

## บทที่ 4

### ออกแบบพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำเส้นสำหรับการผลิตวุ้นเส้น

#### Design and Development of Vermicelli equipment

เวียง อากรจี	พุทธิชนันท์ จารุวัฒน์	ปรีชา อานันท์รัตนกุล
Weang Arekornchee	Puttinun Jarruwat	Preecha Ananratanakul
นิวัต อารวิล	อนุชา เชาว์โชติ	สุวิมล ถนอมทรัพย์
Niwat Arawin	Anucha Chaochot	Suwimol Thanomsub

จิราลักษ์ณ์ ภูมิไธสง

เชาวนาถ พฤทธิเทพ

Jiraluck Phoomthaisong

Chaowanart Phruetthithep

คำสำคัญ : ถั่วเขียว และ อุปกรณ์ทำเส้นสำหรับการผลิตวุ้นเส้น

**Key words :** Mungbean, Vermicelli equipment

## บทคัดย่อ

ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือการทำเส้นสำหรับการผลิตวุ้นเส้น เนื่องจากการผลิตวุ้นเส้นในภาคเกษตรกรหรือกลุ่มแปรรูปขนาดเล็ก ยังคงใช้เครื่องมือแบบเก่าซึ่งต้องใช้แรงงานที่มีประสบการณ์สูง จึงเป็นปัญหาสำคัญของการผลิตวุ้นเส้น จากการวิจัยได้ออกแบบพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องโรยเส้นวุ้นเส้นขึ้น โดยพัฒนามาจากเครื่องโรยเส้นขนมจีน โดยตัวเครื่องโรยเส้นประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ เกียร์ปัมในการสร้างแรงดัน มอเตอร์ต้นกำลัง 1 แรงม้า และหัวโรยเส้นในการกำหนดขนาดของเส้น จากการทดสอบเครื่องผลิตวุ้นเส้น พบว่ามีอัตราการผลิตวุ้นเส้นอยู่ที่ประมาณ 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คุณภาพของเส้นใกล้เคียงกับการใช้คนโรยแบบเดิม แต่ยังมีปัญหาเรื่องความต่อเนื่องของเส้นไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร จึงควรมีการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

## Abstract

The research is aimed to design and develop a better vermicelli machine. A household vermicelli machine currently used by famers is using low technology equipment and depends highly on experience of worker. To develop the better vermicelli machine, the vermicelli processing has been researched and the machine has been re-designed. The new vermicelli machine originally developed from a noodle machine consists of two important parts; a gear pump and vermicelli extruder. The gear pump creating pressure is powered by a one horsepower electric motor. The testing result shows that rate of producing vermicelli is 50 kilograms per hour, and the product has as good quality as those produced by using the conventional method. However, the vermicelli extruder could not to work continuously, and it needs to be further studied and modified to yield a better performance.

## บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัยถั่วเขียวเป็นพืชที่มีศักยภาพการผลิตสูง ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการนำไปแปรรูปเพิ่มมากขึ้น เช่น เพาะถั่วออก วุ้นเส้น แป้งถั่วเขียว และขนมหวานต่าง ๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนอกจากใช้ภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศได้เป็นจำนวนมาก ทำให้การส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ความต้องการถั่วเขียวในตลาดโลกมีปีละประมาณ 3 ล้านตัน แต่ปริมาณผลผลิตก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ประเทศไทยจัดเป็น 1 ใน 6 ประเทศผู้ผลิตและส่งออกรายใหญ่ และศักยภาพของถั่วเขียวไทยในตลาดโลก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คาดคะเนถั่วเขียว ปี 2550/51 เมื่อเดือนพฤษภาคม 2550 ว่ามีพื้นที่เพาะปลูก 1.021 ล้านไร่ ผลผลิต 0.116 ล้านตัน และผลผลิตต่อไร่ 114 กิโลกรัม เทียบกับปี 2549/50 ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก 1.019 ล้านไร่ ผลผลิต 0.112 ล้านตัน และผลผลิตต่อไร่ 112 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 3.57 และ 1.79 ตามลำดับ การปลูกถั่วเขียว มักใช้เป็นพืชเสริมในระบบการปลูกข้าว และข้าวโพด โดยจะแยกเป็นถั่วเขียวผิวมันและถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเขียวผิวมันจะปลูกได้ทั้งต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และในฤดูแล้งสำหรับในประเทศไทย ถั่วเขียวผิวมันสามารถปลูกได้ในทุกภาค ภาคเหนือ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ เพชรบูรณ์ สุโขทัย นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร น่าน พิษณุโลก พิจิตร ตาก อุตรดิตถ์ ภาคกลาง แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ ลพบุรี สระบุรี ชัยนาท อ่างทอง สิงห์บุรี และอยุธยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น เลย อุตรธานี และภาคใต้ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนถั่วเขียวผิวดำจะปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง ซึ่งปลูกพร้อมกับถั่วเขียวผิวมันรุ่นปลายฤดูฝน แต่ถั่วเขียวผิวดำมีความทนทานต่อความแห้งแล้งมากกว่าถั่วเขียวผิวมัน แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ สุโขทัย เพชรบูรณ์ ตาก พิจิตร พิษณุโลก กำแพงเพชร น่าน และลพบุรี ปัจจุบันยังขาดเทคโนโลยีในการผลิตและแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของถั่วเขียวอยู่อีกมาก เช่น อุปกรณ์ในการแปรรูปถั่วเขียวเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น ซึ่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวุ้นเส้นประกอบด้วยเครื่องกะเทาะถั่วชิก เครื่องบด/โม่พร้อมชิ้นส่วนอุปกรณ์การกรองและแยกกาก เครื่องแยกแป้งแรงเหวี่ยง เครื่องนวดแป้ง เตาร้อนภาชนะหุงต้ม เครื่องโรยเส้น และเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องสำหรับการแปรรูปถั่วเขียว และผลพลอยได้เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งจากสำรวจและการตรวจเอกสารพบว่าการทำแป้งถั่วเขียว และวุ้นเส้นจากถั่วเขียวนั้นอยู่ในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ใช้เครื่องจักรนำเข้าที่มีราคาแพง ส่วนระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน หรือกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกรมีจำนวนน้อย เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องที่พัฒนาในอดีต บางเครื่องยังคงมีลักษณะคล้ายเครื่องต้นแบบยังไม่ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม และยังขาดเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิตอีกหลายขั้นตอน ทำให้ขบวนการผลิตทำได้ยาก ต้องใช้แรงงานที่มีประสบการณ์จำนวนมาก ทำให้ต้นทุนการผลิต

สูง จึงไม่ได้รับความสนใจที่จะทำการผลิตเชิงพาณิชย์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตด้วยการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเขียว ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตในระดับเกษตรกร อุตสาหกรรม ครัวเรือน หรือกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกร การวิจัยพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพ สูงขึ้น การจัดหาอุปกรณ์หรือพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้ขบวนการผลิตมีความสมบูรณ์ ลดขั้นตอนการ ดำเนินงาน ลดแรงงาน โดยเฉพาะแรงงานที่ต้องมีทักษะและประสบการณ์ในการผลิต จะทำให้การแปรรูป ผลผลิตถั่วเขียวเป็นผลิตภัณฑ์แป้ง และวุ้นเส้นได้รับความสนใจ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกร และผู้สนใจให้มีรายได้มากขึ้น ตลอดจนเป็นการแก้ปัญหาการค้าตกต่ำจากการขายเป็นเมล็ดโดยตรง ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตในระดับเกษตรกร อุตสาหกรรมครัวเรือน หรือกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกร จึงควรมีการวิจัยพัฒนา เครื่องมือและอุปกรณ์แปรรูปถั่วเขียวเพื่อผลิตแป้งถั่วเขียว และ ผลิตภัณฑ์วุ้นเส้นที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

### การทบทวนวรรณกรรม

กลุ่มงานวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินการวิจัย และออกแบบเครื่องมือแปรรูปถั่วเขียวขนาดเล็กในระดับเกษตรกร ตามแนวพระราชดำริของ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยเน้นการผลิตแป้งและโปรตีนถั่วเขียว วุ้นเส้น และซีอิ๊วจากโปรตีนถั่วเขียว และได้เผยแพร่เครื่องมือแปรรูปและเทคโนโลยีการแปรรูปให้กับศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน จังหวัดสกลนคร ศูนย์ศึกษาพัฒนาพิบูลทอง จังหวัด นครราชสีมา และศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จังหวัดชัยนาท และถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการแปรรูปถั่วเขียวให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ (ศรีวิชัย และคณะ, 2532)

