Issue 23
January – June 2021
ISSN: 1906-8557

AEE-T Journal of Environmental Education

วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษา - สสศท

- การพัฒนาเครือข่ายระบบบริการด้านส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยแบบมีส่วนร่วม ของคณะกรรมการพัฒนาคุณภาพชีวิตอา เภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์
- รูปแบบการจัดการศึกษาโดยใช้หลักสูตรพัฒนาผู้เรียนสู่ความเป็นเลิศ
- การศึกษาปัจจัยการบริหารจัดการน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขามวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี
- ความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมาเขต 1
- ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาระดับปริญญาตรีในสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนใน สาขาวิชาด้านการบิน ในสถานการณ์โควิด-19
- ความรู้ เจตคติ พฤติกรรมการปฏิบัติในการป้องกันตนเองจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและระดับ เอ็นไซด์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย จังหวัดเพชรบูรณ์
- คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Dr. Vinai Veeravatnanond : Editor

AEE-T Journal of Environmental Education 11(23): 62-71, 2021
ISSN 1906-8557
© 2010 The Association for Environmental Education of Thailand

Wastewater quality from cafeteria in Buriram Rajabhat University.

Chawiwan Yord-in[1], Kittisak Namvicha[2], Maneenuch Haisirikul[3],
Seksit Duangkham[4] and Supaporn Boonmee[5]
[1,2,3,4,5]Lecturer, Department of Community Public Health, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University.

Abstract: The purposes of this survey study were to monitor and compare the physicochemical characteristics of wastewater between the cafeteria 1 and cafeteria 2 in Buriram Rajabhat University. The wastewater samples were collected 4 times at one month interval. Eight parameters including settleable solids, suspended solid, total dissolved solids (TDS), pH, Biochemical oxygen demand (BOD), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), fat oil and grease and sulfide were determined by the central laboratory, faculty of Public Health, Khon Kaen University.

The research were as follows:

The results of the physical characteristics on the samples from cafeteria 1 by settleable solids, suspended solid and TDS tests were 213.5 mg/l, 392 mg/l and 704 mg/l, respectively. In contrast, cafeteria 2 had higher mean values of 288.75 mg/l, 642 mg/l and 1,136.25 mg/l, respectively than cafeteria 1. In addition,all of the values had exceeded the standard levels. The mean values of the chemical examination on the samples from cafeteria 1 by pH, BOD, TKN, fat oil and grease and sulfide tests were 6.25, 685 mg/l, 76.58 mg/l, 56.93 mg/l and 2.16 mg/l, respectively. While the values of samples from cafeteria 2 were 5.6, 1,675 mg/l, 41.3 mg/l, 255 mg/l and 1.61 mg/l, respectively. According to the data, there were only 2 parameters (pH and sulfide) that did not exceed the standard levels but other 3 parameters were much higher than the standard levels. In conclusion, the cafeteria 1 had a better wastewater quality than the cafeteria 2 on these parameters; fat oil and grease, BOD, suspended solid and settleable solids. Furthermore, various parameters showed much higher values than the standard levels indicating that the wastewater from both cafeterias greatly needed some treatment before being discharged into the university sewage system.

Keywords: Wastewater, Cafeteria, Fat oil and Grease.

Corresponding auther; Chawiwan Yord-in, Department of Community Public Health, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Mueng District, Buriram Province, 31000, Thailand,
E-mail : chawiwan.rom@gmail.com Tel.089-7896249

AEE-TJ. Environ. Ed., 11(23): 62-71, 2021

คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ฉวีวรรณ ยอดอินทร์[1], กิตติศักดิ์ นามวิชา[2], มณีนุช ให้ศิริกุล[3], เสกสิทธิ์ ดวงคำ[4], สุภาพร บุญมี[5]
[1,2,3,4,5]อาจารย์, สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บทคัดย่อ : การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีจากโรงอาหาร 2) เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งระหว่างโรงอาหารทั้งสองแห่ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง สรุปผลจากค่าเฉลี่ย 8 พารามิเตอร์ ได้แก่ ตะกอนหนัก สารแขวนลอย สารที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรดด่าง บีโอดี ไนโตรเจน ไขมันและน้ำมัน และซัลไฟด์

