

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุด

1. **ชุดโครงการ** วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตมันสำปะหลัง
2. **โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด
กิจกรรม ศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรและกระบวนการทำมันเส้นสะอาด
กิจกรรมย่อย ศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรและกระบวนการทำมันเส้นสะอาด
3. **ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย)** ศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรและกระบวนการทำมันเส้นสะอาด
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Study on Mechanization Situation for Cassava Chip Processing

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้ากิจกรรม	นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
หัวหน้ากิจกรรมย่อย	นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ผู้ร่วมงาน	น.ส.ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายปรีชา อานันท์รัตนกุล	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายนิทัศน์ ตั้งพิณิจกุล	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายวุฒิพล จันท์สระคู	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายพินิจ จิรัคคกุล	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายประสาธ สแสงพันธุ์ตา	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายศักดิ์ชัยอาชาวัง	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

5. บทคัดย่อ

จากการศึกษาสถานการณ์การผลิตมันเส้นของประเทศไทยพบทั้งการสับด้วยมือ และสับด้วยเครื่องสับหรือโม่เป็นมันเส้น แต่ส่วนใหญ่เป็นการสับเป็นมันเส้นด้วยเครื่อง แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน พร้อมทั้งมีการพลิกกลับเป็นระยะๆ ตลอดช่วงการตากแห้ง แต่ปัจจุบันยังเครื่องสับมันเส้นที่ใช้อยู่ทั่วไปยังไม่มีเทคโนโลยีที่เหมาะสมขึ้นมันที่ได้จากการใช้เครื่องสับมีขนาดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำแห้ง หรือตากแห้ง เกิดการสูญเสียเนื่องจากการป่นเป็นฝุ่นผงในกิจกรรมการพลิกกลับ เกิดการปนของดิน ส่วนของเหง้าและสิ่งเจือปนอื่นๆ อีกมากจัดเป็นมันเส้นคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง อีกทั้งพบว่าไทยมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการส่งออกมากขึ้น เนื่องจากประเทศเพื่อนบ้านมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น สามารถผลิตมันเส้นสับมือที่มีลักษณะสวยงาม และสะอาดกว่า ทำให้ไทยขาดศักยภาพในการแข่งขันด้านราคา ส่งผลต่อเสถียรภาพ และระดับราคาซื้อขายมันสำปะหลังสดจากเกษตรกรในประเทศระดับหนึ่ง ในกระบวนการทำมันเส้น ตั้งแต่ขั้นตอนการทำ ความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดจนได้มันเส้นนั้น ยังคงขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการ เช่น เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด เครื่องสับหัวมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการที่จะทำ ให้ได้ขนาดของมันเส้นสม่ำเสมอ ดังนั้นการพัฒนามันเส้นสะอาดจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน

6. คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซียแต่เป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 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)

ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูป ผลผลิตหลักของอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลังของประเทศไทย คือมันเส้น/มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และเอทานอล โดยสัดส่วนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 55, 40 และ 5 ตามลำดับ โดยมันเส้น/มันอัดเม็ดมีการใช้ในประเทสร้อยละ 19 และส่งออกร้อยละ 36 ส่วนแป้งมันสำปะหลัง มีใช้ในประเทสร้อยละ 8 ส่งออกร้อยละ 32 แม้การส่งออกผลิตภัณฑ์หลักมีมูลค่าเพียง 47,800 ล้านบาท แต่ผลิตภัณฑ์หลักที่ใช้ในประเทศทำให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องมูลค่ามากกว่า 300,000 ล้านบาท เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมนมหมัก (ผงชูรส กรดไลซีน) และ อุตสาหกรรมอาหาร (ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์, 2550)

การแปรรูปหัวมันสำปะหลังสดเป็นผลิตภัณฑ์มันเส้น ยังมีส่วนช่วยในการรักษาเสถียรภาพด้านราคาหัวมันสำปะหลังของประเทศ และเป็นกลไกหนึ่งของรัฐบาลในการช่วยแก้ปัญหาหัวมันสำปะหลังสดมีราคาตกต่ำให้เกษตรกร ด้วยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มันเส้นแล้วรอจำหน่ายในช่วงเวลาที่มีราคาเหมาะสม เป็นการช่วยลดการเสียโอกาสการใช้ที่ดินและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะในเขตที่มีพื้นที่ปลูกไม่มาก พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังใหม่ ในเขตที่มีปัญหาไม่มีแหล่งรับซื้อที่เกษตรกรจะต้องรีบเก็บเกี่ยวและขาย

