

การพัฒนาเครื่องทาบแบนขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมในแนวนอน DEVELOPMENT OF HORIZONTAL FLATTENING MACHINE FOR PLASTIC WATER BOTTLES AND ALUMINUM CANS

ธนภรณ์ อินชอุใจ, ชัชฤทธิ์ บุญมีโพธิ์, กฤษณา อันอ้าย*

Thanaporn Inchoojai, Chatchalit Boonmeepo, Kritsada On-ai*

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: Kritsada.O@psru.ac.th

วันที่เข้ารับ 4 เมษายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 29 เมษายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 29 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องทาบแบนขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอะลูมิเนียมในแนวนอนแบบไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า โดยขวดน้ำพลาสติก (PET) ขนาด 330 และ 600 มิลลิลิตร และกระป๋องอะลูมิเนียมขนาด 245 325 และ 490 มิลลิลิตร โดยอาศัยแรงเหวี่ยงจากผลการทดสอบพบว่าปริมาตรของขวดน้ำจะมีค่าลดลงเหลือร้อยละ 54.24 และ 58.32 ตามลำดับเนื่องจากขวดพลาสติกมีความยืดหยุ่นจึงทำให้ขวดน้ำเกิดการคิ่นตัวหลังจากถูกทาบแบน สำหรับกระป๋องอะลูมิเนียมขนาด 245 325 และ 490 มิลลิลิตร หลังถูกทาบแบนจะมีขนาดลดลงเหลือร้อยละ 24.79 30.73 และ 29.19 ตามลำดับ เนื่องจากกระป๋องอะลูมิเนียมเสียรูปได้ง่ายกว่าขวดน้ำพลาสติกจากคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ดังนั้นการทาบแบนขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอะลูมิเนียมในแนวนอนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการแบนทาบในแนวตั้ง

คำสำคัญ: ขวดน้ำพลาสติก, กระป๋องอะลูมิเนียม, การทาบแบน, การรีไซเคิล, แนวนอน

Abstract

This article aims to study the design and construction of a non-electric, horizontally operated compaction device for flattening plastic water bottles and aluminum cans. The tested containers included polyethylene terephthalate (PET) water bottles with volumes of 330 mL and 600 mL, and aluminum cans with volumes of 245 mL, 325 mL, and 490 mL. The device operated using foot-applied force. Test results showed that the volumes of the plastic bottles were reduced to 54.24% and 58.32% of their original sizes, respectively. Due to the elasticity of plastic, the bottles exhibited a partial rebound after compression. In contrast, the aluminum cans were reduced to 24.79%, 30.73%, and 29.19%, respectively, as aluminum is more easily deformed due to its physical properties. Therefore, horizontal compaction proved to be nearly as effective as conventional vertical compression.

Keywords: Plastics water bottle, Aluminum can, Flattening, Recycle, Horizontal

1. บทนำ

ในปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 26.95 ล้านตัน หรือประมาณ 73,840 ตัน/วัน เฉลี่ย 1.12 กิโลกรัม/คน/วัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2565 ประมาณ 1.25 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) โดยมีขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ประมาณ 9.31 ล้านตัน เช่น แผ่นหลังคาพลาสติก (วรุตม์ และภัทรนันท์, 2557) ส่วนผสมในเชือก อวน และท่อนโฟม (ศุภรา และคณะ, 2562) ในแหล่งที่พักอาศัย สถานศึกษา และห้างสรรพสินค้าจะพบขวดน้ำและกระป๋องอลูมิเนียมในถังขยะเป็นจำนวนมาก เพราะคนส่วนใหญ่บริโภคเครื่องดื่มผ่านภาชนะบรรจุและทิ้งลงถังขยะ ทำให้ขยะเหล่านี้มีขนาดของบรรจุภัณฑ์เท่าเดิม จึงทำให้ปริมาตรของการบรรจุขยะและถังขยะลดลงก่อให้เกิดการล้นเปลี่ยนถังขยะเพิ่มขึ้น ซึ่งร้อยละ 80 เกิดจากการใช้ขวดพลาสติกขนาดเล็ก (Becerril-Arreola & Bucklin, 2021) เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้ทำการลดขนาดจะมีช่องว่างของอากาศเป็นจำนวนมากจึงทำให้พื้นที่การจัดเก็บขยะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการลดปริมาณก่อนทิ้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) การลดขนาดขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมสามารถทำได้โดยการใช้ระบบไฮดรอลิกในการอัดที่ละมากๆ เพื่อใช้ในการขนส่งไปยังแหล่งรีไซเคิล ซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้าและมีราคาสูง ใส่ขยะได้ทุกแนวการวางตัว (พงษ์ธร, 2562) การใช้ระบบนิวเมติกกระป๋องอลูมิเนียมในแนวตั้งที่ละกระป๋องต้องอาศัยอุปกรณ์มากมายในการติดตั้ง ซึ่งต้องมีการดูแลรักษาอยู่ตลอดเวลาและสิ้นเปลืองพลังงาน (ปิยมณ, 2561 และ กุศล, 2558) การอัดกระป๋องอลูมิเนียมโดยใช้กลไกข้อต่อเดียว (Single slider crank) ใช้พื้นที่ในการติดตั้งในแนวยาวมาก เนื่องจากข้อจำกัดในการออกแบบของ