ศิริชัย, 2535 ได้ดำเนินการวิจัยออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องมือแปรรูปถั่วเขียว 6 ชนิด ได้แก่ เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วเขียว เครื่องโม่และกรองแยกกาก เครื่องแยกแป้งแรงเหวี่ยง เครื่องผสมแป้ง เครื่องโรยวุ้นเส้น และเครื่องกรองซีอิ๊ว เพื่อใช้ในการผลิตแป้งถั่วเขียว โปรตีนถั่วเขียว วุ้นเส้นจากแป้ง ถั่วเขียว ซีอิ๊วหมักจากโปรตีนถั่วเขียวตามลำดับ นอกจากนี้ ยังได้วิจัยเทคนิคและวิธีการผลิตวุ้นเส้นและ ซีอิ๊วหมักจากโปรตีนถั่วเขียวให้มีคุณภาพ จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนพบว่า ในการแปรรูป ถั่วเขียว จำนวน 100 กิโลกรัมต่อวัน ลงทุน 319,000 บาท จะคุ้มทุนภายใน 9 เดือน และได้กำไรมากกว่า เงินลงทุน 112 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยนี้ได้เผยแพร่ให้โครงการส่วนพระองค์ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน จังหวัดสกลนคร ศูนย์ศึกษาพัฒนาพิบูลทอง จังหวัดนครราชสีมา และศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จังหวัดชัยนาท โดยได้สร้างเครื่องมือดังกล่าว พร้อมอบรมวิธีการแปรรูปถั่วเขียวให้เจ้าหน้าที่ของศูนย์ฯ ดำเนินการเอง และได้เผยแพร่งานการใช้เครื่องสีข้าวเกษตร ๖๐-๑ สีถั่วเขียวให้เป็นถั่วชิก สามารถสีแยกเปลือกและจุ่มก ถั่วเขียวออกจากเนื้อถั่วเขียว และทำให้ถั่วแตกเป็นสองซีก ด้วยชุดลูกหินกะเทาะ 2 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ลูกหินและแท่งยาง มีพัดลมดูดเปลือกและจุ่มกถั่วเขียวออกไป ถั่วชิกจะถูกคัดขนาดโดยตะแกรงร่อนเป็น 3 ขนาด คือ เต็มเมล็ด เมล็ดแตกใหญ่ และเมล็ดแตกเล็ก ก่อนกะเทาะเปลือกถั่วเขียวต้องปรับสภาพ

เปลือกถั่วเขียวให้สามารถหลุดออกง่าย โดยแช่ถั่วเขียวในน้ำ นาน ๑ ชั่วโมงแล้วตากแดด ๑ วัน จึงนำมา  
กะเทาะเปลือก เกษตรกรสามารถกะเทาะเปลือกโดยใช้เครื่องมือ โดยตั้งระยะห่างของหิน โมให้พอเหมาะ  
ที่จะกะเทาะถั่วแตกเป็นสองซีก นำถั่วซีกไปแช่ในน้ำให้เปลือกลอยขึ้นมาแล้วแยกเปลือกออก วิธีนี้จะช้า  
เนื่องจากต้องเสียเวลาในการแยกเปลือก

## ระเบียบวิธีการวิจัย

### อุปกรณ์

1. เครื่องมืออุปกรณ์ ที่ใช้ในการนวดแป้งถั่วเขียวก่อนการโรยเส้น
2. เครื่องวัดความเร็วรอบ
3. นาฬิกาจับเวลา
4. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. เครื่องร่อนแป้งแบบตะแกรงกลมโดยการสั่น
7. วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ เช่น เหล็กสแตนเลสชนิดและขนาดต่างๆ ลูกปัด  
ตุ๊กตา มู่เล่ย์ สายพาน ฯลฯ
8. วัสดุทดลอง แป้งถั่วเขียว

### วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำเส้นสำหรับผลิตวุ้นเส้นที่มี  
ใช้ยูเคิม
2. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีใช้ยูเคิม เก็บข้อมูล โดยร่วมทดสอบเก็บ  
ข้อมูลจากการปฏิบัติงานการทำวุ้นเส้น ของเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญงาน ศูนย์วิจัยพืชไร้  
ชัชนาท ทำการเก็บข้อมูลและศึกษาข้อดีข้อเสียต่างๆ
3. ออกแบบพัฒนาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมืออุปกรณ์
4. ทดสอบเครื่องมืออุปกรณ์ในการ โรยเส้นวุ้นเส้น เก็บข้อมูล แก้ไขปรับปรุง
5. ทดสอบและประเมินผลขั้นสุดท้าย
6. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลประเมินประสิทธิภาพ
7. สรุปผล
8. จัดทำรายงานผลและเตรียมเอกสารเผยแพร่ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2555

สถานที่ - กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว หมู่ 13 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี  
- ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดชัชนาท

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำเส้นสำหรับผลิตวุ้นเส้นที่มีไขมันต่ำ

#### เครื่องผสมแป้ง

การทำวุ้นเส้นเริ่มจากการผสมแป้งถั่วเขียวกับแป้งเปียกที่ทำมาจากแป้งถั่วเขียวและน้ำ ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ จนแป้งไม่ติดมือและสามารถไหลเป็นเส้นได้โดยไม่ขาดออกจากกัน วิธีผสมแป้งปฏิบัติดังนี้คือ แบ่งแป้งถั่วเขียวที่บดและร่อนเป็น 2 ส่วน ในอัตรา 4.5% และ 95.5% นำส่วนแรกไปผสมน้ำ 10 เท่า แล้วให้ความร้อนจนแป้งสุกเป็นแป้งเปียกใส แล้วนำมาผสมกับแป้งถั่วเขียวส่วนหลังด้วยเครื่องผสมแป้ง ค่อยๆเติมน้ำจนกระทั่งแป้งมีลักษณะไหลเป็นเส้นได้แล้วจึงนำมาโรยเส้น (สำหรับผู้ชำนาญการทำวุ้นเส้นของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จะใช้คนนวดก่อนนำมาโรยเส้น) เครื่องโรยวุ้นเส้น ทำวุ้นเส้นได้โดยใช้มือตบแป้งที่ผสมแล้วให้ไหลผ่านภาชนะที่เจาะรูลงไปในกระทะน้ำเดือด เมื่อเส้นลอยตัวขึ้นจึงกวาดเส้นลงในน้ำเย็นนำไปแช่น้ำเย็นหรือตู้แช่เย็น แยกเส้นไม่ให้เกาะติดกัน แล้วตากแดดจนแห้ง ดังภาพที่ ประกอบด้วยกระทะ เตาความร้อน ภาชนะเจาะรูขนาด 9 มม. ถังน้ำเย็น ซึ่งจากการทดสอบอัตราการไหลของเส้นเท่ากับ 32.6 กิโลกรัม ของแป้งผสม/ชม. ภาชนะโรยเส้นวางห่างจากกระทะประมาณ 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 4.1 เครื่องผสมแป้งทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 4.2 การนวดแป้งด้วยแรงงานคน



ภาพที่ 4.3 ทดสอบเครื่องโรยวุ้นเส้นแบบเดิม



ภาพที่ 4.4 การศึกษาฐานเครื่องโรยเส้นขนมจีน

จ.ฉะเชิงเทรา

## 2. การออกแบบพัฒนา สร้างเครื่องต้นแบบเครื่องโรยเส้นวุ้นเส้น

เครื่องโรยเส้นวุ้นเส้นต้นแบบพัฒนามาจากเครื่องโรยเส้นขนมจีน ดังภาพที่ 4.5

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องต้นแบบ

เกียร์ปัม เป็นตัวสร้างแรงดันในการอัดแป้งที่นวดได้ที่แล้วให้ไหลออกทางหัวโรย ดังภาพที่ 4.6

