รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

Analysis of drinking water quality within Nakhon Ratchasima Rajabhat University

นางสาวชัญญารัตน์ หาญฟ้า รหัสนักศึกษา 6040202103

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา สหกิจศึกษา รหัสวิชา 403483

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

Analysis of drinking water quality within Nakhon Ratchasima Rajabhat University

นางสาวชัญญารัตน์ หาญฟ้า รหัสนักศึกษา 6040202103

ปฏิบัติงานสหกิจ ณ

ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

เลขที่ 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เลขที่ 340 ถนนสุรนารายณ์
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

19 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน ดร.ปิยสุดา เทพนอก อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาชีววิทยา

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวชัญญารัตน์ หาญฟ้า นักศึกษาสาขาวิชา ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2564 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และได้รับมอบหมาย จากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษา และจัดทำโครงการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และปฏิบัติงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวจำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

.....

(นางสาวชัญญารัตน์ หาญฟ้า)

กิตติกรรมประกาศ

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ตั้งแต่วันที่ 30 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึง วันที่ 19 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564 ของนักศึกษาหลักสูตรชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้รับความอนุเคราะห์จากเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คอยให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และ ช่วยเหลือในการจัดทำโครงการทำให้โครงการนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอขอบคุณความกรุณาจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ และให้การสนับสนุน ตลอดจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ส่งผลให้นักศึกษาได้รับความรู้ และ ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่าอย่างมากมาย มีประโยชน์สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคต ผู้จัดทำขอขอบคุณ ไว้ ณ ที่นี้

ชัญญารัตน์ หาญฟ้า

19 มีนาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มทางเคมี โลหะหนัก และทางด้านจุลชีววิทยา จากตู้กดน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 7 จุด ได้แก่ อาคาร 34 อาคาร 26 โรงอาหาร สนามกีฬา อาคาร 22 อาคาร 7 และอาคาร 38 เพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี โลหะหนัก และทางจุลชีววิทยา รวมทั้งหมด 11 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง สีที่ปรากฏ ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง ซัลเฟต ของแข็งทั้งหมด ตะกั่ว แคดเมียม โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอีโคไล ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และโลหะหนัก ความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีที่ปรากฏอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม ค่าความขุ่น พบว่า มี 1 จุด ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนอีก 6 จุด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าความกระด้าง ปริมาณคลอไรด์ และซัลเฟต อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่า มี 1 จุด ไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนอีก 6 จุด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จากการทดสอบหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่วและแคดเมียม ในตัวอย่างน้ำทั้ง 7 จุด พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา ได้แก่ โคลีฟอร์มแบคทีเรีย พบว่า มี 1 จุด ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด จำนวน 6 จุด ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และอีโคไล พบว่า ตัวอย่างน้ำทั้ง 7 จุด พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ : น้ำดื่ม คุณภาพน้ำ เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม

สารบัญ

สารบัญเรื่อง	**หน้า**
บทที่1 บทนำ	**1-3**
1.สถานที่ประกอบการ	
2. ระยะเวลาในการปฏิบัติงานสหกิจ	
3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	
4. โครงการที่ได้รับมอบหมาย	
บทที่2 โครงการวิจัย	**4-27**
1.ที่มาและความสำคัญ	
2. การทบทวนเอกสาร	
3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	
4. ผลการทดลอง	
5. สรุปผลการทดลอง	
บทที่3 งานอื่น ๆ ที่ได้ปฏิบัติ	**28-31**
บทที่4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	**32**
บทที่5 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	**33**

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงแผนการดำเนินงานโครงงานวิจัย	**6**
ตารางที่2 ตารางแสดงค่า MPN	**13**
ตารางที่ 3. ตารางแสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่ม	**24**
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดื่มทางกายภาพและทางเคมี	**25**
ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่เป็นพิษในตัวอย่างน้ำดื่ม	**25**
ตารางที่ 6 ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำดื่มทางจุลชีววิทยา	**26**

สารบัญรูป

ภาพที่ 1 โครงสร้างการบริหารของศูนย์วิทยาศาสตร์ 2

ภาพที่ 2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำดื่ม 12

ภาพที่ 3 โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนด่านขุนทด 30

ภาพที่ 4. โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา 31

บรรณานุกรม 34

บทที่1

บทนำ

1.สถานที่ประกอบการ

1.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

1.1.1 สถานที่ฝึกสหกิจ อาคาร24 ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

1.1.2 สถานที่ตั้ง 340 ถนน สุรนารายณ์ ตำบล ในเมือง อำเภอ เมือง จังหวัด นครราชสีมา 30000

1.2 ลักษณะการให้บริการหลักขององกรณ์

1.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ให้บริการเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย

1.2.2 สนับสนุนงานวิจัยทั้งนักศึกษา บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย และบุคคลภายนอก ซึ่งมีห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1.2.1.1 ฟิสิกส์

1.2.1.2 เคมี

1.2.1.3 ชีววิทยา

1.2.3 งานด้านคลินิกเทคโนโลยี

1.2.4 งานบริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง

1.2.5 บริการอื่น ๆ เช่น งานบริการวิชาการ บริการห้องประชุม

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและบริหารงาน

รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงาน ของศูนย์วิทยาศาสตร์ อยู่ภายใต้การบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยมีโครงสร้างการบริหารขององค์กร ดังนี้

ภาพที่ 1 โครงสร้างการบริหารของศูนย์วิทยาศาสตร์

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

1.4.1 ตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิทยาศาสตร์

ลักษณะงาน ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางจุลชีววิทยาและทางเคมี

1.4.2 ตำแหน่ง ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

ลักษณะงาน ทำงานด้านเอกสาร อัพเดทข้อมูล STDB ในฐานข้อมูลออนไลน์เพิ่มเติม บันทึกการรับส่งตัวอย่าง บันทึกข้อมูลพารามิเตอร์ อัพเดทข้อมูลออนไลน์ในระบบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน รวมถึงงานอื่นๆที่ได้รับมอบหมาย

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

พนักงานที่ปรึกษา : นางอมรรัตน์ สมิตินทุ

ตำแหน่งงาน : เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

2.ระยะเวลาในการปฏิบัติงานสหกิจ วันที่ 30 พฤศจิกายน 2563 ถึง วันที่ 19 มีนาคม 2564

3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 การฝึกการประยุกต์ใช้ความรู้ แนวคิด ทฤษฎี ให้สามารถนำไปใช้ในการทำงานจริง

3.2 ได้เรียนรู้การปรับตัวให้เข้ากับสังคมในสถานประกอบการ และเรียนรู้การอยู่ร่วมกันกับเพื่อนร่วมงานภายในหน่วยงานเดียวกัน

4. โครงการที่ได้รับมอบหมาย

ทดสอบคุณภาพน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่ม ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 7 จุด ได้แก่ อาคาร 34 อาคาร 26 โรงอาหาร สนามกีฬา อาคาร 22 อาคาร 7 และอาคาร 38 โดยการทดสอบตัวอย่างน้ำดื่มในห้องปฏิบัติการ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านจุลชีววิทยา

- ด้านกายภาพ คือ มองเห็นด้วยตาเปล่าหรือดมกลิ่นชิมรสได้ ได้แก่ ความขุ่น สี และอุณหภูมิ
- ด้านเคมี คือ ความเป็นกรด – ด่าง ความกระด้าง ซัลเฟต คลอไรด์ ตะกั่ว แคดเมียม
- ด้านจุลชีววิทยา คือ ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบอกให้ทราบว่าน้ำเหมาะสมจะใช้บริโภคหรือไม่ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *Escherichia coli*

