รหัสโครงการ

รายงานวิจัย-สิ่งประดิษฐ์

เรื่อง

เครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ

Automatic Plastic Botlle Shredder and Vending Machine

ผศ. คธา วาทกิจ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตุลาคม 2563

คำนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีให้ความสำคัญทางด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์พลังงาน โดยได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย-สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมผ่านกองทุนสิ่งแวดล้อม โดยส่วนอาคารสถานที่ เพื่อดำเนินการสนับสนุน กิจกรรม โครงการ งานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์ด้านสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับดูแลของคณะทำงานจัดกิจกรรมรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม ส่วนอาคารและสถานที่ เพื่อนำผลงานที่ได้ไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์และนโยบายหลักที่จะมุ่งพัฒนามหาวิทยาลัยไปสู่การเป็นการเป็นมหาวิทยาลัยเขียวสะอาด (Green and Clean University)

โครงการวิจัย-สิ่งประดิษฐ์เรื่อง เครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการขยะจากขวดพลาสติกภายในชุมชนมหาวิทยาลัย โดยการรับซื้อจากเครื่องรับซื้ออัตโนมัติและนำไปบดย่อย เพื่อลดขนาดสำหรับนำไปรีไซเคิลหรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขวดพลาสติกทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์รอบต่ำได้ต่อไป

ทางผู้วิจัยขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี คณะทำงานจัดกิจกรรมรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อมจากส่วนอาคารและสถานที่ รวมไปถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนให้งานวิจัยสิ่งประดิษฐ์นี้สำเร็จลุล่วงและสามารถดำเนินไปได้ตามเป้าหมายทุกประการ

(.....)

ผศ. คธา วาทกิจ

ผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบัญ		ฉ
บทที่		
1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
	1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
2	**ตรวจเอกสาร**	**5**
	2.1 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง	5
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	**10**
	3.1 วิธีการและแผนการดำเนินการวิจัย	10
	3.2 การกำหนดกรอบแนวทางการออกแบบ	12
	3.3 การสร้างและการทดสอบการทำงานเครื่องรับซื้อขวดฯ	15
4	**ผลการวิจัย**	**16**
	4.1 ผลการออกแบบเครื่องรับซื้อขวดฯ	16
	4.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับซื้อขวด	28
	4.3 สรุปผลการวิจัย	29
	5.3 ข้อเสนอแนะ.	1

สารบัญ (ต่อ)

เอกสารอ้างอิง 30

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบทางวิศวกรรมของเครื่องรับซื้อขวดฯ

ประวัติผู้วิจัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาจากขยะพลาสติกนับเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั่วโลก จากข้อมูลในปี 2557 ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณขยะกว่า 26.17 ล้านตัน/ปี ในจำนวนนี้มีการกำจัดแบบถูกต้องเพียงร้อยละ 19 ทำให้มีขยะมูลฝอยตกค้างสะสมสูงถึง 19.9 ล้านตัน/ปี เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบขยะโดยทั่วไปจะประกอบด้วยขยะพลาสติกประมาณร้อยละ 18 คิดเป็นปริมาณมากถึง 3.75 ล้านตัน/ปี ในปัจจุบันมีแนวทางการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ซ้ำ ไม่ว่าจะเป็น เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการไพโรไรซิส (Pyrolysis Waste Plastic Oil) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในการแปรรูปจากขยะพลาสติกที่มีอยู่ในปัจจุบันให้เปลี่ยนสภาพกลับเป็นน้ำมันดิบ ซึ่งสามารถนำไปผ่านกระบวนการกลั่นและนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้โดยตรง เทคโนโลยีการรีไซเคิลพลาสติกประเภทขวดด้วยกระบวนการทางความร้อน-เคมี เป็นต้น อย่างไรก็ตามการที่นำขวดพลาสติกดังกล่าวไปรีไซเคิลได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยวัตถุดิบที่ผ่านการคัดแยกและแปรรูปโดยการลดขนาดให้เหมาะสม ซึ่งแนวทางการจัดการคัดแยกขยะพลาสติกในปัจจุบันยังเป็นรูปแบบการรวมศูนย์โดยอาศัยการเก็บรวบรวมขยะทั้งหมดจากชุมชนมาเพื่อคัดแยกหรืออาศัยร้านรับซื้อพลาสติกของเอกชนเพื่อนำพลาสติกที่ได้มาแปรรูปแต่ก็ยังไม่สามารถจัดการขยะพลาสติกได้อย่างเพียงพอ แนวทางการบริหารจัดการขยะซึ่งเริ่มตั้งแต่ภายในชุมชนจึงเป็นรูปแบบการจัดการขยะรูปแบบหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยการรับซื้อจากสมาชิกในชุมชนโดยตรงแล้วนำมาลดขนาดให้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการรีไซเคิลต่อไป

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ แนวทางดังกล่าวเป็นหนึ่งในแนวทางการนำขวดพลาสติกเพื่อนำไปรีไซเคิล ช่วยสนับสนุนและเผยแพร่แนวทางการใช้วัสดุหมุนเวียน นำไปสู่ชุมชนสีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

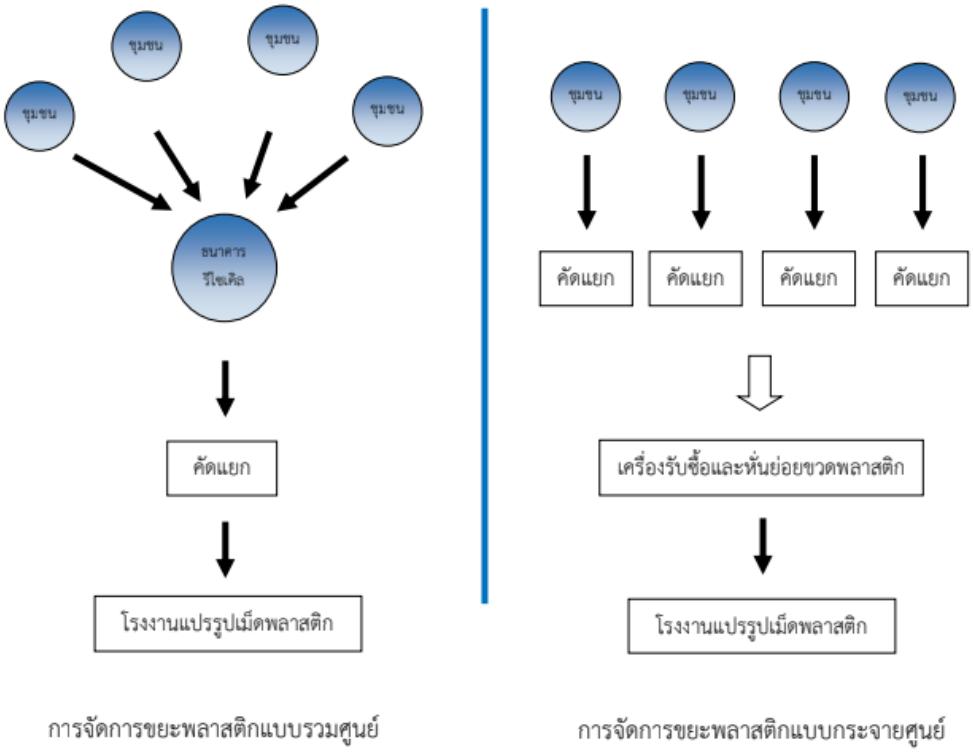
สร้างและทดสอบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