การผลิตมันเส้นของประเทศไทยมีทั้งมันการสับด้วยมือ และสับด้วยเครื่องสับมันเส้น แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน พร้อมต้องมีการพลิกกลับเป็นระยะๆ ตลอดช่วงการตากแห้ง โดยพบว่ามันเส้นที่ได้รับโดยเฉพาะมันเส้นจากการสับด้วยเครื่องมีสิ่งเจือปนสูงทั้งจากส่วนของเหง้ามัน ดินและสิ่งเจือปนอื่นๆ จัดเป็นมันเส้นคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะต่อการนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ และการส่งออกเริ่มมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากส่วนหนึ่งประเทศผู้นำเข้า นำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านซึ่งเป็นมันเส้นสับมือและสะอาดกว่า และการที่เครื่องสับมันเส้นทำการสับเป็นชิ้นได้ไม่สม่ำเสมอส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำแห้ง หรือตากแห้ง และเกิดการสูญเสียเนื่องจากการปนเปื้อนผงจากการพลิกกลับซึ่งจำเป็นต้องนำไปทำเป็นมันเส้นอัดเม็ดซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นตอนและต้นทุนในการผลิต แม้ว่าส่วนหนึ่งการอัดเม็ดจะมีวัตถุประสงค์เพื่อการขนส่งก็ตาม การที่สับมันเส้นที่ไม่สะอาดก็จะส่งผลต่อคุณภาพมันเส้นอัดเม็ดที่ไม่มีคุณภาพและสูญเสียศักยภาพการแข่งขันในการส่งออกด้วย นอกจากนี้การผลิตมันเส้นยังมีส่วนช่วยให้เกษตรกรสามารถรอราคาที่เหมาะสม แก้ปัญหาราคามันสำปะหลังตกต่ำ และแก้ปัญหาในเขตที่มีปัญหาไม่มีแหล่งรับซื้อโดยเฉพาะในเขตที่มีพื้นที่ปลูกไม่มากซึ่งเกษตรกรจะต้องรีบเก็บเกี่ยวและขายในราคาที่ไม่สูง เป็นการสูญเสียเวลาและรายได้

ดังนั้นการศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด เพื่อนำไปสู่การวิจัยเพื่อพัฒนาการทำ ความสะอาดหัวมันสำปะหลังด้วยเครื่องจักร และการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับมันเส้นที่มีใช้อยู่เดิมควรได้รับการ ศึกษา เพื่อให้ได้มันเส้นที่มีขนาดสม่ำเสมอ สนับสนุนการลดการสูญเสียผลผลิต ลดมลภาวะ เพิ่มประสิทธิภาพ การในขบวนการทำแห้งและเป็นมันเส้นสะอาด ทั้งเป็นการลดการใช้แรงงาน ลดการใช้พลังงาน ลดต้นทุนการผลิต ได้มันเส้นสะอาดเป็นผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ มีศักยภาพในการแข่งขัน ในการส่งออก

7. วิธีดำเนินการ

เพื่อให้การวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบเอกสารและสำรวจสถานการณ์ระบบการรับซื้อ การแปรรูปหัวมันสำปะหลังสดเป็นมันเส้นและการ ทำแห้งมันเส้น ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบวิธีการ การใช้แรงงาน การใช้เครื่องจักรกลเกษตร ปัญหา อุปสรรค เงื่อนไข ข้อจำกัดและความต้องการ โดยเฉพาะเกี่ยวกับเครื่องจักรในการทำ ความสะอาดหัวมันสำปะหลัง เครื่องจักรในการสับหัวมันสดให้เป็นมันเส้น และเครื่องจักรที่ใช้ในการทำแห้งแบบลานตากโดยการสำรวจจะ ดำเนินการโดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เกษตรกร และผู้ประกอบการที่ทำการรับซื้อและแปรรูป หัวมันสำปะหลังสด และการรวบรวมข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญของเครื่องจักรกลเกษตร โดยเฉพาะเครื่องจักรใน กระบวนการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งจะดำเนินการในจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดจำนวน 5 จังหวัด โดย สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ขายจังหวัดละอย่างน้อย 10 ตัวอย่าง และผู้ประกอบการรับซื้อ (ลานมันฯที่มีการรับซื้อแปรรู ปเป็นมันเส้น และการทำแห้ง) จังหวัดละอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง

2. วิเคราะห์ข้อมูลผลการสำรวจโดยจะใช้การวิเคราะห์แบบการแจกแจงความถี่ ร้อยละประกอบการใช้ เทคนิค SWOT ส่วนในกรณีของเครื่องจักรจะดำเนินการวิเคราะห์ศักยภาพ ปัญหา เงื่อนไข ข้อจำกัด เพื่อเป็น ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพ หรือพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรใหม่ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

3. จัดทำรายงาน และเผยแพร่ผลการศึกษา

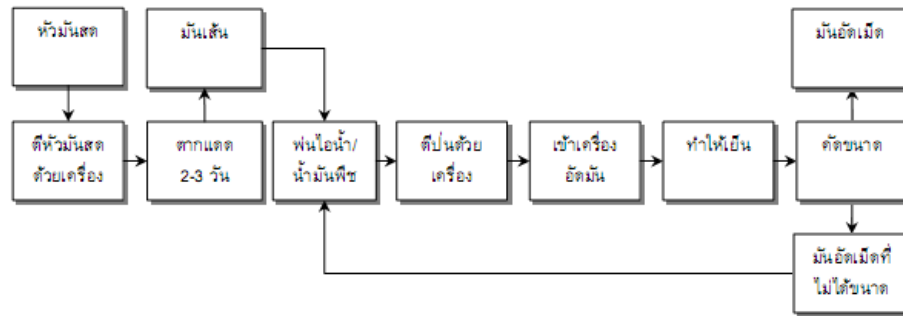
- เวลาและสถานที่
 - กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
 - ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 การตรวจสอบเอกสาร

กระบวนการผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด แสดงใน รูปที่ 1 โดยมันเส้นได้จากการนำหัวมันสำปะหลังสดเข้า เครื่องหั่นที่เรียกว่า เครื่องโม่มันเส้น ซึ่งจะหั่นหัวมันสดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปตากแดดบนลานซีเมนต์ 2-3 วัน ให้แห้ง (ส่วนพัฒนาพลังงาน 2 สำนักพัฒนาพลังงาน, 2546) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่งออก แต่เนื่องจากมีปัญหาเรื่องคุณภาพ โดยเฉพาะเพื่อการส่งออก จึงกำหนดเป็นมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังขึ้น เพื่อให้ได้ลักษณะที่ต้องการ แสดงในตารางที่ 1 (สำนักงาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2523) เปรียบเทียบกับลักษณะมันเส้นสะอาดซึ่งกำหนดโดยกองการค้าสินค้า
ข้อตกลง กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด (ปรารภณา และคณะ, 2552)

จากการตรวจเอกสารผลการศึกษเกี่ยวกับเครื่องจักรในการทำมันเส้นมีดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, (2551) ทดสอบได้พัฒนาเครื่องสับมันแบบจานนอนและเครื่องสับมันที่พัฒนาขึ้นสามารถสับมันเป็นแผ่นแต่ยังไม่สม่ำเสมอเท่าที่ควร ซึ่งถ้าเป็นลักษณะของมันเส้นที่ผ่านการสับด้วยเครื่องสับแบบจานรูของลานมันสำปะหลังทั่วไปจะมีลักษณะเป็นก้อนไม่สม่ำเสมอเช่นกัน โดยสมรรถนะการสับ 4.8 ตันต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงานจำเพาะ 0.64กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์

ตารางที่ 1 ลักษณะผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเส้นที่ต้องการ

คุณลักษณะ	เกณฑ์คุณภาพมันเส้น (มอก.52-2516)	มาตรฐานคุณภาพมันเส้นสะอาด (กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์)
แป้ง	ยังไม่กำหนด	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก
ทราย	ไม่เกินร้อยละ 3.0 ของน้ำหนัก	ไม่มากกว่าร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก
เส้นใย	ไม่มากกว่าร้อยละ 5.0 ของน้ำหนัก	ไม่มากกว่าร้อยละ 4.0 ของน้ำหนัก
ความชื้น	ไม่มากกว่าร้อยละ 14.0 ของน้ำหนัก	ไม่มากกว่าร้อยละ 13.0 ของน้ำหนัก
กลิ่น และสี	ไม่ได้กำหนด	ไม่มีกลิ่นและสีผิดปกติ
ลักษณะภายนอก	ไม่ได้กำหนด	ไม่บูด เน่า หรือขึ้นรา
อื่นๆ	ไม่ได้กำหนด	ไม่มีแมลงที่ยังมีชีวิตอยู่

Thanh et al. (1979) ได้ปรับปรุงงานตัดของเครื่องตัดแบบจานหมุน โดยดัดแปลงงานตัดแบบเดิมที่ทำให้ชิ้นมันมีขนาดไม่แน่นอน และมีขนาดใหญ่ ทำให้การตากใช้เวลานาน เนื่องจากต้องการให้ชิ้นมันมีขนาดเล็ก และ มีรูปแบบของชิ้นมันที่เป็นรูปแบบเดียวกันมากขึ้น ซึ่งหลังการออกแบบพบว่าสมรรถนะการตัดลดลงจาก 9-11 ตันต่อชั่วโมง เป็น 6-8 ตันต่อชั่วโมง โดยใช้มอเตอร์ขนาด 7.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง แต่ขนาดชิ้นมันมีขนาดเป็นรูปแบบเดียวกันมากขึ้น และขนาดชิ้นเล็ก โดยชิ้นมันมีขนาดเฉลี่ย $5 \times 2.4 \times 0.6$ เซนติเมตร

Visvanathan et al. (1996) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากมุมเอียงของใบมีด และความเร็วในการตัด หัวมันสำปะหลังตามแนวแกน ตัวอย่างเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวมันสำปะหลังที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วง 37 ถึง 72 มิลลิเมตร และความชื้นอยู่ในช่วง 65-70 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) มุมที่ใช้ตัดหัวมันสำปะหลังคือ 30, 45, 60, 75 และ 90 องศา และความเร็วในการตัดที่ใช้ในการศึกษาคือ 1.81, 2.68, 3.51 และ 4.90 เมตร/วินาที ผลที่ได้คือ ความเร็วต่ำสุดที่สามารถตัดหัวมันสำปะหลังได้คือ 2.5 เมตร/วินาที มุมตัดอยู่ระหว่าง 63-75 องศา และมุมใบมีดอยู่ระหว่าง 30-45 องศา

รัชชชัย และวิรัตน์ (2548) ได้สร้างเครื่องสับมันสำปะหลังแบบใบมีดโยก สำหรับผลิตชิ้นมันเส้นสะอาด เพื่อเป็นส่วนผสมอาหารสำหรับโคนม เครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบหลักคือ ชุดทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังที่มีลักษณะเป็นตะแกรงหมุนเพื่อแยกสิ่งเจือปน ชุดป้อนหัวมันเข้าสู่ชุดใบมีดสับ ชุดใบมีดสับสร้างขึ้นเพื่อให้เป็นรูปแบบการสับตามขวาง และตัดแยกชิ้นมันเป็นรูปทรงแท่งยาว มีช่วงคมมีดตัด 10 เซนติเมตร ผลการทดลอง ปรากฏว่าตะแกรงชุดทำความสะอาดหัวมันหมุนด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที ป้อนหัวมันสำปะหลังครั้งละ 50 กิโลกรัม ในเวลา 2 นาที เปลือกติดค้างหลังการทำความสะอาด 19.2 เปอร์เซ็นต์ ชุดใบมีดสับหัวมันมีสมรรถนะเฉลี่ย 598.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการสับชิ้นมัน 85.4 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นเต็ม 57.1 เปอร์เซ็นต์ และชิ้นแตกหัก 42.1 เปอร์เซ็นต์

