



## 6. คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย แต่เป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ที่ครองส่วนแบ่งทางการตลาด 70 เปอร์เซ็นต์ มีมูลค่าส่งออกรวมมากกว่า 80,000 ล้านบาทต่อปี และมีพื้นที่ปลูก 8.44 ล้านไร่ เป็นอันดับ 4 รองจากข้าว ข้าวโพด และยางพารา มีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 27.17 ล้านตันต่อปี โดยพื้นที่ปลูก 53.07 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 30.20 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคกลาง และ 16.73 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคเหนือ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2556) อุตสาหกรรมมันสำปะหลัง ยังเกี่ยวข้องกับเกษตรกรมากกว่า 2.6 ล้านคน มีการจ้างงานในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกกว่า 1 ล้านคน นับได้ว่าอุตสาหกรรมมันสำปะหลังมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2554) มันสำปะหลังนอกจากจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ (ธีรภัทร, 2545) แล้ว ยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญโดยพบว่ามันสำปะหลังจัดเป็นพืชที่เหมาะสมที่สุดในการทำเอทานอล (เจริญศักดิ์, 2544) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 เพื่อเป็นการลดการนำเข้าสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้น (วงศ์สุภัทร, 2549) โดยในปี 2554 คาดว่าจะมีผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 30.2 ล้านตัน และสามารถทำการผลิตเอทานอลได้ประมาณ 1,600 ล้านลิตร (กล้าณรงค์, 2549)

มันสำปะหลังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง มีสัดส่วนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 40 แบ่งเป็นใช้ในประเทศร้อยละ 8 ส่งออกร้อยละ 32 มันเส้นและมันอัดเม็ดมีสัดส่วนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 55 แบ่งเป็นใช้ในประเทศร้อยละ 19 และส่งออกร้อยละ 36 และเอทานอล มีสัดส่วนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 5 มันเส้นเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งจากการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทย ทั้งเพื่อการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง การผลิตเอทานอล และการส่งออก โดยในการผลิตอาหารสัตว์นั้นจัดเป็นอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงเป็นแหล่งพลังงานที่ดีของสัตว์ และมีราคาต่ำ การใช้มันสำปะหลังในการเลี้ยงสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง อาหารโคเนื้อ และโคนมใช้ได้ 35-50% ในสูตรอาหาร (ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์, 2550)

เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้มันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในรูปของผลิตภัณฑ์เดิม เช่น แป้ง อาหารสัตว์ และผลิตภัณฑ์ใหม่ ในรูปของเอทานอล ประกอบกับปริมาณผลผลิตสินค้าอื่นทดแทน เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และอ้อยโรงงาน ซึ่งต่างก็เข้าสู่อุตสาหกรรมเอทานอลมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความต้องการใช้มันเส้นมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศจึงทำให้เกิดการแข่งขันทั้งด้านราคา และวัตถุดิบอื่นเพื่อทดแทนการผลิตแป้ง และอาหารสัตว์ ส่งผลให้เกิดความต้องการใช้มันสำปะหลังมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ คาดว่าราคามันสำปะหลังจะยังคงทรงตัวอยู่ในระดับสูงต่อไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) อีกทั้งบางช่วง การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลฝนตกมากไม่สามารถทำมันเส้นได้ เกษตรกรที่ปลูกมันไว้ใช้เอง หรืออยู่ใกล้แหล่งรับซื้อหัวมันสดสามารถนำหัวมันสดมาหมักเลี้ยงโค ทดแทนการใช้มันเส้นที่มีราคาสูงได้

