

วิจัยและพัฒนาเครื่องลำเลียงผลสับประรดพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์
Research and Development of a Pineapple Boom Harvester
Attached to a Four-Wheel Tractor

ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ อัศพล เสนานรงค์ อานนท์ สายคำฟู สุชาติ สุขนิยม
Khanit Wannaronk Akkapol Senanarong Arnon Saicomfu Suchat Sukniyom

บทคัดย่อ

เครื่องลำเลียงผลสับประรดยาว ๑๒ เมตร ลากพ่วงโดยรถแทรกเตอร์ขนาด ๘๐ แรงม้า ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยลดเวลาในการลำเลียงผลสับประรดออกจากแปลงปลูก โดยคนเก็บสับประรดจะยืนเรียงแถวหน้ากระดานเพื่อตัดสับประรดและวางบนสายพานลำเลียง สับประรดจะถูกลำเลียงมาลงในกระบะที่อยู่ด้านหลังรถแทรกเตอร์ เครื่องต้นแบบประกอบด้วยโครงสร้างหลัก ลักษณะคล้ายรถแทรกเตอร์ ๔ ล้อ ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ซึ่งใช้วางกระบะขนาด ๑x๒x๐.๖ เมตร (กว้างxยาวxสูง) สำหรับบรรจุผลสับประรด และโครงสร้างสำหรับติดตั้งสายพานลำเลียงขนาด ๐.๓x๑๒x๐.๓ เมตร (กว้างxยาวxสูง) ซึ่งต่อเข้ากับโครงสร้างหลักโดยใช้สลิงยึด สายพานลำเลียงขนาดกว้าง ๑๐ นิ้ว ใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ความเร็วเชิงเส้นของสายพานประมาณ ๐.๕ เมตร/วินาที เครื่องต้นแบบสามารถพับขณะเดินทาง และยึดออกเพื่อทำงานในแปลงสับประรด อีกทั้งยังสามารถทำงานในแปลงซึ่งมีลักษณะเป็นเนินเขาและไหล่เขาได้ โดยใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์ขับเคลื่อน

จากการทดสอบในแปลงสับประรด จ. ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งวางผังปลูกสับประรดแบบร่องงาน คือแถวของต้นสับประรดยาวขนานกับถนนในแปลง คนเก็บสับประรดสามารถเดินไปตามร่องปลูกตามการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ได้ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับประรด ๑๑ คน พบว่า ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย ๒.๑๐ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย ๗๗.๐๑% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ๐.๖๗ ลิตร/ไร่ จากการทดสอบในแปลงปลูกสับประรดที่วางผังปลูกแบบเกษตรกร คือแถวของต้นสับประรดตั้งฉากกับถนนในแปลง คนเก็บสับประรดต้องเดินข้ามร่องปลูกเพื่อเก็บสับประรดตามแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับประรด ๕ คน พบว่า ความสามารถในการทำงาน ๐.๘๑ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน ๘๙.๔๗% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ๑.๑๔ ลิตร/ไร่

คำสำคัญ (keywords) : เครื่องลำเลียงผลสับประรด การเก็บเกี่ยวสับประรด รถแทรกเตอร์

Keywords : Pineapple boom harvester, Harvesting pineapple, Tractor

บทนำ

สับปะรดนับเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ประเทศไทยมีพื้นที่ผลิตสับปะรด ๖๑๙,๐๒๐ ไร่ คิดเป็นผลผลิตประมาณ ๒.๐๗๖ ล้านตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๗) ในปี ๒๕๕๕ ประเทศไทยผลิตสับปะรดมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก และส่งออกสับปะรดสดกระป๋องมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกประมาณ ๐.๖๔ ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าราว ๒๒,๐๐๐ ล้านบาท (FAO, ๒๐๑๔)

การปลูกสับปะรดในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้แรงงานในการดำเนินงานเกือบทั้งหมด ยกเว้นขั้นตอนการเตรียมดินซึ่งใช้รถแทรกเตอร์ติดพลาจาน ส่วนการใส่ปุ๋ย การขนย้ายหน่อสับปะรด การปลูก การเก็บเกี่ยว ล้วนแต่ใช้แรงงานในการดำเนินงานซึ่งเสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงานค่อนข้างมาก ปัจจุบันแรงงานในภาคการเกษตรมีจำนวนลดลง และค่าแรงมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น ค่าแรงงานต่างๆในขั้นตอนการผลิตสับปะรดคิดเป็น ๓๗% ของต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตสับปะรด โดยคิดเป็นต้นทุนค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวสับปะรดถึง ๖๕% ของต้นทุนค่าแรงทั้งหมด ต้นทุนค่าแรงงานปลูก ๙% และต้นทุนค่าแรงงานในการเตรียมดิน ๘% (Seree, ๑๙๙๘)

การเก็บเกี่ยวสับปะรดในปัจจุบันยังต้องใช้แรงงานคน เนื่องจากสับปะรดจะสุกแก่ไม่พร้อมกันต้องใช้คนพิจารณาเลือกตัดลูกที่สุก และไว้หน่อสำหรับรุ่นต่อไป เกษตรกรจะตัดสับปะรดและใส่ไว้ในกระสอบหรือเข่งจนเต็ม แล้วนำไปเทกองเป็นกลุ่มบริเวณริมถนนในแปลง (รูปที่ ๓) จากนั้นรถบรรทุกจะวิ่งเข้าไปเก็บขึ้นรถ สับปะรดจะถูกจัดเรียงบนรถบรรทุกให้แน่น เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนกันระหว่างขนส่ง บางพื้นที่จะตัดและกองไว้ในแปลงเป็นกลุ่มๆ และมีคนแบกออกมาจากแปลงไปที่รถบรรทุกอีกที เนื่องจากไม่มีรถบรรทุกหรือรถไถเดินตามซึ่งสามารถเข้าไปเก็บผลผลิตในแปลงสับปะรดได้ ทำให้เสียเวลาและค่าแรงงานมาก



รูปที่ ๓ การเก็บเกี่ยวและขนย้ายสับปะรดออกจากแปลง

ในต่างประเทศที่มีแปลงปลูกสับปะรดขนาดใหญ่ จะมีเครื่องมือที่ช่วยทำให้กระบวนการลำเลียงสับปะรดออกจากแปลงทำได้เร็วขึ้น โดยการใช้ระบบลำเลียงติดกับโครงเหล็กซึ่งสามารถยื่นเข้าไปในแปลง เพื่อให้คนที่ตัดสับปะรดสามารถตัดสับปะรดใส่ในสายพานลำเลียงและถูกลำเลียงขึ้น

รถบรรทุก ในประเทศไทยมีการนำเข้าเครื่องจักรกลดังกล่าวมาใช้เฉพาะในแปลงขนาดใหญ่ของบริษัทผู้ผลิตสับปะรดแปรรูปเท่านั้น เนื่องจากมีราคาแพงและมีเทคโนโลยีที่ซับซ้อน รูปที่ ๔ แสดงเครื่องลำเลียงผลสับปะรดของโรงงานแปรรูปสับปะรด

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องลำเลียงสับปะรดที่สามารถช่วยให้กระบวนการลำเลียงสับปะรดจากแปลงขึ้นบนรถบรรทุกทำได้เร็วขึ้น จะทำให้การขนย้ายสับปะรดในแปลงทำได้เร็วขึ้น ประหยัดแรงงาน และช่วยลดต้นทุนการผลิตสับปะรดลงได้



รูปที่ ๔ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดของโรงงานแปรรูปสับปะรด

การทบทวนวรรณกรรม

๑.๑ การปลูกสับปะรด

สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจำพวกไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุหลายปี สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ปลูกได้ในดินแทบทุกแห่งในประเทศไทย มีช่อดอกที่ส่วนยอดของลำต้น ซึ่งเมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไปโดยตาที่ลำต้น จะเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก

พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น ๕ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์อินทรีชิต พันธุ์ขาว พันธุ์ภูเก็ตหรือสวี และพันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง สับปะรดที่ปลูกเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรม คือ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์นี้รู้จักแพร่หลายในนามสับปะรดศรีราชา แหล่งปลูกที่สำคัญคือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ลำปาง และนิยมปลูกกันทั่วไปเพื่อขายผลสด เพราะมีรสหวานฉ่ำมีน้ำมาก น้ำหนักผลอยู่ระหว่าง ๒-๖ กิโลกรัม แต่โดยปกติทั่วไปประมาณ ๒.๕ กิโลกรัม เปลือกผลเมื่อดิบสีเขียวคล้ำ เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มทางด้านล่างของผล

ประมาณครึ่งผล ก้านผลสั้นมีไส้ใหญ่เนื้อเหลืองอ่อนแต่จะเปลี่ยนเป็นสีเข้มในฤดูร้อน รสชาติดี ในประเทศไทยสามารถปลูกสับปะรดได้เกือบตลอดปี ยกเว้นช่วงฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันเพราะจะเกิดโรคเน่า การปลูกเพื่อขายผลสดมักใช้ระยะต้นในแถวคู่ห่างกัน ๒๕-๓๐ เซนติเมตร ระยะแถว ๕๐

เซนติเมตร เว้นทางเดินระหว่างแถวกว้าง ๑๐๐ เซนติเมตร ใช้หน่อพันธุ์ ๗,๐๐๐-๘,๐๐๐ หน่อต่อไร่ หรือ ใช้ระยะต้นในแถวคู่ห่างกัน ๒๕-๓๐ เซนติเมตร ระยะแถว ๖๐ เซนติเมตร เว้นทางเดินระหว่างแถวกว้าง ๙๐ เซนติเมตร ใช้หน่อพันธุ์ ๖,๐๐๐-๗,๐๐๐ หน่อต่อไร่ การปลูกเพื่อส่งโรงงานบรรจุกระป๋อง จะร่นระยะปลูกและเพิ่มจำนวนหน่อพันธุ์ที่ใช้ปลูกให้มากขึ้นเป็นการจำกัดขนาดของผลไม้ใหญ่เกินไป และไม่ให้มีส่วนเกินที่ไร้ประโยชน์เพิ่มขึ้น คือ ใช้ระยะต้นในแถวคู่ห่างกัน ๒๒ เซนติเมตร ระยะแถว ๔๕ เซนติเมตร เว้นทางเดินระหว่างแถวกว้าง ๗๕ เซนติเมตร ซึ่งต้องใช้หน่อพันธุ์มากถึง ๑๒,๐๐๐-๑๓,๐๐๐ หน่อต่อไร่ (นิรนาม, ๒๕๕๓)

๑.๒ การเก็บเกี่ยวสับปะรด

ในประเทศไทยการปลูกสับปะรดสามารถทำได้เกือบตลอดปี ดังนั้นการเก็บผลสับปะรดก็สามารถทำได้เกือบตลอดทั้งปีเช่นกัน แต่ที่สับปะรดให้ผลชุกที่สุดมี ๒ ช่วง คือ ช่วงสับปะรดปี ซึ่งจะเก็บผลได้มากกว่าสับปะรดทะวายประมาณ ๓ เท่า ช่วงนี้จะอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน และช่วงสับปะรดทะวายซึ่งออกในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม

การเก็บผลเพื่อบริโภคผลสด ใช้มีดตัดที่ก้านผลให้เหลือขั้วติดผลไว้บ้างและคงให้มีจุดติดอยู่กับผลเพื่อป้องกันการเน่าของผล อันเนื่องจาก ผลที่เกิดจาก การปลิดจุกหรือขั้วผลออก หลังจากตัดผลแล้วให้ใช้มีดฟันใบต้น เดิมออกเสียบ้าง เพื่อให้หน่อได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ และเหลือหน่อดินไว้แทนต้นเดิม ๑-๒ หน่อเท่านั้น ส่วนหน่อที่เหลือก็ขุดหรือปลิดออกจากต้นนำไปปลูกขยายเนื้อที่หรือจำหน่าย ต่อไปได้ พันธุ์ภูเก็ต จะนิยมปลิดจุกตั้งแต่ผลมีอายุประมาณ ๒ เดือน ส่วนพันธุ์อินทรีชิต และพันธุ์ขาว จะตัดจุกทิ้งประมาณ ๑/๒ ส่วน ในเวลาที่เก็บผลจำหน่าย

การเก็บผลเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรม ก็จะมีผลออกจากก้านเท่านั้น หรืออาจจะปลิดจุกออกด้วย ลักษณะของผลสับปะรดที่โรงงานต้องการคือผลต้องไม่แก่จัดเกินไป ผลทรงกระบอกแกนเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง ๔-๖ นิ้ว หรือมีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง ๐.๘-๓.๐ กิโลกรัม ลักษณะผลเช่นนี้จะได้ราคาดี

การเก็บผลสับปะรดให้ได้คุณภาพดีควรเก็บ ๓ ครั้ง โดยครั้งแรก จะเก็บได้ประมาณ ๒๐-๒๕% ของผลทั้งหมดในแปลง ครั้งที่สอง เก็บหลังจากครั้งแรกประมาณ ๕ วัน จะเก็บได้ประมาณ ๔๐-๖๐% ของผลทั้งหมด ครั้งสุดท้าย เก็บหลังจากครั้งที่สองประมาณ ๕-๗ วัน โดยเก็บผลที่เหลือทั้งหมด (นิรนาม, ๒๕๕๓)

๑.๓ เครื่องมือลำเลียงสับปะรดของต่างประเทศ (Pineapple boom harvester)

ในต่างประเทศแปลงสับปะรดขนาดใหญ่มีการใช้เครื่องมือลำเลียงสับปะรด (รูปที่ ๕) โดยใช้สายพานลำเลียงพร้อมโครงสร้างยื่นเข้าไปในแปลง โดยมีคนตัดสับปะรดยื่นเรียงตามแถวปลูก เพื่อตัดผลสับปะรดและวางบนสายพานลำเลียง สับปะรดจะถูกลำเลียงไปบนสายพานลงสู่รถบรรทุกใหญ่



รูปที่ ๕ เครื่องลำเลียงสำหรับสับปะรดของต่างประเทศ
ที่มา: www.bathurst.co.za/Pineapples.htm