บทที่2

โครงงานวิจัย

โครงงานวิจัย เรื่อง : การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

1. ที่มาและความสำคัญ

น้ำสะอาดเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ รวมถึงการดำรงชีวิตประจำวันด้านต่าง ๆ คนเราอาจมีชีวิตได้โดยไม่ได้รับประทานอาหาร หลายๆ วัน แต่ถ้าไม่ดื่มน้ำเพียง 3 -4 วันอาจทำให้ถึงแกชีวิตได้โดยธรรมชาติ น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี จึงอาจละลายเอาแรธาตุและสิ่งอื่น ๆได้ทุกโอกาสสิ่งที่ละลายอยู่ในน้ำ อาจกอใหเกิดโทษตอสุขภาพ ดังนั้นน้ำดื่มจะตองสะอาดปราศจากการปนเปอนของเชื้อโรคและสารพิษ หากมีแรธาตุ หรือสารบางอย่างตองไม่เกินกวาเกณฑมาตรฐานกำหนด น้ำดื่มที่ไม่สะอาดมีเชื้อจุลินทรีย สารพิษ และแรธาตุปนเปื้อนจะสงผล กระทบตอสุขภาพมากหรือน้อยขึ้นอยูกับชนิดของเชื้อโรค จำนวนเชื้อโรคความรุนแรงของเชื้อโรค และความไวต่อเชื้อโรคของผูบริโภค อาจทำใหเจ็บปวยเป็นโรคติดตอที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ เชน อุจจาระรวง บิดไทฟอยด์ ไวรัสตับอักเสบชนิดเอ และพยาธิต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคอุจจาระรวงเฉียบพลันยังเปน ปญหาสาธารณสุขของประเทศที่ทำให้คนไทยปวย และตายในอัตราสูง นอกจากนี้ยังมีโรคอื่น ๆ ที่เกิดจากการปนเปอนของแรธาตุสารเคมี ในแหลงน้ำ รวมถึงที่มีอยูในแหลงน้ำใตดินอีกด้วย

1.1 ประเภทแหล่งน้ำดื่ม

แหล่งน้ำที่ใชเปนน้ำดื่มในโรงเรียนสวนใหญ่จะใชน้ำประปา น้ำบอบาดาล น้ำบอตื้น น้ำฝน และน้ำบรรจุขวด สำหรับบางแหงที่ใชแหล่งน้ำธรรมชาติควรมี การปรับปรุงคุณภาพก่อน

1.2 ระบบจายน้ำและภาชนะใสน้ำดื่ม

1.2.1 ระบบทอ ระบบทอจ่ายน้ำดื่ม ตองอยูในสภาพที่ไม่เปนสนิมไมรั่วซึม หากชำรุดตอง ซอมแซมใหใชงานไดโดยเร็ว

1.2.2 เครื่องกรองน้ำ ตองล้างและเปลี่ยนไสกรองตามระยะเวลา ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ หรือเมื่อน้ำที่ผานการกรองมี สี กลิ่น เปลี่ยนไป น้ำที่ไหลผานเครื่องกรอง ความเร็วผิดไปจากเดิม หรือมีตะกอน อาจมีสารอินทรียที่สะสมมากเกินเกณฑมาตรฐาน เป็นตนเหตุของกลิ่น รส สี และความชาของน้ำที่ไหลผาน

1.2.3 ภาชนะเก็บกักน้ำ และภาชนะใสน้ำดื่ม ตองระมัดระวังเกี่ยวกับการปนเปื้อน ตองมีฝาปิดปองกันฝุ่นละอองสิ่งสกปรกที่ทำใหเกิดการปนเปื้อน มีกอกสำหรับเปิดน้ำออกใช ไมใชภาชนะดื่มน้ำตักโดยตรง

1.2.4 กอกน้ำดื่มและภาชนะสำหรับดื่มน้ำ กอกน้ำดื่ม ความสกปรกอาจเกิดจาก ฝุนละอองเศษดิน จากมือที่ไมสะอาด จึงตองดูแลรักษา ความสะอาดทุกวัน

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยา

1.3.2 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำดื่มทางด้านเคมีและโลหะหนัก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถบ่งบอกถึงความปลอดภัยในการบริโภค

1.4.2 สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม รวมถึงประสิทธิภาพการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

1.5 ระยะเวลาดำเนินโครงงานวิจัย

เดือนพฤศจิกายน 2563 – เดือนมีนาคม 2564

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แสดงแผนการดำเนินงานโครงงานวิจัย

การดำเนินการ	**ระยะเวลาดำเนินการ**				
	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
กำหนดหัวข้อวิจัย		←	—	→	
ค้นคว้าข้อมูล					
ดำเนินการวิจัย			←	—	→
-เก็บตัวอย่าง			←	—	→
-วิธีการวิเคราะห์น้ำดื่มด้านจุลชีววิทยา			←	—	→
-วิธีการวิเคราะห์น้ำดื่มด้านเคมี				←	→
-วิธีการวิเคราะห์น้ำดื่มด้านโลหะหนัก				←	→
วิเคราะห์ผลการทดลอง			←	—	→
สรุปและอภิปรายผล			←	—	→

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. จุลินทรีย์ (Microorganism) หมายถึง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ แบคทีเรีย อาร์เคีย รา และ ยีสต์ เป็นต้น เราสามารถพบจุลินทรีย์ได้ทุกสภาวะแวดล้อม

2. โคลิฟอร์ม (coliform) หมายถึง กลุ่มของแบคทีเรีย แกรมลบ (Gram negative bacteria) รูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ (non spore forming) เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งมีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) สามารถหมักน้ำตาลแล็กโทส (lactose) ให้เกิดกรด และแก๊ส

3. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Faecal Coliform Bacteria) ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น และสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 44.5±0.2 องศาเซลเซียส ในเวลา 24 ชั่วโมงและให้ผลเป็นกรดและแก๊ส ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Escherichia* เป็นหลัก ถึงแม้จะเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้คนและสัตว์เลือดอุ่น แต่บางสายพันธ์ทำให้เกิดกระเพาะและลำไส้อักเสบ บางชนิดทำให้เกิดการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ

4. การไทเทรต หมายถึง วิธีการทางปริมาณวิเคราะห์ ใช้ในการหาปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน (สารละลายที่เราทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายอื่นซึ่งทราบปริมาตร แต่ยังไม่ทราบความเข้มข้น เพื่อนำค่าปริมาตรที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายอื่น

2. การทบทวนเอกสาร

1. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เป็นแบคทีเรียบ่งชี้ (Bacteriological indicator) ซึ่งถ้าตรวจพบในน้ำ ก็แสดงว่าน้ำนั้นน่าจะไม่ปลอดภัย คืออาจมีเชื้อโรคอยู่ในน้ำโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น และสามารถ

หมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 44.5±0.2 องศาเซลเซียส ในเวลา 24 ชั่วโมงและให้ผลเป็นกรดและแก๊ส ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Escherichia* เป็นหลัก ถึงแม้จะเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้คนและสัตว์เลือดอุ่น แต่บางสายพันธ์ทำให้เกิดกระเพาะและลำไส้อักเสบ บางชนิดทำให้เกิดการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ

เนื่องจากการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำยังกว้างเกินไป เพราะอาจมีบางจีนัสที่ไม่ได้อยู่ในอุจจาระ เช่น *Enterobacter aerogenes* จึงต้องตรวจสอบฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่อยู่ในอุจจาระเท่านั้นและแสดงถึงการปนเปื้อนอุจจาระที่ยังใหม่อยู่ ซึ่งเชื้ออื่นในกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เช่น *Klebsiella, Citrobacter, Serratia* จะไม่สามารถเจริญในอุณหภูมิที่ 44.5±0.2 องศาเซลเซียส

2. เชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform) แบคทีเรียที่พบในดิน น้ำ และลำไส้ของสัตว์ ถูกนำไปใช้เพื่อบ่งชี้สภาพความไม่สะอาดในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่มมานานกว่าศตวรรษแล้ว รวมถึงเป็นเชื้อที่มีการใช้ผลทดสอบคุณภาพน้ำและผลิตภัณฑ์จากนม ตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษที่ 1900 ณ วันนี้ การนับจำนวนเชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform) มักจะใช้เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

คำว่า โคลิฟอร์ม ไม่ใช่แบ่งตามอนุกรมวิธาน แต่เชื้อโคลิฟอร์มมีคุณลักษณะที่เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ มีความสามารถในการหมักน้ำตาลแลคโตสเพื่อผลิตกรดและหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวอย่างสกุลของแบคทีเรียที่จัดเป็นเชื้อโคลิฟอร์ม ได้แก่ เชื้อซิโทรแบคเตอร์ (*Citrobacter*) เชื้อเอนเทอโรแบคเตอร์ (*Enterobacter*) เชื้อเอสเชอริเชีย (*Escherichia)* และ เชื้อเคลบเซลลา *(Klebsiella)*

การทดสอบหา เชื้อโคลิฟอร์ม จะทำให้มองเห็นจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนประกอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และสภาพแวดล้อมของการผลิตในภาพรวมได้กว้างขึ้นแทนที่จะตรวจหาชนิดของเชื้อที่เฉพาะเจาะจง เพราะฉะนั้น เชื้อโคลิฟอร์มจึงเป็นเหมือน ""จุลินทรีย์บ่งชี้"" และการทดสอบหาว่ามีอยู่ในภาพรวมแทนที่จะหาสกุลหรือชนิดใดโดยเฉพาะจะสามารถบ่งชี้ถึงสภาพที่ไม่ถูกสุขลักษณะซึ่งอาจมีจุลินทรีย์ก่อโรคอยู่ หากมีการควบคุมบริเวณที่มีการเก็บตัวอย่าง จำนวนของจุลินทรีย์บ่งชี้เหล่านี้จะถูกจำกัดให้มีจำนวนที่น้อยลง

3. ประเภทของสารละลาย

3.1 สารละลายมาตรฐาน

สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (primary) standard สารละลายที่มีความเข้มข้นที่แน่นอนเตรียมจากสารมาตรฐานปฐมภูมิ

- มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกวา 99.9% มีรายละเอียดแสดงชนิดและปริมาณของสารมลทิน
- มีความเสถียรในบรรยาการปกติไมดูดความชื้น ไมสลายตัวเมื่อโดนแสงและความรอน
- ตองเปนสารประกอบที่ไมมีโมเลกุลของน้ำ (hydrate water)
- ละลายในตัวทำละลายที่หางาย ราคาถูก

- มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

3.2 สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ (secondary standard) เตรียมจากสารเคมีที่ไมใชสารมาตรฐานปฐมภูมิการชั่งน้ำหนัก และเครื่องแกว วัดปริมาตรที่ใชไมตองการความแมนมากนัก นำสารละลายที่ไดไปหาความเขมขนที่แนนอน (Standardization) โดยการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

3.3 สารละลายมาตรฐานตติยภูมิ (tertiary standard) เตรียมจากสารเคมีที่ไมใชสารมาตรฐานปฐมภูมิการชั่งหนักและเครื่องแกว ปริมาตรที่ใชไมตองการความแมนมากนัก นำสารละลายที่ไดไปหาความเข้มขนที่แนนอน (Standardization) โดยการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ

4. สารละลายรีเอเจนตและอินดิเคเตอร

5. สารละลายบัฟเฟอร

6. สารละลายที่ใชงานทั่วไป

3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ-อุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร LST Broth ความเข้มข้น 2 เท่า

1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร BGLB Broth

1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร EC Broth

2. สารเคมี

2.1 Silver nitrate ความเข้มข้น 0.0141 N

2.2 Potassium Chromate ความเข้มข้น 0.0141 N

2.3 Sodium chloride ความเข้มข้น 0.0141 N

2.4 Ammonuim chloride (**NH_4Cl**)

2.5 Eriochrome Blank-T 1% w/v

2.6 Calcium carbonate ความเข้มข้น 0.01 M

2.7 EDTA ความเข้มข้น 0.01 M

2.8 สารละลายมาตรฐาน Sodium sulfate ความเข้มข้น 0.5 ,1.0 ,1.5 ,2.0 และ 3.0

2.9 Barium Chloride w/v

2.10 สารละลายมาตรฐาน Pb ความเข้มข้น 1 ,2 ,3 ,4 และ5 ppm

2.11 Nitric acid 1%

2.12 สารละลายมาตรฐาน Cd ความเข้มข้น 0.10 ,0.15 ,0.25 ,0.50 และ 0.75 ppm

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

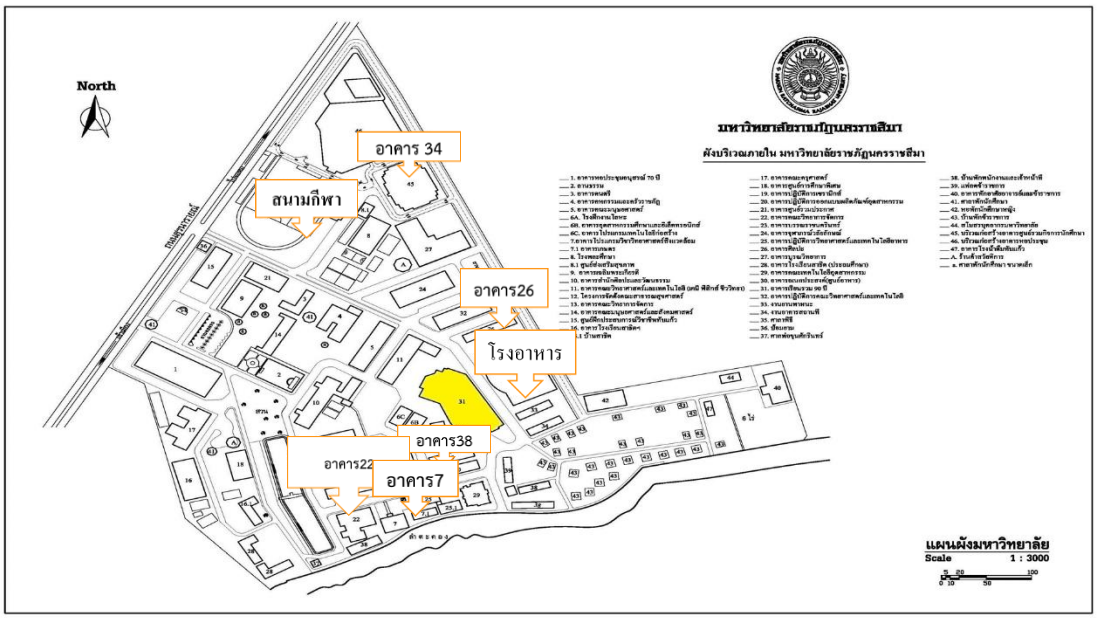
1. ตู้บ่มเชื้อ (incubator)
2. ตู้ถ่ายเชื้อ (larminar flow)
3. ปิเปตทิป (pipette tip) ขนาด 10 มิลลิลิตร
4. ออโต้ปิเปต (autopipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
6. หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)
7. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
8. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่างแบบตั้งโต๊ะ (pH meter)
9. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
10. หลอดทดลอง (test tube)
11. ห่วงเขี่ยเชื้อ (inoculating loop)
12. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
13. กระบอกตวง (cylinder)

14. แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic bar)
15. เครื่อง UV-Visible
16. เครื่องวัดความขุ่น
17. บิเรต
18. เครื่อง AAS
19. เครื่อง COD
20. ขวดปรับปริมาตร
21. หลอดดักก๊าซ (Durham tube)
22. ถวยระเหยแหง (evaporating dish)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1. การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกประปา ควรเลือกก๊อกที่ต่อโดยตรงจากท่อหลัก (Main Pipe) มายังท่อบริการ ก่อนเก็บตัวอย่าง ต้องใช้ตัวอย่างน้ำกลั้ว (Rinse) ขวดเก็บตัวอย่างก่อนสัก 2-3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุตัวอย่างน้ำใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นพารามิเตอร์บางชนิดไม่ต้องใช้ตัวอย่างน้ำกลั้ว ขวดเก็บตัวอย่างที่ต้องการตรวจหาแบคทีเรีย ต้องอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนมาแล้ว ไม่ควรบรรจุตัวอย่างน้ำเต็มขวด ต้องเหลือที่ว่างไว้ประมาณ 1 นิ้ว สำหรับเติมสารเคมีรักษาสภาพ ขวดเก็บตัวอย่าง ต้องปิดฝาอยู่ตลอดเวลา เมื่อจะเก็บตัวอย่างน้ำจึงเปิดและวางฝาขวดให้หงายขึ้น อย่าวางคว่ำลงบนพื้นเพราะจะท้าให้เกิดการปนเปื้อนได้ และเมื่อบรรจุตัวอย่างน้ำลงในขวดเรียบร้อยแล้ว ควรปิดฝาขวดให้แน่น การสุมเก็บตัวอยางน้ำในขั้นต่น ควรตรวจวัดความเปนกรด – ดางและบันทึกผลลงในใบสงตรวจน้ำทันที



ภาพที่ 2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำดื่ม

3.2.2. วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ด้วยวิธีMPN

1. การตรวจสอบเบื้องต้น (presumptive phase)

ตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ต่ำเขย่าขวดตัวอย่างให้เข้ากันอย่างน้อย 25 ครั้ง แล้วปิเปตตัวอย่างเริ่มต้น ลงใน lauryl tryptose broth (LST) ความเข้มข้น 2 เท่า หลอดละ 10 มิลลิลิตร จำนวน 10 หลอด นำไปบ่ม

2. เมื่อบ่มจนครบ 48 ± 3 ชั่วโมง ถ้าพบว่าหลอด lauryl tryptose broth มีการเจริญของเชื้อ และไม่เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ ให้ทดสอบยืนยันต่อตามข้อ3.

3. การตรวจสอบยืนยัน (confirmed phase) เขย่าหลอด lauryl tryptosebroth ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อ 1 loop หรือมากกว่าจากแต่ละหลอด ลงใน BGLB broth หลอดต่อหลอด บ่มที่35˚C 48±3 ชั่วโมง บ่มที่35˚C 48±3 ชั่วโมง

ผลบวก : เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ

ผลลบ : ไม่เกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ

coliforms ให้ผลบวก บันทึกผลและคำนวณตามข้อ4.

4. การคำนวณ (Calculationof results) นำจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกเปรียบเทียบกับตาราง MPN ดังตารางที่2 ได้ผลเป็นค่า MPN/100 มิลลิลิตร พร้อมขีดความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% (95% confidence limits)

ตาราง MPN

ตารางที่ 1 ค่า MPN และขีดความเชื่อมั่นที่ 95% สำหรับผลบวกและผลลบ เมื่อใช้ตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร จำนวน 10 หลอด

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN/100 มิลลิลิตร	ขีดความเชื่อมั่นที่ระดับ 95%	
		ต่ำสุด	สูงสุด
0	<1.1	-	3.4
1	1.1	0.051	5.9
2	2.2	0.37	8.2
3	3.6	0.91	9.7
4	5.1	1.6	13
5	6.9	2.5	15
6	9.2	3.3	19
7	12	4.8	24
8	16	5.8	34
9	23	8.1	53
10	>23	13	-

ตารางที่2 ตารางแสดงค่า MPN

5. การตรวจ *E. coli* การตรวจยืนยันทางชีวเคมี

ถ่ายเชื้อ 1 loop จากหลอด EC medium ในข้อ2. ที่ให้ผลบวก ขีดบน จานเพาะเชื้อ MacConkeyagar หรือ LES Endo agar บ่มที่35 ˚C 24±2 ชั่วโมงเลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะขีดบน NA slant บ่มที่35˚C 18-24 ชั่วโมง เพื่อใช้ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีดังต่อไปนี้

5.1 การใช้น้ำตาลlactose, sorbitolและcellobiose เขี่ยเชื้อ1 loopลงใน carbohydrate utilization broth (lactose, sorbitol และcellobiose)

5.2 บ่มที่35˚C 24-48 ชั่วโมง

ผลบวก : อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีส้มแดงเป็นสีเหลือง

ผลลบ : อาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนสี *E. coli* ให้ผลlactoseและsorbitol เป็นบวก cellobiose เป็นลบ

6. การรายงานผล (Expressionof results)

6.1 การตรวจหา (detection)รายงานเป็น *E. coli*/100 มิลลิลิตร พบ หรือไม่พบ

6.2 การตรวจปริมาณ (enumeration) รายงานเป็น

6.2.1 Coliforms MPN/100 มิลลิลิตร หรือ Total coliforms MPN/100 มิลลิลิตร

6.2.2 *E. coli* MPN/100 มิลลิลิตร

3.3.3. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ pH

1. การเตรียมตัวอย่าง (Preparationof test sample)

ตัวอย่างน้ำ : สุ่มตัวอย่างและเขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันบรรจุน้ำที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันลงในขวดพลาสติกตัวอย่างละ 2 ขวด วัด pH ได้ทันที เมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 25 ± 1˚C

2. ขั้นตอนการทดสอบ (Procedure)

2.1 สร้าง calibration curve ที่ pH 4.0,7.0และpH 7.0, 10.0 บันทึกค่า slope

2.2 จุ่ม electrode ในขวดที่1กวนเบา ๆ ทิ้งไว้ประมาณ 1 นาทียก electrode ขึ้นซับให้แห้ง

2.3 จุ่ม electrode ในขวดที่2อ่านค่าpH โดยกด readรอจนเครื่องอ่านค่า (หยุดนิ่ง)

2.4 ล้าง electrode ด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษเนื้อนุ่ม

2.5 ในกรณีที่ค่าไม่หยุดนิ่งให้เตรียมตัวอย่างใหม่ 4 ขวด จุ่ม electrode ในขวดที่ 1, 2, 3 และ 4และอ่านค่าของขวดที่4

3. การคำนวณและการรายงานผล (Calculationandexpressionof results) รายงานค่าความเป็นกรด-ด่าง ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

3.3.4. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์

1. การเทียบมาตรฐานสารละลาย AgNO3 0.0141 N

1.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐาน NaCl 0.0141 N ปริมาตร 5 มิลลิลิตร

1.2 ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI

1.3 เทใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.4 เติมสารละลาย K2CrO4 ปริมาตร1 มิลลิลิตร

