

ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดขนาดหน่อสับปะรด

Designed and Development of

นายพินิจ จิระคกุล^{๑/} นายวุฒิมิพล จันทร์สระคู^{๑/} นางสาวชนิษฐ์ หว่านณรงค์^{๒/}

บทคัดย่อ

การตัดหน่อสับปะรดเป็นปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการผลิตสับปะรด เพื่อให้ออกดอกและผลพร้อมกัน เพราะฉะนั้นเครื่องตัดหน่อสับปะรดจึงมีความสำคัญ เนื่องจากปัจจุบันการใช้คนตัดหน่อยังประสบปัญหาอย่างมากอีกทั้งการรับจ้างปลุกจะตัดหน่อไม่ได้คุณภาพ เครื่องตัดหน่อสับปะรดถูกออกแบบและสร้างโดยใช้หลักการเครื่องชั่งสายพานที่พัฒนาขึ้น สามารถตั้งค่าการตัดได้โดยง่าย โดยเลือกตั้งค่าจากเครื่องชั่ง โดยสมรรถนะการตัดด้วยเครื่องมือมีค่า ๘๕๓ หน่อต่อชั่วโมง ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลต่อการลำเลียงมีค่า ๓.๗๙ เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ ๒๔.๑๖ รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นสายพานเครื่องชั่งมีค่า ๕.๖๗ เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ ๓๖.๒๕ รอบต่อนาที ค่าความแม่นยำ ๘๕ เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องตัดหน่อสับปะรด เนื่องจากรายได้ส่วนหนึ่งจากการเพาะปลูกสับปะรดจะได้มาจากการขายหน่อพันธุ์ ซึ่งจะคิดราคาหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกร คือ ๑-๒ บาทต่อหน่อ ซึ่งสับปะรดจะแตกหน่อออกมา ๒ หน่อ คือ หน่อข้างหรือหน่ออากาศ และหน่อดิน โดยการขายหน่อจะเก็บหน่อข้างขาย ถ้าราคาค่าตัดหน่อ ๒๐๐ บาทต่อพันหน่อ ที่ราคาเครื่อง ๒๕๐,๐๐๐ บาท จะมีต้นทุนคงที่รวมกับต้นทุนแปรผัน ๑๓๕.๗ บาทต่อพันหน่อ ซึ่งจะทำให้การตัดหน่อ ๘๕.๗ ไร่ ก็จะได้จุดคุ้มทุน

^{๑/} ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น

^{๒/} สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

๔. คำนำ

สับปะรดนับเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ในปี ๒๕๕๕ ประเทศไทยมีพื้นที่ผลิตสับปะรด ๖๑๙,๐๒๐ ไร่ คิดเป็นผลผลิตประมาณ ๒.๓๒๘ ล้านตันต่อปี ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตสับปะรดมากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก หรือราว ๑๒% ของผลผลิตทั้งโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๕) ประเทศไทยส่งออกสับปะรดสด และสับปะรดแปรรูปต่างๆ รวมประมาณ ๐.๘๒ ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าราว ๒๘,๙๙๕ ล้านบาท (กรมศุลกากร, ๒๕๕๔)

จากปริมาณความต้องการสับปะรดของโลกที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบในประเทศเป็นประจำ และจากที่ภาคเอกชนหรือโรงงานได้แนะนำให้เกษตรกรหันมาปลูกสับปะรดใหม่ทุกครั้งเมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากจะทำให้ผลผลิตของสับปะรดที่ได้มีขนาดสม่ำเสมอและขายได้ราคาสูง โดยการปลูกสับปะรดในประเทศไทย หรือ ในประเทศเพื่อนบ้านส่วนใหญ่จะเป็นการใช้แรงงานจากคนดำเนินงานทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการยกทรง การเตรียมดิน การใส่ปุ๋ย การขนย้ายหน่อสับปะรด การปลูก เป็นต้น ซึ่งใช้เวลาในการดำเนินงานและสิ้นเปลืองแรงงานค่อนข้างมาก เป็นงานที่เหนื่อยลำทำให้เกษตรกรมักจะทำเกิดการเจ็บป่วยได้ง่ายจากการที่ต้องทำงานในลักษณะดังกล่าวเป็นเวลานาน

การปลูกสับปะรดในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้แรงงานในการดำเนินงานเกือบทั้งหมด ยกเว้นขั้นตอนการเตรียมดินซึ่งใช้รถแทรกเตอร์ตีดิน ผลงาน ส่วนการใส่ปุ๋ย การขนย้ายหน่อสับปะรด การปลูก การเก็บเกี่ยว ล้วนแต่ใช้แรงงานในการดำเนินงานซึ่งเสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงานค่อนข้างมาก ปัจจุบันแรงงานในภาคการเกษตรมีจำนวนลดลง และค่าแรงมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น ค่าแรงงานต่างๆในขั้นตอนการผลิตสับปะรดคิดเป็น ๔๖.๒๓% ของต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตสับปะรด โดยคิดเป็นต้นทุนค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวสับปะรด ๑๐.๗๐%, ต้นทุนค่าแรงงานปลูก ๗.๗๘% และต้นทุนค่าแรงงานในการเตรียมดิน ๙.๗๓% ของต้นทุนค่าแรงทั้งหมด ตามลำดับ (คั่นสนีย์, ๒๕๕๔)

ในประเทศไทยสามารถปลูกสับปะรดได้เกือบตลอดปี ยกเว้นช่วงฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน เพราะจะเกิดโรคเน่า ควรเตรียมดินให้เสร็จในเดือนธันวาคม และปลูกในเดือนมกราคม-เมษายน ซึ่งมีแสงแดดจ้าและไม่มีฝนชุก แต่ดินยังมีความชุ่มชื้นเพียงพอแก่การเจริญเติบโตในระยะแรกอยู่ การปลูกสับปะรดควรคัดขนาดหน่อหรือจุกก่อนเพื่อให้การเติบโตของต้นสม่ำเสมอทั้งแปลง ใส่ปุ๋ยแต่ละต้นได้พร้อมกันและใส่ปริมาณต่อต้นเท่าๆกัน บังคับผลได้พร้อมกันทั้งแปลง ง่ายต่อการบำรุงรักษา สับปะรดจะแก่พร้อมกันง่ายต่อการประเมินผลผลิตและเก็บเกี่ยว การปลูกในฤดูฝนควรฝังหน่อให้เอียง ๔๕ องศา เพื่อป้องกันน้ำขังในยอด ถ้าปลูกในฤดูแล้งฝังหน่อให้ตั้งตรง หากมีเครื่องมือช่วยปลูกซึ่งเป็นเหล็กคล้ายมีดปลายแหลมช่วยเปิดหลุมจะทำให้สะดวกและรวดเร็วกว่าใช้จอบ เฉลี่ยแล้วผู้ปลูก ๑ คน สามารถปลูกได้วันละ ๕,๐๐๐-๗,๐๐๐ หน่อ การปลูกส่วนใหญ่มักปลูกเป็นแถวคูฝังหน่อให้ลึก ๑๕-๒๐ เซนติเมตรใช้ระยะปลูกแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ (กรมส่งเสริมการเกษตร.มมป)