ระเบียบวิธีการวิจัย

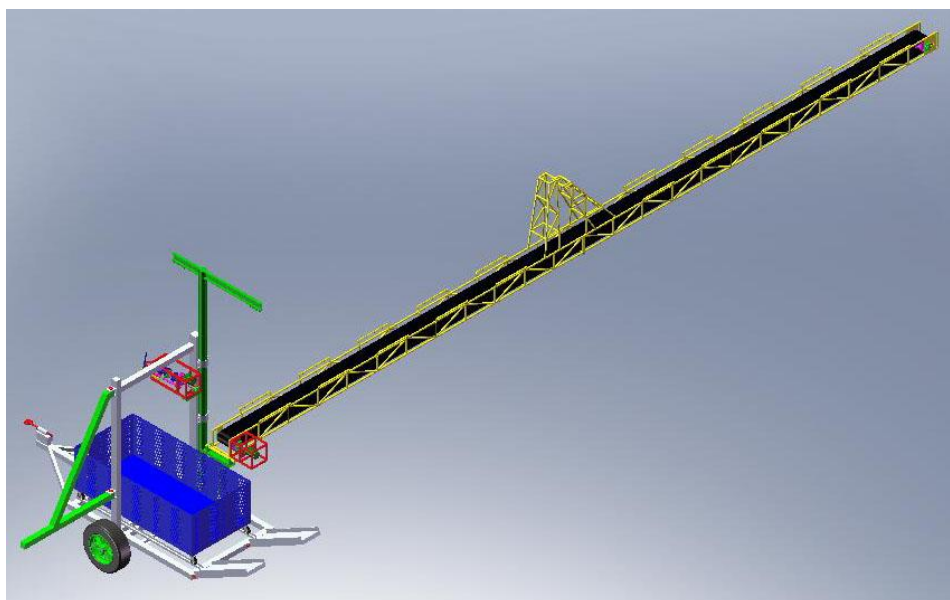
เครื่องลำเลียงผลสับปะรดติดพ่วงรถแทรกเตอร์ได้ถูกออกแบบ สร้าง และทดสอบ ในช่วง ตุลาคม ๒๕๕๔ - กันยายน ๒๕๕๖ รวม ๒ ปี โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ ตรวจสอบ เอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบเครื่องต้นแบบ ดำเนินการสร้างต้นแบบ และทดสอบการทำงาน เบื้องต้นจนได้แบบที่เหมาะสม จากนั้นจึงทดสอบการทำงานจริงในสนาม เพื่อหาความสามารถ การทำงาน ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ และการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ตามวิธีของ RNAM Test Code (Anon, ๑๙๙๕) จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทาง เศรษฐศาสตร์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

๑. การออกแบบและการทดสอบการทำงานเบื้องต้น

๑.๑ การออกแบบต้นแบบที่ ๑

ได้ออกแบบเครื่องลำเลียงผลสับปะรดสำหรับเกษตรกรรายย่อย (รูปที่ ๖) โดยมีโครงสร้างหลักติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด ๘๐ แรงม้า (ตารางผนวก ๑-ก) และโครงสร้างสำหรับติดตั้งสายพานลำเลียง ซึ่งจะต่อกับโครงสร้างหลักโดยลวดสลิง โครงสร้างสายพานยื่นเข้าไปในแปลงสับปะรด ๑๒ เมตร หลักการทำงานคือ คนเก็บสับปะรดจะยืนแถวหน้ากระดานตลอดความยาวสายพาน สับปะรดที่ถูกตัดแล้วจะถูกวางบนสายพาน และถูกลำเลียงเข้ามาใส่ในกระบะที่อยู่บนโครงสร้างหลัก เมื่อบรรจุสับปะรดจนเต็ม กระบะจะถูกเข็นลงและวางกระบะใหม่แทนที่ โครงสร้างสำหรับติดตั้งสายพานลำเลียงถูกออกแบบให้สามารถพับเก็บได้ขณะเดินทาง และยืดออกเพื่อทำงานในแปลงได้โดยใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยน้ำมัน



รูปที่ ๖ แบบของเครื่องลำเลียงผลสับปะรด

ต้นแบบที่ ๑ ประกอบด้วย

๑. โครงสร้างหลักออกแบบเป็นรถแทรกเตอร์ ๒ ล้อ มีพื้นที่สำหรับวางกระบะขนาด ๑x๒x๐.๖ เมตร (กว้างxยาวxสูง) เพื่อใช้บรรจุผลสับปะรด
๒. โครงสร้างสายพานลำเลียง ใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์ขนาด ๑๖๐ ซีซี/รอบ เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน ข้อมูลทางเทคนิคของไฮดรอลิกมอเตอร์ ดังแสดงในตารางผนวก ๑-ข ใช้สายพานลำเลียงหน้ากว้าง ๑๐ นิ้ว หนา ๒ ชั้น คำนวณความเร็วเชิงเส้นของสายพาน ๐.๕ เมตร/วินาที ใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์ขนาด ๒๕๐ ซีซี/รอบ เป็นตัวขับเคลื่อนน้ำมันเก็บสลิงเพื่อให้โครงสร้างสายพานสามารถพับเก็บได้ขณะเดินทาง
๓. ชุดถ่วงน้ำหนักเพื่อให้โครงสร้างสายพานสมดุล โดยใช้ก้อนซีเมนต์น้ำหนักรวม ๕๖๐ กิโลกรัม

จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำงานวิ่งในแปลงที่มีสภาพพื้นที่เรียบได้ดี โดยเครื่องมีความสมดุลผู้ขับรถแทรกเตอร์สามารถควบคุมรถแทรกเตอร์ได้ โดยใช้ความเร็วรถแทรกเตอร์ต่ำสุดประมาณ ๐.๑๔ เมตร/วินาที อย่างไรก็ตามยังพบข้อบกพร่องของเครื่องต้นแบบซึ่งต้องดำเนินการแก้ไข ดังนี้

๑. เครื่องต้นแบบค่อนข้างสั่นสะเทือนมากขณะวิ่งในพื้นที่ขรุขระ เนื่องจากโครงสร้างสายพานซึ่งยาวมาก
๒. โครงสร้างสายพานไม่สามารถปรับสูง-ต่ำได้ ทำให้เมื่อทำงานบนแปลงซึ่งมีสภาพเป็นเนินเขา ปลายของโครงสร้างสายพานจึงชนกับต้นสับปะรด (รูปที่ ๗) และถ้าทำงานในที่ไหล่เขา ปลายของโครงสร้างสายพานจะสูงเกินไป สำหรับคนเก็บผลสับปะรดที่ยืนอยู่ ปลายโครงสร้างสายพาน รูปที่ ๘ แสดงรูปถ่ายสายพานปัญหาที่พบในการทำงานของเครื่องต้นแบบในสภาพพื้นที่ต่างกัน

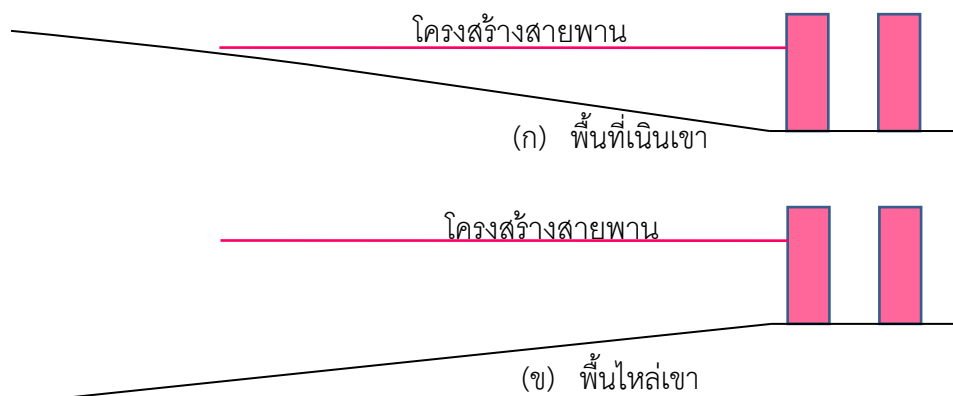


รูปที่ ๖



๗ การ

ทดสอบเบื้องต้นพบปัญหาการทำงานบนพื้นที่เนินเขา



รูปที่ ๘ แสดงรูปถ่ายสายพานปัญหาที่พบในการทำงานของเครื่องต้นแบบในสภาพพื้นที่ต่างกัน