เครื่องสับหัวมันที่พัฒนาขึ้นสามารถสับมันเป็นแผ่น ซึ่งถ้าเป็นลักษณะของมันเส้นที่ผ่านการสับด้วยเครื่องสับแบบจานรูของลานมันสำปะหลังทั่วไปจะมีลักษณะเป็นก้อนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งไม่มีความเหมาะสมต่อการอบแห้ง เนื่องจากการอบแห้งจะแห้งไม่พร้อมกัน ทำให้สูญเสียพลังงานในการลดความชื้นมากขึ้น การศึกษาการตัดหัวมัน

สำหรับหลังสดด้วยเครื่องตัดชนิดอื่นเพื่อให้ได้ไขมันที่มีขนาดสม่ำเสมอมากขึ้นสอดคล้องกับระยะเวลาที่เหมาะสมในการตากแห้งเพื่อลดความชื้น และลดการเกิดชั้นมันขนาดเล็กซึ่งเป็นต้นเหตุของฝุ่นผง จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตมันสำหรับหลังเส้นของประเทศให้สูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะส่งผลดีกับเกษตรกรผู้ผลิตหัวมันสำหรับหลังสด และผู้ประกอบการโรงงานมันเส้นรวมทั้งทำให้การส่งออกผลิตภัณฑ์มันเส้นไปต่างประเทศมีความยั่งยืน และเป็นที่น่าเชื่อถือในระยะยาวต่อไป

การผลิตมันเส้นทำได้โดยการแปรรูปหัวมันสดโดยใช้เครื่องตีสับหัวมันสำหรับหลังให้เป็นชิ้นส่วนเล็กๆ แล้วนำไปตากบนลานซีเมนต์ประมาณ 2-3 วัน หรือมากกว่านั้นหากเป็นฤดูฝน ซึ่งตามปกติแล้วการผลิตมันเส้น 1 กิโลกรัมต้องใช้หัวมันสด (มีปริมาณแป้งร้อยละ 25) 2-2.5 กิโลกรัม เมื่อแห้งดีแล้วจะต้องได้มาตรฐานความชื้นที่มีในมันเส้นประมาณร้อยละ 14 แล้วจึงทำการเก็บเพื่อส่งขายเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมมันอัดเม็ดต่อไป แต่เนื่องจากในกระบวนการแปรรูปจากหัวมันสดเป็นมันเส้นแห้งนั้น ยังไม่มีเครื่องจักรอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ดีพอ ทำให้มันเส้นที่ได้ภายหลังการทำแห้งจากลานตากมีลักษณะเป็นฝุ่นแป้ง และมีการปนของวัสดุอื่น เกิดมลภาวะทางอากาศ ทั้งทำให้การส่งออกมันสำหรับหลังเส้นนั้นประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ คุณภาพต่ำกว่ามันเส้นปอกเปลือกของประเทศเพื่อนบ้าน มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก และมีฝุ่นผงและทรายเจือปนมาก (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2548) แม้ในปี 2545-2549 รัฐบาลได้มียุทธศาสตร์มันสำหรับหลังเพื่อการส่งออกมันสำหรับหลังเส้นคุณภาพดี และแป้งมันสำหรับหลังไปต่างประเทศ โดยเริ่มดำเนินการโครงการมันเส้นสะอาด ซึ่งเน้นกระบวนการทำความสะอาดด้วยการแยกดินและทรายออกจากหัวมันสำหรับหลังสดก่อนการตัดหรือสับ เพื่อลดการเจือปนของทรายในมันสำหรับหลังเส้น และลดปริมาณฝุ่นจากการตากภายหลังกระบวนการสับหรือตัดหัวมันสำหรับหลังสดด้วยเครื่องหันแบบจานหมุน ด้วยการลับคมมีดของเครื่องหันแบบจานหมุนให้มีความคมทุกครั้งก่อนการตัดเพื่อให้เกิดชั้นมันที่ปนน้อยที่สุดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดฝุ่น (สิทธิชัย, 2549) ปัจจุบันโครงการผลิตมันเส้นสะอาด ได้ดำเนินการไปแล้ว 20 จังหวัด โดยคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายเพื่อสร้างลานมันเส้นสะอาดขนาด 400 ตารางเมตร รวม 10,000 ลาน และจัดอบรมเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการ 10,000 ราย เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์มันสำหรับหลัง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้พัฒนาเครื่องสับมันแบบจานนอน มีสมรรถนะการสับ 4.8 ตันต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงานจำเพาะ 0.64 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์ แต่ขนาดของมันสำหรับหลังเส้นยังไม่สม่ำเสมอเท่าที่ควร (ภาคีสุนัยนวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551) แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมต่อเนื่องมีความต้องการมันเส้นสะอาด เช่นเดียวกับมันสับมือของประเทศเพื่อนบ้าน ดังนั้นการคัดแยกเพื่อทำให้เป็นมันเส้นสะอาดจากกระบวนการผลิตเดิม จะช่วยเพิ่มมูลค่าและรายได้ให้กับผู้ประกอบการ และเกษตรกรในอีกทางหนึ่ง

