รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

Research and Development of Cassava Planter Attached with Tractor

นายประสาท แสงพันธุ์ตา

Mr. PRASAT SANGPHANTA

ปี พ.ศ. 2556

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

Research and Development of Cassava Planter Attached with Tractor

นายประสาท แสงพันธุ์ตา

Mr. PRASAT SANGPHANTA

ปี พ.ศ. 2556

คำปรารภ

รายงานโครงการวิจัยเรื่อง วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์เล่มนี้ เป็นรายงานผลงานวิจัย ซึ่งคณะผู้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2553 ถึง 30 กันยายน 2556 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกมันสำปะหลัง โดยการนำเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้ทดแทนแรงงาน สำหรับแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกมันสำปะหลัง โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ การวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีความปลอดภัยในการใช้งาน และได้ท่อนพันธุ์ที่มีคุณภาพดี และการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังให้ปลูกมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทดแทนการใช้แรงงานคนได้ ทำให้ประหยัดต้นทุนในการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร

เนื้อหาทั้งหมดในรายงานเล่มนี้มีจำนวน 3 บท คือ บทที่ 1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ซึ่งได้ออกแบบและทดสอบเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สามารถกำหนดความยาวท่อนพันธุ์ได้ตามความต้องการของเกษตรกร มีความปลอดภัยในการใช้งาน ทำงานได้รวดเร็ว และได้ท่อนพันธุ์ที่มีคุณภาพดี มีอัตราการงอกสูง สามารถใช้ทดแทนแรงงานในการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี ในบทที่ 2 เป็นเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งได้ดำเนินการวางแผน ออกแบบและสร้างชุดทดสอบ เพื่อทดสอบปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องปลูก เช่น ความเร็วที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนของรถต้นกำลัง ความเร็วในการปักท่อนพันธุ์ของลูกกลิ้ง ขนาดและความยาวท่อนพันธุ์ ชนิดและขนาดดินในกระบะดินทดสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง และในบทสุดท้าย บทที่ 3 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ ซึ่งได้ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ ที่สามารถยกร่อง และปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนร่อง โดยเกษตรกรผู้ใช้สามารถกำหนดระยะห่างระหว่างต้น และระยะห่างระหว่างร่องได้ตามต้องการ

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานเล่มนี้จะมีประโยชน์แก่นักวิจัย นักวิชาการเกษตร ตลอดจนเกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป ที่จะได้ศึกษาและนำเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... 5

คณะผู้วิจัย..... 6

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... 7

บทนำ..... 8

บทที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง..... 10

บทที่ 2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลัง 22

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ 34

บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 69

บรรณานุกรม..... 70

ภาคผนวก..... 73

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สามารถดำเนินการและสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายที่สนับสนุนด้วยดี ทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม คุณอัคคพล เสนาณรงค์ ที่ได้สนับสนุนให้คำชี้แนะต่างๆ ขอขอบคุณ ดร.อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ที่ได้ช่วยสอนแนวทางและระเบียบวิธีการทำวิจัย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงแง่คิดด้านต่างๆ ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ (ตากฟ้า) ซึ่งให้การสนับสนุนแปลงทดสอบ ขอขอบคุณ คุณบุญชู ที่ช่วยประสานงานในการจัดหาแปลงทดสอบ ให้คำแนะนำ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ระหว่างการทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆแต่มิได้เอ่ยนาม ซึ่งล้วนแต่มีส่วนส่งเสริมให้โครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานอย่างดี ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย

ประสาท แสงพันธุ์ตา	อนุชิต ฉ่ำสิงห์	วุฒิพล จันทร์สระครู
Prasat Sangphanta	Anuchit Chamsing	Wuttipol Chansacoo
คุรุวรรณ ภามาตร์	ศักดิ์ชัย อาษาวัง	ขนิษฐ์ หว่านณรงค์
Kuruwan PhaMart	Sakchai ArsaWang	Khanit Whannarong

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	=	พื้นที่ทำงานใน 1 ปี (ไร่)
A_c	=	ต้นทุนการใช้เครื่อง (บาท/ไร่)
C_t	=	ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (ไร่/ชั่วโมง)
DP	=	ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)
F	=	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง)
F_c	=	ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)
i	=	อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์)
L	=	อายุการใช้งาน (ปี)
L_0	=	ค่าแรงคนขับ (บาท/ชั่วโมง)
L_1	=	ค่าแรงคนงาน (บาท/ชั่วโมง)
O	=	ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง)
P	=	ราคาซื้อเครื่องจักร (บาท)
$R\&M$	=	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)
S	=	ราคาซากของเครื่องจักร (บาท)

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล แต่เป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ที่ครองส่วนแบ่งทางการตลาด 70 เปอร์เซ็นต์ มีมูลค่าส่งออกรวมมากกว่า 40,000 ล้านบาทต่อปี และมีพื้นที่ปลูก 8.51 ล้านไร่ เป็นอันดับ 4 รองจากข้าว ข้าวโพด และยางพารา มีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 29.62 ล้านตันต่อปี โดยพื้นที่ปลูก 53.07 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 30.20 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคกลาง และ 16.73 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคเหนือ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551)

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

การผลิตมันสำปะหลังของไทยได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การปรับปรุงพันธุ์ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอื่นๆ ตลอดจนเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต และการใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนการผลิต ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องจักรกลเกษตรมีการศึกษาค่อนข้างน้อย

การผลิตมันสำปะหลังนั้น ขั้นตอนการเตรียมพันธุ์และการปลูกนับว่ามีความสำคัญต่อผลผลิตมันสำปะหลังมากเนื่องมาจากการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยนั้นเป็นการปลูกตามฤดูกาล โดยจะปลูกในช่วงต้นฤดูฝน และในช่วงปลายฤดูฝน หากปลูกช้าไม่ทันตามฤดูกาลอาจเกิดความเสียหายต่อท่อนพันธุ์ ท่อนพันธุ์ไม่งอกและตาย ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งค่าใช้จ่ายและแรงงาน และขั้นตอนในการปลูกมันสำปะหลังนั้นต้องการความประณีตตั้งแต่การตัดท่อนพันธุ์ การปลูก ซึ่งในการปักท่อนพันธุ์นั้น ต้องปักท่อนพันธุ์ด้านโคนลงบนดิน ต้องใช้ความชำนาญในการสังเกตท่อนพันธุ์ หากปักท่อนพันธุ์ด้านยอดลง ท่อนพันธุ์จะไม่งอก วิธีการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมให้ผลผลิตสูงคือการปลูกด้วยวิธีการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังให้ตั้งตรงหรือเอียง

ได้ไม่เกิน 45 องศา ให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกต้นฤดูฝน และลึก 10-15 เซนติเมตร สำหรับการปลูกปลายฤดูฝน การปักท่อนพันธุ์ตั้งตรงทำให้รากและหัวออกรอบโคนต้นอย่างสมดุล ดีกว่าการปักเอียง (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังนั้นจะมีทั้งแบบยกร่องและแบบไม่ยกร่อง ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และสภาพดิน หากปลูกแบบยกร่องการปักท่อนพันธุ์ก็จะปักเป็นแนวบนสันร่อง แต่หากปลูกแบบไม่ยกร่อง เกษตรกรจะทำการขึงเชือกเป็นเส้นตรงเป็นแนวอ้างอิงในการปลูกเพื่อให้แถวปลูกตรง

ในการปลูกมันสำปะหลังต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมากตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์ที่ต้องใช้แรงงานคนตัดท่อนพันธุ์ โดยการเลือกต้นมันสำปะหลังที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป ตัดให้เป็นท่อนๆ ยาว ขนาดท่อนละ 25-30 เซนติเมตร หรือมีจำนวนตาประมาณ 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ สำหรับพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ระยอง 90 เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ห้วยบง 60 ระยอง 9 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 2-6 เซนติเมตร ซึ่งในขั้นตอนการตัดท่อนพันธุ์ต้องใช้แรงงานคนจำนวนหนึ่งหรือแรงงานจ้างซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ทำงานได้ช้า และเกษตรกรบางส่วนมีการพัฒนาเครื่องมือแบบง่ายๆ หรือประยุกต์ใช้เครื่องจักรเครื่องมือที่มีอยู่มาทำการตัดท่อนพันธุ์ โดยพบว่าส่วนใหญ่ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน และท่อนพันธุ์ที่ตัดได้มีการวางไม่เป็นระเบียบทำให้ส่วนปลายยอดกับส่วนโคนสลับทิศทางกัน มีความยุ่งยากในการคัดแยกให้ท่อนพันธุ์อยู่ในทิศทางเดียวกันก่อนนำไปปลูกในแปลง หรือไม่มีการคัดแยกก่อนแต่ใช้ประสบการณ์และความชำนาญของแรงงานปลูกพิจารณาเอาส่วนโคนปักลงในดิน ซึ่งวิธีการนี้อาจเกิดความผิดพลาดเอาส่วนปลายปักลงในดินได้โดยเฉพาะแรงงานวัยรุ่น แรงงานที่ขาดประสบการณ์และขาดความรับผิดชอบตลอดจนเสียเวลาในการปลูก และอาจไม่สามารถทำการปลูกได้ทันเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้การปลูกที่ผิดพลาดโดยการเอาส่วนปลายปักลงในดินนั้นทำให้พันธุ์ท่อนมันสำปะหลังไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี หรือไม่งอก ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียผลผลิตที่ควรจะได้รับ เสียเวลา โอกาส และสูญเสียรายได้ของครอบครัว โดยเฉพาะหากต้องมีการเตรียมท่อนพันธุ์ในปริมาณมากสำหรับการปลูกในแต่ละครั้ง ซึ่งต้องใช้แรงงานและเวลามาก ดังนั้นหากมีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตัดท่อนพันธุ์ที่มีความเหมาะสมและปลอดภัยกับการใช้งาน จะทำให้สามารถลดการใช้แรงงาน ลดค่าใช้จ่าย ลดความสูญเสียผลผลิตที่ควรจะได้รับ สามารถทำงานได้สะดวกและต่อเนื่องมากขึ้น

ในปัจจุบันการปลูกมันสำปะหลังยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก โดยต้นทุนในการเตรียมท่อนพันธุ์และการปลูกมีสัดส่วนร้อยละ 7 ของต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังทั้งหมด (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) ผลของการขยายตัวของเศรษฐกิจทั้งในภาคของอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว การก่อสร้าง และการบริการด้านอื่นๆ ทำให้เกษตรกรที่ปลูกพืชเกือบทุกชนิดประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานและนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และยังไม่มีเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพสำหรับทดแทน

การปลูกด้วยแรงงานคน จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงเห็นว่าควรมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังให้สามารถทดแทนการปลูกด้วยแรงงานคน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการปลูกให้ทันต่อฤดูกาล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังขึ้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

บทที่ 1

วิจัยและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

Research and Development of Cassava Stem Cutting Machine

คุรุวรรณ์ ภามาตย์
Kuruwan Pramart

ประสาท แสงพันธุ์ตา
Prasat Sangphanta

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์
Puttinun Jarruwat

สากล วีริยานันท์
Sakol Weriyanun

นิวัต อาระวิล
Niwat Arawin

ณัฐสิทธิ์ อยู่เย็น
Nutthasit Youyen

เทียนชัย เหลาลา
Thianchai Laola

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง, เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

Key word : Cassava, Cassava stem cutting machine

บทคัดย่อ

เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง สำหรับทดแทนการใช้แรงงานคน แก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ลดความเหนื่อยล้า ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกมันสำปะหลัง ได้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบที่มีชุดป้อนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังลักษณะเป็นทรงกระบอกติดจานหมุนเพื่อบรรจุลำต้นมันสำปะหลัง ใบมีดตัดแบบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว 120 ฟัน ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าส่งกำลังด้วยสายพาน ความยาวในการตัดท่อนพันธุ์สามารถปรับตั้งได้ยาว 25-30 เซนติเมตร และเป็นแบบตรง เพื่อใช้ในการปลูกทั้งแบบใช้แรงงานคนและการปลูกด้วยเครื่องปลูก เครื่องตัดมีอุปกรณ์ทำเครื่องหมายที่ท่อนพันธุ์เพื่อความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องในการพิจารณาทิศทางส่วนปลายของท่อนพันธุ์ ในการปลูกด้วยแรงงานคน ทดสอบตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นขนาด 10-45 มิลลิเมตร มีความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ 3339 ท่อน/ชั่วโมง ท่อนพันธุ์ที่ได้มีความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือน้อยกว่า 3 % รอยตัดเรียบและมีความยาวท่อนพันธุ์สม่ำเสมอ การทำงานใช้คนควบคุมเครื่องมือและการป้อนท่อนพันธุ์ฯ 1คน เครื่องมือสามารถทดแทนการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ด้วยแรงงานคน 2-3 คน ลดความเหนื่อยล้าของการใช้แรงงานคนตัด และความเสี่ยงจากอุบัติเหตุจากการใช้เครื่องมือในการตัดท่อนพันธุ์ ท่อนพันธุ์แตกเสียหายต่ำกว่ารูปแบบปฏิบัติเดิมของเกษตรกร เมื่อนำไปปลูก เปอร์เซ็นต์การงอกจะสูงกว่าส่งผลให้มีผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมันสำปะหลัง

Abstract

Research and Development of Cassava Stem cutting machine Replace manual labor Solve labor shortage Reduce the fatigue Reduce production costs And increase efficiency in Crop cassava. The Prototye of Cassava Stem cutting machine With feeder planting cassava. Features a rotating cylinder to contain stem cassava. Cutting circular saw blade 12 inch diameter 120 teeth. Power is a 1 HP electric motor with belt transmission. The length of the truncated variants can be adjusted vertically. 25-30 cm long And a straight cut In order to grow both manual labor and planting tools. Cutter can be marked at Cassava Stem To facilitate quick and accurate The tip of the Cassava Stem. In planting cassava with manpower Cut the cassava stem diameter of 10-45 mm. Capable of shortening strain 3,339 pieces / hour. Cassava Stem had damage that occurs from a less than 3%. Cut with long, smooth and uniform. Working with Cassava Stem cutting machine control 1 person. Cutting tool can replace Manpower for planting with 2-3 person. Reduce the fatigue of Manpower cuts. And the risk of accidents from the use of Cassava Stem cutting machine. Cassava Stem significantly below corrupted form old practice of farmers. When planted Higher percentage of germination Result in a higher yield. Increase efficiency in the production of cassava.

บทนำ

ประเทศไทยนับเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังอันดับต้นๆของโลก และประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยมีสัดส่วนการตลาดถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ภาพรวมการผลิตมันสำปะหลังในปีการผลิต 2555/2556 มีการปรับเปลี่ยนพืชเพาะปลูกในหลายจังหวัด แต่ในภาพรวมพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศใกล้เคียงกับฤดูกาลที่ผ่านมา โดยพื้นที่ที่ลดลงได้แก่พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เนื่องจากเกษตรกรหันไปปลูกอ้อยและยางพารา นอกจากนั้นพื้นที่บางส่วนของจังหวัดจันทบุรีปรับเปลี่ยนไปปลูกลำไย ส่วนพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น ได้แก่หลายจังหวัดทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งปลูกมันสำปะหลังทดแทนในพื้นที่ข้าวโพด มีพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังปี 2554/55 (ต.ค.-ก.ย.)7,911,323 ไร่ และพื้นที่เก็บเกี่ยวปี 2555/56(ต.ค.-ก.ย.) 7,905,056 ไร่ ลดลง 0.08%

ในปัจจุบันการปลูกมันสำปะหลังยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก โดยต้นทุนในการเตรียมท่อนพันธุ์และการปลูกมีสัดส่วนร้อยละ 7 ของต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังทั้งหมด[2] เมื่อมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากขึ้น ก็จำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมากขึ้นด้วย ในขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์และการปลูกนับว่ามีความสำคัญต่อผลผลิตมันสำปะหลังมากเนื่องมาจากการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยนั้นเป็นการปลูกตามฤดูกาล โดยจะปลูกในช่วงต้นฤดูฝน และในช่วงปลายฤดูฝน หากปลูกช้าไม่ทันตามฤดูกาลอาจเกิดความเสียหายต่อท่อนพันธุ์ ท่อนพันธุ์ไม่งอกและตาย ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งค่าใช้จ่ายและแรงงาน ขั้นตอนในการปลูกมันสำปะหลังนั้น ต้องการความประณีตตั้งแต่ขั้นตอนการตัดท่อนพันธุ์ การปลูก วิธีการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมให้ผลผลิตสูงคือการปลูกด้วยวิธีการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังให้ตั้งตรงหรือเอียงได้ไม่เกิน 45 องศา ให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกต้นฤดูฝน และลึก 10-15 เซนติเมตร สำหรับการปลูกปลายฤดูฝน การปักท่อนพันธุ์ตั้งตรงทำให้รากและหัวออกรอบโคนต้นอย่างสมดุลดีกว่าการปักเอียง[1] ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังนั้นจะมีทั้งแบบยกร่องและแบบไม่ยกร่อง ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และสภาพดิน หากปลูกแบบยกร่องการปักท่อนพันธุ์ก็จะปักเป็นแนวบนสันร่อง แต่หากปลูกแบบไม่ยกร่อง เกษตรกรจะทำการขึงเชือกเป็นเส้นตรงเป็นแนวอ้างอิงในการปลูกเพื่อให้แถวปลูกตรง

ขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์ โดยการเลือกต้นมันสำปะหลังที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป ตัดให้เป็นท่อนๆ ยาวขนาดท่อนละ 25-30 เซนติเมตร หรือมีจำนวนตาประมาณ 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ สำหรับพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ระยอง 90 เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ห้วยบง 60 ระยอง 9 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของลำต้น 2-6 เซนติเมตร ซึ่งในขั้นตอนการตัดท่อนพันธุ์ต้องใช้แรงงานคนจำนวนหนึ่งหรือแรงงานจ้างซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ทำงานได้ช้า และเกษตรกรบางส่วนมีการพัฒนาเครื่องมือแบบง่ายๆ

หรือประยุกต์ใช้เครื่องมือที่มีอยู่มาทำการตัดท่อนพันธุ์ โดยพบว่าเครื่องมือส่วนใหญ่ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน และท่อนพันธุ์ที่ตัดได้มีการวางไม่เป็นระเบียบทำให้ส่วนปลายยอดกับส่วนโคนสลับทิศทางกัน มีความยุ่งยากในการคัดแยกให้ท่อนพันธุ์อยู่ในทิศทางเดียวกันก่อนนำไปปลูกในแปลง หรือไม่มีการคัดแยกก่อนแต่ใช้ประสบการณ์และความชำนาญของแรงงานปลูกพิจารณาเอาส่วนโคนปักลงในดิน ซึ่งวิธีการนี้อาจเกิดความผิดพลาดเอาส่วนปลายปักลงในดินได้โดยเฉพาะแรงงานที่ขาดประสบการณ์และขาดความรับผิดชอบ ตลอดจนเสียเวลาในการปลูก และอาจไม่สามารถทำการปลูกได้ทันเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้การปลูกที่ผิดพลาดโดยการเอาส่วนปลายปักลงในดินนั้นทำให้พันธุ์ท่อนมันสำปะหลังไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี หรือไม่งอก ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียผลผลิตที่ควรจะได้รับ เสียเวลา โอกาส และสูญเสียรายได้ของครอบครัว โดยเฉพาะหากต้องมีการเตรียมท่อนพันธุ์ในปริมาณมากสำหรับการปลูกในแต่ละครั้ง ซึ่งต้องใช้แรงงานและเวลามาก ดังนั้นหากมีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตัดท่อนพันธุ์ที่มีความเหมาะสมและปลอดภัยกับการใช้งาน จะทำให้สามารถลดการใช้แรงงาน ลดค่าใช้จ่าย ลดความสูญเสียผลผลิตที่ควรจะได้รับ สามารถทำงานได้สะดวกและต่อเนื่องมากขึ้น

ทบทวนวรรณกรรม

ในปัจจุบัน เกษตรกรมีการจัดเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสำหรับการปลูกด้วยแรงงานคนแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ

1.ใช้แรงงานคนในการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ โดยการใช้อุปกรณ์ในการตัด เช่น การใช้มีด ขวาน การใช้เลื่อย เป็นต้น

2.การใช้เครื่องมือในการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ แบ่งออกเป็น

2.1) เครื่องมือที่ไม่ใช่สำหรับการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยตรง แต่เกษตรกรนำเครื่องมือที่มีใช้อยู่แล้วมาดัดแปลงหรือปรับปรุงให้สามารถตัดท่อนพันธุ์ฯ เช่น การใช้โต๊ะตัดเลื่อยวงเดือน การใช้เลื่อยยนต์ การใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายหลัง เป็นต้น

ภาพที่ 1.1 การตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยการใช้แรงงานคนในการตัด

2.2) เครื่องมือที่สร้างและออกแบบสำหรับการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยเฉพาะ ในประเทศไทย มีการใช้งานอยู่บ้างในเกษตรกรบางพื้นที่ เช่นการใช้เครื่องตัดติดตั้งบนรถไถเดินตามในเกษตรกรพื้นที่ อ.ตากฟ้า อ.ท่าตะโก จ.นครสวรรค์ ผลิตโดยโรงงานในท้องถิ่น ต.หนองหลวง อ.ท่าตะโก จ.นครสวรรค์ เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่วิจัยและสร้างโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ความสามารถในการทำงาน ตัดท่อนพันธุ์ตรงได้ 5,200 ท่อนต่อชั่วโมงและสามารถตัดเฉียงได้เท่ากับ 4798 ท่อน/ชั่วโมง ใช้เชื้อเพลิง 0.6 ลิตร/ชั่วโมง

