

การสร้างเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

The Construction of 20-liter Plastic Water Bottle Cleaner

เมธี ศรีโยธา¹ สราวุธ คงสุข²Matee Sriyot¹ Sarawut Khongsuk²¹ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพนาทวี จังหวัดสงขลา 90160

Auto Mechanics Department, Nathawee Industrial and Community Education College, Songkhla 90160

² ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา 95000

Mechanical Department, Yala Technical College, Yala 95000

¹ Corresponding Author : E-mail : sriyot16@gmail.com

Received: 25 July. 2022; Revised: 7 September. 2022; Accepted: 25 September. 2022;

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ผู้ศึกษาวิจัยได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิตน้ำดื่มของผู้ประกอบการโรงผลิตน้ำดื่ม ที่มีสาเหตุจากการล้างทำความสะอาดถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร โดยในช่วงคอขวดยังไม่มีความสะดวกพอ อีกทั้งใช้แรงในการขัดถังน้ำ จึงทำให้เกิดรอยขีดข่วน มีโอกาสเกิดการหมักหมมของเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ ผู้ศึกษาวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ที่มีความสามารถในการล้างที่สะอาด เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้างกับหลังล้าง สามารถล้างถังน้ำในช่วงความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95% เครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม ไม่ต่ำกว่า 3.50 (ระดับคุณภาพดี) ซึ่งผู้ศึกษาได้ค้นคว้าเอกสาร พร้อมกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

การดำเนินการสร้างเครื่องประเมินคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมจำนวน 9 ท่าน ซึ่งแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลจากการประเมิน พบว่า เครื่องล้างถังน้ำดื่มมีคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพดี ทั้งภาพรวม และในแต่ละด้าน และให้ผู้ชำนาญการ จำนวน 1 ท่านเป็นผู้ประเมินความสะอาดของถังน้ำดื่ม ทั้งก่อนล้างและหลังล้าง ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ของเครื่อง คือ ค่าเฉลี่ยของความสะอาดหลังการล้างมีค่าเท่ากับ 10 mg/L เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้างมีค่า มากกว่า 10 mg/L คือ ถังน้ำยังไม่มีความสะดวก แสดงว่า ค่าความสะอาดก่อนล้างมีความแตกต่างกัน เมื่อเทียบกับหลังล้าง เครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร เชื่อถือได้ 95% ค่าความสะอาดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 mg/L

คำสำคัญ : เครื่องล้างถังน้ำ ถังน้ำดื่ม โพลีเอทิลีน

Abstract

This research aimed to construct the 20-liter plastic water bottle cleaner. The researcher found that the main problem of drinking water industry was about the cleaning process of drinking water bottles especially a 20-liter plastic water bottle. The neck of the bottle is the most difficult part to clean by usual methods. Moreover, cleaning by a scrubbing brush results in scratches inside where germs can accumulate. Thus, the researcher aimed at constructing a plastic bottle cleaner particularly 20-liter size container. When comparing the cleanliness before and after cleaning, the reliability of cleaned bottles must be at least 95%. The developed 20-liter plastic water bottle cleaner had to pass the validation criteria evaluated by the engineering experts at the minimum criteria of 3.50 or good quality. The researcher conducted the study on both theoretical part and the experimental part with the results as follows.

The quality evaluation of the 20-liter plastic water bottle cleaner was conducted by 9 engineering experts in 3 aspects, i.e. structure, function, and product quality. The results of the evaluation showed that the 20-liter plastic water bottle cleaner reached high quality in overall and on each aspect. One expert was asked to check the cleanliness of the cleaned plastic drinking water bottle with the result that after cleaning the value of dirt was at the average of 10 mg/l which was much less than that before cleaning. It can be concluded that the constructed 20-liter plastic water bottle cleaner can be used to clean the 20-liter plastic drinking water bottle with 95% reliability.