1.5 ไทเทรตด้วยสารละลาย AgNO3 0.0141 N จนได้สารละลายสีเหลืองอมส้ม

1.6 บันทึกปริมาตรของ AgNO3 0.0141 N ที่ใช้

1.7 ทำ Blank โดยใช้น้ำ DI ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

2. วิธีวิเคราะห์คลอไรด์

2.1 ปิเปตน้ำตัวอย่างที่ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2 เติมสารละลาย K2CrO4 ปริมาตร1 มิลลิลิตร

2.3 ไทเทรตกับสารละลาย AgNO3 ที่จุดยุติจะเกิดตะกอนสีอิฐของ AgCrO4 ในสารละลายสีเหลือง คือ จะได้สารละลายสีเหลืองอมส้ม

2.4 ทำ blank ทุกครั้ง โดยใช้น้ำ DI ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แทนน้ำตัวอย่าง

2.5 เทียบมาตรฐานสารละลาย AgNO3 0.0141 N โดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมคลอไรด์ (0.0141 N) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แทนน้ำตัวอย่าง

3. การคำนวณ

ปริมาณคลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) = $\frac{(A-B) \times N \times 35450}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้(mL)}}$

เมื่อ A = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลาย AgNO3 ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

B = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลาย AgNO3 ที่ใช้ในการไทเทรต blank

N = ความเข้มข้นของ AgNO3 (N)

3.3.5. วิธีการวิเคราะห์หาค่าความขุ่น

1. ขั้นตอนการทดสอบ

1.1 การปรับเทียบ (calibrate) เครื่องวัดความขุน

1.1.2 เปดเครื่องทิ้งไวอยางนอย 30 นาที

1.1.3 เลือกชวงในการวัดคาเปน manual range หรือ auto range โดยกดปุม range

1.1.4 หาคาเฉลี่ยของการวัด โดยกดปุม singnal avg.

1.1.5 เลือก detector ในการวัด กรณีคาความขุน > 40 NTU กดปุม ratio โดยไมใหมีไฟสีเขียวขึ้น กรณีคาความขุน < 40 NTU กดปุม ratio โดยใหมีไฟสีเขียวขึ้น

1.1.6 เลือกหนวยในการวัดเปน NTU โดยกดปุม unit exit

1.1.7 นำสารละลายมาตรฐาน (Formazin standard) ทั้ง 5 ขวด มาวัดค่าความขุน โดยเขยาขวดสารละลายมาตรฐานแตละขวดใหสารเปนเนื้อเดียวกัน อย่าใหมีฟองอากาศ พยายามจับที่คอขวดอยาใหมีรอยนิ้วมือ ถามีรอยนิ้วมือใหใชกระดาษเช็ดเลนสเช็ดทำความสะอาด

1.1.8 กดปุม CALที่ตัวเครื่องจากนั้นเครื่องจะเรียกหาสารละลายมาตรฐานตัวที่1 ที่ So ใสสารละลายมาตรฐานตัวที่1 ลงไปในชองใส cell ให marker อยูใน

ตำแหนงที่กำหนด (จะสังเกตเห็น marker สามเหลี่ยมที่ขวดและมุมสามเหลี่ยมตัวเครื่องใหตรงกัน) ปดฝาครอบตัวเครื่อง เมื่อใสสารลงไปแลวกด enter รอจนคานิ่งประมาณ 60 วินาที (ไมควรปลอยไวนานกวานี้ เนื่องจากสารละลายจะตกตะกอน) เมื่อคานิ่งแลว เครื่องจะเรียกหาสารละลายมาตรฐานตัวที่ 2 ตอไปทำเช่นนี้จนครบสารละลายมาตรฐานทั้ง 5 ตัว เมื่อเสร็จการวัดสารละลายมาตรฐานตัวสุดทายใหกด CAL อีกครั้ง

1.2 การทดสอบตัวอยาง

1.2.1 rinse หลอดทดสอบดวยตัวอยางที่จะทำการทดสอบ 3 ครั้ง (ควรนำตัวอยางน้ำตั้งทิ้งไวที่อุณหภูมิหองกอนการทดสอบ เพื่อใหอุณหภูมิของตัวอยางเทากับอุณหภูมิหอง)

1.2.2 เทตัวอยางน้ำลงในหลอดทดสอบใหถึงขีดระดับ

1.2.3 เช็ดหลอดทดสอบใหแหงโดยใชน้ำมันซิลิโคน (silicone oil) หรือกระดาษเช็ดเลนสเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดจากรอยขีดขวนตางๆ

1.2.4 ใสหลอดทดสอบลงในชองวัดตัวอยางของเครื่องและปดฝา โดยให marker อยูในตำแหนงที่กำหนด

1.2.5 กด Enter อานคาความขุนของตัวอยาง และบันทึกคาที่อานได โดยบันทึกคาแรกที่อานไดบนหนาจอ

1.2.6 เมื่อทำการวัดเสร็จแลวทำความสะอาดหลอดทดสอบดวยน้ำกลั่น และปลอยทิ้งไวใหแหง

1.3 การควบคุมคุณภาพ

นำสารละลายมาตรฐานความขุนที่มีคาใกลเคียงกับตัวอยาง เปนตัวอยางควบคุม (control sample) และทำการวัดเหมือนตัวอยาง

3.3.6. วิธีการวิเคราะห์หาค่าความกระด้าง

1. ขั้นตอนการทดสอบ

1.1 Standardization

Standardize สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ ด้วยสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

1.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ปริมาตร 10 mL ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 mL

1.3 เติมบัฟเฟอร์ 1 mL แต่ถ้าน้ำมีความเป็นกรดสูงอาจเติม 2 mL แกว่งให้เข้ากัน

1.4 เติม อิริโอโครม แบลค ทีชนิดผง ลงไปเล็กน้อย แกว่งให้เข้ากัน

1.5 น้าไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน ค้านวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอจากสมการ

$$N1V1 = N2V2$$

เมื่อ N1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ

V1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่ใช้ในการไตเตรท

N2 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

V2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

2. การทดสอบตัวอย่าง

2.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 25.0 mL และปรับปริมาตรเป็น 50 mL ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร และเทลงในขวดรูปชมพู่

2.2 เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1 mL เพื่อปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 10.0-10.1 แกว่งให้เข้ากัน

2.3 เติม อิริโอโครม แบลค ทีอินดิเคเตอร์ ลงไปเล็กน้อย แกว่งให้เข้ากัน

2.4 น้ำไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ จนถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน จดปริมาตรที่ใช้

3 การคำนวณ

$$\text{Hardness (mg/L)} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้(mL)}}$$

โดย A = ปริมาตรของอีดีทีเอ ที่ใช้ในการไตเตรท (mL)

B = mg แคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งสมมูลกับ 1.00 mL อีดีทีเอหรือ ความเข้มข้นของอีดีทีเอ (M) x 100

3.3.7. วิธีการวิเคราะห์หาค่าซัลเฟต

1.ขั้นตอนการทดสอบ

1.1. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2 เติม conditioning reagent 5 มิลลิลิตร คนสารละลายให้เข้ากันจับเวลา5 นาที

1.3 เติมแบเรียมคลอไรด์ 0.3 กรัม หยุดคน เทลารละลายลง absorption cell ของเครื่อง UV-Visible spectrophotometer ทำซ้ำจนครบทุกตัวอย่าง

1.4 บันทึกผล

3.3.8. วิธีการวิเคราะห์หาค่าของแข็งทั้งหมด

1.ขั้นตอนการทดสอบ

1.1 การเตรียมถวยระเหยแหง (evaporating dish)

1.1.1 นำถวยระเหยแหงไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 °C อยางนอย 1 ชั่วโมง และนำไปเก็บไวในตูดูดความชื้นเพื่อทิ้งไวใหเย็น

1.1.2 นำถวยระเหยแหงไปชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักที่ได

1.1.3 ทำตามขอ 1.1.1 ถึง ขอ 1.1.2 จนไดน้ำหนักคงที่หรือความแตกตางของการชั่งครั้งลาสุดกับการชั่งครั้งที่ผานมาแตกตางกันไมเกิน 0.0005 g หรือ 4% ขึ้นอยูกับวาคาใดจะนอยกวากัน จากนั้นจึงเก็บถวยไวในตูดูดความชื้น จนกระทั่งใชงาน

1.2 การทดสอบตัวอยาง

1.2.1 ผสมตัวอยางน้ำ (ที่มีอุณหภูมิใกลเคียงกับอุณหภูมิหอง) ใหเปนเนื้อเดียวกันโดยใชเครื่องกวนสารละลายแมเหล็ก

1.2.2 เขยาตัวอยางน้ำแลวตวงตัวอยางน้ำปริมาตร 10-100 mL (ขึ้นอยูกับความเขมขนของน้ำตัวอยาง) ลงสูถวยระเหยแหงที่ทราบน้ำหนักแลว ใชน้ำกลั่นฉีดลางภายในรอบ ๆ กระบอกตวง 2 ครั้ง ๆ ละประมาณ 5 mL แลวเทลงสูถวยระเหยแหง

1.2.3 นำถวยระเหยแหงที่มีตัวอยางน้ำไประเหยบนเครื่องอังไอน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 °C จนตัวอยางแหง

1.2.4 นำถวยระเหยแหงไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 °C อยางนอย 1 ชั่วโมง และนำไปเก็บไวในตูดูดความชื้นเพื่อทิ้งไวใหเย็น

1.2.5 นำถวยระเหยแหงไปชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักที่ได

1.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 10^6}{\text{ปริมาตรของตัวอยางที่ใช้ (mL)}}$$

โดย A = น้ำาหนักถวยระเหยแหงและของแข็งที่คางอยูบนถวยระเหยแหง (g)

B = น้ำหนักถวยระเหยแหง (g)

3.3.9. วิธีการวิเคราะห์หาค่าสีที่ปรากฏ

1. การทดสอบตัวอย่าง

1.1 rinse หลอดทดสอบดวยตัวอยางที่จะทำการทดสอบ 3 ครั้ง (ควรนำตัวอยางน้ำตั้งทิ้งไวที่อุณหภูมิหองกอนการทดสอบ เพื่อใหอุณหภูมิของตัวอยางเทากับอุณหภูมิหอง)

1.2 เทตัวอยางน้ำลงในหลอดทดสอบใหถึงขีดระดับ

1.3 เช็ดหลอดทดสอบใหแหงโดยใชผ้ามันซิลิโคน (silicone oil) หรือกระดาษเช็ดเลนสเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดจากรอยขีดขวนตางๆ

1.4 ใสหลอดทดสอบลงในชองวัดตัวอยางของเครื่องและปดฝา โดยให marker อยูในตำแหนงที่กำหนด

1.5 กด Enter อานคาความขุนของตัวอยาง และบันทึกคาที่อานได โดยบันทึกคาแรกที่อานไดบนหนาจอ

1.6 เมื่อทำการวัดเสร็จแลวทำความสะอาดหลอดทดสอบดวยน้ำกลั่น และปลอยทิ้งไวใหแหง

2. การควบคุมคุณภาพ

นำสารละลายมาตรฐานความขุนที่มีคาใกลเคียงกับตัวอยาง เปนตัวอยางควบคุม(control sample) และทำการวัดเหมือนตัวอยาง

3.3.10. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว

1. การเตรียม calibration curve

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วความเขมขน 0.10, 0.15, 0.25, 0.50 และ 0.75 ppm โดยนำขวดปรับปริมาตรขนาด 25 mL จำนวน 5 ใบ เติมน้ำกลั่นDI ประมาณ 20 mL ปเปต conc.HNO_3 ปริมาตร 0.25 mL ลงในขวดปรับปริมาตรทั้ง 5 ใบ จากนั้นปเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มขน 50 mg/L ปริมาตร 0.05, 0.075, 0.025, 0.125, และ 0.375 ppm ตามลำดับ และปรับปริมาตรเปน 25 mL ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

2. การทดสอบตัวอยาง

2.1 สรางกราฟมาตรฐาน (calibration curve) โดยนำสารละลายมาตรฐานความเขมขนตางๆ จากขอ 1 ฉีดเขาเครื่อง GFAAS สรางกราฟระหวางความเขมขนกับคาการดูดกลืนแสง (absorbance) โดยใหแกนตั้ง (X) เปนคาการดูดกลืนแสง และแกนนอน (Y) เปนคาความเขมขน

2.2 นำสารละลายตัวอยางที่เตรียมมาทดสอบหาปริมาณตะกั่ว โดยฉีดเขาเครื่อง GFAAS หาคาการดูดกลืนแสง เทียบกับ calibration curve เครื่อง GFAAS จะคำนวณคาความเขมขนของตะกั่วมีหนวยเปน µg/L

3. การรายงานผล

3.1 รายงานผลการทดสอบตะกั่ว ในหนวย µg/L ทศนิยม 2 ตำแหนง

3.2 กรณีที่วิเคราะหไดต่ำกวาคา LOQ ใหรายงานผลวานอยกวาคา LOQ (< LOQ) โดยคา LOQ ตองระบุเปนตัวเลข

3.3 กรณีที่วิเคราะหไดคามากกวาคา LOQ ใหรายงานคาจริงของตัวเลข

3.3.11 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม

1. การเตรียมตัวอยาง

เตรียมตัวอยาง โดยการยอยตัวอยางดวย conc.HNO3 มีวิธีการดังนี้

1.1 ตวงตัวอยางน้ำ 100 mL ดวยขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 mL ชนิด TD ใสในบีกเกอรขนาด 250 mL

1.2 เติม conc.HNO3 ปริมาตร 5 mL ลงในตัวอยาง

1.3 นำไปตั้งบนเตาไฟฟาที่อยูในตูดูดไอกรด โดยปรับระดับความรอนไมใหสารละลายเดือด ยอยตัวอยางจนปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 5-10 mL

1.4 ยกบีกเกอรของตัวอยางลงมาจากเตา ตั้งทิ้งไวใหเย็นที่อุณหภูมิหอง (ในตูดูดไอกรด) เติม conc.HNO3 ปริมาตร 5 mL ลงในตัวอยาง ปดดวยกระจกนาฬิกาแกว

1.5 ปรับปริมาตรเปน 100 mL ดวยน้ำกลั่น DI ในขวดปรับปริมาตร

2.การเตรียม calibration curve

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเขมขน 1, 2, 3, 4 และ 5 µg/L โดยนำขวดปรับปริมาตร ขนาด 25 mL จำนวน 5 ใบ เติมน้ำกลั่นDI ประมาณ 20 mL ปเปต conc.HNO3 ปริมาตร 250 µL ลงในขวดปรับปริมาตรทั้ง 5 ใบ จากนั้นปเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเขมขน 50 mg/L ปริมาตร 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 µL ตามลำดับ และปรับปริมาตร เปน 25 mL ดวยน้ำกลั่น DI ในขวดปรับปริมาตร