กลไก (Nnanna *et al.*, 2021) การทับแบนขยะเหล่านี้โดยไม่อาศัยพลังงานไฟฟ้าจะทำให้ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน และไม่ต้องกลัวอันตรายจากกระแสไฟฟ้า และช่วยลดขนาดของขยะในครัวเรือนได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากไม่ต้องบำรุงรักษามาก และใช้ระบบทางกลมาช่วยในการทำงาน ในงานวิจัยนี้ให้ความสนใจกับเครื่องทับแบนทางกลที่ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและส่งเสริมให้ประชาชนให้ความสนใจในการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง ซึ่งเครื่องทับแบบจะอาศัยน้ำหนักจากการเหยียบเท้าซึ่งอาจทำให้มีแรงกดน้อยกว่าระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก จึงต้องเปลี่ยนทิศทางการวางตัวของขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมให้อยู่ในแนวนอน ซึ่งจะทำให้ระยะในการทับแบนลดลงและทำให้เสียรูปได้ง่าย

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการออกแบบและสร้างเครื่องลดขนาดขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมในแนวนอน โดยไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บขยะก่อนเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล และจุดประกายให้ประชาชนหันมาใส่ใจคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังขยะ

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- เพื่อศึกษาขนาดของขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมหลังการทับแบนในแนวนอน

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการทดสอบจะใช้ขวดน้ำดื่มพลาสติกประเภท Polyethylene terephthalate (PET) ที่มีขนาด 330 และ 600 มิลลิเมตร และกระป๋องเครื่องดื่มอลูมิเนียมขนาด 245 325 และ 490 มิลลิตร ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 เพื่อหาปริมาตรที่ลดลงหลังการทับแบนในแนวนอน แรงเหยียบที่ใช้ในการทดสอบเป็นการใช้เท้าข้างหนึ่งในการเหยียบ โดยผู้ทดสอบเป็นผู้หญิงมีน้ำหนักประมาณ 45 กิโลกรัม วัดแรงที่ใช้ในการเหยียบได้ค่าเฉลี่ยประมาณ 25 กิโลกรัม จึงใช้เป็นตัวแปรควบคุมในการทดลอง หลักการเครื่องทับแบนขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมแบบไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า จะอาศัยน้ำหนักจากเท้าข้างใดข้างหนึ่งของคนเหยียบ โดยจะบรรจุขวดน้ำหรือกระป๋องในช่องบรรจุ ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 หมายเลข (1) ซึ่งจะเป็นช่องใส่ขวดน้ำในแนวเฉียงเพื่อทำให้วัสดุเคลื่อนลงมาตามแรงโน้มถ่วงซึ่งจะมีแผ่นเหล็กเล็กๆ กั้นไว้ เมื่อใช้เท้าเหยียบบริเวณหมายเลข (2) จะทำให้แท่นเหยียบเคลื่อนที่ลงมาด้านล่างเพื่อประกบกัน ทำให้แรงกดส่งถ่ายไปยังตัวส่งกำลังซึ่งจะทำให้หมายเลข (3) เกิดการเคลื่อนที่ลงตามระยะในการเหยียบ โดยใช้เหยียบจนแท่นเหยียบถึงตำแหน่งล่างสุด แล้วจึงปล่อยแท่นเหยียบ สปริงในหมายเลข (4) ที่ยึดตามระยะทางของแรงกดก่อนหน้า จะดึงให้แท่นเหยียบเคลื่อนที่กลับมาในตำแหน่งเดิม ทำให้เครื่องเหยียบอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอีกครั้ง