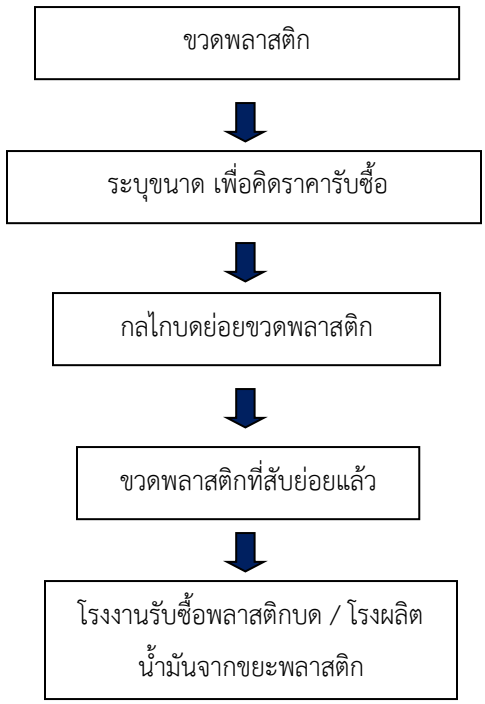
กำหนดขอบเขตการสร้างและทดสอบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ เฉพาะขวดพลาสติกประเภทขวด PET ใส (Poly Ethylene Terephthalte) ขนาด 500 มล. เท่านั้น

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยแสดงดังรูปที่ 1 การพัฒนาระบบการจัดการขยะพลาสติกภายในชุมชนอาศัยการจัดการแบบกระจายศูนย์ โดยการรับซื้อขวดพลาสติกจากเครื่องรับซื้ออัตโนมัติเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับรีไซเคิลโดยอาศัยเครื่องหั่นย่อยพลาสติก รูปที่ 2 แสดงหลักการของเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ซึ่งใช้หลักการของการเฉือนตัดเพื่อหั่นย่อยและลดขนาดของวัสดุโดยอาศัยชุดใบมีดสับย่อยภายในเครื่อง โดยจะใช้วิธีสแกนบาร์โค้ดเพื่อคิดราคารับซื้อที่หน้าเครื่อง จากนั้นจะป้อนลงที่ช่องทางด้านหน้าก่อนจะถูกลำเลียงลงไปยังเครื่องหั่นย่อยเพื่อบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงผ่านช่องตะแกรงต่อไป เศษพลาสติกที่ถูกหั่นย่อยแล้วจะถูกเก็บไว้ในถังบรรจุภายในตัวเครื่องจนครบปริมาณที่ต้องการ



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ



รูปที่ 2 หลักการทำงานของเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.ได้สิ่งประดิษฐ์เครื่องรับซื้อและบดย่อยขวดพลาสติกที่สามารถนำไปเผยแพร่ให้กับชุมชน

2.ได้ระบบการจัดการขยะพลาสติกภายในชุมชนมหาวิทยาลัยโดยการนำไปหั่นย่อยลดขนาดเพื่อนำไปใช้รีไซเคิลต่อไป

3. สร้างแรงจูงใจและจิตสำนึกในการคัดแยกขยะพลาสติกในชุมชนมหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง

ชนิดของพลาสติก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. เทอร์โมเซตติ้ง (thermosetting) พลาสติกประเภทนี้จะมีรูปทรงที่คงที่ถาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยให้ความร้อน ความดันหรือตัวเร่งปฏิกิริยา การขึ้นรูปทำได้ยากและไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนั้นยังมีต้นทุนการผลิตสูง รวมทั้งการใช้งานค่อนข้างจำกัดทำให้ในปัจจุบันมีใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ เครื่องครัว ชิ้นส่วนปลั๊กไฟ ชิ้นส่วนรถยนต์และชิ้นส่วนในเครื่องบิน เป็นต้น

2. เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) พลาสติกประเภทนี้ เมื่อได้รับความร้อนหรือความดันระหว่างกระบวนการขึ้นรูป จะเปลี่ยนแปลงสถานะทางกายภาพ กล่าวคือ เมื่อได้รับความร้อน จะอ่อนนิ่มและเมื่อเย็นลงจะแข็งตัวโดยที่โครงสร้างทางเคมีจะไม่เปลี่ยนแปลงทำให้พลาสติกประเภทนี้มีคุณสมบัติที่สามารถนำกลับมาเข้าสู่กระบวนการผลิตซ้ำๆ ได้ นอกจากนั้นยังสามารถนำมาขึ้นรูปได้ง่ายด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ปัจจุบันมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะด้านบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ กันเช่น

โพลิเอทิลีน (PE) ผลิตเป็นถุงพลาสติกทั้งร้อนและเย็น ขวด ถัง และฟิล์มพลาสติกประเภทอ่อนนุ่ม กระสอบพลาสติก เป็นต้น

โพลิโพรพิลีน (PP) นิยมผลิตเป็นถุงบรรจุอาหาร และเสื้อผ้าสำเร็จรูป กระสอบพลาสติก เป็นต้น

โพลิไวนิลคลอโรด์ (PVC) และโพลิสไตรีน (PS) นิยมผลิตเป็นภาชนะ ถุงบรรจุผักสด ผลไม้ และเนื้อสัตว์บางชนิด เป็นต้น

โพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate : PETE) หมายถึง พลาสติกที่ส่วนใหญ่มีความใส มองทะลุได้ มีความแข็งแรง ทนทานและเหนียว ป้องกันการผ่านของก๊าซได้ดี มีจุดหลอมเหลว 250 - 260 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 1.39 กรัม/ลบ.ซม. นิยมนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆเช่น ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำเปล่า แกลลอนน้ำมัน

โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene : LDPE) หมายถึงพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่ำ มีสีขาวขุ่นและมีความนิ่มกว่า HDPE มีความเหนียว ยืดตัวได้ในระดับหนึ่ง ส่วนใหญ่ใสมองเห็นได้ จุดหลอมเหลว 110 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 0.92 - 0.94 กรัม/ลบ.ซม. นิยมนำมาใช้ทำแผ่นฟิล์มห่ออาหารและห่อสินค้า

โพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene : HDPE) หมายถึงพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง มีสีขาวขุ่นและมีความแข็งกว่า LDPE มีความเหนียว ยืดตัวได้ในระดับหนึ่ง ส่วนใหญ่ใสมองเห็นได้ จุดหลอมเหลว 130 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 0.92 - 0.96 กรัม/ลบ.ซม. นิยมนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขวดแชมพู ขวดนม

จากการเพิ่มจำนวนบรรจุภัณฑ์พลาสติกปัจจุบัน ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการจะขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในอนาคตนั้นก่อให้เกิดปัญหาขยะพลาสติกที่ใช้แล้วตามมา ซึ่งทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการกำจัดขยะพลาสติกในปัจจุบันยังมีอุปสรรคอีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่สามารถกำจัดพลาสติกบางชนิดได้ เนื่องจากยังไม่สามารถหลอมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก นอกจากนั้นการนำพลาสติกกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่นั้นประเด็นสำคัญอยู่ที่การแยกประเภทของพลาสติกก่อนทีจะนำไปรีไซเคิล และการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกไป

การระบุรหัสสำหรับพลาสติก (ID Code) และคุณสมบัติของขวดพลาสติกได้ถูกแบ่งเป็น 6 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทจะมีการระบุรหัสของพลาสติก ซึ่งพลาสติกแต่ละชนิดจึงมีวิธีการรีไซเคิลที่แตกต่างกันไป

	โพลิเอทิลีน เทเรพทาเลต (PET)	โพลิเอทิลีน ความหนาแน่นสูง (HDPE)	โพลิไวนิล คลอไรด์ (PVC)	โพลิเอทิลีน ความหนาแน่นต่ำ (LDPE)	โพลิ โพรพิลีน (PP)	โพลิส ไตรีน (PS)
รหัสของ พลาสติก (ID Code)						
ความใส	ใส	ขุ่น	ใส	ขุ่น	ขุ่น	ใส
การป้องกัน ความชื้น	พอใช้ถึงดี	ดีถึงดีมาก	พอใช้	ดี	ดีถึงดีมาก	ไม่ดี ถึงพอใช้
การป้องกัน ออกซิเจน	ดี	ดี	ดี	ไม่ดี	ไม่ดี	พอใช้
อุณหภูมิสูงสุด (°F)	120	145	140	120	165	150
ความแข็ง	ปานกลาง ถึงสูง	ปานกลาง	ปานกลาง ถึงสูง	ต่ำ	ปานกลาง ถึงสูง	ปานกลาง ถึงสูง
ความทนทาน ต่อการกระแทก	ดีถึงดีมาก	ดีถึงดีมาก	พอใช้ถึงดี	ดีมาก	พอใช้ถึงดี	พอใช้ถึงดี
ความทนทาน ต่อความร้อน	ไม่ดี ถึงพอใช้	ดี	ไม่ดี ถึงพอใช้	พอใช้	ดี	พอใช้
ความทนทาน ต่อความเย็น	ดี	ดีมาก	พอใช้	ดีมาก	ไม่ดี ถึงพอใช้	ไม่ดี
ความทนทาน ต่อแสงแดด	ดี	พอใช้	พอใช้ถึงดี	พอใช้	พอใช้	ไม่ดี ถึงพอใช้