ผลการวิจัยพบว่า

คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหาร 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนหนัก 213.50 และ 288.75 มิลลิกรัม/ลิตร สารแขวนลอย 392 และ 642 มิลลิกรัม/ลิตร และสารที่ละลายได้ทั้งหมด 704 และ 1,136.25 มิลลิกรัม/ลิตร ทุกค่าเกินเกณฑ์กำหนด ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทิ้งทางเคมี มีค่าความเป็นกรดด่าง 6.25 และ 5.6 ค่าบีโอดี 685 และ1,675 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าไนโตรเจน 76.58 และ 41.3 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าไขมันและน้ำมัน 56.93 และ 255 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าซัลไฟด์ 2.16 และ1.61 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าความเป็นกรด ด่าง และค่าซัลไฟด์ที่ผ่านเกณฑ์ คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหาร 1 ดีกว่าโรงอาหาร 2 ในค่าไขมันและน้ำมัน ค่าบีโอดี สารแขวนลอย และตะกอนหนัก คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารทั้งสองแห่ง มีความสกปรกสูง ต้องบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่ท่อรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

คำสำคัญ: น้ำทิ้ง, โรงอาหาร, ไขมันและน้ำมัน

บทนำ

น้ำเสียจากภาคอุตสาหกรรมและชุมชนเป็นปัญหาสำคัญและส่งผลกระทบเป็นวงกว้างอย่างต่อเนื่อง สำหรับน้ำเสียจากภาคชุมชน ทางกรมควบคุมมลพิษได้ดำเนินการสำรวจคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารของสถานศึกษาต่างๆ พบว่า มีค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีหรือค่าบีโอดีเฉลี่ยประมาณ 110 - 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำทิ้งดังกล่าวมีปริมาณค่าไขมันสะสมอยู่โดยเฉลี่ยประมาณ 50 -150 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง เมื่อถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติจะส่งผลกระทบจากคราบไขมันที่ลอยเคลือบอยู่บริเวณหน้าผิวน้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือค่าดีโอของน้ำมีปริมาณลดลง สิ่งมีชีวิตในน้ำเกิดสภาวะขาดออกซิเจนและเสียชีวิต ส่งผลให้แหล่งน้ำเน่าเสีย (สนอง ทองปาน, 2551) การดำเนินการเพื่อควบคุมการเกิดมลพิษทางน้ำในสถานศึกษาจึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญที่สามารถช่วยรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืนได้ สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์เป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ มีโรงอาหารเปิดให้บริการนักศึกษาและบุคลากรทั้งภายนอกและภายในมหาวิทยาลัย จำนวน 2 แห่ง คือโรงอาหาร 1 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณข้างหอประชุม

วิชชาอัตศาสตร์ และโรงอาหาร 2 ซึ่งตั้งอยู่ข้างอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับลักษณะของโรงอาหาร 1 เป็นอาคารหลังใหญ่ชั้นเดียวห้องโถงโล่งมีพื้นที่ประมาณ 500 ตารางเมตร ประกอบด้วยร้านจำหน่ายอาหาร จำนวน 14 ร้าน ส่วนโรงอาหาร 2 มีพื้นที่ประมาณ 250 ตารางเมตร ประกอบด้วยร้านจำหน่ายอาหารจำนวน 8 ร้าน โรงอาหารทั้งสองแห่งได้เปิดให้บริการเป็นประจำทุกวันไม่เว้นวันหยุดราชการ ทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งจากโรงอาหารเป็นจำนวนมาก ซึ่งน้ำทิ้งที่เกิดขึ้น เป็นน้ำทิ้งจากการประกอบอาหาร การล้างภาชนะ และการทำความสะอาดโรงอาหาร มักพบเศษอาหารรวมทั้งขยะมูลฝอยบางส่วนได้ปนเปื้อนกับน้ำทิ้ง ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารทั้งสองแห่งอาจไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ค. ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ.2548 คณะวิจัยโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งได้ตระหนักถึงการพัฒนาคุณภาพชีวิตของบุคลากรและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาโรงอาหารให้สะอาดน่าใช้งานและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม จึงได้เสนองานวิจัยเรื่องนี้เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีจากโรงอาหารทั้งสองแห่ง และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งระหว่างโรงอาหารทั้งสองแห่งของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งระหว่างโรงอาหาร 1 และโรงอาหาร 2 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่