หัวโรย ลักษณะคล้ายฝักบัว เจาะรูขนาด 3 มิลลิเมตร มีชุดสายวนไปรอบๆกระทะน้ำเดือดดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.5 เครื่องโรยเส้นวุ้นเส้นต้นแบบ



ภาพที่ 4.6 เกียร์ปัม



ภาพที่ 4.7 หัวโรยเส้นวุ้นเส้น

## 3. ทดสอบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบเครื่องโรยเส้นวุ้นเส้น

ข้อมูล	การทดสอบเครื่องบดแป้งถั่วเขียว			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ปริมาณแป้งที่ใช้ (กิโลกรัม)	5.000	5.000	5.000	<b>5.000</b>
เวลาที่ใช้ในการบด (นาที่ : วินาที)	5:48	6:05	6:09	<b>6:01</b>
จำนวนอัตราการโรยเส้น (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	51.72	49.32	48.78	<b>49.94</b>
การใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าในการบด (kW/h)	3.50	3.85	3.62	<b>3.66</b>
ผลการทดสอบคุณภาพการทำวุ้นเส้น (โดยผู้ชำนาญงานการทำวุ้นเส้น ของ สวร.ชัยนาท)	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	<b>ไม่ผ่าน</b>

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบโรยเส้นวุ้นเส้น พบว่าเครื่องโรยเส้นสามารถทำงานได้ใน อัตราการไหลของเส้นอยู่ที่ประมาณ 49.94 กิโลกรัมต่อชั่วโมงหรือประมาณ 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่า การใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่เฉลี่ย 3.66 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง แต่ตัวชี้วัดสำคัญถึงประสิทธิภาพของเครื่องโรย เส้นคือการโรยเส้นจะต้องสม่ำเสมอและต่อเนื่องไม่เกิดภาวะเส้นขาด ซึ่งในส่วนนี้เครื่องโรยเส้นต้นแบบ ยังทำได้ไม่สมบูรณ์นัก ผู้ชำนาญงานด้านการทำวุ้นเส้นของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จึงช่วยประเมินให้ แก้ไขต่อไป จึงถือว่าเครื่องยังไม่ผ่านการนำไปสู่การใช้งานจริงต้องมีการปรับปรุงต่อไป



ภาพที่ 4.8 การทดสอบการโรยเส้นวุ้นเส้น



ภาพที่ 4.9 ลักษณะเส้นที่โรยออกมามีการขาดเป็นบาง ช่วง



ภาพที่ 4.10 เส้นที่โรยลงน้ำเดือดและเริ่มลอยขึ้นมา



ภาพที่ 4.11 นำเส้นแช่แข็ง 1 คืน แล้วล้างตาก 2-3

แดด

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำวุ้นเส้นมีขั้นตอนและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เครื่องโรยเส้นวุ้นเส้นนับเป็น เครื่องมือที่มีความสำคัญมากที่สุด การผลิตแบบเดิมต้องใช้คน โรยเส้นที่มีความชำนาญมากทำให้มีปัญหา เรื่องขาดแคลนคนที่จะใช้ในการผลิตในขั้นตอนนี้ สำหรับเครื่อง โรยเส้นที่พัฒนาขึ้นถึงแม้จะยังไม่ สมบูรณ์เท่าที่ต้องการแต่ก็ได้เป็นแนวทางและแนวโน้มที่จะปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์พอที่จะใช้งาน ต่อไป



## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ทำให้ค่าจ้างแรงงานคนเก็บเกี่ยวถั่วเขียวมีราคาเพิ่มขึ้นตลอด โดยเฉพาะช่วงกลางฤดูจนถึงปลายฤดูเก็บเกี่ยว เนื่องจากพื้นที่เก็บเกี่ยวมากขึ้นจึงแย่งแรงงานกัน เกษตรกรจึงยอมใช้เครื่องเกี่ยวขนาดเก็บเกี่ยวแทน จากการสอบถามพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ยอมรับว่า การใช้เครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเขียว จะลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน และมีความเห็นว่าเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเขียวที่นำมารับจ้าง ช่วยปัญหาขาดแคลนแรงงานเก็บเกี่ยว ลดขั้นตอนและลดช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวลง เก็บเกี่ยวทันฤดูกาล ลดความยุ่งยากในการดูแลแขกที่รับจ้างเก็บเกี่ยว ทำให้มีความสะดวกสบายลดความเหนื่อยยากลงมาก ส่วนการแตกหักของเมล็ด การสูญเสียเมล็ด และมีสิ่งเจือปนในเมล็ดถั่วเขียวที่ได้จากเครื่องเกี่ยวขนาด อยู่ในเกณฑ์ยอมรับเพราะสามารถขายพ่อค้าผู้รับซื้อได้ การสูญเสียเมล็ดส่วนใหญ่ เกิดจากผู้ขับเครื่องเกี่ยวขาดความประณีตและไม่ตรวจสอบปรับแต่งระบบคัตแยกและทำความสะอาด แต่ความเสียหายจากฝักร่วงหล่นและเก็บเกี่ยวไม่หมด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คนเก็บแล้วไม่แตกต่างกัน เนื่องจากคนเก็บมักไม่เก็บฝักที่ติดอยู่กับต้นล้ม โดยเหยียบกลบทิ้งไป เพราะต้องเสียเวลามากกว่าฝักที่ติดอยู่กับลำต้นตั้งตรง

ต้นแบบเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเขียวนี้พัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวขนาดเล็ก มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 120 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ความกว้างของหัวเกี่ยว 2.0 เมตร ดำเนินการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเขียว โดยทดสอบเกี่ยวขนาดถั่วเขียวพันธุ์ ชัยนาท 72 ความชื้นเมล็ดเฉลี่ย (%มาตรฐานเปียก) 28.3 และ 29.4 ซึ่งเป็นต้นถั่วเขียวที่มีความชื้นค่อนข้างสูงมาก ผลการทดสอบพบว่า อัตราการทำงานอยู่ระหว่าง 2.46-2.50 ไร่ต่อชั่วโมง และมีการสูญเสียรวมระหว่างร้อยละ 1.29 - 1.46 จากการทดสอบการใช้งานจริงพบว่า สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การเก็บเกี่ยวถั่วเขียวที่มีความชื้นสูงควรปรับปรุงระบบคัตทำความสะอาดให้สิ่งเจือปนลดน้อยลง เทคโนโลยีในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวให้ใช้เกี่ยวขนาดถั่วเขียวได้สามารถเผยแพร่สู่กลุ่มผู้ผลิต และผู้ใช้เป็นการเสริมเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวให้ใช้งานได้กว้างขวางขึ้น เกิดประโยชน์ต่อบริษัทเอกชนผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรและผู้ประกอบการบริการรับจ้างด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด

การผลิตแป้งถั่วเขียวโดยทำการออกแบบพัฒนาเครื่องบดแป้งถั่วเขียวที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ มีเป้าหมายให้เครื่องบดมี ขนาดเครื่องบด ประสิทธิภาพการใช้งาน ราคา เหมาะสมกับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย จากผลการทดสอบการบดแป้งถั่วเขียวด้วยเครื่องบดแบบ Pin mill ที่ออกแบบพัฒนาขึ้น มีอัตราการบดที่มากพอสำหรับการผลิตแป้งถั่วเขียวในระดับเกษตรกร หรือผู้ประกอบการขนาดกลาง ทำให้ช่วยแก้ปัญหาการใช้แรงงานคนในการบดแป้ง และเป็นการประหยัดเวลาเพิ่มกำลังการผลิตแป้งถั่วเขียวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการนำไปแปรรูปเป็นวุ้นเส้นต่อไป

ขั้นตอนการทำหุ่นเส้นจากถั่วเขียวที่สำคัญคือ การโรยเส้นหุ่นเส้นซึ่งวิธีการดั้งเดิม ต้องใช้แรงงานที่มีประสบการณ์สูงซึ่งนับวันขาดแคลนคนที่จะใช้ในการผลิตในขั้นตอนนี้ ดังนั้นเครื่องโรยเส้นหุ่นเส้นนับเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมาก สำหรับเครื่องโรยเส้นที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ถึงแม้จะยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ต้องการแต่ก็ได้เป็นแนวทางและแนวโน้มที่จะปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์พอที่จะใช้งานต่อไป