รูปที่ 3 การระบุรหัสสำหรับพลาสติก (ID Code) และคุณสมบัติของขวดพลาสติก

เครื่องสับย่อยพลาสติก เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับบดย่อยพลาสติกชิ้นใหญ่ให้มีขนาดที่เล็กลงโดยอาศัยแรงกระทำต่อชิ้นพลาสติกจากแรงกระแทกหรือแรงเฉือนตัดของของชุดใบมีด ในปัจจุบันเครื่องย่อยขวดพลาสติกมีใช้กันอยู่จะเป็นเครื่องขนาดใหญ่ ใช้ในงานอุตสาหกรรมย่อยขวดพลาสติกครั้งละจำนวนมาก ๆ

รูปที่ 4 เครื่องย่อยพลาสติกในงานอุตสาหกรรม

ชุติมา ภิรมย์ภักดี และโชติวุฒิ อรุณประเสริฐ (2548) ได้พัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นแบบมีลักษณะใกล้เคียงกับเครื่องที่ขายในท้องตลาดและทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่อง โดยการย่อยขวดพลาสติกประเภทขุ่น ประเภทใส และฝาขวดพลาสติก โดยทำการทดลองโดยการปรับใบมีดรูปแบบต่าง ๆ ขนาดรูตะแกรง รูปแบบของช่องใส่ขวดพลาสติก โดยผลการทดสอบพบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องที่ออกแบบใกล้เคียงกับเครื่องที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

กุณฑล ทองศรี (2550) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยพลาสติก เพื่อศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลกับการย่อยขวดพลาสติก โดยได้เครื่องย่อยขวดพลาสติกมีขนาดกว้าง 700 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร และสูง 1350 มิลลิ เมตร ประกอบด้วยโรเตอร์ใบมีด 5 ตัว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร เครื่องย่อยขวดพลาสติกที่สร้างขึ้น มีชุดใบมีดย่อยขวดพลาสติกที่ประกอบขึ้นโดยใช้ใบมีดตัดทั้งหมด 15 ใบ และใบมีดรับ 2 ใบ ในการทดสอบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 4 แรงม้า 1 เฟส เป็นต้นกำลัง จากการทดสอบพบว่าเครื่องย่อยขวดพลาสติกมีความสามารถในการทำงานและเปอร์เซ็นต์การย่อย ได้ดีที่สุด โดยที่พลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน (Polyethylene : PE) เท่ากับ 4.91 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate : PET) เท่ากับ 3.76 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและ 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ขนาดรูตะแกรง 8 มิลลิเมตร

ศราวุธ จันทร์กลาง. (2556). ได้ออกแบบและทดสอบเครื่องย่อยขวดพลาสติกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะภายในชุมชนเทศบาลเมืองขลุง จังหวัดจันทบุรี จากการทดสอบเครื่องย่อยขวดพลาสติกขวด PE และขวด PET ในขนาดตะแกรงมาตรฐาน 3 ขนาด ได้แก่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8, 10 และ 12 มิลลิเมตร โดยเลือกความเร็วรอบในช่วงที่ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วรอบ 720, 864 และ 1,152 รอบต่อนาที ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการย่อยพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) อยู่ที่ความเร็วรอบ 864 รอบต่อนาที ที่ขนาดตะแกรง10 มิลลิเมตร ความสามารถในการย่อยได้ 51.80 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยสามารถย่อยพลาสติกได้ประสิทธิภาพ 95.36 เปอร์เซ็นต์ของพลาสติก ทั้งหมดโดยน้ำหนักและพลาสติกชนิด Polyethylene Terephthalate (PET) ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ที่ความเร็วรอบ 1,152 รอบต่อนาที ที้ขนาดตะแกรง 10 มิลลิเมตร ย่อยพลาสติกได้ 32.60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยสามารถย่อยพลาสติกได ้ประสิทธิภาพ 92.63 เปอร์เซ็นต์ของพลาสติกทั้งหมดโดยน้ำหนัก

Rasmus Ekman (2018) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติกขนาดเล็ก โดยใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2.2 กิโลวัตต์ ขับผ่านชุดเกียร์ทดรอบ จากการทดสอบเครื่องย่อยขวดพลาสติกขวด PP PS HDPE และขวด PET ในขนาดตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการย่อยพลาสติกอยู่ที่ความเร็วรอบ 70 รอบต่อนาที

Tolulope A. Olukunle (2016) ได้ออกแบบเครื่องย่อยขวดพลาสติกขนาดเล็กสำหรับกระบวนการรีไซเคิล โดยใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 10 กิโลวัตต์ ขับผ่านชุดสายพานทดรอบเพื่อให้มีความเร็วรอบของเพลาใบมีดตัดประมาณ 300 รอบต่อนาที

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการและแผนการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยแสดงดังรูปที่ 5 ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

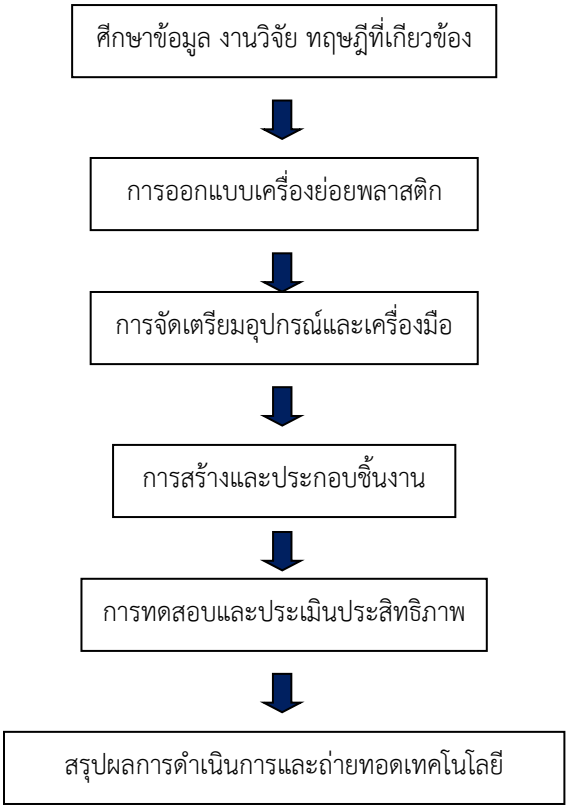
1. การศึกษาข้อมูล งานวิจัย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบเครื่องหั่นย่อยพลาสติกเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติจากเงื่อนไขขอบเขตตามที่กำหนด

2. การออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ประกอบด้วยวิธีการคำนวณ การออกแบบชิ้นส่วนทางกล การออกแบบกลไก การเลือกใช้วัสดุ การจัดทำแบบรายละเอียดแบบชิ้นงาน 3 มิติและรายละเอียดต่างๆ ของวัสดุสำหรับนำไปจัดหาหรืออ้างอิงเพื่อสั่งผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนที่จะนำมาประกอบในขั้นตอนถัดไป

3. การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ประกอบด้วยวิธีการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์อัตโนมัติเพื่อนำมาควบคุมระบบการทำงานต่างๆ ของเครื่องเช่น หน้าจอสำหรับเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน วงจรควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานต่างๆ ในระบบ เช่น โหลดเซลล์ชั่งน้ำหนัก มอเตอร์ระบบลำเลียงวัสดุ ระบบรับซื้อผ่านแอพพลิเคชั่น

4. การสร้างและประกอบชิ้นงาน ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดหาและสั่งผลิตชิ้นงานต่างๆ เพื่อนำมาประกอบได้เป็นเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ

5. การทดสอบหาประสิทธิภาพและข้อมูลการทดสอบ ประกอบด้วยวิธีการขั้นตอนในการทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ได้แก่ ความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพในการหั่นย่อย กำลังงานที่ใช้ เป็นต้น



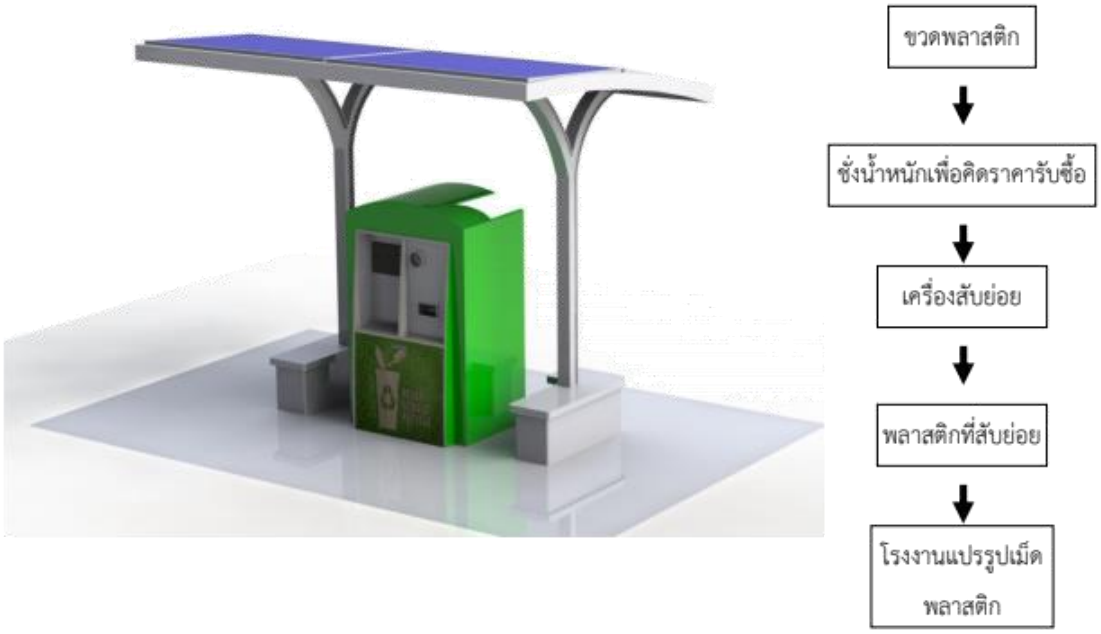
รูปที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ3

แผนการดำเนินการวิจัย

กิจกรรม / เดือนที่	1	2	3	4	5	6	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
การศึกษาข้อมูลงานวิจัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	x						5
การออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ		x	x				10
การออกแบบระบบควบคุมการทำงานเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ระบบรับซื้อขวดผ่านแอพพลิเคชั่น		x	x				15
การสร้างและประกอบชิ้นงาน			x	x	x		50
การทดสอบหาประสิทธิภาพและข้อมูลการทดสอบ				x	x		15
การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์						x	5
รวม							100

3.2 การกำหนดกรอบแนวทางการออกแบบ

หลักการของเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ซึ่งใช้หลักการของการเฉือนตัดเพื่อหั่นย่อยและลดขนาดของวัสดุโดยอาศัยชุดใบมีดสับย่อยภายในเครื่อง โดยจะใช้วิธีสแกนบาร์โค้ดเพื่อคิดราคารับซื้อที่หน้าเครื่อง จากนั้นจะป้อนลงที่ช่องทางด้านหน้าก่อนจะถูกลำเลียงลงไปยังเครื่องหั่นย่อยเพื่อบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงผ่านช่องตะแกรงต่อไป เศษพลาสติกที่ถูกหั่นย่อยแล้วจะถูกเก็บไว้ในถังบรรจุภายในตัวเครื่องจนครบปริมาณที่ต้องการ โดยกำหนดขอบเขตการสร้างและทดสอบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ เฉพาะขวดพลาสติกประเภทขวด PET ใส (Poly Ethylene Terephthalte) ขนาด 500 มล. เท่านั้น

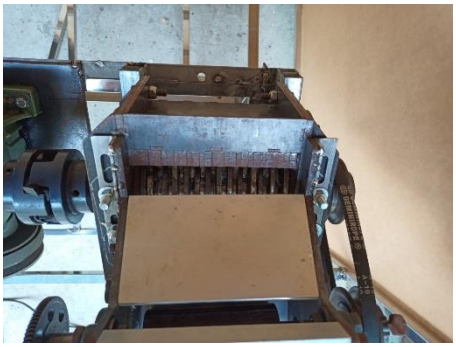
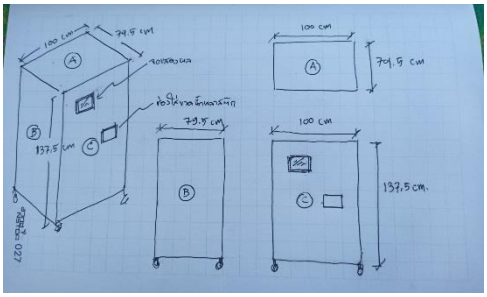


รูปที่ 6 กรอบแนวทางการออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ

รูปที่ 7 กรอบแนวทางการออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ (ต่อ)

3.3 การสร้างและการทดสอบการทำงานเครื่องรับซื้อขวดฯ

การสร้างและการทดสอบการทำงานเครื่องรับซื้อขวดฯดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกล ภายในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 8 การสร้างเครื่องรับซื้อขวดฯ ภายในห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกล ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบเครื่องรับซื้อขวดฯ

วิธีการดำเนินการวิจัยแสดงดังรูปที่ 5 ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

1. การศึกษาข้อมูล งานวิจัย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบเครื่องหั่นย่อยพลาสติกเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติจากเงื่อนไขขอบเขตตามที่กำหนด

2. การออกแบบเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ประกอบด้วยวิธีการคำนวณ การออกแบบชิ้นส่วนทางกล การออกแบบกลไก การเลือกใช้วัสดุ การจัดทำแบบรายละเอียดแบบชิ้นงาน 3 มิติและรายละเอียดต่างๆ ของวัสดุสำหรับนำไปจัดหาหรืออ้างอิงเพื่อสั่งผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนที่จะนำมาประกอบในขั้นตอนถัดไป

