การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Design and Development of Dry Corn Peeling Machine to Enhance the Efficiency of the Corn Production Process for Animal Feed

ขวัญชัย เสวีนันท์[1] หทัยรัตน์ เกตุมณีชัยรัตน์[2*] โสภิดา ท้วมมี[3]
Kwanchai Saeweenan[1], Hathairat Ketmaneechairat[2], Sopida Tuammee[3]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร
[2,3]ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร
[1]Department of Mechanical Engineering Technology, College of Industrial Technology,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok
[2,3]Department of Information and Production Technology Management,
College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology, Bangkok
[*]Corresponding author email: hathairat.k@cit.kmutnb.ac.th

Received : 05 Oct 2024 ; **Revised :** 09 Oct 2024 ; **Accepted :** 31 Oct 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งในกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งที่ชุดถังใส่ข้าวโพดมีการเอียงที่ไม่ซับซ้อน ข้าวโพดไหลลงได้ง่ายไม่ติดขัด ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน และใช้เฟืองส่งกำลังจากพู่เลย์สู่เพลา เพื่อทดแทนการใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกที่มีค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานสูง และสามารถปอกเปลือกได้เพียง 5 ฝัก/นาที อีกทั้งยังประสบปัญหาขาดแคลนแรงงาน ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง พบว่า เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง มีขนาดที่เหมาะสม ทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน สามารถปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งที่มีความชื้นระหว่าง 20-25% ได้จำนวน 10 ฝักต่อนาที เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมภายในครัวเรือน

คำสำคัญ: เครื่องปอกเปลือก ข้าวโพดฝักแห้ง การออกแบบและการพัฒนา ประสิทธิภาพ

Abstract

This research is conducted with the objective of designing and developing a dry corn peeling machine for the corn production process in animal feed. The machine is designed and built with a simple inclined corn container, allowing the corn to flow smoothly without blockage. It uses a motor to drive a belt and gears to transfer power from the pulley to the shaft, replacing manual labor, which incurs high labor costs and can only peel 5 cobs per minute, while also facing labor shortages. The results of testing the dry corn peeling machine showed that the machine has a suitable size, is made from strong and durable materials, and can peel dry corn with a moisture content between 20-25% at a rate of 10 cobs per minute. This meets the set objectives and is suitable for small-scale household industries.

Keywords: Peeling Machine, Dry Corn, Design and Development, Efficiency

1. บทนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามของโลก รองมาจากข้าวสาลี และข้าว สามารถปลูกได้ทั่วไปในเขตภูมิอากาศอบอุ่น เขตกึ่งร้อนชื้น และพื้นที่ราบเขตร้อน (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) โดยแหล่งปลูกมักกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของโลก ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา บราซิล เม็กซิโก จีน รวมทั้งในทวีปแอฟริกาใต้ สำหรับประเทศไทยข้าวโพดถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เนื่องจากมีพื้นที่เพาะปลูกครอบคลุมอยู่ทั่วทุกภาค ทำให้สามารถสร้างรายได้เป็นจำนวนมากให้กับประเทศ ข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ข้าวโพดฝักสด และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยข้าวโพดฝักสดปลูกเพื่อใช้สำหรับบริโภคเป็นอาหารและส่งออก เนื่องจากผู้บริโภคนิยมรับประทาน และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่วนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปลูกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ นครราชสีมา เลย ลพบุรี และนครสวรรค์ (โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และเกตุอร ทองเครือ, 2561)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชไร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถทำรายได้ให้ประเทศไทยคิดเป็นมูลค่าปีละ 20,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปีละประมาณ 8.6 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่วนที่เหลือจะถูกส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 90 ใช้เป็นวัตถุดิบทางด้านอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มมากขึ้น สถานการณ์การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยปี 2567-2568 ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของการผลิตอาหารสัตว์ โดยปัจจุบันประเทศไทยมีผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 5 ล้านตัน ในขณะที่ความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการผลิตอาหารสัตว์มีถึง 8.9 ล้านตัน ที่เหลือจึงต้องนำเข้าอีก 3.9 ล้านตัน ซึ่งเป็นผลมาจากพื้นที่เพาะปลูกมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากต้นทุนในการผลิตข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัว สาเหตุมาจากปัจจัยในการผลิตทั้งสารเคมีกำจัดวัชพืช ปุ๋ยเคมี และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม (พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และคณะ, 2547)

ตัวแทนเกษตรกรของ ต.ดีลัง อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี ได้ดำเนินกิจการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อจัดจำหน่าย โดยมีวิธีการเพาะปลูกข้าวโพดแล้วหักฝักข้าวโพด หลังจากนั้นนำมาปอกเปลือกข้าวโพด โดยใช้แรงงานคนในการหักและปอกเปลือกข้าวโพด ซึ่งฤดูกาลเพาะปลูกข้าวโพดมี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูกาลแรก ปลายเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน และฤดูกาลที่ 2 ช่วงพฤศจิกายนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยเกษตรกรมีปริมาณของพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 3 ไร่ ซึ่งหากต้องมีการจ้างรถเก็บเกี่ยวจะต้องใช้งบประมาณขั้นต่ำ 500 บาท/ไร่ และหากเกษตรกรต้องการที่จะเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น โดยมีพื้นที่การเพาะปลูกมากกว่า 10 ไร่ขึ้นไป จะต้องใช้แรงงานคนมากขึ้น แต่ในปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพด ซึ่งการใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพด มีค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนที่สูง การเก็บฝักแบบปอกเปลือกมีค่าใช้จ่ายโดยประมาณ 1,000-1,500 บาท/ไร่ อีกทั้งยังใช้เวลาในการปอกเปลือกข้าวโพดนาน โดยที่การใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพด จะสามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้เพียง 5 ฝัก/นาที ซึ่งในการปอกเปลือกข้าวโพดต้องใช้ความชำนาญและทักษะในการปอกเปลือกข้าวโพด ทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า นศพร ธรรมโชติ และชโลธร ศักดิ์มาศ (2562) ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกผลลูกตาลอ่อนและเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องปอกเปลือกผลตาลอ่อนกับการปอกด้วยแรงงานคน เครื่องที่ออกแบบถูกติดตั้งบนโต๊ะที่มีขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 80 เซนติเมตร และความสูง 70 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถทำงานได้ง่ายตามหลักการยศาสตร์ ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกชุดมีดตัดหัวท้าย ผลตาลทำจาก สแตนเลส ส่วนที่สองชุดปอก