ในแปลงเพาะปลูกขนาดใหญ่ของผู้ประกอบการแปรรูปสับปะรดกระป๋อง จะมีการนำเข้าเครื่องปลูกขนาดใหญ่ติดรถแทรกเตอร์มาใช้งานซึ่งมีราคาสูงและมีกลไกซับซ้อน เกษตรกรส่วนใหญ่จึงยังคงใช้แรงงานในการปลูกอยู่ โดยมีรถบรรทุกหน่อมาโรยเป็นตามแถวปลูก และผู้ปลูกจะเดินปลูกตามแถว โดยใช้เสียมเล็กๆ ขุดดิน ฝังและกลบหน่อ เฉลี่ยแล้วผู้ปลูก ๑ คน สามารถปลูกได้วันละ ๕,๐๐๐-๗,๐๐๐ หน่อ แต่ถ้าปลูกเป็นจำนวนพื้นที่มากขึ้นซึ่งต้องใช้แรงงานจำนวนมากอาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานขึ้นได้

ซึ่งในการผลิตสับปะรดสำหรับอุตสาหกรรมเกษตรจำเป็นต้องมีการคัดห่อเพื่อควบคุมการผลิต โดยจะ ทำเมื่อเก็บผลสับปะรดก็จะปลิดจุกออกจากผล และหลังจากเก็บเกี่ยวผลไปแล้วประมาณ ๖ สัปดาห์ ก็จะปลิด ห่อออกจากต้น ห่อที่มีขนาดเหมาะแก่การขยายพันธุ์คือ มีความยาวประมาณ ๕๐-๗๕ เซนติเมตรหลังจากเก็บ ห่อ, ตะเกียงหรือจุกมาแล้ว ให้นำมาผึ่งแดดโดยคว่ำยอดลงสู่พื้นดิน ให้โคนผลได้รับแสงแดดจนรอยแผลแห้ง รัศตัวเป็นการฆ่าเชื้อโรคด้วย แล้วนำมามัดรวมกันเป็นกองเพื่อรอการปลูกหรือนำไปขายต่อไป ก่อนปลูกต้องลอก กาบใบล่างออก ๓-๔ ชั้น เพื่อให้รากแทงออกมาได้สะดวกและเร็วขึ้น และอีกปัจจัยที่สำคัญคือลักษณะห่อแต่ ละชนิดจะให้ผลผลิตที่เวลาแตกต่างกัน เช่น ตะเกียงจะเป็นห่อที่มีขนาดเล็ก และจะให้ผลเมื่อมีอายุ ๑๘-๒๐ เดือน ส่วนห่อที่นิยมนำมาขยายพันธุ์คือห่อข้าง จะให้ผลเมื่อมีอายุ ๑๔-๑๘ เดือน โดยห่อที่มีขนาดใหญ่หลายๆ จะไม่นิยมนำมาปลูก ข้อดีของการใช้ห่อที่ผ่านการคัดการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันและสามารถบังคับการออกดอก ได้เนื่องจากขนาดต้นใกล้เคียงกันและยังส่งผลต่อเวลาการออกผลและเวลาการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตและสามารถลดต้นทุนได้

ปัจจุบันแรงงานในภาคการเกษตรมีจำนวนลดลงและค่าแรงก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น เพื่อเป็นการ แก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคการเกษตร การประหยัดเวลาในการเพาะปลูก และการประหยัดค่าใช้จ่าย ในระยะยาว คณะผู้วิจัยเห็นว่า ถ้าสามารถออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกสับปะรดแบบพวงท้ายรถแทรกเตอร์ สำหรับใช้ในระดับเกษตรกร โดยใช้ห่อสับปะรดที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว และเครื่องปลูกแบบที่ใช้ห่อปลูกโดยใช้ แรงงานเพียง ๒-๓ คน ก็จะสามารถช่วยให้เกษตรกรทำงานได้เร็วขึ้น และสามารถลดความเหนื่อยยากของ เกษตรกรได้อีกด้วย

๕. วิธีดำเนินการ

๑. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของห่อสับปะรดที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย
๒. ศึกษารูปแบบและหลักการของเครื่องคัดขนาดโดยนำหน้าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบเครื่องคัด ขนาดห่อสับปะรด
๓. ออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดห่อสับปะรดโดยนำนัก ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม ขอนแก่น
๔. ทดสอบเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ ในห้องปฏิบัติการ
๕. ทดสอบและประเมินผลหาความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงาน
๖. ทดสอบเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้หลักการทางสถิติ
๗. วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
๘. สรุปผลการวิจัย ด้านสมรรถนะการทำงาน และข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องต้นแบบ ตลอดจน ความเหมาะสมของการใช้งาน

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

เริ่มต้น ตุลาคม ๒๕๕๔ สิ้นสุด กันยายน ๒๕๕๖ โดยดำเนินการที่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ศูนย์วิจัย เกษตรวิศวกรรมขอนแก่น และพื้นที่ปลูกสับปะรดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง

ผลการทดลองและวิจารณ์

๑) การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหน่อสับปะรดที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (smooth cayenne) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากสถิติการเกษตรของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๒) เนื้อที่ ผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี ๒๕๕๐-๒๕๕๒ ตารางที่ ๑ และตารางที่ ๒ แสดงข้อมูลการสำรวจ ๓ ปี ย้อนหลัง ปี ๒๕๕๐-๒๕๕๒ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ที่มีการปลูกสับปะรด ได้แก่ จังหวัดหนองคาย จังหวัดเลย จังหวัดนครพนม และจังหวัดชัยภูมิ โดยคณะผู้วิจัยได้สำรวจพื้นที่เกษตรกรพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของการผลิตสับปะรดสำหรับอุตสาหกรรมจะเป็นจังหวัดหนองคาย โดยจังหวัดอื่นๆ จะเน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายผลสด โดยในจังหวัดเลย ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการควบคุมคุณภาพผลผลิตในนามสับปะรดไร่ม่วง เป็นสับปะรดที่มีคุณภาพและเหมาะต่อการบริโภคสด ดังรูปที่ ๑ เพราะฉะนั้นในการศึกษานี้มุ่งเน้นสับปะรดโรงงาน จากการสำรวจจากเกษตรกรที่เพาะปลูกสับปะรดจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า สับปะรดที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ปัตตาเวียที่นำหน่อพันธุ์มาจากต่างจังหวัดชลบุรี และจากพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำการเพาะปลูกมาก่อนหน้านี้แล้ว ซึ่งสับปะรดพันธุ์นี้จะสามารถทนแล้งและขาดน้ำได้ดี



รูปที่ ๑ ผลผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการควบคุมคุณภาพผลผลิตในนามสับปะรดไร่ม่วง จังหวัดเลย