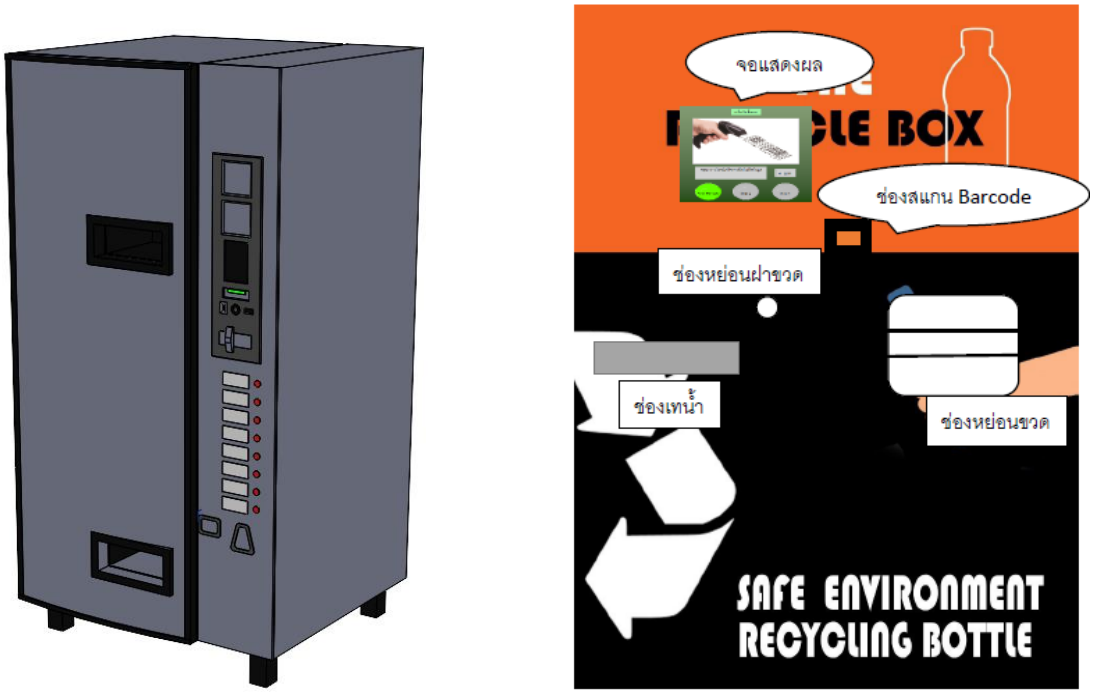
3. การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ประกอบด้วยวิธีการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์อัตโนมัติเพื่อนำมาควบคุมระบบการทำงานต่างๆ ของเครื่องเช่น หน้าจอสำหรับเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน วงจรควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานต่างๆ ในระบบ เช่น โหลดเซลล์ชั่งน้ำหนัก มอเตอร์ระบบลำเลียงวัสดุ ระบบรับซื้อผ่านแอพพลิเคชั่น

4. การสร้างและประกอบชิ้นงาน ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดหาและสั่งผลิตชิ้นงานต่างๆ เพื่อนำมาประกอบได้เป็นเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ

5. การทดสอบหาประสิทธิภาพและข้อมูลการทดสอบ ประกอบด้วยวิธีการขั้นตอนในการทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ ได้แก่ ความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพในการหั่นย่อย กำลังงานที่ใช้ ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

4.1.1 โครงสร้างของเครื่องรับซื้อขวดฯ

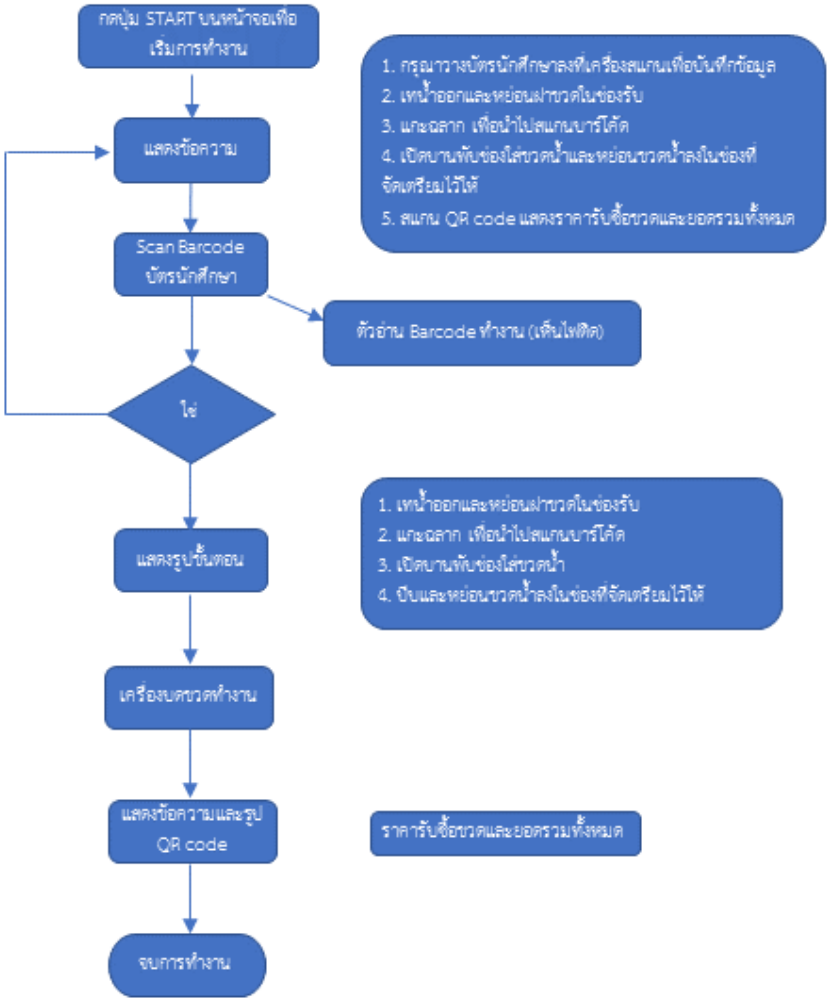
โครงสร้างของเครื่องรับซื้อขวดฯ ออกแบบโดยใช้โครงสร้างสแตนเลสร่วมกับอลูมิเนียมเพื่อให้มีน้ำหหนักเบา ปลอดสนิม โดยเชื่อมยึดประกอบอย่างแข็งแรงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ และชุดเครื่องสับ โครงภายนอกบุด้วยพลาสติกอะคริลิคมีความหนา 3 มม. พิมพ์ลวดลาย มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง ประมาณ 80 x 100 x 137.5 ซม. ด้านหน้ามีช่องสำหรับใส่ฝาพลาสติก ช่องป้อนขวดพลาสติก ชุดสแกนบาร์โค้ด จอควบคุมและแสดงผล ขนาด 10 นิ้ว แบบสัมผัส ด้านหลังเป็นบายแผ่น มีบานพับสามารถปิด-เปิด ได้ พร้อมกุญแจล๊อก เพื่อใช้นำเศษขวดลาสติกที่บดแล้วออก ฐานของดครงตัวเครื่องทั้งหมดติดตั้งอยู่บนล้อเลื่อนขนาด 4 นิ้ว จำนวน 4 ล้อ เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ตามความจำเป้น ลักษณะโครงสร้างของเครื่องรับซื้อขวดฯ โดยรวมแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 โครงสร้างของเครื่องรับซื้อและบดย่อยขวดพลาสติก

4.1.2 หลักการทำงานของเครื่องรับซื้อและบดย่อยขวดพลาสติก

หลักการทำงานของเครื่องรับซื้อขวดจะทำงานตามผังขั้นตอนดังรูปที่ 10 เมื่อเริ่มต้นทำงานผู้ใช้จะกดปุ่มเริ่มและทำการใส่ขวดหรือภาชนะที่ต้องการขายให้กับเครื่องจากนั้นผู้ใช้ทำการปิดประตูของช่องรับภาชนะระบบและสแกนบาร์โค้ด ระบบควบคุมโดยตัวประมวลผลจะรับสัญญาณจากชุดตรวจจับน้ำหนักว่าน้ำหนักเกินเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่หากเกินก็จะปฏิเสธออกทางช่องรับขวดแต่ถ้าไม่ตัวประกอบมวลผลจะส่งสัญญาณไปยังจุดตรวจจับความใสของภาชนะด้วยเซ็นเซอร์วัดแสง rgb รุ่น tcs230 เมื่อตรวจสอบความโปร่งใสของภาชนะจากนั้นก็จะรับสัญญาณความถี่ของขาดสัญญาณ S2 และ S3 ถ้าโปร่งใสก็ถือว่าเป็นภาชนะหรือขวดพลาสติกจากนั้นก็จะนำไปสู่กระบวนการวัดขนาดโดยอาศัยเซ็นเซอร์ตรวจวัดการสะท้อนของแสงเพื่อนำขณะที่ได้ไปคูณกับจำนวนเพื่อเก็บรวบรวมเป็นคะแนนสะสม