3. การทดสอบตัวอยาง

3.1 สร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve) โดยนำสารละลายมาตรฐานความเขมขนตางๆ จากขอ 2 ฉีดเขาเครื่อง GFAAS สร้างกราฟระหวางความเขมขนกับคาการดูดกลืนแสง (absorbance) โดยใหแกนตั้ง (X) เปนคาการดูดกลืนแสง และแกนนอน (Y) เปนคาความเขมขน

3.2 นำสารละลายตัวอยางที่เตรียมจากขอ 1. มาทดสอบหาปริมาณแคดเมียม โดยฉีดเขาเครื่อง GFAAS หาคาการดูดกลืนแสง เทียบกับ calibration curve เครื่อง GFAAS จะคำนวณคาความเขมขนของแคดเมียม มีหนวยเปน µg/L

4. การรายงานผล

4.1 รายงานผลการทดสอบแคดเมียมในหนวย µg/L ทศนิยม 2 ตำแหนง

4.2 กรณีที่วิเคราะหไดต่ำกวาคา LOQ ใหรายงานผลวานอยกวาคา LOQ (< LOQ) โดยคา LOQ ตองระบุเปนตัวเลข

4.3 กรณีที่วิเคราะหไดคามากกวาคา LOQ ใหรายงานคาจริงของตัวเลข

4. ผลการทดลอง

4.1 เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่ม

พารามิเตอร์	หน่วยวัด	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
ด้านกายภาพ			
ความขุ่น (Turbidity)	เอ็นทียู	ไม่เกิน ๕	Nephelometry
สีปรากฏ (Apparent color)	แพลตตินัมโคบอลท์	ไม่เกิน ๑๕	Spectrophotometric-single-wavelength, visual comparison method
ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	๖.๕ – ๘.๕	Electrometric method
ด้านเคมีทั่วไป			
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๕๐๐	TDS dried at ๑๘๐ องศาเซลเซียส, Gravimetric, Electrometric method
ความกระด้าง (Hardness)	มิลลิกรัมต่อลิตร (as $CaCO_3$)	ไม่เกิน ๓๐๐	EDTA titrimetric
ซัลเฟต (Sulfate)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๒๕๐	Turbidimetry, ion chromatography
คลอไรด์ (Chloride)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๒๕๐	Argentometry, ion chromatography
ไนเตรท (Nitrate)	มิลลิกรัมต่อลิตร (as NO_3^-)	ไม่เกิน ๕๐	Cadmium reduction, ion chromatography, spectrophotometry
ไนไตรท์ (Nitrite)	มิลลิกรัมต่อลิตร (as NO_2^-)	ไม่เกิน ๓	Cadmium reduction, ion chromatography, spectrophotometry
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๗	ion chromatography, SPADNS colorimetric method. ion-selective electrode
ด้านเคมี (โลหะหนัก)			
เหล็ก (Iron)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๓	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
แมงกานีส (Manganese)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๓	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
ทองแดง (Copper)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๑	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
สังกะสี (Zinc)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๓	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
ด้านเคมี (โลหะหนักที่เป็นพิษ)			
ตะกั่ว (Lead)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๑	AAS (graphite furnace), ICP
โครเมียมรวม (Total chromium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๕	AAS (graphite furnace), ICP
แคดเมียม (Cadmium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๐๓	AAS (graphite furnace), ICP
สารหนู (Arsenic)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๑	AAS (vapor generation technique), ICP, graphite furnace
ปรอท (Mercury)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๐๑	AAS (vapor generation technique), ICP, Automatic direct mercury analyzer
ด้านชีวภาพ			
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliforms bacteria)	ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	ไม่พบ	Presence-Absence Test
	เอ็มพีเอ็น ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	น้อยกว่า ๑.๑	MPN method
อีโคไล (*Escherichia coli*)	ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	ไม่พบ	Presence-Absence Test
	เอ็มพีเอ็น ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	น้อยกว่า ๑.๑	MPN method

หมายเหตุ : - วิธีวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์ ให้เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งในการตรวจวัด
- คลอรีนอิสระคงเหลือ (Residual chlorine) กำหนดให้มีที่ปลายเส้นท่อ ๐.๒ – ๐.๕ มิลลิกรัมต่อลิตรใช้ในระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปา

ตารางที่ 3. ตารางแสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่ม

4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางกายภาพและทางเคมี

ตัวอย่างน้ำดื่ม	ค่า pH	สี (Pt-Co)	ความขุ่น (NTU)	ปริมาณคลอไรด์ (Cl^-) (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความกระด้าง (Hardness) (มิลลิกรัม/ลิตร)	ปริมาณซัลเฟต (SO_4) (มิลลิกรัม/ลิตร)	ของแข็งทั้งหมด (TS) (มิลลิกรัม/ลิตร)
อาคาร 34	7.5	26.0	5.08	15.0	170	0.23	38.0
อาคาร 26	6.3	0.0	0.60	11.0	0.0	0.23	69.0
โรงอาหาร	7.2	8.0	3.99	11.0	0.0	0.99	946
สนามกีฬา	7.0	0.0	0.66	21.0	38.0	0.21	71.0
อาคาร 22	7.2	0.0	0.62	11.0	36.0	0.23	63.0
อาคาร 7	7.1	0.0	0.50	8.0	36.0	0.02	52.0
อาคาร 38	7.3	0.0	0.31	8.0	36.0	0.21	37.0

ตารางที่4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดื่มทางกายภาพและทางเคมี

4.3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางโลหะหนักที่เป็นพิษ

ตัวอย่างน้ำดื่ม	ตะกั่ว (Pb) (มิลลิกรัม/ลิตร)	แคดเมียม (Cd) (มิลลิกรัม/ลิตร)
อาคาร 34	ND	ND
อาคาร 26	ND	ND
โรงอาหาร	ND	ND
สนามกีฬา	ND	ND
อาคาร 22	ND	ND
อาคาร 7	ND	ND
อาคาร 38	ND	ND

ตารางที่5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่เป็นพิษในตัวอย่างน้ำดื่ม

4.4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางจุลชีววิทยา

ตัวอย่างน้ำดื่ม	Total Coliform Bacteria TCB (MPN/ml)	*Escherichia coli* *E.coli* (MPN/ml)
อาคาร 34	12	<1.1
อาคาร 26	<1.1	<1.1
โรงอาหาร	<1.1	<1.1
สนามกีฬา	<1.1	<1.1
อาคาร 22	<1.1	<1.1
อาคาร 7	<1.1	<1.1
อาคาร 38	<1.1	<1.1

ตารางที่6 ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำดื่มทางจุลชีววิทยา

5. สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดสอบทางกายภาพและทางเคมี

จากการทดสอบคุณภาพน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 7 ตัวอย่าง โดยทำการศึกษา ความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีที่ปรากฏอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าความขุ่น พบว่า ตัวอย่างน้ำจากอาคาร 34 เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สำหรับตัวอย่างอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าความกระด้าง ปริมาณคลอไรด์ และซัลเฟตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณของแข็งทั้งหมด พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มจากโรงอาหารเกินเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับตัวอย่างอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

5.2 สรุปผลการทดสอบหาปริมาณโลหะหนัก

จากการทดสอบหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่วและแคดเมียม ในตัวอย่างน้ำทั้ง7ตัวอย่าง พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

5.3 สรุปผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา

จากการทดสอบหา Total Coliform Bacteria พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มจากอาคาร 34 มีค่าเกินมาตรฐานกำหนด ตัวอย่างน้ำอื่น ๆ พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการทดสอบหา *E.coli* พบว่า ตัวอย่างน้ำทั้ง 7 ตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