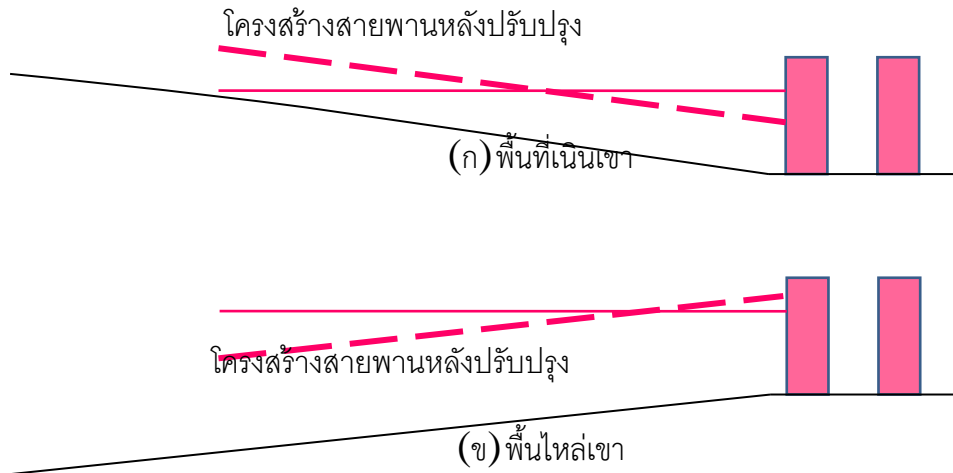
๑.๒ การออกแบบต้นแบบที่ ๒

จากปัญหาที่พบ ได้ทำการออกแบบแก้ไขต้นแบบใหม่ ดังนี้

๑. ได้แก้ไขส่วนโครงสร้างหลักจาก ๒ ล้อเป็น ๔ ล้อ เพื่อให้โครงสร้างหลักมีความมั่นคงลดการสั่นสะเทือนของโครงสร้างสายพาน
๒. ได้เพิ่มกลไกให้เครื่องต้นแบบสามารถทำงานในพื้นที่เอียงได้หรือบนเนินเขาได้ โดยเครื่องต้นแบบสามารถยกขึ้น-ลงเพื่อไม่ให้โครงสร้างสายพานไปโดนต้นสับปะรดได้ ใช้ไฮ

ดรอกลิง มอเตอร์ขนาด ๒๕๐ ซีซี/รอบ จำนวน ๑ ตัว สำหรับขับเคลื่อนสลิงเพื่อยก โครงสร้างสายพาน ขึ้น-ลง เมื่อทำงานในพื้นที่เนินเขา รูปที่ ๙ แสดงรูปลายเส้นของ โครงสร้างสายพานหลังปรับปรุงในสภาพพื้นที่ต่างกัน

จากการแก้ไขต้นแบบและนำไปทดสอบการวิ่งในแปลงอีกครั้ง พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถ ทำงานวิ่งในแปลงได้ดี ทั้งในพื้นที่ที่เป็นเนินเขา และไหล่เขา รูปที่ ๑๐ แสดงเครื่องลำเลียงผล สับปะรดขณะเดินทาง รูปที่ ๑๑ แสดงเครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงาน และรูปที่ ๑๒ แสดง เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงานบนพื้นที่เชิงเขา



รูปที่ ๙ ปลายเส้นแสดงโครงสร้างสายพานหลังปรับปรุงในสภาพพื้นที่ต่างกัน



รูปที่ ๑๐ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะเดินทาง



รูปที่ ๑๑ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงาน

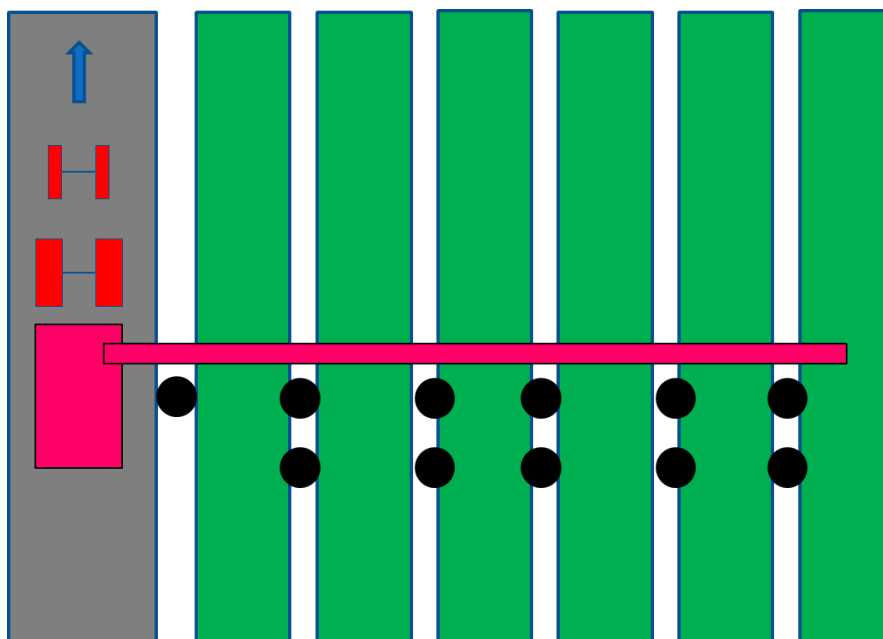


รูปที่ ๑๒ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงานบนพื้นที่เนินเขา

๒. การทดสอบการทำงาน

๒.๑ ทดสอบในแปลงสับปะรดที่วางผังปลูกแบบโรงงาน

ได้นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเก็บสับปะรด ในแปลงปลูกสับปะรดที่วางผังปลูกแบบโรงงานที่ อ. ห้วยมงคล จ. ประจวบคีรีขันธ์ โดยเป็นแปลงที่ปลูกต้นสับปะรดยาวนานกับถนนในแปลง คนเก็บสับปะรดสามารถเดินเก็บไปตามร่องปลูกตามการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ได้ (รูปที่ ๑๓) ใช้รถแทรกเตอร์ยี่ห้อแลนดิเน่รุ่น ๘๘๖๐ ขนาด ๘๐ แรงม้า เป็นต้นกำลัง (ตารางผนวก-ก) ใช้ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ต่ำสุดที่เกียร์ ๑ Low และขณะทดสอบต้องมีการหยุดรอเพื่อให้คนงานเก็บผลสับปะรดได้ทัน แปลงสับปะรดที่ทำการทดสอบเป็นการเก็บครั้งที่ ๔ ในรอบปี ซึ่งจะมีสับปะรดประมาณ ๑ ตัน/ไร่ ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบในแปลงทดสอบดังแสดงใน ตารางที่ ๑



รูปที่ ๑๓ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงานในแปลงสับปะรดแบบโรงงาน (ด้านหน้า)

ตารางที่ ๑ แสดงผลการทดสอบเครื่องต้นแบบในแปลงทดสอบ

	แปลงที่ ๑	แปลงที่ ๒	แปลงที่ ๓	ค่าเฉลี่ย
ความสามารถการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)	๒.๔๒	๒.๑๕	๑.๗๔	๒.๑๐
ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	๗๖.๔๒	๖๙.๗๑	๘๔.๙๑	๗๗.๐๑
การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	๐.๕๘	๐.๖๙	๐.๗๕	๐.๖๗

จากการทดสอบการทำงานจริง พบว่าเครื่องลำเลียงผลสับปะรดมีความสามารถการทำงานเฉลี่ย ๒.๑๐ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย ๗๗.๐๑% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ๐.๖๗ ลิตร/ไร่ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับปะรด ๑๑ คน รูปที่ ๑๔ และ ๑๕ แสดงเครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงานในแปลงสับปะรดแบบโรงงาน ด้านหน้าและด้านหลัง