รูปที่ 10 ผังการทำงานของเครื่องรับซื้อและบดย่อยขวดพลาสติก

4.1.3 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องรับซื้อและบดย่อยขวดพลาสติก

ชุดประมวลผลกลางจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลในที่นี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท National instruments ที่มีความสามารถในการประมวลผลขนาด 10 บิต โดยมีโครงสร้างและขาสัญญาณต่างๆ ดังรูปที่ 11

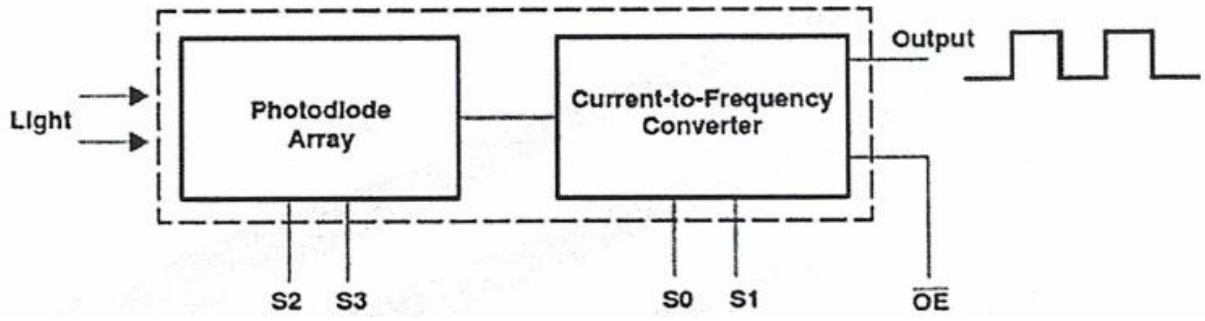
+5 V	34	33	PFI 0
D GND	32	31	P1.3
P1.2	30	29	P1.1
P1.0	28	27	P0.7
P0.6	26	25	P0.5
P0.4	24	23	P0.3
P0.2	22	21	P0.1
P0.0	20	19	D GND
LED	18	17	D+
VBUS	16	15	D–
AI GND	14	13	AI GND
AI 4 (AI 0–)	12	11	AI 0 (AI 0+)
AI 5 (AI 1–)	10	9	AI 1 (AI 1+)
AI 6 (AI 2–)	8	7	AI 2 (AI 2+)
AI 7 (AI 3–)	6	5	AI 3 (AI 3+)
AI GND	4	3	AI GND
AO 1	2	1	AO 0

รูปที่ 11 โครงสร้างและขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์

ชุดเซ็นเซอร์ตรวจรับขวด

ชุดเซ็นเซอร์ตรวจคัดแยกขวดจะใช้หลักการการวัดความใสของเนื้อขวดพลาสติกที่ยอมให้แสงทะลุผ่านได้ ขณะที่ขวดพลาสติกแบบขุ่นหรือทึบจะไม่ยอมให้แสงผ่านโดยเซ็นเซอร์ที่ใช้จะเป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงแบบสำเร็จรุ่น tcs230 ซึ่งสามารถแปลงค่าความเข้มแสงเป็นความถี่โดยอ่านจาก Sensor โฟโต้ไดโอดที่อยู่ในหมู่ดูซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 8 คูณ 8 ชิ้นสามารถแยกสีแดงเขียวฟ้าจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงซึ่งค่าที่จะอ่านมาได้จะเป็นค่าความถี่ของแสงสีแดงสีเขียวและสีฟ้า

รูปที่ 12 เซนเซอร์ตรวจวัดแสง RGB รุ่น tcs230



รูปที่ 13 การรับและการส่งสัญญาณจากเซนเซอร์ตรวจวัดแสงรุ่น tcs230

จากคุณสมบัติของเซ็นเซอร์ตรวจวัดแสงจากค่า rgb เพื่อนำมาใช้ในการสร้างเครื่องเพื่อตรวจวัดหาความใส จะอาศัยคุณสมบัติของขาสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากตารางซึ่งจะตรวจสอบผ่านสัญญาณที่ให้ค่าสัญญาณ High และสัญญาณ Low ที่ขาของ S2 และ S3 ส่วนสัญญาณอื่นไว้พิจารณาตรวจสอบร่วมว่าจะเป็นเนื้อของขวดพลาสติกสีอื่นหรือเนื้อโลหะเพื่อตรวจสอบก่อนเริ่มการทำงาน

ตารางที่ 4.1 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จาก RS 2 และ 3 ของเซ็นเซอร์ tcs230

S2	S3	PHOTODIODE TYPE
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

การตรวจสอบน้ำหนักอุปกรณ์ตรวจสอบน้ำหนักของขวดจะใช้ในการแยกแยะว่าขวดที่นำเข้ามาเป็นขวดพลาสติกหรือไม่เนื่องจากขวดพลาสติกจะมีน้ำหนักที่เบากว่าชนิดอื่นถึงแม้จะผ่านตัวตรวจจับความใสของเครื่องได้แล้วก็อาจจะเป็นขวดแก้วซึ่งจะสามารถถูกตรวจพบโดยอาจจะถือว่าไม่ใช่ขวดพลาสติกใส การตัวตรวจสอบน้ำหนักจะประยุกต์ใช้ไมโครสวิตช์ ดังรูปที่ 14 ที่มีจุดทำงานด้วยแรงที่เกิดจากน้ำหนักที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.78 ออนซ์กระทำต่อจุดรับบนคานของ Micro Switch ดังนั้นภาชนะหรือขวดที่มีน้ำหนักมากกว่านี้จะถูกตรวจจับว่าไม่ใช่ขวดพลาสติกซึ่งจะส่งผลให้โปรแกรมควบคุมการทำงานปฏิเสธขวดหรือภาชนะลงในช่องรับควรคืนขวด

รูปที่ 14 ไมโครสวิตช์

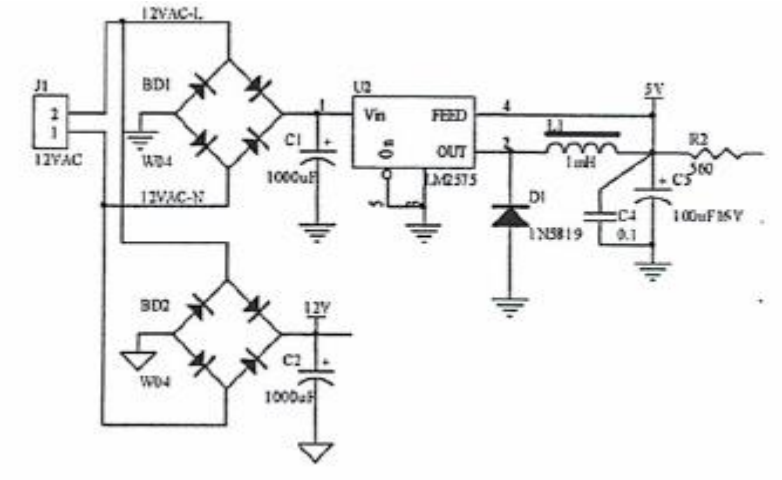
ชุดตรวจจับขนาดของขวดพลาสติก

ชุดตรวจจับขนาดของวัตถุจะใช้อุปกรณ์ตรวจเซ็นเซอร์ทางแสงโดยอาศัยการสะท้อนกลับของแสงอินฟราเรดเมื่อนำตัวส่งและตัวรับมาวางเรียงกันโดยแสงอินฟราเรดที่ส่งไปยังวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับโฟโต้ไดโอดซึ่งจะส่งค่ากระแสออกเมื่อมีแสง ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าสัญญาณแรงดันส่งต่อไปยังภาครับของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จึงทำให้รู้ว่าขณะนี้มีวัตถุวางอยู่ใกล้ๆเมื่อนำชุดตรวจจับมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน 3 จุดโดยแต่ละจุดจะวางเรียงกัน 3 ตำแหน่งเพื่อตรวจจับขนาดของขวดพลาสติกซึ่งชุดที่ 1 จะติดตั้งอยู่บริเวณด้านล่างสุด ตัวตรวจจับขนาดเล็กชุดที่ 2 จะติดตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของชุดตรวจจับขนาดของขวด โดยใช้ตรวจจับขวดขนาดกลางและชุดที่ 3 จะติดตั้งอยู่บริเวณส่วนบนของขวดเพื่อตรวจจับตำแหน่งขวดขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดขนาดของขวดพลาสติก

ผลการตรวจจับของตัวตรวจรู้ตำแหน่ง 1	ผลการตรวจจับของตัวตรวจรู้ตำแหน่ง 2	ผลการตรวจจับของตัวตรวจรู้ตำแหน่ง 3	ผลที่ได้ (ขนาดขวด)
1	0	0	เล็ก
1	1	0	กลาง
1	1	1	ใหญ่

ชุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าพลังงานที่ใช้ในระบบส่วนใหญ่จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดัน 2 ระดับคือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลท์และ 12 โวลท์โดยมีลักษณะวงจรดังรูปที่ 15 การทำงานของชุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าจะอาศัยการแปลงแรงดันจากใบกระแสสลับจากแหล่งจ่ายทั่วไป 220 โวลท์มาผ่านหม้อแปลงเพื่อลดแรงดันลงเหลือ 12 โวลท์จากนั้นจึงผ่านเข้าสู่วงจรปิดเพื่อแปลงสัญญาณเป็นกระแสตรง 2 ชุดคือ แรงดัน 5 โวลท์และ 12 โวลท์โดยไฟ 5 โวลท์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆรวมทั้งการแสดงผลของจอส่วนไฟแรงดัน 12 โวลท์จะนำไปจ่ายให้แก่วงจรครับเช่นมอเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 15 วงจรจ่ายพลังงานไฟฟ้าของเครื่องคัดแยกและรับซื้อขวด

การแสดงผลและการแจ้งเตือนระบบการแสดงผลที่ใช้โต้ตอบกับผู้ใช้งานจะเป็นการแสดงผลบนหน้าจอสัมผัสที่มีรายละเอียดข้อมูลดังรูปที่ 16 โดยจะมีการติดตั้งบริเวณด้านหน้าของตู้ในตำแหน่งระดับสายตาของผู้ใช้ โดยมีแผงควบคุมเพื่อใช้กำหนดค่าเฉพาะซึ่งผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดได้เท่านั้นหรือที่เลือกใช้ระบบการแสดงผลในรูปแบบดังกล่าวเนื่องจากเพื่อให้สามารถแสดงรายละเอียดต่างๆในการทำงานได้ง่ายหน้าที่วงจรการส่งแจ้งเตือนจะมีลักษณะดังแสดงในรูปโดยจะอาศัยตัว Buzzer ร่วมกับวงจรที่มี LED แสดงไฟสถานะเพื่อบอกผู้ใช้งานเบื้องต้นในกรณีที่ระบบทำการตรวจรับหรือไม่รับขวดที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องจะทำการเปิดปิดช่องรับขวดเพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าเครื่องพร้อมหรือไม่พร้อมในการใช้งาน

เมื่อนำอุปกรณ์ทุกระบบและโครงสร้างทุกส่วนมาประกอบร่วมกันก็จะได้เครื่องรับซื้อขวดดังแสดงในรูป โดยมีรายละเอียดของเครื่องและแบบรายการดังแสดงในภาคผนวก

รูปที่ 16 เครื่องรับซื้อขวด

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับซื้อขวดฯ

การทดสอบการทำงานของเครื่องรับซื้อและหั่นย่อยขวดพลาสติกอัตโนมัติ มีรายละเอียดดังนี้

1 จัดเตรียมอุปกรณ์ของเครื่องคัดแยกและรับซื้อขวด

2 ทดสอบเรื่องคัดแยกและรับซื้อขวดโดยอาศัยการทดสอบเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

สำหรับขวดที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ขวด PET โดยใช้เพียง 3 ขนาดได้แก่ ขนาดเล็ก (S) ขนาดกลาง (M) และขนาดใหญ่ (L)

รูปที่ 17 ขวดที่ใช้ในการทดสอบ

วิธีการทำงานของเครื่องรับซื้อขวด

1 เปิดเครื่องและเปิดช่องรับขวด

2 เทน้ำที่มีและนำฝาขวดออก

3. ใส่ฝาขวดลงในช่องที่จัดเตรียมไว้

4 นำบัตรประจำตัวนักศึกษามาสแกนบาร์โค้ด

5 นำขวดมาสแกนสแกนบาร์โค้ด

6 นำขวดใส่ลงไปในเครื่อง

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับซื้อขวด

จากการนำเครื่องรับซื้อขวดพลาสติกไปทดลองเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของเครื่องรับซื้อขวดได้ผลดังแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบภาชนะขวดแต่ละประเภท

ประเภทขวด	จำนวน	รับ	ปฏิเสธ	ร้อยละ
ขวดพลาสติกใส	200	200	0.0	100
ขวดพลาสติกขุ่น	100	0.0	100.0	100
ขวดพลาสติกใสสีเขียว	80	20	60	75
ขวดแก้ว	50	0.0	50	100
กล่องกระดาษ	60	0.0	60	100
กระป๋องโลหะ	80	0.0	80	100
รวม	570	220	350	96.49

หลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบขวดพลาสติกใสประเภทเพชรแล้วจากการทดสอบการคัดแยกขนาดของขวดเพชรได้ผลความถูกต้องดังแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบภาชนะขวดแต่ละประเภท

ขวดพลาสติกใส	รับ (S)	รับ (M)	รับ (L)	จำนวน	ร้อยละ
ขนาดเล็ก (S)	30	0.0	0.0	30	100
ขนาดกลาง (M)	13	107	0.0	120	89.17
ขนาดใหญ่ (L)	3	5	42	50	84.0
รวม				200	91.06

ผลการจำแนกขวดพลาสติกอาศัยตามขนาดจากการทดสอบขวดขนาดเล็กที่ได้ทดสอบจะให้ผลความถูกต้องมากที่สุดและรองลงมาคือขวดขนาดกลางและลำดับสุดท้ายคือขวดขนาดใหญ่สาเหตุของค่าความผิดพลาดเนื่องจากรูปแบบของขวดภาชนะที่มีหลากหลายรูปแบบเช่นโครงสร้างรูปหยดน้ำบางขวดลักษณะปากขวดยาวและก้นผาย

สรุปและข้อเสนอแนะ

ความสามารถของเครื่องในการคัดแยกขวดแต่ละประเภทอยู่ในระดับค่อนข้างดี โดยความสามารถในการคัดแยกขวดพลาสติกใสแต่ละขนาดยังมีผลอยู่ในระดับปานกลางแต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องขวดพลาสติกใสที่มีลักษณะมีสีซึ่งอาจจะส่งผลจากสิ่งแวดล้อมสภาพรบกวนต่างๆเช่นแสงการสั่นสะเทือนหรือความสกปรกของของขวดซึ่งส่งผลต่อการทำงานจริง ในการปรับปรุงระบบควรปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยออกแบบโครงสร้างให้มีความเหมาะสม พัฒนาเซ็นเซอร์ตรวจวัดลักษณะของขวดให้มีความแม่นยำมากขึ้นตลอดจนพัฒนาด้านความเร็วของการประมวลผลรวมไปถึงความสามารถในการตรวจสอบโดยอาจเพิ่มเติมในส่วนของการประมวลผลภาพเพื่อทำการจำแนกและรู้จำสัญลักษณ์ต่างๆเช่นลักษณะสัญลักษณ์การรีไซเคิลหรือสัญลักษณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องในการจำแนกประเภท เป็นต้น

ประวัติ

1. ชื่อ นายคธา วาทกิจ

Mr.Khatha Wathakit

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 3099 0102758 8

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัด นครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30000

โทรศัพท์ (044) 224581

E-mail vkata@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร 2540 มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร 2545 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- Farm/ Agriculture Machinery
- Computer Aided Design
- Measurement and Instrumentation in Agriculture