บทที่ 3

งานอื่น ๆ ที่ได้ปฏิบัติ

งานที่ได้รับมอบหมาย คือ อัพเดทข้อมูล 3 ประเภท แบ่งเป็นข้อมูลออนไลน์ 2 ประเภท และข้อมูลออฟไลน์ 1 ประเภท ดังนี้

1. ข้อมูล STDB ระบบออนไลน์ STDB ย่อมาจาก Science and Technology infrastructure Databank คือ ระบบฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่รวบรวมข้อมูลนักวิทยาศาสตร์ ผลงานวิจัย เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ ไว้ในที่เดียว และผู้ประกอบการสามารถเข้าใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลขจาก 15 มหาวิทยาลัย ในเครือข่ายอุทยานวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายใต้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานต่าง ๆ ที่นำเข้าข้อมูล

2. ข้อมูล มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ ข้อกำหนดด้านคุณภาพที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ชุมชนให้เป็นที่เชื่อถือ เป็นที่ยอมรับ และสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุมชนให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และสอดคล้องกับนโยบาย OTOP โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้การคุ้มครองผู้บริโภค ควบคู่กับการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศให้แข่งขันในตลาดโลกได้ด้วยการขจัดปัญหาและอุปสรรคด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ดำเนินโครงการมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อรองรับการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ชุมชนจากภูมิปัญญาและเอกลักษณ์ของท้องถิ่นต่าง ๆ ในประเทศไทย ให้มีคุณภาพและมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

โครงการดังกล่าว ถือเป็นการสนับสนุนโครงการหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ หรือ OTOP ของรัฐบาลในแต่ละสมัย ในด้านการเชื่อมโยงให้ผลิตภัณฑ์ชุมชนของไทย สู่ตลาดผู้บริโภค ทั้งภายในและต่างประเทศได้สะดวกยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการขอการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จาก สมอ. สามารถดำเนินการได้ เพียงผู้ประกอบการยื่นคำขอ พร้อมหลักฐานและเอกสารตามที่กำหนด ต่อ สมอ. หรือสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด และจะมีการนัดตรวจสอบสถานประกอบการที่ผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน พร้อมกับการเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบ หรือทดสอบ ณ สถานที่ผลิต เพื่อประเมินผลและให้การรับรองในกรณีที่ผู้ประกอบการมีกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของ สมอ. (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2559)

3. บันทึกรายการทดสอบ ด้านงานตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง แบ่งออกเป็น ทางจุลชีววิทยาและทางเคมี โดยมีรายการทดสอบ ดังนี้

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- การนำไฟฟ้า (Conductivity, C)
- สี (Color)
- ความขุ่น
- ของแข็งทั้งหมด
- ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด
- สารแขวนลอย
- ตะกอนหนัก
- ความกระด้างทั้งหมด
- ความกระด้างถาวร
- คลอไรด์
- คลอรีนทั้งหมด
- คลอรีนอิสระ
-ฟลูออไรด์
- ซัลไฟต์
- ซัลเฟต
- ไซยาไนด์
- ปริมาณออกซิเจนละลาย
- บีโอดี
- ซีโอดี
- ทีเคเอ็น
-ไนไตรท
- ไนเตรท
- น้ำมันและไขมัน
- เหล็ก
- แมงกานีส
- ตะกั่ว
- แคดเมียม
- สังกะสี

- ทองแดง
- Standard Plate Count (SPC)
- Total Coliform Bacteria (TCB)
- Fecal Coliform Bacteria (FCB)
- *Escherichia coli (E.coli)*

4. งานค่ายของโรงเรียน

4.1 โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนด่านขุนทด ครั้งที่ 1ระหว่างวันที่ 24 - 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ภาพที่ 3 โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนด่านขุนทด

4.2 โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา : โครงการ English Program(ระหว่าง วันที่14-18 ธันวาคม 2563) ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ภาพที่ 4. โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา

บทที่ 4

สรุปผลการปฏิบัติงาน

1. ด้านปฏิบัติงาน

- ได้รับความรู้ใหม่ และประสบการณ์ทักษะและเทคนิคใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้น ในสภาวะการ ปฏิบัติงานจริง

- ฝึกฝนให้เป็นคนช่างสังเกตและรู้จักปรับปรุงการพัฒนาการทำงานของตน

- ได้ทำการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ การไทเทรต การวัดความเป็นกรดด่าง

2. ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

- ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น วัฒนธรรมขององค์กรที่ทำงาน

- ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ จากการฝึกงานมากมาย

- ได้มีโอกาสรู้จักผู้คนมากขึ้น และได้มิตรภาพที่ดีกับผู้ร่วมงาน

- มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีมากขึ้น และฝึกฝนการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในการทำงาน

3. ด้านบุคลิกภาพ

- พัฒนาบุคลิกภาพ ช่วยสร้างความมั่นใจในการทำงาน การกล้าแสดงออก และการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

- สร้างเสริมการมีบุคลิกภาพที่ดี และการวางตัวที่เหมาะสม

- สร้างเสริมลักษณะนิสัยให้เป็นคนตรงต่อเวลามากยิ่งขึ้น

การฝึกงานในครั้งนี้ทำให้ประประโยชน์กับเรามาก ทำให้เรามีความรับผิดชอบต่อ หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ตรงต่อเวลา มีระเบียบวินัย และสามารถนำประสบการณ์นี้ไปใช้ได้กับทุกสถานที่ทำงาน เพื่อเป็นแบบอย่างในการทำงานที่ดีอีกด้วย

บทที่ 5

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ปัญหา

จากการปฏิบัติงานในสถาบันค้นคว้าและผลิตภัณฑ์อาหารนั้น มีอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ที่ใหม่ การใช้งานจึงเกิดข้อผิดพลาดเล็กน้อย และมีเจ้าหน้าที่คอยดูแลเพื่อป้องกันการเกิดอันตราย และได้มีการใช้เครื่องมืออย่างระมัดระวังมากขึ้น นอกเหนือจากนั้นการฝึกงานที่ผ่านมาราบรื่นดี เพราะมีการแบ่งหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบ และมีการวางแผนก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการปฏิบัติงาน

2. ข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในสถาบันค้นคว้าและผลิตภัณฑ์อาหารนั้น นักศึกษาอยากให้มีการแนะนำการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ แขนงต่าง ๆ เพิ่มเติม การใช้เครื่องมือที่ไม่เคยใช้เพื่อนำไปปรับใช้ในการทำงานในอนาคตได้

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. (2545). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 256) พ.ศ. 2545 เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4). ค้นเมื่อ10 ตุลาคม, 2559

ธนาวัฒน์ รักกมล ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ สุธีร์ อินทร์รักษา และวรวรรณินี ราชสงฆ์. (2555). คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นในมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. วารสาร มหาวิทยาลัยทักษิณ , 15(2), 18-26.

นรา ระวาดชัย และวรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มจากตู้หยอดเหรียญอัตโนมัติ. วารสารวิจัย มข.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. (2550). หลักการการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วริศรา ปีอาทิตย์ และอลงกรณ์ วงศ์หมั่น. (2557). คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอด เหรียญ. ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สัมพันธ์ พลันสังเกต วรากร วิศพันธ์ และวิภา พลันสังเกตุ. (2545). คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อ การประปาของ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. สงขลา: ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยทักษิณ.

อังสนา ฉั่วสุวรรณ์. (2552). การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม. ค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2559, จาก: www.dss.go.th/ dssweb/st-articles/.../cp_1_2547_water_drink.pdf