

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรด

1. ชุดโครงการ : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับสับปะรด
2. โครงการ : วิจัยและพัฒนาเครื่องปลุกสับปะรดแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ในระดับเกษตรกร
กิจกรรม 1 : การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรด
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรด

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Designed and Development of

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	: นายพินิจ จิระคกุล	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
ผู้ร่วมงาน	: นายวุฒิพล จันทร์สระคู	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	: นางสาวชนิษฐ์ หว่านณรงค์	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

5. บทคัดย่อ

การคัดขนาดหน่อสับปะรดเป็นปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการผลิตสับปะรด เพื่อให้ได้ออกดอกและผลพร้อมกัน เพราะฉะนั้นเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรดจึงมีความสำคัญ เนื่องจากปัจจุบันการใช้คนคัดขนาดยังประสบปัญหาอย่างมาก อีกทั้งการรับจ้างปลุกจะคัดขนาดไม่ได้คุณภาพ เครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรดถูกออกแบบและสร้างโดยใช้หลักการเครื่องซังสายพานที่พัฒนาขึ้น สามารถตั้งค่าการคัดได้โดยง่าย โดยเลือกตั้งค่าจากเครื่องซัง โดยสมรรถนะการคัดด้วยเครื่องมีค่า 853 หน่อต่อชั่วโมง ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลต่อการลำเลียงมีค่า 3.79 เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ 24.16 รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นสายพานเครื่องซังมีค่า 5.67 เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ 36.25 รอบต่อนาที ค่าความแม่นยำ 85 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรด เนื่องจากรายได้ส่วนหนึ่งจากการเพาะปลูกสับปะรดจะได้มาจากการขายหน่อพันธุ์ ซึ่งจะคิดราคาหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกร คือ 1-2 บาทต่อหน่อ ซึ่งสับปะรดจะแตกหน่อออกมา 2 หน่อ คือ หน่อข้างหรือหน่ออากาศ และหน่อดิน โดยการขายหน่อจะเก็บหน่อข้างขาย ถ้าราคาคัดหน่อ 200 บาทต่อพันหน่อ ที่ราคาเครื่อง 250,000 บาท จะมีต้นทุนคงที่รวมกับต้นทุนแปรผัน 135.7 บาทต่อพันหน่อ ซึ่งจะทำให้การคัดหน่อ 85.7 ไร่ ก็จะได้จุดคุ้มทุน

6. คำนำ

สับปะรดนับเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ในปี 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ผลิตสับปะรด 619,020 ไร่ คิดเป็นผลผลิตประมาณ 2.328 ล้านตันต่อปี ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตสับปะรดมากเป็นอันดับต้นๆของโลก หรือราว 12% ของผลผลิตทั้งโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ประเทศไทยส่งออกสับปะรดสด

และสับปะรดแปรรูปต่างๆ รวมประมาณ 0.82 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าราว 28,995 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2554)

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

การปลูกสับปะรดในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้แรงงานในการดำเนินงานเกือบทั้งหมด ยกเว้นขั้นตอนการเตรียมดินซึ่งใช้รถแทรกเตอร์ติดพลาจัน ส่วนการใส่ปุ๋ย การขนย้ายหน่อสับปะรด การปลูก การเก็บเกี่ยว ล้วนแต่ใช้แรงงานในการดำเนินงานซึ่งเสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงานค่อนข้างมาก ปัจจุบันแรงงานในภาคการเกษตรมีจำนวนลดลง และค่าแรงมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น ค่าแรงงานต่างๆในขั้นตอนการผลิตสับปะรดคิดเป็น 46.23% ของต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตสับปะรด โดยคิดเป็นต้นทุนค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวสับปะรด 10.70%, ต้นทุนค่าแรงงานปลูก 7.78% และต้นทุนค่าแรงงานในการเตรียมดิน 9.73% ของต้นทุนค่าแรงทั้งหมดตามลำดับ (คันสนีย์, 2554)

