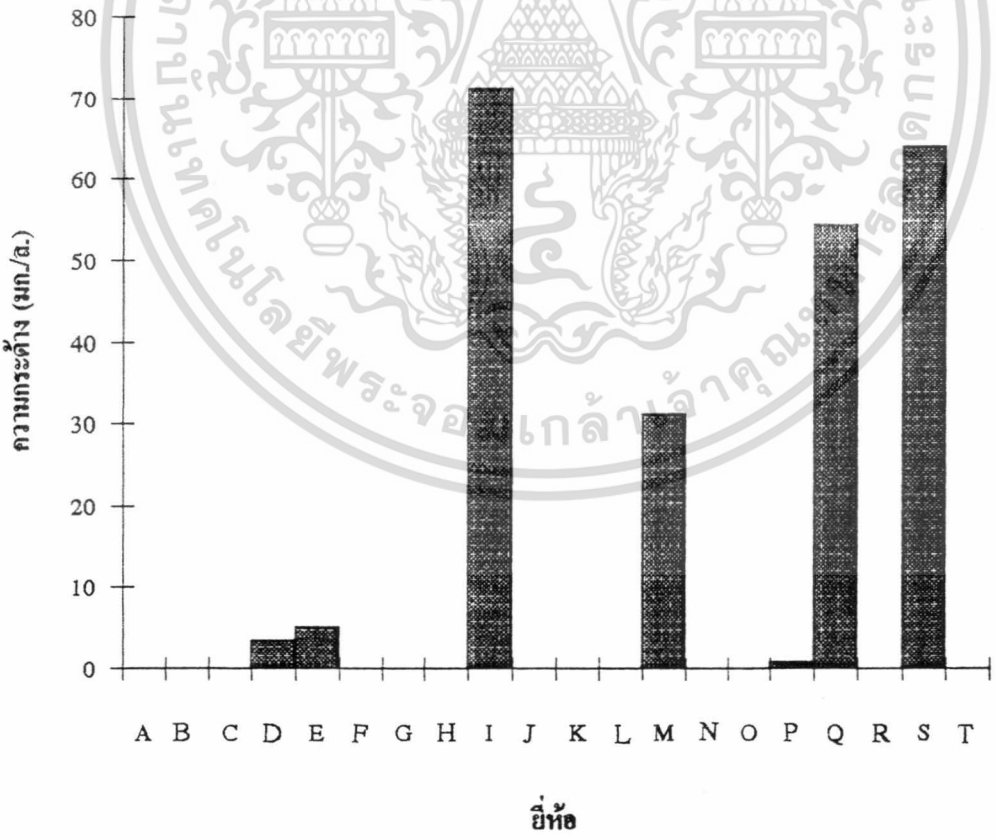
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ค.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0
D	20	0	0	0	0	0	3.3
E	30	0	0	0	0	0	5
F	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0
I	63	70	75	75	71	73	71.17
J	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0
M	24	0	10	0	78	76	31.3
N	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	5	0	0.8
Q	0	81	75	50	60	60	54.3
R	0	0	0	0	0	0	0
S	70	28	70	75	72	69	64
T	0	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	34.50	29.80	38.30	33.30	47.67	46.30	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความกระด้าง จำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความกระด้าง จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม

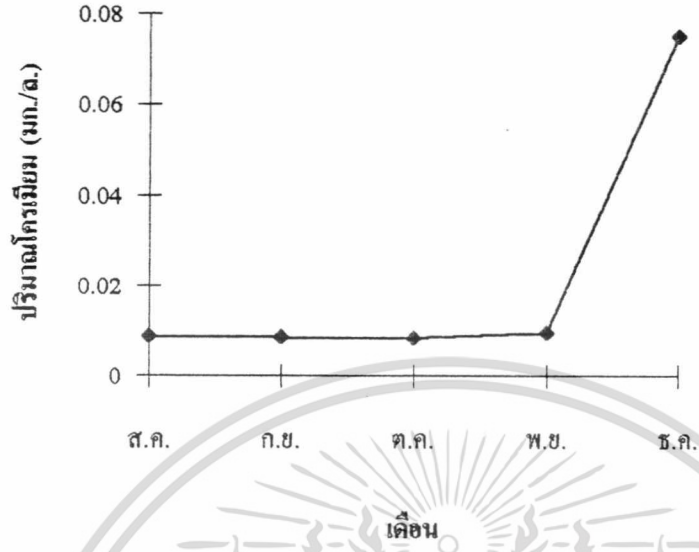
จากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณโครเมียมในน้ำดื่ม มีค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณโครเมียมยังมีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มาก ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมดังแสดงในตารางที่ 4.5 รูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

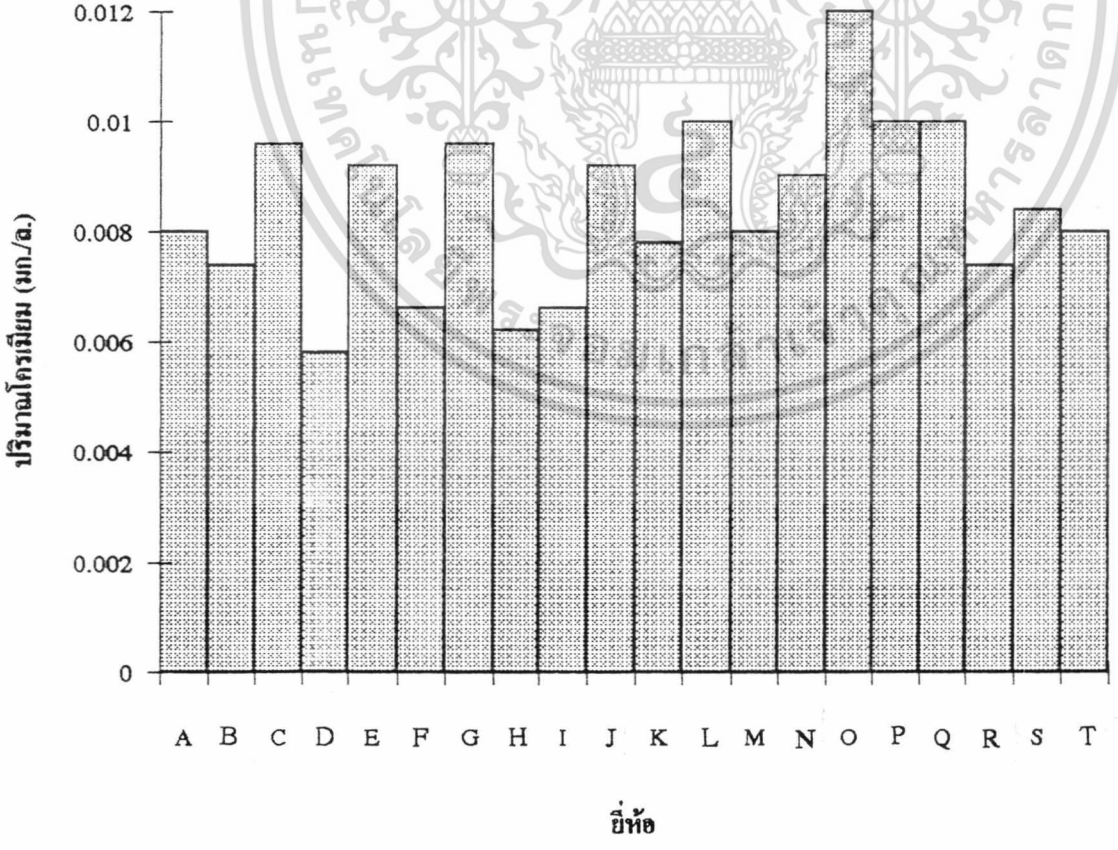
เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	-	0.01	0.008	0.015	0.006	0.005	0.008
B	-	0.004	0.006	0.007	0.010	0.010	0.0074
C	-	0.013	0.002	0.013	0.012	0.008	0.0096
D	-	0.005	0.004	0.009	0.009	0.002	0.0058
E	-	0.011	0.009	0.004	0.012	0.010	0.0092
F	-	0.006	0.009	0.007	0.009	0.002	0.0066
G	-	0.022	0.007	0.005	0.010	0.005	0.0096
H	-	0.007	0.006	0.008	0.010	0	0.0062
I	-	0.007	0.002	0.005	0.010	0.009	0.0066
J	-	0.004	0.028	0.004	0.005	0.005	0.0092
K	-	0.012	0.007	0.007	0.005	0.008	0.0078
L	-	0.009	0.012	0.008	0.012	0.011	0.01
M	-	0.009	0.006	0.009	0.010	0.006	0.008
N	-	0.005	0.010	0.012	0.012	0.006	0.009
O	-	0.008	0.023	0.014	0.010	0.008	0.012
P	-	0.009	0.007	0.013	0.012	0.012	0.010
Q	-	0.009	0.015	0.009	0.009	0.011	0.010
R	-	0.009	0.006	0.007	0.009	0.007	0.0074
S	-	0.010	0.001	0.005	0.011	0.015	0.0084
T	-	0.009	0.009	0.005	0.009	0.008	0.008
เฉลี่ย	-	0.0089	0.0085	0.0083	0.0096	0.0074	