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ

7.1.1 การพัฒนากระบวนผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล

- แหล่งทุน ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.2 การพัฒนาต้นแบบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ขนาดเล็ก

- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ร่วมกับ บริษัทเค.ที.เอ็ม.สตีล จำกัด
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.3 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์สำหรับวัดตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์

- แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.4 การออกแบบและพัฒนาชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์สูบเดียวทางการเกษตร

- แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.1.5 การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรรายย่อย

- แหล่งทุน ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.6 การออกแบบและพัฒนาชุดทลองกระบะดินสำหรับทดสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงทางการเกษตร

- แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.7 การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

- แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.8 การออกแบบและพัฒนาเครื่องกวนผสมสำหรับกระบวนการผลิตน้ำผัดปรุงรสหมี่โคราช

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.9 การวัดแรงบนแขนพ่วงแบบสามจุดของรถแทรกเตอร์เกษตร

- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.1.10 โครงการสำรวจข้อมูลระดับแนวลาดชันของพื้นที่ปลูกอ้อย

- แหล่งทุน บ.มิตรผลจำกัด (มหาชน)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.1.11 การพัฒนาเครื่องมือทดสอบการใช้งานโซ่เสมือนจริง

- แหล่งทุน โครงการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีและวิจัยของภาคเอกชน (IRTC)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.1.12 การพัฒนาไถดินดานสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

- แหล่งทุน บ.ทองไทยวัฒนา จำกัด
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.13 การลดความต้องการแรงฉุดลากของผาลขุดมันสำปะหลังสำหรับรถไถเดินตาม

- แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.14 การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดต้นและสับเหง้า

- แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.2.15 การศึกษาแบบจำลองโครงช่วงล่างของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย

- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.2.16 การพัฒนาปลายแขนกลสำหรับเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติ

- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.2.17 การพัฒนาเครื่องสับมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรรายย่อย

- แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

7.2.18 การพัฒนาระบบการเก็บวัดข้อมูลการทดสอบเครื่องยนต์สูบเดียวทางการเกษตร

- แหล่งทุน บ.พลวัชร์เครื่องยนต์ จำกัด
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.19 การพัฒนาเครื่องมือตรวจวัดความต้านทานการแทงทะลุของดินสำหรับจัดทำแผนที่การกระจายชั้นดานไถพรวนในแปลงพืชไร่

- แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.20 การพัฒนาระบบทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูบเดียวทางการเกษตร

- แหล่งทุน สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.21 การพัฒนาระบบทดสอบประสิทธิภาพสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงทางเดียวที่ใช้เครื่องยนต์สูบเดียวทางการเกษตรเป็นต้นกำลัง

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.22 การพัฒนาระบบทดสอบประสิทธิภาพการดันของกระบอกไฮดรอลิค

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.23 การพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยสั่งตัดอัตโนมัติ

- แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2 งานวิจัยที่กำลังดำเนินการ

7.2.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจสอบชิ้นงานโซ่รถจักรยานยนต์

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.2 การพัฒนาเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับจับไก่เนื้อ ระยะที่ 1 : การออกแบบ

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.3 การพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตนม

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.4 การออกแบบและพัฒนารถบรรทุกผลผลิตทางการเกษตร (ระยะที่ 1 : การออกแบบโครงสร้าง-ตัวถังและสร้างอุปกรณ์จับยึดสำหรับประกอบชิ้นส่วน)

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ หัวหน้าโครงการ

7.2.5 การพัฒนาชุดทดสอบระบบเกียร์อัตโนมัติของรถโดยสาร

- แหล่งทุน โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP)
- สถานภาพ ผู้ร่วมวิจัย

8. บทความวิชาการและบทความวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

8.1.1 บทความในวารสารนานาชาติ

1) Wathakit K., Sukjit E. and Srisertpol J. Effect of Injection Timing on Performance and Emissions Characteristics of a Single Cylinder Diesel Engine Fuelled with Waste Plastic Oil. Journal of Physics: Conf. Series 1074 (2018).

8.1.2 บทความในวารสารระดับชาติ

1) คธา วาทกิจ. 2559. การสร้างแบบจำลองดิสครีตเอลิเมนต์ของการขนถ่ายหัวมันสำปะหลังบนสายพานลำเลียง. ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 467-470 (2559).

2) คงเดช พะสีนาม, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, คธา วาทกิจ, จรูญศักดิ์ สมพงศ์ 2559. การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงช่วงล่างเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และวิธีการทดสอบแรง. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 22 ฉบับที่ 2 (2559), 24-29.

3) พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, คธา วาทกิจ, จรูญศักดิ์ สมพงศ์ และ วีรชัย อาจหาญ. 2557. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 353-356 (2557).

4) คธา วาทกิจ. การพัฒนาระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจลน์สำหรับการทำเกษตรแม่นยำ : การตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของค่าพิกัดตำแหน่งวารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 ประจ าเดือน มกราคม – มิถุนายน 2560.

8.1.3 บทความในการประชุมวิชาการนานาชาติ

1) Wathakit K., Sukjit E. and Srisertpol J. Effect of Injection Timing on Performance and Emissions Characteristics of a Single Cylinder Diesel Engine Fuelled with Waste Plastic Oil. International Conference on Mechanical, Electric and Industrial Engineering---- Hangzhou, China, May 26-28, 2018.

2) Kaewbuddee C; Srisertpol J; Wathakit K. The effect of n-butanol to waste plastic oil fuel blends utilization on engine emissions of a Single cylinder diesel engine. 4th IEEE International Conference on Applied System Innovation 2018 (IEEE ICASI 2018). April 13-17, 2018, Chiba, Tokyo, Japan

8.1.4 บทความในการประชุมวิชาการระดับชาติ

1) อรรถพล อาภรณ์พงศ์, คธา วาทกิจ และ พยุงศักดิ์ จุลยุเสน. 2556. การพัฒนาชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร. ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 ,สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 1-4 เมษายน 2556. โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.

2) คธา วาทกิจ, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, วันรัฐ อับดุลลากาซิม, จรูญศักดิ์ สมพงศ์ และ ชาญชัย โรจนสโรช. 2557. การพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังสำหรับรถไถเดินตาม. ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 ,สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 2-4 เมษายน 2557 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ. อยุธยา.

3) พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, คธา วาทกิจ, จรูญศักดิ์ สมพงศ์, วีรชัย อาจหาญ และ ชาญชัย โรจนสโรช. 2557.การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก. ในการประชุม

วิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่15 , สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 2-4 เมษายน 2557 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ. อยุธยา.

4) อรรถพล อาภรณ์พงศ์, คธา วาทกิจ, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, จรูญศักดิ์ สมพงศ์ และ กวี คงมั่น. 2557. การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่15 , สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 2-4 เมษายน 2557 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ. อยุธยา.
5) ยงยุทธ์ เสียงดัง, จรูญศักดิ์ สมพงศ์, คธา วาทกิจ และ พยุงศักดิ์ จุลยุเสน. 2557. การออกแบบตัวควบคุมแบบป้อนกลับของปลายแขนกลสำหรับเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติ. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่15, สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 2-4 เมษายน 2557 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จ. อยุธยา.
6) คธา วาทกิจ. 2559. การพัฒนาระบบระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจลน์สำหรับการทำเกษตรแม่นยำ : การตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของค่าพิกัดตำแหน่ง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ ระดับชาติครั้งที่ 3, 25 - 26 พฤศจิกายน 2559 ณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7) คธา วาทกิจ. 2560. การพัฒนาเครื่องมือตรวจวัดความต้านทานการแทงทะลุของดินสำหรับจัดทำแผนที่การกระจายชั้นดานไถพรวนในแปลงพืชไร่. การประชุมวิชาการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติระดับชาติครั้งที่ 4, 24 - 25 พฤศจิกายน 2560 ณ โรงแรมวีวิช อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น