เปลือก ออกแบบโดยใช้ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลตาล เครื่องปอกเปลือกที่มีมีดปอก 6 ใบ ชุดใบมีดปอกสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยการโยกคันโยก ที่เชื่อมกับเฟืองสะพานส่งกำลังเชิงมุมเป็นเชิงเส้นตรง ผลการทดสอบเครื่องปอกพบว่าเปอร์เซ็นต์การปอกเปลือกผลตาลได้สมบูรณ์เฉลี่ย 83.33 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การปอกเปลือกผลตาลได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ย 16.67 เปอร์เซ็นต์ และความสามารถในการปอกด้วยเครื่องปอก 72.60 ผลต่อชั่วโมง (49.59 วินาทีต่อผล) ส่วนผลการทดสอบความสามารถในการทำงานของแรงงานคนที่ใช้มีดพร้าในการปอกพบว่า สามารถปอกได้เฉลี่ย 90.38 ผลต่อชั่วโมง (39.83 วินาทีต่อผล) และปอกได้สมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าเครื่องปอกจะมีความสามารถในการทำงานได้น้อยกว่าคนปอกทั้งด้านเวลา และความสมบูรณ์ของการปอก แต่การใช้งานเครื่องปอกแรงงานไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญในการปอก และการใช้เครื่องปอกสามารถช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปอกเปลือกได้

ปริเยศ สิทธิ (2564) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกหัวมันสำปะหลังที่นำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการปอกเปลือกหัวมันสำปะหลังด้วยแรงงานคน ซึ่งมีกำลังในการผลิตต่ำและไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิต โดยชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกมันสำปะหลัง มีส่วนประกอบหลัก คือโครงสร้าง ชุดต้นกำลังและชุดส่งกำลัง ชุดอุปกรณ์ปอกเปลือก โดยศึกษาความเร็วรอบของใบมีด 3 ระดับ คือ 70 80 และ 90 รอบต่อนาที ชนิดใบมีดแตกต่างกัน 3 แบบ และค่าความแข็งตึงของสปริง 2 ระดับ คือ 8.21 N/m และ 17.19 N/m ผลจากการทดสอบและประเมินสมรรถนะ และหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า ความเร็วรอบของใบมีด 90 รอบ ต่อนาที ใช้ใบมีดแบบที่ 2 ค่าความแข็งตึงของสปริง 8.21 N/m มีประสิทธิภาพการปอก 88.07 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสูญเสียเนื้อ 1.53 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการทำงาน 154.79 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกมันสำปะหลังมีจุดคุ้มทุนในการผลิตอยู่ที่ 92.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือประมาณ 7.75 ตันต่อปี (ทำงาน 240 วันต่อปี) และระยะเวลาการคืนทุนประมาณ 8.8 ปี

จิราภรณ์ ศรีภิญโญวาณิชย์ จงยิ่งเจริญ และเอกพงษ์ ชีวิตโสภณ (2565) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกสับปะรดแบบต่อเนื่อง สำหรับกรณีศึกษาของธุรกิจบริการอาหารบนเครื่องบิน ซึ่งสับปะรดจะถูกเตรียมและตัดแต่งโดยเฉลี่ย 2,000 กก./วัน สำหรับให้บริการบนเครื่องบิน อย่างไรก็ตาม การแปรรูปสับปะรดสดนั้นต้องใช้แรงงานมาก เมื่อใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกสับปะรด จะพบว่า ระยะห่างระหว่างแกนกลางและแกนกลางของเส้น รอบวงของผลสับปะรดนั้นจะมีขนาดที่ใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สามารถใช้ได้ โดยองค์ประกอบหลักของเครื่องปอกสับปะรดแบบต่อเนื่องประกอบด้วย การตัด การจับ การปอก และการควบคุมด้วยลม ส่วนที่สำคัญที่สุดของการออกแบบคือ ที่จับรูปตัววีที่ทำมุม 90° ซึ่งขับเคลื่อนด้วยกลไกแบบแร็คแอนด์พีเนียน เครื่องนี้สามารถจับสับปะรดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่างๆ ได้ โดยให้แกนของสับปะรดอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนไหวของมีดท่อระหว่างการทำงาน จะต้องตัดส่วนปลายสับปะรดออกก่อน จากนั้นจึงใช้มีดตัดจับสับปะรดให้อยู่ในแนวนอนในขณะที่ปอกด้วยมีดทรงท่อของเครื่องมือ จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถปอกได้ประมาณ 530 ผลต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพ 98.2%

จากปัญหาที่พบของเกษตรกร ต.ดีลัง อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่ในปัจจุบันพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่องานทางด้านการเกษตรเช่นเดียวกัน เพื่อลดต้นทุนแรงงาน และปัญหาต่างๆ จากแรงงาน แต่ในกระบวนการออกแบบแต่ละเครื่องจักรไม่พบการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของแต่ละกระบวนการทำงานย่อยเพื่อตอบโจทย์ผู้ใช้งานอย่างแท้จริง อีกทั้งในช่วง 5 ปีที่ผ่านมายังไม่พบการพัฒนาเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งต่อในรูปแบบเทคโนโลยีใหม่ ดังนั้น คณะผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งด้วยการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของแต่ละกระบวนการ

ทำงานย่อยตามความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านเกษตรกรรม เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาให้กับเกษตรกรในเรื่องการขาดแคลนแรงงาน การลดระยะเวลาในการปอกเปลือกข้าวโพด ลดรายจ่ายในการจ้างแรงงาน และลดต้นทุนการผลิต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง คณะผู้จัดทำได้มีวิธีการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นระบบ คือ (1) ศึกษาปัญหาและหาข้อมูลต่างๆ (2) วิเคราะห์และกำหนดการออกแบบ (3) การคำนวณ และ (4) การประเมินสมรรถนะแบบทางเลือก ตามลำดับ

3.1 ศึกษาปัญหาและหาข้อมูลต่างๆ

กรณีศึกษา คือ ตัวแทนเกษตรกรของ ต.ดีลัง อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี ที่ดำเนินกิจการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อจัดจำหน่าย โดยมีวิธีการเพาะปลูกข้าวโพดแล้วหักฝักข้าวโพด หลังจากนั้นนำมาปอกเปลือกข้าวโพด ปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพด ซึ่งการใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพด มีค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนที่สูง อีกทั้งยังใช้เวลาในการปอกเปลือกข้าวโพดนาน โดยที่การใช้แรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพด จะสามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้เพียง 5 ฝัก/นาที ซึ่งในการปอกเปลือกข้าวโพดต้องใช้ความชำนาญและทักษะในการปอกเปลือกข้าวโพด ทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น