หมายเหตุ A-T คือ ยี่ห้อน้ำดื่มบรรจุขวด เครื่องหมาย - คือ ไม่ได้ทำการตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียม จำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียม จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก

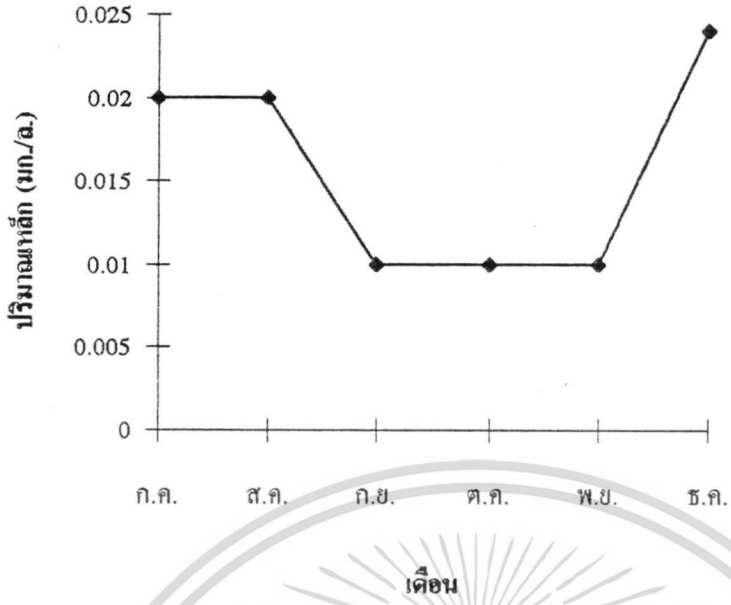
จากผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.6 รูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 พบว่า ปริมาณเหล็กในน้ำดื่มยังมีค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือ ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณเหล็กที่วัดได้ยังมีค่าที่น้อยมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อลิตร)

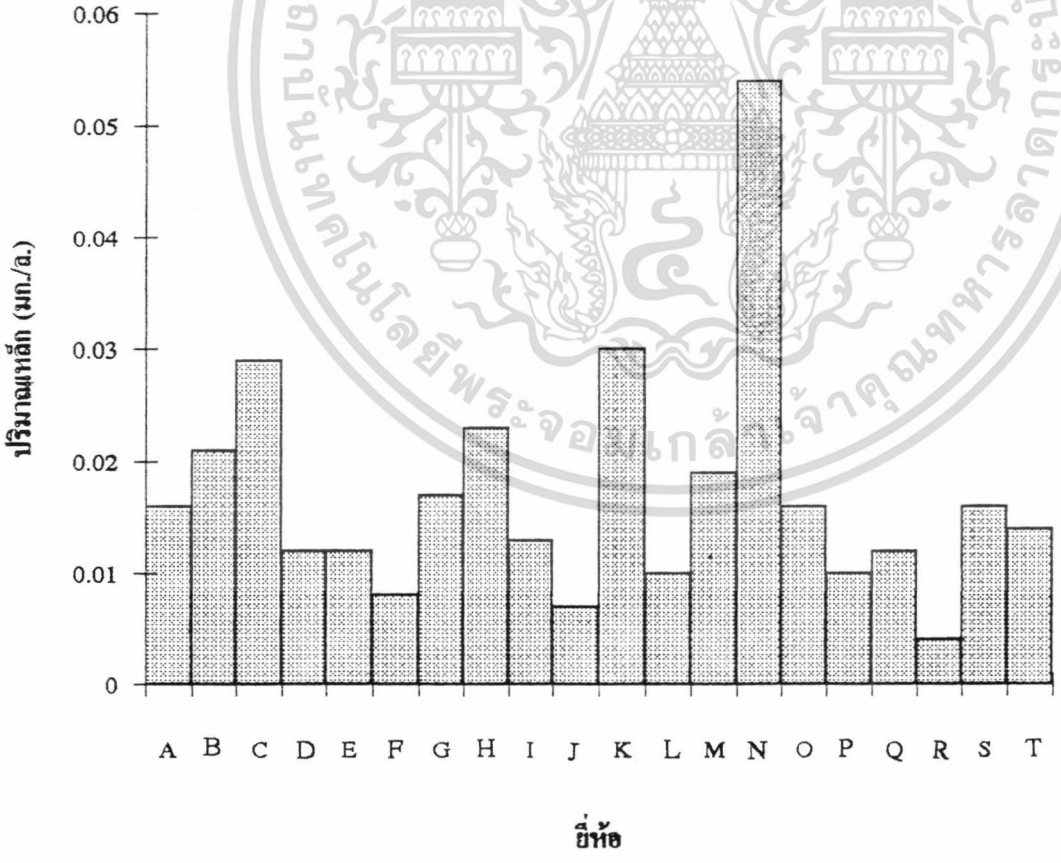
เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	-	0.032	0.012	0.014	0.008	0.014	0.016
B	-	0.008	0.043	0.010	0.014	0.029	0.021
C	-	0.060	0.021	0.011	0.026	0.025	0.029
D	-	0.025	0	0.008	0.001	0.029	0.012
E	-	0	0.012	0.006	0.005	0.039	0.012
F	-	0.007	0.005	0.008	0.014	0.006	0.008
G	-	0.042	0.003	0.008	0.005	0.025	0.017
H	-	0.08	0.014	0.008	0.011	0.004	0.023
I	-	0.001	0.007	0.008	0.006	0.043	0.013
J	-	0.004	0.006	0.011	0.02	0.011	0.0068
K	-	0.051	0.007	0.043	0.019	0.031	0.03
L	-	0.003	0.022	0.015	0.002	0.011	0.010
M	-	0.013	0.010	0.016	0.013	0.043	0.019
N	-	0.006	0.001	0.009	0.007	0.004	0.0054
O	-	0.017	0.006	0.001	0.016	0.043	0.016
P	-	0.016	0.013	0.005	0.009	0.007	0.010
Q	-	0.007	0.005	0.010	0.010	0.027	0.012
R	-	0.002	0.002	0.009	0.007	0.002	0.004
S	-	0.004	0.009	0.007	0.019	0.043	0.016
T	-	0.011	0.010	0.015	0.004	0.043	0.014
เฉลี่ย	-	0.02	0.02	0.0104	0.010	0.010	