รูปที่ ๑๔ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงานในแปลงสับปะรดแบบโรงงาน (ด้านหน้า)

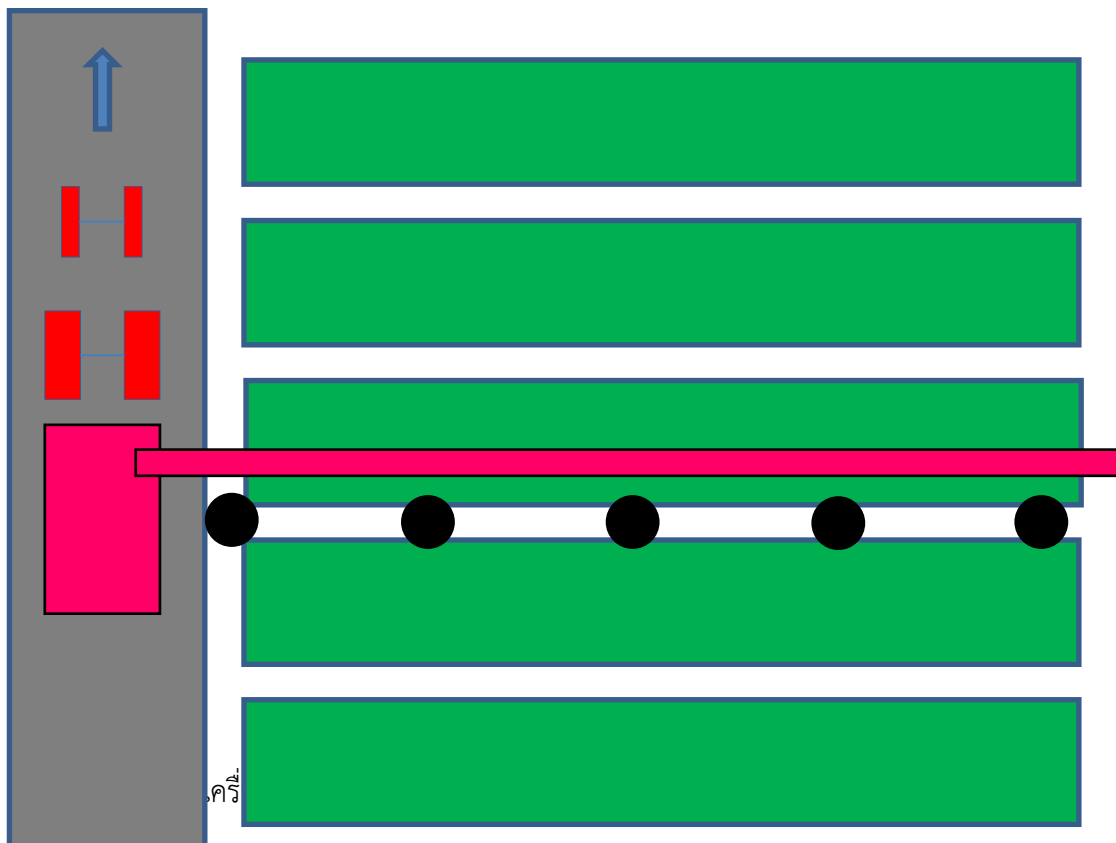


รูปที่ ๑๕ เครื่องลำเลียงผลสับปะรดขณะทำงานในแปลงสับปะรดแบบโรงงาน (ด้านหลัง)

๓.๑ ทดสอบในแปลงที่วางผังปลูกแบบเกษตรกร

ได้นำเครื่องต้นแบบไปเก็บสับปะรดในแปลงปลูกสับปะรดที่วางผังปลูกแบบเกษตรกร กล่าวคือแถวของต้นสับปะรดตั้งฉากกับถนนในแปลง คนเก็บสับปะรดต้องเดินข้ามร่องปลูก เพื่อให้เก็บสับปะรดตามแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ (รูปที่ ๑๖) ใช้รถแทรกเตอร์ยี่ห้อแลนดิเนอร์รุ่น ๘๘๖๐ ขนาด ๘๐ แรงม้า เป็นต้นกำลัง ความสำเร็จการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ต่ำสุดที่เกียร์ ๑ Low

และขณะทดสอบต้องมีการหยุดรอเพื่อให้คนงานเก็บผลสับปะรดได้ทัน แพลงสับปะรดที่ทำการทดสอบเป็นการเก็บครั้งที่ ๒ ในรอบปี ซึ่งจะมีสับปะรดประมาณ ๓ ตัน/ไร่ จากการทดสอบพบว่าความสามารถการทำงาน ๐.๘๑ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน ๘๙.๔๗% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ๑.๘๔ ลิตร/ไร่ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับปะรด ๕ คน เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ แต่การปฏิบัติงานไม่สะดวกเนื่องจากต้องเดินข้ามร่องปลูกทำให้ความสามารถการทำงานต่ำ อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องลำเลียงผลสับปะรดช่วยในการกระบวนการเก็บเกี่ยวต้องวางผังการปลูกสับปะรดให้เหมาะสมกับการใช้เครื่อง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด

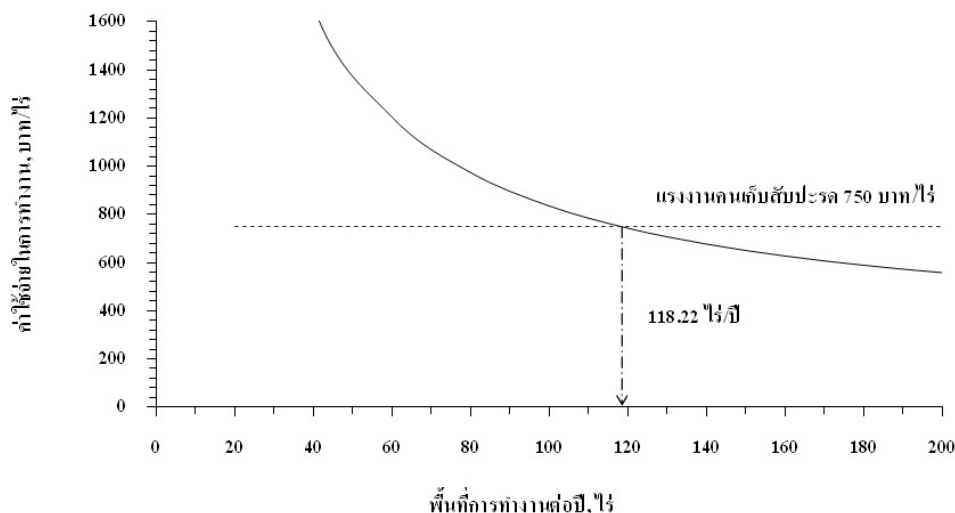


๓. การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

คำนวณหาจุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ โดยเปรียบเทียบการเก็บสับปะรดโดยใช้เครื่องลำเลียงผลสับปะรดติดรถแทรกเตอร์ และการใช้แรงงานคนเก็บสับปะรด โดยคำนวณในกรณีที่เกษตรกรหรือผู้รับจ้างต้องซื้อรถแทรกเตอร์ และเครื่องเก็บสับปะรดมาใช้งานหรือใช้รับจ้าง กำหนดให้ราคาของรถแทรกเตอร์เท่ากับ ๙๕๐,๐๐๐ บาท และการใช้งานรถแทรกเตอร์เพื่อเก็บสับปะรดประมาณ ๒๕% ของการใช้งานทั้งหมด เครื่องลำเลียงผลสับปะรดราคา ๑๘๐,๐๐๐ บาท และนำมาใช้งานหรือรับจ้างในแปลงปลูกสับปะรดแบบโรงงาน (ภาคผนวก-ข)

จากการคำนวณสามารถเขียนกราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการใช้งาน เครื่องลำเลียงผลสับปรดติตรถแทรกเตอร์ และการเก็บสับปรดโดยแรงงานคน ได้ดังรูปที่ ๑๗

ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องลำเลียงผลสับปรด



รูปที่ ๑๗ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การใช้งานต่อปี กับค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

จากรูปที่ ๑๗ จะเห็นว่าต้นทุนในการใช้งานของเกษตรกรจะลดลงเมื่อพื้นที่การใช้งานมากขึ้น เกษตรกรสามารถพิจารณาได้ว่าควรซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องลำเลียงผลสับปรดมาใช้งานหรือไม่ โดยพิจารณาจากต้นทุนในการใช้งานเครื่องลำเลียงผลสับปรดติตรถแทรกเตอร์ ซึ่งควรจะต่ำกว่าราคาค่าจ้างค่าจ้างแรงงานเก็บเกี่ยวสับปรดในปัจจุบัน

ค่าจ้างในการเก็บผลสับปรดด้วยแรงงานคน ซึ่งมีความสามารถการทำงาน ๐.๕๕ ไร่/ชั่วโมง ค่าแรงงานคนเก็บผลสับปรด ๓๐๐ บาท/วัน/คน โดยใช้คนงานเก็บ ๑๑ คน จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บสับปรด ๗๕๐ บาท/ไร่ จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การใช้งานต่อปี กับต้นทุนในการทำงาน จะเห็นว่าที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงาน ๗๕๐ บาท/ไร่ พื้นที่การใช้งานเท่ากับ ๑๑๘.๒๒ ไร่/ปี ดังนั้นเกษตรกรที่จะซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องลำเลียงผลสับปรดมาใช้งานหรือรับจ้างควรมีพื้นที่การเก็บเกี่ยวสับปรดไม่ต่ำกว่า ๑๑๘.๒๒ ไร่/ปี เป็นเวลา ๗ ปี จึงจะคุ้มต่อการซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมพร้อมเครื่องลำเลียงผลสับปรดมาใช้งาน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้ออกแบบเครื่องลำเลียงผลสับประดียวาว ๑๒ เมตร ลากพ่วง โดยรถแทรกเตอร์ขนาด ๗๕ แรงม้า ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยลดเวลาในการลำเลียงผลสับประดอกจากแปลงปลูก โดยคนเก็บสับประดจะยืนเรียงแถวหน้ากระดานเพื่อตัดสับประดและวางบนสายพานลำเลียง สับประดจะถูกลำเลียงมาลงในกระบะที่อยู่ด้านหลังรถแทรกเตอร์ เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างหลัก ออกแบบคล้ายรถเทรลเลอร์ ๔ ล้อ ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ซึ่งใช้วางกระบะขนาด ๑x๒x๐.๖ เมตร (กว้างxยาวxสูง) สำหรับบรรจุผลสับประด โครงสร้างสำหรับติดตั้งสายพานลำเลียงขนาด ๐.๓x๑๒x๐.๓ เมตร (กว้างxยาวxสูง) ซึ่งต่อเข้ากับโครงสร้างหลักโดยใช้สลิงยึด สายพานลำเลียงขนาดกว้าง ๑๐ นิ้ว ใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ซึ่งความเร็วเชิงเส้นของสายพานประมาณ ๐.๕ เมตร/วินาที เครื่องต้นแบบสามารถพบขณะเดินทาง ยึดออกเพื่อทำงานในแปลงสับประด และสามารถทำงานในแปลงซึ่งมีลักษณะเป็นเนินเขาได้โดยใช้ ไฮดรอลิกมอเตอร์ยกโครงสร้างสายพานให้เอียงตามพื้นที่

จากการทดสอบในแปลงสับประด จ. ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งวางผังปลูกสับประดแบบโรงงาน คือแถวของต้นสับประดยาวขนานกับถนนในแปลง คนเก็บสับประดสามารถเดินไปตามร่องปลูกตาม การเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ได้ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับประด ๑๑ คน พบว่า ความสามารถการทำงานเฉลี่ย ๒.๑๐ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย ๗๗.๐๑% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ๐.๖๗ ลิตร/ไร่ จากการทดสอบในแปลงปลูกสับประดที่วางผังปลูกแบบเกษตรกร คือแถวของต้นสับประดตั้งฉากกับถนนในแปลง คนเก็บสับประดต้องเดินข้ามร่องปลูกเพื่อเก็บสับประดตามแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับประด ๕ คน พบว่า ความสามารถการทำงาน ๐.๘๑ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน ๘๙.๔๗% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ๑.๑๔ ลิตร/ไร่ จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่า เกษตรกรที่จะซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องลำเลียงผลสับประดมาใช้งานหรือรับจ้างควรมีพื้นที่การเก็บเกี่ยวสับประดไม่ต่ำกว่า ๑๑๘.๒๒ ไร่/ปี เป็นเวลา ๗ ปี จึงจะคุ้มต่อการซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมพร้อมเครื่องลำเลียงผลสับประดมาใช้งาน

เครื่องลำเลียงผลสับประดจะช่วยให้การเก็บเกี่ยวสับประดทำได้เร็วขึ้น จึงช่วยลดค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวสับประด โดยต้นแบบที่ได้พัฒนามีราคาไม่แพงสามารถผลิตได้ในประเทศ บำรุงรักษา ง่าย อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องลำเลียงผลสับประดควรที่จะวางผังการปลูกให้เหมาะสมกับความยาวของโครงสร้างสายพานลำเลียง ซึ่งแต่ละแปลงควรมีหน้ากว้างประมาณ ๒๔ เมตร ปลูกแนวยาวตามถนนในแปลง และมีถนนในแปลงซึ่งรถแทรกเตอร์สามารถวิ่งเก็บได้ จึงจะทำให้การใช้เครื่องลำเลียงพ่วงรถแทรกเตอร์มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้เครื่องลำเลียงสับประดสามารถนำไปดัดแปลงใช้กับกิจกรรมอื่นในการผลิตสับประดได้อีก อาทิเช่น การเก็บหน่อและจุกสับประด เพื่อนำไปทำพันธุ์

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้ออกแบบเครื่องลำเลียงผลสับประดียวาว ๑๒ เมตร ลากพ่วง โดยรถแทรกเตอร์ขนาด ๗๕ แรงม้า ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยลดเวลาในการลำเลียงผลสับประดออกจากแปลงปลูก โดยคนเก็บสับประดจะยืนเรียงแถวหน้ากระดานเพื่อตัดสับประดและวางบนสายพานลำเลียง สับประดจะถูกลำเลียงมาลงในกระบะที่อยู่ด้านหลังรถแทรกเตอร์ เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างหลัก ออกแบบคล้ายรถเทรลเลอร์ ๔ ล้อ ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ซึ่งใช้วางกระบะขนาด ๑x๒x๐.๖ เมตร (กว้างxยาวxสูง) สำหรับบรรจุผลสับประด โครงสร้างสำหรับติดตั้งสายพานลำเลียงขนาด ๐.๓x๑๒x๐.๓ เมตร (กว้างxยาวxสูง) ซึ่งต่อเข้ากับโครงสร้างหลักโดยใช้สลิงยึด สายพานลำเลียงขนาดกว้าง ๑๐ นิ้ว ใช้ไฮดรอลิกมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน ซึ่งความเร็วเชิงเส้นของสายพานประมาณ ๐.๕ เมตร/วินาที เครื่องต้นแบบสามารถพบขณะเดินทาง ยึดออกเพื่อทำงานในแปลงสับประด และสามารถทำงานในแปลงซึ่งมีลักษณะเป็นเนินเขาได้โดยใช้ ไฮดรอลิกมอเตอร์ยกโครงสร้างสายพานให้เอียงตามพื้นที่