วิรัตน์ (2555) พัฒนาเครื่องหันชั้นมันเส้น โดยมีหลักการทำงาน คือ ป้อนหัวมันสำหรับหลังเข้าสู่ส่วนทำความสะอาดที่ใช้หลักการขัดสีของวัสดุกับผิววัตถุดิบในน้ำ เพื่อขัดผิวและล้างให้สะอาด แล้วลำเลียงส่งเข้าสู่ชุดใบมีดที่ใช้หลักการเฉือน และหันหัวมันให้ได้เป็นชั้นมันเส้นสะอาด โดยใช้ต้นกำลังขับเคลื่อนเพลลาเดียวกันทำให้ทุกส่วนทำงานต่อเนื่องพร้อมกัน ผลการทดสอบการทำงาน ที่ความเร็วรอบเพลลาขับ 50 รอบต่อนาที เครื่องสามารถทำความสะอาดหัวมันสำหรับหลังจนไม่พบเห็นดินทรายปนเปื้อน โดยมีเปอร์เซ็นต์เปลือกติดค้างหลังการทำ

สะอาด 14.44 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการหั่นชิ้นมันเส้น 1,457.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการหั่นชิ้นมัน 85.6 เปอร์เซ็นต์ ในการหั่นหัวมันสำปะหลังมีชิ้นมันเส้นเต็ม และมีชิ้นแตกหัก 85.2 เปอร์เซ็นต์ และ 11.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

วิรัตน์ และคณะ (2557) ดำเนินการสำรวจข้อมูล พัฒนาเครื่อง และถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการดำเนินงานพบว่า เกษตรกรในชุมชนที่เลี้ยงโคนม และที่หั่นมันเส้นมีความประสงค์เข้าร่วมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี และต้องการเครื่องล้างพร้อมหั่นขนาดเล็กที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก ทำงานคนเดียวได้ โดยมีต้นกำลังที่ใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ จึงได้พัฒนาเครื่องตามความต้องการดังกล่าว รวมทั้งพัฒนาชุดล้างน้ำ ละชุดครอบใบมีดหั่น ให้สามารถเปิดทำความสะอาดได้สะดวก โดยมีผลการทดสอบคือ เมื่อใช้หัวมันสำปะหลังเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-8 cm. ปรับความเร็วรอบเพลาชัฟท์ที่ 45 rpm. พบว่าเครื่องมีความสามารถในการล้างพร้อมหั่นมันเส้นสะอาด 1,389 kg hr⁻¹ มีชิ้นมันเส้นเต็ม 84.15 % และมี ชิ้นแตกหัก 11.32 % เมื่อทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องล้างพร้อมหั่นมันเส้นสะอาดสำหรับชุมชนให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ผู้เลี้ยงโคนมและผู้หั่นมันเส้นสะอาด จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 35 คน รวม 70 คน เสร็จสิ้นแล้ว พบว่าเกษตรกรให้ความสนใจทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ รวมทั้งแสดงความคิดเห็นว่าหน่วยงานรัฐควรจัดหาเครื่องชนิดนี้ให้กับเกษตรกรหรือชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และทำให้มีอาชีพเพิ่มขึ้น ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้ารับการอบรมพบว่ามีความพึงพอใจในการอบรมมากกว่า 80 % และขอให้จัดอบรมเพิ่มเติมให้กับเกษตรกรกลุ่มที่เหลืออีกจำนวนมาก

8.2 การสำรวจศึกษาสถานการณ์

จากการรวบรวมรายชื่อผู้ประกอบการแปรรูปหัวมันสำปะหลังสด เพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการ และเครื่องจักรในการแปรรูปมันสำปะหลัง สามารถแบ่งเป็นกลุ่มธุรกิจได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ผู้ประกอบการลานมัน มันเส้นอัดเม็ด โรงแปง และผู้ส่งออก ซึ่งจากการตรวจเอกสารเพิ่มเติมและสำรวจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมมันเส้น การบวนการผลิตมันเส้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ลักษณะของมันเส้นที่ได้ยังมีขนาดหลากหลาย (รูปที่ 1) มีฝุ่นและสิ่งเจือปนอยู่มาก อีกทั้งพบว่าไทยได้รับผลกระทบจากการส่งออกมากขึ้น เนื่องจากประเทศเพื่อนบ้านมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้นทั้ง และผลิตภัณท์มันเส้น เป็นมันเส้นที่สะอาดกว่าของไทยมาก เนื่องจากเป็นมันสับมือ (รูปที่ 2) ไม่มีข้อจำกัดเรื่องแรงงาน ผู้ส่งออกจะส่งออกมันเส้นเหล่านี้ก่อน แล้วส่งออกมันเส้นของไทยภายหลัง อีกทั้งราคาส่งออกที่ต่ำกว่าทั้งที่คุณภาพสูงกว่า ทำให้ไทยขาดศักยภาพในการแข่งขัน

อย่างไรก็ตามการที่ไทยจะทำมันเส้นสับมือเพื่อการแข่ง คงเป็นไปได้ การพัฒนาคุณภาพให้เป็นมันเส้นสะอาดส่งออกให้กับคู่ค้าเดิม และจำหน่ายให้กลุ่มผลิตอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศ นั้นก็ยังมีความต้องการอีกมาก