ตารางที่ ๑ สับปะรดโรงงาน : เนื้อที่ ผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี ๒๕๕๐ - ๒๕๕๒

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) Planted area (Rais)			เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (Rais)			ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Region/ Province
	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2550 2007	2551 2008	2552 2009	
	รวมทั้งประเทศ เหนือ	606.178	632.271	611.776	590.306	581.972	566.599	2.185.275	2.278.162	1.894.862	3.702	3.915	
ตะวันออกเฉียงเหนือ	59.701	65.926	59.718	56.495	58.502	56.245	213.758	222.081	192.744	3.784	3.796	3.427	Northern
ตะวันออกเฉียงเหนือ	24.173	20.129	18.237	21.526	17.856	17.149	77.187	63.306	57.208	3.586	3.545	3.336	Northeastern
กลาง	512.829	537.383	525.581	503.810	497.661	485.660	1.866.091	1.966.478	1.621.532	3.704	3.951	3.339	Central Plain
ใต้	9.475	8.833	8.240	8.475	7.953	7.545	28.239	26.297	23.378	3.332	3.307	3.098	Southern

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๔

ตารางที่ ๒ สับปะรดโรงงาน : เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ จังหวัด เลย หนองคาย และนครพนม ปี ๒๕๕๐ - ๒๕๕๒

เลย	1,251	996	1,068	1,170	955	1,004	4,278	3,557	3,758	3,656	3,725	3,743	Loei
หนองคาย	15,570	12,017	10,751	13,969	10,739	10,110	49,772	36,792	32,591	3,563	3,426	3,224	Nong Khai
นครพนม	7,352	7,116	6,418	6,387	6,162	6,035	23,137	22,957	20,959	3,623	3,755	3,456	Nakhon Phanom

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๕๔

การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของต้นสับปะรด จากการสำรวจภาคสนามคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่างในอำเภอศรีเชียงใหม่ในจังหวัดหนองคาย เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการปลูกสับปะรดมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและคาดว่าจะประสบปัญหาการปลูกและคัดห่อคุณภาพ การสุ่มตัวอย่างของหน่อสับปะรด สุ่ม ๓ กลุ่ม คือ ๑) เจ้าของไร่สับปะรดปลูกเอง ๒) ไร่ที่จ้างคนงานคัดห่อไว้ใช้ปลูกและขาย ๓) ร้านค้าที่จำหน่ายหน่อสับปะรด โดยการคัดขนาดหน่อสับปะรดด้วยแรงคน จากการวิเคราะห์ โดยทำการสุ่มเก็บจำนวน ๒๐๐ หน่อ แยกเป็น ๓ กลุ่มๆ ละ ๓๐ หน่อ ทำการศึกษาขนาด ความยาว, น้ำหนัก และเส้นผ่านศูนย์กลางสูงจากด้านล่าง ๑๐ cm. เพื่อหาขนาดความยาวหน่อ น้ำหนักหน่อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน่อเหนือพื้น ๑๐ ซม พบว่า การคัดห่อด้วยเจ้าของไร่สับปะรดปลูกเองจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเปรียบเทียบดังตารางที่ ๓ และตารางที่ ๔ โดยน้ำหนักเฉลี่ย ๕๖๔-๖๖๐ กรัม, ความยาว ๕๙๖-๖๓๔ มิลลิเมตร ซึ่งจะเป็หน่อขนาดกลางเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกับค่ามาตรฐานดังตารางที่ ๓ ส่วนการคัดแยกเพื่อจำหน่ายและการจ้างคนงานยังประสบปัญหาเรื่องการขนาดขนาดหน่อซึ่งจะมีขนาดเล็กกว่าที่แนะนำหรืออยู่ในกลุ่มเล็ก จากข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของหน่อสับปะรดได้นำมาออกแบบระบบการคัดหน่อ



รูปที่ ๒ เปรียบเทียบความแตกต่าง ขนาดของหน่อสับปะรดแบบหน่อ และสับปะรดแบบจุก



รูปที่ ๓ หน่อสับปะรดที่ทำการคัดขนาดแล้วและตัดแต่งสำหรับการเตรียมปลูก

ตารางที่ ๓ แสดงน้ำหนักที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก

ขนาดของหน่อ	เกษตร, 2541		สถานีทดลองพืชสวนเพชรบุรี, 2538	อรรถกิจ, 2535		สนง.ส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันตก, 2529	
	น้ำหนัก, กรัม	ความยาว, มม.	น้ำหนัก, กรัม	น้ำหนัก, กรัม	ความยาว, มม.	น้ำหนัก, กรัม	ความยาว, มม.
จิ๋ว	-	-	< 230	-	-	-	-
เล็ก	300-500	300-500	230-450	300-500	300-500	350-475	400-500
กลาง	500-700	500-750	451-600	500-700 ¹	500-750	475-880 ¹	500-800 ¹
ใหญ่	700-900	650-850	601-900	700-800 ²	650-850 ²	> 880 ²	> 600 ²
ใหญ่มาก	> 900	> 700	-	> 800 ²	> 700 ²		

หมายเหตุ: 1. หมายถึง มีคำแนะนำว่า ให้ใช้หน่อขนาดนั้นสำหรับการปลูก
2. หมายถึง มีคำแนะนำว่า ไม่ควรใช้หน่อขนาดนั้นสำหรับการปลูก



รูปที่ ๔ การวัดขนาดหน่อและความยาวหน่อ



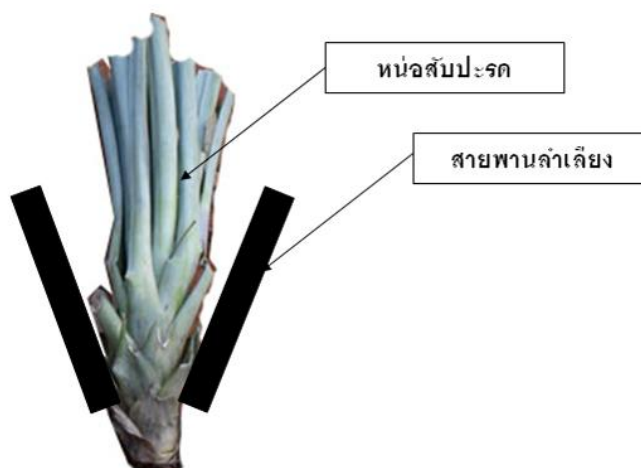
รูปที่ ๕ ลักษณะหน่อที่ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้กับเครื่องตัด