ปัจจุบันการผลิตมันเส้นของประเทศไทยมีทั้งมันการสับด้วยมือ และสับด้วยเครื่องสับมันเส้น แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน พร้อมต้องมีการพลิกกลับเป็นระยะๆ ตลอดช่วงการตากแห้ง โดยพบว่ามันเส้นที่ได้รับโดยเฉพาะมันเส้นจากการสับด้วยเครื่องมีสิ่งเจือปนสูงทั้งจากส่วนของเหง้ามัน ดินและสิ่งเจือปนอื่นๆ จัดเป็นมันเส้นคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะต่อการนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ และการส่งออกเริ่มมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากส่วนหนึ่งประเทศผู้นำเข้า นำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านซึ่งเป็นมันเส้นสับมือและสะอาดกว่า และการที่เครื่องสับมันเส้นทำการสับเป็นชิ้นได้ไม่สม่ำเสมอส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำแห้ง หรือตากแห้ง และเกิดการสูญเสียเนื่องจากการปนเปื้อนจากการพลิกกลับ ซึ่งจำเป็นต้องนำไปทำเป็นมันเส้นอัดเม็ดซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นตอนและต้นทุนในการผลิต แม้ว่าส่วนหนึ่งการอัดเม็ดจะมีวัตถุประสงค์เพื่อการขนส่งก็ตาม การที่สับมันเส้นที่ไม่สะอาดก็จะส่งผลต่อคุณภาพมันเส้นอัดเม็ดที่ไม่มีคุณภาพและสูญเสียศักยภาพการแข่งขันในการส่งออกด้วย นอกจากนี้การผลิตมันเส้นยังมีส่วนช่วยให้เกษตรกรสามารถชะลอการขาย เพื่อรอราคาที่เหมาะสม แก้ปัญหาราคามันสำปะหลังตกต่ำ และแก้ปัญหาการเร่งเก็บเกี่ยวและจำหน่ายในเขตที่มีปัญหาไม่มีแหล่งรับซื้อโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเขตใหม่ อาทิในเขตภาคเหนือของประเทศ ปริมาณการผลิตยังไม่มากและธุรกิจการซื้อขายยังไม่เอื้อ ผู้รับซื้อจากภาคกลางขึ้นไปรับซื้อในช่วงเวลาจำกัด ทำให้เกษตรกรจะต้องรีบเก็บเกี่ยวและขายในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลต่อการต่อรองด้านราคา เป็นการสูญเสียเวลาและรายได้ของเกษตรกร

ดังนั้นการวิจัยเพื่อพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังด้วยเครื่องจักร และการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับมันเส้นที่มีใช้อยู่เดิมควรได้รับการศึกษา เพื่อให้ได้มันเส้นที่มีขนาดสม่ำเสมอ สนับสนุนการลดการสูญเสียในการกระบวนการผลิต ลดมลภาวะ เพิ่มประสิทธิภาพการในกระบวนการทำแห้ง ทั้งเป็นการลดการใช้แรงงาน ลดการใช้พลังงาน ลดต้นทุนการผลิต ได้มันเส้นสะอาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ มีศักยภาพในการแข่งขันในการส่งออก

## 7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ :

- เครื่องจักรและอุปกรณ์โรงงานต่างๆ ในการสร้างชุดทดสอบ และเครื่องต้นแบบ
- เครื่องต้นกำลัง และเครื่องมือวัดต่างๆ อาทิ มอเตอร์ต้นกำลัง Electrical Inverter เกียร์ทด เครื่องวัดรอบ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
- เครื่องชั่ง และอุปกรณ์ในการทดสอบ ทดลองต่างๆ

วิธีการ :

- การดำเนินการศึกษา และวิจัยแบ่งออกเป็น 3 กิจกรรมหลักคือ 1) การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลังเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ 2) การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักร/อุปกรณ์ในการทำความสะอาดหัวมันปะหลังสด และ 3) การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องสับมันเส้น ซึ่งมีรายละเอียดในการศึกษาของแต่ละระบบหลักดังนี้

### 1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลังเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ

เพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ ได้มีการการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลัง ประกอบไปด้วย ขนาดของหัวมันสำปะหลัง ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางหัวมันสำปะหลังส่วนโคน ส่วนกลาง