ในประเทศไทยสามารถปลูกสับปะรดได้เกือบตลอดปี ยกเว้นช่วงฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน เพราะจะเกิดโรคเน่า ควรเตรียมดินให้เสร็จในเดือนธันวาคม และปลูกในเดือนมกราคม-เมษายน ซึ่งมีแสงแดดจ้าและไม่มีฝนชุก แต่ดินยังมีความชุ่มชื้นเพียงพอแก่การเจริญเติบโตในระยะแรกอยู่ การปลูกสับปะรดควรคัดขนาดหน่อหรือจุกก่อนเพื่อให้การเติบโตของต้นสม่ำเสมอทั้งแปลง ใส่ปุ๋ยแต่ละต้นได้พร้อมกันและใส่ปริมาณต่อต้นเท่าๆกัน บังคับผลได้พร้อมกันทั้งแปลง ง่ายต่อการบำรุงรักษา สับปะรดจะแก่พร้อมกันง่ายต่อการประเมินผลผลิตและเก็บเกี่ยว การปลูกในฤดูฝนควรฝังหน่อให้เอียง 45 องศา เพื่อป้องกันน้ำขังในยอด ถ้าปลูกในฤดูแล้งฝังหน่อให้ตั้งตรง หากมีเครื่องมือช่วยปลูกซึ่งเป็นเหล็กคล้ายมีดปลายแหลมช่วยเปิดหลุมจะทำให้สะดวกและรวดเร็วกว่าใช้จอบ เฉลี่ยแล้วผู้ปลูก 1 คน สามารถปลูกได้วันละ 5,000-7,000 หน่อ การปลูกส่วนใหญ่มักปลูกเป็นแถวคูฝังหน่อให้ลึก 15-20 เซนติเมตรใช้ระยะปลูกแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ (กรมส่งเสริมการเกษตร.มมป)

ในแปลงเพาะปลูกขนาดใหญ่ของผู้ประกอบการแปรรูปสับปะรดกระป๋อง จะมีการนำเข้าเครื่องปลูกขนาดใหญ่ติดรถแทรกเตอร์มาใช้งานซึ่งมีราคาสูงและมีกลไกซับซ้อน เกษตรกรส่วนใหญ่จึงยังคงใช้แรงงานในการปลูกอยู่ โดยมีรถบรรทุกหน่อมาโรยเป็นตามแถวปลูก และผู้ปลูกจะเดินปลูกตามแถว โดยใช้เสียมเล็กๆ ขุดดิน ฝังและกลบหน่อ เฉลี่ยแล้วผู้ปลูก 1 คน สามารถปลูกได้วันละ 5,000-7,000 หน่อ แต่ถ้าปลูกเป็นจำนวนพื้นที่มากขึ้น ซึ่งต้องใช้แรงงานจำนวนมากอาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานขึ้นได้

ซึ่งในการผลิตสับปะรดสำหรับอุตสาหกรรมเกษตรจำเป็นต้องมีการคัดหน่อเพื่อควบคุมการผลิต โดยจะทำเมื่อเก็บผลสับปะรดก็จะปลิดจุกออกจากผล และหลังจากเก็บเกี่ยวผลไปแล้วประมาณ 6 สัปดาห์ ก็จะปลิดหน่อออกจากต้น หน่อที่มีขนาดเหมาะแก่การขยายพันธุ์คือ มีความยาวประมาณ 50-75 เซนติเมตรหลังจากเก็บหน่อ, ตะเกียงหรือจุกมาแล้ว ให้นำมาผึ่งแดดโดยคว่ำยอดลงสู่พื้นดิน ให้โคนแผลได้รับแสงแดดจนรอยแผลแห้ง รัดตัวเป็นการฆ่าเชื้อโรคด้วย แล้วนำมามัดรวมกันเป็นกองเพื่อรอการปลุกหรือนำไปขายต่อไป ก่อนปลุกต้องลอกกาบใบล่างออก 3-4 ชั้น เพื่อให้รากแทงออกมาได้สะดวกและเร็วขึ้น และอีกปัจจัยที่สำคัญคือลักษณะหน่อแต่ละชนิดจะให้ผลผลิตที่เวลาแตกต่างกัน เช่น ตะเกียงจะเป็นหน่อที่มีขนาดเล็ก และจะให้ผลเมื่อมีอายุ 18-20 เดือน ส่วนหน่อที่นิยมนำมาขยายพันธุ์คือหน่อข้าง จะให้ผลเมื่อมีอายุ 14-18 เดือน โดยหน่อที่มีขนาดใหญ่หลายๆ จะไม่นิยมนำมาปลุก ข้อดีของการใช้หน่อที่ผ่านการคัดการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันและสามารถบังคับการออกดอกได้ เนื่องจากขนาดต้นใกล้เคียงกันและยังส่งผลต่อเวลาการออกผลและเวลาการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและสามารถลดต้นทุนได้