ตารางที่ ๔ ผลการทดสอบการคัดแยกหน่อสับปรดจากเกษตรกร

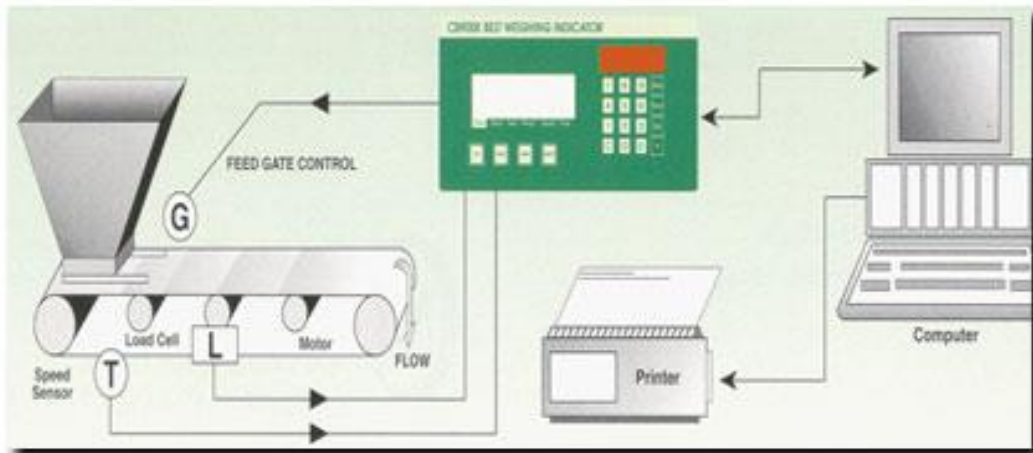
กลุ่ม	น้ำหนักหน่อ(กรัม)	ความยาวหน่อ(ม.ม.)	*ขนาดหน่อ(ม.ม.)
เกษตรกรที่มีสวนคัต	๕๖๔-๖๖๐	๕๙๖.๖-๖๓๔.๗	๖๗.๓-๖๙.๖
จ้างเกษตรกรที่รับจ้างคัต	๓๖๕.๐-๔๕๘.๑	๕๖๓.๖-๖๐๔.๒	๔๕.๓-๔๖.๐
หน่อที่จำหน่ายในพื้นที่	๒๕๒.๗-๒๗๒.๐	๕๓๐.๐-๕๗๓.๐	๕๘.๐-๕๙.๙

หมายเหตุ: *ขนาดหน่อวัดสูงจากพื้น ๑๐ เซนติเมตร

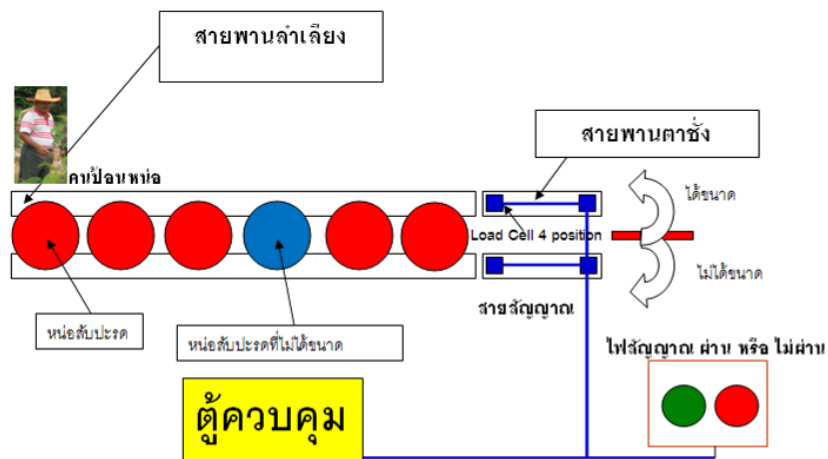
การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบคัดขนาดหน่อสับปรด ใช้หลักการคัดขนาดด้วยการชั่งน้ำหนักบนสายพานลำเลียง ดังรูปที่ ๗ และรูปที่ ๘ โดยป้อนหน่อสับปรดเข้าระบบลำเลียงสายพานและตรวจนับหน่อและผ่านไปสู่ตาชั่งสายพาน เครื่องชั่งสายพานได้ออกแบบโดยใช้ Load cell เป็นตัวส่งสัญญาณให้กับระบบเครื่องอ่านและประมวลผลซึ่งใช้ เครื่องอ่าน Load Cell รุ่น Commandor HP-๐๔ โดยสัญญาณจาก Load cell จะรวมสัญญาณที่กล่องรวมสัญญาณ ดังรูปที่ ๙ และส่งสัญญาณให้กับชุดเครื่องอ่าน ประมวลผลว่าน้ำหนักได้ตามที่กำหนดหรือไม่ สัญญาณที่รับจากการชั่งเมื่อทำการประมวลผลจะส่งจ่ายไฟฟ้าให้กับ delay ซึ่งเป็นวงจรสำเร็จรูป ดังรูปที่ ๑๐ ซึ่งจะจ่ายไฟฟ้าให้กับวาล์วนิวแมติก ชนิด ๕/๒ ควบคุมด้วยไฟฟ้า เป็นตัวควบคุมลมจากแหล่งจ่ายลมให้กับกระบอกลิวแมติก



รูปที่ ๖ ลักษณะและเงื่อนไขของเครื่องชั่งน้ำหนักในการนำมาตัดแยก



รูปที่ ๗ ลักษณะของเครื่องชั่งสายพานลำเลียง



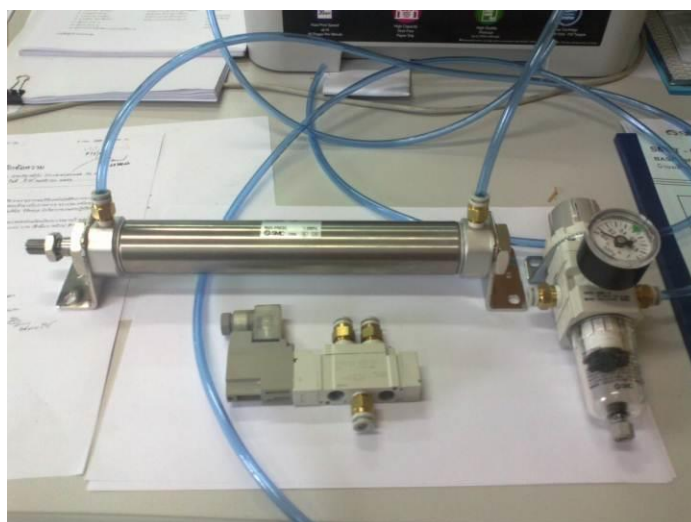
รูปที่ ๘ ลักษณะระบบการคัดขนาดด้วยน้ำหนักและขนาดของสับปะรด