Keywords : water bottle cleaner, drinking water bottle, polyethylene (PE)

1. บทนำ

ในปัจจุบันน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ทั้งที่เป็นน้ำอุปโภค และบริโภค ในร่างกายมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 50 - 75 ของน้ำหนักตัว [1] ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกายมนุษย์ หากร่างกายขาดน้ำจะส่งผลให้กระบวนการทำงานของร่างกายเสียสมดุลทันที เช่น อาการร้อนใน ส่วนใหญ่ก็เป็นปฏิกิริยาจากร่างกายที่เกิดขึ้น เนื่องจากการดื่มน้ำไม่เพียงพอ [2] โดยน้ำบริโภค เป็นอาหารที่ไม่มีลักษณะการเน่าเสียและการปนเปื้อนให้ผู้บริโภคได้เห็นอย่างชัดเจน ทำให้เป็นการยากที่จะบอกได้ว่าน้ำนั้นเหมาะสมและปลอดภัยต่อการบริโภค ดังนั้น การมีความรู้ ความเข้าใจ ถึงอันตรายที่อาจพบในน้ำบริโภค รวมถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในขั้นตอนต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญมากในกระบวนการผลิตน้ำ ทำหน้าที่สำคัญหลายอย่าง อาทิ ช่วยย่อยและดูดซึมอาหาร รวมทั้ง ของเสียไปตามกระแสเลือด ช่วยในการสร้างปฏิกิริยาทางเคมีของร่างกาย ช่วยหล่อลื่นและรับการเคลื่อนไหวของเอ็น ข้อต่อต่าง ๆ น้ำ มีส่วนช่วยให้ผิวพรรณสดชื่น ช่วยให้ปฏิกิริยาทางเคมีและการเผาผลาญอาหารในร่างกายเป็นปกติ ช่วยในการสะสมอาหาร เช่น ไขมัน หรือโปรตีน ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้เหมาะสม ด้วยสารพัดประโยชน์นี้ น้ำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์รองจากออกซิเจน

น้ำที่อยู่ในรูปแบบของธุรกิจที่ได้รับความนิยมมากในอันดับต้น ๆ คือ [3] น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท โดยภาชนะที่บรรจุน้ำนั้น มีหลากหลายรูปแบบ เช่น แก้วน้ำพลาสติกที่มีฝาปิด ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ซึ่งภาชนะเหล่านี้สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ ขวดชนิดโพลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) หรือขวดน้ำพลาสติก สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่การที่นำขวดน้ำพลาสติกมาใช้ซ้ำ อาจจะมีการสะสมของเชื้อโรค ซึ่งจากการศึกษาวิจัยเครื่องล้างถึงน้ำดื่ม นั้น มีการใช้การฉีดน้ำแรงผ่านกระบวนการล้างภายใน โดยมีเรซินฉีดล้างไปพร้อมกับน้ำ และบางเครื่องล้างถึงน้ำดื่มยังมีการใช้มอเตอร์ เพื่อขัดล้างโดยการใช้เส้นเอ็น ที่เหมือนลักษณะของขนแปรง วิธีการวัดค่าความสะอาด มีวิธีวัดความสะอาดของน้ำอย่างเดียว โดยไม่ได้วัดค่าความสะอาดของถึงน้ำดื่ม ดังนั้น การนำขวดพลาสติกมาใช้ซ้ำควรล้างขวดให้สะอาด โดยให้สังเกตก่อนนำมาใช้ หากผิวขวดเริ่มมีสีขุ่น มีริ้วรอย หรือมีสิ่งแปลกปลอมเกาะติดที่ผนังภายในถึง ก็ควรเปลี่ยนขวดใหม่ เพราะจะทำให้ ปลอดภัยกว่า

ผู้วิจัยเห็นว่า สำหรับผู้ประกอบการโรงผลิตน้ำดื่มขนาดย่อม มีกระบวนการทำความสะอาดถึงน้ำดื่ม ซึ่งโดยทั่วไป ได้นำแปรงมาล้างทำความสะอาด จึงอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนของถึงน้ำ โดยผลที่ตามมา คือ การสะสมของเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ จึงได้สร้างเครื่องจักร ช่วยให้ช่วงคอขวดมีความสะอาด ใช้เวลาน้อยลง และต้นทุนในการผลิตต่ำ [4] และกระบวนการในการผลิตสอดคล้องกับข้อกำหนดของการควบคุม (GMP) จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร เปลี่ยนการใช้แปรงถูภายในถึง มาใช้วิธีการใช้แรงดันน้ำแบบหลายรูฉีดเข้าไปในถึงน้ำ เพื่อนำถึงกลับมาใช้ซ้ำได้โดยไม่สิ้นเปลืองอุปกรณ์ ไม่มีอันตรายต่อสุขภาพ และเป็นรูปแบบเทคโนโลยีที่ทันสมัย ใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และต้นทุนการผลิตต่ำ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร
- 2.2 เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร
- 2.3 เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

3. สมมติฐานในการวิจัย

- 3.1 เครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ที่สร้างขึ้น ต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ไม่ต่ำกว่า 3.50 (ในระดับคุณภาพดี)
- 3.2 เครื่องล้างถึงน้ำดื่ม สามารถล้างถึงได้ในระดับความสะอาดไม่เกิน 10 mg/L.

4. วิธีดำเนินการวิจัย

- 4.1 การสร้างและพัฒนานวัตกรรม

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เพื่อที่จะรวบรวมเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องล้างถึงน้ำดื่ม ขนาด 20 ลิตร แล้วนำไปปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม จึงทำการสร้างเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร จากนั้น ทดลองการทำงานของเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ว่าสามารถทำงานได้ตามขอบเขตการศึกษาหรือไม่ เพื่อนำไปประเมินคุณภาพในด้านโครงสร้าง การใช้งาน และด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านวิศวกรรม

บทความวิจัย

ว่าผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพตามที่ได้กำหนดไว้ในสมมติฐานหรือไม่ โดยหลักการทำงานของเครื่องล้างถังน้ำดื่มมีขั้นตอนดังนี้ คือ นำถังน้ำดื่มใส่เข้าไปในหัวฉีด เปิดสวิตช์แล้วทำการเหยียบแป้นเหยียบ ทำการหมุนถังไปรอบ ๆ น้ำที่ฉีดออกมาเป็นน้ำที่มีแรงดันสูง โดยหัวฉีดมีลักษณะเป็นรูแบบหลายหัว ซึ่งหัวฉีดแต่ละรู เมื่อน้ำที่ฉีดออกมาจะมีลักษณะเป็นแบบสามเหลี่ยมทู่ ซึ่งสามารถทำความสะอาดถังน้ำดื่มได้ทั่วถึง

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพผลิตน้ำดื่มในโรงผลิตน้ำ โดยมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ทางการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลที่เกี่ยวกับอาหาร หรือมีประสบการณ์การสอนทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักร ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 9 คน

กลุ่มตัวอย่าง โรงผลิตน้ำดื่ม และถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร เป็นพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน (Polyethylene : PE) มีลักษณะขุนและทนความร้อนได้อยู่ระหว่าง 250 - 265 องศาเซลเซียส ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดภายในแล้วนำมาตรวจสอบความสะอาดด้วยสารเคมี โดยเครื่องตรวจวัดความสะอาด (Spectroquant NOVA 60) ทั้งก่อนและหลังล้างของถังน้ำดื่ม จำนวน 5 ถัง ค่าความสะอาดที่ได้ต้องไม่มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

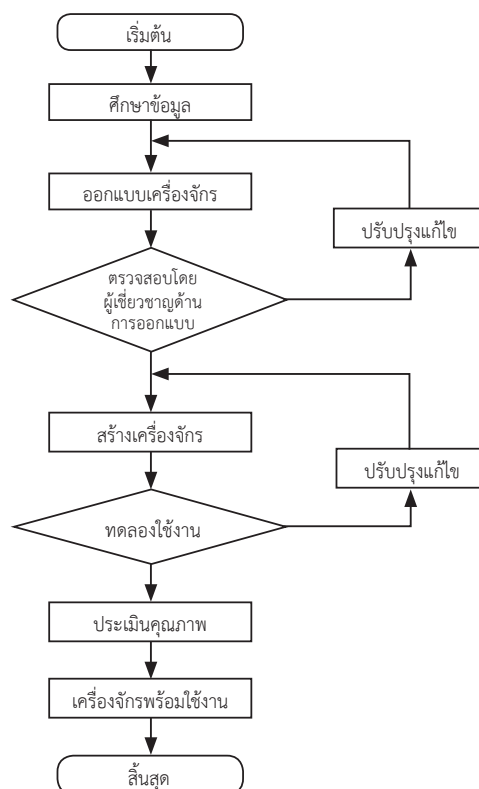
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 แบบสอบถามการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

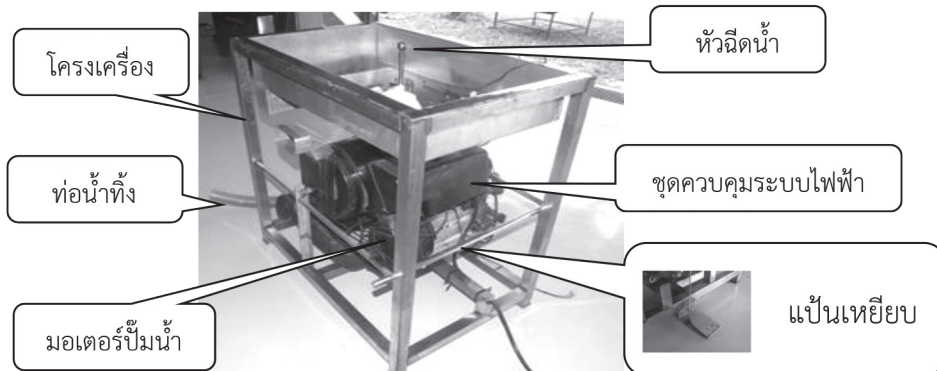
4.3.2 แบบบันทึกผลการทดลอง การหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

4.4 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

4.4.1 เครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร [5]

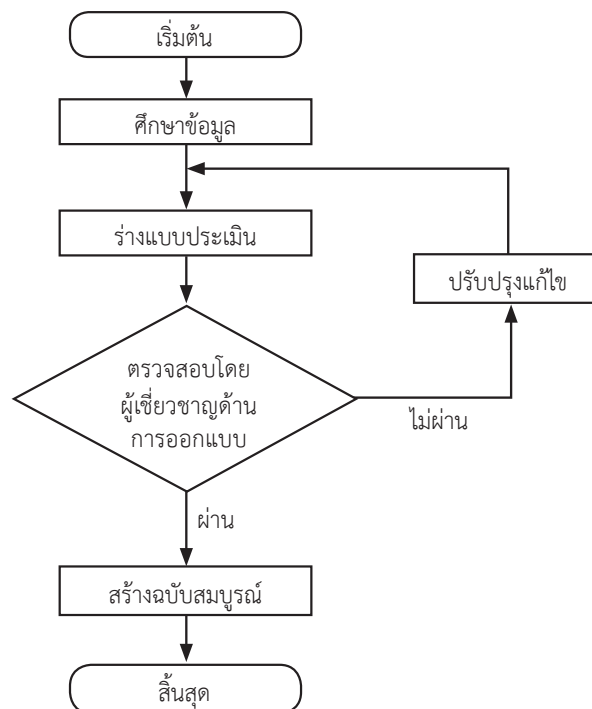


ภาพที่ 1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

4.4.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร



ภาพที่ 3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

บทความวิจัย

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านคุณภาพเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร จากผู้เชี่ยวชาญ

4.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการตรวจวัดความสะอาดของถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านคุณภาพเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร จากผู้เชี่ยวชาญ

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ทางการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 9 คน โดยทำการประเมินจากเครื่องล้างถึงน้ำดื่ม ขนาด 20 ลิตร ทั้งด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนในแต่ละด้านตามความเหมาะสม ทดลองล้างถึงน้ำดื่มด้วยเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร แล้วตรวจสอบความสะอาด การวิเคราะห์ข้อมูล นำผลจากการประเมินคุณภาพที่ผู้เชี่ยวชาญ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยกำหนดคุณภาพ [6] สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไม่ต่ำกว่า 3.50 (ในระดับคุณภาพดี)

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ได้ดังนี้ ศึกษาประวัติผู้เชี่ยวชาญ และนัดหมาย วัน เวลา สถานที่กับผู้เชี่ยวชาญ พร้อมกันนั้นก็ทำการติดตั้งเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร เพื่อทำการทดลอง แล้วประเมินคุณภาพของเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร เมื่อผู้เชี่ยวชาญเดินทางมาถึงตามนัดหมายแล้ว จึงชี้แจงรายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพแก่ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้น ทำการทดลองเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินคุณภาพเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ตามแบบประเมินคุณภาพ

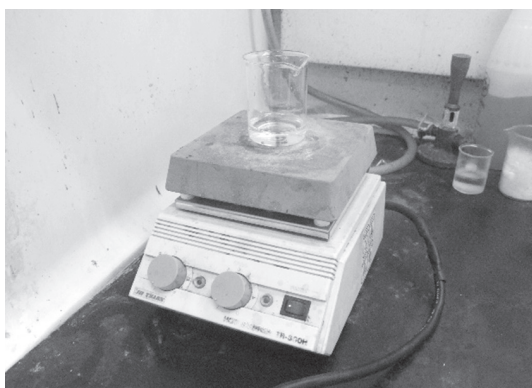
การเก็บรวบรวมข้อมูลในการตรวจวัดความสะอาดของถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

การเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจวัดความสะอาดด้วยเครื่องตรวจวัดความสะอาด โดยนำตัวอย่างของแต่ละถัง วัดค่าความสะอาดด้วยน้ำยาเคมีโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) และกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) โดยนำตัวอย่างมาตรวจวัดค่า COD (Chemical Oxygen Demand) ด้วยเครื่องตรวจวัดความสะอาด (Spectroquant NOVA 60) แล้วทำการบันทึกค่าลงในแบบบันทึกผลในแต่ละช่องของการตรวจวัดจำนวน 5 ถัง โดยการตรวจก่อนล้างและหลังล้าง แล้วนำค่ามาวิเคราะห์ผลจากการตรวจวัดความสะอาดของเครื่องล้างถึงน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร นำผลที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้ง มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) แล้วพิจารณาความสะอาดก่อนล้างกับหลังล้าง โดยเมื่อเครื่องตรวจวัด (Spectroquant NOVA 60) อ่านค่าได้ $<10 \text{ mg/L}$ แสดงว่ามีความสะอาด

การตรวจวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการใช้เครื่องตรวจวัดความสะอาด [7] มีขั้นตอนดังนี้ 1) นำน้ำ DI (น้ำที่ผ่านการกรองโอโซน) น้ำที่ปราศจากโอโซน จำนวน 20 ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 mm. ต้มที่อุณหภูมิ 70°C ด้วยเตาชนิดแผ่นความร้อน (Hot Plate) 2) นำคอตตอนบัด จุ่มในน้ำที่ต้ม 70°C แล้วเช็ดบริเวณภายในถังน้ำดื่มที่จะทำการตรวจวัดความสะอาด ไปละลายในน้ำ ประมาณ 20 mm. ประมาณ 7-10 ครั้ง 3) นำตัวอย่างมาทำการตรวจวัด ปริมาณ 3 mm. ใส่ลงในหลอดแก้ว 4) นำน้ำยาทดสอบทางเคมีเพื่อทำปฏิกิริยาควัดความสะอาด ใส่ในหลอดแก้ว น้ำยาสำเร็จรูปปริมาณ 3 ml เพื่อทำปฏิกิริยา 5) นำไปต้มบนเตาความร้อนชนิดหลุม (Thermoreaktor TR 300) ที่อุณหภูมิ 148°C ใช้เวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีกับตัวอย่างที่ใช้

ในการทดสอบ 6) รอให้เย็นก่อนเข้าเครื่องตรวจวัด 7) นำตัวอย่างมาตรวจวัดความสะอาดแปลผลด้วยเครื่อง (Spectroquant NOVA 60) และอ่านค่า สามารถอ่านได้อยู่ในช่วงตั้งแต่ $<10 < 120 \text{ mg/l}$ 8) จัดบันทึกผลการตรวจวัดความสะอาดของถังน้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

ขั้นตอนวิธีการตรวจวัดความสะอาดของถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร [7]