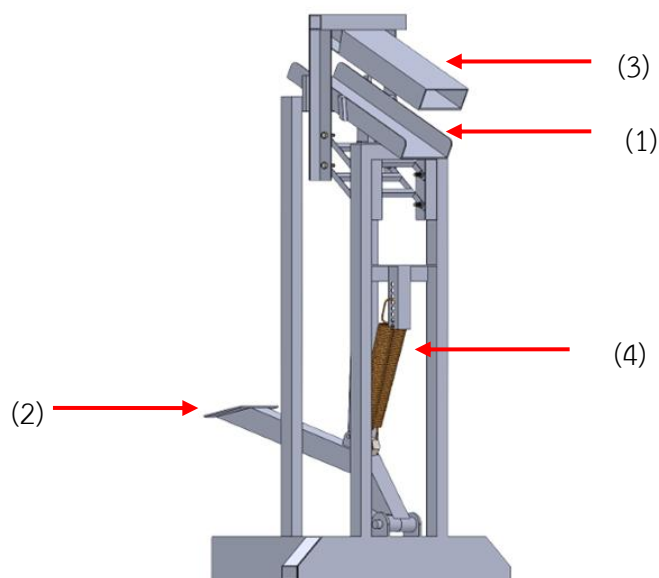
ภาพที่ 1 ขวดน้ำพลาสติก ขนาด 330 และ 600 มิลลิลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 2 กระป๋องเครื่องดื่มออลูมิเนียม ขนาด 245 325 และ 490 มิลลิลิตร ตามลำดับ

วิธีการทดสอบ

1. เตรียมขวดน้ำและกระป๋องออลูมิเนียมตามขนาดที่ต้องการ สำหรับขวดน้ำให้เปิดฝาดอกเพื่อลดแรงดันจากอากาศภายในขวดน้ำ
2. วางขวดน้ำหรือกระป๋องในแนวตำแหน่งกดทับในแนวนอน โดยใส่วัตถุจากด้านบนเพื่อให้วัตถุอยู่ในกำลังที่กำหนดไว้
3. วางแท็บแบนแทนเหยียบและออกแรงกดเพื่อให้แผ่นแท็บแบนเคลื่อนที่ลงมาทับขวดน้ำหรือกระป๋องออลูมิเนียม การทดสอบแสดงในภาพที่ 4
4. รูปทรงกระบอกของขวดน้ำและกระป๋องออลูมิเนียมจะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งพื้นที่หน้าตัดวงกลมจะเปลี่ยนแปลงไป การวัดรูปทรงหลังการทับแบนจะวัดความสูงจากด้านล่างจนถึงด้านบน วัดความแบนในด้านพื้นที่หน้าตัดเดิมก่อนทับแบน และวัดความกว้างในแนวของเส้นผ่าศูนย์กลางเดิมก่อนการทับแบน โดยใช้ไม้บรรทัด (ความแม่นยำ ± 1 มิลลิเมตร) ด้านละ 4 ตำแหน่ง ในระยะที่ห่างกันอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากขวดน้ำและกระป๋องออลูมิเนียมหลังทับแบนจะมีรูปทรงที่ไม่แน่นอน แล้วนำค่ามาเฉลี่ยเพื่อหาปริมาตรหลังการทับแบน



ภาพที่ 3 การออกแบบเครื่องทดสอบแรงกดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียม



ภาพที่ 4 การทดสอบการทับแบนขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียม

4. ผลการวิจัย

การทดสอบจะเป็นการวิเคราะห์ปริมาณที่ลดลงหลังการทับแทนโดยจะแยกวิเคราะห์เป็นการทับแบนเฉพาะขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียม เนื่องจากวัสดุทั้งสองมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน ลักษณะขวดน้ำและกระป๋องหลังการทับแบนแสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 ลักษณะของขวดน้ำหลังการทับแบน (ก) 330 มิลลิลิตร (ข) 600 มิลลิลิตร



