

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>1. ชุดโครงการวิจัย</b> | ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาถั่วเขียว  |
| <b>2. โครงการวิจัย</b>    | โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับการเก็บเกี่ยวและแปรรูปถั่วเขียว          |
| <b>กิจกรรมที่ 3</b>       | ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแปรรูปและอุปกรณ์ในการผลิตแป้งถั่วเขียวเพื่อใช้ในการผลิตวุ้นเส้น |
| <b>3. ชื่อการทดลอง</b>    | ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแปรรูปและอุปกรณ์ในการผลิตแป้งถั่วเขียวเพื่อใช้ในการผลิตวุ้นเส้น |
| <b>ชื่อการทดลอง</b>       | Design and Development of Mungbean Starch Equipment for Vermicelli                      |
| <b>4. คณะผู้ดำเนินงาน</b> |   |
| <b>หัวหน้าการทดลอง</b>    | นายปรีชา อานันท์รัตนกุล   |
| <b>ผู้ร่วมงาน</b>         | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม   |
|                           | 1. นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์   |
|                           | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม   |
|                           | 2. นายพุทธธินันท์ จารุวัฒน์   |
|                           | สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี  |
|                           | 3. นายเวียง อากรซี  |
|                           | สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี  |
|                           | 4. นายสากล วีรยานันท์   |
|                           | สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี  |
|                           | 5. นายศุภวรรณ ภามมาตย์  |
|                           | สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี  |
|                           | 6. นายบัณฑิต แซงวงษา  |
|                           | สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม   |
|                           | 7. นางสุวิมล ถนอมทรัพย์   |
|                           | สังกัด สถาบันวิจัยพืชไร่  |

### 5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแปรรูปเพื่อผลิตแป้งถั่วเขียวโดยทำการออกแบบพัฒนาเครื่องบดแป้งถั่วเขียวซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะเตรียมวัตถุดิบเพื่อนำไปผลิตเป็นวุ้นเส้นในขั้นตอนต่อไป โดยมี

เป้าหมายให้ได้เครื่องบดที่มี ขนาด ประสิทธิภาพ ราคา เหมาะสมกับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย โดยนำเอาหลักการเครื่องบดแป้งทุเรียนมาพัฒนาต่อจนได้เครื่องบดแป้งข้าวแต๋นแบบ เป็นเครื่องบดแบบ Pin mill มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 240 มิลลิเมตร มีซี่ฟันบนจานบดหมุน(Rotor) 3 วงรอบ วางสลักลักษณะวงกลมกับซี่ฟันบดยึดอยู่กับที่ (Stator) 2 วงรอบ ลักษณะซี่ฟันบดเป็นแท่งสี่เหลี่ยม มีการทำงานในส่วนจานบด หมุนด้วยความเร็ว 2,900 รอบต่อนาที มอเตอร์ต้นกำลัง 3 แรงม้า และจากการทดสอบบดแป้งข้าวแต๋นร่วมกับศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทใช้แป้งข้าวแต๋นที่ผลิตจากข้าวแต๋นพันธุ์ชัยนาท 72 พบว่ามีอัตราการบด 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แป้งข้าวแต๋นที่ได้จากการบดมีความละเอียดและสะอาด เมื่อนำไปทดสอบแปรรูปผลิตเป็นวุ้นเส้นได้วุ้นเส้นคุณภาพดีไม่แตกต่างจากการใช้วิธีบดแบบเดิมซึ่งใช้แรงงานคนในการบด แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการฟุ้งกระจายของแป้งระหว่างบด ทำให้แป้งสูญหายไปจำนวนหนึ่งจึงต้องปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมอยู่บ้าง