รูปที่ ๙ กล่องรวมสัญญาณจาก Load cell ทั้งที่ ๔ ตัวจากการชั่ง



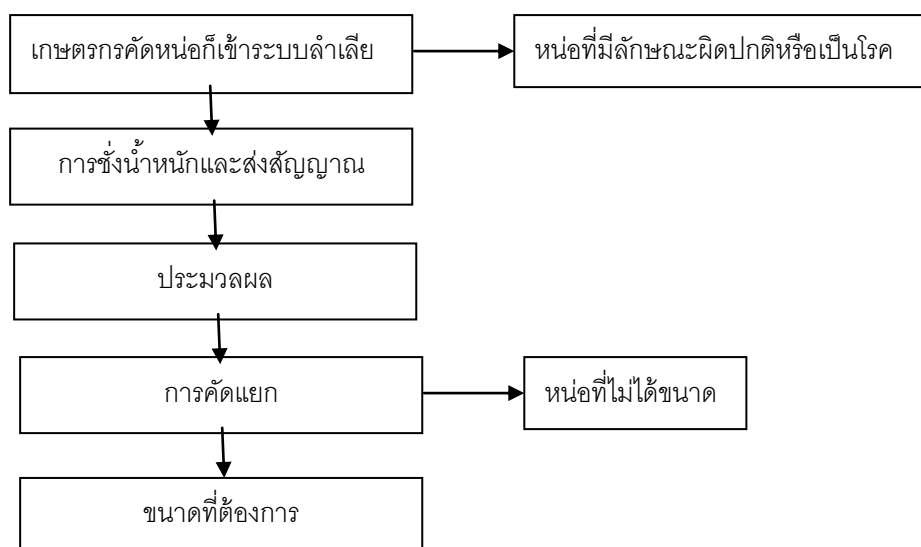
รูปที่ ๑๐ ชุดวงจร delay ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในการควบคุมกลไก



รูปที่ ๑๑ อุปกรณ์นิวแมติกในการควบคุมระบบการคัดแยก

หลักการการทำงานของเครื่องคัดหน่อสับปะรดจากข้อมูลสมบัติทางกายภาพของสับปะรดที่สำรวจ

เนื่องจากรูปร่างลักษณะทางกายภาพของหน่อสับปะรดไม่เป็นรูปทรงเลขาคณิต ในการลำเลียงหน่อสับปะรดจะใช้สายพานคู่ วางในลักษณะตัววี เพื่อลำเลียงให้หน่อสับปะรดอยู่ในตำแหน่งการชั่งในรูปแบบเดียวกัน ดังรูปที่ ๑๓ การคัดหน่อสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้ (๑) คนป้อนหน่อสับปะรดให้กับระบบลำเลียงหน่อ ซึ่งในกระบวนการนี้จะเป็นการคัดหน่อเบื้องต้น คือ หน่อที่มีลักษณะผิดปกติจะทำการแยกออก (๒) กระบวนการชั่ง ส่งสัญญาณ และประมวลผลในการชั่งน้ำหนัก ซึ่งในชุดประมวลผลสามารถตั้งค่าของน้ำหนักได้ (๓) ระบบกลไกการคัดแยก ซึ่งในการคัดแยกตามข้อเสนอแนะทางวิชาการดังตารางที่ ๓ นิยมให้ใช้หน่อที่มีขนาดกลาง ทำให้ระบบคัดแยกจะคัดแยกส่วนที่หน่อใหญ่ออกและหน่อเล็กออกไป



รูปที่ ๑๒ กระบวนการในการตัดหน่อ



รูปที่ ๑๓ การลำเลียงหน่อสับปะรด

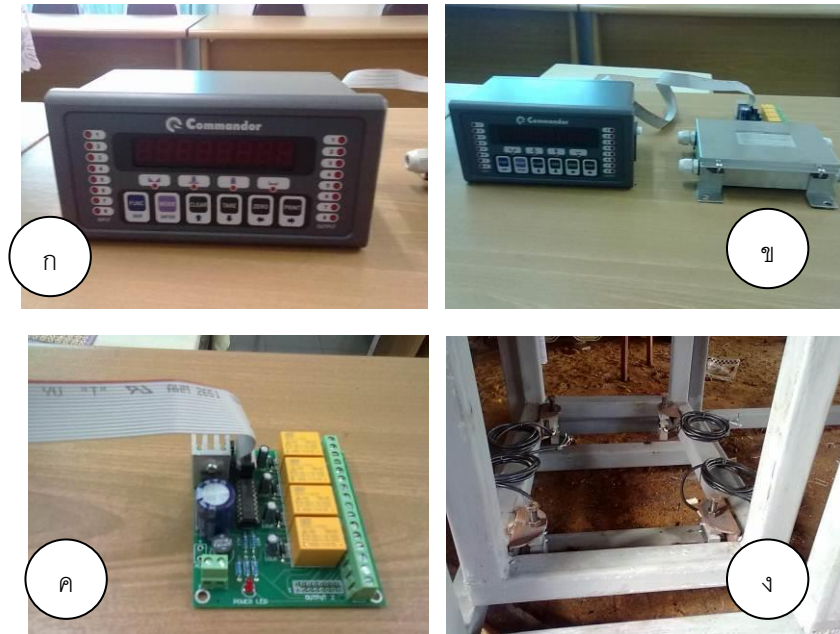
กระบวนการสร้างต้นแบบ



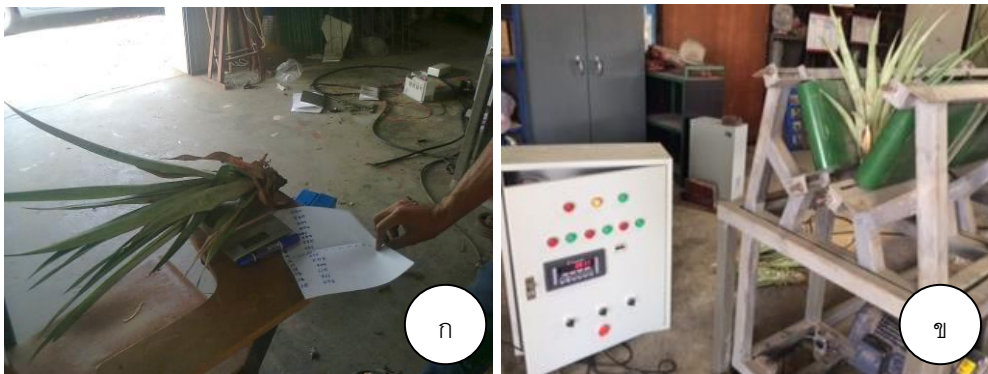
รูปที่ ๑๔ เครื่องต้นแบบการตัดหน่อสับปะรด



