สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

SURVEY OF DRINKING WATER' S QUALITY AT FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

โดย

นางสาวมนัญญา งามทรง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

สว.
ว1161 ก
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49824
วัน, เดือน, ปี 31 มี.ค. 2547

.b.....
.i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b11334556

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง การสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Survey of Drinking Water' s Quality at Faculty of Industrial Education King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang

ชื่อ - สกุล นางสาวมนัญญา งามทรง

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปนิดา ประวิตรวงศ์

บทคัดย่อ

การสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตามวิธีของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 2 วิธีวิเคราะห์และทดสอบ เพื่อประเมินคุณภาพของน้ำดื่มทางกายภาพ , ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม , 2544 : 5 – 7, 29 – 31, 96 – 108) โดยทำการทดสอบความดูดกลืนแสง , ความเป็นกรด – ด่าง , ความกระด้าง , การตรวจสอบ Standard Plate Count , การตรวจสอบ MPN และ *E. coli* ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์คุณภาพคือน้ำบริโภคที่มีจำหน่าย อยู่ในโรงอาหารคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้แก่ น้ำดื่มตราคีน , น้ำดื่มตราใจ , น้ำดื่มตราสกาย , น้ำดื่มตราคริสตัล , และน้ำจากตู้น้ำดื่ม พบว่า น้ำดื่มทุกชนิดมีค่าความดูดกลืนแสง , ค่าความเป็นกรด – ด่าง , ค่าความกระด้าง , ค่าของการตรวจสอบ Standard Plate Count , ค่าของการตรวจสอบ MPN และ *E. coli* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ซึ่งก็หมายความว่า น้ำที่นำมาทำการตรวจสอบทุกชนิดมีความสะอาด และปลอดภัยในการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะ อาจารย์ปนิดา ประวิตรวงค์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดี ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกจากผู้ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ อาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการในการทดลอง รวมทั้งความช่วยเหลือของเพื่อนในการทดลอง ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษ ขอมอบให้กับ บิดา มารดา พี่และน้อง ซึ่งให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และกำลังใจ รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาและผู้มีพระคุณทุกท่าน

มนัญญา งามทรง

มีนาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 น้ำดื่ม	3
2.2 หลักการเลือกซื้อน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท	3
2.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท	4
2.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่ม	5
2.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ	5
2.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี	7
2.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	10
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	10
3.2 วิธีการ	11
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	18
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	19
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	27
ภาคผนวก.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	19
2	ค่าความดูดกลืนแสงของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	20
3	ค่าความกระด้าง เมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตของน้ำดื่ม ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	20
4	ค่า Standard Plate Count ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	21
5	ค่า MPN ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	23
6	การเกิดก๊าซของน้ำดื่มตราคืนและน้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ) ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง.....	11
2	ขั้นตอนการทดสอบความขุ่น.....	12
3	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความกระด้างของน้ำ แคลเซียมและแมกนีเซียม.....	12
4	ขั้นตอนการตรวจสอบ Standard plate count.....	13
5	ขั้นตอนการตรวจสอบ MPN and *E.coli*.....	13
6	ขั้นตอนการตรวจสอบ Confirm test.....	14
7	ขั้นตอนการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์แอมโมเนียม.....	15
8	ขั้นตอนการเตรียมสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.02 นอร์มัล.....	15
9	ขั้นตอนการเตรียมทริปโตนกลูโคส เอกซ์แทรกต์อะการ์.....	16
10	ขั้นตอนการเตรียมแลกโตสบรอท.....	16
11	ขั้นตอนการเตรียมบริลเลียนกรีน แลกโตสไบล์บรอท.....	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

น้ำเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากต่อสิ่งมีชีวิต ทั้งต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช ซึ่งถ้าหากขาดน้ำสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยเฉพาะมนุษย์ น้ำมีความสำคัญอย่างมาก น้ำจะทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ และน้ำยังทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายดำเนินไปได้อย่างสมดุล (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , 2537 : 8 – 13)

น้ำที่เราใช้ในการอุปโภคบริโภคนั้นจะต้องสะอาดปราศจากสารพิษและสิ่งเจือปนที่จะทำให้เกิดโทษต่อร่างกาย และการที่เราจะทราบได้ว่าน้ำนั้นมีความสะอาดควรแก่การนำมาอุปโภคบริโภคหรือไม่นั้น เราก็ต้องนำน้ำนั้นมาวิเคราะห์คุณภาพเสียก่อน และในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะต้องมีเกณฑ์หรือมาตรฐานเพื่อเป็นตัวกำหนดและเปรียบเทียบว่าน้ำนั้นจะสะอาดหรือสกปรก ซึ่งมาตรฐานหรือข้อกำหนดนี้ก็จะใช้ตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้ โดยถ้าหากน้ำที่เรานำมาวิเคราะห์นั้นได้มาตรฐานตรงตามที่กำหนดไว้แสดงว่าน้ำนั้นสะอาดเหมาะสำหรับบริโภคได้ แต่ถ้าหากไม่ได้มาตรฐานตรงตามที่กำหนด แสดงว่าน้ำไม่สะอาดเพียงพอที่จะนำมาบริโภคได้ และถ้าหากบริโภคน้ำที่ไม่ได้มาตรฐานก็จะเกิดโทษ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2540 : 275 –280)

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการวิเคราะห์ และตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ,ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่ม

2.เพื่อประเมินคุณภาพของน้ำดื่มที่จำหน่ายตามโรงอาหารคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ขอบเขตของปัญหา

เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 6 ตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- น้ำดื่มตราใจ (Jai)
- น้ำดื่มตราสกาย (Sky)
- น้ำดื่มตราคริสตัล (Crystal)
- น้ำดื่มตราคีน (Keen)
- น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (รุ่น QO – 2P Ninety – nine R.O. text จากบริษัท 99 อาร์. โอ เท็กซ์ จำกัด ตรงบริเวณ อาคารเรียนและปฏิบัติการงานบัณฑิตศึกษา ชั้นที่ 2)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ทราบว่าน้ำดื่มที่มีอยู่ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สะอาดได้มาตรฐานตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้หรือไม่