3.2 การวิเคราะห์และการกำหนดการออกแบบ

3.2.1 ขอบเขตของลักษณะการทำงานของเครื่องที่ออกแบบ

(1) เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง มีมิติโดยรวมที่ ความกว้าง x ความยาว x ความสูง โดยประมาณ 500 x 1,750 x 1,200 มิลลิเมตร ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ชุดโครงเครื่อง ชุดถังใส่ฝักข้าวโพด ชุดปอกเปลือก ชุดรองรับข้าวโพด ชุดต้นกำลัง ชุดส่งกำลัง ชุดควบคุมการทำงาน

(2) ชุดโครงเครื่องมีขนาดที่เหมาะสม ทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน

(3) ชุดถังใส่ข้าวโพดสามารถใส่ข้าวโพดได้ครั้งละไม่เกิน 10 กิโลกรัม

(4) ชุดปอกเปลือกสามารถปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(5) ชุดรองรับข้าวโพด ทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง เพื่อใช้รองรับข้าวโพดหลังจากปอกเปลือกข้าวโพดเสร็จแล้ว

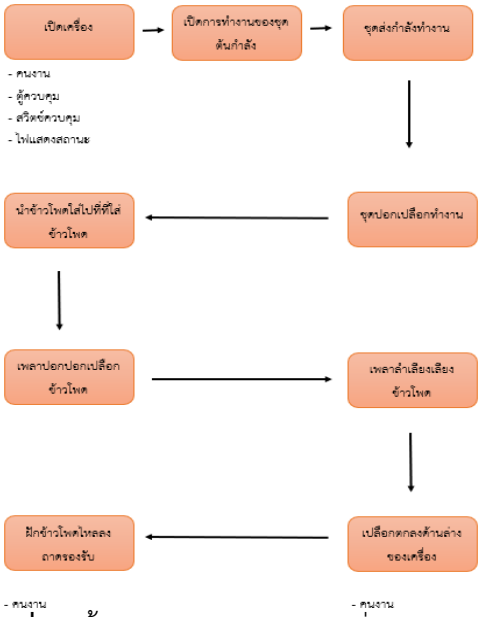
(6) ชุดต้นกำลัง สามารถส่งกำลังเพียงพอต่อการใช้งาน มีความต่อเนื่องและเพียงพอต่อการส่งกำลัง

(7) ชุดส่งกำลัง มีขนาดที่เหมาะสมทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรงทนทาน สามารถรับแรงส่งแรงผ่านจากต้นกำลังได้อย่างเหมาะสม

(8) ชุดควบคุมการทำงาน ใช้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐานและมีความปลอดภัย

(9) สามารถปอกเปลือกข้าวโพดที่มีความชื้นระหว่าง 20-25%

(10) สามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้จำนวน 10 ฝักต่อนาที



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

3.2.2 กระบวนการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

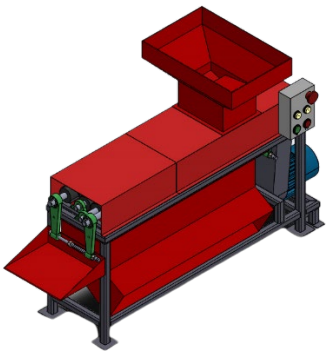
แผนผังขั้นตอนการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

3.2.3 แนวคิดการออกแบบ

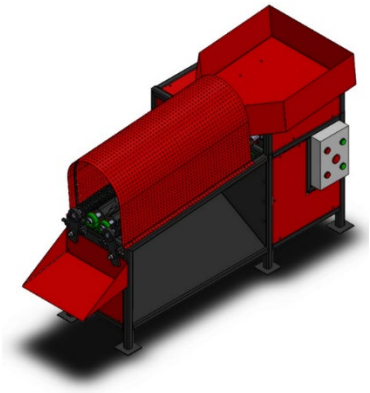
คณะผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิดในการออกแบบเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง ออกเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

แนวความคิดที่ 1 ใช้หลักการทำงาน เริ่มจากการใส่ข้าวโพดลงในชุดถังใส่ข้าวโพดโดยชุดถังใส่ข้าวโพดจะมีองศาการเอียงอยู่ 2 ขั้น ข้าวโพดจะไหลลงตามขั้นแล้วไหลลงไปสู่เพลาลำเลียงและข้าวโพดจะถูกลำเลียงขนานไปกับเพลาเพื่อให้เพลาปอกดึงเปลือกข้าวโพดออกเปลือกข้าวโพดที่ถูกดึงออกจะตกลงสู่ถาดรองรับเปลือกข้าวโพดที่อยู่ด้านล่างส่วนฝักข้าวโพดจะถูกลำเลียงไปด้านหน้าเครื่องแล้วตกลงสู่ชุดรองรับข้าวโพด แสดงดังภาพที่ 2

แนวความคิดที่ 2 ใช้หลักการทำงาน เริ่มจากการใส่ข้าวโพดลงในชุดถังใส่ข้าวโพดโดยชุดถังใส่ข้าวโพดจะมีองศาการเอียง 1 ขั้น เพื่อให้ข้าวโพดไหลลงเพลาลำเลียงได้อย่างราบรื่นโดยข้าวโพดจะขนานไปกับเพลาเพื่อให้เพลาปอกดึงเปลือกข้าวโพดออกตัวเพลาปอกเปลือกและเพลาลำเลียงมีความลาดเอียงทำให้ลำเลียงข้าวโพดไปที่ชุดรองรับได้ไวเปลือกข้าวโพดที่ถูกดึงออกจะตกลงสู่ถาดรองรับเปลือกข้าวโพด ถาดรองรับเปลือกข้าวโพดจะออกแบบให้เปิดโล่งเพื่อให้ระบายเปลือกออกได้ดี ส่วนฝักข้าวโพดที่ถูกปอกเปลือกออกแล้วจะถูกลำเลียงไปด้านหน้าเครื่องและตกลงสู่ชุดรองรับข้าวโพด แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งตามแนวคิดที่ 1



ภาพที่ 3 เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งตามแนวคิดที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบแนวความคิดที่ 1 และ 2