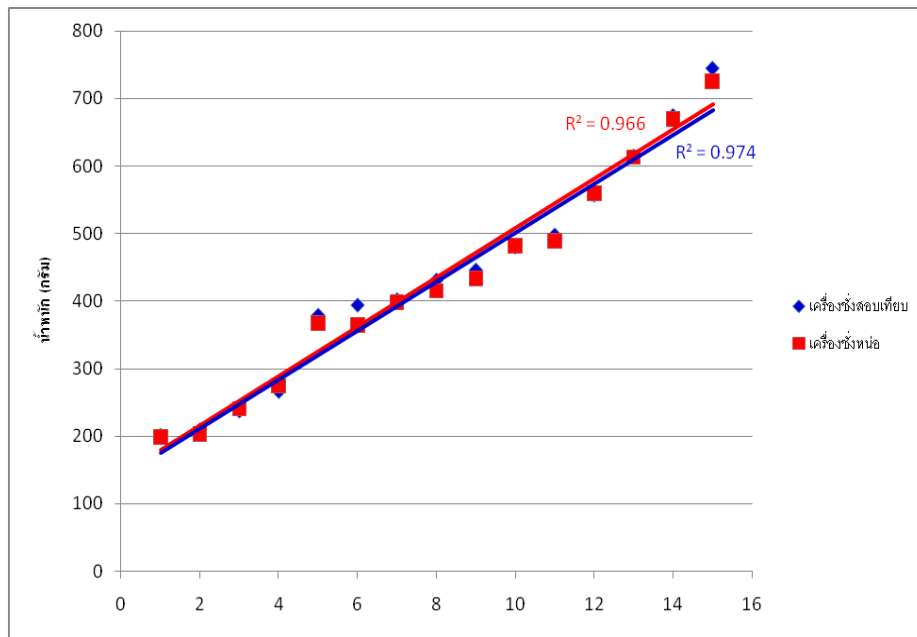
รูปที่ ๑๕ การปรับแก้ระบบการลำเลียง



รูปที่ ๑๖ อุปกรณ์และเครื่องวัดในการสร้างเครื่อง (ก) หัวอ่านสัญญาณ (ข) กล่องรวมสัญญาณ (ค) แผงวงจร Delay ในการจ่ายไฟฟ้า (ง) Load cell ในการชั่งน้ำหนัก



รูปที่ ๑๗ การสอบเทียบเครื่องชั่งกับเครื่องชั่งขนาดเล็กที่พิกัดสูงสุด ๒ กิโลกรัม ความละเอียด ๐.๑ กรัม ในสภาวะหยุดนิ่ง



รูปที่ ๑๘ ผลการสอบเทียบเครื่องชั่งกับเครื่องชั่งขนาดเล็กที่พิกัดสูงสุด ๒ กิโลกรัม ความละเอียด ๐.๑ กรัม กับเครื่องชั่งหน่อสับปะรดในสภาวะหยุดนิ่ง

ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเกษตรกรจะนิยมใช้หน่อใหญ่ปลูกร่วมกับหน่อขนาดกลางเพราะฉะนั้นการทดสอบ จะทำการคัดขนาดหน่อที่มีขนาดเล็กออกอย่างเดียว

การทำงานและสมรรถนะของเครื่องตัดหน่อในการออกแบบจะขึ้นอยู่กับระบบลำเลียงและระบบการชั่ง ซึ่งจากการออกแบบความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลต่อการลำเลียงมีค่า ๓.๗๙ เมตร ต่อนาที หรือความเร็วรอบ ๒๔.๑๖ รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นสายพานเครื่องชั่งมีค่า ๕.๖๗ เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ ๓๖.๒๕ รอบต่อนาที ซึ่งจะสามารถตัดหน่อได้ ๘๕๓ หน่อต่อชั่วโมง จากการทดสอบจำนวน ๑๐๐ หน่อ จำนวน ๔ ซ้ำ ที่ขนาดแตกต่างกัน ภายใต้เงื่อนไขถ้าต่ำกว่า ๕๐๐ กรัม ให้ทำการคัดออก พบว่าเมื่อทำการเดินเครื่องจักรจะส่งผลต่อ Load cell ทำให้น้ำหนักที่ชั่ง +๒๕ กรัม และ - ๓๐ กรัม เมื่อเทียบกับสภาวะหยุดนิ่ง ซึ่งทำให้ปรับความละเอียดของหัวอ่านเป็นทศนิยม ๒ ตำแหน่ง



รูปที่ ๑๙ ลักษณะการทำงานของเครื่องคัดหน่อสับปะรด

ตารางที่ ๕ ผลการทดสอบการคัดแยกหน่อสับปะรด

จำนวน ซุ่ม	จำนวนหน่อ	จำนวนหน่อที่คัดได้(หน่อ)		ร้อยละหน่อที่คัดได้		จำนวนหน่อที่คัดถูก (หน่อ)
		หน่อเล็ก ^๑	หน่อปกติ	หน่อเล็ก ^๑	หน่อปกติ	
๑	๑๐๐	๔๕	๕๕	๔๕	๕๕	๘๐
๒	๑๐๐	๒๕	๗๕	๒๕	๗๕	๘๗
๓	๑๐๐	๑๕	๘๕	๑๕	๘๕	๘๔
๔	๑๐๐	๕	๙๕	๕	๙๕	๘๙

หมายเหตุ: หน่อเล็กมีขนาดน้อยกว่า ๕๐๐ กรัม

จากตารางที่ ๕ พบว่า ในการทดสอบจำนวนหน่อทั้งหมด ๔๐๐ หน่อ มีจำนวนหน่อที่คัดถูกต้องจำนวน ๓๖๔ หน่อ ความแม่นยำเฉลี่ย ๘๕% ซึ่งจากการผิดพลาดจากกระบวนการคัดเนื่องจากกรอกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงพิกัดในการวัด เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องจักรมีน้ำหนักมากจำเป็นต้องใช้ load cell ที่มีการรับน้ำหนักมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเครื่องจักรและค่าที่ต้องการวัดค่าอยู่ในช่วง ๐-๙๐๐ กรัม ทำให้ความละเอียดลดน้อยลง และเนื่องจากหัวอ่านมีขีดจำกัดในการอ่านเนื่องจากหัวอ่านรุ่นที่ใช้จะสามารถอ่านได้ละเอียดน้อยกว่าหัวอ่านที่มีสมรรถนะสูงเช่นของยุโรป ซึ่งมีราคาสูงมาก

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดหน่อสับปะรด

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดหน่อสับปะรด เนื่องจากรายได้ส่วนหนึ่งจากการเพาะปลูกสับปะรดจะได้มาจากการขายหน่อพันธุ์ ซึ่งจะคิดราคาหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกร คือ ๑-๒ บาทต่อหน่อ ซึ่งมีการกำหนดสมมุติฐานในการแตกหน่อ คือ ในแต่ละปี สับปะรดจะแตกหน่อออกมา ๒ หน่อ คือ หน่อข้างหรือหน่ออากาศ และหน่อดิน โดยการขายหน่อจะเก็บหน่อข้างขาย และหน่อดินจะเก็บไว้เพาะปลูกในปีต่อไป ทั้งนี้การคัดหน่อจะส่งผลต่อความเชื่อมั่นของลูกค้าในการซื้อพันธุ์นำไปปลูกต่อไป ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลในการตัดสินใจในการลงทุน เพื่อจ้างหรือซื้อเครื่องจักรในการลงทุนเพื่อเพิ่มผลผลิตและความเชื่อมั่น โดยการวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ ๖ รายรับจากการปลูกสับปะรดแบบต่างๆ