ภาพที่ 1.2 ตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยผลิตในโรงงานท้องถิ่น ต.หนองหลวง อ.ท่าตะโก จ.นครสวรรค์

ภาพที่ 1.3 เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ระเบียบวิธีการวิจัย

ในการออกแบบและสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง แบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง
   1.1 ตรวจเอกสาร
   1.2 สำรวจ/รวบรวมข้อมูลการศึกษาในแปลงปลูกมันสำปะหลังเกษตรกร
   1.3 สร้างชุดทดสอบศึกษาปัจจัย
      1.3.1 ศึกษารูปแบบการตัด
      1.3.2 ความเร็วของใบมีดตัดและความเร็วของกระบอกบรรจุต้นพันธุ์มันสำปะหลัง
2. ออกแบบสร้างและแก้ไขปรับปรุงเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง
3. ประเมินผล

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลตรวจเอกสาร

ความเร็วรอบของใบเลื่อยวงเดือนได้จากผลการศึกษา[3] พบว่าความเร็วของการตัดที่เหมาะสมของการตัดต้นมันสำปะหลังด้วยใบเลื่อยวงเดือน จำนวนฟันเลื่อยมากกว่า 60 ฟันเลื่อย/เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อย 25.5 เซนติเมตร และความเร็วรอบของใบเลื่อยมากกว่า 1200 รอบ/นาที

ผลสำรวจ/รวบรวมข้อมูลการศึกษาในแปลง

ลักษณะการปลูกมันสำปะหลัง เกษตรกรนิยมปลูกโดยการปักแบบตั้งตรง คุณลักษณะของต้นพันธุ์มันสำปะหลัง มีความยาวท่อนพันธุ์ที่เหมาะสม 20-30 เซนติเมตร ลักษณะของท่อนพันธุ์ตรงไม่คดงอ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นพันธุ์มันสำปะหลังขนาด 10-45 มิลลิเมตร มีตาที่สมบูรณ์ 10-20 ตา มีการตัดแบบตรงและตัดเฉียง

ผลการสร้างชุดทดสอบศึกษาปัจจัย

ในขั้นตอนการสร้างชุดทดสอบศึกษาปัจจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ 2 รูปแบบคือ

1.รูปแบบท่อนพันธุ์ฯเคลื่อนที่เข้าหาใบมีดตัด

2.รูปแบบใบมีดตัดเคลื่อนที่เข้าหาท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ผลการทดสอบเครื่องทั้งสองสามารถตัดต้นมันสำปะหลังให้ขาดโดยใช้ใบเลื่อยวงเดือน จำนวนฟันเลื่อยมากกว่า 60 ฟันเลื่อย/เส้นผ่าศูนย์กลางใบเลื่อย 25.5 เซนติเมตร และความเร็วรอบของใบเลื่อยมากกว่า 1200 รอบ/นาที แต่เครื่องรูปแบบที่1 มีทิศทางการเรียงหัวท้ายที่สูงกว่าแบบที่ 2 และการป้อนท่อนพันธุ์กระทำได้ต่อเนื่อง จากผลการทดสอบพบว่าชุดทดสอบรูปแบบท่อนพันธุ์ฯเคลื่อนที่เข้าหาใบมีดตัดมีกลไกการทำงานไม่

ซับซ้อนง่ายต่อการซ่อมแซมบำรุงรักษา มีความยุ่งยากในการออกแบบและสร้างน้อยกว่า

ภาพที่ 1.4 เครื่องตัดท่อนพันธุ์มัน (บน) รูปแบบใบมีดตัดเคลื่อนที่เข้าหาท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง (ล่าง) รูปแบบท่อนพันธุ์ฯเคลื่อนที่เข้าหาใบมีดตัด

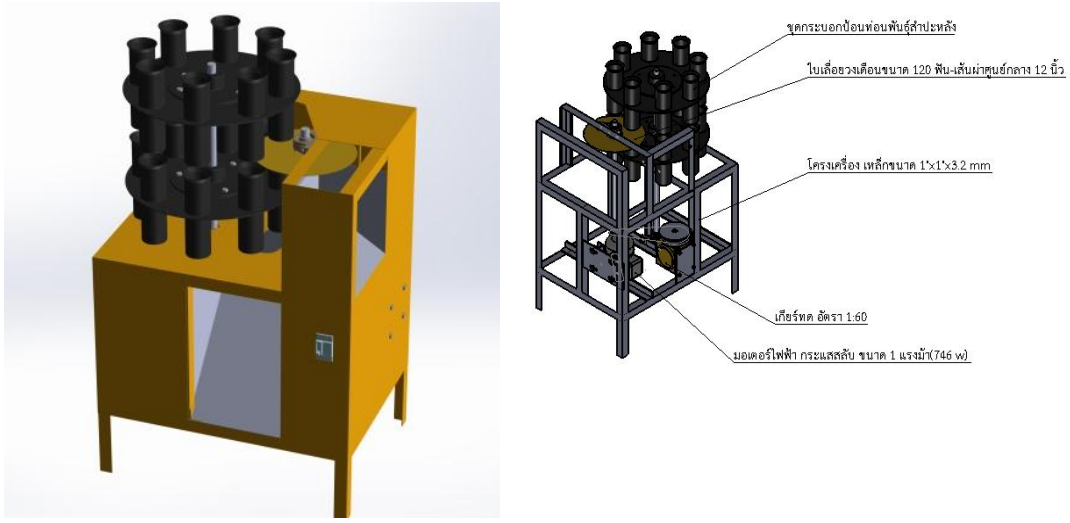
การออกแบบสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

หลักการทำงานเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

1. เครื่องมือประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนใบมีดตัดและชุดอุปกรณ์ป้อนท่อนพันธุ์ การทำงานของเครื่องมือ เมื่อต้นพันธุ์มันสำปะหลังถูกป้อนในกระบอกบรรจุต้นพันธุ์จะถูกกำหนดความยาวท่อนพันธุ์ฯโดยระยะห่างของเลื่อยวงเดือนกับแผ่นพื้นฯ และจะเคลื่อนที่เข้าหาใบเลื่อยวงเดือนและถูกตัดให้ขาด ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ถูกตัดขาดจะร่วงหล่นลงในช่องเปิดของแผ่นพื้นเครื่องมือ ส่วนลำต้นพันธุ์ที่เหลือจะถูกแผ่นใบเลื่อยวงเดือนกั้นไว้ไม่ให้ร่วงบนช่องเปิด เมื่อชุดกระบอกบรรจุต้นพันธุ์เคลื่อนที่ผ่านพ้นใบมีด ต้นพันธุ์ที่เหลืออยู่จะร่วงหล่นลงยังแผ่นพื้นเครื่องมือโดยไม่ร่วงหล่นบนช่องเปิดและจะเคลื่อนที่หมุนเวียน เพื่อเข้าสู่ขบวนการตัดใหม่อีกจนหมดท่อนพันธุ์
2. ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้นแยกเครื่องมือออกเป็นสองส่วน โดยชุดกระบอกป้อน
3. ท่อนพันธุ์มีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของกระบอกเพื่อหาความเร็วของกระบอกป้อนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสม
4. จากเครื่องมือต้นแบบดังกล่าวผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเพื่อใช้ศึกษาตัวแปรและค่าชี้ผลโดยผลการทดสอบเครื่องต้นแบบเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1.5

ภาพที่ 1.5 เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบที่สร้างขึ้นและผลการดำเนินการทดสอบเครื่องมือ

จากผลการทดสอบเครื่องมือและศึกษาหาจุดบกพร่องในการทำงานของเครื่องมือ และจากข้อมูลการทดสอบนำมาปรับปรุงจนได้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบที่มีความสามารถทำงานได้ดี โดยมีการปรับปรุงขนาดของเครื่องมือให้เล็กลงเปลี่ยนชุดลำเลียงจากใช้โซ่เป็นแบบจานหมุน และใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วโดยใช้เกียร์ทด เครื่องต้นแบบเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแสดงดังรูปที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ

ประเมินผลเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ประเมินสมรรถนะของเครื่องโดยใช้ค่าชี้ผลจากความสามารถและประสิทธิภาพการทำงาน

จากตารางที่1เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบที่ได้ มีความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ (3339 ท่อน/ชั่วโมง) มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร(1334ท่อน/ชั่วโมง) ความสูญเสียเนื่องจากเครื่องมือ(%)เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ(2.67%) น้อยกว่ากรรมวิธีของเกษตรกร(8.59%)และจากตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก(%) ของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังจากการตัดท่อนพันธุ์โดยใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบไม่แตกต่างจากตัดท่อนพันธุ์ด้วยมีดสับ(กรรมวิธีของเกษตรกร)

ตารางที่ 1.1 แสดงประเมินสมรรถนะการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

กรรมวิธี	จำนวนท่อนพันธุ์ที่สมบูรณ์ที่ตัดได้(ท่อน)	จำนวนท่อนพันธุ์ที่เสียหาย (ท่อน)	เวลา (วินาที)	ความสามารถในการตัด (ท่อน/ชั่วโมง)	ความสูญเสียเนื่องจากเครื่องมือ(%)
ตัดท่อนพันธุ์โดยการใช้แรงงานคนด้วยมีดสับ (กรรมวิธีของเกษตรกร)	198	17	580	1334	8.59
การตัดท่อนพันธุ์โดยใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ	524	14	580	3339	2.67

รูปที่ 7 การดำเนินการทดสอบประเมินสมรรถนะการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง การตัดด้วยเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังและการตัดด้วยแรงงานคน

รูปที่ 8 ทดสอบเปรียบเทียบอัตราการงอก

รูปที่ 9 การงอกของตันมันสำปะหลังในแปลงทดสอบ อายุ 15 วัน

ตารางที่ 1.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกของมันสำปะหลังในแปลงทดสอบ เมื่ออายุปลูก 15 วัน

กรรมวิธี	ร่องที่	จำนวนมันสำปะหลังที่ปลูก (ต้น)	จำนวนมันสำปะหลังที่งอก (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การงอก(%)
ตัดท่อนพันธุ์โดยการใช้แรงงานคนด้วยมีดสับ	1	50	48	96.00
	2	49	48	97.96
	3	47	45	95.74
ค่าเฉลี่ย				**96.57%**
การตัดท่อนพันธุ์โดยใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ	1	51	49	96.08
	2	52	50	96.15

	3	49	48	97.96
ค่าเฉลี่ย				**96.73%**

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบที่มีชุดป้อนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังลักษณะเป็นทรงกระบอกติดจานหมุนเพื่อบรรจุลำต้นมันสำปะหลัง ใบมีดตัดแบบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว 120 ฟัน ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าส่งกำลังด้วยสายพาน ความยาวในการตัดท่อนพันธุ์สามารถปรับตั้งได้ ยาว 25-30 เซนติเมตร ตัดท่อนพันธุ์แบบตรง เพื่อใช้ในการปลูกทั้งแบบใช้แรงงานคนและการปลูกด้วยเครื่องปลูก เครื่องมือมีอุปกรณ์ทำเครื่องหมายที่ท่อนพันธุ์เพื่อความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องในการพิจารณาทิศทางส่วนปลายของท่อนพันธุ์ ในการปลูกด้วยแรงงานคน ท่อนพันธุ์เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นขนาด 10-45 มิลลิเมตร มีความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ 3339 ท่อน/ชั่วโมง ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้มีความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือน้อยกว่า 3 % รอยตัดที่เกิดขึ้นเรียบและความมียาวท่อนพันธุ์สม่ำเสมอ การทำงานใช้คนควบคุมเครื่องมือและการป้อนท่อนพันธุ์ฯ 1คน เครื่องมือสามารถทดแทนการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ด้วยแรงงานคน 2-3 คน

เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างได้ง่าย ใช้อุปกรณ์ที่มีในท้องตลาดกลไก, ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไม่ซับซ้อน เกษตรกรสามารถสร้างเครื่องมือ, ซ่อมแซมบำรุงรักษา ได้เอง และเครื่องมือมีความปลอดภัยในการทำงานที่สูงกว่าการใช้เครื่องมือรูปแบบเกษตร

บทที่ 2

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

A Study Factors affecting the design and construction of cassava Planter

วุฒิพล จันทร์สระครู ประสาท แสงพันธุ์ตา อนุชิต ฉ่ำสิงห์

Wuttipol Chansacoo Prasat Sangphanta Anuchit Chamsing

คุรุวรรณ ภามาตร์

Kuruwan PhaMart

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง, เครื่องปลูกมันสำปะหลัง

Key word : Cassava, Cassava Planter

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการออกแบบเพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการสร้างต้นแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบปักท่อนพันธุ์ ดำเนินการศึกษาและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร และลักษณะทางกายภาพของท่อนพันธุ์ ออกแบบและสร้างชุดทดสอบบนรางดินเพื่อศึกษาความเร็วของการเคลื่อนที่มีผลต่อลักษณะการปลูกด้วยท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน ออกแบบและสร้างชุดทดสอบการลำเลียงและการปักท่อนพันธุ์ ทดสอบและเก็บข้อมูล ประเมินผลสมรรถนะการทำงานของชุดทดสอบบนรางดิน ผลการศึกษาพบว่า จากการสุ่มตัวอย่างการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร ระยะระหว่างแถวเฉลี่ย 96.5 ซม. ระยะระหว่างต้นเฉลี่ย 51.6 ซม. ความลึกในการปลูกเฉลี่ย 11.5 ซม. มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่เฉลี่ย 85.7 องศา และ ในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่เฉลี่ย 80.5 องศา ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งปักท่อนพันธุ์ โดยการออกแบบและสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่บนรางดินกว้าง 1.5 เมตร ยาว 12 เมตร สูงจากพื้น 0.5 เมตร และชุดทดสอบการปักท่อนพันธุ์แบบลูกกลิ้งล้อยางคู่ขนาด 7 นิ้ว ความเร็วรอบ 540 รอบ/นาที หมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 1/2 แรงม้า และชุดป้อนท่อนพันธุ์โดยใช้ท่อพีวีซี 2 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 16 ท่อน จับยึดเป็นแบบลูกโม่สมมาตรกัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ซม. รางเลื่อนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าปรับรอบได้ความเร็วอยู่ในช่วงประมาณ 0.27 - 1.39 เมตร/วินาที ผลการทดสอบพบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ความยาวท่อนพันธุ์ 25 เซนติเมตร ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 0.44 เมตร/วินาที มีลักษณะการปักของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมและใกล้เคียงกับการปลูกโดยใช้แรงงานคนมากที่สุด

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล แต่เป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ที่ครองส่วนแบ่งทางการตลาด 70 เปอร์เซ็นต์ มีมูลค่าส่งออกรวมมากกว่า 40,000 ล้านบาทต่อปี และมีพื้นที่ปลูก 8.51 ล้านไร่ เป็นอันดับ 4 รองจากข้าว ข้าวโพด และยางพารา มีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 29.62 ล้านตันต่อปี โดยพื้นที่ปลูก 53.07 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 30.20 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคกลาง และ 16.73 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคเหนือ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551)

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

การผลิตมันสำปะหลังของไทยได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การปรับปรุงพันธุ์ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอื่นๆ ตลอดจนเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต และการใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนการผลิต ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องจักรกลเกษตรมีการศึกษาค่อนข้างน้อย

การผลิตมันสำปะหลังนั้น ขั้นตอนการเตรียมพันธุ์และการปลูกนับว่ามีความสำคัญต่อผลผลิตมันสำปะหลังมากเนื่องมาจากการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยนั้นเป็นการปลูกตามฤดูกาล โดยจะปลูกในช่วงต้นฤดูฝน และในช่วงปลายฤดูฝน หากปลูกช้าไม่ทันตามฤดูกาลอาจเกิดความเสียหายต่อท่อนพันธุ์ ท่อนพันธุ์ไม่งอกและตาย ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งค่าใช้จ่ายและแรงงาน และขั้นตอนในการปลูกมันสำปะหลังนั้นต้องการความประณีตตั้งแต่การตัดท่อนพันธุ์ การปลูก ซึ่งในการปักท่อนพันธุ์นั้น ต้องปักท่อนพันธุ์ด้านโคนลงบนดิน ต้องใช้ความชำนาญในการสังเกตท่อนพันธุ์ หากปักท่อนพันธุ์ด้านยอดลง ท่อนพันธุ์จะไม่งอก วิธีการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมให้ผลผลิตสูงคือการปลูกด้วยวิธีการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังให้ตั้งตรงหรือเอียงได้ไม่เกิน 45 องศา ให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกต้นฤดูฝน และลึก 10-15

เซนติเมตร สำหรับการปลูกปลายฤดูฝน การปักท่อนพันธุ์ตั้งตรงทำให้รากและหัวออกรอบโคนต้นอย่างสมดุล ดีกว่าการปักเอียง (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังนั้นจะมีทั้งแบบยกร่องและแบบไม่ยกร่อง ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และสภาพดิน หากปลูกแบบยกร่องการปักท่อนพันธุ์ก็จะปักเป็นแนวบนสันร่อง แต่หากปลูกแบบไม่ยกร่อง เกษตรกรจะทำการขึงเชือกเป็นเส้นตรงเป็นแนวอ้างอิงในการปลูกเพื่อให้แถวปลูกตรง ในการปลูกมันสำปะหลังต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมากตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์ที่ต้องใช้แรงงานคนตัดท่อนพันธุ์ โดยการเลือกต้นมันสำปะหลังที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป ตัดให้เป็นท่อนๆ ยาวขนาดท่อนละ 25-30 เซนติเมตร หรือมีจำนวนตาประมาณ 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ สำหรับพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ระยอง 90 เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ห้วยบง 60 ระยอง 9 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 2-6 เซนติเมตร

ในปัจจุบันการปลูกมันสำปะหลังยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก โดยต้นทุนในการเตรียมท่อนพันธุ์และการปลูกมีสัดส่วนร้อยละ 7 ของต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังทั้งหมด (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) ผลของการขยายตัวของเศรษฐกิจทั้งในภาคของอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว การก่อสร้าง และการบริการด้านอื่นๆ ทำให้เกษตรกรที่ปลูกพืชเกือบทุกชนิดประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และยังไม่มีเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพสำหรับทดแทนการปลูกด้วยแรงงานคน จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงเห็นว่าควรมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังให้สามารถทดแทนการปลูกด้วยแรงงานคน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการปลูกให้ทันต่อฤดูกาล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังขึ้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการออกแบบเพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการสร้างต้นแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบปักท่อนพันธุ์

ทบทวนวรรณกรรม

เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จึงได้มีการวิจัยพัฒนามันสำปะหลังสายพันธุ์ใหม่ๆขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตที่ป้อนสู่ตลาดทั้งการเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวสดและการเพิ่มปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) แป้งในหัวมันสำปะหลัง โดยการพัฒนาพันธุ์ด้วยการใช้วิธีธรรมชาติ และไม่มีการใช้เทคนิคการตัดต่อพันธุกรรมปัจจุบันประเทศไทยมีพันธุ์ที่พัฒนาและได้รับการรับรอง/แนะนำพันธุ์แล้วจำนวน 13 พันธุ์ด้วยกัน คือ ระยอง1 ระยอง2 ระยอง3 ระยอง5 ระยอง60 ระยอง90 เกษตรศาสตร์50 ศรีราชา1 ห้านาที ระยอง72 ห้วยบง60 ระยอง9 และระยอง7

พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้ามีอยู่ด้วยกัน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์50 พันธุ์ระยอง5 พันธุ์ระยอง90 และพันธุ์ระยอง60 โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์50 เป็นพันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตลอดปี โดยมากกว่าร้อยละ 65 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดเกษตรกรจะทำการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน คือประมาณเดือนมีนาคม ถึง พฤษภาคม อีกร้อยละ 20 ปลูกในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 13 จะปลูกในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม สำหรับการปลูกในช่วงต้นฤดูฝนนี้ ผลผลิตหัวสดที่ได้จะสูงกว่าการปลูกในช่วงอื่น ๆ แต่ในดินที่มีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างหยาบ การปลูกในช่วงฤดูแล้งจะให้ผลผลิตสูงที่สุด ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกช่วงการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสม จึงต้องพิจารณาทั้งปริมาณน้ำฝน และลักษณะของดิน ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคต่างๆ ของประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคต่างๆ ของประเทศไทย

ภาค	ช่วงที่เหมาะสม
ภาคเหนือตอนบน	ปลายมิถุนายน
ภาคเหนือตอนล่าง	ต้น - กลางกรกฎาคม
ภาคกลาง	ต้น - กลางกรกฎาคม

ภาคตะวันตก	กลาง - ปลายกรกฎาคม
ภาคตะวันออก	ต้น - กลางกรกฎาคม
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	กลาง- ปลายมิถุนายน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	ต้น - กลางกรกฎาคม

สมชาย (2541) ได้ศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการปลูกที่มีต่อลักษณะการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน โดยแนวทางการศึกษาประกอบด้วย การศึกษาลักษณะทางกายภพของท่อนมันสำปะหลัง ศึกษาชนิดของดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง และศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการปลูกที่มีต่อลักษณะการปักของท่อนมันสำปะหลังบนรางดิน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ 1) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของท่อนมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง5 และระยอง90 ที่มีความยาวท่อนพันธุ์ 20 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 96.2 45.6 และ52.8 กรัมต่อท่อน ตามลำดับ ความกว้างส่วนที่กว้างมากที่สุดของท่อนพันธุ์โดยเฉลี่ย 37.8 34.9 และ 39.7 มิลลิเมตรต่อท่อน ตามลำดับ 2) การศึกษาชนิดของดินที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง พบว่าส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย มีความถ่วงจำเพาะดินอยู่ระหว่าง 2.57-2.62 3) การศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการปลูก ที่มีต่อลักษณะการปักของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์50 บนรางดิน โดยทำการทดสอบปัจจัยความเร็ว 3 ระดับ ที่ความเร็ว 0.24 0.33 และ 0.57 เมตรต่อวินาที พบว่า ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกด้วยวิธีการให้ท่อนพันธุ์ตกลงท้ายอุปกรณ์เปิดร่องในแนวดิ่งสามารถใช้ปลูกมันสำปะหลังได้ และการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ทุกๆ 0.1 เมตรต่อวินาที จะทำให้มุมการปักของท่อนพันธุ์เอียงไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์การปลูกเป็นมุม 5.1 องศา และยังทำให้ความลึกมนการปลูกลดลง 0.58 เซนติเมตร ถ้าประมาณมุมการปักที่เพิ่มขึ้นและความลึกที่ลดลงเป็นเส้นตรง เพื่อให้ลักษณะการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสม ควรใช้ความเร็วในการปลูกไม่เกิน 0.73 เมตรต่อวินาที