(ก)



(ข)



(ค)

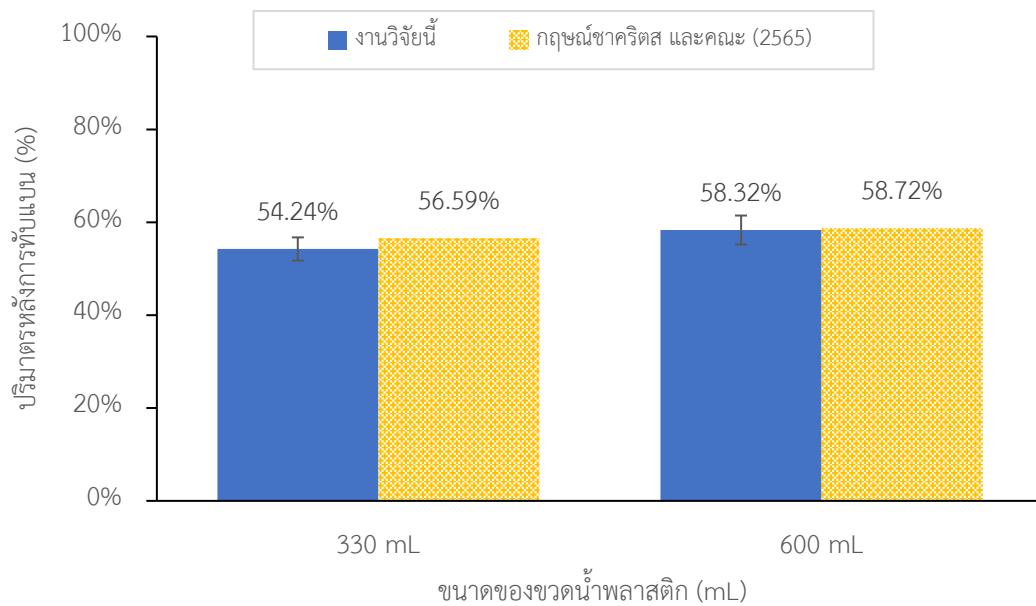
ภาพที่ 6 ลักษณะของกระป๋องอลูมิเนียมหลังการทับแบน