---

ทะเบียนวิจัยเลขที่

## 6. คำนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัยข้าวแต๋นเป็นพืชที่มีศักยภาพการผลิตสูง ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการนำไปแปรรูปเพิ่มมากขึ้น เช่น เพาะถั่วงอก วุ้นเส้น แป้งข้าวแต๋น และขนมหวานต่าง ๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนอกจากใช้ภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศได้เป็นจำนวนมาก ทำให้การส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ความต้องการข้าวแต๋นในตลาดโลกมีปีละประมาณ 3 ล้านตัน แต่ปริมาณผลผลิตมักไม่เพียงพอต่อความต้องการ ประเทศไทยจัดเป็น 1 ใน 6 ประเทศผู้ผลิตและส่งออกรายใหญ่ และศักยภาพของข้าวแต๋นไทยในตลาดโลก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คาดคะเนข้าวแต๋น 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 การปลูกข้าวแต๋น มักใช้เป็นพืชเสริมในระบบการปลูกข้าว และข้าวโพด โดยจะแยกเป็นข้าวแต๋นผิวมันและข้าวแต๋นผิวดำ ข้าวแต๋นผิวมันจะปลูกได้ทั้งต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และในฤดูแล้ง สำหรับในประเทศไทย ข้าวแต๋นผิวมันสามารถปลูกได้ในทุกภาค ภาคเหนือ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ เพชรบูรณ์ สุโขทัย นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร น่าน พิจิตร ตาก อุตรดิตถ์ ภาคกลาง แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ ลพบุรี สระบุรี ชัยนาท อ่างทอง สิงห์บุรี และอยุธยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น เลย อุตรดิตถ์ และภาคใต้ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนข้าวแต๋นผิวดำจะปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง ซึ่งปลูกพร้อมกับข้าวแต๋นผิวมันรุ่นปลายฤดูฝน แต่ข้าวแต๋นผิวดำมีความทนทานต่อความแห้งแล้งมากกว่าข้าวแต๋นผิวมัน แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ สุโขทัย เพชรบูรณ์

ตาก พิจิตร พิษณุโลก กำแพงเพชร น่าน และลพบุรี ปัจจุบันยังขาดเทคโนโลยีในการผลิตและแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของถั่วเขียวอยู่อีกมาก เช่นอุปกรณ์ในการแปรรูปถั่วเขียวเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น ซึ่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวุ้นเส้นประกอบด้วยเครื่องกะเทาะถั่วชิก เครื่องบด/โม่พร้อมชิ้นส่วนอุปกรณ์การกรองและแยกกาก เครื่องแยกแป้งแรงเหวี่ยง เครื่องนวดแป้ง เตารวมภาชนะหุงต้ม เครื่องโรยเส้น และเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องสำหรับการแปรรูปถั่วเขียว และผลพลอยได้เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งจากสำรวจและการตรวจเอกสารพบว่าการทำแป้งถั่วเขียว และวุ้นเส้นจากถั่วเขียวนั้นอยู่ในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ใช้เครื่องจักรนำเข้าที่มีราคาแพง ส่วนระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน หรือกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกรมีจำนวนน้อย เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องที่พัฒนาในอดีต บางเครื่องยังคงมีลักษณะคล้ายเครื่องต้นแบบยังไม่ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม และยังขาดเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นในการผลิตอีกหลายขั้นตอน ทำให้ขบวนการผลิตทำได้ยาก ต้องใช้แรงงานที่มีประสบการณ์จำนวนมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง จึงไม่ได้รับความสนใจที่จะทำการผลิตเชิงพาณิชย์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตด้วยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเขียว ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตในระดับเกษตรกร อุตสาหกรรมครัวเรือน หรือกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกร การวิจัยพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การจัดหาประยุกต์หรือพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้ขบวนการผลิตมีความสมบูรณ์ ลดขั้นตอนการดำเนินงาน ลดแรงงานโดยเฉพาะแรงงานที่ต้องมีทักษะและประสบการณ์ในการผลิต จะทำให้การแปรรูปผลผลิตถั่วเขียวเป็นผลิตภัณฑ์แป้ง และวุ้นเส้นได้รับความสนใจ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกร และผู้สนใจให้มีรายได้มากขึ้น ตลอดจนเป็นการแก้ปัญหาราคาคงต่ำจากการขายเป็นเมล็ดโดยตรง ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตในระดับเกษตรกร อุตสาหกรรมครัวเรือน หรือกลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเกษตรกร จึงควรมีการวิจัยพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์แปรรูปถั่วเขียวเพื่อผลิตแป้งถั่วเขียว และผลิตภัณฑ์วุ้นเส้นที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