หมายเหตุ A-T คือ ยี่ห้อน้ำดื่มบรรจุขวด เครื่องหมาย - คือ ไม่ได้ทำการตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็ก จำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็ก จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

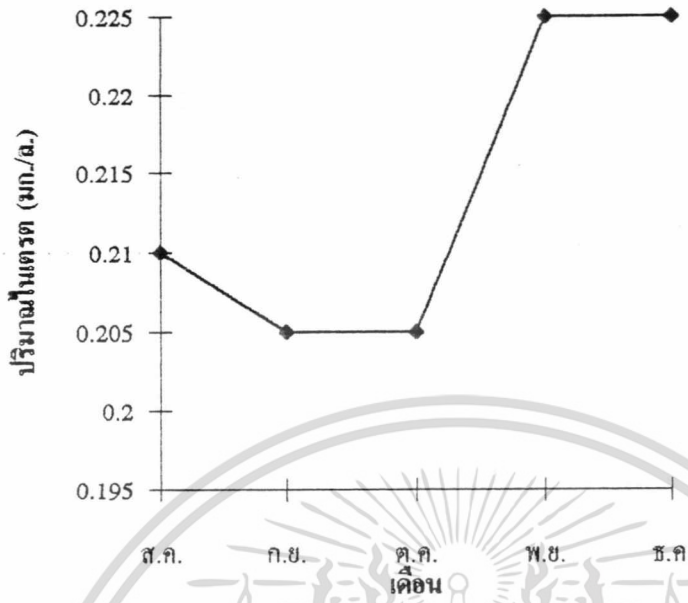
4.2.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต

วิเคราะห์ไนเตรตในรูปไนเตรต-ไนโตรเจนค่ามาตรฐานของปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในน้ำดื่มคือ ไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณไนเตรตในน้ำดื่มยังมีค่าที่เข้าเกณฑ์มาตรฐานและมีค่าต่ำมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน โดยผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต แสดงในตารางที่ 4.7 รูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14

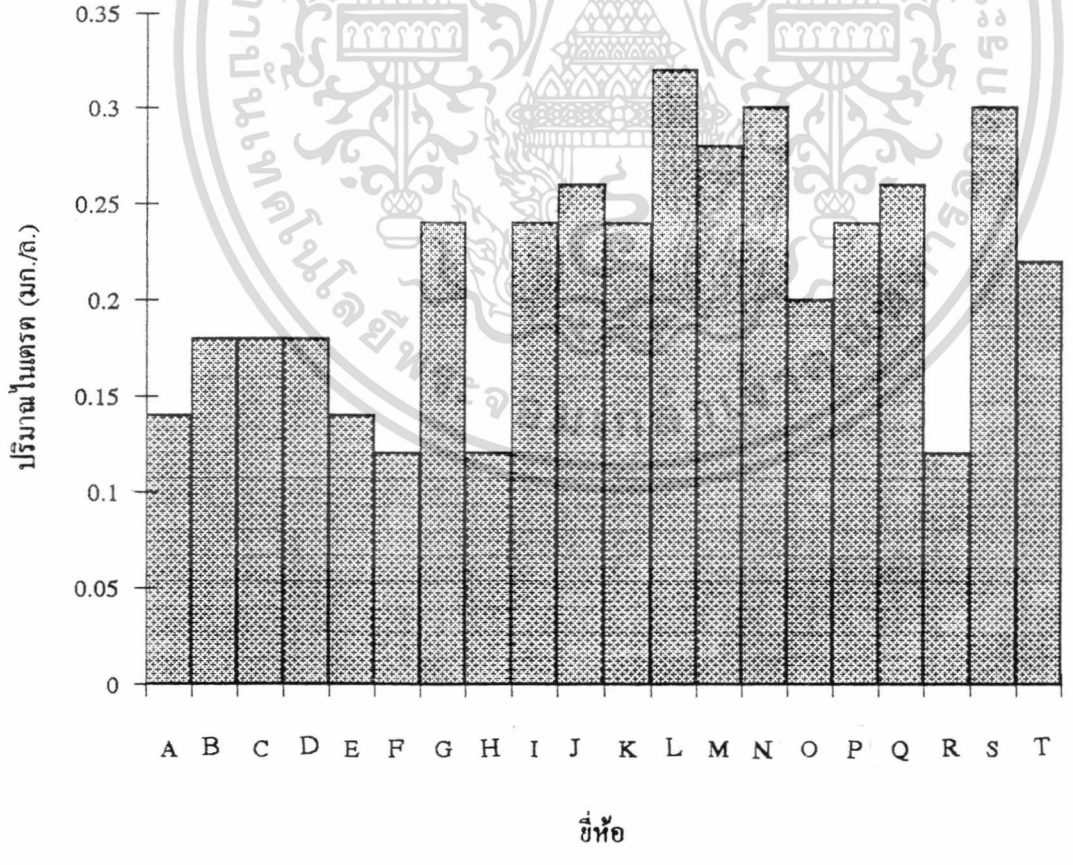
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
A	-	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.14
B	-	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.18
C	-	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.18
D	-	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.18
E	-	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.14
F	-	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.12
G	-	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.24
H	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.12
I	-	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.24
J	-	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.26
K	-	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.24
L	-	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.32
M	-	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.28
N	-	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3
O	-	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
P	-	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.24
Q	-	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.26
R	-	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.12
S	-	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3
T	-	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.22
เฉลี่ย	-	0.21	0.205	0.205	0.225	0.225	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรต จำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรต จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา

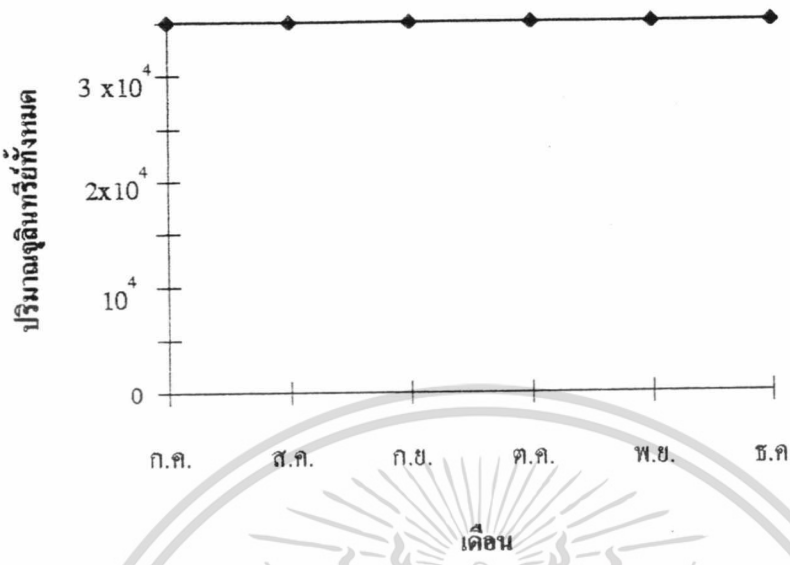
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำตัวอย่างส่วนใหญ่ยังไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานทางด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ ไม่เกิน 50 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละเดือนแล้วพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำจะมีค่าเกินมาตรฐานทั้งหมด แต่เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละยี่ห้อพบว่า มี 3 ยี่ห้อ ที่มีค่าเฉลี่ยที่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4.8 รูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16

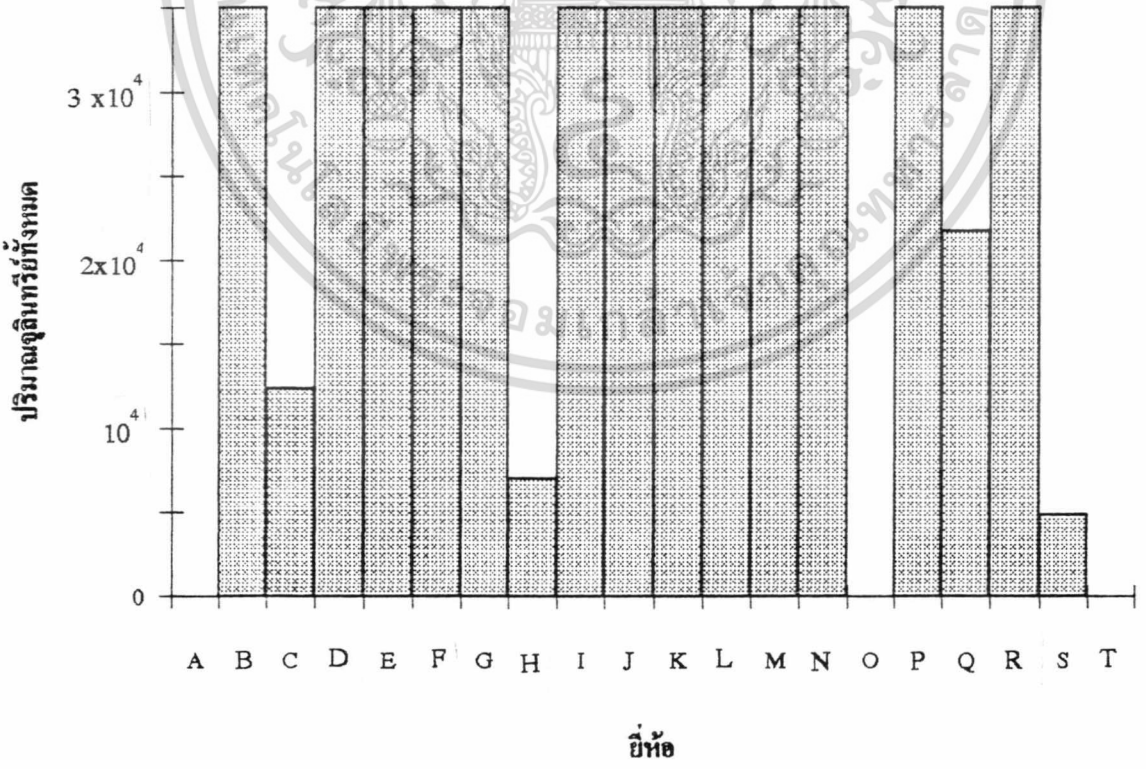
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

เดือน / ยี่ห้อ	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค.
A	8	5	1.2×10	1.1×10^{3}	2.0×10	1.8×10^{3}
B	9.9×10^{3}	2.7×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	2.5×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$
C	2.8×10^{3}	1.2×10^{4}	1.4×10^{4}	2.0×10^{3}	2.5×10^{4}	1.8×10^{4}
D	6.5×10^{2}	3.0×10^{2}	2.1×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	4.7×10^{3}	$>3.0 \times 10^{4}$
E	2.3×10^{4}	1.3×10^{4}	2.5×10^{3}	8.8×10^{3}	$>3.0 \times 10^{4}$	1.0×10^{4}
F	1.5×10^{4}	1.1×10^{4}	7.3×10^{3}	2.6×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$
G	1.9×10^{3}	2.5×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$
H	1.9×10^{2}	2.4×10^{4}	7.1×10^{3}	2.9×10	8.5×10^{3}	2.8×10^{3}
I	$>3.0 \times 10^{4}$	5.8×10^{3}	1.9×10^{4}	1.0×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	2.5×10^{4}
J	5.5×10^{2}	$>3.0 \times 10^{4}$	2.9×10^{4}	2.0×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$
K	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	2.5×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$
L	1.5×10^{4}	2.7×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	2.5×10^{4}
M	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	1.3×10^{4}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$
N	2.0×10^{3}	2.5×10^{3}	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$
O	2.1×10	1.5×10	3	2	2	4.0×10^{2}
P	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	$>3.0 \times 10^{4}$	1.1×10^{4}	2.0×10^{4}
Q	2.1×10^{4}	2.9×10^{4}	2.8×10^{4}	2.7×10^{4}	2.5×10^{4}	2.6×10^{4}
R	2.1×10^{4}	1.7×10^{4}	2.3×10^{2}	$>3.0 \times 10^{4}$	1.1×10^{4}	1.2×10^{4}
S	3.8×10^{2}	4.9×10^{3}	1.8×10^{3}	1.6×10^{3}	2.0×10^{3}	4.4×10^{3}
T	0	7	3.1×10^{3}	1	0	1.0×10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวน 6 เดือน



รูปที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวน 20 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ ฟีคัลโคลิฟอร์ม

จากการตรวจวิเคราะห์ผลที่ได้คือ ไม่พบจุลินทรีย์ชนิดโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์ม ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่ทำการสุ่มตัวอย่างทั้ง 120 ตัวอย่าง