(ก) 245 มิลลิลิตร (ข) 325 มิลลิลิตร (ค) 490 มิลลิลิตร

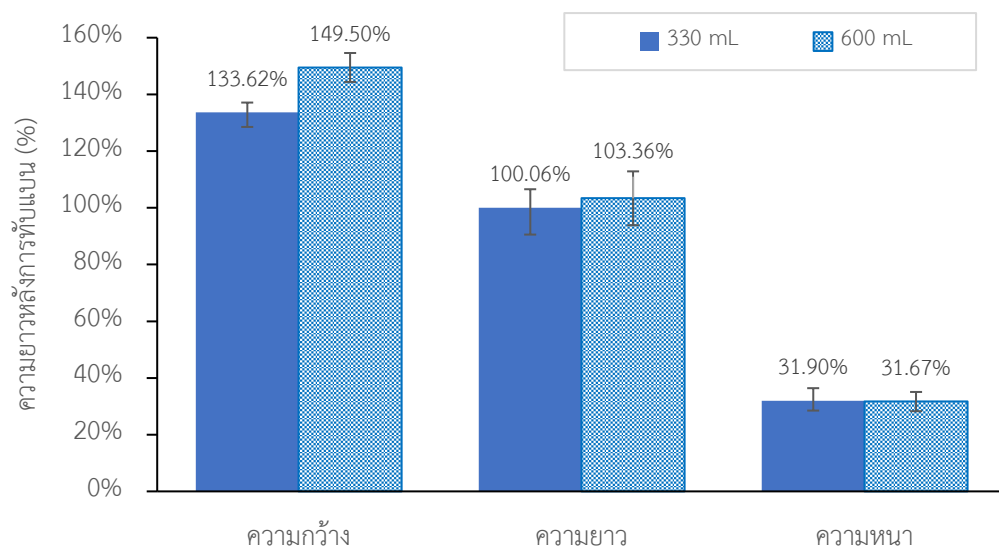
4.1 ผลการทับแบนขวดน้ำพลาสติก

การทับแบนขวดน้ำพลาสติกประเภท PET โดยใช้เครื่องทับแบนที่ใช้แรงกดจากการเหยียบพบว่าขวดน้ำขนาด 330 และ 600 มิลลิลิตร จะมีปริมาตรลดลงเหลือร้อยละ 54.24 และ 58.32 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยการทับแบนจะทำให้ขวดน้ำแบนและกว้างขึ้น ซึ่งความกว้างของขวดน้ำขนาด 330 มิลลิลิตร จะเพิ่มร้อยละ 133.62 ของความกว้างเดิม และความแบนจะมีขนาดร้อยละ 31.90 เช่นเดียวกับขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร ซึ่งมีความกว้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 149.50 และความแบนร้อยละ 31.67 ดังแสดงในภาพที่ 7 เนื่องจากขวดน้ำพลาสติกมีความยืดหยุ่นเพราะพอลิเมอร์ทำ

ให้วัสดุสามารถดูดซับแรงกด และผ่อนแรงออกมาเมื่อตัวกดทับยกตัวขึ้น จึงทำให้ขวดน้ำบางส่วนเกิดการคืนตัว ร้อยละการยุบตัวของขวดน้ำทั้งสองขนาดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แนวโน้มของการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณ์ชาคริตส และคณะ (2565) ซึ่งได้ทำการอัดขวดน้ำพลาสติกในแนวยาวโดยใช้มอเตอร์หมุนเพลาคือเหียงเพื่อส่งแรงอัดมายังกระบอกอัดขวดน้ำ ดังนั้นการอัดขวดน้ำในแนวนอนหรือแนวตั้งจะทำให้ขวดน้ำพลาสติกมีสัดส่วนการยุบตัวที่ใกล้เคียงกัน



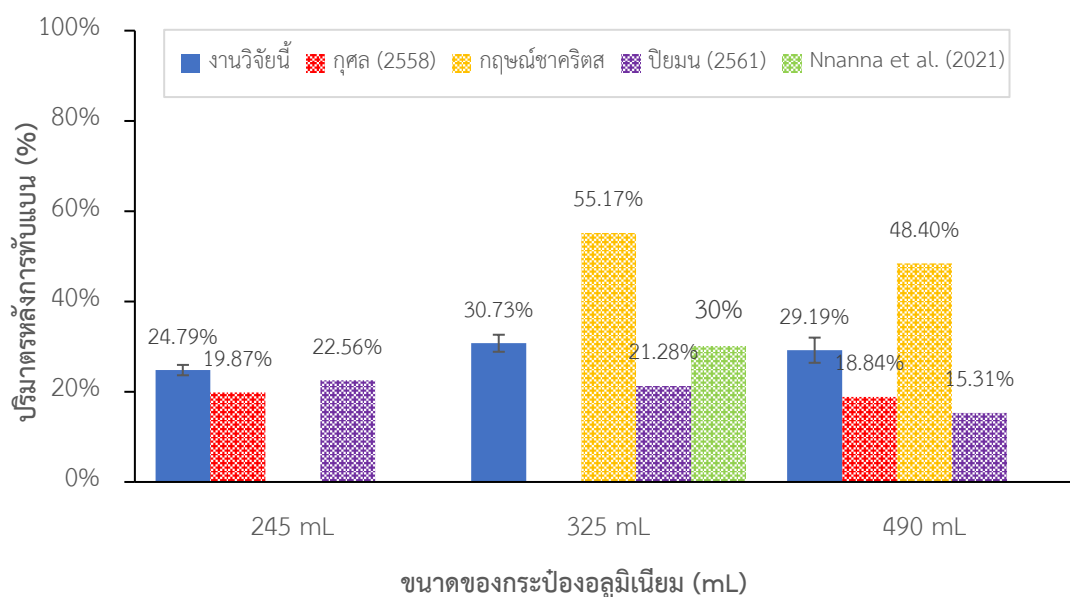
ภาพที่ 6 ปริมาตรของขวดน้ำพลาสติกหลังการทับแบน