ระเบียบวิธีการวิจัย

1) ศึกษาและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร และลักษณะทางกายภาพของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่จะนำไปปลูก

1.1) วิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน การศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อให้ทราบถึงวิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร และนำข้อมูลเหล่านี้ไปออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบให้ปลูกได้ในลักษณะเดียวกันกับการปลูกของเกษตรกร

1.2) คุณสมบัติทางกายภาพ การศึกษาในขั้นตอนนี้จะทำโดยการสุ่มวัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ละ 20 ต้น ซึ่งจะศึกษาหาขนาดต่างๆ ของต้นพันธุ์มันสำปะหลัง เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดและเล็กสุด ความยาวและความโค้งของต้นพันธุ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ช่องป้อนลำเลียงท่อนพันธุ์ ชุดส่งท่อนพันธุ์ และระยะห่างของลูกยางสำหรับชุดปลูก

2) ออกแบบและสร้างรางดินทดสอบเพื่อปฏิบัติการศึกษาความเร็วของการเคลื่อนที่รถแทรกเตอร์ขณะทำการการปลูกที่มีผลต่อลักษณะการปลูกด้วยท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน

3) ออกแบบและสร้างชุดทดสอบการลำเลียงและการปักท่อนพันธุ์

4) ทดสอบและเก็บข้อมูล ประเมินผลสมรรถนะการทำงานของชุดทดสอบบนรางดิน

5) สรุปผล และเขียนรายงาน

โดยมีระยะเวลาการดำเนินการวิจัยตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2555 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ต.บ้านทุ่ม อ.เมืองฯ จ.ขอนแก่น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ศึกษาและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร

ก) วิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน

จากการศึกษาวิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรจากข้อมูลของกรมวิชาการเกษตรและการลงพื้นที่ไปสัมภาษณ์เกษตรกรในจังหวัดที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด เช่น นครราชสีมา ขอนแก่น และกาฬสินธุ์ พบว่า มันสำปะหลังสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ถ้าในพื้นที่มีระบบชลประทานเพียงพอ ซึ่งกรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ปลูกช่วงต้นฤดูฝน (เมษายน-มิถุนายน) หรือปลายฤดูฝน (กันยายน-พฤศจิกายน) และจากการศึกษาลักษณะการปลูกของเกษตรกรโดยการสุ่มตัวอย่างจำนวน 15 ราย ได้ผลสรุปดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลการศึกษาลักษณะการปลูกของมันสำปะหลังของเกษตรกร

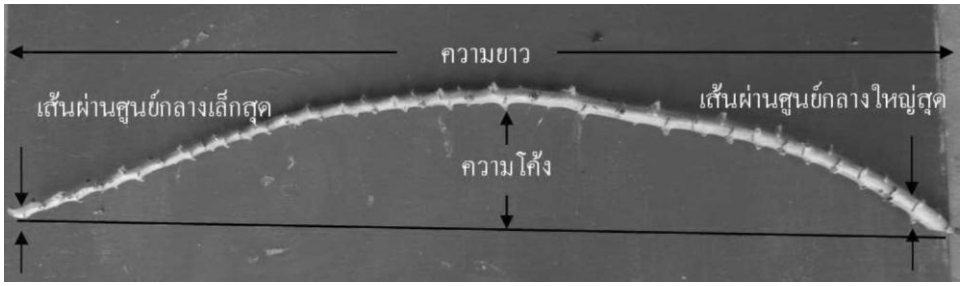
รายการ	เฉลี่ย	ช่วงค่า
ระยะระหว่างแถว (ซม.)	96.5	80-115
ระยะระหว่างต้น (ซม.)	51.6	33-80
ความลึกในการปลูก (ซม.)	11.5	8-15
มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ (องศา)	85.7	83-90
มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ (องศา)	80.5	70-90

ข) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

จากการวัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 9 และระยอง 7 พันธุ์ละ 20 ต้น ซึ่งได้ผลของลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลังแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพ	เกษตรศาสตร์ 50	ระยอง 9	ระยอง 7
1.อายุต้นพันธุ์ (เดือน)	12	12	12
2.เวลาในการเก็บรักษา (วัน)	24	25	23
3.เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุด (มิลลิเมตร)			
ค่าสูงสุด	26.0	29.0	29.0
ค่าต่ำสุด	11.0	10.0	11.0
เฉลี่ย	17.0	16.6	17.9
4. ความโค้ง มิลลิเมตร)			
ค่าสูงสุด	260.0	175.0	160.0
ค่าต่ำสุด	10.0	10.0	0.0
เฉลี่ย	74.9	64.5	32.3
5.ความสูง (มิลลิเมตร)			
ค่าสูงสุด	1360.0	1200.0	1500.0
ค่าต่ำสุด	500.0	460.0	430.0
เฉลี่ย	872.8	867.4	779.2
6.น้ำหนัก (กรัม)			
ค่าสูงสุด	563.6	515.2	532.0
ค่าต่ำสุด	47.7	30.9	63.6
เฉลี่ย	165.0	146.8	191.1
7.ความชื้น (%wb)	60.0	64.4	62.1



ภาพที่ 2.1 .ต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้สำหรับปลูก

2. ผลการออกแบบและสร้างรางดินทดสอบ

ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดทดสอบ โดยการสร้างรางกระบะดิน ขนาดความกว้าง 1.50 เมตร ยาว 12 เมตร โดยยกสูงจากพื้น 0.5 เมตร กรุด้วยแผ่นไม้อัดโดยรอบสำหรับบรรจุดิน จำลองลักษณะการยกร่องดินปลูกมันสำปะหลังในกระบะเพื่อใช้เป็นแบบจำลองการทำงานของรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ด้วยระบบรางโซ่และเฟือง เพื่อป้องกันการเกิดลื่นไถล (slip) ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบปรับรอบได้ ขนาด 2 แรงม้า (แยกส่วนกับการหมุนของล้อยางลูกกลิ้งปักท่อนพันธุ์) สามารถเลื่อนไปกลับได้สะดวกโดยใช้ระบบไฟฟ้าควบคุม

ภาพที่ 2.2 ชุดรางดินสำหรับการทดสอบปัจจัยฯ

3 ผลการออกแบบและสร้างชุดทดสอบการลำเลียงและปักท่อนพันธุ์

ออกแบบและสร้างชุดป้อนท่อนพันธุ์ โดยใช้ท่อพีวีซี ขนาด 2 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 16 ท่อน จัดเรียงกันเป็นแบบลูกโม่สมมาตรกัน เส้นผ่านศูนย์กลางของชุดป้อน 50 ซม.ส่งกำลังขับโดยมอเตอร์ไฟฟ้าปรับรอบได้ เพื่อทดสอบหาอัตราการป้อนที่เหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ ซึ่งจำลองการขับเคลื่อนโดยชุดรางเลื่อน ความเร็วอยู่ในช่วงประมาณ 0.27 - 1.39 เมตร/วินาที

ภาพที่ 2.3 ชุดป้อนลำเลียงท่อนพันธุ์

ชุดปักท่อนพันธุ์แบบลูกกลิ้งล้อยางขนาด 7 นิ้ว พร้อมท่อส่งท่อนพันธุ์ขนาด 2 นิ้ว ควบคุมด้วยเฟืองตรง พูเล่ห์ และสายพาน ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 1/2 แรงม้า ลูกกลิ้งหมุนด้วยความเร็วรอบ 540 รอบ/นาที

ภาพที่ 2.4 ชุดปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ภาพที่ 2.5 ชุดทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

4.ผลการศึกษาความเร็วของการเคลื่อนที่รถแทรกเตอร์ขณะทำการการปลูกที่มีผลต่อลักษณะการปลูกด้วยท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน

การศึกษาผลของความเร็วการปลูกที่มีต่อลักษณะการปลูกท่อนมันสำปะหลังบนรางดิน

การทำงานของชุดทดสอบการปลูก มีส่วนประกอบหลัก คือ ชุดป้อนลำเลียงท่อนพันธุ์และชุดปลูกแบบลูกกลิ้งปัก การทำงานของชุดป้อนจะทำหน้าที่นำท่อนพันธุ์มันสำปะหลังมาปล่อยที่ท่อนำส่งไปปลูกยังชุดปลูก ส่วนชุดปลูกจะมีลูกกลิ้งล้อยางสองลูกหมุนด้วยความเร็วรอบ 540 รอบ/นาที เท่ากันทั้งสองลูก เพื่อให้มีแรงส่งท่อนพันธุ์ให้ปักลงสู่ดินในรางที่ยกร่องเตรียมไว้แล้ว

จากการพิจารณากำหนดปัจจัยที่ศึกษาเพื่อให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ทำการวิจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ทำการศึกษา ได้แก่

1) ความเร็วในการปลูก แปรค่า 3 ระดับ ได้แก่ 0.44 0.67 และ 0.93 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นช่วงความเร็วที่ใช้ในการยกร่องปลูกมันสำปะหลังด้วยไถยกร่องติดท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 45 แรงม้า (ได้จากการทดสอบยกร่องในแปลงปลูกจริง) ซึ่งในการออกแบบเครื่องปลูกมันฯ ได้กำหนดให้สามารถทำการยกร่องพร้อมการปลูกด้วยท่อนพันธุ์ในการทำงานครั้งเดียวกัน

ปัจจัยที่ควบคุม ได้แก่

1) ความเร็วรอบของลูกกลิ้งปักท่อนพันธุ์ ที่ความเร็วรอบเดียวกันกับเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบ/นาที

2) ระยะการปลูกระหว่างต้น ใช้ระยะ 60 เซนติเมตร ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยใช้ชุดป้อนลำเลียงท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เก็บข้อมูลช่วงระยะระหว่างต้น จำนวน 5 ซ้ำ

3) ระยะการตกของท่อนพันธุ์จากจุดปล่อยของลูกกลิ้งปักใช้ระยะ 20 เซนติเมตร

4) ทดสอบกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่ขนาดความยาวท่อนพันธุ์ 25 เซนติเมตร

5) ชนิดดินเป็นแบบดินร่วนปนทราย

ค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่

มุมเอียงของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังตามทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ และในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ ของชุดอุปกรณ์ทดสอบ โดยมุมเอียงของท่อนพันธุ์ควรอยู่ระหว่าง 75-105 องศา และความลึกในการปลูกควรอยู่ระหว่าง 10-15 เซนติเมตร

ตารางที่ 2.4 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ทดสอบ

รายการ	มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9
ความกว้างที่มากสุดของท่อนพันธุ์ขนาดยาว 25 ซม. (มม.)	39.7
น้ำหนักของท่อนพันธุ์ขนาดความยาว 25 ซม. (กรัม)	72.8

ตารางที่ 2.5 ผลของความเร็วที่มีผลต่อลักษณะการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดินทดสอบ

ความเร็วรอบลูกกลิ้งปัก (รอบ/นาที)	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (เมตร/วินาที)	มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ (องศา)	มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ (องศา)	ระยะการปลูก (ซม.)	ความลึกการปลูก (ซม.)
540	0.44	95.5	85.5	62.0	12.3
	0.67	106.7	83.4	63.2	11.0
	0.93	114.5	85.0	63.8	8.7

ภาพที่ 2.6 การทดสอบความเร็วการปลูกที่มีต่อลักษณะการปลูกท่อนมันสำปะหลังบนรางดิน

จากตารางผลการศึกษาและทดสอบโดยใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังระยอง 9 ความยาวท่อนพันธุ์ 25 เซนติเมตร ขนาดความกว้างเฉลี่ย 39.7 มิลลิเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 72.8 กรัม พบว่า มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 0.44 0.67 และ 0.93 เมตร/วินาที มีค่าเป็น 95.5 106.7 และ 114.5 องศา ตามลำดับ ซึ่งที่ความเร็ว 0.44 เมตร/วินาที มีลักษณะที่ตั้งตรงกว่าระดับความเร็วอื่นๆ มุมเอียงของท่อนพันธุ์ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 0.44 0.67 และ 0.93 เมตร/วินาที มีค่าเป็น 85.5 83.4 และ 85.0 องศา ตามลำดับ มีระยะระหว่างต้นที่ไม่แตกต่างกัน คือ 62.0 63.2 และ 63.8 เซนติเมตร ทั้งนี้ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 0.44 เมตร/วินาที สามารถที่จะปักท่อนพันธุ์ได้ลึก 12.3 เซนติเมตร ซึ่งลึกกว่าการใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ตั้งแต่ 0.67 เมตร/วินาที ขึ้นไป และอยู่ในช่วงความลึกที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยส่วนใหญ่มีระยะระหว่างแถวเฉลี่ย 96.5 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้นเฉลี่ย 51.6 เซนติเมตร ความลึกในการปลูกเฉลี่ย 11.5 เซนติเมตร มีความเอียงของท่อนพันธุ์ในทิศทางการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ย 85.7 องศา และในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ย 80.5 องศา นิยมปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 9 และระยอง 7

การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งปักท่อนพันธุ์ โดยการออกแบบและสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่บนรางดินและชุดทดสอบการป้อนและการปักท่อนพันธุ์ เพื่อศึกษาปัจจัยหลักคือ ความเร็วที่เหมาะสมในการเคลื่อนที่ของตัวรถแทรกเตอร์ต้นกำลัง ซึ่งมีการควบคุมปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดการทดสอบ สามารถสรุปได้ว่า การใช้ความเร็วในการขับเคลื่อนที่อยู่ในช่วง 0.44 เมตร/วินาที มีลักษณะการปักของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมและใกล้เคียงกับการปลูกโดยใช้แรงงานคนมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการปักของท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เช่น คุณสมบัติของดิน ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์อื่นๆ

2) ควรมีการศึกษาและประเมินผลการงอกของมันสำปะหลังที่ปลูกโดยใช้เครื่องด้วย

3) รูปแบบของลูกกลิ้งปักควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เครื่องปลูกต้นแบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 3

ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

Design and Development of Cassava Planter Attached with Tractor

ประสาท แสงพันธุ์ตา	คุรุวรรณ ภามาตร์	อนุชิต ฉ่ำสิงห์
Prasat Sangphanta	Kuruwan PhaMart	Anuchit Chamsing
วุฒิพล จันทร์สระครู	ศักดิ์ชัย อาษาวัง	ขนิษฐ์ หว่านณรงค์
Wuttipol Chansacoo	Sakchai ArsaWang	Khanit Whannarong

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง, เครื่องปลูกมันสำปะหลัง

Key word : Cassava, Cassava Planter

บทคัดย่อ

เครื่องปลูกมันสำปะหลังถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อลดเวลา ขั้นตอนการทำงาน ต้นทุน และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลูกมันสำปะหลัง เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์มี 2 รุ่น คือแบบ 1 แถว และ 2 แถว มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนโรยปุ๋ยรองพื้น ส่วนยกร่อง ส่วนป้อนและกำหนดระยะท่อนพันธุ์ และส่วนปักท่อนพันธุ์ มีหลักการทำงานโดยเครื่องจะโรยปุ๋ยรองพื้นแล้วยกร่องกลบและปักท่อนพันธุ์บนร่องตามระยะระหว่างต้นที่กำหนด ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการปักท่อนและความเสียหายของตาท่อนพันธุ์ พบว่าล้อปักแบบยางร่องวีสามารถทำงานได้ดีกว่าล้อปักแบบยางเรียบ ความเร็วรอบล้อปักประมาณ 450 รอบต่อนาที (ล้อปักมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร) และแรงกดของล้อปักต่อท่อนพันธุ์ประมาณ 3 กิโลกรัม ซึ่งผลการทดสอบการสมรรถนะการทำงานในแปลงของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียว และแบบ 2 แถว โดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 37 และ 50 แรงม้าเป็นต้นกำลังตามลำดับ พบว่า มีความสามารถในการทำงาน 1 และ 2 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ระยะการปลูก 50x120 เซนติเมตร ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 80 และ 75 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.05 และ 2.55 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ โดยท่อนพันธุ์ที่ปักได้จากเครื่องต้นแบบทั้งสองแบบจะเอียงตามแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ประมาณ 60-80 องศา ประสิทธิภาพการปักประมาณ 93-95 เปอร์เซ็นต์และมีอัตราการงอกประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากการใช้แรงงานคน เมื่อวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวและแบบ 2 แถว มีจุดคุ้มทุนการทำงานที่ 103 ไร่ต่อปี และ 149.48 ไร่ต่อปี ตามลำดับ ที่อายุการใช้งานเครื่อง 5 ปี โดยเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการปลูกมันสำปะหลัง

Abstract

The cassava planter was designed and developed to reduce the time, process, costs and the shortage of labor in planting cassava. The Cassava planter has two models with 1 row and 2 row version. The prototype of cassava planter consisted of 4 main parts, the fertilizer unit, the ridger, the stake conveying unit, and the planting unit. The test of the effective factors that affect to the ability planting and the stake damaged showed a v-shape rubber wheel can work better than a flatting rubber wheel. The speed of planting wheel around 450 rpm (diameter of planting wheel was 22 cm) and the force of the wheels planted press to cassava stake was about 3 kg. The performance testing of the cassava planter, single-row and 2 rows using of 37 and 50 hp tractors are respectively. The average field capacity was 1 and 2 rai/ hour (planting space 50x120 cm), the field efficiency was about 80 and 75 percent, and the fuel consumption was about 2.05 and 2.55 liters/rai respectively. The cassava stake angle with ground plane varied from 60-80 degrees by movement tractor. The efficiency planting was about 93-95 percent and the germination rates was about 90 percent, not significantly different from the manual labor. On Engineering Economic Analysis, the cassava Planters single row and a second row had break-even point at a 103 rai/year and 149.48 rai/year respectively at the 5-year lifetime compared to manual labor in planting cassava.

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล แต่เป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ที่ครองส่วนแบ่งทางการตลาด 70 เปอร์เซ็นต์ มีมูลค่าส่งออกรวมมากกว่า 40,000 ล้านบาทต่อปี และมีพื้นที่ปลูก 8.51 ล้านไร่ เป็นอันดับ 4 รองจากข้าว ข้าวโพด และยางพารา มีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 29.62 ล้านตันต่อปี โดยพื้นที่ปลูก 53.07 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 30.20 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคกลาง และ 16.73 เปอร์เซ็นต์อยู่ในภาคเหนือ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551)

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

การผลิตมันสำปะหลังของไทยได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การปรับปรุงพันธุ์ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอื่นๆ ตลอดจนเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต และการใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนการผลิต ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องจักรกลเกษตรมีการศึกษาค่อนข้างน้อย

การผลิตมันสำปะหลังนั้น ขั้นตอนการเตรียมพันธุ์และการปลูกนับว่ามีความสำคัญต่อผลผลิตมันสำปะหลังมากเนื่องมาจากการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยนั้นเป็นการปลูกตามฤดูกาล โดยจะปลูกในช่วงต้นฤดูฝน และในช่วงปลายฤดูฝน หากปลูกช้าไม่ทันตามฤดูกาลอาจเกิดความเสียหายต่อท่อนพันธุ์ ท่อนพันธุ์ไม่งอกและตาย ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งค่าใช้จ่ายและแรงงาน และขั้นตอนในการปลูกมันสำปะหลังนั้นต้องการความประณีตตั้งแต่การตัดท่อนพันธุ์ การปลูก ซึ่งในการปักท่อนพันธุ์นั้น ต้องปักท่อนพันธุ์ด้านโคนลงบนดิน ต้องใช้ความชำนาญในการสังเกตท่อนพันธุ์ หากปักท่อนพันธุ์ด้านยอดลง ท่อนพันธุ์จะไม่งอก วิธีการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมให้ผลผลิตสูงคือการปลูกด้วยวิธีการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังให้ตั้งตรงหรือเอียงได้ไม่เกิน 45 องศา ให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกต้นฤดูฝน และลึก 10-15

เซนติเมตร สำหรับการปลูกปลายฤดูฝน การปักท่อนพันธุ์ตั้งตรงทำให้รากและหัวออกรอบโคนต้นอย่างสมดุล ดีกว่าการปักเอียง (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ซึ่งการปลูกมันสำปะหลังนั้นจะมีทั้งแบบยกร่องและแบบไม่ยกร่อง ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และสภาพดิน หากปลูกแบบยกร่องการปักท่อนพันธุ์ก็จะปักเป็นแนวบนสันร่อง แต่หากปลูกแบบไม่ยกร่อง เกษตรกรจะทำการขึงเชือกเป็นเส้นตรงเป็นแนวอ้างอิงในการปลูกเพื่อให้แถวปลูกตรง