ผู้วิจัยเลือก พื้นที่ตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งบริเวณ โรงอาหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 2 แห่ง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง แห่งละ 1 จุด ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำทิ้งของโรงอาหารก่อนปล่อยออกสู่ท่อรวมและสู่ธรรมชาติ

ขอบเขตด้านระยะเวลาการวิจัย

ระหว่างเดือนมีนาคม 2555 - เดือนมีนาคม 2556

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนิน การสำรวจสภาพพื้นที่ ศึกษาข้อมูลทางด้านกฎหมายและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งตามคู่มือวิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งกำเนิดมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2553 ประสานงานเพื่อนำน้ำทิ้งส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

น้ำทิ้งที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 4 เดือน และสรุปวิเคราะห์ผลจากค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหาร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ได้แก่ กระบวย แกลลอนพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำทิ้งขนาด 5 ลิตร กล่องโฟมใส่แกลลอน ฉลาก ปากกากันน้ำ เทปกาวสำหรับพันรอบกล่องโฟม เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงอาหารแต่ละแห่งในทุกวันศุกร์สุดท้ายของเดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ.2555 ในช่วงเวลา 14.30 – 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาภายหลังการทำความสะอาดภาชนะและเก็บกวาดโรงอาหารแต่ละแห่งแล้วเสร็จ โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งโรงอาหารละ 1 จุด ซึ่งเป็นจุดรวมน้ำทิ้งจุดสุดท้ายของโรงอาหารแต่ละแห่งก่อนออกสู่ท่อรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ รวม 2 จุด ต่อเดือน จำนวน 4 เดือน วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งใช้การเก็บแบบจ้วงที่ความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร จำนวนจุดละ 5 ลิตร ใส่แกลลอนพลาสติกที่เขียนฉลากระบุรายละเอียดครบถ้วนบรรจุลงกล่องโฟม ใส่น้ำแข็งเต็มกล่องเพื่อรักษาอุณหภูมิตัวอย่างน้ำทิ้ง 4 องศาเซลเซียส พันรอบกล่องด้วยเทป นำตัวอย่างน้ำทิ้งส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและเคมีที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ.2548 ข้อ 14 การตรวจสอบมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้ การตรวจสอบค่าตะกอนหนักใช้วิธีการกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) ขนาดบรรจุ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง การตรวจสอบค่าสารแขวนลอยใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc) การตรวจสอบค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมดใช้วิธีการระเหยแห้งระหว่างอุณหภูมิ 103 ถึง อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง การตรวจสอบค่าความเป็นกรดเป็นด่างได้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter) การตรวจสอบค่าบีโอดีใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน การตรวจสอบค่าทีเคเอ็นด้วยวิธี เจลดาห์ล (Kjeldahl) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมันโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน และการตรวจสอบค่าซัลไฟด์โดยวิธีการไตเตรท (Titrate)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลจากค่าเฉลี่ยของการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งในข้อ 6 และข้อ 11 จากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ.2548 โดยโรงอาหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์จัดอยู่ในกลุ่มอาคารประเภท ค.เนื่องจากเป็นภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 250 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 500 ตารางเมตร ซึ่งค่ามาตรฐานที่ควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ค. มีดังนี้ ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids) ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าสารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าเพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ แต่ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) 5-9

ค่าบีโอดี (BOD) ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าน้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าซัลไฟด์ (Sulfide) ไม่เกิน 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการวิจัย

สภาพพื้นที่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ทั้งสองแห่งไม่สะอาด มีเศษอาหาร เศษไขมันและสัตว์พาหะนำโรค ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงอาหาร 1 มีสีดำ มีกลิ่นเหม็น มีสารแขวนลอยและไขมันเป็นจำนวนมาก น้ำทิ้งจากโรงอาหาร 2 มีสีเหลืองขุ่น มีกลิ่นเหม็น มีสารแขวนลอยมาก ผลการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงอาหารทั้งสองแห่ง ส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพจำนวน 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณตะกอนหนัก ปริมาณสารแขวนลอย และปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด และตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางเคมี จำนวน 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ค่าบีโอดี ค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ค่าไขมันและน้ำมัน และค่าซัลไฟด์ ที่ห้องปฏิบัติการกลาง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 4 ครั้ง พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหารทั้งสองแห่งเกินเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ โดยมีค่าปริมาณตะกอนหนัก ปริมาณสารแขวนลอย และปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนคุณภาพน้ำทิ้งทางเคมีพบว่ามีค่าพารามิเตอร์ความเป็นกรดด่างและค่าซัลไฟด์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งสองแห่ง นอกนั้นเกินค่ามาตรฐาน โดยมีค่าปริมาณบีโอดี ปริมาณไขมันและน้ำมัน และปริมาณไนโตรเจน ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารแห่งที่ 1

รายการตรวจ	ผลการตรวจครั้งที่				ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลเทียบเกณฑ์
	1	2	3	4			
ทางกายภาพ							
1. ปริมาณตะกอนหนัก	39	114	476	225	213.5	< 0.5	ไม่ผ่าน
2. ปริมาณสารแขวนลอย	224	267	646	431	392	< 50	ไม่ผ่าน
3. ปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด	1,129	601	468	618	704	< 500	ไม่ผ่าน
ทางเคมี							
1. ความเป็นกรด ด่าง	6.9	6.5	5.8	5.8	6.25	5 – 9	ผ่าน
2. ค่าบีโอดี	740	700	700	600	685	< 40	ไม่ผ่าน
3. ปริมาณไนโตรเจน	97.44	100.24	73.92	34.7	76.58	< 40	ไม่ผ่าน
4. ไขมันและน้ำมัน	57.2	23.2	46.2	101.1	56.93	< 20	ไม่ผ่าน
5. ซัลไฟด์	1.7	1.98	3.25	1.7	2.16	3	ผ่าน

* pH value has no unit

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารแห่งที่ 2

รายการตรวจ	ผลการตรวจครั้งที่				ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลเทียบเกณฑ์
	1	2	3	4			
ทางกายภาพ							
1. ปริมาณตะกอนหนัก	574	371	86	124	288.75	< 0.5	ไม่ผ่าน
2. ปริมาณสารแขวนลอย	919	848	310	491	642	< 50	ไม่ผ่าน
3. ปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด	749	1,851	672	1,273	1,136.25	< 500	ไม่ผ่าน
ทางเคมี							
1. ความเป็นกรด ด่าง	6.0	5.4	5.7	5.3	5.6	5 – 9	ผ่าน
2. ค่าบีโอดี	800	3,300	1,400	1,200	1,675	< 40	ไม่ผ่าน
3. ปริมาณไนโตรเจน	30.8	61.04	22.4	50.96	41.3	< 40	ไม่ผ่าน
4. ไขมันและน้ำมัน	625.8	105.4	68.8	220.1	255	< 20	ไม่ผ่าน
5. ซัลไฟด์	1.3	0.8	2.83	1.5	1.61	3	ผ่าน

* pH value has no unit

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งระหว่างโรงอาหารโดยเทียบจำนวนเท่ากับค่ามาตรฐานแยกตามโรงอาหาร พบว่าโรงอาหารทั้งสองแห่งมีค่าปริมาณตะกอน หนัก ค่าบีโอดี ค่าปริมาณสารแขวนลอย ค่าไขมันและน้ำมัน ค่าปริมาณไนโตรเจน และค่าปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมดตามลำดับ โดยมีค่าปริมาณตะกอนหนักสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก รองลงมาเป็นค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และปริมาณไขมันและน้ำมัน รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งและการเทียบจำนวนเท่าจากเกณฑ์มาตรฐาน

รายการตรวจ	ค่าเฉลี่ยผลการตรวจเทียบเกณฑ์มาตรฐาน		เกณฑ์มาตรฐาน
	โรงอาหาร 1 (เท่า)	โรงอาหาร 2 (เท่า)	
ทางกายภาพ			
1. ปริมาณตะกอนหนัก	213.5 (427)	288.75 (578)	< 0.5
2. ปริมาณสารแขวนลอย	392 (8)	642 (13)	< 50
3. ปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด	704 (1.4)	1,136.25 (2)	< 500
ทางเคมี			
1. ความเป็นกรด ด่าง	6.25	5.6	5 – 9
2. ค่าบีโอดี	685	1,675	< 40

	(17)	(42)	
3. ปริมาณไนโตรเจน	76.58	41.3	< 40
	(2)	(1.03)	
4. ไขมันและน้ำมัน	56.93	255	< 20
	(3)	(13)	
5. ซัลไฟด์	2.16	1.61	3

* = less than standard level

อภิปรายผล

ผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีของโรงอาหาร 1 พบว่าลักษณะน้ำทิ้งสีดำ มีกลิ่นเหม็น มีสารแขวนลอยและไขมันเป็นจำนวนมาก ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพ มีปริมาณตะกอนหนัก 39 114 476 และ 225 ค่าเฉลี่ย 213.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณสารแขวนลอย 224 267 646 และ 431 ค่าเฉลี่ย 392 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 1,129 601 468 และ 618 ค่าเฉลี่ย 704 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทุกพารามิเตอร์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าปริมาณตะกอนหนัก ค่าปริมาณสารแขวนลอย และค่าปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ตามลำดับ คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหาร 1 มีความสกปรกสูงมาก ส่วนผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งทางเคมี มีค่าความเป็นกรดและด่าง 6.9 6.5 5.8 และ 5.8 ค่าเฉลี่ย 6.25 (เกณฑ์ 5 - 9) ค่าบีโอดี 740 700 700 และ 600 ค่าเฉลี่ย 685 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น 97.44 100.24 73.92 และ 34.7 ค่าเฉลี่ย 76.58 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าไขมันและน้ำมัน 57.2 23.2 46.2 และ 101.1 ค่าเฉลี่ย 56.93 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) และค่าซัลไฟด์ 1.7 1.98 3.25 และ 1.7 ค่าเฉลี่ย 2.16 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร) พารามิเตอร์ที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างและค่าซัลไฟด์ ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าบีโอดี ค่าไขมันและน้ำมัน ค่าปริมาณไนโตรเจน ตามลำดับ คุณภาพน้ำทิ้งทางเคมีของโรงอาหาร 1 มีความสกปรกสูงมาก

ผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีของโรงอาหาร 2 พบว่าลักษณะน้ำทิ้งมีสีเหลืองขุ่น มีกลิ่นเหม็น มีสารแขวนลอยมาก ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพ มีปริมาณตะกอนหนัก 574 371 86 และ 124 ค่าเฉลี่ย 288.75 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณสารแขวนลอย 919 848 310 และ 491 ค่าเฉลี่ย 642 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร) และปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 749 1,851 672 และ 1,273 ค่าเฉลี่ย 1,136.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทุกพารามิเตอร์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าปริมาณตะกอนหนัก ค่าปริมาณสารแขวนลอย และค่าปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ตามลำดับ คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหาร 2 มีความสกปรกสูงมาก ส่วนผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งทางเคมี มีค่าความเป็นกรดและด่าง 6.0 5.4 5.7 และ 5.3 ค่าเฉลี่ย 5.6 (เกณฑ์ 5 - 9) ค่าบีโอดี 800 3,300 1,400 และ 1,200 ค่าเฉลี่ย 1,675 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน

40 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น 30.8 61.04 22.4 และ 50.96 ค่าเฉลี่ย 41.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าไขมันและน้ำมัน 625.8 105.4 68.8 และ 220.4 ค่าเฉลี่ย 255 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) และค่าซัลไฟด์ 1.3 0.8 2.83 และ 1.5 ค่าเฉลี่ย 1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดเฉพาะค่าความเป็นกรดด่าง และค่าซัลไฟด์ ส่วนค่าอื่นๆ เกินค่ามาตรฐาน ได้แก่ ค่าบีโอดี ค่าไขมันและน้ำมัน และค่าปริมาณไนโตรเจน ตามลำดับ คุณภาพน้ำทิ้งทางเคมีของโรงอาหาร 2 มีความสกปรกสูงมาก

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีระหว่างโรงอาหาร 1 และโรงอาหาร 2 โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยและการเทียบเท่ากับค่ามาตรฐาน พบว่า คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหาร 1 และโรงอาหาร 2 พบว่า มีค่าปริมาณตะกอนหนักมีค่า 213.5 และ 288.75 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเป็น 427 เท่า และ 578 เท่าของเกณฑ์มาตรฐาน ค่าปริมาณสารแขวนลอย มีค่า 392 และ 642 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเป็น 8 เท่าและ 13 เท่าของเกณฑ์มาตรฐาน ค่าปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่า 704 และ 1,136.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเป็น 1.4 เท่า และ 2 เท่าของเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหารทั้งสองแห่งมีค่าพารามิเตอร์เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้งหมด โดยมีปริมาณตะกอนหนัก ปริมาณสารแขวนลอย และปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดตามลำดับ ส่วนการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งทางเคมีระหว่างโรงอาหาร 1 และโรงอาหาร 2 มีค่ามีค่าความเป็นกรดและด่าง 6.25 และ 5.6 (เกณฑ์ 5 – 9) มีคุณภาพน้ำทิ้งได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ค่าบีโอดี 685 และ 1,675 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเป็น 17 เท่าและ 42 เท่าของเกณฑ์มาตรฐาน ค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นมีค่า 76.58 และ 41.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเป็น 2 เท่า และ 1.03 เท่า ค่าปริมาณไขมันและน้ำมัน 56.93 และ 255 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเป็น 3 เท่า และ 13 เท่าของเกณฑ์มาตรฐาน และค่าซัลไฟด์มีค่า 2.16 และ 1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกณฑ์ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีคุณภาพน้ำทิ้งได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางเคมี พบว่า โรงอาหารทั้งสองแห่งมีค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านเกณฑ์ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าซัลไฟด์ ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าบีโอดี ค่าไขมันและน้ำมัน และค่าปริมาณไนโตรเจน เรียงตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีระหว่างโรงอาหาร 1 และโรงอาหาร 2 พบว่า คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหาร 1 มีคุณภาพน้ำทิ้งดีกว่าโรงอาหาร 2 โดยเฉพาะค่าไขมันและน้ำมัน ค่าบีโอดี ค่าปริมาณสารแขวนลอย และค่าปริมาณตะกอนหนัก ตามลำดับ

คุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพของโรงอาหารทั้งสองแห่งเกินเกณฑ์มาตรฐานสูงมาก โดยมีปริมาณตะกอนหนัก ปริมาณสารแขวนลอย และปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของน้ำเสีย จะจัดอยู่ในลักษณะของน้ำเสียที่มีความเข้มข้นมาก โดยเฉพาะค่าปริมาณตะกอนหนักของโรงอาหารทั้งสองแห่งซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดถึง 427 และ 578 เท่า แสดงถึงการมีเศษอาหารจำนวน

มากอยู่ในน้ำทิ้ง ไม่มีการแยกเศษอาหารก่อนล้างภาชนะ โดยโรงอาหาร 2 จะมีปริมาณเศษอาหารในน้ำทิ้งมากกว่าโรงอาหาร 1 ส่วนคุณภาพน้ำทิ้งทางเคมีของโรงอาหารทั้งสองแห่งพบว่ามีค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านเกณฑ์ คือค่าความเป็นกรดด่าง และค่าปริมาณซัลไฟด์ นอกนั้นเกินเกณฑ์มาตรฐานสูงมาก โดยมีค่าบีโอดี ค่าไขมันและน้ำมัน และค่าปริมาณไนโตรเจน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของน้ำเสีย จะจัดอยู่ในลักษณะของน้ำเสียที่มีความเข้มข้นมาก โดยเฉพาะค่าบีโอดีและค่าไขมันและน้ำมันของโรงอาหารทั้งสองแห่งที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานถึง 17 เท่า 42 เท่า 3 เท่าและ 13 เท่า ตามลำดับนั้น แสดงถึงสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งมาก จุลินทรีย์มีความต้องการใช้ออกซิเจนในน้ำทิ้งเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ และมีปริมาณไขมันและน้ำมันที่ลอยเคลือบอยู่ในน้ำทิ้งจำนวนมากด้วยเช่นกันทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย บีโอดีและปริมาณไขมันและน้ำมันของโรงอาหารทั้งสองแห่งพบว่า โรงอาหาร 1 ค่าเฉลี่ยบีโอดี 685 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าปริมาณไขมันและน้ำมัน 56.93 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงอาหาร 2 มีค่าเฉลี่ยบีโอดี 1,675 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าปริมาณไขมันและน้ำมัน 255 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำทิ้งที่มีความสกปรกสูง สอดคล้องและมีค่าค่อนข้างสูงกว่าข้อมูลการสำรวจคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารในสถานศึกษาของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2545 ที่พบว่าน้ำทิ้งในโรงอาหารมีค่าเฉลี่ยบีโอดี 110-400 มิลลิกรัมต่อลิตร และในน้ำทิ้งดังกล่าวมีปริมาณไขมันสะสมโดยเฉลี่ย 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงหากปล่อยสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติจะทำให้น้ำเน่าเสียได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของชันวานี จิใจ (บทคัดย่อ : 2553) ที่พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลามีค่าพารามิเตอร์เกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะค่าปริมาณตะกอนหนัก ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณไขมันและน้ำมัน และค่าบีโอดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.58 มิลลิกรัมต่อลิตร 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร 193.43 มิลลิกรัมต่อลิตร และ154.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ น้ำทิ้งจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา มีความสกปรกสูงควรมีการบำบัดเบื้องต้นก่อนจะปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

สำหรับข้อเสนอในการวิจัยครั้งนี้คือการแยกเศษอาหารก่อนล้างภาชนะ การปรับปรุงบ่อดักไขมันให้มีคุณภาพ การประชุมร่วมกับผู้จำหน่ายอาหาร และการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นการเฝ้าระวัง ซึ่งหากพิจารณาตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การกำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม พ.ศ.2547 พบว่าโรงอาหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์จะไม่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มอาคารที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ แต่เนื่องจากเป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา จึงควรมีการดำเนินการเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปคือการพิจารณาจำนวนและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงอาหารให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือ ออกสู่สิ่งแวดล้อม.** [อินเตอร์เน็ต] ; 2548 [เข้าถึงเมื่อ 18 ต.ค. 2555]. เข้าถึงได้จาก: http://infofile.pcd.go.th/law/3_42_water.pdf? CFID=1214765&CFTOKEN=92005497

กรมควบคุมมลพิษ. **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.** [อินเตอร์เน็ต].; 2548 [เข้าถึงเมื่อ 18 ต.ค. 2555]. เข้าถึงได้จาก : http://infofile.pcd.go.th/law/3_41_water.pdf?CFID=1214765&CFTOKEN=92005497

กรมควบคุมมลพิษ. **ประกาศคณะกรรมการควบคุมมลพิษ เรื่อง การคิดค่าคำนวณพื้นที่ใช้สอย จำนวนอาคารและจำนวนห้องของอาคารหรือกลุ่มของอาคาร วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ.**[อินเตอร์เน็ต]; 2550 [เข้าถึงเมื่อ 9 ก.ย. 2555].เข้าถึงได้จาก : http://infofile.pcd.go.th/law/3_51_water.pdf?CFID=1214765&CFTOKEN=92005497

กรมควบคุมมลพิษ. **ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.**[อินเตอร์เน็ต] ; 2552 [เข้าถึงเมื่อ 10 ก.พ. 2555]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s3.

กรมควบคุมมลพิษ. **คู่มือวิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งกำเนิดมลพิษ.** [อินเตอร์เน็ต] ; 2553 [เข้าถึงเมื่อ 20 พ.ค. 2555].เข้าถึงได้จาก : http://infofile.pcd.go.th/water/Water_CollWaste_Manual.pdf? CFID=1214765&CFTOKEN=92005497

กรมควบคุมมลพิษ. **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม (ฉบับที่ 2).** [อินเตอร์เน็ต] ; 2554 [เข้าถึงเมื่อ 20 ก.ย. 2558].เข้าถึงได้จาก : http://infofile.pcd.go.th/law/3_89_water.pdf?CFID=1214765&CFTOKEN=92005497

ชันวานี จิใจ. **คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.** [อินเตอร์เน็ต] ; 2553 [เข้าถึงเมื่อ 25 พ.ย. 2555]. เข้าถึงได้จาก: http://science.yru.ac.th/images/paper/paper001.pdf

บวร ไชยยา. **การศึกษาคุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงอาหาร 1 สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.** [อินเตอร์เน็ต] ; 2542 [เข้าถึงเมื่อ 15 เม.ย. 2557]. เข้าถึงได้จาก : http://rir.nrct.go.th/rir/?page=researching&nid=278

สนอง ทองปาน. **การบริหารจัดการน้ำเสียจากโรงอาหารในสถานศึกษา.**[อินเตอร์เน็ต] ; 2551 [เข้าถึงเมื่อ 26 ก.ย. 2554]. เข้าถึงได้จาก : http://environment.edu.swu.ac.th/qa/publications/picture/164.pdf