ส่วนปลาย ความยาวหัวมันสำปะหลัง น้ำหนัก ความชื้น และแรงที่ใช้ในการตัดหัวมันสำปะหลังในตำแหน่งการตัดต่างๆ และมุมเทของหัวมันสำปะหลังในทิศทางต่างๆ และบนพื้นผิววัสดุที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบระบบลำเลียง

## 2. การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักร/อุปกรณ์ในการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด

- 2.1 การตรวจเอกสาร และการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลัง
- 2.2 ออกแบบ และสร้างชุดทดสอบ เพื่อศึกษาปัจจัยในการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง ซึ่งดำเนินการ 2 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาปัจจัยรูปแบบ (แบบตะแกรง, แบบถังตะแกรงหมุน) 2) ปัจจัยย่อยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของแต่ละรูปแบบ โดยรูปแบบตะแกรง ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ความยาวตะแกรง ชนิดตะแกรง ระยะห่างตะแกรง และรูปแบบถังตะแกรงหมุนคือความเร็วในการหมุน รูปแบบตะแกรง จำนวนครีบบงเดือน โดยปัจจัยดังกล่าวอาจมีการปรับเปลี่ยนหากมีความจำเป็น และให้ผลการวิจัยที่ดีกว่า
- 2.3 ทดสอบศึกษาปัจจัยเพื่อหารูปแบบที่เป็นไปได้ และระดับของปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อให้เครื่องทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีตัวชี้วัดที่พิจารณาคือ
  - ก. อัตราการทำงาน (กก./ช.ม.)
  - ข. เปอร์เซ็นต์การทำความสะอาด (% , ส่วนกลับเปอร์เซ็นต์วัสดุที่ไม่ใช่หัวมันสำปะหลังที่ต้องการ)
  - ค. อัตราการทำความสะอาดในแต่ละช่วงความยาวในแต่ละรูปแบบการทำความสะอาด
  - ง. พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์/กก.)

## 3. การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องสับมันเส้น

- 3.1 ทดสอบประเมินผลเครื่องสับมันเส้น ที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานก่อนการพัฒนา ศึกษา ปัญหา และเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่จำเป็น อาทิ อัตราการป้อน ความเร็วรอบใบมีด พลังงานที่ใช้ และลักษณะมันเส้นที่ได้
- 3.2 วิเคราะห์ปัญหา และกำหนดประเด็นในการที่จะทำการวิจัยและพัฒนา ในเบื้องต้นส่วนที่จำเป็นต้องทำการพัฒนาคือ รูปแบบการป้อน และชนิดใบมีด
- 3.3 สร้างชุดทดสอบเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จนได้ระดับปัจจัยที่เหมาะสมหรือดีที่สุด
- 3.4 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ
- 3.5 ทดสอบประเมินผลวิเคราะห์ข้อมูล และเวียนปรับปรุงแก้ไข หรือศึกษาปัจจัยเพิ่มเติมหากจำเป็น จนได้เครื่องต้นแบบตามต้องการ แล้วประเมินทดสอบขั้นสุดท้ายโดยในแต่ละการทดสอบพิจารณาค่าชี้ผลสมรรถนะแตกต่างกันไป แต่โดยรวมมีค่าชี้ผลสมรรถนะของเครื่องต้นแบบดังนี้
  - 1) ความสม่ำเสมอของชิ้นมันเส้น (ความยาว ความกว้าง ความหนา และน้ำหนักต่อชิ้น)
  - 2) ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
  - 3) เปอร์เซ็นต์เศษสิ่งเจือปน(%)
  - 4) การสูญเสียผลผลิต (%)
  - 5) เปอร์เซ็นต์การแตกหักในขบวนการทำแห้ง (%)

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา: 2 ปี (ตุลาคม 2557-กันยายน 2558)

สถานที่: กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี และลานมันสำปะหลัง  
ภาคเอกชน

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 8.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลัง

ได้ดำเนินการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลังจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72 ระยอง 11 และ หัวยบง 60 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบระบบการทำความสะอาด และการสับมันเส้น เพื่อให้ได้มันเส้นสะอาดและมีการสูญเสียต่ำ ซึ่งข้อมูลประกอบไปด้วย ขนาดของหัวมันสำปะหลัง ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลาง หัวมันสำปะหลังส่วนโคน ส่วนกลาง ส่วนปลาย ความยาวหัวมันสำปะหลัง น้ำหนัก ความชื้น และแรงที่ใช้ในการตัดหัวมันสำปะหลังในตำแหน่งการตัดต่างๆ และมุมเทของหัวมันสำปะหลังในทิศทางต่างๆ และบนพื้นผิววัสดุที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ ผ.1-ผ.6

### 8.2 การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักร/อุปกรณ์ในการทำ ความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด

เพื่อหารูปแบบการทำ ความสะอาดหัวมันฯที่เหมาะสม ได้พิจารณาและออกแบบระบบการทำ ความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดเป็น 2 แบบ คือ แบบถังหมุน และแบบตะแกรงร่อน ซึ่งในการดำเนินโครงการ ได้ออกแบบเครื่องต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบ เพื่อศึกษาปัจจัยการทำงานที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) ระบบการทำ ความสะอาดแบบถังหมุน ได้ทำการสร้างต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบ เพื่อศึกษาปัจจัยการทำงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความยาว ความเร็วในการหมุน และอัตราการทำงาน โดยต้นแบบประกอบไปด้วยถังทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร รูปที่ 1 (ก) ผนักของถังมีลักษณะเป็นพินหยัก ทำด้วยเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว วางลักษณะคว่ำให้ส่วนของสันอยู่ด้านใน รูปที่ 1 (ข) เพื่อให้เกิดการกระแทก และสะกิดสิ่งเจือปน และเปลือกของหัวมันฯออก การหมุนใช้โซ่ขนาดเบอร์ 80 พันและยึดรอบถัง แล้วขับเคลื่อนด้วยเฟืองโซ่ ที่ได้รับกำลังขับเคลื่อนแบบมาเพื่อใช้สำหรับการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมความเร็วด้วย Inverter และ/หรือเครื่องยนต์ผ่านระบบฟูล์ และสายพาน ส่วนการทำให้หัวมันสำปะหลังเคลื่อนที่จะใช้ระบบครีปพา ที่สามารถปรับระยะพิชได้ เพื่อการศึกษาความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวมันในถังหมุนดังกล่าว เพื่อหาอัตราการป้อนสูงสุด และมีประสิทธิภาพการทำ ความสะอาดสูงสุด แต่การสร้างชุดทดสอบอยู่ระหว่างดำเนินการ



(ก)



(ข)



(ค)

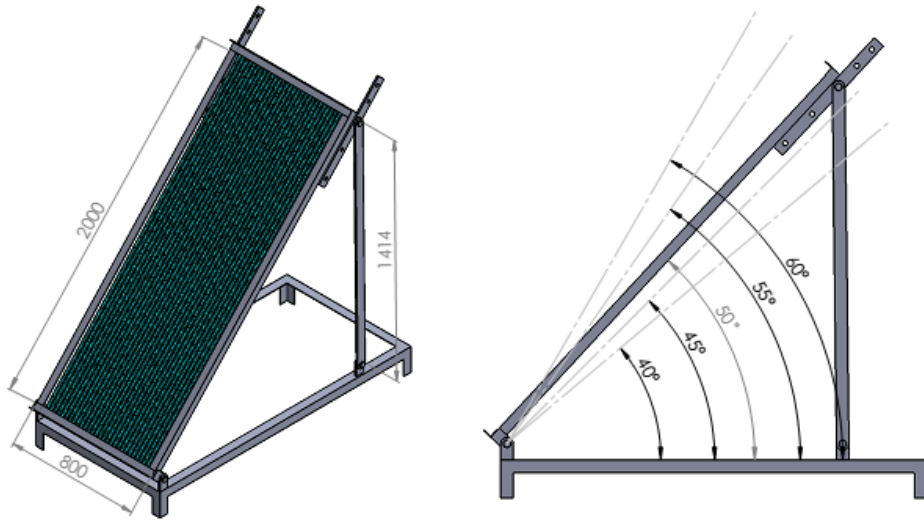
รูปที่ 1 ชุดทดสอบอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบถึงหมุน (ก) ผนังถังด้วยเหล็กฉากวง ลักษณะคว่ำ (ข) และส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยโซ่ และเฟืองโซ่ (ค)