4.4 ผลการวิเคราะห์เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

หลังจากทำการวิเคราะห์ค่าแต่ละปัจจัยแล้ว ได้นำข้อมูลดิบไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด ที่กำหนดไว้โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2531) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ยึดถือเป็นมาตรฐานเพื่อประกอบการขอขึ้นทะเบียนอาหาร และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค มอก.257 เล่ม 1 (2521) ซึ่งได้ผลออกมาดังตาราง 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้มาตรฐานใน 6 เดือนจำนวน 20 ยี่ห้อ

เดือน	ปัจจัยที่ไม่ได้มาตรฐาน		รวม (ยี่ห้อ)	ร้อยละ
	pH	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด		
กค.	1	15	16	80
สค.	-	17	17	85
กย.	-	17	17	85
ตค.	2	17	18	90
พย.	2	17	18	90
ธค.	-	18	18	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้มาตรฐานใน 20 ยี่ห้อ จำนวน 6 เดือน

ยี่ห้อ	จำนวนตัวอย่าง		รวม (เดือน)	ร้อยละ
	pH	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด		
A	2	2	3	50.0
B	-	6	6	100.0
C	-	6	6	100.0
D	-	5	5	83.3
E	-	6	6	100.0
F	-	6	6	100.0
G	-	4	4	66.7
H	2	6	6	100.0
I	-	6	6	100.0
J	-	6	6	100.0
K	-	6	6	100.0
L	-	6	6	100.0
M	-	6	6	100.0
N	-	6	6	100.0
O	1	0	1	16.6
P	-	6	6	100.0
Q	-	6	6	100.0
R	-	5	5	83.3
S	-	5	5	83.3
T	-	1	1	16.6

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำดื่มบรรจุขวดที่ไม่ได้มาตรฐานใน 6 เดือน และใน 20 ยี่ห้อ ตามลำดับ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบใน 6 เดือน ร้อยละของน้ำที่ไม่ได้มาตรฐานมีค่าสูงมาก และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ทำให้ทราบว่าโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดออกมาจำหน่ายในแต่ละเดือนนั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำและไม่ได้มีการปรับปรุงกรรมวิธีในการผลิต และควบคุมคุณภาพน้ำที่ผลิตให้เข้าเกณฑ์มาตรฐานให้มากขึ้นกว่าเดิมเลย ซึ่งถ้าโรงงานมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำดื่มที่ผลิตขึ้น ก็จะทำให้ทราบว่าน้ำดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ผลิตขึ้นในเดือนนั้น ๆ ได้มาตรฐานหรือไม่ และเมื่อทราบว่าน้ำดื่มในเดือนนั้น ๆ ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานแล้ว รุ่นต่อไปก็ควรจะปรับปรุงคุณภาพของน้ำดื่มให้เข้าเกณฑ์มาตรฐานมากขึ้น และจะทำให้ร้อยละของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานมีแนวโน้มที่ลดลงใน 6 เดือน และเมื่อทำการเปรียบเทียบใน 20 ยี่ห้อ พบว่ามีน้ำดื่มที่ไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 100 ใน 6 เดือน มากถึง 13 ยี่ห้อจาก 20 ยี่ห้อ นอกจากนี้ยังพบว่ายี่ห้ออื่น ๆ นอกเหนือไปจาก 13 ยี่ห้อดังกล่าว บางยี่ห้อก็ยังมีร้อยละไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานในค่าที่สูงมาก ทำให้ทราบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่ทำการวางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ยังไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานที่จะนำมาบริโภคได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 120 ตัวอย่าง พบน้ำที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานมากถึง 104 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 86.67 และเมื่อทำการวิเคราะห์น้ำดื่มบรรจุขวดที่ไม่ได้มาตรฐานในแต่ละปัจจัย ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้มาตรฐานในแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	จำนวนตัวอย่าง	ร้อยละ
<u>กายภาพ</u>		
pH	5	4.17
<u>เคมี</u>		
ความกระด้าง	-	0
ปริมาณโครเมียม	-	0
ปริมาณเหล็ก	-	0
ปริมาณไนเตรต	-	0
<u>จุลชีววิทยา</u>		
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	101	84.17
โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย	-	0
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	-	0

จากตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำดื่มบรรจุขวดที่ไม่ได้มาตรฐานในแต่ละปัจจัย สามารถวิเคราะห์ผลได้ว่า ปัจจัยที่มีผลทำให้น้ำดื่มบรรจุขวดไม่ได้มาตรฐานที่สำคัญที่สุด คือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งมีตัวอย่างที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานทางด้านนี้มากถึงร้อยละ 84.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์นี้เมื่อนำไปเปรียบเทียบโดยดูจากการทดลองทางด้าน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่า มีเพียง 3 ยี่ห้อเท่านั้นที่มีแนวโน้มเข้าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีข้อสังเกตุว่าน้ำทั้ง 3 ยี่ห้อนั้นมีภาชนะบรรจุที่เป็นขวดพลาสติกใส หรือขวด PET (Polyethylene teraphthalate) ส่วนยี่ห้ออื่น ๆ มีภาชนะบรรจุที่เป็นขวดพาสติกขาวขุ่น หรือขวด HDPE (High density polyethylene) ซึ่งเป็นยี่ห้อที่ไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานทางด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ทำให้ทราบได้ว่า น้ำดื่มที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดพลาสติกขาวขุ่นจะไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานทางด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นส่วนใหญ่

ปัจจัยที่อาจมีผลทำให้น้ำดื่มบรรจุขวดไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน ทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด

1. กระบวนการผลิต เช่น น้ำดื่มที่ผลิตจากโรงงานขนาดเล็ก มักจะบรรจุในขวดพลาสติกขาวขุ่น และส่วนมากไม่มีกระบวนการฆ่าเชื้อโรค อาจมีเพียงกระบวนการกรองหรือไม่มีเลยก็ได้
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตไม่ได้มาตรฐาน และอาจเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานมานานโดยไม่มีการล้างทำความสะอาด หรือเปลี่ยนแปลงและซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย
3. ภาชนะบรรจุที่ไม่ได้มาตรฐานไม่มีการปิดผนึกที่มิดชิดมากพอ
4. สภาพแวดล้อมของโรงงานไม่ถูกสุขลักษณะ ทำให้เชื้อโรคปนเปื้อนได้ง่าย
5. แหล่งน้ำที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไม่มีความสะอาดมากพอ

ส่วนน้ำดื่มบรรจุขวดที่บรรจุในภาชนะพลาสติกใสนั้น ส่วนมากจะผลิตจากโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีกระบวนการฆ่าเชื้อโรคที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้รังสีอุลตราไวโอเลตหรือการใช้ก๊าซโอโซน ทำให้คุณภาพน้ำทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