## 7. วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. เครื่องมืออุปกรณ์ ที่ใช้ในการเตรียมแป้งถั่วเขียว(ก่อนถึงขั้นตอนการบดละเอียด) ได้แก่ เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วเขียว เครื่องโม่และกรองแยกกาก เป็นต้น
2. เครื่องวัดความเร็วรอบ
3. นาฬิกาจับเวลา
4. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. เครื่องร่อนแป้งแบบตะแกรงกลม

7. วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ เช่น เหล็กสแตนเลสชนิดและขนาดต่างๆ ลูกปืนตุ๊กตา พู่เล่ย์ สายพาน มอเตอร์ต้นกำลัง ฯลฯ
8. วัสดุทดลอง เมล็ดถั่วเขียว

### วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมืออุปกรณ์การผลิตแป้งถั่วเขียวที่มีใช้อยู่เดิม
2. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีใช้อยู่เดิม เก็บข้อมูล
3. ออกแบบพัฒนาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมืออุปกรณ์
4. ทดสอบเครื่องมืออุปกรณ์ในการผลิตแป้งถั่วเขียว เก็บข้อมูล แก้ไขปรับปรุง
5. ทดสอบและประเมินผลขั้นสุดท้าย
6. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลประเมินประสิทธิภาพ
7. สรุปผล
8. จัดทำรายงานผลและเตรียมเอกสารเผยแพร่ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

### เวลาและสถานที่

ระยะเวลา	1 ตุลาคม 2553 - 30 กันยายน 2555	รวม 2 ปี
สถานที่ทำการทดลอง	- กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว หมู่ 13 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี - ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดชัยนาท	

### 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมืออุปกรณ์การผลิตแป้งถั่วเขียวที่มีใช้อยู่เดิม

ได้ข้อมูลวิธีการและขั้นตอนการทำแป้งถั่วเขียวและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำแต่ละขั้นตอนได้แก่ การกะเทาะเป็นถั่วเขียวซีก(เครื่องกะเทาะ) นำถั่วเขียวซีกไปแช่น้ำ 2-3 ชั่วโมง นำมาชวาน้ำแยกเปลือกออก นำไปโม่เอาน้ำแป้งโดยเครื่องโม่และกรองแยกกาก ทิ้งน้ำแป้งในผ้าดิบให้แห้งหมาด นำไปตากแห้ง แล้วนำก้อนแป้งถั่วเขียวแห้งไปบดและร่อนให้ได้แป้งเป็นผงละเอียด เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบเข้าสู่ขั้นตอนการทำวันเส้นต่อไป

#### ขั้นตอนการผลิตแป้งถั่วเขียวแบบเดิม

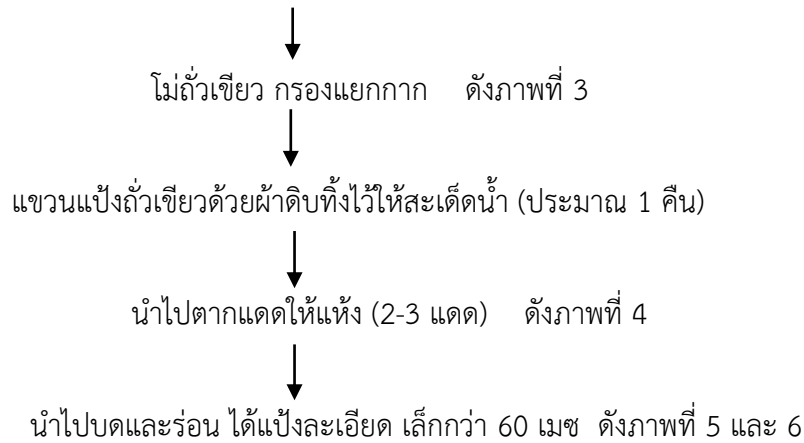
กะเทาะถั่วเขียว (ได้ถั่วเขียวซีก) ดังภาพที่ 1



แช่น้ำ 2-3 ชั่วโมง



ล้างเอาเปลือกถั่วเขียวออก ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 กะเทาะถั่วเขียว