เครื่องปอกเปลือกข้าวโพด	ข้อดี	ข้อเสีย
แนวคิดที่ 1	○ โครงสร้างแข็งแรง ○ ปอกเปลือกข้าวโพดได้อย่างรวดเร็ว ○ ซ่อมบำรุงง่าย	○ ข้าวโพดติดขัดที่ชุดถังใส่ข้าวโพด ○ ชุดถังใส่ข้าวโพดมีความสูงเกินไปทำให้ใส่ข้าวโพดได้ลำบาก ○ ชุดครอบเพลามีระยะที่ต่ำเกินไปทำให้ข้าวโพดติด ○ ชุดระบายเปลือกมีความแคบทำให้เปลือกระบายออกได้ยาก
แนวคิดที่ 2	○ ขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อน ○ ประหยัดพื้นที่ในการใช้งาน ○ ปอกเปลือกข้าวโพดได้รวดเร็ว ○ ปอกเปลือกข้าวโพดได้อย่างต่อเนื่อง ○ ประหยัดวัสดุในการขึ้นรูป ○ ซ่อมบำรุงง่าย	○ ชุดครอบเพลามีรูถี่ทำให้เกิดฝุ่นละอองมากกว่า

3.2.4 การสร้างตารางกำหนดคะแนนเพื่อใช้ในการออกแบบ

ในการสร้างตารางเพื่อกำหนดคะแนนนั้น จะอ้างอิงจากแผนผังขั้นตอนการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง โดยกำหนดกลไกขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายในการออกแบบโดยใช้คุณสมบัติของกลไกเป็นตัวกำหนดหัวข้อการให้คะแนน ซึ่งจะบ่งบอกถึงความสามารถและความเหมาะสมของกลไกนั้นๆ โดยแต่ละช่องคุณสมบัติ (ประกอบด้วย ความปลอดภัย การใช้งาน ราคา และการบำรุงรักษา) จะมีการประเมินคะแนนต่างกัน และมีการถ่วงค่าน้ำหนักให้แก่แต่ละคุณสมบัติ เมื่อมีการคำนวณคะแนนรวมที่มีการปรับค่าน้ำหนักความสำคัญแล้ว กลไกที่ได้คะแนนมากที่สุดจะนำไปเป็นแนวคิดที่ 1 แล้วกลไกลที่ลองลงมาจะใช้เป็นแนวคิดที่ 2

ผลการให้คะแนนลักษณะการทำงานของกลไกการทำงานต่างๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

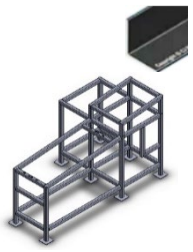
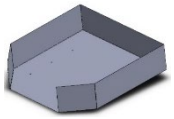
ตารางที่ 2 ผลการให้คะแนน

กลไกการทำงาน	ลักษณะการทำงาน	คะแนนรวม
รูปแบบของปุ่มควบคุม	1. สวิตช์ปุ่มกด	63
	2. สวิตช์แบบเลือก	55
	3. สวิตช์แบบก้านยาว	51
ชุดควบคุมการทำงาน	1. ตู้ควบคุมปุ่มกด	57
	2. ตู้ควบคุมแบบ Touch Screen	65
	3. ตู้ควบคุมแบบผสม	52
ชุดต้นกำลัง	1. มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส	58
	2. มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส	65
ชุดส่งกำลัง (สายพาน)	1. สายพานร่องวี	60
	2. สายพานแบน	52
	3. สายพานไทม์มิ่ง	65
ชุดส่งกำลัง (เฟือง)	1. เฟืองตรง	70
	2. เฟืองเฉียง	61
	3. เฟืองก้างปลา	62
ชุดส่งกำลัง (พู่เลย์)	1. Standard Pulley	70
	2. Step Pulley	57
	3. Poly Multi Ribbed Belt Pulley	62

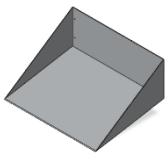
3.2.5 การกำหนดรูปทรง การเลือกใช้กลไกและอุปกรณ์

จากผลกาให้คะแนนในหัวข้อที่ 3.2.4 นั้น คณะผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาการกำหนดรูปร่างหรือรูปทรงของชิ้นส่วน โดยเลือกใช้วัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนรวมไปถึงการใช้ระบบกลไกและตลอดจนอุปกรณ์ที่สำคัญและเกี่ยวข้องในการกำหนดเพื่อออกแบบและสร้าง เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

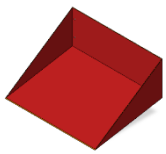
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ

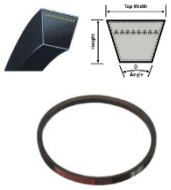
ชุดโครงเครื่อง	ข้อดี	ข้อเสีย
 แนวความคิดที่ 1 โครงสร้างเหล็กฉาก	- มีความแข็งแรงทนทาน - สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี - รับแรงสั่นสะเทือนได้ดี	- สามารถเกิดสนิมได้ง่าย - มีลักษณะที่บาง - เชื่อมประกอบได้ยาก
แนวความคิดที่ 2 โครงสร้างเหล็กกล่อง	- มีความแข็งแรงทนทาน - สามารถรองรับน้ำหนักและ ถ่ายเทน้ำหนักได้ดี - เชื่อมประกอบได้ง่าย - ตัดเฉือนขึ้นรูปได้ง่าย - รูปทรงมีความสวยงาม	- สามารถเกิดสนิมภายในโครงสร้างของเหล็กได้ - เกิดการเสียรูปทรงได้ง่าย
ชุดถังใส่ฝักข้าวโพด	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
 แนวความคิดที่ 1 Stainless Steel	- ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี - มีความยืดตัวสูง	- มีราคาสูง

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ(ต่อ)

