

การศึกษาการแยกขยะบรรจุภัณฑ์น้ำดื่ม: ขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋อง โดยอัตโนมัติ

นลินอร นัยปลอด^{1*} และ อมตา อุตมะ²

¹สาขาวิทยาศาสตร์ งานวิชาศึกษาทั่วไป

²สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

*nalin-on@vru.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน แม้ในประเทศไทยมีการรณรงค์ให้ทิ้งขยะแยกถังเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการขยะ แต่ก็ยังไม่มีการแยกได้อย่าง สะดวกและชัดเจน โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ของเครื่องดื่มบรรจุขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋อง ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีนำมา เปลี่ยนแปลงรูปแบบและนำไปแปรรูปเพื่อใช้งาน (รีไซเคิล: recycle) และมักพบการใช้งานบ่อย เนื่องจากมีความคงทนในการ ใช้งาน แต่จากความคงทนนี้เองส่งผลถึงการย่อยสลายอันใช้ระยะเวลานาน หากทิ้งเกลื่อนกลาดหรือการมีแยกขยะไม่ถูกต้อง สมบูรณ์ ก็จะทำให้เกิดมลภาวะต่าง ๆ ตามมา และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับโลกต่อไป ปัญหาเรื่องขยะดังกล่าว ข้างต้น เกิดจากผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่ยังไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแยกขยะชนิดต่าง ๆ อย่างถ่องแท้ อีกทั้งยังต้องการความ รวดเร็วในการทิ้งขยะเพื่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันอันรีบเร่ง คณะผู้จัดทำเล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาการแยกขยะบรรจุ ภัณฑ์ของขวดน้ำชนิดต่าง ๆ คือ แก้ว พลาสติก และกระป๋อง โดยอัตโนมัติ จากการทิ้งขยะลงในถังขยะเพียงช่องทางเดียว ซึ่งมี หลักการโดยใช้น้ำหนักและขนาดของบรรจุภัณฑ์เป็นเกณฑ์ในการคัดแยก และยังใช้หลักการของทางลาด รวมถึงบานพับเป็น กลไกอีกทางหนึ่ง ผลที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ คือ สามารถแยกบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดได้อย่างแม่นยำ สะดวก และรวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ย และร้อยละความสำเร็จโดยรวมของชิ้นงานในการคัดแยกบรรจุภัณฑ์ เท่ากับ 95.67

คำสำคัญ: การแยกขยะ ขยะบรรจุภัณฑ์ แยกขยะอัตโนมัติ

The Study of Automatically Separation of Water Packaging: Glass Bottles, Plastic Bottles and Cans

Nalin-on Nuiplot^{1,*}, and Amata Outama²

1 Science Program of General Education Department

2 Occupational Health and Safety Department, Faculty of Science and Technology

Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

*nalin-on@vru.ac.th

Abstract

At the present, even in Thailand, there is a campaign to separate the trash to make it easier to manage waste, but it still has no separation conveniently and clearly. Especially the packaging of beverage in glass bottles, plastic bottles and cans, the packaging are often modified and processed for using later (recycle) and are often used frequently due to being durable. However, as a result of this durability, long time degradation will occur and will cause various pollution which affect the world-class environment. The problem of waste mentioned before is caused by the majority of consumers who do not have a complete understanding of different types of waste separation and also need the speed of waste disposal in today's fast-paced life. Therefore, we have studied the separation of packaging waste of various types of water bottles which are glass, plastic and cans automatically by throwing the trash into only one way. The principle of separation is using the weight and size of the package and also the principle of ramps including the hinges as another mechanism. The results of this study are able to separate all 3 types of packaging accurately, conveniently and quickly.