รูปแบบการปลูก	รายรับ (บาท)	ปีที่ 1 (2543)	ปีที่ 2 (2544)	ปีที่ 3 (2545)	ปีที่ 4 (2546)	ปีที่ 5 (2547)	ปีที่ 6 (2548)
แบบ 1 รุ่น	จากการขายผลผลิต	14,096.16	15,802.02	28,690.74	26,226.72	29,575.26	25,658.10
	จากการขายหน่อพันธุ์	5,409.68	5,139.35	5,395.20	8,473.60	8,473.60	9,722.91
	รวม	19,505.84	20,941.37	34,085.94	34,700.32	38,048.86	35,381.01
	แบบ 2 รุ่น	จากการขายผลผลิต	14,096.16	8,523.36	28,690.74	13,512.96	29,575.26
จากการขายหน่อพันธุ์	2,704.84	5,139.35	2,697.60	8,473.60	4,236.80	9,722.91	
รวม	16,801.00	13,662.71	31,388.34	21,986.56	33,812.06	22,963.71	
แบบ 3 รุ่น	จากการขายผลผลิต	14,096.16	8,523.36	8,990.52	26,226.72	15,115.68	8,143.80
	จากการขายหน่อพันธุ์	2,704.84	2,569.67	5,395.20	4,236.80	4,236.80	9,722.91
	รวม	16,801.00	11,093.03	14,385.72	30,463.52	19,352.48	17,866.71

หมายเหตุ: ราคาหน่อสับปะรด ๐.๘๕ บาทต่อหน่อ

ที่มา: ประรณณา และ สุรเชษฐ์. มมป

การคำนวณชั่วโมงการทำงานต่อปีของเครื่องจักรของเครื่องตัดหน่อสับปะรด

การผลิตหน่อจะเริ่มต้นจากการปลูกซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกแถวคู่ ระยะปลูก ๓๐ x ๓๐ x (๘๐-๙๐) เซนติเมตร ปลูกได้ประมาณ ๗,๕๐๐ - ๘,๕๐๐ ต้นต่อไร่ เฉลี่ย ๘,๐๐๐ ต้นต่อไร่ ซึ่งราคาหน่อสับปะรดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ ๑.๕-๒ บาท ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการเก็บหน่อ ๑๒,๐๐๐ - ๑๖,๐๐๐ บาทต่อไร่ ถ้าพิจารณาผลต่างของราคาหน่อที่สมบูรณ์ ๐.๕ บาทต่อหน่อ ถ้าสมรรถนะเครื่องตัดหน่อ ๘๕๓ หน่อต่อชั่วโมง หรือ ๖,๘๒๔ หน่อต่อวัน ซึ่งการปลูกสับปะรดสามารถปลูกได้ทั้งปี ซึ่งรายได้จากส่วนต่างของการตัดหน่อมีค่า ๓,๔๑๒ บาทต่อวัน ยังไม่หักค่าใช้จ่าย เพราะฉะนั้นจากการวิเคราะห์ชั่วโมงการทำงานต่อปี สำหรับการตัดหน่อจะขึ้นอยู่กับพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งอัตราของวันที่สามารถทำงานได้ในแต่ละวันร้อยละ ๗๐ และชั่วโมงการทำงานต่อวัน ๘ ชั่วโมงต่อวัน

$$\text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี} = ๓๐๐ \text{ วัน/ปี} \times ๐.๗ \times ๘ = ๑๖๘๐ \text{ ชั่วโมงต่อปี}$$

ต้นทุนในการทำงานของเครื่องตัดหน่อสับปะรด

ต้นทุนคงที่

ได้แก่ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องจักรกลเกษตรไม่ว่าเครื่องจะทำงานหรือไม่ทำงาน ก็มีค่าใช้จ่ายนี้เกิดขึ้นตลอดทั้งปี ซึ่งประกอบด้วย

๑.) ค่าเสื่อมราคา

๒.) ค่าดอกเบี้ย

- ๓) ค่าประกัน
- ๔) ค่าโรงเก็บรักษา
- ๕) ค่าซ่อมแซม ดูแล รักษา

ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปรคือค่าใช้จ่ายเมื่อเครื่องจักรทำงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าซ่อมแซมสึกหรอของเครื่องมือและค่าใช้จ่ายต้นกำลัง โดยสามารถคำนวณดังสมการที่ (๑)

$$\text{Variable Cost} = \frac{A}{E} \times [(R \& M) + L + O + F + T] \dots\dots\dots(๑)$$

A=จำนวนหน่วยที่ตัดได้ใน ๑ ชั่วโมง(ต่อพันหน่วย)

E=ประสิทธิภาพการทำงาน (ร้อยละ)

(R&M)= ค่าซ่อมแซม บำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)

L=ค่าจ้างแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง)

O= น้ำมันหล่อลื่น (บาทต่อชั่วโมง)

F= ค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง)

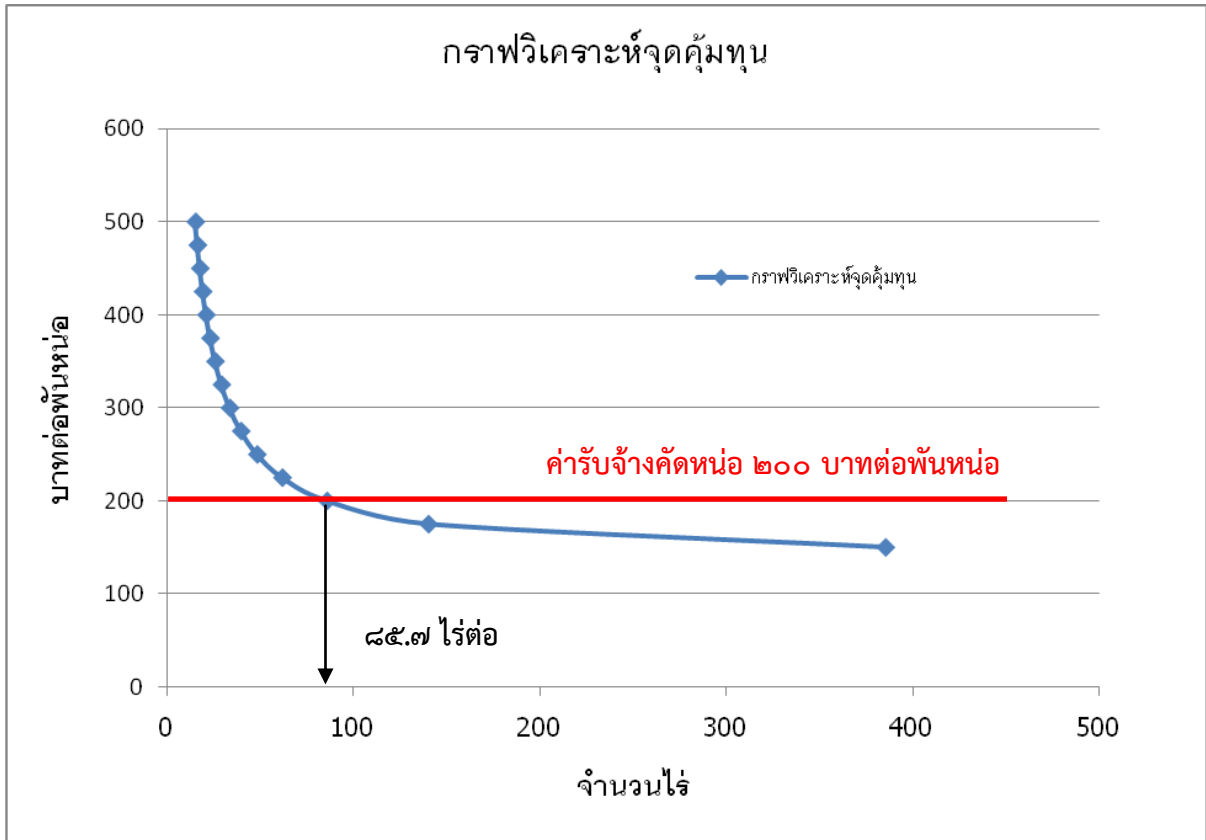
การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์เครื่องตัดหน่อสับปะรด