แนวความคิดที่ 2 Steel Plate Painting	- ราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย - มีคุณสมบัติในการเชื่อมที่ดี	- เกิดสนิมได้ง่ายกว่า
ชุดปอกเปลือก (เพลา)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
แนวความคิดที่ 1 Stainless Steel	- ผิวมันวาวสวยงาม - มีคุณสมบัติในการป้องกันสนิมที่ดี	- มีราคาสูง
แนวความคิดที่ 2 เหล็ก	- มีราคาถูก - สามารถรองรับน้ำหนักและ ถ่ายเทน้ำหนักได้ดี	- สามารถเกิดสนิมได้ง่าย
ชุดปอกเปลือก (ชุดรองรับเพลาปอก)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
แนวความคิดที่ 1 ชุดรองรับเหล็กหล่อ	- รับแรงสั่นสะเทือนได้ดี - ทนทานต่อการสึกหรอ	- มีราคาสูง
แนวความคิดที่ 2 ชุดรองรับเหล็ก St 37	- ราคาถูกกว่า - มีคุณสมบัติในการเชื่อมที่ดี - ขึ้นรูปได้ง่าย - สามารถทนแรงดึงได้ดี	-รับแรงสั่นสะเทือนได้น้อย
ชุดปอกเปลือก (อุปกรณ์ปอกเปลือก)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
แนวความคิดที่ 1 เหล็ก	- มีความเข็งแรง ทนทาน - ทนต่อการสึกหรอ	- มีกระบวนการผลิตที่ยาก - มีราคาสูง - เกิดสนิมได้ง่าย - มีน้ำหนักมาก
แนวความคิดที่ 2 ยาง	- มีน้ำหนักเบา - ขึ้นรูปได้ง่าย - ไม่เกิดสนิม	- เกิดการสึกหรอง่ายกว่า - ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
ชุดปอกเปลือก (อุปกรณ์ลำเลียง)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
แนวความคิดที่ 1 เหล็ก	- มีความเข็งแรง ทนทาน - ทนต่อการสึกหรอ	- มีกระบวนการผลิตที่ยาก - มีราคาสูง - เกิดสนิมได้ง่าย - มีน้ำหนักมาก
แนวความคิดที่ 2 ยาง	- มีน้ำหนักเบา - ขึ้นรูปได้ง่าย - ไม่เกิดสนิม	- เกิดการสึกหรอง่ายกว่า - ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
ชุดรองรับข้าวโพด	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
 แนวความคิดที่ 1 Stainless Steel	- มีคุณสมบัติในการป้องกันสนิมที่ดี - มีความยืดตัวสูง	- มีราคาสูง

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ(ต่อ)

 แนวความคิดที่ 2 Steel Plate Painting	- ราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย - มีคุณสมบัติในการเชื่อมที่ดี	- เกิดสนิมได้ง่ายกว่า
ชุดต้นกำลัง	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
 แนวความคิดที่ 1 มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส	- การทำงานคงที่ - กระแสไฟฟ้ามากกว่า	- ใช้ไฟแรงดัน 380 โวลต์
 แนวความคิดที่ 2 มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส	- กะทัดรัดประกอบได้ง่าย - หาซื้อได้ง่าย - ใช้ไฟ 220 โวลต์ ที่ใช้กันทั่วไป	- กินไฟมากกว่าเมื่อเทียบกับขนาดที่เท่ากันกับมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส
ชุดส่งกำลัง (เฟือง)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
 แนวความคิดที่ 1 เหล็กหล่อ	- การหดตัวต่ำ -รับแรงสั่นสะเทือน ได้ดี	- แข็งแต่เปาะทำให้แตกง่าย
 แนวความคิดที่ 2 เหล็กเหนียว	- มีความเหนียวสูง - มีความแข็งแรงสูง - ความต้านทานแรงดึงได้ดี	

ชุดส่งกำลัง (สายพาน)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
 แนวความคิดที่ 1 สายพานไทม์มิ่ง	- สามารถงอตัวได้ดี - มีการเสริมลวดเหล็กจึงมีความแข็งแรงมาก - ป้องกันการลื่นไหล	- เนื่องจากท้องสายพานสัมผัสกับตัวพู่เลย์จึงทำให้เกิดแรงเสียดทาน - ราคาแพง
 แนวความคิดที่ 2 สายพานร่องวี	- มีความยืดหยุ่น - ต้านทานแรงเสียดทาน - ราคาถูก - กระจายแรงได้สม่ำเสมอและทั่วถึง - มีโครงสร้างที่เรียบง่ายมีความเสถียรในการส่งกำลัง	- หากตั้งสายพานตึงเกินไปสายพานร่องวีจะขัดสีกับร่องของพู่เลย์ส่งผลให้ร่องของพู่เลย์เกิดการสึกหรอไวกว่าปกติ
ชุดส่งกำลัง (พู่เลย์)	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
 แนวความคิดที่ 1 Stainless Steel	- ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี - มีความยืดตัวสูง	- มีราคาสูง
 แนวความคิดที่ 2 เหล็กหล่อ	- การหดตัวต่ำ - ความต้านทานแรงดึงได้ดี	- แข็งแต่เปาะทำให้แตกง่าย

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ(ต่อ)

ชุดควบคุมการทำงาน	ข้อดี	ข้อเสีย
แนวความคิดที่ 1 ตู้ควบคุมแบบทัชสกรีน	- มีความยืดหยุ่นสูงในการควบคุมระบบต่าง ๆ ได้รวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน - ดีไซน์สวยทันสมัย	- เกินความจำเป็นกับลักษณะงานที่ใช้ - ราคาสูง
แนวความคิดที่ 2 ตู้ควบคุมแบบปุ่มกด	- ประกอบง่าย - ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน - ราคาถูก	- อาจจะต้องมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนปุ่มกดบ่อยจากการใช้งาน

คณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการออกแบบทั้ง 2 แนวความคิดดังตารางที่ 1 - ตารางที่ 3 ทำให้ได้ข้อสรุปว่าจะดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งตามแนวคิดที่ 2 คือ ใช้เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฟักแห้งที่ชุดถังใส่ข้าวโพดที่มีการเอียงที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ข้าวโพดไหลลงได้ง่ายและไม่เกิดการติดขัด

3.2.6 การแสดงคุณลักษณะของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง คณะผู้วิจัยได้พิจารณาและกำหนดกรอบคุณลักษณะที่เป็นส่วนหลักของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง เพื่อใช้สำหรับการออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง โดยสรุปไว้ในตารางที่ 4 ว่าสิ่งใดต้องมีและสิ่งใดควรจะมี ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 สรุปคุณลักษณะต่างๆ ที่สำคัญ เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่อง