รูปที่ 1 ความไม่สม่ำเสมอของขนาด และความสะอาดของชิ้นมันเส้น

อย่างไรก็ตามการที่ไทยจะทำมันเส้นสับมือเพื่อการแข่ง คงเป็นไปได้ การพัฒนาคุณภาพให้เป็นมันเส้นสะอาดส่งออกให้กับคู่ค้าเดิม และจำหน่ายให้กลุ่มผลิตอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศ นั้นก็ยังมีความต้องการอีกมาก

จากการสำรวจและสัมภาษณ์เบื้องต้นพบว่าผู้ประกอบการบางรายได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเองเป็นมันเส้นสะอาด และประสบผลสำเร็จทั้งราคาจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น และผลิตได้ไม่พอสอดคล้องความต้องการ โดยมีการพัฒนาเครื่องจักรและขบวนการผลิตขึ้นเอง แต่พิจารณาว่าเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของขบวนการยังต้องพัฒนา และที่มีอยู่แล้วควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะ ให้มีประสิทธิภาพการทำงาน ลดการใช้พลังงาน การใช้แรงงานคน และความสูญเสียลง ตลอดจนพัฒนาให้เหมาะสมกับผู้ประกอบการซึ่งมีหลายระดับจนถึงระดับเกษตรกร

จากการศึกษา และการวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูป และเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการ พบว่ามีเครื่องจักรใช้เกือบทุกกิจกรรม และเครื่องจักรโดยส่วนใหญ่ควรได้รับการพัฒนา ดังนี้



(ก)



(ข)



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์มันเส้นของประเทศเพื่อนบ้าน (ก) และของไทย (ข)

1. การรับซื้อ ยังขาดเครื่องมือ วิธีการ และเกณฑ์ในการประเมินราคาซื้อที่เหมาะสมและเป็นธรรม ได้ราคาตามคุณภาพของหัวมันสด โดยเฉพาะในด้านเปอร์เซ็นต์ และความสะอาดหัวมันสำหรับหลังสด ซึ่งการต้องมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม
2. การทำความสะอาดหัวมันสำหรับหลัง ส่วนใหญ่ทำในระดับผู้ประกอบการ โดยในกลุ่มของผู้ประกอบการลานมันหรือผู้ผลิตมันเส้นจะมีการทำความสะอาดหัวมันในระบบแห้ง มีหลากหลายรูปแบบ (รูปที่ 3-8) ที่ควรได้รับการพัฒนาทั้งในด้านความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนการพัฒนารูปแบบใหม่ให้เหมาะสมกับปริมาณวัตถุดิบ และระดับการประกอบการ



กำลังการผลิต 20 ตัน/ชั่วโมง เมื่อนำหัวมันสำหรับหลังที่ทำความสะอาดโดยเครื่องนี้ไปทำเป็นมันเส้น พบว่ามันเส้นที่ได้มีคุณภาพดีกว่ามันเส้นคุณภาพมาตรฐานมาก โดยมีทรายนปนเปื้อนเพียงร้อยละ 0.46 - 0.56 (มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2.0) และมีเยื่อใยร้อยละ 3.23 - 3.29 (มาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 4.0)

รูปที่ 3 เครื่องทำความสะอาดและตัดผิวหัวมันสำหรับหลัง
ที่มา:

http://www.trf.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=752:51&catid=25&temid=220 เผยแพร่เมื่อ วันพฤหัสบดี, 30 ตุลาคม 2546



รูปที่ 4 เครื่องทำความสะอาด และสับมันสำหรับหลัง



รูปที่ 5 เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบสายพานและตะแกรงร่อน (1 ตะแกรง)



รูปที่ 6 เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบสายพานและตะแกรงร่อน (2 ตะแกรง) เพิ่มความสามารถในการทำงานโดยการเพิ่มจำนวนชุด



รูปที่ 7 ส่วนที่เป็นตะแกรงร้อนสำหรับทำความสะอาด



รูปที่ 8 เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบถังตะแกรงหมุน แต่ปัจจุบันไม่ใช้งานแม้มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูง ประหยัดเนื้อที่ แต่มีความสามารถในการทำงานต่ำ ไม่ตอบสนองปริมาณการรับซื้อต่อวัน และการสับเป็นมันเส้น

3. การแปรรูปเป็นมันเส้น เครื่องสับมีหลักการทำงานเดียวกันทั้งหมดทุกระดับของผู้ประกอบการ เป็นแบบจานหมุน ต่างกันที่ขนาดหรือความสามารถในการทำงาน และยังคงได้ชิ้นมันไม่สม่ำเสมอทำนองเดียวกัน



รูปที่ 9 เครื่องสับมันเส้น ใบสับเป็นแบบจานหมุน จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถสับได้ขนาดที่สม่ำเสมอ และประหยัดพลังงาน