Keywords: waste separation, packaging waste, automatic waste separation

1. บทนำ

ประเทศไทยมีนวัตกรรมมากมายตามวิวัฒนาการของเทคโนโลยี นวัตกรรมเหล่านั้นช่วยอำนวยความสะดวกและแก้ไขปัญหาได้หลากหลายสถานการณ์ รวมไปถึงภาวะหรือบรรณภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม โดยเฉพาะเครื่องดื่ม จะได้รับการผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเนื่องจากสภาพอากาศค่อนข้างร้อนในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ (ดวงฤทัย, 2550) ซึ่งในบางครั้ง นำไปสู่ปัญหาขยะเหลือใช้จากการใช้งานในชีวิตประจำวันเป็นจำนวนมาก มีทั้งขวดน้ำที่เป็นแก้วและพลาสติก ถุงพลาสติก โฟม และขยะอันตรายต่าง ๆ มากมาย ถึงแม้จะมีการรณรงค์ให้รีไซเคิล: Reduce หรือการลดการใช้งานสิ่งของที่ใช้แล้วเกิดขยะ แต่ก็ยังคงเป็นไปได้ยาก (เพชรรัตน์ และคณะ, 2557)

ดังนั้น จึงมีการสนับสนุนในรูปแบบอื่น ๆ อีกด้วย นั่นคือ การนำไปทำความสะอาดแล้วใช้ซ้ำอีกครั้ง (ริยูส: re-use) เป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้มาใช้ซ้ำ เช่น การนำชุดทำงานเก่าที่ยังอยู่ในสภาพดีมาใส่เล่น หรือใส่นอนอยู่บ้าน หรือนำไปบริจาคแทนที่จะทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ การนำกระดาษรายงานที่เขียนแล้ว 1 หน้า มาใช้ในหน้าที่เหลือ หรืออาจนำมาทำเป็นกระดาษบันทึกย่อ ก็จะช่วยลดปริมาณการตัดต้นไม้ได้เป็นจำนวนมาก การนำขวดแก้วมาใส่น้ำรับประทานหรือนำมาประดิษฐ์เป็นเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น แจกันดอกไม้ หรือที่ใส่ดินสอ การเลือกซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้ใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าใหม่ การซ่อมแซมเครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้

ประโยชน์ต่อไปได้อีก การบำรุงรักษาเครื่องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้คงทนและยาวนานขึ้น หรือการนำบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การใช้ซ้ำถุงพลาสติก ถุงผ้า ถุงกระดาษ และกล่องกระดาษ การใช้ซ้ำขวดน้ำดื่ม เขยือกนม และกล่องใส่ขนม ยืมเช่า หรือใช้สิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บ่อยครั้งร่วมกัน เช่น หนังสือพิมพ์วารสารบริจาค หรือขายสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ เสื้อผ้า เฟอร์นิเจอร์และเครื่องมือใช้สอยอื่น ๆ นำสิ่งของมาดัดแปลงให้ใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น การนำยางรถยนต์มาทำเก้าอี้ การนำขวดพลาสติกมาดัดแปลงเป็นที่ใส่ของแฉก้น การนำเศษผ้ามาทำเป็นเปเลนอน เป็นต้น ใช้ซ้ำวัสดุสำนักงาน เช่น การใช้กระดาษทั้งสองหน้า เป็นต้น

อีกวิธีหนึ่งที่ยิยมและรณรงค์อย่างกว้างขวาง คือ การแยกขยะ เพื่อนำขยะกลับไปเปลี่ยนสภาพเพื่อนำไปใช้ใหม่ (รีไซเคิล: recycle) หรือการนำไปจัดการด้วยกระบวนการต่าง ๆ แล้วแปรรูปมาเป็นสิ่งใหม่ จากนั้นก็นำมาใช้ใหม่ เช่น การนำแก้วหรือพลาสติกมาหลอมใหม่เป็นขวด ภาชนะใส่ของ หรือเครื่องใช้อื่น ๆ การนำฝากระป๋องน้ำอัดลมมาหลอมใช้ใหม่ การนำขวดพลาสติก PET มาหลอมเป็นเม็ดพลาสติกแล้วตีเป็นเส้นใย นำมาผลิตเป็นพรมหรือเสื่อ การนำเศษอลูมิเนียมมาหลอมขึ้นรูปเป็นแผ่น แล้วนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อะลูมิเนียม รวมทั้งกระป๋องอะลูมิเนียม เป็นต้น (สมพงษ์, 2550) ดังนั้น เราจึงควรมีการคัดแยกขยะแต่ละประเภท ได้แก่ แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ/โลหะ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปรีไซเคิล

ในการแยกขยะแบบเก่า จะใช้การวางถังสีต่าง ๆ เรียงกัน เพื่อแยกกว่าขยะแบบใดจะต้องใส่ถังสีใด (องค์การบริหารส่วนตำบลคลองสีลอม, 2563)

1. ถังขยะสีเขียว คือ ถังขยะที่ย่อยสลายได้เช่น เศษอาหาร กิ่งไม้ ใบไม้ ผัก และขยะอื่น ๆ ที่สามารถย่อยสลายได้
2. ถังขยะสีเหลือง คือ ถังขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ เช่น กระดาษ ขวดน้ำ แก้วน้ำ เศษเหล็ก
3. ถังขยะสีน้ำเงิน คือ ถังขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ เช่น โฟม ถุงขนม พลาสติก
4. ถังขยะสีแดง คือ ถังขยะที่เป็นพิษ เช่น กระจังสี สีสเปรย์ แบตเตอรี่ ยาฆ่าแมลง และอื่น ๆ ที่เป็นพิษ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากยังมีการทิ้งขยะแบบรวมกันในถังเดียว อาจจะเป็นจากความไม่รู้ว่าจะต้องใส่ถังใด หรือความขี้เกียจเฉพาะบุคคล และเหตุผลอื่น ๆ ของผู้ทิ้ง จึงทำให้มีขยะบรรจุภัณฑ์เครื่องใช้ที่ยังแยกประเภทได้ยากหรือทิ้งรวมกันเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการนำขยะบรรจุภัณฑ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ไปรีไซเคิลหรือรีไซเคิล ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดเริ่มต้นที่จะแยกขยะบรรจุภัณฑ์ที่พบบ่อยในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ คือ ขวดพลาสติก ขวดแก้ว และกระป๋องน้ำอัดลม ให้สามารถแยกบรรจุภัณฑ์ได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่ใช่เครื่องยนต์หรือแบตเตอรี่ หรือกลไกขั้นสูงมากนัก เพื่อให้ประหยัดเงิน และประหยัดเวลาในการแยกขยะ เพื่อการรีไซเคิลได้ในอนาคต

งานวิจัยนี้จึงเน้นปรับปรุงช่องสำหรับกรังขยะ คือทิ้งลงไปลงในช่องเดียวกัน แล้วกลไกภายในถังจะเป็นตัวแยกประเภทขยะเอง ทำให้ง่ายต่อการทิ้ง และง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บขยะที่ได้รับการแยกแล้ว จึงจัดทำประตูด้านหลังของตัวตู้อีกด้วย

สำหรับกลไกการไหลของบรรจุภัณฑ์ ได้มีการคำนวณขนาดของช่องใส่ขวดและช่องของกระป๋องที่มีขนาดใกล้เคียงกันให้พอดีเพื่อให้ขวดไหลลงไปในช่องต่าง ๆ ที่เรากำหนดไว้ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2553) และจะต้องมีการคำนวณน้ำหนักของขวดแก้ว (JOTOP GLASS, 2553) เพื่อให้สามารถไหลลงช่องที่มีบานพับได้โดยไม่ติดขัด รวมถึงต้องชะลอความเร็วของขวดแก้ว เพื่อลดการแตกหักเสียหายของขวดแก้วอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาหลักการแยกขยะบรรจุภัณฑ์ของเครื่องใช้ ประเภทขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋องอะลูมิเนียม โดยอัตโนมัติ

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการแยกขยะบรรจุภัณฑ์ของเครื่องใช้ ประเภทขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋องอะลูมิเนียม โดยอัตโนมัติ