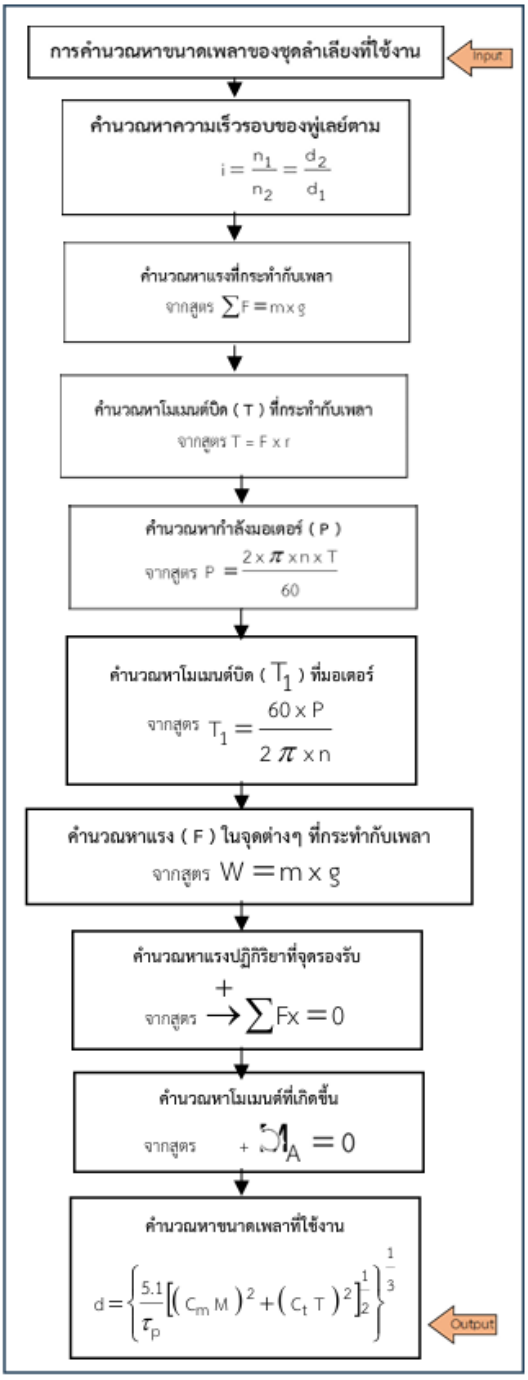
การเปรียบเทียบความจำเป็นในการทำโครงงาน		ความจำเป็น	
สิ่งที่ควรคำนึง	**คุณลักษณะ**	**สิ่งที่ต้องมี**	**สิ่งที่ควรมี**
1. หน้าที่	- สามารถปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งได้	✓	
2. ความสามารถ	- ปอกเปลือกข้าวโพดได้ 10 ฝัก/นาที	✓	
	- เปลือกข้าวโพดสามารถไหลออกง่าย	✓	
	- มีชุดรองรับฝักข้าวโพด		✓
3. คุณสมบัติของเครื่อง	- มีขนาดเครื่องที่เหมาะสม		✓
	- มีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก	✓	
	- ดูแลทำความสะอาดได้ง่าย	✓	
	- โครงสร้างแข็งแรงรับน้ำหนักได้	✓	
4. กระบวนการทำงาน	- ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน	✓	
	- ใช้เฟืองส่งกำลังจากพู่เลย์สู่เพลา	✓	
5. การเคลื่อนย้าย	- เคลื่อนย้ายได้ง่าย		✓
6. รูปร่างของเครื่อง	- มีขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง ประมาณ 500 x 1,750 x 1,200 มิลลิเมตร	✓	

3.3 การคำนวณหาขนาดของวัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

ผู้วิจัยได้พิจารณาและกำหนดขอบเขตสำหรับการคำนวณหาขนาดของวัสดุที่ใช้ทำชุด

อุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในการสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง ดังนี้

3.3.1 การคำนวณหาขนาดเพลาของชุดลำเลียง



ภาพที่ 4 การคำนวณหาขนาดเพลาของชุดลำเลียง

(1) คำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา

$$d = \left\{ \frac{5.1}{\tau_p} \left[\left(C_m M \right)^2 + \left(C_t T \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

โดยที่ D = ความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเพลา (mm)

T_p = ความเค้นเฉือน (N.m)

M = โมเมนต์ดัด (N.m)

C_m = ตัวประกอบความล้าต่อเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

เพลางานที่รับภาระเป็นเพลาที่มีภาระสม่ำเสมอ เลือกใช้ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด (C_m) และเลือกใช้ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด (C_t) ดังนี้

C_m = 1.5

C_t = 1

เพลาที่มีลิ่มและกลึงตกบ่า ค่าความเค้นจะเหลือแค่ 75 เปอร์เซ็นต์

เมื่อใช้วัสดุ St 37 มีค่าต่างๆ ดังนี้

σ_y = 300 MPa

T_p = (0.3) σ_y x 75%

T_p = (0.3)(300)(0.75) = 67.5 MPa

ดังนั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาคือ

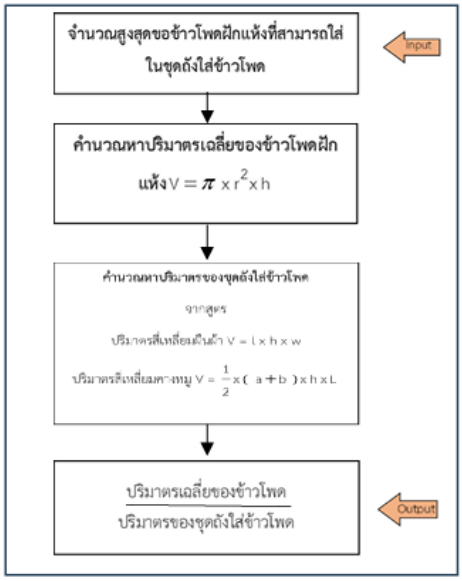
$$d = \left\{ \frac{5.1}{67.5 \times 10^6} \left[(1.5 \times 74.104)^2 + (1 \times 12.147)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0.020 \times 1000 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

จากการคำนวณข้างต้นเพลาส่งกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 20 มิลลิเมตร แต่เลือกใช้เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร เนื่องจากยางปอกเปลือกข้าวโพดมีขนาดมาตรฐานเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 30 มิลลิเมตร

3.3.2 การคำนวณหาปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดด้านท้าย



ภาพที่ 5 การคำนวณหาปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดด้านท้าย

(1) การคำนวณหาปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดด้านท้าย

$$V_1 = l \times h \times w \qquad (2)$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรชุดถังใส่ข้าวโพดที่ออกแบบ (cm^3)

l คือ ความยาวของชุดถังใส่ข้าวโพด ที่ออกแบบ = 60 cm

h คือ ความสูงของชุดถังใส่ข้าวโพดที่ออกแบบ = 20 cm

w คือ ความกว้างของชุดถังใส่ข้าวโพดที่ออกแบบ = 65 cm

ดังนั้น

$$V_1 = 60 \times 20 \times 35$$

$$V_1 = 42{,}000\ cm^3$$

∴ ปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดด้านท้าย คือ 42,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(2) การคำนวณหาปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดด้านหน้า

$$V_2 = \frac{1}{2} \times (a + b) \times h \times L \qquad (3)$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรชุดถังใส่ข้าวโพดที่ออกแบบ (cm^3)