4. การทำแห้งมันเส้น ทำแห้งโดยใช้ลานตาก ซึ่งจะตากประมาณ 3-4 วัน และในแต่ละวันต้องมีการพลิกกลับ อุปกรณ์ เครื่องจักรในกิจกรรมนี้มีหลายอย่าง และส่วนใหญ่ควรได้รับการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงาน ประกอบไปด้วย
 - ก. ลานตาก
 - ข. เครื่องโรยมันเส้น
 - ค. เครื่องมือ/อุปกรณ์พลิกกลับมันเส้น
 - ง. เครื่องมือเก็บมันเส้นที่แห้งแล้ว
 - จ. เครื่องมือในการทำความสะอาดลาน
 - ฉ. เครื่องมือในการเก็บรวมกอง และอุปกรณ์ป้องกันการเปียกฝน
5. การเก็บรักษา
6. การปรับปรุงคุณภาพมันเส้น
7. การจำหน่าย

อย่างไรก็ตาม ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่ค่อนข้างครอบคลุม และวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งจะมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เรียงลำดับความสำคัญ และกำหนดประเด็นที่จะทำการพัฒนาต่อไป

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันการผลิตมันเส้นของประเทศไทยพบทั้งการสับด้วยมือ และสับด้วยเครื่องสับหรือโม่เป็นมันเส้น แต่ส่วนใหญ่เป็นการสับเป็นมันเส้นด้วยเครื่อง แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน พร้อมทั้งมีการพลิกกลับเป็นระยะๆ ตลอดช่วงการตากแห้ง แต่ปัจจุบันยังเครื่องสับมันเส้นที่ใช้อยู่ทั่วไปยังไม่มีเทคโนโลยีที่เหมาะสม ขึ้นมันที่ได้จากการใช้เครื่องสับมีขนาดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำแห้ง หรือตากแห้ง เกิดการสูญเสียเนื่องจากการปนเปื้อนฝุ่นผงในกิจกรรมการพลิกกลับ เกิดการปนของดิน ส่วนของเหง้าและสิ่งเจือปนอื่นๆ อีกมาก จัดเป็นมันเส้นคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง เช่นเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ มันเส้นอัดเม็ด หรือเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ จำเป็นต้องมีการจัดการเพิ่มเติม อาทิ ทำการคัดแยก และทำความสะอาดอีกครั้ง ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นต้นทุนและต้นทุนในการผลิต นอกจากนี้มันเส้นคุณภาพไม่ดียังส่งผลให้การส่งออกมีแนวโน้มลดลง แม้ความต้องการนำเข้าจากจีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นก็ตาม อีกทั้งพบว่าไทยมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการส่งออกมากขึ้น เนื่องจากประเทศเพื่อนบ้านมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น สามารถผลิตมันเส้นสับมือที่มีลักษณะสวยงามและสะอาดกว่าของไทยมาก เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดเรื่องแรงงาน ผู้ส่งออกรวมถึงผู้ส่งออกไทยจะเข้าไปซื้อแล้วส่งออก หรือลักลอบนำเข้าแล้วส่งออกมันเส้นเหล่านี้ก่อน และจะส่งออกมันเส้นของไทยภายหลัง ประกอบกับสามารถส่งออกได้ในราคาต่ำกว่าเนื่องจากต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ทำให้ไทยขาดศักยภาพในการแข่งขันด้านราคา ส่งผลต่อเสถียรภาพ และระดับราคาซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดจากเกษตรกรในประเทศระดับหนึ่ง

การที่ไทยจะทำมันเส้นสับมือ หรือทำรูปลักษณะในทำนองเดียวกันกับประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อให้มีศักยภาพในการแข่งขันทางการตลาดนั้นคงเป็นไปได้ เนื่องจากไทยมีการผลิตและแปรรูปในปริมาณมาก ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน มีค่าจ้างแรงงานสูง ทำให้ต้นทุนการการแปรรูปสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาตลาดมันเส้นสำหรับกลุ่มผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศ และตลาดส่งออกที่เป็นคู่ค้าเดิม ซึ่งยังมีความต้องการมันเส้นอยู่มากนั้น มีความจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์มันเส้น หรือให้เป็นมันเส้นสะอาดอย่างแท้จริง หรืออย่างน้อยได้ตามเกณฑ์มาตรฐานมันเส้นเพื่อการส่งออกของกรมการค้าต่างประเทศก็นับว่าเป็นการเพียงพอ และจากข้อจำกัดในกระบวนการทำมันเส้น ตั้งแต่ขั้นตอนการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดจนได้มันเส้นนั้น ยังคงขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการ เช่นเครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด เครื่องสับหัวมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการที่จะทำได้ขนาดของมันเส้นสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามการพัฒนา มันเส้นสะอาดจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน ดังนั้นในเบื้องต้นมีความจำเป็นต้องดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการทำความสะอาดมันเส้นที่ได้จากระบบปฏิบัติเดิมอีกครั้ง เพื่อให้เป็นมันเส้นสะอาดตามต้องการก่อนจำหน่ายจะช่วยเพิ่มมูลค่าการจำหน่าย รวมถึงเป็นการเพิ่มศักยภาพการแข่งขัน ในการส่งออกมันเส้นอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารไม่พบว่ามีงานวิจัยเกี่ยวข้องในการพัฒนามันเส้นที่ได้จากระบบการแปรรูปเดิมให้เป็นมันเส้นสะอาด แต่จากการสำรวจพบว่ามีผู้ประกอบการผลิตมันเส้นรายใหญ่ 1 ราย และเป็นผู้มีบทบาทสำคัญของการตลาดหัวมันสำปะหลังของประเทศ ได้มีการพัฒนาระบบทำความสะอาดมันเส้น จากระบบปฏิบัติเดิมให้เป็นมันเส้นสะอาด แล้วทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องตลาดจำหน่ายถึงไม่พอจำหน่าย และมีรายได้จากมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 15 อีกทั้งผู้ประกอบการรายดังกล่าวได้แจ้งว่ามีการเผยแพร่เทคโนโลยีนี้เป็นสาธารณะอย่างเปิดเผยแต่ไม่ได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการรายอื่นเท่าที่ควร จึงเสมือนว่าเป็นรายเดียวของประเทศไทยที่

ดำเนินการในขั้นตอนนี้ โดยให้เหตุผลว่าผู้ประกอบการรายอื่นต่างประสบปัญหาคุณภาพมันเส้นเช่นกัน เพียงแต่ยังไม่ต้องการลงทุนเพิ่ม และผู้ประกอบการรายเดิมยังได้กล่าวว่าในระยะเวลาอันใกล้จะเริ่มประสบปัญหาการจำหน่ายทั้งในประเทศและการส่งออกอย่างมากขึ้น อันเนื่องจากการปริมาณการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น และการไม่มีข้อจำกัดในเรื่องแรงงานของประเทศเพื่อนบ้าน รวมถึงกรณีการที่ประเทศไทยจะเข้าสู่ AEC ผู้ประกอบการไทยจะมีศักยภาพในการแข่งขันต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจเอกสารและการวิเคราะห์ของคณะผู้วิจัยและจัดทำข้อเสนอโครงการนี้ และเมื่อมีศักยภาพการแข่งขันทั้งภายในประเทศและเพื่อการส่งออกต่ำ จะส่งผลต่อปริมาณการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ ทำให้ราคารับซื้อหัวมันสำปะหลังสดต่ำลง กระทบต่อรายได้ของเกษตรกร เป็นปัญหาของประเทศและต่อการผลิตมันสำปะหลังของประเทศ ดังนั้นคณะผู้วิจัย ผู้ประกอบการผลิตมันเส้นบางส่วนและผู้ประกอบการที่ใช้วัตถุดิบในการผลิตจากมันเส้นสะอาด มีความเห็นร่วมกันว่าในเบื้องต้นผู้ประกอบการไทยต้องมีการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ และยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์มันเส้นของไทยให้สูงขึ้นทั้งระบบ เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน เป็นการปกป้องและยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังของประเทศ ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูป และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหัวมันสำปะหลังภายใต้ข้อจำกัดการขาดแคลนเครื่องจักรในขั้นตอนแปรรูปที่มีอยู่ และอยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยนั้น จำเป็นต้องได้รับการวิจัย โดยเฉพาะการต่อยอดการวิจัยการทำความสะอาดมันเส้นจากระบบปฏิบัติเดิมให้เป็นมันเส้นสะอาด และเครื่องจักรอื่น ๆ ในการผลิตมันเส้นทั้งระบบจำเป็นต้องได้รับการศึกษาและพัฒนาต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เป็นเพียงการศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรในการทำมันเส้นสะอาด ข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพียงการใช้ข้อมูลเพื่อการดำเนินการศึกษา และวิจัยต่อไป

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่มีส่วนในการสนับสนุนการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณผู้ประกอบการลานมัน โรงแปง ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

12. เอกสารอ้างอิง

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

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลของประเทศไทย. <http://www.cassava.org>

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเศษฐ์. 2544. ข่าววิจัยพัฒนา. เดลินิวส์ จันทร์ที่ 29 ตุลาคม 2544 หน้า 27

ธีรภัทร ศรีนรคุตร. 2545. วิจัยผลิตเอทานอลเกรดสูงจากมันสำปะหลัง ลดการนำเข้าเคมีภัณฑ์. โครงการวิจัยเอทานอลจากมันสำปะหลัง สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

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 ประจำเดือนกันยายน 2547. แหล่งที่มา :

http://www.dft.moc.go.th/the_files/level4/tapp1.htm ตุลาคม 2547

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2548. มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา :

http://www.thaifita.com/ascn_potato1.doc มีนาคม 2548.

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

รัชชชัย ทิวาวรรณวงศ์ และ วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. 2548. การศึกษาเครื่องสับมันสำปะหลังแบบ

ใบมีดโยกสำหรับผลิตชิ้นมันเส้น. การประชุมวิชาการครั้งที่ 6 ประจำปี 2548 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

दनัย สุภาพาร. 2537. พฤษศาสตร์และพันธุศาสตร์ของมันสำปะหลัง. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 14-30

ภาควิชาศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์ การพัฒนากระบวนการผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล. ศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังมอก. 52-2516.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมันสำปะหลังอัดเม็ดแข็ง. มอก. 330-2523.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2553/54. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ส่วนพัฒนาพลังงาน 2 สำนักพัฒนาพลังงาน. 2546. ประวัติและการแพร่กระจายมันสำปะหลัง. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. หน้า 4-30

สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2554. รายงานประจำปี 2554. นครราชสีมา

เรื่องเกียรติ สุภาดารัตนาวงศ์. 2547. เครื่องย่อยวัสดุเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิชาวิศวกรรมศาสตร์. 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.

A.O.D., Adejumo, O.B., Oradugba, T.A., Ilori and M.O., Adenekan. 2011. Development and Evaluation of a cassava chipping machine. Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol.3 (March): pp.43-51