2) ระบบการทำความสะอาดแบบแรงร้อน ได้ทำการสร้างต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบเช่นเดียวกัน เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความยาวตะแกรง มุมเอียงตะแกรง จำนวนครั้งในการทำความสะอาด ตะแกรงร้อนออกแบบใช้เหล็กข้ออ้อยสำหรับงานก่อสร้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $-3/8$  นิ้ว ยาว 2.0 เมตร จำนวน 2 ชุด (รูปที่ 2) ติดตั้งบนขาตั้งที่สามารถปรับมุมเอียงได้ เพื่อศึกษาหามุมเอียงตะแกรง (4 ระดับ) และความยาวตะแกรงที่เหมาะสม (รูปที่ 3)



รูปที่ 2 ตะแกรงร้อนทำด้วยเหล็กข้ออ้อย





รูปที่ 3 การติดตั้งและปรับมุมเอียงตะแกรงร่อน

นอกจากนี้ได้มีการสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อใช้ประกอบในการทดสอบ และศึกษา อาทิ ระบบสายพานลำเลียงที่สามารถปรับเปลี่ยนความเร็ว และความสูงในการลำเลียงได้ (รูปที่ 4) เพื่อความสะดวกในการทำงาน และควบคุมอัตราการป้อนหัวมันสำปะหลังในการพัฒนาระบบการทำความสะอาดหัวมันฯ และการสับมันเส้น



รูปที่ 4 สายพานลำเลียงที่จะใช้ในการทดสอบ (ก) และโครงสร้างของชุดสายพานลำเลียงที่อยู่ระหว่างการรอวัสดุสายพานในกระบวนการจัดซื้อ (ข)

เพื่อการศึกษาปัจจัย การคัดเลือกระดับปัจจัยที่เหมาะสม การคัดเลือกแบบ และการพัฒนาเป็นเครื่องต้นแบบต่อไปนั้น ในปัจจุบันการสร้างต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบ ทั้งสองแบบดังกล่าวข้างต้นแล้วเสร็จ รอการทดสอบในฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่จะมาถึง

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยและพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง และเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด ดำเนินการโดย 3 กิจกรรมย่อยคือ 1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ 2) การศึกษารูปแบบการทำความสะอาดที่เหมาะสม ประกอบด้วยการทำความสะอาดแบบตะแกรงร่อนและแบบถังหมุน พร้อมการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและคัดเลือกระดับของปัจจัยที่

เหมาะสม และ 3) การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสับมันเส้นจากระบบที่มีอยู่ มีการศึกษาระดับปัจจัยและคัดเลือกระดับปัจจัยที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบกับวิธีการสับมันเส้นแบบเป็นแผ่น โดยใช้ขนาดและความสามารถในการทำแห้งเป็นตัวชี้วัด ทั้งมีการศึกษาและพัฒนาระบบการคัดแยกชิ้นมันภายหลังการโม่หรือสับ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการจัดการในการทำแห้งแบบลานตาก ลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ได้ระดับหนึ่ง

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ยังไม่มี การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากเพิ่งเสร็จสิ้นการดำเนินการกิจกรรมวิจัย

## 11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณกอบ ชัยไกรเทพ คุณสมคิด นัยวงศ์ คุณนพดล ดอกไม้ คุณอลงกต เทพวงศ์ คุณปราโมทย์ จันทร์ประสงค์ คุณมานิช เงินมี คุณจรูญ ยางไชย นายช่างเครื่องกล ลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ช่วยร่วมให้ข้อคิดเห็น สร้างต้นแบบ และทดสอบ ทดลองตามกระบวนการวิจัย จนเสร็จสิ้นการดำเนินการวิจัย

## 12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. การปลูกมันสำปะหลัง. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6. 40น.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย.