2.เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มที่มีอยู่ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำดื่ม

น้ำดื่ม หมายถึง น้ำที่สะอาด ปราศจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (กัญจนา ธีระกุล, 2542 : 161)

2.2 หลักการเลือกซื้อน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข, 2534 : 4 – 5)

เพื่อให้ได้น้ำดื่มที่สะอาดและปลอดภัยในการบริโภคควรเลือกซื้อน้ำดื่มที่มีลักษณะดังนี้

1. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ต้องสะอาด ไม่รั่วซึม หรือมีรอยสกปรก

- ถ้าบรรจุในภาชนะที่เป็นพลาสติก ภาชนะต้องสะอาด ฝาต้องปิดสนิทและมีพลาสติกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง หรือถ้าเป็นขวดแก้ว ก็ต้องสะอาดมีฝาปิดสนิทเช่นกัน
- ฝาที่ปิดผนึกหากเป็นชนิดขวด จะต้องไม่มีร่องรอยว่ามีการเปิดใช้ และหากเป็นชนิดถังต้องมีห่วงพลาสติกผนึกรอบฝาจุกกับปากถัง

2 . ตรวจดูฉลากให้ดีว่ามีรายละเอียดครบถ้วนหรือไม่ ได้แก่ ชื่อน้ำดื่ม เลขทะเบียนตำรับหรือเลขที่อนุญาตให้ใช้ฉลาก ซึ่งจะแสดงในกรอบเครื่องหมาย อย. ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ตั้ง และปริมาตรสุทธิ

3 . สภาพของน้ำหรือลักษณะของน้ำ

- ต้องใสสะอาด ไม่มีตะกอน ไม่มีสิ่งเจือปนอื่น ๆ
- ไม่มีสี กลิ่น หรือรสที่ผิดปกติ
- ควรเลือกซื้อจากผู้ผลิตที่เชื่อถือได้ มีที่อยู่แน่นอน
- มีการเก็บรักษาที่ดี ไม่วางปะปนผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย

4 . การเลือกซื้อน้ำชนิดถัง ควรตรวจสอบให้ดีว่าฉลากที่ถัง กับพลาสติกที่หุ้มปากถังเป็นของผู้ผลิตเดียวกันหรือไม่ เพราะผู้ผลิตบางรายจะเก็บถังของผู้ผลิตรายอื่นมาบรรจุน้ำของตน

5 . ไม่ควรซื้อตามคำโฆษณา หรือคำกล่าวอ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข, 2535 : 2 – 3)

ในการผลิตน้ำดื่มให้มีคุณภาพหรือมาตรฐาน น้ำที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ต้องได้จากแหล่งที่เหมาะสม มีอุปกรณ์การผลิตที่เหมาะสม มีการบำรุงรักษาที่ดี มีกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง รวมถึงการมีสุขาภิบาลที่ดี ทั้งอาคารสถานที่ อุปกรณ์ ภาชนะบรรจุ และคนงาน

กรรมวิธีในการผลิตน้ำ โดยทั่วไปจะนำน้ำจากแหล่งน้ำที่เหมาะสม เช่น น้ำประปา แม่น้ำ ลำคลอง น้ำบาดาลเป็นต้น มาปรับคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้

1. การเติมอากาศ (Aeration) เป็นกระบวนการซึ่งทำให้น้ำสัมผัสกับอากาศ เพื่อลดความเข้มข้นของก๊าซ และสารบางชนิดที่ระเหยได้ โดยการทำให้น้ำเป็นแผ่นฟิล์ม หรือทำเป็นน้ำตก ทำเป็นเครื่องกีดขวางให้น้ำไหลผ่าน หรือพ่นน้ำให้สัมผัสกับอากาศ

2 . การตกตะกอนด้วยสารเคมี (Coagulation) โดยการเติมสารเคมีบางชนิดลงในน้ำ เพื่อให้สารที่มีอนุภาคเล็ก ๆ รวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่และมีน้ำหนัก ง่ายต่อการกำจัด โดยการตกตะกอน (Sedimentation) หรือการกรอง (Filtration)

3 . การตกตะกอนโดยวิธีธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณสารพวก Settleable materials ในน้ำ ให้ตกลงสู่ก้นถังโดยแรงดึงดูดของโลก

4 . การกรอง (Filtration) เป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการปรับคุณภาพน้ำ

- สารกรองกรวดทราย มักใช้กรองน้ำประปาหรือน้ำบาดาล เพื่อขจัดสิ่งเจือปนทางฟิสิกส์ เช่น ตะกอน และดินทราย โดยให้น้ำไหลผ่านถังกรองทรายที่มีชั้นของกรวดทรายเรียงตามขนาดที่พอเหมาะภายในถัง
- สารกรองผงถ่าน มีลักษณะคล้ายถ่านบดละเอียดสีดำ ภายในมีรูพรุนคดเคี้ยวไปมา ผงถ่านนี้ได้รับการผ่านกระบวนการความร้อนสูง และลดความดันเป็นพิเศษ มีคุณสมบัติในการดูดสี กลิ่น คลอรีน และก๊าซ
- ไส้กรอง ที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ ไส้กรองเซรามิค ทำจากเซรามิคที่มีรูพรุนที่ละเอียด มีประสิทธิภาพในการกรองสิ่งเจือปน ที่มีขนาดเล็กมากได้ดี
- ไส้กรองแอนทราไซด์และแมงกานีส โดยแมงกานีสจะใช้กำจัดสนิมเหล็ก และธาตุเหล็ก ตะกั่ว กำมะถัน และสังกะสีในน้ำ ส่วนแอนทราไซด์จะใช้ขจัดสนิมเหล็กตะกอน และความขุ่นได้
- สารกรองเรซิน เป็นสารสังเคราะห์ที่สามารถกรองน้ำที่มีความกระด้าง ให้เป็นน้ำอ่อนได้ โดยเรซินสามารถกำจัดแคลเซียม และแมกนีเซียม โดยการแลกเปลี่ยนอนุมูล กำจัดเหล็ก และแมงกานีส รวมทั้งสิ่งสกปรกทั้งหลายในน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 . การฆ่าเชื้อ (Disinfection) ซึ่งมีหลายวิธี เช่น ใช้ความร้อน การกรอง การใช้สารเคมี การใช้แสงอุลตราไวโอเลต เป็นต้น