อัตราดอกเบี้ย (ร้อยละ)	๗.๐๐
ค่าประกัน (ร้อยละ)	๐.๕
ภาษี (ร้อยละ)	๐.๕
Housing rate (ร้อยละ)	๑.๐
ค่าซ่อมแซม ดูแล รักษา (ร้อยละ ๓)	๓.๐
อัตราค่าจ้างแรงงาน (บาท/วัน/คน)	๔๐๐
ราคาไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	๓๐
ชั่วโมงการทำงานต่อปี	๑,๖๘๐
ราคาซื้อ (บาท)	๒๕๐,๐๐๐
ราคาค่าซาก (บาท)	๒๕,๐๐๐

จำนวนปีที่ใช้ (ปี)	๑๐
สมรรถนะการทำงาน (หน่วยต่อชั่วโมง)	๘๕๓
ประสิทธิภาพการใช้งาน	๐.๗
R&M (บาทต่อชั่วโมง) ร้อยละ ๓ ของราคาซื้อ	๔.๔๖
ค่าจ้างแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง)	๓๗.๕
อัตราค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง)	๑๒.๕
ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาทต่อชั่วโมง) ที่ร้อยละ ๕ ของพลังงาน	๐.๖๒๕

ตารางที่ ๗ รายละเอียด ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร ค่าจ้างเครื่องจักร และ จุดคุ้มทุน

1) ต้นทุนคงที่	บาทต่อปี	บาทต่อชั่วโมง
ค่าเสื่อมราคา	๒๒,๕๐๐	๑๓.๓๙
ค่าดอกเบี้ย	๙,๖๒๕	๕.๗๓
ค่าประกัน	๖๘๗.๕	๐.๔๑
ค่าภาษี	๑๒๕๐	๐.๗๔
ค่าโรงเก็บ	๒,๕๐๐	๑.๔๙
ค่าบำรุงรักษา	๗,๕๐๐	๔.๔๖
รวมต้นทุนคงที่	๔๔,๐๖๒.๕	๒๖.๒๒
	บาทต่อชั่วโมง	บาทต่อพินหน่อ
2) ต้นทุนผันแปร	๗๘.๖๙	๙๑.๘๒
3) ค่ารับจ้างคัดหน่อ (บาทต่อพินหน่อ)		๒๐๐
4) จุดคุ้มทุน (พินหน่อต่อปี)	๘๕.๗ ไร่ต่อปี	๖๘๕,๖๐๐ หน่อต่อปี



รูปที่ ๒๐ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างราคาค่าคัตหน่อกับจำนวนพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวหน่อเพื่อขายกับการลงทุนเครื่องคัตหน่อราคา ๒๕๐,๐๐๐ บาท

๙. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า การคัตหน่อเพื่อรับจ้างของกลุ่มเกษตรกรยังประสบปัญหาเนื่องจากเกษตรกรยังขาดความเข้าใจในการคัตหน่อที่เหมาะสม โดยหน่อที่เกษตรกรคัตและเก็บไว้ปลูกเองจะมีขนาดได้ตามพิกัดที่แนะนำ โดยหน่อที่มีขายเพื่อนำไปเพาะปลูกหรือการรับจ้างปลูกพบว่าจะเป็นหน่อที่มีขนาดเล็ก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออายุการเก็บเกี่ยว เครื่องคัตหน่อสับปะรดที่ใช้หลักการเครื่องซังสายพานที่พัฒนาขึ้น สามารถตั้งค่าการคัตได้โดยง่ายโดยเลือกตั้งค่าจากเครื่องซัง โดยสมรรถนะการคัตด้วยเครื่องมือค่า ๘๕๓ หน่อต่อชั่วโมง ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบต่ออายุการคัตมีค่า ๓.๗๙ เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ ๒๔.๑๖ รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นสายพานเครื่องซังมีค่า ๕.๖๗ เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ ๓๖.๒๕ รอบต่อนาที ค่าความแม่นยำ ๘๕ เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัตหน่อสับปะรด เนื่องจากรายได้ส่วนหนึ่งจากการเพาะปลูกสับปะรดจะได้มาจากการขายหน่อพันธุ์ ซึ่งจะคิดราคาหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกร คือ ๑-๒ บาทต่อหน่อ ซึ่งสับปะรดจะแตกหน่อออกมา ๒ หน่อ คือ หน่อข้างหรือหน่ออากาศ และหน่อดิน โดยการขายหน่อจะเก็บหน่อข้างขาย ถ้าวางราคาคัตหน่อ ๒๐๐ บาทต่อพันหน่อ ที่ราคาเครื่อง ๒๕๐,๐๐๐ บาท จะมีต้นทุนคงที่รวมกับต้นทุนแปรผัน ๑๓๕.๗ บาทต่อพันหน่อ ซึ่งจะทำให้การคัตหน่อ ๘๕.๗ ไร่ ก็จะได้จุดคุ้มทุน

๑๐. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ต้นแบบเครื่องคัตหน่อสับปะรดซึ่งเป็นสามารถเป็นต้นแบบให้กับหน่วยงานราชการ เอกชน รวมถึงเกษตรกรผู้สนใจต่อไป

๑๑. เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. ๒๕๕๔. สับปะรดและผลิตภัณฑ์สับปะรด. สืบค้นจาก: <http://www.dft.go.th> [พ.ศ. ๒๕๕๓].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ๒๕๕๕. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร:สับปะรด. สืบค้นจาก:

http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=๑๓๕๗๗ [พ.ศ. ๒๕๕๓].

คັນสนีย์ เกษตรสินสมบัติ. ๒๕๕๔. ความเป็นไปได้ในการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์สับปะรด จังหวัด
ประจวบคีรีขันธ์. สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมส่งเสริมการเกษตร. มมป. สับปะรด. กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่กรมส่งเสริม
การเกษตร. สืบค้นจาก: <http://www.doae.go.th/library/html/putsetakit/saparod.pdf>.
[พ.ศ. ๒๕๕๓].

ปรารธนา ปรารธนาดี และสุรเชษฐ์ ลิ้มป์กาญจนวัฒน์. มมป. การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุน
ปลูกสับปะรดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า ๑๔๓-๑๕๕.