ในการปลูกมันสำปะหลังต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมากตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์ที่ต้องใช้แรงงานคนตัดท่อนพันธุ์ โดยการเลือกต้นมันสำปะหลังที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป ตัดให้เป็นท่อนๆ ยาวขนาดท่อนละ 25-30 เซนติเมตร หรือมีจำนวนตาประมาณ 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ สำหรับพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ระยอง 90 เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ห้วยบง 60 ระยอง 9 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 2-6 เซนติเมตร ซึ่งในขั้นตอนการตัดท่อนพันธุ์ต้องใช้แรงงานคนจำนวนหนึ่งหรือแรงงานจ้างซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ทำงานได้ช้า และเกษตรกรบางส่วนมีการพัฒนาเครื่องมือแบบง่ายๆ หรือประยุกต์ใช้เครื่องจักรเครื่องมือที่มีอยู่มาทำการตัดท่อนพันธุ์ โดยพบว่าส่วนใหญ่ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน และท่อนพันธุ์ที่ตัดได้มีการวางไม่เป็นระเบียบทำให้ส่วนปลายยอดกับส่วนโคนสลับทิศทางกัน มีความยุ่งยากในการคัดแยกให้ท่อนพันธุ์อยู่ในทิศทางเดียวกันก่อนนำไปปลูกในแปลง หรือไม่มีการคัดแยกก่อนแต่ใช้ประสบการณ์และความชำนาญของแรงงานปลูกพิจารณาเอาส่วนโคนปักลงในดิน ซึ่งวิธีการนี้อาจเกิดความผิดพลาดเอาส่วนปลายปักลงในดินได้โดยเฉพาะแรงงานวัยรุ่น แรงงานที่ขาดประสบการณ์และขาดความรับผิดชอบตลอดจนเสียเวลาในการปลูก และอาจไม่สามารถทำการปลูกได้ทันเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้การปลูกที่ผิดพลาดโดยการเอาส่วนปลายปักลงในดินนั้นทำให้พันธุ์ท่อนมันสำปะหลังไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี หรือไม่งอก ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียผลผลิตที่ควรจะได้รับ เสียเวลา โอกาส และสูญเสียรายได้ของครอบครัว โดยเฉพาะหากต้องมีการเตรียมท่อนพันธุ์ในปริมาณมากสำหรับการปลูกในแต่ละครั้ง ซึ่งต้องใช้แรงงานและเวลามาก ดังนั้นหากมีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตัดท่อนพันธุ์ที่มีความเหมาะสมและปลอดภัยกับการใช้งาน จะทำให้สามารถลดการใช้แรงงาน ลดค่าใช้จ่าย ลดความสูญเสียผลผลิตที่ควรจะได้รับ สามารถทำงานได้สะดวกและต่อเนื่องมากขึ้น

ในปัจจุบันการปลูกมันสำปะหลังยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก โดยต้นทุนในการเตรียมท่อนพันธุ์และการปลูกมีสัดส่วนร้อยละ 7 ของต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังทั้งหมด (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) ผลของการขยายตัวของเศรษฐกิจทั้งในภาคของอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว การก่อสร้าง และการบริการด้านอื่นๆ ทำให้เกษตรกรที่ปลูกพืชเกือบทุกชนิดประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานและนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และยังไม่มีเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพสำหรับทดแทนการปลูกด้วยแรงงานคน จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงเห็นว่าควรมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมัน

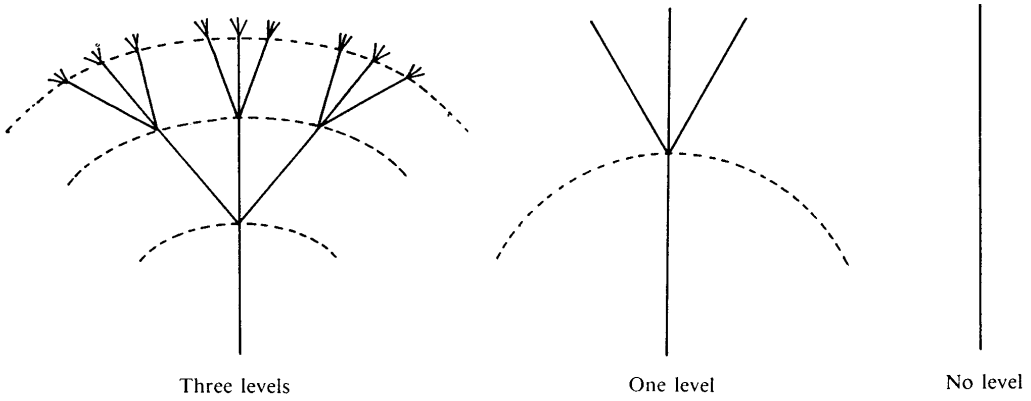
สำปะหลังให้สามารถทดแทนการปลูกด้วยแรงงานคน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการปลูกให้ทันต่อฤดูกาล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังขึ้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

ทบทวนวรรณกรรม

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปในภาษาอังกฤษว่า แคสซาวา (Cassava) หรือ ทาปิโอก้า (Tapioca) ประเทศแถบแอฟริกา เรียกชื่อ ภาษาฝรั่งเศส ว่า แมนิออค (Manioc) ประเทศไทยมีการปลูกมันสำปะหลังเชิงการค้ามาเป็นเวลานานกว่า 30 ปี มันสำปะหลังได้นำเข้ามาปลูกครั้งแรกที่ภาคใต้เพื่อใช้ทำแป้งและสาคู ต่อมาได้ขยายพื้นที่ปลูกมายังภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยองและจังหวัดใกล้เคียง เนื่องจากมีสภาพดิน ฟ้า อากาศ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูก / การแปรรูปมันสำปะหลัง (มันสำปะหลังสามารถปลูกได้ทั่วไป ยกเว้นในแถบที่ชุ่ม ฝนตก หรือดินเกลือเค็ม) ดังนั้นจึงมีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็วไปสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปัจจุบันได้กลายเป็นแหล่งปลูกที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย

1. <u>ลำต้น</u>

มันสำปะหลังมีลักษณะลำต้นและความสูงแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์ ตามสภาพแวดล้อม ลำต้นมีลักษณะเป็นพุ่มสูงประมาณ 1-5 เมตร (พันธุ์ป่าบางพันธุ์มีความสูงมากกว่า 5 เมตรก็มี) มีอายุอยู่ได้นานหลายปี (Shrubby perennial crop) ทุกส่วนของลำต้นมันสำปะลัง จะมียางสีขาวข้น บางพันธุ์ลำต้นเป็นต้นเดี่ยวไม่มีการแตกกิ่ง (unbranched) แต่บางพันธุ์มีการแตกกิ่ง 2 กิ่ง (dichotomous branching) แตกกิ่ง 3 กิ่ง (trichotomous branching) บางพันธุ์อาจจะแตกกิ่งมาก แต่เท่าที่พบมามักจะแตกกิ่งไม่เกิน 4 กิ่ง พันธุ์ที่มีการแตกกิ่งมาก และแตกกิ่งหลายระดับจะมองเห็นเป็นพุ่มเตี้ย ความสูงของลำต้นจะตรงกันข้ามกับการแตกกิ่ง คือ พันธุ์ที่มีการแตกกิ่งมากจะเตี้ย ส่วนพันธุ์ที่แตกกิ่งน้อยจะสูง จำนวนของการแตกกิ่งจะมีจำนวนแตกต่างกัน การแตกกิ่งครั้งแรกจะเรียกว่า primary branch ส่วนครั้งที่ 2 เรียกว่า secondary branch จำนวนครั้งที่แตกกิ่งอาจมีมากกว่า 7 ครั้งก็มี ความสูงของการแตกกิ่งแตกต่างกันไปตามพันธุ์ บางพันธุ์แตก primary branch ต่ำ ๆ เมื่ออายุน้อย บางพันธุ์อาจแตก primary branch สูงเมื่ออายุมาก ระดับการแตกกิ่งจะมีตั้งแต่ หนึ่งระดับ (one level) ถึงสามระดับ (three levels)



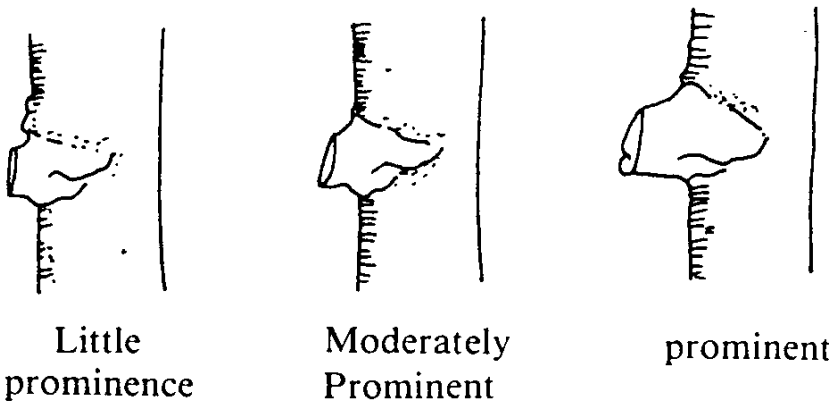
ภาพที่ 3.1 ระดับการแตกกิ่งของต้นมันสำปะหลัง

การแตกกิ่งจะทำมุมกับลำต้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ ซึ่งจะวัดจาก vertical plane กับการแตกกิ่งแรกคือทำมุม 15-30 องศา และ 75-90 องศา

ลำต้นมีสีต่าง ๆ มากมายแล้วแต่พันธุ์ เช่น สีเขียวเงิน สีเทาเงิน สีเหลือง และสีน้ำตาล เป็นต้น แต่ส่วนยอดมักจะเป็นสีเขียว ลำต้นมีเปลือกบางดอกออกง่าย

ลำต้นของมันสำปะหลังจัดเป็นพวกไม้เนื้ออ่อน ลักษณะภายในของลำต้นเหมือนกับพืชใบเลี้ยงคู่ทั่ว ๆ ไป ขณะที่ต้นยังอ่อนอยู่จะถูกหุ้มด้วยชั้นของเซลล์ที่เรียกว่า epidermis ชั้นข้างในประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า cortex ซึ่งภายใน cortex จะประกอบไปด้วยกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร (vascular bundle) เรียงกันอยู่เป็นวง ท่ออาหาร (phloem) และ ท่อน้ำ (xylem) แยกกันโดยส่วนของเนื้อเยื่อ cambium ไส้กลางของลำต้นจะเห็นเป็นเนื้อไม้นุ่ม ๆ อุ้มน้ำ ซึ่งเป็นส่วนของ parenchyma เรียกว่า pith จะมีขนาดใหญ่ในขณะลำต้นยังอ่อน มีผลทำให้เปราะหักง่าย ส่วนต้นที่แก่แล้ว pith จะมีขนาดเล็กกว่า บริเวณผิวของลำต้นจะมีการสะสมชั้นเนื้อเยื่อ (cork layer) และส่วนของท่อน้ำ (xylem) และจะเกิดมากขึ้นทำให้กลายเป็นเนื้อไม้ที่แข็งเมื่ออายุมากขึ้น

ลำต้นจะมีก้านใบติดอยู่ แต่เมื่อมีอายุมากขึ้น ใบก็จะหลุดร่วงหล่นไป โดยใบที่อยู่บริเวณโคนต้นจะร่วงก่อนเมื่ออายุ 4 เดือนขึ้นไป เมื่อใบแก่ร่วง จะทำให้เกิดรอยแผลเป็นของก้านใบที่ติดอยู่กับลำต้น เรียกว่า Leaf scar ซึ่งจะขรุขระมีลักษณะคล้าย ๆ ข้ออยู่รอบลำต้นเป็นรอยนูนเด่นออกมาแล้วแต่พันธุ์ บางพันธุ์ก็มีรอยนูนเด่นออกมามากเรียก prominent บางพันธุ์รอยนูนเด่นปานกลาง (moderately prominent) และบางพันธุ์รอยนูนเด่นออกมาน้อย (little prominence)



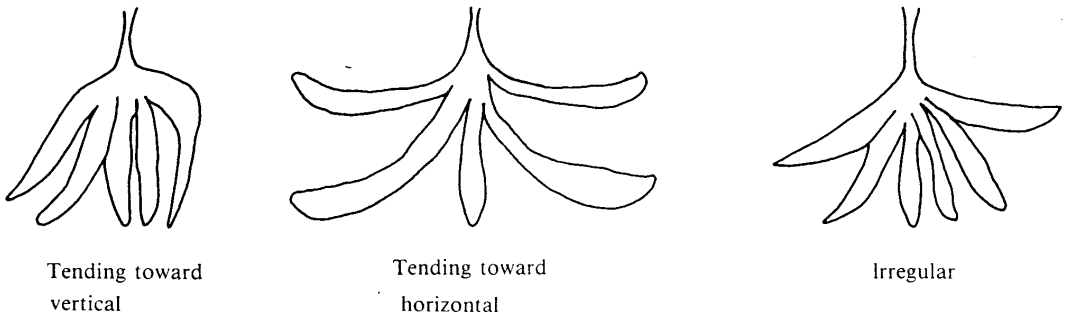
ภาพที่ 3.2 ลักษณะ leaf scar ของลำต้นมันสำปะหลัง

ระยะห่างระหว่าง leaf scar เรียกว่า storey length ระยะ storey length จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์และระยะเวลาที่เจริญเติบโต ในช่วงฤดูฝน storey length จะยาวหรือ leaf scar จะห่างเพราะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในฤดูแล้ง storey length จะสั้นหรือ leaf scar จะถี่ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตน้อย เหนือบริเวณ leaf scar ขึ้นไป จะมีตา (bud) อยู่หนึ่งตา ซึ่งเมื่อตัดต้นที่มีตาไปปลูก จะสามารถงอกออกเป็นต้นใหม่ได้ ขนาดของลำต้นจะแตกต่างกันไปแล้วแต่พันธุ์ สภาพแวดล้อม และอายุของลำต้น ซึ่งเฉลี่ยแล้วจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-6 เซนติเมตร

2. <u>รากและหัว</u>

มันสำปะหลังที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์จะมีระบบราก เป็นแบบ adventitious root system รากจะแตกออกมาจากส่วนปลายของรอยตัด อย่างไรก็ตามรากเกิดจากส่วนต่าง ๆ ของต้นได้ คือ จาก cambium จากตา จาก leaf scar และจากส่วนโคนของ shoot รากมันสำปะหลังมี 2 ชนิดคือ รากจริง (true or wiry roots) และรากสะสม (modified or storages roots) รากทั้ง 2 ชนิดนี้จะเจริญเติบโตลงไปในดิน โดยรากจริงจะเจริญเติบโตไปในทางด้านลึกมากกว่าด้านข้าง ซึ่งมีหน้าที่ดูดน้ำและอาหารเลี้ยงลำต้น และเป็นที่ยึดเหนี่ยวลำต้นไว้ด้วย ส่วนรากสะสมจะเจริญเติบโตไปในทางด้านข้างรอบ ๆ ต้นเป็นส่วนใหญ่ มักเกิดอยู่บริเวณโคนต้นในรัศมีประมาณ 60 เซนติเมตร

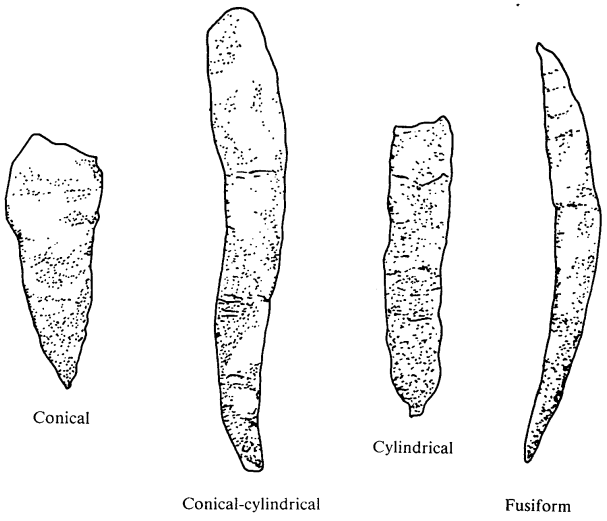
การลงหัวไปในดินมีทั้งดิ่งลงไป (tending toward vertical) ไปตามแนวราบ (tending toward horizontal) และแบบไม่เป็นระเบียบ (irregular)



ภาพที่ 3.3 การลงหัวในดินของมันสำปะหลัง

เมื่อมันสำปะหลังหลังอายุได้ประมาณ 2 เดือนหลังจากปลูก จะมีการสะสมอาหารในรูปของแป้งไว้ที่รากสะสมเหล่านี้ ซึ่งเกิดจากการสะสมแป้งใน Parenchyma cell เรียกรากสะสมนี้ว่าหัว และรากที่สะสมแป้งเหล่านี้จะค่อยขยายใหญ่ขึ้นตามอายุ โดยทั่วไปในต้นมันสำปะหลังต้นหนึ่ง ๆ จะมีรากสะสมอาหารหรือที่เรียกว่าหัวนี้อยู่ประมาณ 5-20 หัวต่อต้น และจำนวนหัวจะคงไม่เพิ่มขึ้นอีกตลอดชั่วอายุการเก็บเกี่ยว หัวมันสำปะหลังจะเป็นที่สะสมแป้งเท่านั้น ไม่มีตา และไม่สามารถใช้ขยายพันธุ์ได้

จำนวนหัว รูปร่างของหัว ขนาด สี น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์แป้งและปริมาณกรด HCN ในหัวจะแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ รูปร่างหรือรูปทรงของหัวมีตั้งแต่ conical, conical – cylindrical, cylindrical, fusiform, irregular และรูปทรงที่รวม ๆ กัน



ภาพที่ 3.4 รูปร่างของหัวมันสำปะหลัง

หัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-15 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับอายุและสภาพแวดล้อม สีเปลือกของหัวมีตั้งแต่สีขาว น้ำตาล และน้ำตาลอ่อน เป็นต้น เช่น พันธุ์พื้นเมือง ระยอง 1 ระยอง 60 จะมีเปลือกสีขาว ส่วนพันธุ์ห้านาที พันธุ์ระยอง 3 ระยอง 90 จะมีเปลือกสีน้ำตาล น้ำหนักของหัวอาจมีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัม ก็ได้โดยหัวจะหนักมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ และสภาพแวดล้อม เปอร์เซ็นต์แป้งจะมีประมาณ 15-40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประมาณกรด HCN ในเปลือกจะมีประมาณ 150-1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ในเนื้อจะมีประมาณ 5-490 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ประมาณกรด HCN ในใบและที่เปลือกของหัวของมันสำปะหลังต่างพันธุ์กันมีความแตกต่างน้อยมาก แต่ประมาณกรด HCN ในหัวจะแตกต่างกันมาก

เมื่อผ่าหัวมันสำปะหลังตามขวางจะเห็นว่ามีอยู่ 3 ส่วนของเปลือกชั้นนอก ส่วนของเปลือกชั้นในและส่วนของเนื้อหัว

1. ส่วนของเปลือกชั้นนอกหรือผิว (periderm) จะเป็นเยื่อบาง ๆ ซึ่งเป็นส่วนของ Cork layer และชั้น epidermis cell ความหนา ลักษณะที่เรียบหรือขรุขระ และสีของเปลือกชั้นนอกจะแตกต่างกันไป เช่นมีสีขาว น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ ชมพู และครีม แตกต่างกันไปตามพันธุ์

2. ส่วนของเปลือกชั้นใน (Cortical region) จะอยู่ถัดเข้าไปมีความหนาประมาณ 1-3 มิลลิเมตร มักมีสีขาวหรือสีชมพูแต่อาจมีสีน้ำตาล ม่วง แตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนประกอบ ประกอบไปด้วยชั้นของเซลล์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ sclerenchyma, cortical – parenchyma และ phoem เปลือกชั้นในนี้เรียกว่า Cortex เมื่อรวมกับ periderm เรียกรวมกันว่า เปลือก (peel)

3. ส่วนของเนื้อหัว (Starchy flesh) หรือส่วนแกนกลาง (large central pith) เป็นส่วนที่สะสมแป้งประกอบด้วย เซลล์ชนิดต่าง ๆ คือ cambium, parenchyma และ xylem vessel ภายในเนื้อหัวประกอบด้วยแป้ง 20-40 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือจะเป็นน้ำ 60-80 เปอร์เซ็นต์ เนื้อหัวจะมีสีต่าง ๆ เช่น ขาว ครีม เหลือง และชมพู เป็นต้น

พันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทย

เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จึงได้มีการวิจัยพัฒนามันสำปะหลังสายพันธุ์ใหม่ๆขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตที่ป้อนสู่ตลาดทั้งการเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวสดและการเพิ่มปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) แป้งในหัวมันสำปะหลัง โดยการพัฒนาพันธุ์ด้วยการใช้วิธีธรรมชาติ และไม่มีการใช้เทคนิคการตัดต่อพันธุกรรมปัจจุบันประเทศไทยมีพันธุ์ที่พัฒนาและ

ได้รับการรับรอง/แนะนำพันธุ์แล้วจำนวน 13 พันธุ์ด้วยกัน คือ ระยอง1 ระยอง2 ระยอง3 ระยอง5 ระยอง60 ระยอง90 เกษตรศาสตร์50 ศรีราชา1 ห้านาที ระยอง72 ห้วยบง60 ระยอง9 และระยอง7

พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้ามีอยู่ด้วยกัน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์50 พันธุ์ระยอง5 พันธุ์ระยอง90 และพันธุ์ระยอง60 โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์50 เป็นพันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตลอดปี โดยมากกว่าร้อยละ 65 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด เกษตรกรจะทำการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน คือประมาณเดือนมีนาคม ถึง พฤษภาคม อีกร้อยละ 20 ปลูกในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 13 จะปลูกในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม สำหรับการปลูกในช่วงต้นฤดูฝนนี้ ผลผลิตหัวสดที่ได้จะสูงกว่าการปลูกในช่วงอื่น ๆ แต่ในดินที่มีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างหยาบ การปลูกในช่วงฤดูแล้งจะให้ผลผลิตสูงที่สุด ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกช่วงการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสม จึงต้องพิจารณาทั้งปริมาณน้ำฝน และลักษณะของดิน ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคต่างๆ ของประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคต่างๆ ของประเทศไทย