ภาพที่ 2 ล้างเอาเปลือกถั่วเขียวออก



ภาพที่ 3 ไม้ถั่วเขียวกรองแยกกาก

ภาพที่ 4 ใส่ถุงผ้าแขวนไว้ 1 คืน  
แล้วนำไปตากจนแห้ง(3 แดด)

ภาพที่ 5 บดแป้งให้ละเอียด



ภาพที่ 6 ร่อนแป้งไปทำวุ้นเส้น

### ปัญหาที่พบ

การบดแป้งถั่วเขียวแบบเดิมยังใช้แรงงานคนในการบดและร่อนแป้งซึ่งต้องใช้เวลานานและทำหลายครั้ง เพราะทำได้ครั้งละไม่มาก จึงมีปัญหาเรื่องแรงงานและระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้

#### 2. การออกแบบพัฒนา สร้างเครื่องต้นแบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่ได้จึงเลือกออกแบบและพัฒนาต่อการใช้เครื่องบดแบบ Pin mill ซึ่งน่าจะมีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการใช้งานในการบดละเอียดแป้งถั่วเขียว จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบได้ผลดังนี้ เครื่องบดแป้งถั่วเขียวแบบ Pin mill ดังภาพที่ 7 และ 8 ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ชุดจานบด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 240 มิลลิเมตร มีซี่ฟันบนจานบดหมุน(Rotor) 3 วงรอบ วางสลับลักษณะวงกลมกับซี่ฟันบดยึดอยู่กับที่ (Stator) 2 วงรอบ ลักษณะซี่ฟันบดเป็นแท่งสี่เหลี่ยม มีการทำงานในส่วนจานบด หมุนด้วยความเร็ว 2,900 รอบต่อนาที มอเตอร์ต้นกำลัง 3 แรงม้า ดังภาพที่ 9, 10 และ 11 และตะแกรงละเอียด ดังภาพที่ 12





ภาพที่ 11 แสดงลักษณะการประกอบทำงานของจานบด      ภาพที่ 12 ตะแกรงละเอียดครอบจานบด

### 3. ทดสอบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบบดแป้งข้าวเดียวด้วยเครื่องบดที่สร้างขึ้น

ข้อมูล	การทดสอบเครื่องบดแป้งข้าวเดียว			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ปริมาณแป้งที่ใช้ (กิโลกรัม)	5.000	5.000	5.000	5.000
ปริมาณความชื้นแป้งที่ใช้ทดสอบ (% w.b.)	2.00	2.00	2.00	2.00
เวลาที่ใช้ในการบด (นาที : วินาที)	0:57	1:03	1:01	-
ปริมาณขนาดแป้งที่เล็กกว่า 150 เมช (กิโลกรัม)	4.850	4.830	4.880	4.853
ปริมาณขนาดแป้งที่ใหญ่กว่า 150 เมช (กิโลกรัม)	0.090	0.099	0.044	0.078
ปริมาณแป้งที่หายไปขณะทำการบด (กิโลกรัม)	0.060	0.071	0.076	0.069
คำนวณอัตราการบดแป้ง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	315.789	285.714	295.082	298.862
การใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าในการบด (kW/h)	4.10	4.51	4.22	4.28
ผลการทดสอบการทำวุ้นเส้น (โดยผู้ชำนาญงานการทำวุ้นเส้น ของ ศวร.ชัยนาท)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากข้อมูลการทดสอบเครื่องบดแป้งข้าวเดียวที่ออกแบบพัฒนาขึ้น โดยทำการทดสอบโดยใช้แป้งข้าวเดียวตากแห้งความชื้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ครั้ง 5.00 กิโลกรัม พบว่า สามารถผลิตแป้งข้าวเดียวได้ในอัตรา 298.862 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือประมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อดูผลจากการร่อนแป้งคัดขนาดโดยใช้ตะแกรงรูขนาด 150 เมช พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ที่ร่อนผ่านตะแกรงไปได้ 97.06 เปอร์เซ็นต์ ค้างตะแกรงอยู่ประมาณ 1.56 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแป้งที่หายไปขณะทำการบดประมาณ 1.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องบดแป้งพบว่าอยู่ที่ประมาณ 4.28 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือ 4.28 ยูนิท และเมื่อนำแป้งข้าวเดียวที่บดได้ไปทดสอบแปรรูปโดยผู้ชำนาญงานการทำวุ้นเส้น ของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท พบว่าสามารถทำวุ้นเส้นได้เหมือนกับแป้งข้าวเดียวที่ได้จากการบดและร่อนด้วยแรงงานคน