ภาพที่ 4 ต้มน้ำไอออน ด้วยเตาชนิดแผ่นความร้อน



ภาพที่ 5 นำคอตตอนบัดเช็ดบริเวณภายในถัง



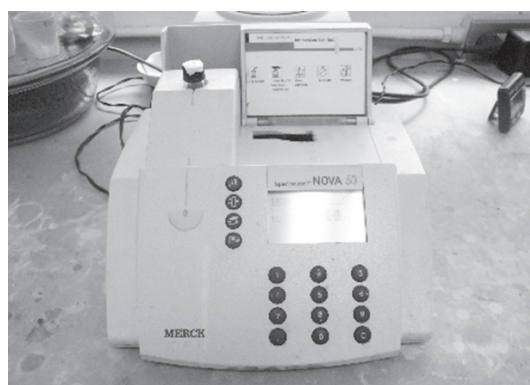
ภาพที่ 6 การนำตัวอย่างใส่ในหลอดแก้ว



ภาพที่ 7 น้ำยาเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา



ภาพที่ 8 เตาความร้อนชนิดหลุม



ภาพที่ 9 เครื่องตรวจวัดความสะอาด

บทความวิจัย

5. ผลการวิจัย

5.1 คุณภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ในกระบวนการทำงานของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร จะมีขั้นตอนหลักอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความสะอาดภายนอกถัง 2) การทำความสะอาดภายในถัง 3) การใช้แรงดันน้ำฉีดเข้าไปภายในถัง 4) การล้างทำความสะอาดครั้งสุดท้าย โดยการฉีดน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองแล้ว 5) การบรรจุน้ำใส่ถังน้ำดื่ม และ 6) การปิดฝานิโกลาถังน้ำดื่มและส่งออกจำหน่าย โดยภาพรวมเครื่องล้างถังน้ำดื่มมีคุณภาพในระดับดี โดยในทุกด้านมีค่าเฉลี่ยในระดับดีทั้งสิ้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายของคุณภาพโดยภาพรวม

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
ด้านโครงสร้าง	4.17	0.51	ดี
ด้านการใช้งาน	4.22	0.59	ดี
ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์	4.37	0.51	ดี
เฉลี่ยโดยภาพรวม	4.25	0.53	ดี

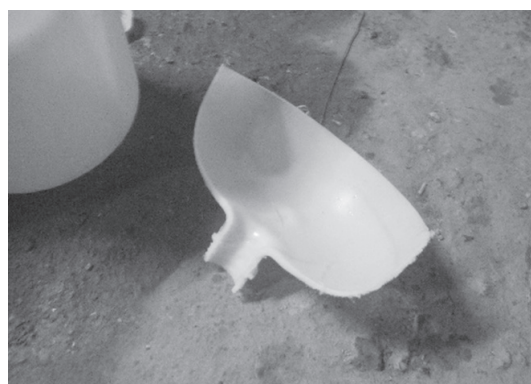
จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร มีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 4.25 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ดังนั้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

5.2 ประสิทธิภาพการทำความสะอาดของถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

จากผลการตรวจวัดความสะอาดก่อนล้างกับหลังล้าง ด้วยเครื่องตรวจวัดความสะอาด (NOVA 60) จำนวน 5 ถัง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ มีรายละเอียดดังภาพที่ 10, ภาพที่ 11 และตารางที่ 2, ตารางที่ 3



ภาพที่ 10 ก่อนการล้างถังด้วยเครื่องล้างถังน้ำดื่ม



ภาพที่ 11 หลังการล้างถังด้วยเครื่องล้างถังน้ำดื่ม

ตารางที่ 2 ค่าการตรวจวัดความสะอาดก่อนการล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

ถังที่	น้ำไอออน (DI) (mg/l)	น้ำยาเคมี ($K_2Cr_2O_7$) (mg/l)	น้ำยาเคมี (H_2SO_4) (mg/l)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ผลการตรวจสอบ (mg/l)
1	3	2.85	0.3	148	48
2	3	2.85	0.3	148	44
3	3	2.85	0.3	148	50
4	3	2.85	0.3	148	44
5	3	2.85	0.3	148	38
$\bar{X}$					44.8*

จากตารางที่ 2 พบว่า การตรวจวัดความสะอาดก่อนการล้างถังน้ำจากการทดลองทั้งหมด จำนวน 5 ถัง ผลคือ การตรวจวัดความสะอาดเฉลี่ย 44.8 mg/l ซึ่งเมื่อทำการตรวจกับเครื่องวัดความสะอาด (COD) ค่าที่ได้มีค่ามากกว่า 10 mg/l แสดงว่า ก่อนการล้างถังน้ำดื่มไม่มีความสะอาด