สมมติฐานการวิจัย ถ้าบรรจุภัณฑ์ของเครื่องใช้ ประเภทขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋องอะลูมิเนียม มีน้ำหนักและขนาดต่างกัน ดังนั้น ขวดแก้วที่มีน้ำหนักมากที่สุดจะแยกออกมาเป็นอันดับแรก และขวดพลาสติกกับกระป๋องอะลูมิเนียมจะถูกแยกในลำดับถัดไปตามขนาดของช่องที่เจาะไว้ให้แตกต่างกันตามขนาดของบรรจุภัณฑ์ จนสามารถแยกขยะทั้งสามประเภทออกจากกันได้โดยการทิ้งเพียงช่องทางเดียวและให้เลื่อนผ่านทางลาดไปยังถังรับขยะแต่ละประเภทต่อไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์กลไกแยกขยะบรรจุภัณฑ์ของเครื่องดื่มฯ มีดังนี้

| | |
|---|--------|
| 3.1.1 ไม้อัด ขนาด ยาว 3 เมตร กว้าง 2 เมตร | 3 แผ่น |
| 3.1.2 ไม้ท่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เมตร | 2 ท่อน |
| 3.1.3 บานพับประตู | 4 ชั้น |
| 3.1.4 มือจับประตู | 1 ชั้น |
| 3.1.5 กลอนประตู | 2 ชั้น |
| 3.1.6 เลื่อยตัดไม้ | |
| 3.1.7 ส่วนไฟฟ้า | |
| 3.18 อุปกรณ์สำหรับวัดขนาด เช่น ไม้บรรทัด ตลับเมตร ดินสอ | |
| 3.19 ไขควง | |

3.2 วิธีประดิษฐ์ชิ้นงาน

- 3.2.1 นำไม้ท่อนมาวัดความกว้าง 100 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร ความสูง 1 เมตร แล้วตัดไม้ให้ได้ขนาดตามที่วัดไว้
- 3.2.2 นำไม้ท่อนที่ตัดตาม 3.2.1 มาตอกตะปู แล้วต่อกันให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม
- 3.2.3 นำไม้อัดแผ่นมาวัดความกว้าง 100 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร ความสูง 1 เมตร แล้วตัดไม้ให้ได้ขนาดตามที่วัดไว้
- 3.2.4 นำไม้อัดมาตัดทำเป็นทางลาด ความยาว 120 เซนติเมตร ความกว้าง 20 เซนติเมตร
- 3.2.5 นำไม้อัดที่ทำเป็นทางลาดมาเจาะให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมสามช่อง ความยาวของแต่ละช่องขึ้นกับความยาว โดยส่วนใหญ่ของบรรจุภัณฑ์ในแต่ละประเภท นั่นคือ ขวดแก้ว 15 เซนติเมตร กระจงออลูมิเนียม 12 เซนติเมตร และขวดพลาสติก 20 เซนติเมตร ระยะห่างของแต่ละช่อง ห่างกันประมาณ 20 เซนติเมตร
- 3.2.6 นำบานพับมาติดตรงช่องที่เจาะ เพื่อเป็นที่ปิดเปิด
- 3.2.7 นำแผ่นไม้สี่เหลี่ยมมาใส่ตรงบานพับให้พอดีกับช่องที่ตัด
- 3.2.8 นำสปริงมาใส่ตรงบานพับ แล้วยึดไว้กับน็อตที่รางเพื่อจะให้ช่องเปิดปิดเองได้
- 3.2.9 นำรางมาติดกับโครงสร้างของตู้
- 3.2.10 นำไม้อัดแผ่นมาติดกับโครงสร้างของตู้ด้านข้าง ด้านหน้า และด้านหลัง
- 3.2.11 สามารถนำไม้อัดแผ่นมาเป็นประตูเพื่อความสวยงามและเปิดปิดป้องกันแมลงและสัตว์คู้ยี่เยี้ยขยะ
- 3.2.12 เก็บรายละเอียดงานไม้ และทาสีหรือเคลือบเงาชิ้นงานให้สวยงาม