L คือ ความยาวของชุดถังใส่ข้าวโพดที่ออกแบบ = 15 cm

h คือ ความสูงของชุดถังใส่ข้าวโพดที่ออกแบบ = 20 cm

a คือ ด้านคู่ขนานเส้นที่ยาว = 65 cm

b คือ ด้านคู่ขนานเส้นที่สั้น = 35 cm

ดังนั้น $V_2 = \frac{1}{2} \times (60 + 35) \times 15 \times 20$

$$= 14{,}250$$

∴ ปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดด้านหน้า 14,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(3) ปริมาตรของชุดถังใส่ข้าวโพดรวมกัน

$$V_{tray} = V_1 + V_2 \qquad (4)$$

$$V_{tray} = 42{,}000 + 14{,}250$$

$$= 56{,}250\ cm^3$$

(4) คำนวณจำนวนสูงสุดของข้าวโพดฝักแห้งที่สามารถใส่ในชุดถังใส่ข้าวโพด

จำนวนสูงสุดของข้าวโพดฝักแห้ง

$$= \frac{56250 CM^3}{589.048\ CM^3} = 95.49 \approx 95$$

∴ จำนวนสูงสุดของข้าวโพดฝักแห้งที่สามารถใส่ในชุดถังใส่ข้าวโพดได้ประมาณ 95 ฝัก

3.4 การประเมินสมรรถนะแบบทางเลือก

การประเมินสมรรถนะแบบทางเลือกและจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยสำคัญสำหรับซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ CAD/CAM (Prasad K. and Chakraborty S.) เพื่อค้นหาจุดในการปรับปรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงของแต่ละชิ้นส่วน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้ใช้การวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมเพื่อตรวจสอบจุดอ่อนของโครงสร้างเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 6 ซึ่งจากผลการประเมินพบว่า เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมามีความแข็งแรงเพียงพอต่อการรับแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง โดยไม่ทำให้ชิ้นส่วนใดของเครื่องเกิดความเสียรูปได้

ลักษณะโครงสร้างที่ปลอดภัยมากที่สุด

ลักษณะโครงสร้างที่ปลอดภัยมาก

ลักษณะโครงสร้างที่ปลอดภัยปานกลาง

ลักษณะโครงสร้างที่ปลอดภัยน้อยที่สุด

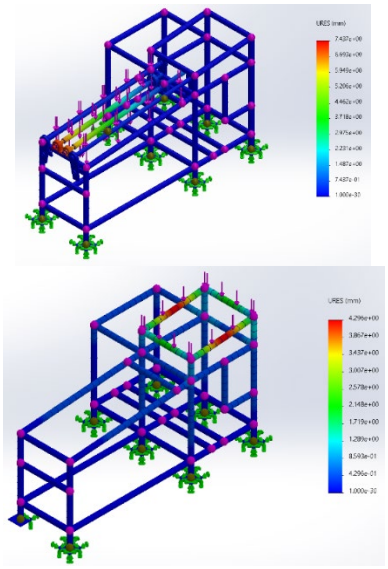
สูตรการหาหน่วยแรงดึงที่จุดคราก (Yield Strength)

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A} \quad (5)$$

โดยที่ σ_y คือหน่วยแรงดึงที่จุดคราก (ksc)

P_y คือแรงดึงที่จุดคราก (kg)

A คือพื้นที่หน้าตัดก่อนกาทดสอบ (cm^2)



ภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่า Maximum Elastic Strain โครงฐานเครื่องเพลาชุดปอกเปลือก

4. ผลการศึกษา

4.1 วิธีการทดสอบเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

4.1.1 วัตถุประสงค์ในการทดสอบ

- เพื่อทดสอบว่าสามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้จำนวน 10 ฝักต่อ 1 นาที
- เพื่อทดสอบว่าชุดถังใส่ฝักข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ 10 กิโลกรัม
- เพื่อทดสอบว่าชุดรองรับสามารถรองรับข้าวโพดได้
- เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่องต่างๆ และนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.1.2 เงื่อนไขการทดสอบเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

- ข้าวโพดฝักแห้งที่นำมาปอกต้องเป็นข้าวโพดพันธุ์ดีคาล์บ 9979C
- ข้าวโพดที่นำมาปอกเปลือกต้องเป็นข้าวโพดที่มีขนาดความโตตั้งแต่ 3.5-5 เซนติเมตร
- ข้าวโพดที่นำมาปอกเปลือกต้องเป็นข้าวโพดที่หักออกจากต้นแล้ว
- ข้าวโพดที่นำมาปอกเปลือกต้องเป็นข้าวโพดที่มีความชื้นตั้งแต่ 20-25%

4.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ

- เตรียมข้าวโพดที่จะทำการปอกเปลือก
- เตรียมอุปกรณ์สำหรับใส่ข้าวโพดที่ปอกเปลือกเสร็จแล้ว
- เสียบปลั๊กเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง
- เปิด Emergency สวิตช์ของเครื่อง
- ป้อนข้าวโพดลงในชุดถังใส่ฝักข้าวโพด
- กดปุ่มเริ่มการทำงานของเครื่อง
- เมื่อปอกเปลือกข้าวโพดเสร็จสิ้นแล้ว กดปุ่มหยุดการทำงานของเครื่อง
- ปิด Emergency สวิตช์
- ถอดปลั๊กเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

ภาพที่ 7 เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

4.1.4 การทดสอบ

การทดสอบครั้งที่ 1 พบปัญหาคือข้าวโพดไม่ลำเลียง เนื่องจากเพลาปอกและเพลาลำเลียงมีความขนานกับพื้นทำให้ข้าวโพดไม่ลำเลียง คณะผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการปรับเพลาปอกและเพลาลำเลียง ให้มีความลาดเลียงมากขึ้นเพื่อให้ลำเลียงข้าวโพดได้ 10 ฝักต่อ 1 นาที