นอกจากนี้มีการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มในแต่ละปัจจัยไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง เพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย ทุกปัจจัย ยกเว้นผลทางด้านจุลินทรีย์จะไม่นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากผลที่ได้เป็นค่าที่ไม่ทราบแน่ชัดจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ทางสถิติได้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตารางที่ 4.12 และ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย เมื่อเปรียบเทียบใน 20 ยี่ห้อ

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์	P
pH	แตกต่างกัน	>0.05
ความเป็นด่าง	แตกต่างกัน	>0.05
ความเป็นกรด	แตกต่างกัน	>0.05
ความกระด้าง	แตกต่างกัน	>0.05
ปริมาณโครเมียม	ไม่แตกต่างกัน	<0.01
ปริมาณเหล็ก	แตกต่างกัน	>0.05
ปริมาณไนเตรต	แตกต่างกัน	<0.05

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย เมื่อเปรียบเทียบใน 6 เดือน

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์	P
pH	แตกต่างกัน	>0.05
ความเป็นด่าง	แตกต่างกัน	>0.05
ความเป็นกรด	แตกต่างกัน	>0.05
ความกระด้าง	ไม่แตกต่างกัน	<0.05
ปริมาณโครเมียม	ไม่แตกต่างกัน	<0.01
ปริมาณเหล็ก	แตกต่างกัน	>0.05
ปริมาณไนเตรต	ไม่แตกต่างกัน	<0.05

จากตารางที่ 4.12 และ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัย เปรียบเทียบใน 20 ยี่ห้อ พบว่ามีปริมาณโครเมียมเท่านั้นที่ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.01$ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใน 6 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยของ pH ความเป็นด่าง ความเป็นกรด และเหล็ก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P>0.05$ ส่วนความกระด้าง ปริมาณโครเมียม และปริมาณไนเตรต ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.05$ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติทำให้ทราบว่า โรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดแต่ละโรงงานในเขตกรุงเทพมหานคร มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำดื่มแตกต่างกันไป ทำให้คุณภาพของน้ำดื่มเมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบแต่ละปัจจัยแล้วมีความแตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่ หรือกล่าวได้ว่าโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดใน 20 โรงงาน มีกระบวนการผลิตน้ำที่ให้คุณภาพน้ำที่ออกมามีความหลากหลาย โดยโรงงานหนึ่งก็ผลิตน้ำได้คุณภาพระดับหนึ่ง และโรงงานอื่นๆก็ผลิตน้ำได้คุณภาพอีกระดับหนึ่งที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของทุกๆโรงงานแล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ

นอกจากนี้ยังทราบอีกว่าคุณภาพของน้ำดื่มที่แต่ละโรงงานผลิตออกมาจำหน่ายในแต่ละเดือน ซึ่งเราทำการเก็บตัวอย่างภายในเวลา 6 เดือนนั้น มีความแตกต่างกันในบางปัจจัย และบางปัจจัยก็ยังคงไม่แตกต่างกัน

ซึ่งปัจจัยที่อาจมีผลทำให้คุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในแต่ละโรงงาน หรือแต่ละเดือนแตกต่างกัน

1. แหล่งน้ำที่เป็นวัตถุดิบในการผลิต มีคุณภาพแตกต่างกันในแต่ละโรงงานหรือในแต่ละช่วงเดือน
2. กลไกการควบคุมการผลิตของแต่ละโรงงาน มีประสิทธิภาพการควบคุมแตกต่างกัน
3. กระบวนการผลิตแตกต่างกัน เช่น บางโรงงานอาจมีกระบวนการปรับค่า กรด-ด่าง หรือบางโรงงานอาจมีกระบวนการลดค่าความกระด้าง เป็นต้น
4. กระบวนการบรรจุมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน บางโรงงานอาจใช้เครื่องบรรจุที่ทันสมัย บางโรงงานอาจบรรจุโดยใช้แรงงานคน
5. ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำดื่มมีคุณภาพต่างกัน เช่นคุณภาพของการปิดผนึก คุณสมบัติของพลาสติกที่ใช้ทำขวด เป็นต้น

และอาจมีสาเหตุอื่นๆ มากมายในการที่จะทำให้การผลิตน้ำดื่มมีคุณภาพที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ยังมีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานมากถึงร้อยละ 86.67

5.1.2 น้ำดื่มบรรจุขวดที่มีคุณภาพไม่เข้ามาตรฐาน ส่วนใหญ่มีผลเนื่องมาจากการไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมดมากถึงร้อยละ 84.17

5.1.3 โรงงานที่ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดแต่ละโรงงาน มีประสิทธิภาพการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้น้ำดื่มที่ผลิตออกมามีคุณภาพที่หลากหลาย ไม่คงที่

5.1.4 โรงงานที่ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดขนาดเล็ก ส่วนใหญ่ยังมีคุณภาพไม่ดีขึ้น เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์เป็นเวลา 6 เดือน

5.1.5 น้ำดื่มที่ควรแก่การนำมาบริโภค ควรเป็นน้ำดื่มที่ผลิตจากโรงงานขนาดใหญ่ หรือโรงงานที่มีกระบวนการควบคุมคุณภาพน้ำทางด้านจุลินทรีย์ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผู้บริโภค

ก. ในการเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดควรตรวจสอบ

1. ลักษณะขวดที่สะอาด และมีการปิดผนึกที่เรียบร้อย
2. เครื่องหมาย อย. เครื่องหมายการค้า และสถานที่ผลิต

ข. ควรเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตจากโรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งสังเกตุได้จากเครื่องหมาย อย. จะมีอักษร ผด. แสดงไว้

5.2.2 เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

ก. ควรควบคุมให้ผู้ประกอบธุรกิจน้ำดื่มบรรจุขวดขออนุญาต จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กระทรวงสาธารณสุข และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำให้เข้าเกณฑ์มาตรฐานก่อนการอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. หลังจากจดทะเบียนจาก อย. แล้ว อย. ควรหมั่นตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มของแต่ละโรงงานที่จดทะเบียนว่ามีคุณภาพน้ำเข้าเกณฑ์มาตรฐานอยู่หรือไม่ และเร่งรัดให้มีการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดให้มีคุณภาพเข้าเกณฑ์มาตรฐาน

ค. ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำทุกยี่ห้อที่วางขายในท้องตลาด เพื่อตรวจสอบว่าน้ำยี่ห้อใดบ้างที่ไม่ได้มาตรฐาน และมีการจดทะเบียนถูกต้องหรือไม่ หากไม่ได้จดทะเบียนควรมีการดำเนินการกับผู้ผลิตอย่างจริงจัง เพื่อเป็นการคุมครองผู้บริโภคให้บริโภคน้ำที่ได้มาตรฐานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ค่ามาตรฐานของน้ำดื่ม

รายการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐานน้ำดื่ม
สมบัติทางฟิสิกส์	
สี , Pt-Co scale	20
กลิ่น	ไม่มี (ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน)
ความขุ่น , NTU	5
pH	6.5 - 8.5
สมบัติทางเคมี	ไม่เกิน , (ppm)
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	500.0
ความกระด้างทั้งหมด (คำนวณเป็น $CaCo_3$)	100.0
สารหนู	0.05
แบเรียม	1.0
แคดเมียม	0.005
คลอไรด์ (คำนวณเป็น Cl)	250.0
โครเมียม	0.05
ทองแดง	1.0
แมงกานีส	0.05
ปรอท	0.002
ไนเตรต (คำนวณเป็น N)	4.0
ฟีนอล	0.001
เหล็ก	0.3
ตะกั่ว	0.05
ซีลีเนียม	0.01
เงิน	0.05
ซัลเฟต	250.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐานน้ำดื่ม
สังกะสี	5.0
ฟลูออไรด์ (คำนวณเป็น F)	1.5
อะลูมิเนียม	0.2
เอบีเอส	0.2
ไซยาไนด์	0.1
สมบัติทางจุลชีววิทยา	
แบคทีเรียโคลิฟอร์มต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยวิธี MPN	น้อยกว่า 2.2
แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม	ไม่พบ
จุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดโรค	
Salmonella sp.	ไม่พบ
Clostridium perfringens	ไม่พบ
Staphylococcus aureus	ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตาราง MPN

ดัชนีค่า MPN และขีดจำกัดความเชื่อมั่น 95 % ของหลอดที่ให้ผลบวก เมื่อใช้ระบบ 5 หลอด ของตัวอย่างน้ำที่ตรวจวิเคราะห์ 10.0 มล. , 1.0 มล. , 0.1 มล.

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	ดัชนี MPN / 100มล.	ระดับความเชื่อมั่น 95 %	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า
0-0-0	<2	-	-
0-0-1	2	1.0	10
0-1-0	2	1.0	10
0-2-0	4	1.0	13
1-0-0	2	1.0	11
1-0-1	4	1.0	15
1-1-0	4	1.0	15
1-1-1	6	2.0	18
1-2-0	6	2.0	18
2-0-0	4	1.0	17
2-0-1	7	2.0	20
2-1-0	7	2.0	21
2-1-1	9	3.0	24
2-2-0	9	3.0	25
2-3-0	12	5.0	29
3-0-0	8	3.0	24
3-0-1	11	4.0	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	ดัชนี MPN / 100มล.	ระดับความเชื่อมั่น 95 %	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า
3-1-0	11	4.0	29
3-1-1	14	6.0	35
3-2-0	14	6.0	35
3-2-1	17	7.0	40
4-0-0	13	5.0	38
4-0-1	17	7.0	45
4-1-0	17	7.0	46
4-1-1	21	9.0	55
4-1-2	26	12.0	63
4-2-0	22	9.0	56
4-2-1	26	12.0	65
4-3-0	27	12.0	67
4-3-1	33	15.0	77
4-4-0	34	16.0	80
5-0-0	23	9.0	86
5-0-1	30	10.0	110
5-0-2	40	20.0	140
5-1-0	30	10.0	120
5-1-1	50	20.0	150
5-1-2	60	30.0	180
5-2-0	50	20.0	170
5-2-1	70	30.0	210
5-2-2	90	40.0	250
5-3-0	80	30.0	250
5-3-1	110	40.0	300
5-3-2	140	60.0	360

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	ดัชนี MPN / 100มล.	ระดับความเชื่อมั่น 95 %	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า
5-3-3	170	80.0	410
5-4-0	130	50.0	390
5-4-1	170	70.0	480
5-4-2	220	100.0	580
5-4-3	280	120.0	690
5-4-4	350	160.0	820
5-5-0	240	100.0	940
5-5-1	300	100.0	1300
5-5-2	500	200.0	2000
5-5-3	900	300.0	2900
5-5-4	1600	600.0	5300
5-5-5	≥1600	-	-

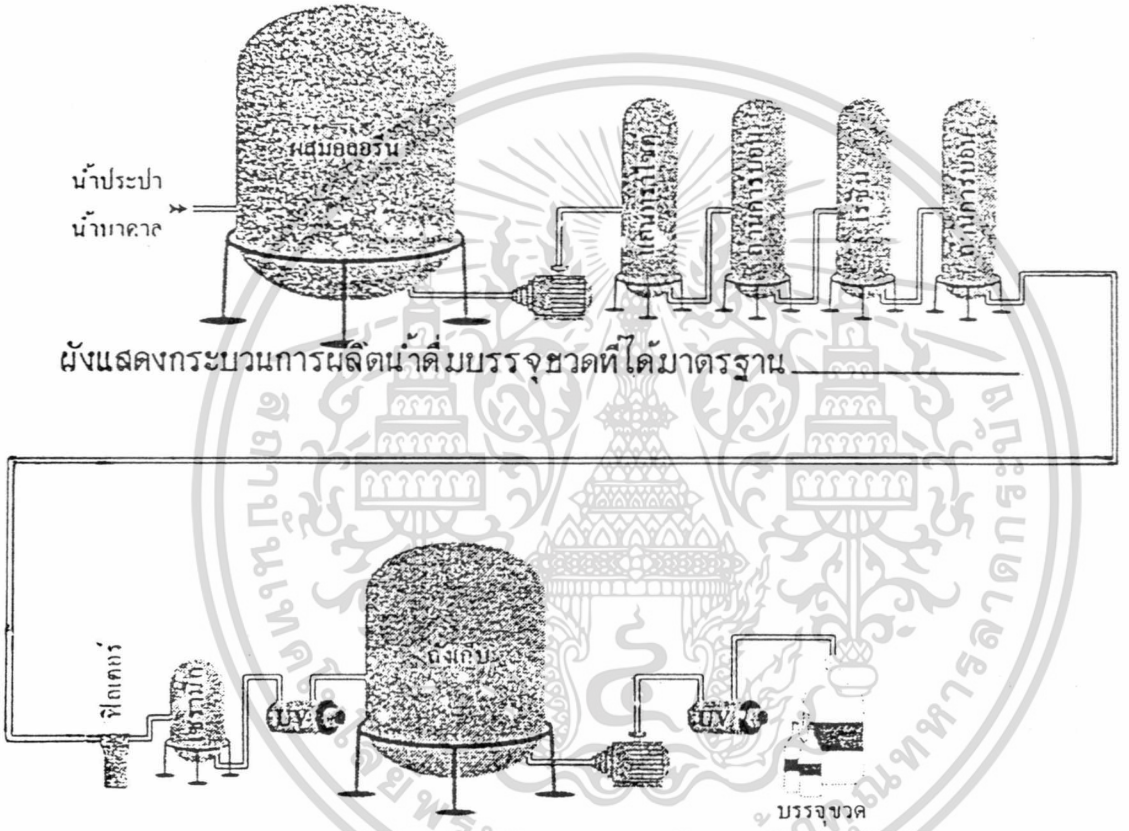
ในบางครั้งผลที่ได้ไม่สามารถเทียบหาค่าได้จากตาราง MPN จึงต้องทำการคำนวณหาค่าโดนใช้สูตรของโธมัส (Thomas ' s simple formular) ดังนี้

$$\text{MPN / 100 มล.} = \frac{\text{จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก} \times 100}{\sqrt{(\text{ปริมาณน้ำตัวอย่าง (ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น มล. ในหลอดที่ให้ผลลบ)} \times \text{มล. ในทุกหลอด})}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่ได้มาตรฐาน



ผังแสดงกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดที่ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : U_1 = U_2 = U_3 .....$$

ขั้นที่ 2 สมมติว่าความแปรปรวนของทุกกลุ่มเท่ากัน

ขั้นที่ 3 คำนวณผลรวมกำลังสอง

1. ผลรวมกำลังสองทั้งหมด (the total sum of squares)

$$SST = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y_{ij}^2 - \frac{(G.T.)^2}{ab}$$

$\frac{(G.T.)^2}{ab}$ = Correction term และใช้อักษรย่อ C.T.

a = จำนวนทรีทเมนต์ (จำนวนยี่ห้อ)

b = จำนวนบล็อก (จำนวนเดือน)

G.T. = ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง

2. ผลรวมกำลังสองของบล็อก (SSB)

$$SSB = \frac{\sum_{j=1}^{b} B_j^2}{a} - \frac{(G.T.)^2}{ab}$$

3. ผลรวมกำลังสองของทรีทเมนต์ (SSA)

$$SSA = \frac{\sum_{i=1}^{a} T_i^2}{b} - \frac{(G.T.)^2}{ab}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (SSE)

$$SSE = SST - (SSB + SSA)$$

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of variation	df	Sum of squares	Mean square	F - ratio
Block	b - 1	SSB	$\frac{SSB}{(b-1)}$	$\frac{MSB}{MSE}$
Treatment	a - 1	SSA	$\frac{SSA}{(a-1)}$	$\frac{MSA}{MSE}$
Error	(a-1)(b-1)	SSE	$\frac{SSE}{(a-1)(b-1)}$	-
Total	(ab-1)	SST	-	-

ขั้นที่ 4 การตัดสินใจและสรุปผล

กำหนด $\alpha = 0.05$ $\quad F_{0.05} = [(b-1), (a-1)(b-1)] = X$

$F_{0.05} = [(a-1), (a-1)(b-1)] = Y$

ถ้า F-ratio $<$ $F_{\text{จากตาราง}}$ จะยอมรับ H_0

F-ratio $>$ $F_{\text{จากตาราง}}$ จะปฏิเสธ H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการคำนวณความแปรปรวนทางสถิติ

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพีเอช (pH) เพื่อหาความแตกต่างทางสถิติ

จากตารางแสดงผลข้อมูลดิบในการวิเคราะห์หาค่าพีเอช (pH)ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 20 ยี่ห้อ เป็นเวลา 6 เดือน รวมทั้งหมดเป็น 120 ตัวอย่าง

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : U_{กค} = U_{สค} = \ldots\ldots\ldots = U_{ธค}$

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ย pH ของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 6 เดือน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

และ $H_1 : U_b = U_c = \ldots\ldots\ldots = U_t$

หรือ H_1 : ค่าเฉลี่ย pH ของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 20 ยี่ห้อ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นที่ 2 สมมติให้ความแปรปรวนของทุกกลุ่มเท่ากัน

ขั้นที่ 3 คำนวณผลรวมกำลังสอง

SST = 6925.91 - 6896.28 = 29.63

SSB = 6899.33 - 6896.28 = 3.05

SSA = 6915.79 - 6896.28 = 19.51

SSE = 29.63 - (3.05 + 19.51) = 7.07

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of variation	df	Sum of squares	Mean square	F - ratio
Block	5	3.05	0.61	8.71
Treatment	19	19.51	1.03	14.71
Error	95	7.07	0.07	-
Total	119	29.63	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 กำหนด $\alpha = 0.05$ $F_{0.05}(5,95) = 2.319$

$F_{0.05}(19,95) = 1.701$

∴ ปฏิเสธ H_0 = ค่าเฉลี่ย pH ของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 6 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปฏิเสธ H_1 = ค่าเฉลี่ย pH ของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 20 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จารุนี วัชรโกเศศ , " ฉลากผลิตภัณฑ์อาหาร " วารสารวิทยาศาสตร์ พฤษภาคม - มิถุนายน (2537) : 194 -196

จุรีย์ บริสุทธนารักษ์ , วิจิตรา รัตนพงษ์ และพยนต์ ฉุยฉาย , " การสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคจากโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่ " วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม (2531) : 25-39

ชมรมวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล , " น้ำดื่มสะอาด " วารสารเกษตรก้าวหน้า ปีที่ 9 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน - ธันวาคม (2537) : 61-63

ดุษฎี มั่นความดี , " การสำรวจคุณภาพของน้ำดื่มมาตรฐาน " วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 43 ฉบับที่ 138 พฤษภาคม (2538) : 26-31

นวลพรรณ ณ ระนอง , บทปฏิบัติการที่ 2 ความกระด้าง , ปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ หน้า 9-10 , 2539

ปทุม ชูรัตน์ , น้อย ทองสกุลพานิชย์ , ประภาพรรณ พรหมหิรัญกุล และศุภวรรณ จึงจิตต์รัตน์ , " คุณภาพน้ำบริโภคบรรจุขวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน " วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - สิงหาคม (2534) : 125-129

ประเทศ สูตะบุตร , " เครื่องกรองน้ำดื่ม " วารสารวิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 43 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม (2532) : 294-297

พงษ์เทพ วิไลพันธ์ , " น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท " อาหาร ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน (2540) : 157-167

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง น้ำบริโภค เล่มที่ 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มอก. 257 เล่ม 1 , 2521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง น้ำบริโภค เล่มที่ 2 การวิเคราะห์และการทดสอบ มอก. 257 เล่ม 2 , 2521

วิสิฐ จะนะสิต , สิติมา จิตตินันทน์ และ วันทนีย์ วรวงศ์ทัต , " สิบคำถามเกี่ยวกับน้ำบริโภค " วารสารอุตสาหกรรมเกษตร ปีที่ 6 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม (2538) : 31-37

สมนึก สุขพงษ์ไทย , ทัศนีย์ บำรุงเชื้อ , สุวิมล วัฒนะวิรุณ , นุชจริยา อรัญศรี , ประพร เติมเกาะ , นิรมล บุณยสนธิกุล และฐิติมา โกมุทพงศ์ , " คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องกรองน้ำเย็นในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต " วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 พฤษภาคม - ตุลาคม (2537) : 30-33

สมใจ วิชัยดิษฐ์ , " น้ำเพื่อชีวิต " วารสารฉลาดบริโภค ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน (2536) : 11-12

อาภารัตน์ มหาขันต์ , " ไนเตรตในน้ำดื่ม : ปัญหาใหม่ของสุขภาพ " วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม (2540) : 25-26

American Public Health Association . " Standard Methods for the examination of water and wastewater ." , American Public Health Association Inc. , Washington D.C. ,1975 .

World Health Organization . " Guidelines for Drinking - water Quality .Vol. 1 Recommendation . " , Geneva ,1984 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้