- การใช้ไส้กรองแบคทีเรีย (Bacteria filter) เป็นไส้กรองเซรามิคที่ผสมด้วยธาตุเงิน มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อจุลินทรีย์
- การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ (Solar energy application) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดยใช้หลักการประหยัดพลังงาน โดยนำพลังงานความร้อนที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้
- การใช้แสงอุลตราไวโอเลต โดยใช้หลอดแก้วใสทำด้วยควอร์ หรือ High silica glass ซึ่งสามารถให้ลำแสงที่มีช่วงคลื่นที่ทำลายจุลินทรีย์ได้ภายในเวลาที่พอเหมาะ
- การฆ่าเชื้อโดยใช้สารคลอรีน นอกจากคลอรีนจะฆ่าเชื้อในน้ำแล้ว ยังจะช่วยเร่งปฏิกิริยาในการตกตะกอนของสารเคมีในน้ำด้วย สารเคมีที่นิยมใช้ เช่น สารประกอบประเภทไฮโปคลอไรท์

เมื่อผ่านกระบวนการต่าง ๆ นี้แล้ว น้ำจะถูกเก็บไว้ในถังพักน้ำก่อน แล้วจึงนำน้ำมาบรรจุในภาชนะเพื่อจำหน่ายต่อไป

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่ม

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยทั่ว ๆ ไปแล้วสามารถทำการวิเคราะห์ได้ทั้ง 3 อย่าง คือ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์

2.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

ในการวิเคราะห์น้ำเบื้องต้นจะต้องวิเคราะห์น้ำทางกายภาพเพื่อความเหมาะสมหรือปลอดภัยที่จะใช้เป็นน้ำดื่มน้ำใช้หรือไม่นั้น ลักษณะทางกายภาพมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะบอกได้ว่าผู้บริโภคมีความสนใจที่จะเลือกบริโภคน้ำนั้นหรือไม่เนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพสามารถที่จะสังเกตได้โดยการใช้ประสาทสัมผัส

2.4.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ พีเอช เป็นคุณสมบัติของน้ำอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมากและมีความสัมพันธ์กับระบบต่าง ๆ มากมาย ในการวิเคราะห์น้ำมักจะวัดพีเอชด้วยทุกครั้ง เนื่องจากสามารถวัดได้ง่าย โดยจะใช้เป็นตัวควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ทั้งในทางด้านน้ำดีและน้ำเสีย เช่น ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย การตกตะกอน ขบวนการโคแอกูเลชั่น การกัดกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น พีเอชสามารถใช้หาค่าความเป็นด่าง ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ และค่าสมดุลกรด-เบส อื่นๆได้ ตลอดจนแสดงค่าความเข้มของการเป็นกรด – ด่างของสารละลายได้

พีเอช หมายถึง ค่าลบของ logarithm ของความเข้มข้นของ H^+ ดังนั้นการวัดค่าของพีเอชจึงเป็นการวัดความเข้มข้นของ H^+ ในน้ำ

ในทางทฤษฎีจะถือว่าพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 14 น้ำบริสุทธิ์มีพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่มีพีเอชสูงกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง ส่วนน้ำที่มีพีเอชต่ำกว่า 7 ถือว่าเป็นกรด H^+ เกิดขึ้นจากการแตกตัวของกรดในน้ำ

โดยปกติน้ำผิวดินมักมีพีเอชอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 น้ำใต้ดินอาจมีพีเอชต่ำกว่า 6 เนื่องจาก มีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำอยู่ในปริมาณสูงน้ำในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำอาจมีพีเอชสูงถึง 9 หรือมากกว่า ถ้าหากมีสาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโต และทำการสังเคราะห์แสงในแหล่งน้ำนั้น (มั่นสิน ตันฑุลเวศน์, 2538 : 9 – 10)

การวัดพีเอชทำได้หลายวิธี คือ

- ใช้กระดาษพีเอช ซึ่งเมื่อนำน้ำมาหยดบนกระดาษพีเอชแล้วจะมีสีเปลี่ยนไปตามค่าพีเอชของน้ำ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานจะได้ค่าพีเอชโดยประมาณ
- ใช้การเทียบสีกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าพีเอช โดยการเติมสารที่มีสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์ปริมาณที่กำหนดลงในน้ำ วิธีนี้จะวัดค่าพีเอชได้ละเอียดกว่าการใช้กระดาษและสีคงทนอยู่นานกว่า แต่อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำที่นำมาทดสอบมีสี
- ใช้มาตรวัดพีเอช (pH meter) ซึ่งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับความละเอียดของค่าพีเอชที่ต้องการ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2540 : 31)