ภาพที่ 1 ชิ้นงานสำหรับการแยกขยะอัตโนมัติ ที่ประดิษฐ์สำเร็จ



ภาพที่ 2 ลักษณะของรางทางลาดที่ใช้เป็นกลไกในการคัดแยกขยะบรรจุภัณฑ์ก่อนประกอบเป็นตู้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ทดลองทิ้งบรรจุภัณฑ์ และดูผลของการคัดแยกบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการคัดแยก จำนวนทั้งสิ้น 100 ครั้ง/ชนิดบรรจุภัณฑ์ โดยผู้ช่วยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 100 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชานวัตกรรมและการคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ทั้งนี้ นักศึกษา 1 คน ต่อการทดสอบทิ้งขยะบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ชนิดละ 1 ครั้ง นั่นคือ ขวดพลาสติก ขวดแก้ว และกระป๋องอลูมิเนียม จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลจากการคัดแยกที่ได้ มาคำนวณค่าทางสถิติ คือ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย ของความถูกต้องในการคัดแยกขยะบรรจุภัณฑ์ โดยอัตโนมัติต่อไป

4. ผลการวิจัย

ผลที่ได้รับตามเป้าหมายและขั้นตอนการดำเนินการ สามารถแสดงดังภาพและรายการต่อไปนี้



ภาพที่ 3 ขวดแก้วที่มีน้ำหนักเยอะ จะถูกแยกได้เป็นอันดับแรก โดยกดทับบานพับของช่องแรกและหล่นลงไป



ภาพที่ 4 กระจบองอูลุมเนียมที่มีน้ำหนัคน้อยกว่า จะไหลผ่านช่องแรกไป และถูกแยกเป็นอันดับสอง ซึ่งจะถูกละการไหลผ่านรางทางลาดโดยบานพับ และหล่นลงไปนช่องที่ทำขนาดตามความยาวของกระจบองอูลุมเนียมโดยส่วนใหญ่



ภาพที่ 5 ขวดพลาสติกที่มีน้ำหนัคน้อย และมีความยาวมากกว่ากระจบองอูลุมเนียม จะไหลผ่านช่องแรกและช่องที่สองไป และถูกแยกเป็นอันดับสุดท้าย โดยหล่นลงไปนช่องที่ทำขนาดตามความยาวของขวดพลาสติกโดยส่วนใหญ่

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความถูกต้องและร้อยละความสำเร็จของการคัดแยกขยะบรรจุภัณฑ์ฯ โดยอัตโนมัติ

| ประเภทขยะ | แยกได้ (ครั้ง) | แยกไม่ได้ (ครั้ง) | ร้อยละความสำเร็จ |
|------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| ขวดแก้ว | 100 | 0 | 100 |
| กระป๋องอลูมิเนียม | 100 | 0 | 100 |
| ขวดพลาสติก | 87 | 13 | 87 |
| เฉลี่ยโดยรวมของชิ้นงาน | 95.67 | 4.33 | 95.67 |

3. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลไกและทดสอบประสิทธิภาพของการแยกขยะบรรจุภัณฑ์ของเครื่องตีประเภทขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋องอลูมิเนียม โดยอัตโนมัติ จากการทิ้งขยะลงในถังขยะเพียงช่องทางเดียว ซึ่งมีหลักการโดยใช้น้ำหนักและขนาดของบรรจุภัณฑ์เป็นเกณฑ์ในการคัดแยก และยังใช้หลักการของทางลาด รวมถึงบานพับเป็นกลไกอีกทางหนึ่ง โดยผลที่คาดว่าจะได้รับคือ ได้ชิ้นงานแรกเริ่มที่สามารถแยกบรรจุภัณฑ์เครื่องตีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โดยเฉพาะขวดแก้ว ขวดพลาสติก และกระป๋องอลูมิเนียม โดยอัตโนมัติ ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการแยกขยะที่สามารถนำไปรีไซเคิล และส่งผลให้สามารถลดปัญหาขยะที่มีปริมาณมากเกินไปจนเรียกว่า “ขยะล้นเมือง” ได้อีกด้วย