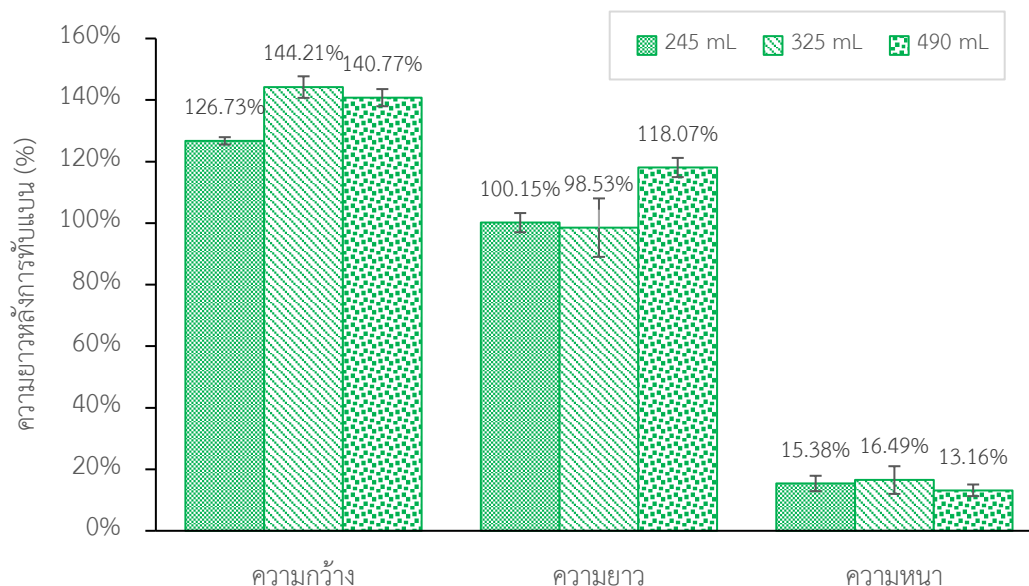
ภาพที่ 7 ความยาวในมิติต่างๆ ของขวดน้ำพลาสติกหลังการทับแบน

4.2 ผลการทับแบนกระป๋องอลูมิเนียม

การทับแบนกระป๋องอลูมิเนียมขนาด 245 325 และ 490 มิลลิลิตร พบว่าปริมาตรของกระป๋องอลูมิเนียมจะลดลงเหลือร้อยละ 24.79 30.73 และ 29.19 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 8 โดยความกว้างจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 126.73 144.21 และ 140.77 ตามลำดับ และความแบนจะเท่ากับร้อยละ 15.38 16.49 และ 13.16 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 9 ซึ่งมีสัดส่วนการยุบตัวมากกว่าขวดพลาสติก เนื่องจากกระป๋องอลูมิเนียมมีจุดคราก (Yield strength) ประมาณ 40-55 เมกะปาสกาล (SAE International, 2020) ซึ่งน้อยกว่าขวดน้ำ PET ที่มีค่าประมาณ 55-75 เมกะปาสกาล (Omran *et al.*, 2016) การทับแบนในแนวนอนไม่มีผลต่อขนาดความจุของกระป๋องอลูมิเนียม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุศล (2558) ซึ่งใช้ระบบนิวเมติกส์ที่มีแรงอัด 6 บาร์ แต่แตกต่างกับงานวิจัยของ กฤษณ์ชาคริตส และคณะ (2565) และ ปิยมน (2561) เพราะเมื่อความจุของกระป๋องมีขนาดเพิ่มขึ้น ร้อยละการยุบตัวจะมีเพิ่มขึ้น เนื่องจากกระป๋องมีความสูงเพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะการยุบตัวมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นตาม เมื่อกระป๋องมีขนาดบรรจุตั้งแต่ 325 มิลลิลิตร ขึ้นไป