ภาค	ช่วงที่เหมาะสม
ภาคเหนือตอนบน	ปลายมิถุนายน
ภาคเหนือตอนล่าง	ต้น - กลางกรกฎาคม
ภาคกลาง	ต้น - กลางกรกฎาคม
ภาคตะวันตก	กลาง - ปลายกรกฎาคม
ภาคตะวันออก	ต้น - กลางกรกฎาคม
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน	กลาง- ปลายมิถุนายน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง	ต้น - กลางกรกฎาคม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาการปลูกมันสำปะหลัง จากการตรวจสอบเอกสารพบว่ามีการวิจัยและพัฒนาในส่วนของเครื่องปลูก ดังนี้

สมชาย (2541) ได้ศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการปลูกที่มีต่อลักษณะการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน โดยแนวทางการศึกษาประกอบด้วย การศึกษาลักษณะทางกายภพของท่อนมันสำปะหลัง ศึกษาชนิดของดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง และศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการปลูกที่มีต่อลักษณะการปักของท่อนมันสำปะหลังบนรางดิน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ 1) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของท่อนมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง5 และระยอง90 ที่มีความยาวท่อนพันธุ์ 20 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 96.2 45.6 และ52.8 กรัมต่อท่อน ตามลำดับ ความกว้างส่วนที่กว้างมากที่สุดของท่อนพันธุ์โดยเฉลี่ย 37.8 34.9 และ 39.7 มิลลิเมตรต่อท่อน ตามลำดับ 2) การศึกษาชนิดของดินที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง พบว่าส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย มีความถ่วงจำเพาะดินอยู่ระหว่าง 2.57-2.62 3) การศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการปลูก ที่มีต่อลักษณะการปักของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์50 บนรางดิน โดยทำการทดสอบปัจจัยความเร็ว 3 ระดับ ที่ความเร็ว 0.24 0.33 และ 0.57 เมตรต่อวินาที พบว่า ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ปลูกด้วยวิธีการให้ท่อนพันธุ์ตกลงท้ายอุปกรณ์เปิดร่องในแนวดิ่งสามารถใช้ปลูกมันสำปะหลังได้ และการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ทุกๆ 0.1 เมตรต่อวินาที จะทำให้มุมการปักของท่อนพันธุ์เอียงไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์การปลูกเป็นมุม 5.1 องศา และยังทำให้ความลึกมนการปลูกลดลง 0.58 เซนติเมตร ถ้าประมาณมุมการปักที่เพิ่มขึ้นและความลึกที่ลดลงเป็นเส้นตรง เพื่อให้ลักษณะการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสม ควรใช้ความเร็วในการปลูกไม่เกิน 0.73 เมตรต่อวินาที

อภิชาติ และคณะ (2549) ได้ออกแบบและพัฒนาระบบปลูกมันสำปะหลังแบบเจาะหลุมแล้วหย่อนท่อนพันธุ์ โดยออกแบบให้มีกลไกการเจาะรูให้พื้นดินเกิดหลุมตามขนาดที่ต้องการและหลุมที่ได้ต้องตรง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเจาะ 5 เซนติเมตร และ ความลึกของหลุมเจาะ 10 เซนติเมตรโดยใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ต้องมีการคัดขนาด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3 ซม. ยาว 25-30 ซม.เลือกใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะค่อนข้างตรง

ภากรณ์ และคณะ (2549) ได้ออกแบบและพัฒนาระบบปลูกมันสำปะหลังแบบตอกกระทุ้งแถวเดียว ระบบนี้จะแตกต่างกับแบบเจาะหลุมเนื่องจากท่อนพันธุ์จะถูกปักลงบนสันร่องด้วยความเร็วของหัวตอก ดังนั้นความเร็วในการตอกท่อนพันธุ์จะสัมพันธ์กับความลึกในการปลูกของเกษตรและความแข็งของดิน ท่อนพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีการคัดขนาดเช่นเดียวกับระบบเจาะหลุม หัวตอกกระทุ้งให้หัวตอกกระทุ้งรับแรงจากล้อ

จิก ทำให้หมุนเป็นวงกลมด้วยรัศมี 15 เซนติเมตร เมื่อท่อนมันสำปะหลังตกมาตามท่อ จะตกลงมาเจอตัวดักท่อนมันสำปะหลัง หัวตอกกระทุ้งก็จะตอกหัวท่อนมันสำปะหลังให้ลงดิน ความเร็วหัวตอกสัมพันธ์กับความเร็วในการตกของท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

จิราภรณ์และคณะ ได้วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการ โดยมีแนวทางการออกแบบเครื่องปลูกให้สามารถปลูกได้บนสันร่อง พร้อมทั้งมีระบบตัดท่อนพันธุ์และอุปกรณ์ใส่ปุ๋ยสำหรับติดตั้งกับอุปกรณ์ยกร่องของเกษตรกร ให้สามารถใช้ได้กับการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่มีการปลูกมากได้หลายพันธุ์ (อย่างน้อย 2 พันธุ์) และเลือกใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่มีลักษณะค่อนข้างตรง

สัญลักษณ์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาแนวทางการออกแบบกลไกปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมต่อสภาพการเพาะปลูกของประเทศไทย โดยการออกแบบกลไกการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังมี 2 แบบคือ 1) แบบตอกกระทุ้ง 2) แบบเจาะหลุม ระบบกลไกการปลูกได้ออกแบบและสร้างจำนวน 1 แถว การทดสอบและพัฒนาโดยมีความสัมพันธ์กับวิธีการปลูกของเกษตรกร การทดสอบเบื้องต้นสำหรับกลไกการปลูกแบบตอกกระทุ้ง ปลูกได้ระยะห่างระหว่างท่อนพันธุ์ 112-113 เซนติเมตร ความลึกในการปลูก 8-10 เซนติเมตร ที่ความเร็วในการทำงาน 0.8-1.3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และในระบบการปลูกแบบเจาะหลุมแล้วหย่อนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังลงหลุมเจาะ ปลูกได้ระยะห่างระหว่างท่อนพันธุ์ประมาณ 95 เซนติเมตร ความลึกในการปลูกประมาณ 4.5 เซนติเมตร ที่ความเร็วในการทำงาน 0.7-0.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากผลการทดสอบเครื่องต้นแบบทั้งสองแบบได้แนวทางการออกแบบพัฒนาระบบการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังคือ ต้องปลูกบนสันร่อง ปลูกแบบปักเท่านั้น ท่อนพันธุ์ต้องปักในแนวตั้งตรงหรือมีความเอียงเล็กน้อย มีระยะการปลูกประมาณ 90 เซนติเมตร และควรมีกลไกปรับระยะปลูกได้ ความลึกในการปลูกต้องปรับได้ถึง 10 เซนติเมตร ขนาดท่อนพันธุ์ควรมีผลต่อการปลูกน้อย ความเร็วในการทำงานควรสูงกว่านี้ ตัวเครื่องปลูกควรต่อประกอบกับอุปกรณ์ยกร่องของเกษตรกร

รุ่งเรือง และคณะ (2553) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งเครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างส่วนบน ชุดตัดท่อนพันธุ์ ชุดปลูก ชุดโรยปุ๋ย ชุดยกร่อง และระบบส่งกำลัง โดยทุกส่วนประกอบจะถูกติดตั้งบนโครงสร้างส่วนล่าง ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 60-70 แรงม้าเป็นต้นกำลัง จากผลการทดสอบในแปลงทดสอบพบว่า ที่ความเร็วของรถแทรกเตอร์ 1.5 1.7 และ 2.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เครื่องปลูกมันสำปะหลังมีความสามารถในการทำงานระหว่าง 0.55-0.74 ไร่ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการทำงานระหว่าง 70-86 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 6-11.6 ลิตรต่อไร่ เปอร์เซ็นต์ของการปลูกตั้ง

17.3-38.2 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ของการปลูกแบบฝังดิน 34.6-39.8 เปอร์เซ็นต์ และท่อนพันธุ์ที่หายระหว่างแถวปลูก 7.6-10.8 เปอร์เซ็นต์ ท่อนพันธุ์ได้รับความเสียหาย 8.5-15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคุณภาพการปลูกมันสำปะหลังของเครื่องต้นแบบยังมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงควรมีการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้สามารถใช้งานได้ต่อไป

วิชา และคณะ (2556) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบนิวเมติกขึ้น เครื่องต้นแบบนี้สามารถเตรียมดินยกร่องปลูก ตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง และจับปักบนสันร่องให้เสร็จในขั้นตอนเดียว ใช้รถแทรกเตอร์ขนาดตั้งแต่ 60 แรงม้าขึ้นไปเป็นต้นกำลัง หลักการทำงานเริ่มโดย เครื่องปลูกจะทำการยกร่อง มีระยะห่างระหว่างร่องปลูกประมาณ 1.20 เมตร ใช้คนทำงานประมาณ 2 คน โดยคนหนึ่งจะเป็นคนขับแทรกเตอร์ และอีกคนจะทำหน้าที่ป้อนต้นมันสำปะหลัง เครื่องปลูกมันสำปะหลังนี้จะใช้กระบอกลมจำนวน 2 กระบอก เพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนกลไกการตัดต้นมันสำปะหลัง และกระบอกลมอีก 2 กระบอก เพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนกลไกการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง และมีจานกลบดินโคนท่อนพันธุ์ 1 คู่ เพื่อให้ดินสามารถสัมผัสกับท่อนพันธุ์ที่ปักลงมามากขึ้น คนจะป้อนต้นมันสำปะหลังลงสู่ลูกกลิ้งยางเพื่อดึงต้นมันลงไปอย่างอัตโนมัติ เพื่อให้ใบมีดตัดต้นมันสำปะหลังครั้งละท่อนแต่ละครั้งที่ใบมีดตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้ ชุดใบมีดก็จะหนีบและปักท่อนพันธุ์ลงไปในดินแล้วชุดใบมีดก็ขึ้นไปตัดท่อนพันธุ์ใหม่ เห็นการเริ่มการทำงานรอบต่อไป แต่ละรอบการทำงานใช้เวลารอบละประมาณ 2 วินาที การทำงานจะเป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมด ซึ่งจากผลการทดสอบการทำงาน พบว่าเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบนิวเมติกนี้สามารถปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังตั้งได้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ความลึกในการปักลงไปในดินเฉลี่ย 15 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างท่อนพันธุ์เฉลี่ย 54 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างร่องปลูกเฉลี่ย 120 เซนติเมตร ความสูงของร่องที่ยกเฉลี่ย 40 เซนติเมตร มีความสามารถในการทำงานประมาณ 0.50 ไร่ต่อชั่วโมง

เครื่องปลูกมันสำปะหลังที่ภาคเอกชนในประเทศได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะดังภาพที่ 3.5 และภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.5 เครื่องปลูกมันสำปะหลังของภาคเอกชน จ.นครสวรรค์

เครื่องปลูกมันระบบ ยกร่อง ตัดท่อนพันธุ์ ใส่ปุ๋ยรองพื้น ปักท่อนพันธุ์ ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 47 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ระยะระหว่างต้นปรับได้ ท่อนพันธุ์คงที่ที่ 25 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถวแล้วแต่การปรับผาลและคนขับ ความสามารถในการทำงาน 6-8 ไร่ต่อวัน ที่ระยะปลูก 1.0x0.8 ม. พันธุ์ระยอง 5 และระยอง 9 ใช้คนงาน 3 คน คือ 1) คนขับ 2) คนยัดตัน 3) คนเดินตรวจปักซ่อมท่อนพันธุ์ที่หายและปักหัวงาน

ภาพที่ 3.6 เครื่องปลูกมันสำปะหลังของภาคเอกชน จ.ชัยภูมิ

เครื่องปลูกมันสำปะหลังนี้มีความสามารถในการทำงาน 12-15 ไร่ต่อวัน โดยใช้แรงงานเพียง 2 คน (คนขับและคนปลูก) และมีต้นทุนการผลิตต่อไร่เพียง 400 บาท สามารถลดต้นทุนการปลูกลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน ซึ่งใช้มีค่าจ้างแรงงานอยู่ที่ 800 บาทต่อไร่ นอกจากนี้เครื่องปลูกมันสำปะหลังยังทำงานได้แม่นยำและมีประสิทธิภาพ เพราะสามารถควบคุมระดับความลึกของท่อนพันธุ์ที่เสียบลงไปแต่ละท่อนให้มี

ค่าใกล้เคียงกันประมาณ 7-10 เซนติเมตร ปรับระยะความถี่ห่างระหว่างต้นมันสำปะหลังได้ตั้งแต่ระยะ 50-100 เซนติเมตร รวมทั้งปรับระยะการปลูกได้ตั้งแต่ระยะ 80-120 เซนติเมตร นอกจากนี้มีการออกแบบระบบชุดลำเลียงที่ดี ไม่ทำให้ท่อนพันธุ์ช้ำต้นแตกหรือตาเสียหาย เครื่องปลูกมันสำปะหลังชุมชนนี้ประกอบด้วย ชุดจานผาลหมุนยึดติดด้านล่างโครงผาลแต่ละชุด ขณะทำการลากเพื่อปลูกมันสำปะหลัง เมื่อผาลถูกลากทำให้หมุนเคลื่อนไปข้างหน้า จะทำหน้าที่สับก้อนดิน วัชพืช พลิกดินขึ้นพร้อมกลบปุ๋ยเคมี และยกร่องเป็นสันคู สำหรับต้นมันสำปะหลังที่ตัดเป็นท่อนแล้ว ขณะเดียวกันชุดล้อขับ ซึ่งยึดติดส่วนด้านล่างชุดโครงผาลชักร่องอีกด้านหนึ่งหมุน ทำให้เฟืองที่ยึดติดปลายเพลาล้อหมุนตามส่งกำลังผ่านโซ่ขึ้นไปที่ชุดเฟืองรับกำลังหน้าที่ติดตั้งอยู่ด้านบนชุดโครงผาลชักร่อง ชุดเฟืองหน้าหมุนถ่ายกำลังไปที่เฟืองที่ยึดติดแกนเพลาส่งกำลังชุดที่ 1 ซึ่งมีเฟือง 3 ตัว เฟืองตัวที่ 1 รับกำลังจากเฟืองหน้า เฟืองตัวที่ 2 ถ่ายกำลังไปที่เพลาเกลียวโรยปุ๋ย เฟืองตัวที่ 3ส่งกำลังไปที่เฟืองรับกำลังชุดที่ 2 มีเฟือง 3 ตัว ทำหน้าที่รับและส่งกำลังไปที่เฟืองชุดกล่องป้อนต้นมันสำปะหลัง และส่งกำลังไปที่ชุดเฟืองส่งกำลังอีกชุดหนึ่งที่ยึดติดด้านล่างชุดกล่องป้อนต้นมันสำปะหลังพร้อมถ่ายกำลังไปที่ชุดเฟืองเสียบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยเฟืองแต่ละตัวจะมีโซ่เชื่อมโยงหากัน ขณะที่ลากเพื่อทำการปลูกมันสำปะหลังเครื่องจะทำงานไปพร้อมๆ กัน 4 ขั้นตอนในเวลาเดียวกัน

จากการตรวจสอบเอกสารเครื่องปลูกมันสำปะหลังในต่างประเทศ พบว่า มีการศึกษาเครื่องปลูกมันสำปะหลังในประเทศโคลัมเบีย Bernardo et al. (2002) โดยทดสอบเครื่องปลูก 2 แบบ คือ

1. เครื่องปลูกมันสำปะหลัง แบบ2 แถว มีลักษณะดังภาพที่ 3.7 ที่สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 85-95 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 40-100 เซนติเมตร ใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 60 - 70 แรงม้า ควบคุมการยกด้วยระบบไฮดรอลิคส์ มีระบบการตัดท่อนพันธุ์แบบอัตโนมัติ ติดตั้งถังบรรจุปุ๋ยเคมีจำนวน 150 กิโลกรัม สามารถทำงานได้วันละ 31-43 ไร่ ใช้แรงงาน 2 คน และคนขับรถแทรกเตอร์ 1 คน

ภาพที่ 3.7 เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถว

2. เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 3 แถว มีลักษณะดังรูปที่ 3.8 ที่มีระยะห่างระหว่างแถว 1 เมตร ระยะห่างและระหว่างต้น 90 เซนติเมตร ใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 60 - 70 แรงม้า ควบคุมการยกด้วยระบบไฮดรอลิคส์ มีระบบการตัดท่อนพันธุ์แบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบตัดด้วยแรงกดของใบเลื่อย บรรจุปุ๋ยเคมีได้จำนวน 150 กิโลกรัม สามารถทำงานได้วันละ 49 - 63 ไร่ ใช้แรงงาน 3 คน และคนขับรถแทรกเตอร์ 1 คน

ภาพที่ 3.8 เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 3 แถว

เครื่องมือทั้งสองแบบไม่สามารถปลูกให้ท่อนพันธุ์ตั้งตรงได้ จะวางท่อนพันธุ์นอนบนดิน ซึ่งไม่ตรงตามวิธีการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

ซึ่งจากการตรวจเอกสาร พบว่า เครื่องปลูกกล้าไม้ ดังรูปที่ 3.9 ที่มีใช้อยู่ในต่างประเทศ มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาดัดแปลงเป็นเครื่องปลูกมันสำปะหลัง โดยเครื่องดังกล่าวมีลักษณะมีหัวรูปตัววีสำหรับเปิดร่อง และใช้คนช่วยวางต้นกล้า และใช้ล้อยางเอียงทำมุมให้พลิกดินมากลบกล้าไม้

ภาพที่ 3.9 เครื่องปลูกกล้าไม้

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่พัฒนาจากเครื่องปลูกแบบแถวเดี่ยวกึ่งอัตโนมัติ ของ Ellisโดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 70 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ที่ความเร็ว 4.39 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถการทำงานเชิงพื้นที่ 0.39 เฮคแตร์ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำงานต่อเนื่องโดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 4 คน (M.A. Ladeinde et al, 1995)

การศึกษากลไกลการวัดและการปลูกสำหรับเครื่องปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ในการทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนพันธุ์มีค่าระหว่าง 2.2-3.2 เซนติเมตร ความเสียหายเนื่องจากท่อนมันสำปะหลังไม่ถูกปลูกในแปลงที่น้อยที่สุด เมื่อเปิดช่องปล่อยท่อนพันธุ์ ที่ ระยะ 3.8 เซนติเมตร และมุมของลูกกลิ้งที่ใช้ในการหยิบท่อนพันธุ์อยู่ที่ 13 องศา (Kiyoshi et al, 1990)

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ตรวจเอกสารและศึกษาข้อมูล การปลูก เครื่องปลูก และเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่มีการพัฒนาหรือใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
2. ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์
3. ทดสอบการทำงานในแปลงปลูก เพื่อหาข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไข
4. เวียนปรับปรุงแก้ไขต้นแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังจนได้ต้นแบบที่ต้องการ และพร้อมสำหรับการปฏิบัติงานจริงอย่างน้อยใน 1 สภาพดิน
5. ทดสอบปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการทำงานและประเมินผลต้นแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลัง โดยมีค่าชี้ผลหลัก เพื่อประเมินสมรรถนะในการทำงานดังนี้
   - ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)
   - ประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่ (%)
   - อัตราการงอก และอัตราการเจริญเติบโต (%)
   - อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)
6. วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล เขียนรายงาน

เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ได้ดำเนินการในช่วง ตุลาคม 2553 – กันยายน 2556 โดยสร้างต้นแบบ ณ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ และทำการทดสอบในแปลงทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และแปลงเกษตรกร จ.นครสวรรค์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์นั้น เครื่องปลูกมันสำปะหลังทำงานโดยติดพ่วงท้ายกับรถแทรกเตอร์ และใช้ท่อนพันธุ์ที่ตัดแล้วมีขนาด 25-30 เซนติเมตร ปลูกด้วยวิธีการปัก โดยมุมการปักท่อนพันธุ์จะอยู่ในช่วง 45-90 องศา ในเบื้องต้นจะทดสอบการใช้งานกับดินทราย หรือดินร่วนปนทราย ที่มีการเตรียมดินที่ดี และเป็นการปลูกแบบยกร่องปลูก ให้สามารถทำงานได้อย่างประสิทธิภาพ

1.ผลการศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

ดำเนินการทดสอบการทำงานเครื่องปลูกมันสำปะหลังเบื้องต้น ในแปลงของเกษตรกรในจังหวัดจังหวัดขอนแก่น โดยแยกเป็นการทดสอบเฉพาะชุดผาลยกร่อง เพื่อศึกษาหาความเร็วรถแทรกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง ความเร็วรอบเครื่องรถแทรกเตอร์ 1400 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 3.10 และได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบชุดผาลยกร่อง

เกียร์รถแทรกเตอร์	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ว (m/s)	ระยะระหว่างร่อง(cm)	ความสูงร่อง (cm)	การบังคับรถ
L1	20	59	0.34	100	25	ดี
L2	20	45.2	0.44	100	30	ดี
L3	20	29.68	0.67	100	30	ดี
L4	20	21.56	0.93	100	30	ดี
H1	20	17.42	1.15	100	30	ดี
H2	20	13.69	1.46	100	30	พอใช้
H3	20	8.88	2.25	100	30	แย่

ภาพที่ 3.10 ทดสอบชุดผาลยกร่อง

จากผลการทดสอบพบว่า ความเร็วรถแทรกเตอร์ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.44 – 1.15 เมตรต่อวินาที ซึ่งได้ความสูงร่องตามที่ต้องการ และสามารถเลี้ยวบังคับรถได้ดี

2.ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

ดำเนินการออกแบบ โดยเบื้องต้นจะแบ่งการทำงานของเครื่องออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ชุดยกร่อง ชุดปักท่อนพันธุ์ ชุดป้อนท่อนพันธุ์ และชุดโรยปุ๋ย ซึ่งข้อมูลในการออกแบบเบื้องต้นได้มาจากการศึกษาและตรวจเอกสารเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่ผ่านมาแล้ว โดยการออกแบบจะเน้นที่สามารถปรับเลื่อนชิ้นส่วนต่างๆ ตามปัจจัยที่จะทำการศึกษาต่อไป