จากผลของการทดสอบความถูกต้อง และร้อยละความสำเร็จของการคัดแยกขยะบรรจุภัณฑ์ฯ ชนิดต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ แสดงให้เห็นว่า ชิ้นงานดังกล่าวสามารถแยกขยะได้ตามสมมติฐาน ทั้งยังมีความแม่นยำในการคัดแยกขยะ ร้อยละ 100 ทั้งนี้ หากขวดพลาสติกที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นขวดเปล่า ไม่มีของเหลวใด ๆ อยู่ภายใน ในส่วนนี้ที่คัดแยกได้เพียงร้อยละ 87 เนื่องจากถึงแม้จะมีป้ายแจ้งว่าให้ทิ้งเฉพาะขวดเปล่า แต่นักศึกษาบางคนที่นำขวดพลาสติกมาทำการทดสอบ ก็ยังเป็นขวดที่ยังมีน้ำหลงเหลืออยู่ จึงทำให้ขวดพลาสติกที่มีน้ำ มีน้ำหนักมาก และถูกแยกในช่องแรกเหมือนกับขวดแก้ว อย่างไรก็ตาม จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้เรานิ่งถึงการนำไปใช้จริง เช่น มีภาชนะหรือวิธีที่ใส่รองรับน้ำที่เหลืออยู่ โดยอาจจะวางกระถางต้นไม้ไว้บริเวณที่ทิ้งขยะ หรือถังเพื่อรองรับน้ำหวานที่เหลือ ซึ่งสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยชีวภาพได้ เป็นต้น

4. ข้อเสนอแนะ

- 4.1 ต้องเทน้ำออกจากขวดน้ำพลาสติกทุกครั้งก่อนใส่ถัง มิฉะนั้นจะมีน้ำหนักมากกว่าปกติ และกดบานพับจนหล่นลงในช่องแรกเหมือนกับการแยกขวดแก้ว
- 4.2 ไม่สามารถแยกขวดแก้วที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับขวดเบียร์ได้
- 4.3 ควรเพิ่มล้อด้านล่าง เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 4.4 ควรทดลองโดยใช้จำนวนที่มากกว่า 100 ครั้ง เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักศึกษาทุกท่านที่ช่วยหาอุปกรณ์ และให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี
ขอขอบคุณ งานวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่สนับสนุนและส่งเสริมให้อาจารย์และนักศึกษาร่วมกันคิดค้นนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอ
ขอขอบคุณ สมาชิกในครอบครัว สำหรับการสนับสนุนร่างกายและแรงใจเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

เพชรรัตน์ มีศิลป์, วิทยานันท์ ดีสม, พรณิษา หุนตริราช, ธิมา ไกรสอน และเยาวลักษณ์ เกงรัมย์. (2557). **ลักษณะของขวดพลาสติก**. ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://woraganda1996.wordpress.com/>
ดวงฤทัย อารังโชติ. (2550). **เทคโนโลยีภาชนะบรรจุ**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานพนธ์ (2553). **เครื่องปิดฝากระป๋อง**. ค้นเมื่อ 1 เมษายน 2563 จาก <https://sites.google.com/site/foodtechnologycanned/canned/prapheth-khxng-krapxng>
สมพงษ์ เพื่องอารมณ์. (2550). **บรรจุภัณฑ์กับการส่งออก**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

เทียนทิพย์ เดียวก็ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2562). ค้นเมื่อ 1 เมษายน 2563, จาก <https://www.thaihealth.or.th/Content/49435->
องค์การบริหารส่วนตำบลคลองซีล้อม (2563). **ประเภทและสีของถังขยะ**. ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก https://www.klongchelom.go.th/datacenter/doc_download/20170720154726_11.pdf
JOTOP GLASS (2553). **ลักษณะของขวดแก้ว**. ค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <http://th.jotopvials.com/news/the-characteristics-of-glass-bottles-14084781.html>