ตารางที่ 3 ค่าตรวจวัดความสะอาดหลังการล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร

ถังที่	น้ำไอออน (DI) (mg/l)	น้ำยาเคมี ($K_2Cr_2O_7$) (mg/l)	น้ำยาเคมี (H_2SO_4) (mg/l)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ผลการตรวจสอบ (mg/l)
1	3	2.85	0.3	148	<10
2	3	2.85	0.3	148	<10
3	3	2.85	0.3	148	<10
4	3	2.85	0.3	148	<10
5	3	2.85	0.3	148	<10
$\bar{X}$					10*

*หมายเหตุ ค่าการตรวจวัดความสะอาดอ่านค่าได้ (น้อยกว่า) < 10 mg/l ถือว่า สะอาด
ค่าการตรวจวัดความสะอาดอ่านค่าได้ (มากกว่า) > 10 mg/l ถือว่า สกปรก

จากตารางที่ 3 พบว่า การตรวจวัดความสะอาดหลังการล้างถังน้ำ จากการทดลองทั้งหมด จำนวน 5 ถัง ผล คือ การตรวจวัดความสะอาดเฉลี่ย 10 mg/l ซึ่งเมื่อทำการตรวจกับเครื่องวัดความสะอาด (COD) ค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่า 10 mg/l แสดงว่า หลังการล้างถังน้ำดื่มมีความสะอาด



ภาพที่ 12 เครื่องล้างถังน้ำตื้นขนาด 20 ลิตร

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องล้างถังน้ำตื้นขนาด 20 ลิตร โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพด้านความแข็งแรงและการเสียรูปร่างของถังน้ำตื้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เพราะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างตามหลักทฤษฎีของการออกแบบและกระบวนการในการผลิตสอดคล้องกับข้อกำหนดของการควบคุม (GMP) ซึ่งเครื่องล้างถังน้ำตื้นขนาด 20 ลิตร ในการล้างในช่วงคอขวด ต้องใช้เวลาในการล้างนาน ถึงจะมีความสะอาด สาเหตุเกิดจากแรงดันน้ำไม่เพียงพอ จึงควรศึกษารูปแบบวิธีการของท่อที่ใช้ในการส่งน้ำหลาย ๆ วิธี เพื่อให้มีแรงดันน้ำที่สูง และใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดน้อยลง ส่วนผลการประเมินหัวข้อที่ได้ระดับคุณภาพดีมาก คือ ความคงทนแข็งแรงและการไม่เสียรูปร่างของถังน้ำตื้น ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญรวมทุกด้านได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 ส่วนผลการประเมินหัวข้ออื่น ๆ ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ [8] การออกแบบเครื่องล้างถังบรรจุน้ำตื้น 20 ลิตร กิ่งอัทโนมัติ พบว่า การประเมินคุณภาพด้านกระบวนการมีคุณภาพเฉลี่ย 91.5% และการประเมินการออกแบบคุณภาพด้านการสั่งงานการผลิตมีคุณภาพเฉลี่ย 95.3% มีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ 90% และสอดคล้องกับ [9] การสร้างเครื่องล้างถังน้ำตื้น 20 ลิตร แบบอัทโนมัติ พบว่า สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์และจากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องล้างถังน้ำตื้น 20 ลิตร แบบอัทโนมัติ สามารถล้างได้ทั้งภายนอกและภายในพร้อมกัน สามารถเลือกปรับระดับการล้างได้ถึง 2 ระดับ ระยะเวลาในการล้างถังน้ำตื้น ระดับทั่วไปใช้เวลาอยู่ที่ 26 วินาที ปริมาณน้ำที่ใช้ 4.5 ลิตร ต่อถัง แรงดันไฟอยู่ที่ 3.97V กระแส 4.4A และเวลาการล้างถังในระดับสกปรกมากใช้เวลาอยู่ที่ 32 วินาที ปริมาณน้ำที่ใช้ 6 ลิตรต่อถัง แรงดันไฟอยู่ที่ 8.4V กระแส 4.5A