ภาพที่ 13 ทดสอบบดแป้งข้าวโพด ภาพที่ 14 แป้งข้าวโพดที่บดแล้ว ภาพที่ 15 นำแป้งไปทำวุ้นเส้น

### 9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแปรรูปเพื่อผลิตแป้งข้าวโพดโดยทำการออกแบบพัฒนาเครื่องบดแป้งข้าวโพดซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะเตรียมวัตถุดิบเพื่อนำไปผลิตเป็นวุ้นเส้นในขั้นตอนต่อไป โดยมีเป้าหมายให้เครื่องบดมี ขนาดเครื่องบด ประสิทธิภาพการใช้งาน ราคา เหมาะสมกับเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย จากผลการทดสอบการบดแป้งข้าวโพดด้วยเครื่องบดแบบ Pin mill ที่ออกแบบพัฒนาขึ้น มีอัตราการบดที่มากพอสำหรับการผลิตแป้งข้าวโพดในระดับเกษตรกร หรือผู้ประกอบการขนาดกลาง ทำให้ช่วยแก้ปัญหาการใช้แรงงานคนในการบดแป้ง และเป็นการประหยัดเวลาเพิ่มกำลังการผลิตแป้งข้าวโพดซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการนำไปแปรรูปเป็นวุ้นเส้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ ในการผลิตแป้งข้าวโพดแต่ละครั้งต้องใช้เวลาามาก มีขั้นตอนหลายขั้นตอนด้วยกันจึงควรวางแผนการผลิตแป้งข้าวโพดแต่ละครั้งให้มากพอสำหรับแผนการแปรรูปเป็นวุ้นเส้น โดยเก็บวัตถุดิบไว้ในรูปแป้งข้าวโพดที่ผ่านการบดแล้ว และแป้งข้าวโพดนี้ยังสามารถจำหน่ายได้สำหรับผู้ที่ไม่พร้อมจะจัดเตรียมด้วยตัวเอง

### 10.การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ข้าวโพดแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น
2. เป็นเครื่องต้นแบบนำไปสู่การผลิตวุ้นเส้นในระดับธุรกิจขนาดกลาง

กลุ่มเป้าหมายคือ

- 1.กลุ่มเกษตรกรที่แปรรูปข้าวโพดเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น
- 2.กลุ่มโรงงานการผลิตวุ้นเส้นในระดับธุรกิจขนาดกลาง

### 11.คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม



จันทบุรี ที่สนับสนุนการสร้างและทดสอบเครื่องอบ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ที่สนับสนุนเมล็ดถั่วเขียว ใช้ในการทดลอง และความรู้ต่างๆในขั้นตอนการผลิตแปงถั่วเขียว

## 12.เอกสารอ้างอิง

วิชัย หลุทัยธนาสันต์. 2528. การผลิตทุเรียนผงเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. ภาควิชา  
วิทยาศาสตร์การอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เวียง อากรชี่, วิบูลย์ เทเพนทร์ และชัยวัฒน์ เผ่าสันต์ตพาศนชัย 2549. ออกแบบพัฒนาเครื่องบด  
แห้งทุเรียน. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับเต็ม, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม.  
กรมวิชาการเกษตร.

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์. 2535. การใช้ประโยชน์และแปรรูปถั่วเขียว. กสิกร 65(2). 204-209

สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และคณะ. 2541. รายงานฉบับที่ 1 ทุเรียนดิบบดแห้งจากทุเรียนพันธุ์หมอนทอง.  
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.). กรุงเทพฯ : 88 หน้า

ศรีวัย สิงหะเชนทร์, เอื้อย สิงหกุล, ยงยุทธ คงชาน, สุภัทร หนูสวัสดิ์. 2532. เครื่องมือผลิตแปงและ  
วุ้นเส้นจากถั่วเขียวในระดับชาวบ้าน. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ.  
กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร