รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด

Research and Development on Cleaning of Cassava Tubers and Efficiency Improvement of Machinery for Producing of Clean Cassava Chip

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์

Mr. Anuchit Chamsing

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด

Research and Development on Cleaning of Cassava Tubers and Efficiency Improvement of Machinery for Producing of Clean Cassava Chip

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์

Mr. Anuchit Chamsing

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ

การเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ในการผลิตมันสำปะหลัง เป็นขั้นตอนที่มีสัดส่วนในการลงทุนสูงสุด เนื่องจากใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ การตัดต้นมันสะหลังก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นเรื่องจำเป็นทั้งเพื่อใช้ทำเป็นท่อนพันธุ์ และเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทั้งการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนหรือการใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง ทั้งพบว่าหากทำการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องขุดมันสำปะหลังโดยไม่มีการตัดต้นออกก่อนจะก่อให้เกิดความสูญเสียผลผลิตมากกว่าการเก็บเกี่ยวปกติ ประกอบกับปัญหาการขาดแคลนแรงงานมีแนวโน้มสูงขึ้น การพัฒนาเครื่องจักรเพื่อแก้ปัญหาการเก็บเกี่ยว ในลักษณะเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สามารถทำงานได้ครอบคลุมทุกกิจกรรมการเก็บเกี่ยว มีความต้องการเป็นอย่างมาก ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการและมีความก้าวหน้าไประดับหนึ่งแล้ว เครื่องตัดต้นมันสำปะหลังแบบติดตั้งหน้ารถแทรกเตอร์นี้ จัดเป็นการพัฒนาเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการประกอบรวมเข้ากับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังดังกล่าว แม้ว่าการวิจัยและพัฒนาเครื่องนี้จะยังไม่เสร็จสมบูรณ์ต่อการเผยแพร่สู่การผลิตเชิงพาณิชย์ อันเนื่องมาจากปัญหานานัปการ โดยเฉพาะการจัดหาอุปกรณ์ตามระเบียบการว่าด้วยการพัสดุของทางราชการ แต่สามารถแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในหลักการ และเกิดองค์ความรู้ที่จะพัฒนาต่อยอดให้เสร็จสมบูรณ์ได้ในเวลาอันสั้น

อนุชิต ฉ่ำสิงห์
วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอบคุณ คุณนิทัศน์ ตั้งพินิจกุล และคุณวิบูลย์ เทเพนทร์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นหลายรายการ ขอขอบคุณ คุณกอบชัย ไกรเทพ นายช่างเครื่องกล 2 คุณสมคิด นัยวงศ์ ช่างฝีมือโรงงานระดับ 4 คุณปราโมทย์ จันทร์ประสงค์ ช่างฝีมือโรงงานชั้น 1 นายนภดล ดอกไม้ 4. นายอลงกต เทพวงศ์ ที่เป็นแกนหลักในการสร้างชุดทดสอบการสร้างเครื่องต้นแบบ ร่วมทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบ จำสำเร็จลุล่วงในเวลาอันจำกัดอันเนื่องมาจากปัญหาการจัดหาอุปกรณ์ตามระบบการจัดซื้อของราชการ และขอขอบคุณนายช่างและเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมท่านอื่นๆ ที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
ผู้วิจัย	จ
บทนำ	2
บทคัดย่อ	1
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	7
ผลการวิจัย	11
สรุปและข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	20

ผู้วิจัย

อนุชิต ฉ่ำสิงห์	ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร	ปรีชา อานันท์รัตนกุล
นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล	จิราวัสส์ เจียตระกูล	ประสาท แสงพันธุ์ตา
วุฒิพล จันทร์สระคู	ศักดิ์ชัย อาษาวัง	นายกอบชัย ไกรเทพ

คำสำคัญ (Keywords):

เครื่องจักรกลเกษตร เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง เครื่องสับหัวมันสำปะหลัง มันสำปะหลัง มันเส้น มันเส้นสะอาด เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

agricultural machinery, cassava tuber cleaning, cassava tuber chopper, cassava chip, cleaned cassava chip, cassava harvesting

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสถานการณ์การผลิตมันเส้นของประเทศไทยพบทั้งการสับด้วยมือ และสับด้วยเครื่องสับหรือโม่เป็นมันเส้น แต่ส่วนใหญ่เป็นการสับเป็นมันเส้นด้วยเครื่อง แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน พร้อมต้องมีการพลิกกลบเป็นระยะๆ ตลอดช่วงการตากแห้ง แต่ปัจจุบันยังเครื่องสับมันเส้นที่ใช้อยู่ทั่วไปยังไม่มีเทคโนโลยีที่เหมาะสม ชิ้นมันที่ได้จากการใช้เครื่องสับมีขนาดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำแห้ง หรือตากแห้ง เกิดการสูญเสียเนื่องจากการป่นเป็นฝุ่นผงในกิจกรรมการพลิกกลับ เกิดการปนของดิน ส่วนของเหง้าและสิ่งเจือปนอื่นๆ อีกมาก จัดเป็นมันเส้นคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง อีกทั้งพบว่าไทยมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการส่งออกมากขึ้น เนื่องจากประเทศเพื่อนบ้านมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น สามารถผลิตมันเส้นสับมือทีมีลักษณะสวยงาม และสะอาดกว่า ทำให้ไทยขาดศักยภาพในการแข่งขันด้านราคา ส่งผลต่อเสถียรภาพ และระดับราคารับซื้อหัวมันสำปะหลังสดจากเกษตรกรในประเทศระดับหนึ่ง ในกระบวนการทำมันเส้น ตั้งแต่ขั้นตอนการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดจนได้มันเส้นนั้น ยังคงขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการ เช่นเครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด เครื่องสับหัวมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการที่จะทำให้ได้ขนาดของมันเส้นสม่ำเสมอ ดังนั้นการพัฒนามันเส้นสะอาดจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน

กิจกรรมวิจัยและพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง และเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด ดำเนินการโดย 3 กิจกรรมย่อยคือ 1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ 2) การศึกษารูปแบบการทำความสะอาดที่เหมาะสม ประกอบด้วยการทำความสะอาดแบบตะแกรงร่อนและแบบถังหมุน พร้อมการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและคัดเลือกระดับของปัจจัยที่เหมาะสม และ 3) การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสับมันเส้นจากระบบที่มีอยู่ มีการศึกษาระดับปัจจัยและคัดเลือกระดับปัจจัยที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบกับการสับมันเส้นแบบเป็นแผ่น โดยใช้ขนาดและความสามารถในการทำแห้งเป็นตัวชี้วัด ทั้งมีการศึกษาและพัฒนาระบบการคัดแยกชิ้นมันภายหลังการโม่หรือสับ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการจัดการในการทำแห้งแบบลานตาก ลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ได้ระดับหนึ่ง

Abstract

บทนำ

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) มันสำปะหลังนอกจากจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ (ธีรภัทร, 2545) แล้ว ยังเป็นพืชพลังงานที่สำคัญโดยพบว่ามันสำปะหลังจัดเป็นพืชที่เหมาะที่สุดในการทำเอทานอล (เจริญศักดิ์, 2544) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมน้ำมันเบนซิน 91 ให้เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอลที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 เพื่อเป็นการลดการนำเข้าสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้น (วงศ์สุภัทร, 2549) โดยในปี 2554 คาดว่าจะมีผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 30.2 ล้านตัน และสามารทำการผลิตเอทานอลได้ประมาณ 1,600 ล้านลิตร (กล้าณรงค์, 2549)

มันสำปะหลังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญ ได้แก่แป้งมันสำปะหลัง 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

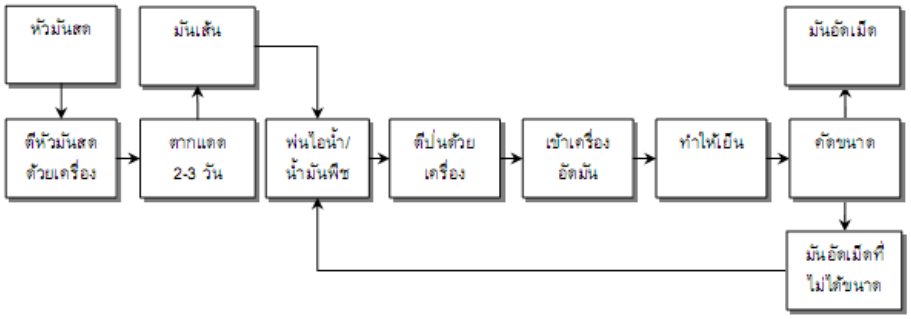
ปัจจุบันการผลิตมันเส้นของประเทศไทยมีทั้งมันการสับด้วยมือ และสับด้วยเครื่องสับมันเส้น แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน พร้อมต้องมีการพลิกกลบเป็นระยะๆ ตลอดช่วงการตากแห้ง โดยพบว่ามันเส้นที่ได้รับโดยเฉพาะมันเส้นจากการสับด้วยเครื่องมีสิ่งเจือปนสูงทั้งจากส่วนของเหง้ามัน ดินและสิ่งเจือปนอื่นๆ จัดเป็นมันเส้นคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะต่อการนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ และการส่งออกเริ่มมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากส่วนหนึ่งประเทศผู้นำเข้า นำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านซึ่งเป็นมันเส้นสับมือและสะอาดกว่า และการที่เครื่องสับมันเส้นทำการสับเป็นชิ้นได้ไม่สม่ำเสมอยังส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำแห้ง หรือตากแห้ง และเกิดการสูญเสียเนื่องจากการป่นเป็นผงจากการพลิกกลับ ซึ่งจำเป็นต้องนำไปทำเป็นมันเส้นอัดเม็ดซึ่งเป็นการเพิ่มขั้นตอนและต้นทุนในการผลิต แม้ว่าส่วนหนึ่งการอัดเม็ดจะมีวัตถุประสงค์เพื่อการขนส่งก็ตาม การที่สับมันเส้นที่ไม่สะอาดก็จะส่งผลต่อคุณภาพมันเส้นอัดเม็ดที่ไม่มีคุณภาพและสูญเสียศักยภาพการแข่งขันในการส่งออกด้วย นอกจากนี้การผลิตมันเส้นยังมีส่วนช่วยให้เกษตรกรสามารถชะลอการขาย เพื่อรอราคาที่เหมาะสม แก้ปัญหาราคามันสำปะหลังตกต่ำ และแก้ปัญหาการเร่งเก็บเกี่ยวและจำหน่ายในเขตที่มีปัญหาไม่มีแหล่งรับซื้อโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเขตใหม่ อาทิในเขตภาคเหนือของประเทศ ปริมาณการผลิตยังไม่มากและธุรกิจการซื้อขายยังไม่เอื้อ ผู้รับซื้อจากภาคกลางขึ้นไปรับซื้อในช่วงเวลาจำกัด ทำให้เกษตรกรจะต้องรีบเก็บเกี่ยวและขายในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลต่อการต่อรองด้านราคา เป็นการสูญเสียเวลาและรายได้ของเกษตรกร

ดังนั้นการวิจัยเพื่อพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังด้วยเครื่องจักร และการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องสับมันเส้นที่มีใช้อยู่เดิมควรได้รับการศึกษา เพื่อให้ได้มันเส้นที่มีขนาดสม่ำเสมอ สนับสนุนการลดการสูญเสียในการกระบวนการผลิต ลดมลภาวะ เพิ่มประสิทธิภาพการในขบวนการทำ

แห้ง ทั้งเป็นการลดการใช้แรงงาน ลดการใช้พลังงาน ลดต้นทุนการผลิต ได้มันเส้นสะอาดเป็นผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ มีศักยภาพในการแข่งขันในการส่งออก

การทบทวนวรรณกรรม

กระบวนการผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด แสดงใน รูปที่ 1 โดยมันเส้นได้จากการนำหัวมันสำปะหลังสดเข้าเครื่องหั่นที่เรียกว่า เครื่องโม่มันเส้น ซึ่งจะหั่นหัวมันสดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปตากแดดบนลานซีเมนต์ 2-3 วันให้แห้ง (ส่วนพัฒนาพลังงาน 2 สำนักพัฒนาพลังงาน, 2546) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่งออก แต่เนื่องจากมีปัญหาเรื่องคุณภาพ โดยเฉพาะเพื่อการส่งออก จึงการกำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังขึ้น เพื่อให้ได้ลักษณะที่ต้องการ แสดงในตารางที่ 1 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2523) เปรียบเทียบกับลักษณะมันเส้นสะอาดซึ่งกำหนดโดยกองการค้าสินค้าข้อตกลง กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด (ปรารถนา และคณะ, 2552)

จากการตรวจเอกสารผลการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรในการทำมันเส้นมีดังนี้

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	ไม่มากกว่าร้อยละ13.0 ของน้ำหนัก
กลิ่น และสี	ไม่ได้กำหนด	ไม่มีกลิ่นและสีผิดปกติ
ลักษณะภายนอก	ไม่ได้กำหนด	ไม่บูด เน่า หรือขึ้นรา
อื่นๆ	ไม่ได้กำหนด	ไม่มีแมลงที่ยังมีชีวิตอยู่

Thanh et al. (1979) ได้ปรับปรุงจานตัดของเครื่องตัดแบบจานหมุน โดยดัดแปลงจานตัดแบบเดิมที่ทำให้ชิ้นมันมีขนาดไม่แน่นอน และมีขนาดใหญ่ ทำให้การตากใช้เวลานาน เนื่องจากต้องการให้ชิ้นมันมีขนาดเล็กลง และมีรูปแบบของชิ้นมันที่เป็นรูปแบบเดียวกันมากขึ้น ซึ่งหลังการออกแบบพบว่าสมรรถนะการตัดลดลงจาก 9-11 ตันต่อชั่วโมง เป็น 6-8 ตันต่อชั่วโมง โดยใช้มอเตอร์ขนาด 7.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง แต่ขนาดชิ้นมันมีขนาดเป็นรูปแบบเดียวกันมากขึ้น และขนาดชิ้นเล็กลง โดยชิ้นมันมีขนาดเฉลี่ย 5×2.4×0.6 เซนติเมตร

Visvanathan et al. (1996) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากมุมเอียงของใบมีด และความเร็วในการตัดหัวมันสำปะหลังตามแนวแกน 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 ความเร็วน้อยที่สุดที่สามารถตัดหัวมันสำปะหลังได้คือ 2.5 เมตร/วินาที มุมตัดอยู่ระหว่าง 63-75 องศา และมุมใบมีดอยู่ระหว่าง 30-45 องศา

ธวัชชัย และวิรัตน์ (2548) ได้สร้างเครื่องสับมันสำปะหลังแบบใบมีดโยก สำหรับผลิตชิ้นมันเส้นสะอาดเพื่อเป็นส่วนผสมอาหารสำหรับโคนม เครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบหลักคือ ชุดทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังที่มีลักษณะเป็นตะแกรงหมุนเพื่อแยกสิ่งเจือปน ชุดป้อนหัวมันเข้าสู่ชุดใบมีดสับ ชุดใบมีดสับสร้างขึ้นเพื่อให้เป็นรูปแบบการสับตามขวาง และตัดแยกชิ้นมันเป็นรูปทรงแท่งยาว มีช่วงคมมีดตัด 10 เซนติเมตร ผลการทดลองปรากฏว่าตะแกรงชุดทำความสะอาดหัวมันหมุนด้วยความเร็ว 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 ซึ่งไม่มีความเหมาะสมต่อการอบแห้งเนื่องจากการอบแห้งจะแห้งไม่พร้อมกัน ทำให้สูญเสียพลังงานในการลดความชื้นมากขึ้น การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องตัดชนิดอื่นเพื่อให้ได้ชิ้นมันที่มีขนาดสม่ำเสมอมากขึ้นสอดคล้องกับระยะเวลาที่เหมาะสมในการตากแห้งเพื่อลดความชื้น และลดการเกิดชิ้นมันขนาดเล็กซึ่งเป็นต้นเหตุของฝุ่นผง จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตมันสำปะหลังเส้นของประเทศให้สูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นผลดีกับเกษตรกรผู้ผลิตหัวมันสำปะหลังสด และผู้ประกอบการโรงงานมันเส้นรวมทั้งทำให้การส่งออกผลิตภัณฑ์มันเส้นไปต่างประเทศมีความยั่งยืน และเป็นที่น่าเชื่อถือในระยะยาวต่อไป

การผลิตมันเส้นทำได้โดยการแปรรูปหัวมันสดโดยใช้เครื่องตีสับหัวมันสำปะหลังให้เป็นชิ้นส่วนเล็กๆ แล้วนำไปตากบนลานซีเมนต์ประมาณ 2-3 วัน หรือมากกว่านั้นหากเป็นฤดูฝน ซึ่งตามปกติแล้วการผลิตมันเส้น 1 กิโลกรัมต้องใช้หัวมันสด (มีปริมาณแป้งร้อยละ 25) 2-2.5 กิโลกรัม เมื่อแห้งดีแล้วจะต้องได้มาตรฐานความชื้นที่มีในมันเส้นประมาณร้อยละ 14 แล้วจึงทำการเก็บเพื่อส่งขายเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมมันอัดเม็ดต่อไป แต่เนื่องจากในขบวนการแปรรูปจากหัวมันสดเป็นมันเส้นแห้งนั้น ยังไม่มีเครื่องจักร อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ดีพอ ทำให้มันเส้นที่ได้ภายหลังการทำแห้งจากลานตากมีลักษณะเป็นฝุ่นแป้ง และมีการปนของวัสดุอื่น เกิดมลภาวะทางอากาศ ทั้งทำให้การส่งออกมันสำปะหลังเส้นนั้นประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ คุณภาพต่ำกว่ามันเส้นปอกเปลือกของประเทศเพื่อนบ้าน มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก และมีฝุ่นผงและทรายเจือปนมาก (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2548) แม้ในปี 2545-2549 รัฐบาลได้มียุทธศาสตร์มันสำปะหลัง เพื่อการส่งออกมันสำปะหลังเส้นคุณภาพดี และแป้งมันสำปะหลังไปต่างประเทศ โดยเริ่มดำเนินการโครงการมันเส้นสะอาด ซึ่งเน้นกระบวนการทำความสะอาดด้วยการแยกดินและทรายออกจากหัวมันสำปะหลังสดก่อนการตัดหรือสับเพื่อลดการเจือปนของทรายในมันสำปะหลังเส้น และลดปริมาณฝุ่นจากการตากภายหลังกระบวนการสับหรือตัดหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องหั่นแบบจานหมุน ด้วยการลับคมมีดของเครื่องหั่นแบบจานหมุนให้มีความคมทุกครั้งก่อนการตัดเพื่อให้เกิดชิ้นมันที่ป่นน้อยที่สุดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดฝุ่น (สิทธิชัย, 2549) ปัจจุบันโครงการผลิตมันเส้นสะอาด ได้ดำเนินการไปแล้ว 20 จังหวัด โดยคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายเพื่อสร้างลานมันเส้นสะอาดขนาด 400 ตารางเมตร รวม 10,000 ลาน และจัดอบรมเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการ 10,000 ราย เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้พัฒนาเครื่องสับมันแบบจานนอน มีสมรรถนะการสับ 4.8 ตันต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงานจำเพาะ 0.64 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์ แต่ขนาดของมันสำปะหลังเส้นยังไม่สม่ำเสมอเท่าที่ควร (ภาคีศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551) แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมต่อเนื่องมีความต้องการมันเส้นสะอาด

เช่นเดียวกับมันสับมือของประเทศเพื่อนบ้าน ดังนั้นการคัดแยกเพื่อทำให้เป็นมันเส้นสะอาดจากขบวนการผลิตเดิม จะช่วยเพิ่มมูลค่าและรายได้ให้กับผู้ประกอบการ และเกษตรกรในอีกทางหนึ่ง

วิรัตน์ (2555) พัฒนาเครื่องหั่นชิ้นมันเส้น โดยมีหลักการทำงาน คือ ป้อนหัวมันสำปะหลังเข้าสู่ส่วนทำความสะอาดที่ใช้หลักการขัดสีของวัสดุกับผิววัตถุดิบในน้ำ เพื่อขัดผิวและล้างให้สะอาด แล้วลำเลียงส่งเข้าชุดใบมีดที่ใช้หลักการเฉือน และหั่นหัวมันให้ได้เป็นชิ้นมันเส้นสะอาด โดยใช้ต้นกำลังขับในเพลาเดียวกันทำให้ทุกส่วนทำงานต่อเนื่องพร้อมกัน ผลการทดสอบการทำงาน ที่ความเร็วรอบเพลาขับ 50 รอบต่อนาที เครื่องสามารถทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังจนไม่พบเห็นดินทรายปนเปื้อน โดยมีเปอร์เซ็นต์เปลือกติดค้างหลังการทำความสะอาด 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 และที่หั่นมันเส้นมีความประสงค์เข้าร่วมการอบบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี และต้องการเครื่องล้างพร้อมหั่นขนาดเล็กที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก ทำงานคนเดียวได้ โดยมีต้นกำลังที่ใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ จึงได้พัฒนาเครื่องตามความต้องการดังกล่าว รวมทั้งพัฒนาชุดล้างน้ำละชุดครอบใบมีดหั่น ให้สามารถเปิดทำความสะอาดได้สะดวก โดยมีผลการทดสอบคือ เมื่อใช้หัวมันสำปะหลังเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-8 cm. ปรับความเร็วรอบเพลาขับที่ 45 rpm. พบว่าเครื่องมีความสามารถในการล้างงพร้อมหั่นมันเส้นสะอาด 1,389 kg hr-1 มีชิ้นมันเส้นเต็ม 84.15 % และมี ชิ้นแตกหัก 11.32 % เมื่อทำการถ่ายอดเทคโนโลยีเครื่องล้างพร้อมหั่นมันเส้นสะอาดสำหรับชุมชนให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ผู้เลี้ยงโคนมและผู้หั่นมันเส้นสะอาด จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 35 คน รวม 70 คน เสร็จสิ้นแล้ว พบว่าเกษตรกรให้ความสนใจทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ รวมทั้งแสดงความคิดเห็นว่าหน่วยงานรัฐควรจัดหาเครื่องชนิดนี้ให้กับเกษตรกรหรือชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรและทำให้มีอาชีพเพิ่มขึ้น สวนผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้ารับการอบรมพบว่ามีความพึงพอใจในการอบรมมากกว่า 80 % และขอให้จัดอบรมเพิ่มเติมให้กับเกษตรกรกลุ่มที่เหลืออีกจำนวนมาก

ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้การวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ แบ่งการดำเนินการเป็น 2 กิจกรรมวิจัย โดยในแต่ละกิจกรรมวิจัย มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรและกระบวนการทำมันเส้นสะอาด **(Study on Mechanization Situation for Cassava Chip Processing)**

1.1 ตรวจเอกสารและสำรวจสถานการณ์ระบบการรับซื้อ การแปรรูปหัวมันสำปะหลังสดเป็นมันเส้นและการทำแห้งมันเส้น ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบวิธีการ การใช้แรงงาน การใช้เครื่องจักรกลเกษตร ปัญหา อุปสรรค เงื่อนไข ข้อจำกัดและความต้องการ โดยเฉพาะเกี่ยวกับเครื่องจักรในการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง เครื่องจักรในการสับหัวมันสดให้เป็นมันเส้น และเครื่องจักรที่ใช้ในการทำแห้งแบบลานตากโดยการสำรวจจะดำเนินการโดยการใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เกษตรกร และผู้ประกอบการที่ทำการรับซื้อและแปรรูปหัวมันสำปะหลังสด และการรวบรวมข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญของเครื่องจักรกลเกษตร โดยเฉพาะเครื่องจักรในกระบวนการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งจะดำเนินการในจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดจำนวน 5 จังหวัด โดยสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ขายจังหวัดละอย่างน้อย 10 ตัวอย่าง และผู้ประกอบการรับซื้อ (ลานมันฯที่มีการรับซื้อแปรรูปเป็นมันเส้น และการทำแห้ง) จังหวัดละอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลผลการสำรวจโดยจะใช้การวิเคราะห์แบบการแจกแจงความถี่ ร้อยละประกอบการใช้เทคนิค SWOT ส่วนในกรณีของเครื่องจักรจะดำเนินการวิเคราะห์ศักยภาพ ปัญหา เงื่อนไข ข้อจำกัด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพ หรือพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรใหม่ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

1.3 จัดทำรายงาน และเผยแพร่ผลการศึกษา

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

1. วิจัยและพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง และประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด (Research and Development on Cleaning of Cassava Tubers and Efficiency Improvement of Machinery for Producing of Clean Cassava Chip)

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

เพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการออกแบบ 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 จำนวนครีบวงเดือน 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 ศึกษาปัญหา และเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่จำเป็น อาทิ อัตราการป้อน ความเร็วรอบใบมีด พลังงานที่ใช้ และลักษณะมันเส้นที่ได้

3.2 วิเคราะห์ปัญหา และกำหนดประเด็นในการที่จะทำการวิจัยและพัฒนา ในเบื้องต้นส่วนที่จำเป็นต้องทำการพัฒนาคือ รูปแบบการป้อน และชนิดใบมีด

3.3 สร้างชุดทดสอบเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จนได้ระดับปัจจัยที่เหมาะสมหรือดีที่สุด

3.4 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

3.5ทดสอบประเมินผลวิเคราะห์ข้อมูล 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 และลานมันสำปะหลังภาคเอกชน

ผลการวิจัย

1. **ศึกษาสถานการณ์การใช้เครื่องจักรและกระบวนการทำมันเส้นสะอาด (Study on Mechanization Situation for Cassava Chip Processing)**

จากการรวบรวมรายชื่อผู้ประกอบการแปรรูปหัวมันสำปะหลังสด เพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกับกระบวนการ และเครื่องจักรในการแปรรูปมันสำปะหลัง สามารถแบ่งเป็นกลุ่มธุรกิจได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ผู้ประกอบการลานมัน มันเส้นอัดเม็ด โรงแป้ง และผู้ส่งออก ซึ่งจากการตรวจเอกสารเพิ่มเติมและสำรวจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมมันเส้น การบวนการผลิตมันเส้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ลักษณะของมันเส้นที่ได้ยังมีขนาดหลากหลาย (รูปที่ 1) มีฝุ่นและสิ่งเจือปนอยู่มาก อีกทั้งพบว่าไทยได้รับผลกระทบจากการส่งออกมากขึ้น เนื่องจากประเทศเพื่อนบ้านมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้นทั้งและผลิตภัณฑ์มันเส้น เป็นมันเส้นที่สะอาดกว่าของไทยมาก เนื่องจากเป็นมันสับมือ (รูปที่ 2) ไม่มีข้อจำกัดเรื่องแรงงาน ผู้ส่งออกจะส่งออกมันเส้นเหล่านี้ก่อน แล้วส่งออกมันเส้นของไทยภายหลัง อีกทั้งราคาส่งออกที่ต่ำกว่าทั้งที่คุณภาพสูงกว่า ทำให้ไทยขาดศักยภาพในการแข่งขัน

อย่างไรก็ตามการที่ไทยจะทำมันเส้นสับมือเพื่อการแข่ง คงเป็นไปไม่ได้ การพัฒนาคุณภาพให้เป็นมันเส้นสะอาดส่งออกให้กับคู่ค้าเดิม และจำหน่ายให้กลุ่มผลิตอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศ นั้นก็ยังมีความต้องการอีกมาก

รูปที่ 1 ความไม่สม่ำเสมอของขนาด และความสะอาดของชิ้นมันเส้น

อย่างไรก็ตามการที่ไทยจะทำมันเส้นสับมือเพื่อการแข่ง คงเป็นไปไม่ได้ การพัฒนาคุณภาพให้เป็นมันเส้นสะอาดส่งออกให้กับคู่ค้าเดิม และจำหน่ายให้กลุ่มผลิตอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศ นั้นก็ยังมีความต้องการอีกมาก

จากการสำรวจและสัมภาษณ์เบื้องต้นพบว่ามีผู้ประกอบการบางรายได้มีการพัฒนาผลิตพันธุ์ของตนเองเป็นมันเส้นสะอาด และประสบผลสำเร็จทั้งราคาจำหน่ายที่เพื่อขึ้น และผลิตได้ไม่พอต่อความต้องการ โดยมีการพัฒนาเครื่องจักรและขบวนการผลิตขึ้นเอง แต่พิจารณาว่าเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของขบวนการยังต้องพัฒนา และที่มีอยู่แล้วควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะ ให้มีประสิทธิภาพการ

ทำงาน ลดการใช้พลังงาน การใช้แรงงานคน และความสูญเสียลง ตลอดจนพัฒนาให้เหมาะสมกับผู้ประกอบการซึ่งมีหลายระดับจนถึงระดับเกษตรกร

จากการศึกษา และการวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูป และเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการ พบว่ามีเครื่องจักรใช้เกือบทุกกิจกรรม และเครื่องจักรโดยส่วนใหญ่ควรได้รับการพัฒนา ดังนี้

(ก) (ข)

รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์มันเส้นของประเทศเพื่อนบ้าน (ก) และของไทย (ข)

1. การรับซื้อ ยังขาดเครื่องมือ วิธีการ และเกณฑ์ในการประเมินราคารับซื้อที่เหมาะสมและเป็นธรรม ได้ราคาตามคุณภาพของหัวมันสด โดยเฉพาะในด้านเปอร์เซ็นต์ และความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด ซึ่งการต้องมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม
2. การทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง ส่วนใหญ่ทำในระดับผู้ประกอบการ โดยในกลุ่มของผู้ประกอบการลานมันหรือผู้ผลิตมันเส้นจะมีการทำความสะอาดหัวมันในระบบแห้ง มีหลากหลายรูปแบบ (รูปที่ 3-8) ที่ควรได้รับการพัฒนาทั้งในด้านความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนการพัฒนารูปแบบใหม่ให้เหมาะสมกับปริมาณวัตถุดิบและระดับการประกอบการ

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

รูปที่ 3 เครื่องทำความสะอาดและขัดผิวหัวมันสำปะหลัง

ที่มา:

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

รูปที่ 4 เครื่องทำความสะอาด และสับมันสำปะหลัง

รูปที่ 5 เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบสายพานและตะแกรงร่อน (1ตะแกรง)

รูปที่ 6 เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบสายพานและตะแกรงร่อน (2 ตะแกรง) เพิ่มความสามารถการทำงานโดยการเพิ่มจำนวนชุด

รูปที่ 7 ส่วนที่เป็นตะแกรงร่อนสำหรับทำความสะอาด

รูปที่ 8 เครื่องทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบถังตะแกรงหมุน แต่ปัจจุบันไม่ใช้งานแม้มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดสูง ประหยัดเนื้อที่ แต่มีความสามารถในการทำงานต่ำ ไม่ตอบสนองปริมาณการับซื้อต่อวัน และการสับเป็นมันเส้น

3. การแปรรูปเป็นมันเส้น เครื่องสับมีหลักการทำงานเดียวกันทั้งหมดทุกระดับของผู้ประกอบการ เป็นแบบจานหมุน ต่างกันที่ขนาดหรือความสามารถในการทำงาน และยังคงได้ชิ้นมันไม่สม่ำเสมอทำนองเดียวกัน

รูปที่ 9 เครื่องสับมันเส้น ใบสับเป็นแบบจานหมุน

จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถสับได้ขนาดที่สม่ำเสมอ และประหยัดพลังงาน

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

อย่างไรก็ตาม ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่ค่อนข้างครอบคลุม และวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งจะมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เรียงลำดับความสำคัญ และกำหนดประเด็นที่จะทำการพัฒนาต่อไป

2. วิจัยและพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง และประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด (Research and Development on Cleaning of Cassava Tubers and Efficiency)

2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลัง

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

2.2 **การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักร/อุปกรณ์ในการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสด**

เพื่อหารูปแบบการทำความสะอาดหัวมันฯที่เหมาะสม ได้พิจารณาและออกแบบระบบการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังสดเป็น 2 แบบ คือ แบบถังหมุน และแบบตะแกรงร่อน ซึ่งในการดำเนินโครงการ ได้ออกแบบเครื่องต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบ เพื่อศึกษาปัจจัยการทำงานที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) **ระบบการทำความสะอาดแบบถังหมุน** ได้ทำการสร้างต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบ เพื่อศึกษาปัจจัยการทำงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความยาว ความเร็วในการหมุน และอัตราการทำงาน โดยต้นแบบประกอบไปด้วยถังทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร รูปที่ 1 (ก) ผนังของถังมีลักษณะเป็นฟันหยัก ทำด้วยเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว วางลักษณะคว่ำให้ส่วนของสันอยู่ด้านใน รูปที่ 1 (ข) เพื่อให้เกิดการกระแทก และสะกิดสิ่งเจือปน และเปลือกของหัวมันฯออก การหมุนใช้โซ่ขนาดเบอร์ 80 พันและยึดรอบถัง แล้วขับด้วยเฟืองโซ่ ที่ได้รับกำลังขับที่ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมความเร็วด้วย Inverter และ/หรือเครื่องยนต์ผ่านระบบพู่เล่ และสายพาน ส่วนการทำให้หัวมันสำปะหลังเคลื่อนที่จะใช้ระบบครีบพา ที่สามารถปรับระยะพิชได้ เพื่อการศึกษาความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวมันในถังหมุนดังกล่าว เพื่อหาอัตราการป้อนสูงสุด และมีประสิทธิภาพการทำความสะอาดสูงสุด แต่การสร้างชุดทดสอบอยู่ระหว่างดำเนินการ

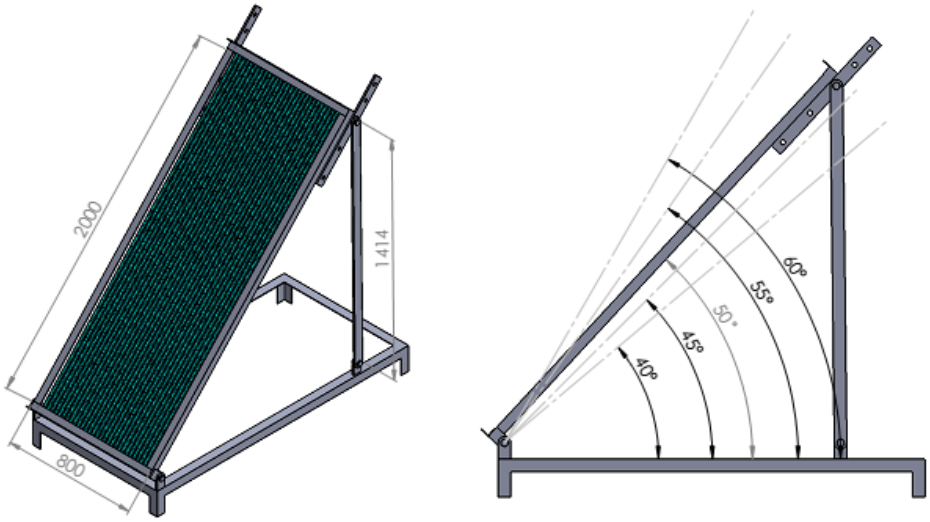
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 1 ชุดทดสอบอุปกรณ์ทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังแบบถังหมุน (ก) ผนังถังด้วยเหล็กฉากวางลักษณะคว่ำ (ข) และส่งกำลังขับหมุนด้วยโซ่ และเฟืองโซ่ (ค)

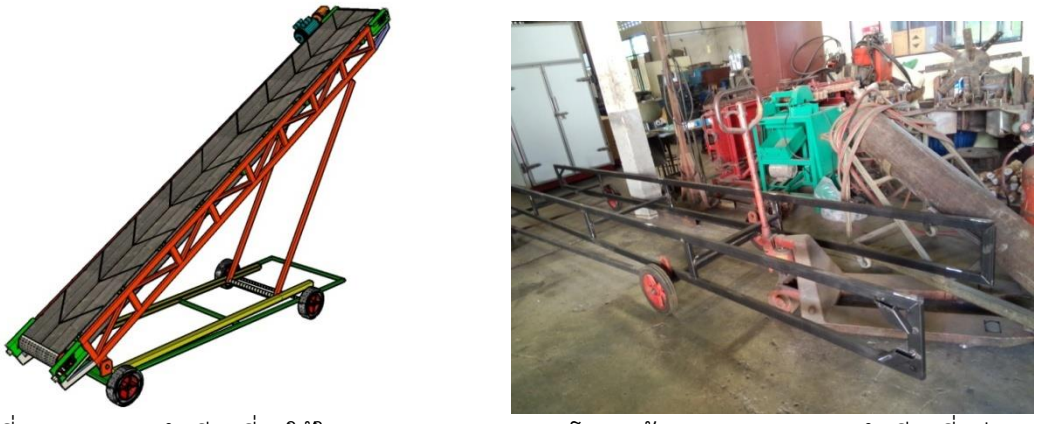
2) **ระบบการทำความสะอาดแบบแกรงร่อน** ได้ทำการสร้างต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบเช่นเดียวกันเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความยาวตะแกรง มุมเอียงตะแกรง จำนวนครั้งในการทำความสะอาด ตะแกรงร่อนออกแบบใช้เหล็กข้ออ้อยสำหรับงานก่อสร้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง –3/8 นิ้ว ยาว 2.0 เมตร จำนวน 2 ชุด (รูปที่ 2) ติดตั้งบนขาตั้งที่สามารถปรับมุมเอียงได้ เพื่อศึกษาหามุมเอียงตะแกรง (4 ระดับ) และความยาวตะแกรงที่เหมาะสม (รูปที่ 3)

รูปที่ 2 ตะแกรงร่อนทำด้วยเหล็กข้ออ้อย



รูปที่ 3 การติดตั้งและปรับมุมเอียงตะแกรงร่อน

นอกจากนี้ได้มีการสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อใช้ประกอบในการทดสอบ และศึกษาอาทิระบบสายพานลำเลียงที่สามารถปรับเปลี่ยนความเร็ว และความสูงในการลำเลียงได้ (รูปที่ 4) เพื่อความสะดวกในการทำงาน และควบคุมอัตราการป้อนหัวมันสำปะหลังในการพัฒนาระบบการทำความสะอาดหัวมันฯ และการสับมันเส้น



รูปที่ 4 สายพานลำเลียงที่จะใช้ในการทดสอบ (ก) และโครงสร้างของชุดสายพานลำเลียงที่อยู่ระหว่างการรอวัสดุสายพานในกระบวนการจัดซื้อ (ข)

เพื่อการศึกษาปัจจัย การคัดเลือกระดับปัจจัยที่เหมาะสม การคัดเลือกแบบ และการพัฒนาเป็นเครื่องต้นแบบต่อไปนั้น ในปัจจุบันการสร้างต้นแบบในลักษณะชุดทดสอบ ทั้งสอบแบบดังกล่าวข้างต้นแล้วเสร็จ รอการทดสอบในฤดูการเก็บเกี่ยวที่จะมาถึง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยและพัฒนาการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง และเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรสำหรับทำมันเส้นสะอาด ดำเนินการโดย 3 กิจกรรมย่อยคือ 1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหัวมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ 2) การศึกษารูปแบบการทำความสะอาดที่เหมาะสม ประกอบด้วยการทำความสะอาดแบบตะแกรงร่อนและแบบถังหมุน พร้อมการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและคัดเลือกระดับของปัจจัยที่เหมาะสม และ 3) การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสับมันเส้นจากระบบที่มีอยู่ มีการศึกษาระดับปัจจัยและคัดเลือกระดับปัจจัยที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบกับการสับมันเส้นแบบเป็นแผ่น โดยใช้ขนาดและความสามารถในการทำแห้งเป็นตัวชี้วัด ทั้งมีการศึกษาและพัฒนาระบบการคัดแยกชิ้นมันภายหลังการโม่หรือสับ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการจัดการในการทำแห้งแบบลานตาก ลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ได้ระดับหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

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

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2549. สถานภาพวัตถุดิบในการผลิตเอทนอลของประเทศไทย. http://www.cassava.org

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

ธีรภัทร ศรีนรคุตร. 2545. วิจัยผลิตเอทานอลเกรดสูงจากมันสำปะหลัง ลดการนำเข้าเคมีภัณฑ์. โครงการวิจัยเอทานอลจากมันสำปะหลัง สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. http://www.itdoa.com/news_itda/science/doc_19.htm, 7 สิงหาคม 2545

วงศ์สุภัทร คงสวัสดิ์. 2549. บันทึก**ประเทศไทยปลาย 2547: สถานการณ์พลังงานไทยปี 2548 – 2551**. หนังสือพิมพ์โพสทูเดย์. http://www.posttoday.com/thailand2547/plang.html

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2551. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. http://www2.oae.go.th/pdffile/commodity.pd พฤศจิกายน 2550

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2548/49. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมการค้าต่างประเทศ. 2547. สถานการณ์มันสำปะหลัง ประจำเดือนกันยายน 2547.แหล่งที่มา : http://www.dft.moc.go.th/the_files/$$8/level4/tapp1.htm ตุลาคม 2547

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2548.มันสำปะหลัง. แหล่งที่มา : http://www.thaifta.com/ascn_potato1.doc มีนาคม 2548.

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

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์ และ วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. 2548. การศึกษาเครื่องสับมันสำปะหลังแบบใบมีดโยกสำหรับผลิตชิ้นมันเส้น. การประชุมวิชาการครั้งที่ 6 ประจำปี 2548 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

ดนัย ศุภาหาร. 2537.พฤษศาสตร์และพันธุศาสตร์ของมันสำปะหลัง. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ. หน้า 14-30

ภาคีศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์ การพัฒนากระบวนผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล. 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

เรืองเกียรติ ศุภาดารัตนาวงศ์. 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. Raoand 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.