การทดสอบครั้งที่ 2 การทดสอบชุดถังใส่ฝักข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ 10 กิโลกรัม คณะผู้วิจัยได้นำข้าวโพด 10 กิโลกรัม มาทดลองใส่ชุดถังใส่ฝักข้าวโพดเพื่อทดสอบว่าชุดถังใส่ฝักข้าวโพด สามารถรองรับข้าวโพดได้ 10 กิโลกรัม โดยไม่เกิดการชำรุดเสียหาย

การทดสอบครั้งที่ 3 การทดสอบชุดรองรับข้าวโพด ชุดรองรับข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ มีความแข็งแรงและสามารถระบายข้าวโพดออกจากตัวเครื่องได้ดีไม่เกิดการติดขัด

การทดสอบครั้งที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง โดยการทดสอบให้เครื่องสามารถปอกเปลือกข้าวโพด ใน 1 นาที ให้ได้จำนวนข้าวโพดไม่ต่ำกว่า 10 ฝัก

4.1.5 ผลการทดสอบ

สามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 5 ถึงตารางที่ 8

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการปรับความลาดเอียงของเพลาลำเลียง

ผลการทดสอบการปรับความลาดเอียงของเพลาลำเลียง			
การทดสอบครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการลำเลียงข้าวโพด (วินาที)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	48	✓	
2	45	✓	
3	47	✓	
4	50	✓	
5	47	✓	
เฉลี่ย	47.4	✓	

จากตารางที่ 5 พบว่า เมื่อมีการปรับเพลาลำเลียงให้มีความลาดเอียง ทำให้สามารถลำเลียงข้าวโพดได้เฉลี่ย 10 ฝักต่อ 1 นาที เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการทดสอบ คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเท่ากับ 100%

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบชุดถังใส่ข้าวโพด

ผลการทดสอบชุดถังใส่ข้าวโพด		
การทดสอบครั้งที่	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
สรุป	ผ่าน	

จากตารางที่ 6 พบว่า ชุดถังใส่ข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ 10 กิโลกรัม โดยไม่เกิดการชำรุดเสียหาย เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการทดสอบ คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเท่ากับ 100%

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบชุดรองรับข้าวโพด

ผลการทดสอบชุดรองรับข้าวโพด		
การทดสอบครั้งที่	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
สรุป	ผ่าน	

จากตารางที่ 7 พบว่า ชุดรองรับข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ มีความแข็งแรง และสามารถระบายข้าวโพดออกจากตัวเครื่องได้ดี ไม่เกิดการติดขัด เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการทดสอบ คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเท่ากับ 100%

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง					
ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	จำนวน (ฝัก)	ปอกเปลือกข้าวโพด 10 ฝัก / 1นาที		หมายเหตุ
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1	1.00	12	✓		
2	1.00	14	✓		
3	1.00	13	✓		
4	1.00	12	✓		
5	1.00	12	✓		
6	1.00	15	✓		
7	1.00	14	✓		
8	1.00	13	✓		
9	1.00	15	✓		
10	1.00	13	✓		
เฉลี่ย	1.00	14	ผ่าน		

จากตารางที่ 8 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดสามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้ 1 นาที ไม่ต่ำกว่า 10 ฝัก เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการทดสอบ คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเท่ากับ 100%

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง พบว่าเครื่องสามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้ 10 ฝัก ภายในเวลา 1 นาที ชุดถังใส่ฝักข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ 10 กิโลกรัม ชุดรองรับข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ติดขัด และระบายข้าวโพดออกจากตัวเครื่องได้อย่างรวดเร็ว

4.1.6 ผลการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างแรงงานคนกับเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง

แรงงาน 1 คน สามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้เฉลี่ยวันละ 2,400 ฝัก (เวลาทำงานที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน) โดยคิดอัตราค่าแรงขั้นต่ำ วันละ 300 บาทต่อคนต่อวัน

เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง 1 เครื่อง สามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้เฉลี่ยวันละ 4,800 ฝัก (เวลาทำงานที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นกว่าการใช้แรงงาน 1 คน เท่ากับ 2,400 ฝัก หรือผลผลิตเพิ่มขึ้นต่อวันคิดเป็น 100%

เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งสามารถปอกเปลือกข้าวโพดได้เฉลี่ยวันละ 4,800 ฝักต่อ 8 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับแรงงานคนในการปอกเปลือกข้าวโพดสามารถปอกได้ 2,400 ฝักต่อ 8 ชั่วโมง ดังนั้น หากต้องปอกเปลือกข้าวโพดจำนวน 4,800 ฝัก ต้องใช้แรงงานจำนวน 2 คนต่อวัน ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน 600 บาทต่อวัน ซึ่งต้นทุนเพิ่มขึ้นต่อวันคิดเป็น 100%

5. สรุปผลการศึกษา

เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง ที่สร้างขึ้นมานี้สามารถใช้งานได้จริงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง และทำการหาประสิทธิภาพของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดแห้ง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ ชุดโครงเครื่อง ชุดถังใส่ฝักข้าวโพด ชุดปอกเปลือก ชุดรองรับข้าวโพด ชุดต้นกำลัง ชุดส่งกำลัง และชุดควบคุมการทำงาน ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง พบว่า เครื่องปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้ง สามารถปอกเปลือกข้าวโพดฝักแห้งพันธุ์ ดีคาล์บ 9979C ขนาดความโตตั้งแต่ 3.5-5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นข้าวโพดที่หักออกจากต้นแล้วที่มีความชื้นระหว่าง 20-25% ได้จำนวน 10 ฝักต่อ 1 นาที ชุดถังใส่ฝักข้าวโพดสามารถรองรับข้าวโพดได้ 10 กิโลกรัม ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. (2547). *พืชเศรษฐกิจ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภรณ์ ศรีภิญโญวาณิชย์ จงยิ่งเจริญ และเอกพงษ์ ชีวิตโสภณ. (2565). การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกสับปะรดแบบต่อเนื่อง.

วารสาร AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES, 56(5), 979–988

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และเกตุอร ทองเครือ. (2561).*การปลูกข้าวโพด*.เข้าถึงได้จาก http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/corn2.pdf

นศพร ธรรมโชติ และชโลธร ศักดิ์มาศ. (2562). *การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกผลลูกตาลอ่อน*. (รายงานการวิจัย). สงขลา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ปริเยศ สิทธิ. (2564). *การออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์ปอกเปลือกหัวมันสำปะหลัง*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา, สุรพงษ์ ประสิทธิ์วัฒนเสวี และคณะ. (2547). *เอกสารวิชาการ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์"สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.* (พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.