ภาพที่ 8 ปริมาตรของกระป๋องเครื่องดื่มอลูมิเนียมหลังการทับแบน



ภาพที่ 9 ความยาวในมิติต่างๆ ของกระป๋องเครื่องดื่มอลูมิเนียมหลังการบำบัด

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

การพัฒนาเครื่องบำบัดขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมในแนวนอน โดยใช้ขวดน้ำพลาสติกประเภท PET ขนาด 330 และ 600 มิลลิลิตร สามารถลดปริมาตรของขวดน้ำเหลือเพียงร้อยละ 54.24 และ 58.32 ตามลำดับ สำหรับกระป๋องอลูมิเนียมขนาด 245 325 และ 490 มิลลิลิตร สามารถลดปริมาตรของกระป๋องให้เหลือร้อยละ 24.79 30.73 และ 29.19 ตามลำดับ เนื่องจากกระป๋องอลูมิเนียมเสียรูปได้ง่ายกว่าขวดน้ำพลาสติกจากคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ผลงานวิจัยการบำบัดขวดน้ำพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียมในแนวนอนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการบำบัดในแนวตั้งที่ใช้ระบบไฮดรอลิกและระบบนิวเมติกเป็นกลไกการทำงาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ปีงบประมาณ 2565 รหัสโครงการ RDI-2-65-33

7. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2567). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2566. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
กฤษฎณาคริตส ณ วัฒนประเสริฐ, กุสุมา ผลาพรหม, อภิสิทธิ์ อุปกิจ, สุทัศน์ ดอนภูมา, สีนินาสงวนศรี, พัฒนพงษ์ สุญานาง และวิศ เดชะรินทร์. (2565). การพัฒนาเครื่องอัดขวด

- พลาสติกและกระป๋องเหลือใช้ของชุมชนระบบกึ่งอัตโนมัติ. วารสารวิชาการเทคสตร์ I-TECH, 17(2), 106-114.
- กุศล สมุทรศรีรินทร์. (2558). **เครื่องอัดกระป๋องอลูมิเนียม**. (รายงานวิจัย). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- ณิชา บุรสิงค์. (2558). **การบริหารจัดการขยะ : กรณีจังหวัดสงขลาและกรุงเทพมหานคร**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- ปิยมน พัวพงศกร. (2561). **การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับลดขนาดกระป๋องอลูมิเนียมแบบอัตโนมัติ**. (รายงานผลการวิจัย). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พงษ์ธร วิจิตรกุล. (2562). **การสร้างเครื่องอัดขยะโดยอาศัยกระบวนการที่มีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อแก้ปัญหา พื้นที่จัดเก็บขยะในชุมชนจังหวัดน่าน**. งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11, 11-12 กรกฎาคม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม.
- วรุตม์ รัตนภักดี และ ภทรนันท์ ทักชนัน. (2557). **แผ่นหลังคาพลาสติกกรีซเคลือบเพื่อการป้องกันความร้อน**. Built Environment Research Associates Conference, 88-95.
- ศุภรา อรุณศรีมรกต, ปิตีวรรณ สมไทย และ ภรดี พันธุภากร. (2562). **การศึกษากระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ของเศษขยะขวดน้ำพลาสติกและกระบวนการสร้างพื้นผิวโดยผสมผสานกับเศษวัสดุแฉะ เชือก อวน และ ฟันโม่**. วารสารศิลปกรรมบูรพา, 90-103.
- สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (2564) **แผนปฏิบัติการลดและคัดแยกขยะมูลฝอย**. (แผนปฏิบัติการ). กรุงเทพฯ: สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
- Becerril-Arreola, R., & Bucklin, R.E. (2021). **Beverage bottle capacity, packaging efficiency, and the potential for plastic waste reduction**. (Scientific Reports). Doi: 10.1038/s41598-021-82983-x
- Nnanna, I., Otuu, J.B., & Nnachi, B.O. (2021). Design and Fabrication of a Portable Electrically Powered Aluminium Can Crushing Machine. **Journal of Science, Engineering Development, Environment & Technology**, 2(1), 29-38.
- Omran, E., Menezes, P.L. & Rohatgi, P.K. (2016). State of the art on tribological behavior of polymer matrix composites reinforced with natural fibers in the green materials world. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, 19(2), 717-736. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jestech.2015.10.007>
- SAE International. (2020). **Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS) Handbook – 14**. Retrieved from <https://www.sae.org/publications/books/content/b-989/?src=b-986>