กำหนดเกณฑ์การออกแบบดังนี้

- ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 50-70 แรงม้าเป็นต้นกำลัง เนื่องจากเครื่องปลูกต้องยกร่องพร้อมปลูก ซึ่งต้องการกำลังค่อนข้างมาก การใช้ต้นกำลังเป็นรถแทรกเตอร์ขนาดกลางจึงเหมาะสม และเกษตรกรมีใช้กันแพร่หลายในงานไร่

- การยกร่องปลูกต้องสามารถปรับระยะระหว่างแถวได้ 70-120 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 50-100 เซนติเมตร เนื่องจากการสำรวจการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรอยู่ในช่วงดังกล่าว

- เบื้องต้นกำหนดความยาวท่อนพันธุ์ที่ใช้ประมาณ 25 เซนติเมตร

- การปักท่อนพันธุ์ของเครื่อง ต้องสามารถปักท่อนพันธุ์ได้ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร หรือ ประมาณ 3 ตา โดยมุมเอียงจากแนวดิ่งไม่เกิน 45 องศา ซึ่งจากการตรวจเอกสารพบว่า การปักที่มุม 90-45 องศาให้ผลผลิตไม่ต่างกันทางสถิติ

การออกแบบของส่วนประกอบสำคัญเป็นดังนี้

1. ชุดยกร่อง ใช้การยกร่องโดยผาลจานซึ่งจากการทดสอบพบว่า ผาลจานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 นิ้ว สามารถทำการยกร่องได้ดีตามต้องการที่ความเร็วรถแทรกเตอร์ 0.44 เมตรต่อวินาที เป็นต้นไป

2. ชุดปักท่อนพันธุ์ ใช้กลไกการปักท่อนพันธุ์แบบล้อปัก เนื่องจากเป็นกลไกที่ไม่ซับซ้อน สามารถปักท่อนพันธุ์ได้ดี โดยใช้ต้นกำลังจากเพลาอำนวยกำลังจากรถแทรกเตอร์

3. ชุดป้อนท่อนพันธุ์ ทำหน้าที่ในการกำหนดระยะห่างระหว่างท่อนพันธุ์ ใช้การถ่ายทอดกำลังจากล้อกราวด์วีล (ground wheel) ซึ่งจะทำให้ได้ระยะห่างสม่ำเสมอ และหยุดทำงานอัตโนมัติเมื่อยกเครื่องขึ้น

4. ชุดโรยปุ๋ยรองพื้น กำหนดให้ถังปุ๋ยมีขนาด 50 กิโลกรัม ใช้ลูกหยอดแบบเกลียว สามารถปรับอัตราการใส่ปุ๋ยได้ โดยใช้ต้นกำลังจากล้อกราวด์วีล เช่นเดียวกับชุดป้อนท่อนพันธุ์

3. ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นและแก้ไขเครื่องต้นแบบ

ดำเนินการสร้างชุดยกร่อง ชุดป้อนท่อนพันธุ์ และชุดปักท่อน โดยในเบื้องต้นนี้ได้ออกแบบให้ระยะห่างระหว่างท่อนพันธุ์เท่ากับ 50 เซนติเมตร และดำเนินการทดสอบการทำงานเบื้องต้น ในแปลงทดสอบที่เป็นสภาพดินร่วนปนทราย ดังแสดงในภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 ทดสอบการทำงานเครื่องปลูกมันสำปะหลังเบื้องต้น

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลังเบื้องต้น

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ
ระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ย	55 cm
เปอร์เซ็นต์การปักท่อนพันธุ์ (ตั้งตรงมากกว่า 45 องศา)	65%
ความลึกในการปักท่อนพันธุ์เฉลี่ย	6.3 cm
ความเร็วรถแทรกเตอร์เฉลี่ย	0.45 m/s

ประเด็นปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบมีดังนี้

1. การควบคุมระดับความลึกชุดผาลยกร่องของเครื่องปลูกมันสำปะหลังทำได้ยาก ต้องใช้ความชำนาญของผู้ขับรถแทรกเตอร์เป็นสำคัญ

2. เกิดการขัดตัวของท่อนพันธุ์ ขณะเคลื่อนที่จากช่องป้อนไปยังท่อส่งท่อนพันธุ์เมื่อรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว แก้ไขได้โดยขยายส่วนปลายท่อส่งท่อนพันธุ์ให้เป็นรูปกรวยที่ใหญ่ขึ้น เพื่อให้ท่อนพันธุ์มีเวลาที่ตกลงสู่ท่อส่งท่อนพันธุ์นานขึ้น

3. ยางที่หุ้มล้อปักท่อนพันธุ์ฉีกขาด แก้ไขโดยเปลี่ยนยางหุ้มล้อให้มีความทนทานมากขึ้น

4. หากจุดที่ท่อนพันธุ์ถูกปักบนร่องเป็นก้อนดินท่อนพันธุ์จะล้ม

ซึ่งประเด็นปัญหาเหล่านี้อยู่ระหว่างการดำเนินการแก้ไข

ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเครื่องต้นแบบตามประเด็นปัญหาที่พบจากการทดสอบดังนี้

1. การควบคุมระดับความลึกชุดผาลยกร่องของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ได้ปรับปรุงล้อกราวด์วีล (Ground wheel) ให้เป็นล้อช่วยพยุงด้วยดังภาพที่ 3.12 โดยล้อสามารถปรับขึ้นลงได้ตามความต้องการ

ภาพที่ 3.12 ล้อ Ground Wheel

2. เกิดการขัดตัวของท่อนพันธุ์ ขณะเคลื่อนที่จากช่องป้อนไปยังท่อส่งท่อนพันธุ์เมื่อรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว แก้ไขได้โดยขยายส่วนปลายท่อส่งท่อนพันธุ์ให้เป็นรูปกรวยที่ใหญ่ขึ้น เพื่อให้ท่อนพันธุ์มีเวลาที่ตกลงสู่ท่อส่งท่อนพันธุ์นานขึ้น ดังภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13 กรวยรับท่อนพันธุ์

3. ยางที่หุ้มล้อปักท่อนพันธุ์ฉีกขาด แก้ไขโดยเปลี่ยนยางหุ้มล้อให้มีความทนทานมากขึ้น ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14 ยางหุ้มล้อที่ปรับปรุง

หลังจากได้ดำเนินการแก้ไข้ข้อบกพร่องส่วนต่างๆดังข้างต้นแล้ว จึงได้ดำเนินการทดสอบซ้ำเพื่อดูผลการทำงาน พบว่าหลังจากได้แก้ไขปรับปรุงเครื่องแล้ว เครื่องปลูกสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ จึงได้ดำเนินการวางแผนเก็บข้อมูลการทดสอบ โดยการทดสอบครั้งนี้ได้นำเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังมาร่วมทดสอบการทำงานด้วยกัน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ แสดงดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 การทดสอบเครื่องปลูกมันสำปะหลังหลังปรับปรุง

4. ผลการทดสอบเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการทำงาน

4.1 ศึกษาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างล้อปักกับสันร่องต่อความสามารถในการปัก

โดยการทดสอบใช้ท่อนพันธุ์ยาว 25 เซนติเมตร ความเร็วรถแทรกเตอร์เฉลี่ย 0.45 เมตรต่อวินาที และระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ยที่ 106.5 เซนติเมตร เก็บข้อมูลในช่วงซ้ำละ 20 เมตร ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.4 และท่อนพันธุ์ที่ปลูกจากเครื่องปลูกฯแสดงดังภาพที่ 3.16 ดังนี้

ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบศึกษาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างล้อปักกับสันร่องต่อความสามารถในการปัก

แถวที่	ซ้ำที่	ความสูงล้อปักจากสันร่อง (cm)		% การปักท่อนพันธุ์	ความลึกในการปักเฉลี่ย(cm)
แถวที่ 1	1	7		63.158	13.333
	2	7		77.778	12.167
	3	7		83.333	11.667
			เฉลี่ย	74.756	12.389
แถวที่ 2	1	7		83.333	10.667
	2	7		77.778	13.333
	3	7		77.778	13.750
			เฉลี่ย	79.630	12.583
		เฉลี่ยแถวที่ 1,2		77.193	12.486
แถวที่ 3	1	3		100	13.333
	2	3		94.444	14.167
	3	3		94.737	13.833
			เฉลี่ย	96.394	13.778
แถวที่ 4	1	3		94.444	14.167
	2	3		100	13.833
	3	3		94.44	15.33
			เฉลี่ย	96.296	14.444
		เฉลี่ยแถวที่ 3,4		96.345	14.111

ภาพที่ 3.16 ท่อนพันธุ์ที่ปลูกด้วยเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

จากผลการทดสอบเครื่องสามารถปลูกได้ตรงหรือเฉียงไม่เกิน 45 องศา เฉลี่ยประมาณ 96.34% ที่ระยะห่างระหว่างล้อปักกันสันร่องเท่ากับ 3 เซนติเมตร โดยความลึกในการปักเฉลี่ย 14.11 เซนติเมตรและจากการสังเกตพบว่า การเตรียมดินและสภาพชนิดดินมีผลต่อการทำงานของเครื่องปลูกอย่างยิ่ง ซึ่งแปลงที่ทดสอบนี้เป็นดินทราย เครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ศึกษาอิทธิพลของรูปแบบยางล้อปักต่อความสามารถในการปัก

ดำเนินการทดสอบรูปแบบยางที่ใช้ทำล้อปัก โดยได้ทำการทดสอบ 3 รูปแบบ ดังภาพที่ 3.17

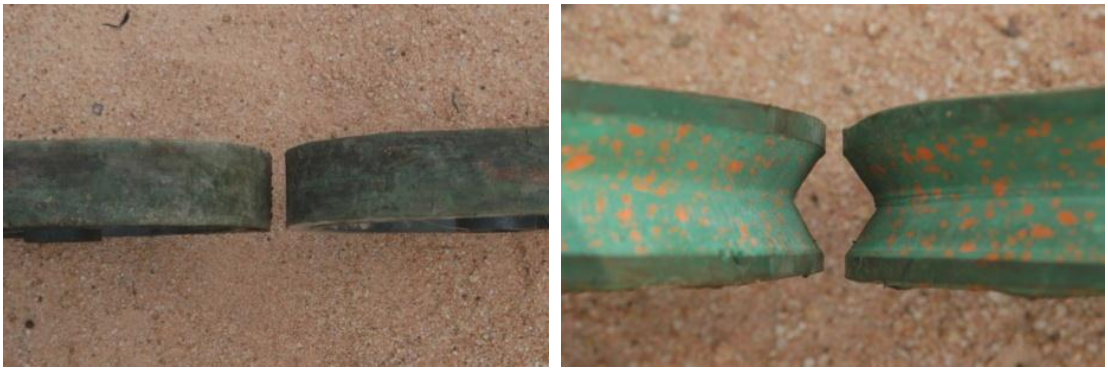
แบบเรียบ แบบลายขวาง แบบลายตามยาว

ภาพที่ 3.17 รูปแบบยางล้อปักที่ทดสอบ

จากผลการทดสอบเก็บข้อมูล วิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า ล้อปักแต่ละแบบมีความสามารถในการปักท่อนพันธุ์ให้ตั้งตรงไม่แตกต่างกัน แต่ล้อปักแบบลายขวางทำให้เกิดรอยแผลที่ท่อนพันธุ์มากกว่าแบบอื่นๆ

ภาพที่ 3.18 รอยแผลที่เกิดจากลายขวางของล้อปัก

จากนั้นได้ดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบรูปแบบล้อปัก ระหว่างล้อเรียบ และล้อร่องวี โดยในการทดสอบใช้ท่อนพันธุ์ยาว 25 เซนติเมตร ความเร็วรถแทรกเตอร์เฉลี่ย 0.45 เมตรต่อวินาที ระยะห่างระหว่างร่อง 102.5 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ยที่ 60.8 เซนติเมตร เก็บข้อมูลในช่วงซ้ำละ 10 เมตร



แบบเรียบ แบบร่องวี

ภาพที่ 3.19 รูปแบบล้อปักที่ใช้ทดสอบ

ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.5 ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ทดสอบเปรียบเทียบผลของรูปแบบล้อปักต่อประสิทธิภาพการปักท่อนพันธุ์มัน

การทดลองที่	ชนิดล้อปัก	มุมท่อนพันธุ์	ประสิทธิภาพการปัก (%)	ความลึก (cm)
1	เรียบ	74.33	69.23	12.33
2	เรียบ	74.20	100.00	11.00
3	เรียบ	76.00	100.00	12.00
4	เรียบ	56.20	92.86	11.00
5	ร่องวี 26x8	60.75	85.71	13.33
6	ร่องวี 26x8	62.00	100.00	12.67
7	ร่องวี 26x8	56.00	92.31	11.00
8	ร่องวี 26x8	52.50	100.00	10.00

จากตารางพบว่ารูปแบบล้อร่องวีมีประสิทธิภาพการปักดีกว่าล้อแบบเรียบ คือประมาณ 94.51 เปอร์เซ็นต์ แต่มุมท่อนพันธุ์ที่ปักโดยล้อแบบเรียบเอียงน้อยกว่าล้อแบบร่องวีโดยเอียงประมาณ 70.18 องศา

4.3 การศึกษาอิทธิพลของทิศทางการปักต่อความสามารถในการปักของเครื่อง

ได้ทดสอบเปรียบเทียบทิศทางการปักของล้อปักซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการปักของล้อปัก โดยในการทดสอบใช้ท่อนพันธุ์ยาว 25 เซนติเมตร ความเร็วรถแทรกเตอร์เฉลี่ย 0.45 เมตรต่อวินาที ระยะห่างระหว่างร่อง 102.5 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ยที่ 58.3 เซนติเมตร เก็บข้อมูลในช่วงซ้ำละ 10 เมตร

ภาพที่ 3.20 การปรับเอียงทิศทางการปักของล้อปัก

ตารางที่ 3.6 ทดสอบเปรียบเทียบผลของรูปแบบล้อปักและทิศทางการปักต่อประสิทธิภาพการปักท่อนพันธุ์มัน

ชนิดล้อปัก	ทิศทางการปัก	ประสิทธิภาพการปัก (%)	มุมท่อนพันธุ์	ความลึก (cm)
เรียบ	ตรง	95.24	70.00	11.83
เรียบ	เอียงหน้า 5 องศา	88.57	71.80	11.18
เรียบ	เอียงหลัง 5 องศา	88.10	71.07	12.05
ร่องวี 26x8	ตรง	97.62	64.67	12.29
ร่องวี 26x8	เอียงหน้า 5 องศา	93.02	68.93	11.33
ร่องวี 26x8	เอียงหลัง 5 องศา	93.33	65.53	11.81

จากตารางการทดสอบพบว่า ล้อปักแบบร่องวี ที่มีทิศทางการปักลงมาตรงๆ มีประสิทธิภาพการปักเฉลี่ยสูงสุด ที่เฉลี่ย 97.62 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบเลือกใช้ล้อปักแบบร่องวี และทิศทางการปักตรง

4.4 การศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบและแรงบีบล้อปักต่อความสามารถในการปักของเครื่อง

ดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบปัจจัยที่มีสำคัญคือ 1) แรงบีบกดสปริงของล้อปักของชุดปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง แบ่งระดับปัจจัยเป็น 3 ระดับคือ 2 3 และ 4 กิโลกรัม และ 2) ความเร็วรอบล้อปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง แบ่งระดับปัจจัยเป็น 5 ระดับ คือ 150 300 450 600 และ 800 รอบต่อนาที โดยมีค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการปักท่อนพันธุ์ และความเสียหายของตาท่อนพันธุ์ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบอิทธิพลของแรงบีบกดสปริงของล้อปักของชุดปักท่อนพันธุ์ และความเร็วรอบล้อปักท่อนพันธุ์ต่อความสามารถในการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ความเร็วรอบล้อปัก (รอบต่อนาที)	แรงบีบกดของล้อปัก (กิโลกรัม)			เฉลี่ย (%)
	2	3	4	
150	97.78	97.78	97.78	97.78
300	100.00	100.00	95.56	98.52
450	97.78	97.78	100.00	98.52
600	95.56	100.00	100.00	98.52
800	95.56	91.11	93.33	93.33
เฉลี่ย(%)	97.33	97.33	97.33	

ตารางที่ 3.8 ผลการทดสอบอิทธิพลของแรงบีบกดสปริงของล้อปักของชุดปักท่อนพันธุ์ และความเร็วรอบล้อปักท่อนพันธุ์ต่อความเสียหายของตาท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ความเร็วรอบล้อปัก (รอบต่อนาที)	แรงบีบกดของล้อปัก (กิโลกรัม)			เฉลี่ย (%)
	2	3	4	
150	3.33	0.00	0.00	1.11
300	0.00	3.03	0.00	1.01
450	0.00	0.00	3.70	1.23
600	7.87	7.04	12.50	9.14
800	11.92	11.20	18.70	13.94
เฉลี่ย(%)	4.62	4.25	6.98	

ผลการทดสอบพบว่า อิทธิพลของความเร็วรอบล้อปัก และอิทธิพลของแรงบีบกดท่อนพันธุ์ ในระดับที่แตกต่างกัน ต่อความสามารถในการปัก และความเสียหายของตาท่อนพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอิทธิพลของสองปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 อย่างไรก็ตามพบว่าความเร็วรอบล้อปักเพิ่มขึ้น ความสามารถในการปักลดลง และปัจจัยแรงบีบกดท่อนพันธุ์ของล้อปักที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความเสียหายของตาท่อนพันธุ์เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการออกแบบส่วนปักท่อนพันธุ์ของเครื่องปลูกมันสำปะหลังจะใช้ความเร็วรอบล้อปักท่อนพันธุ์ไม่เกิน 450 รอบต่อนาที และแรงบีบกดท่อนพันธุ์ของล้อปักที่ไม่ควรเกิน 3 กิโลกรัม ซึ่งให้ประสิทธิภาพการปักเฉลี่ย 98.52 เปอร์เซ็นต์ และความเสียหายตาท่อนพันธุ์เฉลี่ย 4.25 เปอร์เซ็นต์

5. ผลการทดสอบเก็บข้อมูลเพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่อง

นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบการทำงานจริงในแปลงเกษตรกร โดยใช้แทรกเตอร์ขนาด 36 แรงม้าของเกษตรกรเป็นต้นกำลัง เกียร์ขับเคลื่อน L2 รอบเครื่องยนต์ประมาณ 2000 รอบต่อนาที ความเร็วรถแทรกเตอร์ประมาณ 0.49 เมตรต่อวินาที มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 60 แปลงทดสอบมีพื้นที่ 10 ไร่ อยู่ในเขต อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ และให้เกษตรกรเป็นผู้ปฏิบัติงานดังแสดงในรูปที่ 3.21 และได้เก็บข้อมูลค่าชี้ผลการทำงานของเครื่องดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การทดสอบเก็บข้อมูลประเมินสมรรถนะในแปลงเกษตรกร

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ
ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	120
ระยะห่างระหว่างต้น (เซนติเมตร)	50
ท่อนพันธุ์ที่ปักได้ มีมุมเอียงตามการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ (องศา)	60-80
ประสิทธิภาพในการปัก (เปอร์เซ็นต์)	92.4
ความสามารถในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)	1
ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	80
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตรต่อไร่)	2.05

ภาพที่ 3.21 ทดสอบการใช้งานในแปลงเกษตรกรโดยเกษตรกร

และเพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง และเพิ่มทางเลือกการใช้แทรกเตอร์ต้นกำลังของเกษตรกร จึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถว ใช้พ่วงต่อ

รถแทรกเตอร์ขนาด 50-60 แรงม้า โดยใช้ข้อมูลการทดสอบปัจจัยของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดี่ยว ในการออกแบบ

ภาพที่ 3.22 เครื่องปลูกมันสำปะหลังพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์แบบ 2 แถว

ได้ดำเนินการทดสอบเก็บข้อมูลการทำงานเครื่องปลูกมันสำปะหลังพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์แบบ 2 แถว โดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ในดินชนิดดินทราย ดังภาพที่ 3.23 และได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.10 ดังนี้

ภาพที่ 3.23 ทดสอบเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถว

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลการทดสอบกาทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถว

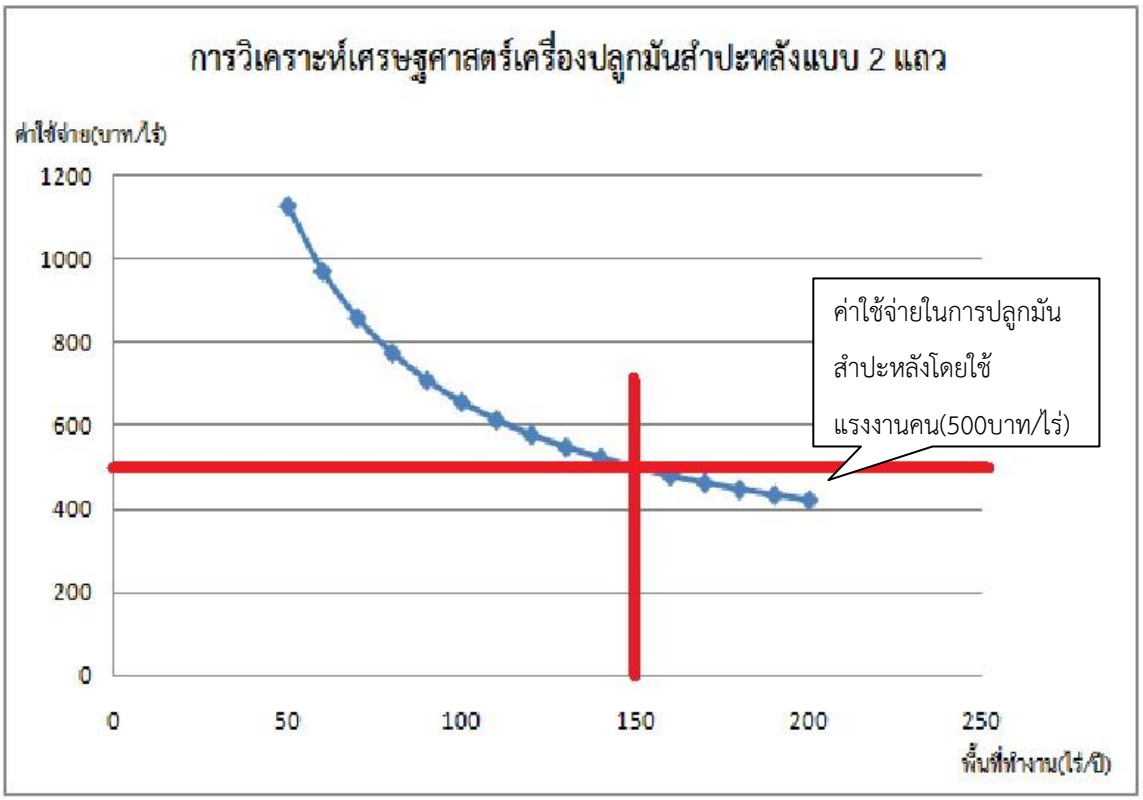
รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ
ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	120
ระยะห่างระหว่างต้น (เซนติเมตร)	50
ท่อนพันธุ์ที่ปักได้ มีมุมเอียงตามการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ (องศา)	60-80
ประสิทธิภาพในการปัก (เปอร์เซ็นต์)	95
ความสามารถในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)	2
ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	75
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตรต่อไร่)	2.55

6. ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

คำนวณหาจุดคุ้มทุนโดยเปรียบเทียบการปลูกมันสำปะหลังด้วยเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ และการใช้แรงงานคน โดยคำนวณในกรณีที่เกษตรกรผู้รับจ้างต้องการซื้อรถแทรกเตอร์และเครื่องปลูกมันสำปะหลังมาใช้งานหรือรับจ้าง กำหนดให้ราคาของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กเท่ากับ 450,000 บาท ราคารถแทรกเตอร์ขนาดกลางเท่ากับ 650,000 บาท โดยกำหนดให้การใช้งานรถแทรกเตอร์เพื่อปลูกมันสำปะหลังประมาณ 30% ของการใช้งานทั้งหมด และราคาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวเท่ากับ 50,000 บาท ราคาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถวเท่ากับ 90,000 บาท

จากการคำนวณ (ภาคผนวก 3-ก) สามารถเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์แบบแถวเดียวและแบบ 2 แถว และการปลูกมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนได้ดังภาพที่ 3.24 และภาพที่ 3.25 ตามลำดับ

ภาพที่ 3.24 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียว



ภาพที่ 3.25 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถว

จากเส้นกราฟในภาพที่ 3.24 และ ภาพที่ 3.25 จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังโดยเครื่องปลูกมันสำปะหลังทั้งสองแบบ จะมีค่าลดลงเมื่อพื้นที่การทำงานเพิ่มขึ้น ส่วนค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังโดยแรงงานคนนั้น มีค่าคงที่ที่ 500 บาทต่อไร่ ซึ่งราคานี้คิดจากการจ้างรถแทรกเตอร์ไถยกร่องรวมกับการจ้างแรงงานคนนำท่อนมันสำปะหลังไปปักบนร่อง

จากภาพที่ 3.24 เส้นกราฟค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังด้วยแรงงานคนตัดกับเส้นกราฟค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังด้วยเครื่องปลูกที่พื้นที่การทำงาน 100 ไร่ต่อปี นั้นหมายความว่าหากเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังหรือพื้นที่รับจ้างปลูกมันสำหลังมากกว่า 103 ไร่ต่อปี เป็นระยะเวลา 5 ปี ก็สามารถที่จะพิจารณาซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวมาใช้งานหรือรับจ้างเพราะค่าใช้จ่ายจะน้อยกว่าการปลูกด้วยแรงงานคน

สำหรับเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถวก็เช่นเดียวกัน ในภาพที่ 3.25 เส้นกราฟค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังด้วยแรงงานคนตัดกับเส้นกราฟค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังด้วยเครื่องปลูกที่พื้นที่การทำงาน 149.48 ไร่ต่อปี เป็นระยะเวลา 5 ปี ก็สามารถที่จะพิจารณาซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถวมาใช้งานหรือรับจ้าง เพราะค่าใช้จ่ายจะน้อยกว่าการปลูกด้วยแรงงานคน คุ้มค่าการใช้งาน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์สามารถลดเวลา ขั้นตอนการทำงาน ต้นทุน และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลูกมันสำปะหลังได้ โดยเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ต้นแบบมี 2 รุ่น คือแบบ 1 แถว และ 2 แถว มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนโรยปุ๋ยรองพื้น ส่วนยกร่อง ส่วนป้อนและกำหนดระยะท่อนพันธุ์ และส่วนปักท่อนพันธุ์ มีหลักการทำงานโดยเครื่องจะโรยปุ๋ยรองพื้นแล้วยกร่องกลบและปักท่อนพันธุ์บนร่องตามระยะระหว่างต้นที่กำหนด ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการปักท่อนและความเสียหายของตาท่อนพันธุ์ พบว่าล้อปักควรอยู่ใกล้สันร่องปลูก ล้อปักแบบยางร่องวีสามารถทำงานได้ดีกว่าล้อปักแบบยางเรียบ ความเร็วรอบล้อปักประมาณ 450 รอบต่อนาที (ล้อปักมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร) และแรงกดสปริงของล้อปักต่อท่อนพันธุ์ประมาณ 3 กิโลกรัม ทิศทางการปักท่อนพันธุ์ในแนวดิ่งจะได้ความสามารถในการปักมากกว่าการปักในทิศทางเอียงด้านหน้าหรือเอียงด้านหลัง (เอียง 5 องศา) แต่การปักในทิศทางเอียงด้านหน้าหรือเอียงด้านหลังจะได้ท่อนพันธุ์ที่ตั้งตรงมากกว่าการปักในทิศทางตรง อย่างไรก็ตามเครื่องต้นแบบเลือกใช้ทิศทางตรงในการปัก ซึ่งข้อมูลที่ปัจจัยนี้ได้นำมาใช้ปรับแต่งเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ ผลการทดสอบการสมรรถนะการทำงานในแปลงของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียว และแบบ 2 แถว โดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 37 และ 50 แรงม้าเป็นต้นกำลังตามลำดับ พบว่า มีความสามารถในการทำงาน 1 และ 2 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ระยะการปลูก 50x120 เซนติเมตร ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 80 และ 75 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.05 และ 2.55 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ โดยท่อนพันธุ์ที่ปักได้จากเครื่องต้นแบบทั้งสองแบบจะเอียงตามแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ประมาณ 60-80 องศา ประสิทธิภาพการปักประมาณ 93-95 เปอร์เซ็นต์และมีอัตราการงอกประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากการใช้แรงงานคน เมื่อวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวและแบบ 2 แถว มีจุดคุ้มทุนการทำงานที่ 103 ไร่ต่อปี และ 149.48 ไร่ต่อปี ตามลำดับ ที่อายุการใช้งานเครื่อง 5 ปี โดยเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการปลูกมันสำปะหลัง

อย่างไรก็ตามเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานด้วยสภาพดินและการเตรียมดินที่ปลูกมันสำปะหลัง สภาพดินที่เหมาะสมต่อการใช้งานควรเป็นสภาพดินทราย หรือดินร่วนปนทราย และมีการเตรียมดินไถพรวนด้วยผาล 5 หรือผาล 7 เพื่อย่อยดินได้ละเอียด การใช้งานในสภาพดินชนิดอื่นๆ เช่นดินร่วน หรือดินเหนียว ควรมีการทดสอบและพัฒนาต่อไป

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลก และยังเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่ใหญ่เป็นอันดับต้นๆของโลก จากการศึกษาปัญหาและวิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรมีปัญหาอยู่หลายประการได้แก่ ใช้เวลา และแรงงานในการปฏิบัติงานมาก เกิดความเหนื่อยล้าในการทำงาน รวมถึงการขาดแคลนแรงงานในการปลูก โดยเฉพาะในช่วงของการเก็บเกี่ยวพืชไร่ชนิดอื่นๆ เช่น ข้าว อ้อย ข้าวโพด เป็นต้น

เพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาดังกล่าว จึงได้วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกี่ยวข้องในการปลูกมันสำปะหลัง คือ เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง และเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น ลดการใช้แรงงาน และลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังลงได้ โดยเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังมีความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ 3,339 ท่อน/ชั่วโมง ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้มีความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือน้อยกว่า 3 % รอยตัดที่เกิดขึ้นเรียบและความมียาวท่อนพันธุ์สม่ำเสมอ การทำงานใช้คนควบคุมเครื่องมือและการป้อนท่อนพันธุ์ฯ 1คน เครื่องมือสามารถทดแทนการตัดเตรียมท่อนพันธุ์ด้วยแรงงานคน 2-3 คน เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างได้ง่าย ใช้อุปกรณ์ที่มีในท้องตลาด กลไก, ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไม่ซับซ้อน เกษตรกรสามารถสร้างเครื่องมือ, ซ่อมแซมบำรุงรักษา ได้เอง และเครื่องมือมีความปลอดภัยในการทำงานที่สูงกว่าการใช้เครื่องมือรูปแบบเกษตร สำหรับเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ต้นแบบนั้น มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนโรยปุ๋ยรองพื้น ส่วนยกร่อง ส่วนป้อนและกำหนดระยะท่อนพันธุ์ และส่วนปักท่อนพันธุ์ มีหลักการทำงานโดยเครื่องจะโรยปุ๋ยรองพื้นแล้วยกร่องกลบและปักท่อนพันธุ์บนร่องตามระยะระหว่างต้นที่กำหนด เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ต้นแบบมี 2 รุ่น คือแบบ 1 แถว และ 2 แถว ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 37 และ 50 แรงม้าเป็นต้นกำลังตามลำดับ มีความสามารถในการทำงาน 1 และ 2 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ระยะการปลูก 50x120 เซนติเมตร ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 80 และ 75 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.05 และ 2.55 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวและแบบ 2 แถว มีจุดคุ้มทุนการทำงานที่ 103 ไร่ต่อปี และ 149.48 ไร่ต่อปี ตามลำดับ ที่อายุการใช้งานเครื่อง 5 ปี โดยเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการปลูกมันสำปะหลัง

อย่างไรก็ตามในการเลือกใช้เครื่องมือทั้งสองเครื่องดังกล่าว เกษตรกรควรพิจารณาถึงสภาพพื้นที่เพาะปลูก ทั้งขนาดของพื้นที่และสภาพชนิดดิน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

บรรณานุกรม

บทที่ 1

กรมวิชาการเกษตร. 2551. *เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551

สุรพงษ์ เจริญรัถ, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริกลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตังสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอุดมเลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น.135-139. *เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง*. 159น.

J. Lungkapin, V. M. Salokhe, R. Kalsirisilp and H. Nakashima."Laboratory Studies of the Stem Cutting Unit of a Cassava Planter". Agricultural Engineering International: *the CIGR E-journal. Manuscript PM 07 008. Vol. IX. July, 2007.*

สมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย. 2555. *ผลการสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง ฤดูการผลิต ปี 2555/56*. แหล่งข้อมูล: http://www.thaitapiocastarch.org/crop.asp (เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2555).

บทที่ 2

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

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

จิราภรณ์และคณ.2549. วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ

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

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

สมชาย ชวนอุดม. 2541. การศึกษาอิทธพลของความเร็วในการปลูกที่มีต่อลักษณะการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน. เอกสารประกอบการสัมมนา. 13น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2548/49. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพงษ์ เจริญรัถ, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตังสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอุดม เลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น. 135-139. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. 159น.

บทที่ 3

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

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

จิราภรณ์และคณ.2549. วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ

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

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

ภากรณ์ และคณะ.2549. ออกแบบและพัฒนาระบบปลูกมันสำปะหลังแบบตอกกระทุ้งแถวเดียว.

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/pdffile/commodity.pd พฤศจิกายน 2550

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2548/49. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมชาย ชวนอุดม. 2541. การศึกษาอิทธพลของความเร็วในการปลูกที่มีต่อลักษณะการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังบนรางดิน. เอกสารประกอบการสัมมนา. 13น.

สุรพงษ์ เจริญรัถ, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตังสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอุดม เลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น. 135-139. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. 159น.

สัญลักษณ์ กิ่งทอง, ปรีชานันท์ ศรีแก้ว และจิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. 2552. การศึกษาแนวทางการออกแบบกลไกปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมต่อสภาพการเพาะปลูกของประเทศไทย. น.7-12. เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10. 524น.

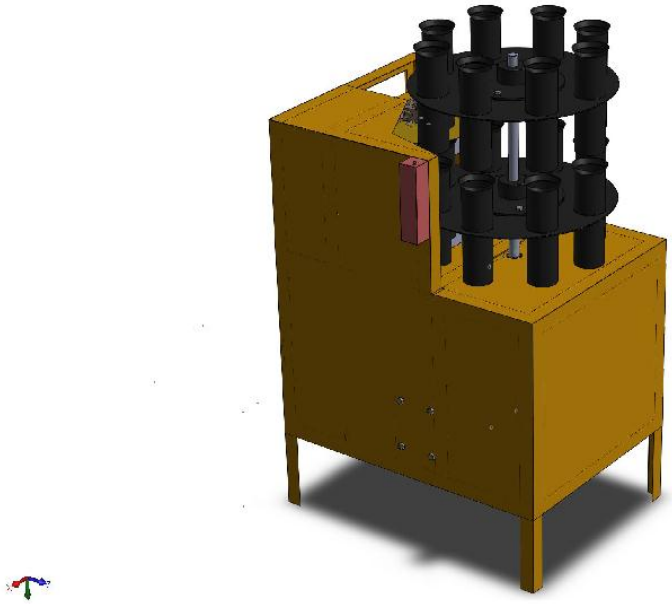
Bernardo Ospina et al. 2002. Mechanization of cassava production in Colombia http://202.129.0.133/plant/cassava/3.html

Kiyoshi et al. 1990. Study on metering system and planting mechanism for cassava planter. Publish in Kansai Branch Report of Agricultural Machinery, Japan. No.67 p.17-22.

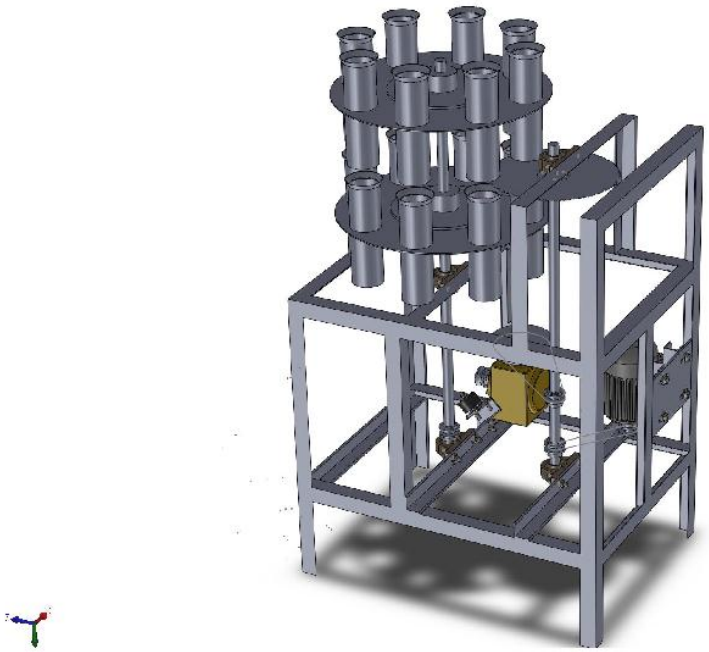
Ladeinde, M.A., S.R. Verma and Vacilevish Bakshev. 1995. Performance of semi automatic tractor- mounted cassava planter. AGRICUTURAL MECHANIZATION IN ASIA, AFRICA AND LATIN AMERICA, VOL.26 (l): pp. 27-30.

ภาคผนวก 1-ก

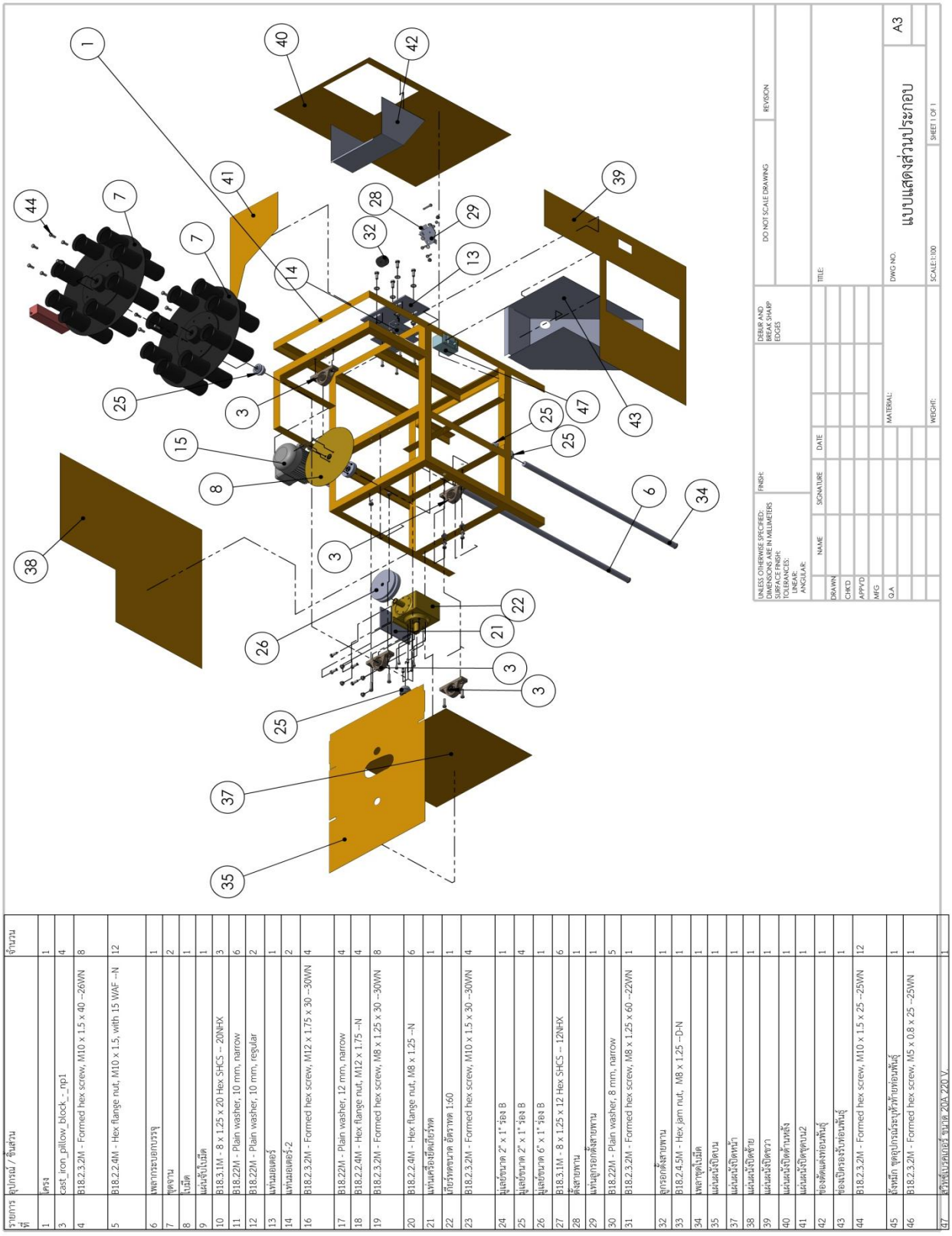
แบบแปลนของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง



แบบแสดงภาพ Isometric เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

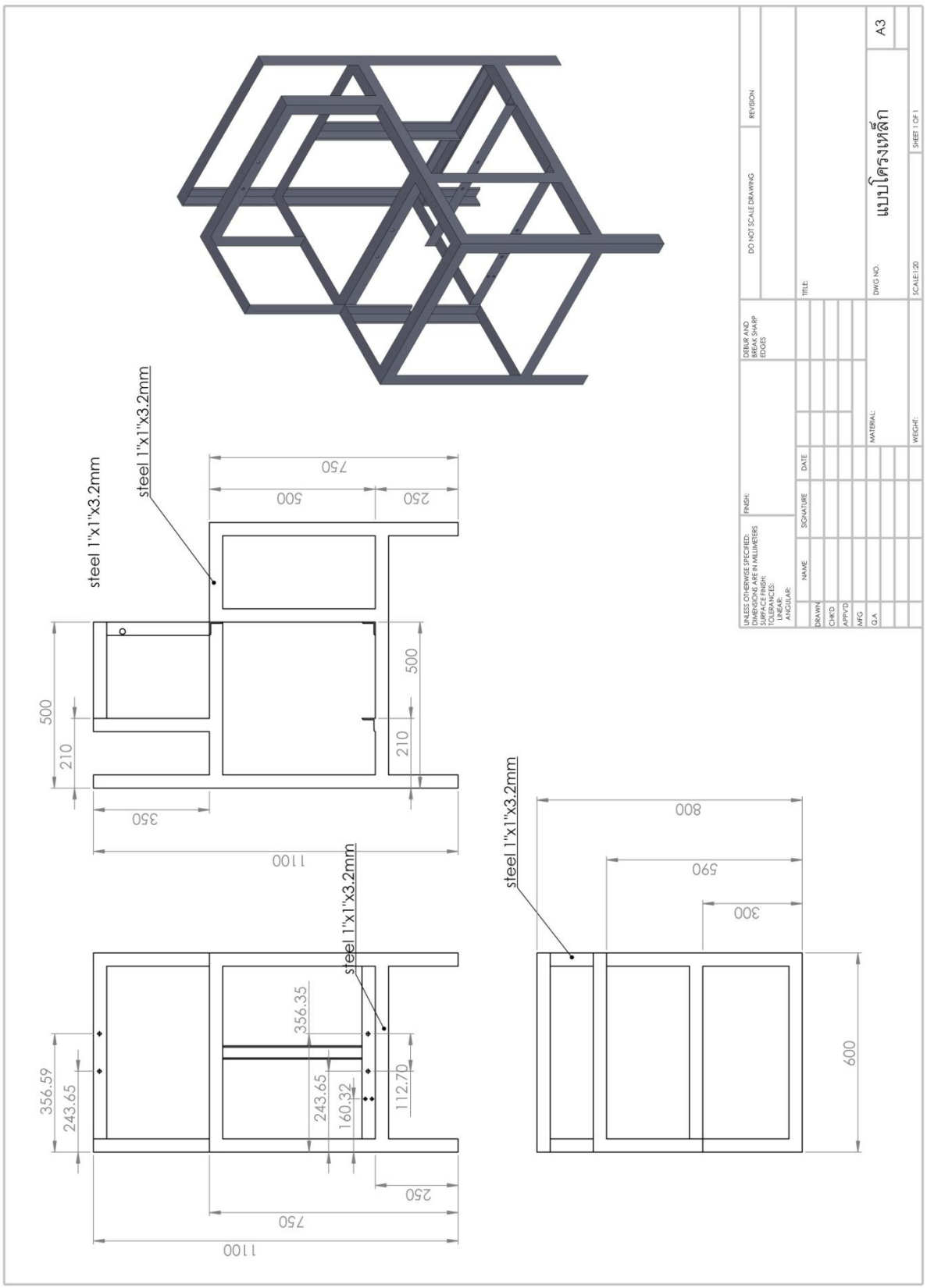


แบบแสดงภาพ Isometric เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

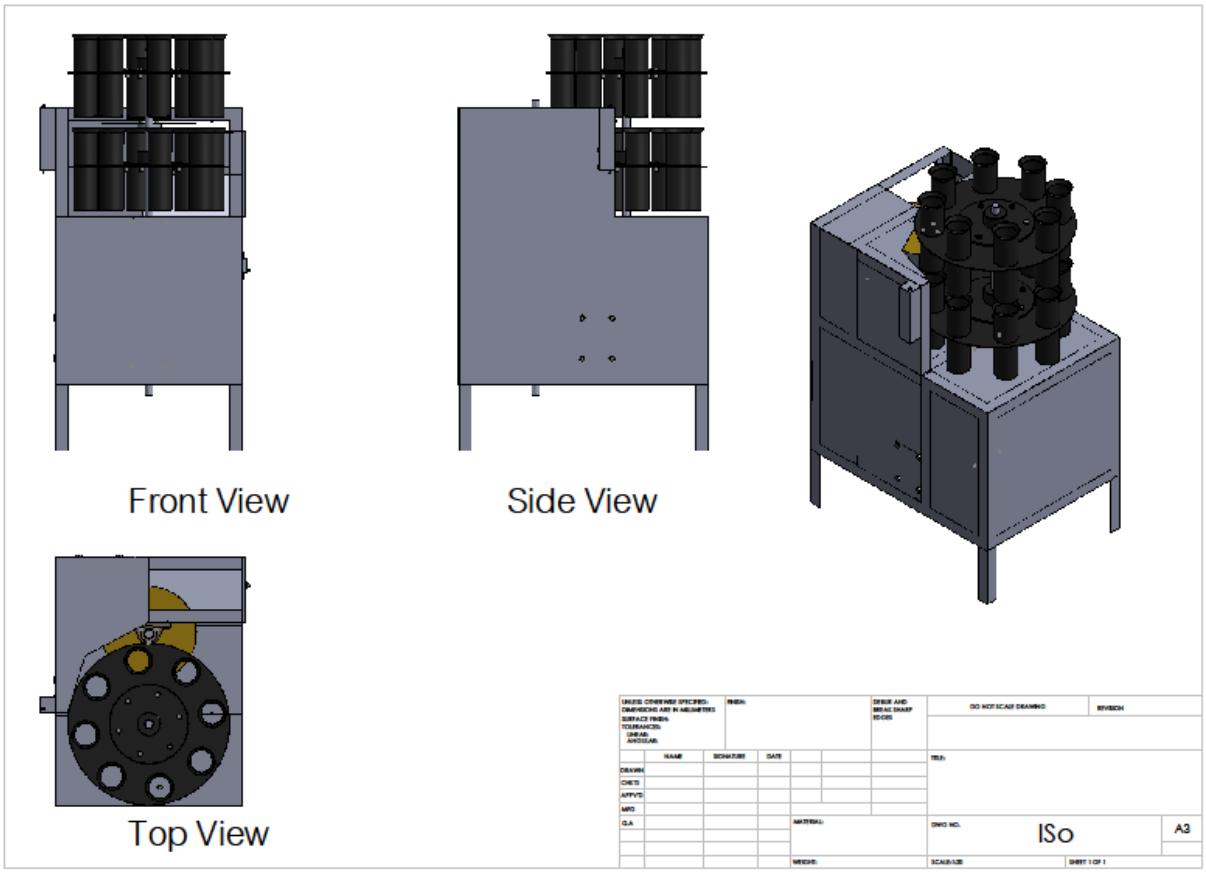


รายการที่	อุปกรณ์ / ชิ้นส่วน	จำนวน
1	โครง	1
3	cast_iron_pillow_block-_np1	4
4	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M10 x 1.5 x 40 --26WN	8
5	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M10 x 1.5, with 15 WAF --N	12
6	เพลากระบองบรรจุ	1
7	ลูกลาน	2
8	ใบมีด	1
9	แผ่นจับใบมีด	1
10	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 20 Hex SHCS -- 20NHX	3
11	B18.22M - Plain washer, 10 mm, narrow	6
12	B18.22M - Plain washer, 10 mm, regular	2
13	แท่นมอเตอร์	1
14	แท่นมอเตอร์-2	2
16	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M12 x 1.75 x 30 --30WN	4
17	B18.22M - Plain washer, 12 mm, narrow	4
18	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M12 x 1.75 --N	4
19	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M8 x 1.25 x 30 --30WN	8
20	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M8 x 1.25 --N	6
21	แท่นเครื่องยึดเกียร์ทด	1
22	เกียร์ทดขนาด อัตราทด 1:60	1
23	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M10 x 1.5 x 30 --30WN	4
24	ปูเลย์ขนาด 2" x 1" ร่อง B	1
25	ปูเลย์ขนาด 2" x 1" ร่อง B	4
26	ปูเลย์ขนาด 6" x 1" ร่อง B	1
27	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 12 Hex SHCS -- 12NHX	6
28	ตัวล็อคลานพาน	1
29	แท่นลูกรอกตัวล่างลานพาน	1
30	B18.22M - Plain washer, 8 mm, narrow	5
31	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M8 x 1.25 x 60 --22WN	1
32	ลูกรอกตั้งลานพาน	1
33	B18.2.4.5M - Hex jam nut, M8 x 1.25 --D-N	1
34	เพลาลูกใบมีด	1
35	แผ่นแม่พิมพ์บน	1
37	แผ่นแม่พิมพ์หน้า	1
38	แผ่นแม่พิมพ์ซ้าย	1
39	แผ่นแม่พิมพ์ขวา	1
40	แผ่นแม่พิมพ์ด้านหลัง	1
41	แผ่นแม่พิมพ์ลูกบน2	1
42	ช่องดัดแผ่นท่อนพันธุ์	1
43	ช่องไกรลงวัตถุท่อนพันธุ์	1
44	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M10 x 1.5 x 25 --25WN	12
45	สวิทช์ก ชุดอุปกรณ์ระหว่างท่อนพันธุ์	1
46	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 25 --25WN	1
47	สวิทช์ไมโครเอ็กซ์ ขนาด 20A 220 V	1

แบบแสดงภาพ Isometric เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง



แบบแสดงภาพ Isometric เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง



แบบแสดงภาพด้านต่างๆ

ภาคผนวก 3-ก

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียว

กำหนดให้ราคารถแทรกเตอร์ขนาดเล็กเท่ากับ 450,000 บาท เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวราคา 50,000 บาท อายุการใช้งานรถแทรกเตอร์ 10 ปี และอายุการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลังแถวเดียวเท่ากับ 5 ปี

1. <u>ต้นทุนคงที่</u> (Fixed cost)

1.1 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคาแบบ Straight-line method DP = (P-S)/L โดยที่ P คือราคาซื้อเครื่องจักร (บาท) S คือราคาขายหรือคงเหลือเมื่อเครื่องหมดอายุการใช้งานแล้ว (บาท) และ L คืออายุการใช้งานของเครื่องจักร (ปี)

1.1.1) จากราคาเครื่องต้นแบบที่ได้ประเมินไว้เท่ากับ 50,000 บาท มูลค่าของเครื่องเมื่อครบอายุการใช้งาน 5 ปีมีค่าเหลือ 20 % ของราคาซื้อเครื่อง ดังนั้น

ราคาคงเหลือเครื่อง = (50,000x20)/100

= 10,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (50,000-10,000)/5

= 8,000 บาทต่อปี

1.1.2) ในการคำนวณ กำหนดราคารถแทรกเตอร์เท่ากับ 450,000 บาท มูลค่าของรถแทรกเตอร์เมื่อครบอายุการใช้งาน 10 ปีมีค่าเหลือ 20% ของราคาซื้อ ดังนั้น

ราคาคงเหลือเครื่อง = (450,000x20)/100

= 90,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (450,000-90,000)/10

= 36,000 บาทต่อปี

อย่างไรก็ตามเนื่องจากรถแทรกเตอร์มีการใช้งานหลายกิจกรรมในการผลิตมันสำปะหลัง ในที่นี้ประมาณว่ามีการนำรถแทรกเตอร์มาใช้ในกิจกรรมการปลูกประมาณ 30% ของการใช้รถแทรกเตอร์ทั้งปี จึงคิดต้นทุนคงที่ของรถแทรกเตอร์ในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเท่ากับ 30% ของต้นทุนของรถแทรกเตอร์ทั้งปี ดังนั้น

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (36,000x30)/100

= 10,800 บาทต่อปี

ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on Investment) คิดค่าเสียโอกาสจากสมการ (I) = (P+S)/2 x i/100 โดยที่ i คืออัตราดอกเบี้ยต่อปี (เปอร์เซ็นต์) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยต่อปี เท่ากับ 10% ดังนั้น

1.2.1) ค่าเสียโอกาสสำหรับการซื้อเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

ค่าเสียโอกาสต่อปี = (50,000+10,000)/2 x10/100

= 3,000 บาทต่อปี

1.2.2) ค่าเสียโอกาสสำหรับการซื้อรถแทรกเตอร์เพื่อใช้งานกับเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

ค่าเสียโอกาสต่อปี = (450,000+90,000)/2 x10/100x30/100

= 8,100 บาทต่อปี

ดังนั้นรวมต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Fixed cost) = 8,000+10,800 +3,000+8,100

= 29,900 บาทต่อปี

2. <u>ต้นทุนแปรผัน (Variable cost)</u>

2.1 ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (Repair and maintenance) ของรถแทรกเตอร์คิดเฉลี่ยโดยเท่ากับ 0.1% ของราคาเครื่อง/100 ชั่วโมงการทำงาน(Hunt,1983) ดังนั้นค่าซ่อมและบำรุงรักษามีค่าเท่ากับ (0.001x450,000)/100 = 4.5 บาท/ชั่วโมง ส่วนเครื่องปลูกมันสำปะหลังคิดเฉลี่ย เท่ากับ 5% ของราคาเครื่อง/100ชั่วโมงการทำงาน ดังนั้นมีค่าเท่ากับ (0.05x50,000)/100 = 25 บาท/ชั่วโมง รวมค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาทั้งหมดเท่ากับ 4.5+25 = 29.5 บาท/ชั่วโมง

2.2 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากการทดสอบการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 2.05 ลิตร/ไร่ เครื่องทำงานได้ 1 ไร่/ชั่วโมง และราคาน้ำมันประมาณ 30 บาท/ลิตร ดังนั้นค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าเท่ากับ 2.05 x 1 x 30 = 61.5 บาท/ชั่วโมง

2.3 ค่าน้ำมันหล่อลื่น คิดโดยประมาณ 10% ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 6.15 บาท/ชั่วโมง

2.4 ค่าแรงงานคนขับ จำนวน 1 คนวันละประมาณ 300 บาท ทำงานวันละ 8ชั่วโมงดังนั้น คิดเป็น 300/8 = 37.5 บาท/ชั่วโมง

2.5 ค่าแรงคนงาน ต้องใช้คนงานประมาณ 2 คน/วัน ในการเรียงท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 1 คนและคนงานป้อนท่อนพันธุ์ 1 คน โดยคิดค่าแรงงานวันละ 300 บาท ทำงานวันละ 8 ชั่วโมงดังนั้นค่าแรงคนงานจะเท่ากับ (2 x 300)/8 = 75 บาท/ชั่วโมง

ในการคำนวณหาจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องขุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลังใช้สมการการคำนวณดังต่อไปนี้

$$A_c = (\frac{F_c}{A}) + (\frac{1}{C_t}) \times (R\&M + F + O + L_0 + L_1)$$

โดยที่ F_c = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)

A_c = ต้นทุนการใช้เครื่อง (บาท/ไร่)

A = พื้นที่ทำงานใน 1 ปี (ไร่)

$R\&M$ = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)

F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง)

O = ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง)

L_0 = ค่าแรงคนขับ (บาท/ชั่วโมง)

L_1 = ค่าแรงคนงาน (บาท/ชั่วโมง)

C_t = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (ไร่/ชั่วโมง)

แทนค่า

$$A_c = (\frac{29,900}{A}) + (\frac{1}{1})(29.5 + 61.5 + 6.15 + 37.5 + 75)$$

$$A_c = (\frac{29,900}{A}) + (209.65) \quad \text{..... (1)}$$

ค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังด้วยแรงงานคน ระยะระห่างระหว่างร่อง 120 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ประกอบด้วย

ค่าจ้างรถแทรกเตอร์ไถยกร่อง	250	บาท
ค่าจ้างแรงงานปักท่อนพันธุ์	250	บาท
รวมค่าใช้จ่ายเท่ากับ	500	บาทต่อไร่

จุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียว สามารถคำนวณได้เมื่อค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ดังสมการ (1) เท่ากับค่าจ้างยกร่องและค่าจ้างแรงงานในการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังรวม 500 บาทต่อไร่

ค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลัง = ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน

$$(29{,}900/A)+209.65 = 500$$

$$A = 102.98 \text{ ไร่ต่อปี}$$

2. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบ 2 แถว

กำหนดให้ราคารถแทรกเตอร์ขนาดเล็กเท่ากับ 650,000 บาท เครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียวราคา 90,000 บาท อายุการใช้งานรถแทรกเตอร์ 10 ปี และอายุการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลังแถวเดียวเท่ากับ 5 ปี

2. <u>ต้นทุนคงที่</u> (Fixed cost)

1.1 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคาแบบ Straight-line method DP = (P-S)/L โดยที่ P คือราคาซื้อเครื่องจักร (บาท) S คือราคาขายหรือคงเหลือเมื่อเครื่องหมดอายุการใช้งานแล้ว (บาท) และ L คืออายุการใช้งานของเครื่องจักร (ปี)

1.1.1) จากราคาเครื่องต้นแบบที่ได้ประเมินไว้เท่ากับ 90,000 บาท มูลค่าของเครื่องเมื่อครบอายุการใช้งาน 5 ปีมีค่าเหลือ 20 % ของราคาซื้อเครื่อง ดังนั้น

ราคาคงเหลือเครื่อง = (90,000x20)/100

= 18,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (90,000-18,000)/5

= 14,400 บาทต่อปี

1.1.2) ในการคำนวณ กำหนดราคารถแทรกเตอร์เท่ากับ 650,000 บาท มูลค่าของรถแทรกเตอร์เมื่อครบอายุการใช้งาน 10 ปีมีค่าเหลือ 20% ของราคาซื้อ ดังนั้น

ราคาคงเหลือเครื่อง = (650,000x20)/100

= 130,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (650,000-130,000)/10

= 52,000 บาทต่อปี

อย่างไรก็ตามเนื่องจากรถแทรกเตอร์มีการใช้งานหลายกิจกรรมในการผลิตมันสำปะหลัง ในที่นี้ประมาณว่ามีการนำรถแทรกเตอร์มาใช้ในกิจกรรมการปลูกประมาณ 30% ของการใช้รถแทรกเตอร์ทั้งปี จึงคิดต้นทุนคงที่ของรถแทรกเตอร์ในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเท่ากับ 30% ของต้นทุนของรถแทรกเตอร์ทั้งปี ดังนั้น

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (52,000x30)/100

= 15,600 บาทต่อปี

ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on Investment) คิดค่าเสียโอกาสจากสมการ (I) = (P+S)/2 x i/100 โดยที่ i คืออัตราดอกเบี้ยต่อปี (เปอร์เซ็นต์) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยต่อปี เท่ากับ 10% ดังนั้น

1.2.1) ค่าเสียโอกาสสำหรับการซื้อเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

ค่าเสียโอกาสต่อปี = (90,000+18,000)/2 x10/100

= 5,400 บาทต่อปี

1.2.2) ค่าเสียโอกาสสำหรับการซื้อรถแทรกเตอร์เพื่อใช้งานกับเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

ค่าเสียโอกาสต่อปี = (650,000+130,000)/2 x10/100x30/100

= 11,700 บาทต่อปี

ดังนั้นรวมต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Fixed cost) = 14,400+15,600 +5,400+11,700

= 47,100 บาทต่อปี

2. <u>ต้นทุนแปรผัน (Variable cost)</u>

2.6 ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (Repair and maintenance) ของรถแทรกเตอร์คิดเฉลี่ยโดยเท่ากับ 0.1% ของราคาเครื่อง/100 ชั่วโมงการทำงาน(Hunt,1983) ดังนั้นค่าซ่อมและบำรุงรักษามีค่าเท่ากับ (0.001x650,000)/100 = 6.5 บาท/ชั่วโมง ส่วนเครื่องปลูกมันสำปะหลังคิดเฉลี่ย เท่ากับ 5% ของราคาเครื่อง/100ชั่วโมงการทำงาน ดังนั้นมีค่าเท่ากับ (0.05x90,000)/100 = 45 บาท/ชั่วโมง รวมค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาทั้งหมดเท่ากับ 6.5+45 = 51.5 บาท/ชั่วโมง

2.7 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จาการทดสอบการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 2.55 ลิตร/ไร่ เครื่องทำงานได้ 2 ไร่/ชั่วโมง และราคาน้ำมันประมาณ 30 บาท/ลิตร ดังนั้นค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าเท่ากับ 2.55 x 2 x 30 = 153 บาท/ชั่วโมง

2.8 ค่าน้ำมันหล่อลื่น คิดโดยประมาณ 10% ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 15.3 บาท/ชั่วโมง

2.9 ค่าแรงงานคนขับ จำนวน 1 คนวันละประมาณ 300 บาท ทำงานวันละ 8ชั่วโมงดังนั้นคิดเป็น 300/8 = 37.5 บาท/ชั่วโมง

2.10 ค่าแรงคนงาน ต้องใช้คนงานประมาณ 3 คน/วัน ในการเรียงท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 1 คนและคนงานป้อนท่อนพันธุ์ 2 คน โดยคิดค่าแรงงานวันละ 300 บาท ทำงานวันละ 8 ชั่วโมงดังนั้นค่าแรงคนงานจะเท่ากับ (3 x 300)/8 = 112.5 บาท/ชั่วโมง

ในการคำนวณหาจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องขุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลังใช้สมการการคำนวณดังต่อไปนี้

$$A_c = (\frac{F_c}{A}) + (\frac{1}{C_t}) \times (R\&M + F + O + L_0 + L_1)$$

โดยที่ F_c = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)

A_c = ต้นทุนการใช้เครื่อง (บาท/ไร่)

A = พื้นที่ทำงานใน 1 ปี (ไร่)

$R\&M$ = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)

F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง)

O = ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง)

L_0 = ค่าแรงคนขับ (บาท/ชั่วโมง)

L_1 = ค่าแรงคนงาน (บาท/ชั่วโมง)

C_t = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (ไร่/ชั่วโมง)

แทนค่า

$$A_c = (\frac{47{,}100}{A}) + (\frac{1}{2})(51.5+153+15.3+37.5+112.5)$$

$$A_c = (\frac{47{,}100}{A}) + (184.9) \quad \text{..... (1)}$$

ค่าใช้จ่ายในการปลูกมันสำปะหลังด้วยแรงงานคน ระยะระห่างระหว่างร่อง 120 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ประกอบด้วย

ค่าจ้างรถแทรกเตอร์ไถยกร่อง	250	บาท
ค่าจ้างแรงงานปักท่อนพันธุ์	250	บาท
รวมค่าใช้จ่ายเท่ากับ	500	บาทต่อไร่

จุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบแถวเดียว สามารถคำนวณได้เมื่อค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ดังสมการ (1) เท่ากับค่าจ้างยกร่องและค่าจ้างแรงงานในการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังรวม 500 บาทต่อไร่

ค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องปลูกมันสำปะหลัง = ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงงาน

(47,100/A)+184.9 = 500

A = 149.48 ไร่ต่อปี