2.4.1.2 ความขุ่น

"ความขุ่น" หมายถึง สิ่งแขวนลอยที่กั้นทางเดินของแสงในน้ำ ความขุ่นของน้ำเกิดจากสิ่งแขวนลอยนานาชนิดที่มีขนาดแตกต่างกัน อาจเป็นพวกอินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจาย (Scattered) และดูดซึม (Absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สิ่งแขวนลอยที่เป็นความขุ่นในน้ำจะเป็นสิ่งใดขึ้นอยู่กับการสัมผัสของน้ำที่ไหลผ่าน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ความขุ่นเป็นลักษณะสมบัติเฉพาะของน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินมักไม่มีความขุ่น ความขุ่นสามารถสังเกตได้ง่าย ในน้ำที่มีความขุ่นจะทำให้ไม่น่าใช้ จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินว่า ผู้บริโภคต้องการใช้น้ำนั้นหรือไม่ และยังเป็นอุปสรรคต่อการฆ่าเชื้อโรคในการผลิตน้ำประปา เพราะเชื้อโรคอาจแฝงตัวหลบซ่อนอยู่กับความขุ่นได้ และนอกจากนี้ยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการกรองน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความขุ่นของน้ำอาจวัดได้ 2 วิธี คือ วัดปริมาณแสงที่ส่องทะลุความขุ่น (Turbidimetry) หรือวัดปริมาณแสงที่กระทบความขุ่นและสะท้อนออกมาในทิศทางตั้งฉากกับลำแสง (Nephelometry) ความขุ่นในน้ำอาจมีหน่วยเป็น NUT หรือ JUT ก็ได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้วัดความขุ่น NTU (Nephelometric Turbidity Unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ ที่เรียกว่า Nephelometer โดยมีหลักการ คือ วัดความขุ่นโดยเปรียบเทียบกับความเข้มของแสงที่ กระจัดกระจายของตัวอย่าง กับสารมาตรฐานใต้สภาวะเดียวกัน ความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายมากจะมีความขุ่นมาก สารละลายความขุ่นมาตรฐานที่ใช้คือ ฟอร์มาซินโพลีเมอร์ (Formazin Polymer) ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่างคือ สารละลายไฮดราซีนซัลเฟต (Hydrazine Sulfate) กับสารละลายเฮกซาเมธิลลีน เตตระมีน (Hexamethylene Tetramine) ส่วน JUT (Jackson Turbidity Unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Jackson Turbidimeter ซึ่งวัดปริมาณแสงที่เหลือจากการส่องผ่านอนุภาคของความขุ่น ไม่ว่าหน่วยวัดความขุ่นจะเป็นชนิดใดล้วนมีค่าเท่ากัน เนื่องจากได้มีการเปรียบเทียบ ให้มีค่าเท่ากับความขุ่นมาตรฐานซิลิกา (SiO_2) 1 มิลลิกรัม ในน้ำ 1 ลิตร ถือว่ามีความขุ่นเท่ากับ 1 หน่วยมาตรฐาน ในปัจจุบันนิยมใช้ Nephelometer มากกว่าเนื่องจากวัดความขุ่นได้ง่ายและสะดวก (มั่นสิน ตันฑุลเวศน์, 2538 : 25 – 26)

2.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

2.4.2.1 ความกระด้าง

ความกระด้างของน้ำเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะตกตะกอนสบู่ สาเหตุของความกระด้างของน้ำเกิดจากพวกอิออนบวกของโลหะที่มีวาเลนซี 2 ได้แก่ แคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) สตรอนเซียม (Sr^{2+}) เหล็ก (Fe^{2+}) และแมงกานีส (Mn^{2+}) แต่เนื่องจากน้ำในธรรมชาติมักมีแคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่าโลหะอื่น ๆ ดังนั้นสาเหตุที่สำคัญของความกระด้างจึงหมายถึงแคลเซียมและแมกนีเซียม และถือเป็นค่าของความกระด้างทั้งหมดของน้ำ สำหรับอิออนของโลหะตัวอื่น ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากก็ต้องนำมาคิดรวม ความกระด้างของน้ำนอกจากทำให้เกิดฟองสบู่ยากแล้ว ยังจะทำให้เกิดตะกรันขึ้นในหม้อหรือกาน้ำ เนื่องด้วยอิออนของโลหะวาเลนซี 2 ทำปฏิกริยากับอิออนที่มีประจุลบบางตัวเกิดเป็นตะกรันขึ้น ภายใต้สภาวะที่น้ำมีอุณหภูมิสูง นอกจากนี้ยังอาจจะทำให้รสชาติของน้ำผิดปกติ และการดื่มน้ำที่มีความกระด้างสูงอาจก่อให้เกิดโรคนิ่วได้ ความกระด้างส่วนใหญ่ในน้ำมาจากชั้นของดินและชั้นหินที่น้ำไหลผ่านน้ำใต้ดินมักมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน ถ้าน้ำมีความกระด้างน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการกัดกร่อนโลหะได้

ชนิดของความกระด้างแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบ่งตามอิออนบวกของโลหะที่มีอยู่ในน้ำ
   - ความกระด้างเนื่องจากแคลเซียม
   - ความกระด้างเนื่องจากแมกนีเซียม
2. แบ่งตามอิออนที่อยู่ร่วมกับแคลเซียมและแมกนีเซียม
   - ความกระด้างชั่วคราวหรือความกระด้างคาร์บอเนต เกิดจากสารคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตในน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของน้ำกระด้าง เช่น $Ca(HCO_3)_2$, $CaCO_3$ และ$Mg(HCO_3)_2$ น้ำกระด้างชนิดนี้สามารถทำให้อ่อนได้โดยการต้ม
   - ความกระด้างถาวรหรือความกระด้างที่ไม่ได้เกิดจากคาร์บอเนต เกิดจากพวกซัลเฟต และคลอไรด์ในน้ำ เช่น $CaSO_4$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ และ $MgCl_2$ พวกนี้แก้ไขไม่ได้โดยการต้มจำเป็นต้องใช้วิธีทางเคมี โดยใช้เรซินการกรอง ซึ่งเรซินเป็นสารสังเคราะห์ที่สามารถกรองน้ำที่มีความกระด้างให้เป็นน้ำอ่อนได้ โดยเรซินจะกำจัดแคลเซียม และแมกนีเซียมโดยการแลกเปลี่ยนอนุมูลกับสารดังกล่าว จึงทำให้น้ำหายกระด้างได้ (มั่นสิน ตันฑุลเวศน์, 2538 : 221 – 234)

2.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา

น้ำในธรรมชาติมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มาก ทั้งชนิดและปริมาณ การตรวจคุณภาพของน้ำทางจุลชีววิทยา นอกจากจะตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Standard Plate Count แล้ว ยังนิยมตรวจจุลินทรีย์บางชนิดที่เมื่อมีอยู่ในน้ำโดยวิธี MPN ซึ่งจะสามารถบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ที่น้ำอาจจะได้รับการปนเปื้อนจากเชื้อโรค โดยเฉพาะเชื้อโรคทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์ เช่น เชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคท้องร่วง ได้แก่ *Vibrio cholerae* (อหิวาตกโรค) , *Shigella dysenteriae* (โรคบิด) เป็นต้น ซึ่งเชื้อโรคเหล่านี้จะติดมากับอุจจาระของคนหรือสัตว์ที่เป็นโรคหรือเป็นพาหะ (carrier) ของเชื้อโรคดังกล่าว จึงใช้จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระทั้งทางตรงและทางอ้อม (index of fecal contamination) (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2540 : 260)