<http://www.cassava.org>

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์เพชชรั. 2544. ข่าววิจัยพัฒนา. เดลินิวส์ วันที่ 29 ตุลาคม 2544 หน้า 27

ธีรภัทร ศรีนครบุตร. 2545. วิจัยผลิตเอทานอลเกรดสูงจากมันสำปะหลัง ลดการนำเข้าเคมีภัณฑ์.

โครงการวิจัยเอทานอลจากมันสำปะหลัง สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

[http://www.itdoa.com/news\\_itda/science/doc\\_19.htm](http://www.itdoa.com/news_itda/science/doc_19.htm), 7 สิงหาคม 2545

วงศ์สุภัทร คงสวัสดิ์. 2549. บันทึกประเทศไทยปลาย 2547: สถานการณ์พลังงานไทยปี 2548 – 2551.

หนังสือพิมพ์โพสทูเดย์. <http://www.posttoday.com/thailand2547/plang.html>

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2551. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร.

<http://www2.oae.go.th/pdf/commodity.pdf> พฤศจิกายน 2550

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2548/49. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมการค้าต่างประเทศ. 2547. สถานการณ์มันสำปะหลัง ประจำปีเดือนกันยายน 2547.แหล่งที่มา :

[http://www.dft.moc.go.th/the\\_files/\\$8/level4/tapp1.htm](http://www.dft.moc.go.th/the_files/$8/level4/tapp1.htm) ตุลาคม 2547

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2548.มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา :

[http://www.thaifita.com/ascn\\_potato1.doc](http://www.thaifita.com/ascn_potato1.doc) มีนาคม 2548.

กรมวิชาการเกษตร.2528.มันสำปะหลัง.เอกสารวิชาการ เล่มที่ 7. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.หน้า 132-133



- ธวัชชัย ทิววรรณวงศ์ และ วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. 2548. การศึกษาเครื่องสับมันสำปะหลังแบบ  
ใบมีดโยกสำหรับผลิตชิ้นมันเส้น. การประชุมวิชาการครั้งที่ 6 ประจำปี 2548 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.  
ประเทศไทย.
- दनัย ศุภานหาร. 2537. พฤษศาสตร์และพันธุศาสตร์ของมันสำปะหลัง. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. กรม  
วิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 14-30
- ภาคิศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์  
การพัฒนากระบวนการผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล. ศูนย์นวัตกรรมหลัง  
การเก็บเกี่ยว
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง  
มอก. 52-2516.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมันสำปะหลังอัดเม็ดแข็ง.  
มอก. 330-2523.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2553/54. กระทรวง  
เกษตรและสหกรณ์.
- ส่วนพัฒนาพลังงาน 2 สำนักงานพัฒนาพลังงาน. 2546. ประวัติและการแพร่กระจายมันสำปะหลัง. กรมพัฒนา  
พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. หน้า 4-30
- สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2554. รายงานประจำปี 2554. นครราชสีมา  
เรื่องเกียรติ ศุภาดาร์ตนาวงศ์. 2547. เครื่องย่อยวัสดุเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วิจิตราหงษ์ศิริ. 2549. การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังด้วยใบมีดหมุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Meiying food machinery co.,ltd. 2012. CHD100 vegetable dicer machine. Source  
:<http://www.seekpart.com/company/97204/products/2012528171446123502.html>  
July 7, 2012
- Thanh, N.C., S. Muttamara, B.N. Lohani, B.V.P.C. Rao and S. Burintaratikul 1979.  
Optimization of drying and pelleting techniques for tapioca roots. Environmental  
Engineering division Asian Institute of technology Thailand.
- Visvanathan, R., V.V. Sreenarayanan, and K.R. Swaminathan 1996. Effect of knife angle and  
velocity on the energy required to cut cassava tubers. Journal of Agricultural  
Engineering Research Volume 64, p. 99-102.

### 13. ภาคผนวก