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน พบว่า โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านโครงสร้างมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีคุณภาพอยู่ในระดับดี สรุปว่าทั้ง 3 ด้าน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีความคงทนแข็งแรงและการไม่เสียรูปร่างของถังน้ำดื่ม มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร สามารถล้างภายในโดยมีระยะเวลาในการล้างถังน้ำดื่ม ใช้เวลาอยู่ที่ 26 วินาที ปริมาณน้ำที่ใช้ 3.2 ลิตร/ถัง แรงดันไฟอยู่ที่ 3.7 V กระแส 4.1A จากผลการทดลองและทดสอบการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร สามารถนำไปใช้งานได้จริง

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะ ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข โดยการลดขนาดรูปร่างของเครื่องล้างถังน้ำดื่ม ขนาด 20 ลิตร ให้มีขนาดเล็กลง ควรมีการล้างทำความสะอาดภายนอกถังน้ำ เพื่อจะได้ลดขั้นตอนในการทำความสะดวก ควรมีการล็อกถังน้ำในขณะที่เครื่องมีการทำงาน ดังนั้น ควรปรับปรุงและพัฒนาเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะมา เพื่อเพิ่มคุณภาพการทำงานของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร ในลำดับต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากความคิดเห็นในการประเมินคุณภาพของเครื่องล้างถังน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การออกแบบเครื่องล้างถังน้ำดื่มด้านโครงสร้าง การใช้งาน และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างถังน้ำดื่ม ขนาด 20 ลิตร อยู่ในระดับดี

นอกจากนี้ ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาด้านของโครงสร้างขนาดรูปร่างของเครื่องใหญ่เกินไป ทำให้ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายลำบาก ส่วนวิธีการเดินท่อและขนาดของท่อฉีดน้ำทำความสะอาด ควรออกแบบให้มีขนาดเล็กลง จะทำให้ความแรงของน้ำสูง มีความสะอาดมากขึ้น เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งาน ควรศึกษาระบบการฉีดน้ำ โดยการเลือกใช้มอเตอร์ที่มีกำลังเหมาะสมเพื่อไม่เกิดความสิ้นเปลืองไฟฟ้า และความดันของน้ำ ควรมีการปรับตั้งได้ เพื่อหาความดันที่เหมาะสมในการล้างถังน้ำให้สะอาด โดยที่ความดันไม่สูงจนเกินไปในการฉีด เพื่อความสมบูรณ์แบบ และความเหมาะสมที่นำไปใช้งานจริง

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] จิระพร จิตบำรุง. (2544). โรงเรียนกะเปอร์วิทยา. สืบค้น 10 กันยายน 2565, จาก <https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/create-web/10000/science/10000-82.html>
- [2] คู่มือสำหรับผู้ควบคุมการผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท น้ำแร่ธรรมชาติ และน้ำแข็งบริโภค. (2564). กองอาหารสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. สืบค้น 10 กันยายน 2565, จาก <https://www.fda.moph.go.th/sites/food/FileNews/2564/FPCS-Water.pdf>
- [3] อภิชาติ ถ้ำจันทร์. (2546). เครื่องทำความสะอาดถังน้ำใส. กองวิจัยและพัฒนาระบบประปา ฝ่ายวิจัยและพัฒนาการประปาส่วนภูมิภาค.
- [4] สุวิมล กิริติพิบูล. (2550). GMP ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

บทความวิจัย

- [5] วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนังงาน, *การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2541.
- [6] ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2550). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : วี อินเทอร์เน็ต จำกัด
- [7] บุญสิทธิ์ วัฒนไทย. (2551). *นักวิทยาศาสตร์ 8. หน่วยเครื่องมือกลาง : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.
- [8] ชนาธิป กาลจักร สุนทร นาคโนนหัน. (2560), *การออกแบบเครื่องล้างถังบรรจุน้ำดื่มขนาด 20 ลิตร กึ่งอัตโนมัติ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, วารสารการประชุมทางวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยี การผลิตและการจัดการ, ชลบุรี, หน้า 380-383*
- [9] สุกชัย โทษา, ทะนงศักดิ์ วิมารเมฆ, กัญญารัตน์ จันทะเรือง, ศิริลักษณ์ ห่อมกระโทก. (2561). *การสร้างเครื่องล้างถังน้ำดื่ม 20 ลิตร แบบอัตโนมัติ*. สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์