จุลินทรีย์ดัชนีเหล่านี้มีหลายกลุ่มด้วยกัน เช่น coliform , fecal , *E. coli* , แบคทีเรียในวงศ์ (family) Enterobacteriaceae ทั้งกลุ่ม Enterococci เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้เป็นพวกที่มีแหล่งอาศัยปกติอยู่ในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ จึงพบเป็นปริมาณมากในอุจจาระ ปกติจะไม่ก่อให้เกิดโรค ทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ง่าย รวดเร็ว และไม่สิ้นเปลืองกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค ส่วนจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค เมื่อออกจากทางเดินอาหารแล้วจะไม่ค่อยทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอก จึงพบปริมาณน้อยในน้ำ ทำให้ยากต่อการตรวจวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียโคลิฟอร์ม หมายถึง กลุ่มแบคทีเรียรูปร่างท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เป็น aerobe หรือ facultative anaerobe สามารถเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลกโตสให้กรด และก๊าซภายในเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ *Escherichia coli* ซึ่งมีแหล่งอาศัยปกติในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นจึงพบเป็นจำนวนมากในอุจจาระ และแบคทีเรียจีนัส Enterobacter ซึ่งนอกจากจะพบในทางเดินอาหารแล้วยังพบได้ในดิน และปนเปื้อนกับพืชผักต่าง ๆ ดังนั้นการตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์มจึงเป็นดัชนีแสดงว่าอาจมีการปนเปื้อนของอุจจาระ ซึ่งเป็นที่มาของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค ในเรื่องของน้ำดื่ม น้ำที่ใช้เพื่อการบริโภค หรือน้ำที่ใช้ในกระบวนการใดก็ตามที่ต้องการให้มีความสะอาดมาก ก็ไม่ควรให้มีการปนเปื้อนจากดิน

Fecal coliform และ *E. coli*

E. coli เป็นแบคทีเรียที่มีแหล่งอาศัยปกติอยู่ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น การตรวจพบ *E. coli* จึงแสดงว่ามีการปนเปื้อนของอุจจาระโดยตรง แบคทีเรียโคลิฟอร์มอื่น ๆ เช่น *Enterobacter aerogenes* ซึ่งไม่อาจใช้เป็นดัชนีแสดงการปนเปื้อนจากอุจจาระโดยตรง จึงเรียกกลุ่มนี้ว่าเป็น non – fecal coliform เนื่องจาก *E. coli* มีคุณสมบัติแตกต่างจาก *Enterobacter sp.* คือ

- *E. coli* สามารถเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลกโตส แล้วเกิดก๊าซที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 – 48 ชั่วโมง ซึ่งการทดสอบทำได้ง่าย

- *E. coli* ให้ผลการทดสอบปฏิกิริยา IMVic (indole , methyl red , Voges – Proskauer , citrate test) เป็น + + - - ส่วน *Enterobacter aerogenes* ให้ผลเป็น - - + + แต่การตรวจวิเคราะห์ยุ่งยากและสิ้นเปลืองกว่าวิธีแรก

ด้วยเหตุนี้จึงใช้ปฏิกิริยาการเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลกโตส แล้วเกิดก๊าซ ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นการแยกกลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็น 2 พวกคือ fecal coliform และ non – fecal coliform

การหาค่า MPN

MPN ย่อมาจาก Most Probable Number เป็นจำนวนสูงสุดของแบคทีเรียที่อาจมีได้ในตัวอย่าง ค่านี้ได้จากการประเมินโดยใช้หลักการทางสถิติ

สำหรับการหาค่า MPN โดยวิธี multiple – tube technique นั้นเป็นเทคนิค หรือวิธีการประเมินจำนวนสูงสุดของจุลินทรีย์ในตัวอย่าง โดยจะทำการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จากตัวอย่างนั้นในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ซึ่งเป็นอาหารที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ที่ต้องการประเมินจำนวน ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ที่ประเมินได้จึงเป็นจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่และสามารถเจริญในอาหารที่ใช้เลี้ยงเท่านั้น (กัญจนา ธีระกุล, 2542 : 161 – 172)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)
- ตู้อบ (hot air oven)
- เครื่องชั่ง (analytical balance)
- เครื่องอังไอน้ำ (water bath)
- ตู้เพาะเชื้อ (incubator)
- เครื่องนับโคโลนี (colony counter)
- หม้อนึ่งความดัน (autoclave)
- ปิเปต (pipette)
- จานเพาะเชื้อ (sterile petri dishes)
- บีกเกอร์ (beaker)
- หลอดทดลองพร้อมจุก (test tube)
- หลอดดูแรห์ม (durham tube)
- หลอดหยด (dropping pipette)
- กระบอกตวง (graduated cylinder)
- ขวดแก้วรูปชมพู่ (erlenmeyer flask)
- บิวเรต (buret)
- จุกยาง (rubber ball)
- ลวดเขี่ยเชื้อที่ปลายมีห่วงกลม (wire loop)
- โกร่งบด (mortar and pestle)
- แท่งแก้วคนสาร (stirring rod)
- ตะเกียงแอลกอฮอล์ (alcohol burner)
- ตู้ดูดควัน (fume hood)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium chloride)

- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide)

- เกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ (Ethylenediamnetetraacetic acid magnesium disodium salt hydrate)

- เกลือโซเดียมของอันไฮดรัสอีดีทีเอ (Diaminoethanetetra – acetic acid disodium salt)

- ทริปโตนกูลโคส เอกซ์แทรกต์อะการ์ ชนิดแห้งผสมสำเร็จ (Dehydrated bacto tryptone glucose extract agar)

- แลกโตส (Lactose)

- เปปโตน (Peptone)

- บีฟเอกซ์แทรกต์ (Beef extract)

- บริลเลียนต์กรีน แลกโตสไบล์บรอท ร้อยละ 2 (Dehydrated bacto brilliant green lactose bile broth 2 %)