จากการทดสอบในแปลงสับประด จ. ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งวางผังปลูกสับประดแบบโรงงาน คือแถวของต้นสับประดยาวขนานกับถนนในแปลง คนเก็บสับประดสามารถเดินไปตามร่องปลูกตาม การเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ได้ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับประด ๑๑ คน พบว่า ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย ๒.๑๐ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย ๗๗.๐๑% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย ๐.๖๗ ลิตร/ไร่ จากการทดสอบในแปลงปลูกสับประดที่วางผังปลูกแบบเกษตรกร คือแถวของต้นสับประดตั้งฉากกับถนนในแปลง คนเก็บสับประดต้องเดินข้ามร่องปลูกเพื่อเก็บสับประดตามแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ ใช้แรงงานคนเก็บผลสับประด ๕ คน พบว่า ความสามารถในการทำงาน ๐.๘๑ ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน ๘๙.๔๗% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ๑.๑๔ ลิตร/ไร่ จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนพบว่า เกษตรกรที่จะซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมเครื่องลำเลียงผลสับประดมาใช้งานหรือรับจ้างควรมีพื้นที่การเก็บเกี่ยวสับประดไม่ต่ำกว่า ๑๑๘.๒๒ ไร่/ปี เป็นเวลา ๗ ปี จึงจะคุ้มต่อการซื้อรถแทรกเตอร์พร้อมพร้อมเครื่องลำเลียงผลสับประดมาใช้งาน

เครื่องลำเลียงผลสับประดจะช่วยให้การเก็บเกี่ยวสับประดทำได้เร็วขึ้น จึงช่วยลดค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวสับประด โดยต้นแบบที่ได้พัฒนามีราคาไม่แพงสามารถผลิตได้ในประเทศ บำรุงรักษา ง่าย อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องลำเลียงผลสับประดควรที่จะวางผังการปลูกให้เหมาะสมกับความยาวของโครงสร้างสายพานลำเลียง ซึ่งแต่ละแปลงควรมีหน้ากว้างประมาณ ๒๔ เมตร ปลูกแนวยาวตามถนนในแปลง และมีถนนในแปลงซึ่งรถแทรกเตอร์สามารถวิ่งเก็บได้ จึงจะทำให้การใช้เครื่องลำเลียงพ่วงรถแทรกเตอร์มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้เครื่องลำเลียงสับประดสามารถนำไปดัดแปลงใช้กับกิจกรรมอื่นในการผลิตสับประดได้อีก อาทิเช่น การเก็บหน่อและจุกสับประด เพื่อนำไปทำพันธุ์

บรรณานุกรม

บทที่ ๑

นิรนาม. ๒๕๕๓. การปลูกสับปะรด. สืบค้นจาก:

<http://web.ku.ac.th/agri/pineapple.htm> [พ.ศ. ๒๕๕๓].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ๒๕๕๗. สับปะรดโรงงาน. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. สืบค้นจาก:

<http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/pineapple.pdf> [ม.ศ. ๒๕๕๗].

FAO. ๒๐๑๔. Agriculture exports and imports. Retrieved January ๑๓, ๒๐๑๔,

from <http://faostat.fao.org/site/๓๔๒/default.aspx>

RNAM (๑๙๙๕). Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Technical Series,

No.๑๒, Regional Network for Agricultural Machinery, Bangkok, Thailand.

Seree Wongpichet. ๑๙๙๘. Design and Development of Pineapple Transplanter. Thesis

(Ph.D.). Asian Institute of Technology. Thailand. ๑๓๙ p.

ภาคผนวก-ก

ตารางผนวก ๑-ก ข้อมูลจำเพาะของรถแทรกเตอร์ต้นกำลัง

Tractor Landini Model		เครื่อง
Engine		
direct-injection Perkins engine		๑๑๐๔A-๔๔
max. power ISO	hp/kW	๘๓.๖ / ๖๑.๕
max. torque	lb. (Nm)	๒๑๓ (๒๘๘)
displacement/nr. of cylinders cu. in.	(cm ³)	๒๖๘.๕ (๔๔๐๐) / ๔
fuel tank capacity	gal. (lt)	๒๓ (๘๖)
Clutch		
independent dry dual clutch	in. (mm)	๑๒ (๓๐๔๘)
Transmission		
base gearbox: ๑๒FWD + ๔REV		○
reverse shuttle + base gearbox: ๑๒FWD + ๑๒REV		●
reverse shuttle + base gearbox + creeper: ๒๔FWD + ๑๒REV		○
Power take-off		
๒ speeds ๕๔๐/๗๕๐ rpm		●
๒ speeds ๕๔๐/๑๐๐๐ rpm	hp/kW	○
ground speed PTO		●
net PTO power ISO		๗๖ / ๕๖
๔WD front axle		
๔WD mechanical engagement		●
maximum steering angle		๕๕°
Twin-Lock hydraulic diff lock		○
Brakes		
oil-bath graphite-coated rear brakes - ๑๐ discs		●
hydraulic trailer braking system	lb. (kg)	○
Hydraulic power lift		
STD lifting power	GPM	○
lifting power with ๒ additional cylinders	(lt/min)	๕๗๐๐ (๒๖๐๐)
hydraulic flow @ remote	GPM	๘๑๔๐ (๓๗๐๐) ○
total hydraulic flow	(lt/min)	๑๓.๘ (๕๒.๓)
Standard auxiliary valves STD / OPT		๒๐.๒ (๗๖.๕) ๑ / ๒
Tractor Landini Model		เครื่อง
Driver seat and cab		
seat deluxe for cab		○
standard sprung seat		●

<p>analog control panel</p> <p>Weights and dimensions (in running order)</p> <p>rear tyres ৳WD</p> <p>A total length without ballast</p> <p>B minimum width</p> <p>C wheelbase ৳WD/৳WD</p> <p>D height to steering wheel</p> <p>E max ground clearance ৳WD</p> <p>F height to ROPS</p> <p>F height to top of cab</p> <p>weight (without ballast) ৳WD</p>	<p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>in. (mm)</p> <p>lb. (Kg)</p>	<p style="text-align: center;">●</p> <p>১৯.৫ - ৩০</p> <p>১৫.০ (১৯.০০)</p> <p>৩১.৬ (১৯.৩০)</p> <p>১'৬.১ / ১'৬.৬ (৬১৫.০ / ৬১৬.৬)</p> <p>৬১.৬ (১৯.৬০)</p> <p>১৯.৯ (৬১৬.০)</p> <p>১০.৬ (৬৫.৯০)</p> <p>১০.৬ (৬৫.৯০)</p> <p>৬১.৬৬ (১৯.৬৬)</p>
---	---	---

Key: ● standard ○ option - not available ৯৯৬০

ตารางผนวก ๑-ข ข้อมูลจำเพาะของไฮดรอลิคมอเตอร์

Specification Data for MR ๑๖๐ and MR ๒๕๐ motors with C shafts.

Type	MR	
	Hydraulic motor for belt conveyor (model MR๑๖๐C)	Hydraulic motor for Driving winch (model MR๒๕๐)
Displacement, (cm ^๓ /rev.)	๑๕๙,๖	๒๕๐,๑
Max.Speed, (RPM)	cont.	๓๗๕
	int.*	๔๗๐
Max.Torque (daNm)	cont.	๓๙
	int.*	๔๓
	Peak**	๕๖
Max.Output, (kW)	cont.	๑๑,๕
	int.*	๑๔
Max.Pressure Drop (bar)	cont.	๑๗๕
	int.*	๒๐๐
	Peak**	๒๒๕
Max.Oil Flow (l/min)	cont.	๖๐
	int.*	๗๕
Max.Inlet Pressure (bar)	cont.	๑๗๕
	int.*	๒๐๐
	Peak**	๒๒๕
Max.Return Pressure with Drain Line (bar)	cont.	๑๗๕
	int.*	๒๐๐
	Peak**	๒๒๕
Max.Starting Pressure with Unloaded Shaft, (bar)	๗	๔
Min.Starting Torque (daNm)	at max.press drop cont.	๓๒
	at max.press drop int.	๓๗
Min.Speed***, (RPM)	๑๐	๑๐
Weight, avg. (kg) For rear ports: +๐,๖๕๐ kg	๗,๕	๙,๔

* Intermittent operation: the permissible values may occur for max. ๑๐% of every minute.

** Peak load: the permissible values may occur for max. ๑% for every minute.

*** For speed of ๑๐ rpm or lower, consult factory or your regional manager.

ภาคผนวก-ข

การคำนวณจุดคุ้มทุน

กำหนดให้ราคาารถแทรกเตอร์เท่ากับ ๙๕๐,๐๐๐ บาท เครื่องลำเลียงผลสับประรด ราคา ๑๘๐,๐๐๐ บาท รวมราคาทั้งหมด ๑,๑๓๐,๐๐๐ บาท โดยใช้งานรถแทรกเตอร์ ๑๐ ปี และอุปกรณ์ ๗ ปี

ค่าในการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของแทรกเตอร์ต้นกำลัง

ราคาารถแทรกเตอร์, P	= ๙๕๐,๐๐๐	บาท
ราคาซาก, S	= ๒๐ %ของ P	บาท
อายุการใช้งาน, N	= ๑๐	ปี
อัตราดอกเบี้ย, i	= ๕.๕	เปอร์เซ็นต์/ปี
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	= ๓๐ (ม.ค. ๒๕๕๖)	บาท/ลิตร
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	= ๐.๖๗	ลิตร/ไร่
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	= ๑๐% ของค่าน้ำมัน	
ค่าแรงขับรถแทรกเตอร์และคนงานรวม ๑๓ คน	= ๓๐๐	บาท/วัน/คน
ค่าบำรุงรักษารถแทรกเตอร์	= ๐.๕๐% ของP/๑๐๐ ชั่วโมง	บาท/ชั่วโมง

ค่าในการคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องลำเลียงผลสับประรด

ราคา, P _๑	๑๘๐,๐๐๐	บาท
ราคาซาก, S _๑	๑๐%ของ P _๑	บาท
อายุการใช้งาน, N _๑	๗	ปี
อัตราดอกเบี้ย, i _๑	๕.๕	เปอร์เซ็นต์ต่อปี
ค่าบำรุงรักษา	๐.๕% ของ P _๑ /๑๐๐ชั่วโมง	บาท/ชั่วโมง
ความสามารถการทำงาน	๒.๑๐	ไร่/ชั่วโมง
พื้นที่ทำงานต่อปี	A	ไร่

การคำนวณต้นทุนต่อปีของรถแทรกเตอร์

ราคาารถแทรกเตอร์	๙๕๐,๐๐๐	บาท
<u>ค่าต้นทุนคงที่:</u>		
ค่าเสื่อมราคา	๗๖,๐๐๐	บาท/ปี
ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน	๓๑,๓๕๐	บาท/ปี
รวมต้นทุนคงที่	๑๐๗,๓๕๐	บาท/ปี

ต้นทุนคงที่ในการเป็นต้นกำลังของเครื่องเก็บสับประรด
(หนึ่งในสี่ของค่าใช้จ่ายคงที่รวม) ๒๖,๘๓๗.๕๐ บาท/ปี

ค่าต้นทุนผันแปร:

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	๔๒.๒๑	บาท/ชั่วโมง
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	๔.๒๒	บาท/ชั่วโมง
ค่าแรงขับรถแทรกเตอร์และคนงานรวม ๑๓ คน	๔๘๗.๕๐	บาท/ชั่วโมง
ค่าบำรุงรักษารถแทรกเตอร์	๔๗.๕๐	บาท/ชั่วโมง
รวมค่าต้นทุนผันแปรของรถแทรกเตอร์	๕๘๑.๔๓	บาท/ชั่วโมง

การคำนวณต้นทุนต่อปีของเครื่องเก็บสับปรด

ราคา, P	๑๘๐,๐๐๐	บาท
<u>ค่าต้นทุนคงที่:</u>		
ค่าเสื่อมราคา	๒๓,๑๔๒.๘๖	บาท/ปี
ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน	๕,๔๔๕.๐๐	บาท/ปี
ค่าต้นทุนคงที่ของรถแทรกเตอร์	๒๖,๘๓๗.๕๐	บาท/ปี
รวมค่าต้นทุนคงที่	๕๕,๔๒๕.๓๖	บาท/ปี
<u>ค่าต้นทุนผันแปร:</u>		
ค่าบำรุงรักษาเครื่องเก็บสับปรด	๙.๐๐	บาท/ชั่วโมง
ค่าต้นทุนผันแปรของรถแทรกเตอร์	๕๘๑.๔๓	บาท/ชั่วโมง
รวมค่าต้นทุนผันแปร	๕๙๐.๔๓	บาท/ชั่วโมง
ความสามารถการทำงาน	๒.๑๐	ไร่/ชั่วโมง
รวมค่าต้นทุนผันแปร	๒๘๑.๑๖	บาท/ไร่

ความสัมพันธ์ของต้นทุนต่อปีในการใช้เครื่องเก็บผลสับปรดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่(A) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนต่อปีในการใช้เครื่องเก็บผลสับปรด, บาท/ไร่} &= \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนผันแปร} \\ &= (๕๕,๔๒๕.๓๖/A) + ๒๘๑.๑๖ \end{aligned}$$

(๑)

ค่าใช้จ่ายในการเก็บผลสับปรดด้วยแรงงานคน

กำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บสับปรด โดยใช้คนงานเก็บ ๑๑ คน ความสามารถการทำงาน ๐.๕๕ ไร่/ชั่วโมง ค่าแรงงานคนเก็บผลสับปรด ๓๐๐ บาท/วัน/คน

ค่าใช้จ่ายในการเก็บสับปรด โดยใช้คนงาน = $(๑๑ \times ๓๐๐) / (๘ \times ๐.๕๕) = ๗๕๐$ บาท/ไร่

จุดที่คุ้มทุนของการใช้งานเครื่องเก็บผลสับปรด สามารถคำนวณได้เมื่อต้นทุนในการใช้งานเครื่องเก็บผลสับปรด (๑) เท่ากับค่าจ้างแรงงานคนเก็บผลสับปรด ๗๕๐ บาท/ไร่

ต้นทุนในการใช้งานเครื่องเก็บผลสับปรด = ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน

$$(๕๕,๔๒๕.๓๖/A) + ๒๘๑.๑๖ = ๗๕๐$$

$$A = ๑๑๘.๒๒ \text{ ไร่/ปี}$$