- เมทิลเรดอินดิเคเตอร์ (Methylred indicator)

- อีริโครมแบลกทีอินดิเคเตอร์ (Eriochrome biack T indicator)

3.2 วิธีการ

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ, ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 2 - 2521 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม , 2544 : 5 – 7 , 29 – 31 , 96 – 108)

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

- การทดสอบความเป็นกรด-ด่าง

Calibrate เครื่องมือวัดด้วย

สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.01 และ pH 7.01

↓

วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ของตัวอย่างโดย

จุ่ม Electrode ลงในน้ำตัวอย่าง (ปริมาณพอให้ท่วม Electrode เล็กน้อย)

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกค่า pH และอุณหภูมิขณะทำการวัด

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทดสอบความเป็นกรด – ด่าง

- การทดสอบความขุ่น

นำตัวอย่างใส่ในคิวเวต

↓

วัดค่าความดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 505 นาโนเมตร

(ใช้น้ำกลั่นเป็น Blank)

↓

อ่านค่าและบันทึกผล

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทดสอบความขุ่น

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

- การวิเคราะห์หาปริมาณความกระด้างของน้ำ แคลเซียมและแมกนีเซียม

น้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

↓

เติมบัฟเฟอร์แอมโมเนียม 5 มิลลิลิตร

และอีริโครมแบลกทีอินดิเคเตอร์ 0.5 – 1.0 กรัม

↓

เขย่าให้เข้ากัน

↓

ไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล

(จนสารละลายสีแดงอมุ่นเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน)

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความกระด้างของน้ำ แคลเซียมและแมกนีเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์

- Standard plate count

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการตรวจสอบ Standard plate count

- MPN and *E.coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการตรวจสอบ MPN and *E. coli*

- Confirm test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าตัวอย่างมีการปนเปื้อน	แสดงว่าตัวอย่างมีการปนเปื้อน
ของแบคทีเรียจำพวกโคลิฟอร์ม	ของแบคทีเรียจำพวก *E. coli*
(Coliform bacteria group)	

ภาพที่ 6 ขั้นตอนการตรวจสอบ Confirm test

วิธีการเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. สารละลายบัฟเฟอร์แอมโมเนียม

ชั่งแอมโมเนียมคลอไรด์ 16.9 กรัม

↓

เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 143 ลูกบาศก์เซนติเมตร

↓

คนให้ละลาย

↓

เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ 1.25 กรัม

↓

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ 7 ขั้นตอนการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์แอมโมเนียม

2. สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.02 นอร์มัล

ชั่งเกลือโซเดียมของอันไฮดรัสอีดีทีเอ 3.723 กรัม

↓

เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย

↓

คนให้ละลาย

↓

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพที่ 8</u> ขั้นตอนการเตรียมสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.02 นอร์มัล

3. ทริปโตนกลูโคส เอกซ์แทรกต์อะการ์

ชั่งอาหารแห้ง 24 กรัม

↓

เติมน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน

↓

เติมน้ำกลั่นอีก 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มให้เดือด

↓

คนให้ละลายจนหมด

↓

เทใส่ภาชนะที่เหมาะสม ปิดจุก

↓

นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส
ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

<u>ภาพที่ 9</u> ขั้นตอนการเตรียมทริปโตนกลูโคส เอกซ์แทรกต์อะการ์

4. แลกโตสบรอท

ชั่งบีฟเอกซ์แทรกต์ 3 กรัม เปปโตน 5 กรัม

↓

เติมน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
บีฟเอกซ์แทรกต์และเปปโตน คนให้เข้ากัน

↓

ต้มให้อาหารละลายให้หมด

↓

เติมแลกโตส 5 กรัม และน้ำกลั่น 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คนให้ละลายจนหมด

↓

ปิเปตมา 20 มิลลิเมตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่

ปิเปตมา 10 มิลลิเมตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

↓

ใส่หลอดดูแรห์มลงไปในหลอดทดลอง

↓

นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

ภาพที่ 10 ขั้นตอนการเตรียมแลกโตสบรอท

5. บริลเลียนกรีน แลกโตสไบล์บรอท

ชั่งอาหารแห้ง 40 กรัม

↓

เติมน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน

↓

เติมน้ำกลั่นอีก 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มให้เดือด

↓

คนให้ละลายให้หมด

↓

ปิเปตมา 20 มิลลิเมตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่

↓

ใส่หลอดดูแรห์มลงไปในหลอดทดลอง

↓

นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการเตรียมบริลเลียนกรีน แลกโตสไบล์บรอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49824

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีจุลชีววิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้แต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิจัย

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มของคณะครุศาตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตามวิธีของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 2 วิธีวิเคราะห์และทดสอบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด – ด่าง		อุณหภูมิขณะทำการวัด
	ตัวอย่าง	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด	(องศาเซลเซียส)
น้ำดื่มตราใจ	7.30	6.5 – 8.5	28.5
น้ำดื่มตราสกาย	7.24	6.5 – 8.5	28.5
น้ำดื่มตราคริสตัล	7.09	6.5 – 8.5	28.4
น้ำดื่มตราคีน	7.09	6.5 – 8.5	28.4
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)	7.35	6.5 – 8.5	28.6
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางซ้ายมือ)	6.98	6.5 – 8.5	28.4

จากการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ผลดังตารางที่ 1 พบว่า เกณฑ์ที่กำหนดของมาตรฐานค่าความเป็นกรด – ด่าง จะอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 น้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดจะอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าความดูดกลืนแสงของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	ค่าความดูดกลืนแสง วัดที่ค่า Absorbent 505 นาโนเมตร
น้ำกลั่น	ใส ไม่มีตะกอน	0.000
น้ำดื่มตราใจ	ใส ไม่มีตะกอน	0.059
น้ำดื่มตราสกาย	ใส ไม่มีตะกอน	0.058
น้ำดื่มตราคริสตัล	ใส ไม่มีตะกอน	0.060
น้ำดื่มตราคีน	ใส ไม่มีตะกอน	0.058
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)	ใส ไม่มีตะกอน	0.060
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางซ้ายมือ)	ใส ไม่มีตะกอน	0.058

จากตารางที่ 2 พบว่า ลักษณะปรากฏของน้ำตัวอย่างทุกตัวอย่างใส ไม่มีตะกอน ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตารางที่ 3 ค่าความกระด้าง เมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	ค่าความกระด้าง (มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เดซิเมตร)	
	ตัวอย่าง	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
น้ำดื่มตราใจ	1.50	300
น้ำดื่มตราสกาย	0.50	300
น้ำดื่มตราคริสตัล	0.50	300
น้ำดื่มตราคีน	1.00	300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ) ค่าความกระด้าง เมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	ค่าความกระด้าง (มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เดซิเมตร)	
	ตัวอย่าง	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)	1.50	300
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางซ้ายมือ)	0.50	300

จากตารางที่ 3 พบว่า เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดของค่ามาตรฐานของความกระด้าง เมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตคือ 300 น้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดมีค่าความกระด้างเมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมีค่าต่ำกว่า 300 ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยน้ำตัวอย่างที่มีความกระด้างต่ำที่สุดคือ น้ำดื่มตราสกาย, น้ำดื่มตราคริสตัล, และน้ำจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางซ้ายมือ) ส่วนตัวอย่างน้ำที่มีความกระด้างมากที่สุดคือ น้ำดื่มตราใจ และน้ำจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)

ตารางที่ 4 ค่า Standard Plate Count ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	จำนวนโคโลนีที่นับได้ (โคโลนี ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร)	
	ตัวอย่าง	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
น้ำดื่มตราใจ	0	500
น้ำดื่มตราสกาย	0	500
น้ำดื่มตราคริสตัล	0	500
น้ำดื่มตราคีน	0	500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ) ค่า Standard Plate Count ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	จำนวนโคโลนีที่นับได้ (โคโลนี ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร)	
	ตัวอย่าง	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)	0	500
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางซ้ายมือ)	0	500

จากการวิเคราะห์ Standard Plate Count ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ผลดังตารางที่ 4 พบว่า เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดของค่ามาตรฐาน Standard Plate Count คือ 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดของค่า Standard Plate Count นับจำนวนโคโลนีได้อยู่ในเกณฑ์ คือ ต่ำกว่า 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมายเหตุ ในน้ำตัวอย่างทุกตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ Standard Plate Count ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เลี้ยงด้วยทริปโตนกลูโคส เอกซ์แทรกต์อะการ์ ที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ไม่พบโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์เลย แต่เมื่อนำไปบ่มเพิ่มอีก 24 ชั่วโมง ปรากฏว่า มีจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์เจริญขึ้นบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ แต่เนื่องจากในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 2 การวิเคราะห์และการทดสอบ กำหนดให้รายงานผลการวิเคราะห์ Standard Plate Count ที่เวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่า MPN ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง / จำนวนซ้ำ	ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 10 หลอด			ค่า MPN	
	1	2	3	ตัวอย่าง	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
น้ำดื่มตราใจ	----------	----------	----------	น้อยกว่า 2.2	2.2
น้ำดื่มตราสกาย	----------	----------	----------	น้อยกว่า 2.2	2.2
น้ำดื่มตราคริสตัล	----------	----------	----------	น้อยกว่า 2.2	2.2
น้ำดื่มตราคีน	----------	------++++	----------	น้อยกว่า 2.2	2.2
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)	----------	----------	--------++	น้อยกว่า 2.2	2.2
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางซ้ายมือ)	----------	----------	----------	น้อยกว่า 2.2	2.2

จากตารางที่ 5 แสดงค่า MPN ของน้ำดื่มของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเครื่องหมาย - หมายถึง ไม่เกิดก๊าซ ส่วนเครื่องหมาย + หมายถึง เกิดก๊าซ เมื่อพิจารณาถึงค่า MPN ของตัวอย่างน้ำที่ตรวจสอบได้จะมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

จากตารางจะเห็นได้ว่าน้ำดื่มที่นำมาวิเคราะห์หาค่า MPN บางตัวอย่างเกิดก๊าซ จึงได้นำน้ำตัวอย่างเฉพาะหลอดที่เกิดก๊าซ มาทำการตรวจซ้ำ (confirm test) ตามวิธีของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 2 การวิเคราะห์และทดสอบ ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 การเกิดก๊าซของน้ำดื่มตราคีนและน้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ) ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตัวอย่าง	การเกิดก๊าซ	
	บ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส	บ่มที่อุณหภูมิ 44 – 45 องศาเซลเซียส
น้ำดื่มตราคีน	++++	- - - -
น้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ)	++	- -

จากตารางที่ 6 แสดงผลการตรวจซ้ำ (confirm test) ของน้ำดื่มตราคีนและน้ำจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ) ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเครื่องหมาย - หมายถึง ไม่เกิดก๊าซ ส่วนเครื่องหมาย + หมายถึง เกิดก๊าซ เมื่อพิจารณาจากตารางจะพบว่าก๊าซจะเกิดในช่วงอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน คือ แบคทีเรียจำพวกโคลิฟอร์ม แต่ถ้าหากก๊าซเกิดในช่วงอุณหภูมิ 44 – 45 องศาเซลเซียส แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน คือ *E. coli*

จากตารางที่ 6 แสดงว่าน้ำดื่มตราคีนและน้ำดื่มจากตู้น้ำดื่ม (ตู้ทางขวามือ) มีเชื้อแบคทีเรียจำพวกโคลิฟอร์มปนเปื้อน ไม่ใช่ *E. coli* ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ ได้กำหนดไว้ว่า ค่า MPN ของตัวอย่างน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องมีจำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 2.2 ส่วนเชื้อ *E. coli* จะต้องไม่มีเลยในน้ำบริโภค

4.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

การสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์และทดสอบที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค เล่ม 2 การวิเคราะห์และทดสอบ โดยทำการเลือกวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริโภคเพียงบางประการ คือ ทดสอบค่าความดูดกลืนแสง , ความเป็นกรด – ด่าง , ความกระด้าง , การตรวจสอบ Standard Plate Count , การตรวจหาค่า MPN และ *E. coli* โดยในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของน้ำบริโภค จะนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยน้ำที่นำมาวิเคราะห์คุณภาพทุกตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค ตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด

เนื่องจากในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในครั้งนี้เป็นเพียงการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของน้ำบริโภคเท่านั้น และเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่านี้ ควรทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษ เป็นต้น เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวิเคราะห์ทั้งทางด้านกายภาพ , ทางด้านเคมี , และทางด้านจุลชีววิทยา โดยทำการทดสอบความดูดกลืนแสง , ความเป็นกรด – ด่าง , ความกระด้าง , การตรวจสอบ Standard Plate Count , การตรวจสอบ MPN และ *E. coli* ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์คือ น้ำดื่มตราคีน , น้ำดื่มตราใจ , น้ำดื่มตราสกาย , น้ำดื่มตราคริสตัล , และน้ำจากตู้น้ำดื่ม พบว่าน้ำดื่มทุกชนิดมีค่าความดูดกลืนแสง , ค่าความเป็นกรด – ด่าง , ค่าความกระด้าง , ค่าของการตรวจสอบ Standard Plate Count , ค่าของการตรวจสอบ MPN และ *E. coli* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ซึ่งก็หมายความว่า น้ำที่นำมาทำการตรวจสอบทุกชนิดมีความสะอาด และปลอดภัยในการบริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ผลการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ทำการสำรวจน้ำดื่มตราคีน , น้ำดื่มตราใจ , น้ำดื่มตราสกาย , น้ำดื่มตราคริสตัล , และน้ำจาก ตู้น้ำดื่ม เป็นเพียงการสุ่มตัวอย่างของน้ำมาตรวจวิเคราะห์เท่านั้น

2. ควรมีการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคทางด้านอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ ได้แก่ การทดสอบสี , การทดสอบรส , การทดสอบกลิ่น การวิเคราะห์หาปริมาณสารเป็นพิษ ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณปรอท , การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ฯลฯ

3. ร้านค้าที่จำหน่ายน้ำเพื่อการบริโภค ควรเลือกน้ำบริโภคที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาจำหน่ายเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

4. เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลรักษาความสะอาดของตู้น้ำดื่ม ควรหมั่นทำความสะอาดตู้น้ำดื่ม อยู่เป็นประจำ ทั้งภายนอกและภายในของตู้น้ำดื่ม เพื่อให้ได้น้ำดื่มที่สะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญจนา ธีระกุล. 2542. จุลชีววิทยาปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจ้าพระยาระบบการพิมพ์. 305 น.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2537. มลพิษน้ำ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ครุสภาลาดพร้าว. 47 น.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 379 น.

มั่นสิน ตันฑุลเวศน์. 2538. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ : โ รงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 351 น.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข. 2535. คู่มือผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 12 น.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข. 2534. น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 24 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2534. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ . กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 14 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2544. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เล่ม 2 การวิเคราะห์และทดสอบ. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 108 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวกที่ ก 1 Most. Probable Number (MPN) of Coliform organism per 100 cm^3 of Sample

5 10 cm^3 tube	1 1 cm^3 tube	1 0.1 cm^3 tube	MPN
- - - - -	-	-	น้อยกว่า 2.2
+ - - - -	-	-	2.2
+ + - - -	-	-	5.0
+ + + - -	-	-	8.8
+ + + + -	-	-	15.0
+ + + + +	-	-	88.0
+ + + + +	+	-	240.0
+ + + + +	+	+	2400.0 หรือมากกว่า

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521 : 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีคำนวณหาความกระด้างของน้ำคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต

ปริมาณความกระด้างของน้ำคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต

มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร = $(V_1 \times A \times 1000) / D$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนต ที่พอดีกับสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นมิลลิกรัม

D คือ ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

V_1 คือ ปริมาตรสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ ที่ใช้ในการไตเตรท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางภาคผนวก ค ที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการทางกายภาพของน้ำบริโภค ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (maximum acceptable concentration)	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด (maximum allowable concentration)
สี (color) หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์	5	15
รส (taste)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น (odour)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความขุ่น (turbidity) หน่วยซิลิกา	5	20
ความเป็นกรด – ด่าง (pH range)	6.5 – 8.5	ไม่เกิน 9.2

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521 : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค ที่ 2 คุณลักษณะที่ต้องการทางเคมีของน้ำบริโภค ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
ปริมาณสารทั้งหมด (total solids)	500.0	1500
เหล็ก (Fe)	0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	0.3	0.5
เหล็กและแมงกานีส	0.5	1.0
ทองแดง (Cu)	1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	5.0	15
แคลเซียม (Ca)	75	200
แมกนีเซียม (Mg)	50	150
ซัลเฟต (SO_4)	200	250
คลอไรด์ (Cl)	250	600
ฟลูออไรด์ (F)	0.7	1.0
ไนเตรต (NO_3)	45	45
อัลคิลเบนซิลซัลโฟเนต (alkyl benzyl sulfonates, ABS)	0.5	1.0
ฟีโนลิกซับสแตนซ์ (Phenolic substances, as phenol)	0.001	0.002

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521 : 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ค ที่ 3 เกณฑ์กำหนดปริมาณสารพิษของน้ำบริโภค ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
ปรอท (Hg)	0.001
ตะกั่ว (Pb)	0.050
อาร์เซนิก (As)	0.050
เซเลเนียม (Se)	0.010
โครเมียม (Cr hexavalent)	0.050
ไซยาไนด์ (CN)	0.200
แคดเมียม(Cd)	0.010
แบเรียม (Ba)	1.000

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521 : 4

ตารางภาคผนวก ค ที่ 4 คุณลักษณะที่ต้องการทางจุลชีววิทยาของน้ำบริโภค ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
แสตนดาร์ดเพลตเคาน์ โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	500
เอ็มพีเอ็น โคลิฟอร์มออร์แกนิสซัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	น้อยกว่า 2.2
E. coli	ไม่มี

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521 : 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้