ปัจจุบันแรงงานในภาคการเกษตรมีจำนวนลดลงและค่าแรงก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคการเกษตร การประหยัดเวลาในการเพาะปลูก และการประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว คณะผู้วิจัยเห็นว่า ถ้าสามารถออกแบบและพัฒนาเครื่องปลุกสับปะรดแบบพวงทำยารถแทรกเตอร์ สำหรับใช้ในระดับเกษตรกร โดยใช้หน่อสับปะรดที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว และเครื่องปลุกแบบที่ใช้หน่อปลุกโดยใช้แรงงานเพียง 2-3 คน ก็จะสามารถช่วยให้เกษตรกรทำงานได้เร็วขึ้น และสามารถลดความเหนื่อยยากของเกษตรกรได้อีกด้วย

7. วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหน่อสับปะรดที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย
2. ศึกษารูปแบบและหลักการของเครื่องคัดขนาดโดยนำหน้าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรด
3. ออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดหน่อสับปะรดโดยนำนัก ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
4. ทดสอบเบื้องต้น และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ ในห้องปฏิบัติการ
5. ทดสอบและประเมินผลหาความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงาน
6. ทดสอบเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้หลักการทางสถิติ
7. วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
8. สรุปผลการวิจัย ด้านสมรรถนะการทำงาน และข้อจำกัดในการทำงานของเครื่องต้นแบบ ตลอดจนความเหมาะสมของการใช้งาน

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

เริ่มต้น ตุลาคม 2554 สิ้นสุด กันยายน 2556 โดยดำเนินการที่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น และพื้นที่ปลูกสับปะรดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง

ผลการทดลองและวิจารณ์

1) การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของหน่อสับปะรดที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (smooth cayenne) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากสถิติการเกษตรของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2550–2552 ตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการสำรวจ 3 ปี ย้อนหลัง ปี 2550–2552 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ที่มีการปลูกสับปะรด ได้แก่ จังหวัดหนองคาย จังหวัดเลย จังหวัดนครพนม และจังหวัดชัยภูมิ โดยคณะผู้วิจัยได้สำรวจพื้นที่เกษตรกรพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของการผลิตสับปะรดสำหรับอุตสาหกรรมจะเป็นจังหวัดหนองคาย โดยจังหวัดอื่นๆ จะเน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายผลสด โดยในจังหวัดเลย ได้เป็นผลิตภัณท์ที่ผ่านการควบคุมคุณภาพผลผลิตในนามสับปะรดไร่ม่วง เป็นสับปะรดที่มีคุณภาพและเหมาะต่อการบริโภคสด ดังรูปที่ 1 เพราะฉะนั้นในการศึกษานี้มุ่งเน้นสับปะรดโรงงาน จากการสำรวจจากเกษตรกรที่เพาะปลูกสับปะรดจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า สับปะรดที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ปัตตาเวียที่นำหน่อพันธุ์มาจากต่างจังหวัดชลบุรี และจากพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการเพาะปลูกมาก่อนหน้านี้แล้ว ซึ่งสับปะรดพันธุ์นี้จะสามารถทนแล้งและขาดน้ำได้ดี



รูปที่ 1 ผลิตภัณท์ที่ผ่านการควบคุมคุณภาพผลผลิตในนามสับปะรดไร่ม่วง จังหวัดเลย

ตารางที่ 1 สับปะรดโรงงาน : เนื้อที่ ผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2550 - 2552

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)			เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.)			Region/ Province
	Planted area (Rais)			Harvested area (Rais)			Production (Tons)			Yield per rai (Kgs.)			
	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	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	3.344	Whole Kingdom
เหนือ	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, 2554

ตารางที่ 2 สับปะรดโรงงาน : เนื้อที่ ผลิต และผลผลิตต่อไร่ จังหวัด เลย หนองคาย และนครพนม ปี 2550 - 2552

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	16,570	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	20,859	3,623	3,755	3,456	Nakhon Phanom

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554

การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของต้นสับปะรด จากการสำรวจภาคสนามคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่างในอำเภอศรีเชียงใหม่ในจังหวัดหนองคาย เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการปลูกสับปะรดมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและคาดว่าจะประสบปัญหาการปลูกและคัดห่อคุณภาพ การสุ่มตัวอย่างของหน่อสับปะรด สุ่ม 3 กลุ่ม คือ 1) เจ้าของไร่สับปะรดปลูกเอง 2) ไร่ที่จ้างคนงานคัดห่อไว้ใช้ปลูกและขาย 3) ร้านค้าที่จำหน่ายหน่อสับปะรด โดยการคัดขนาดหน่อสับปะรดด้วยแรงคน จากการวิเคราะห์ โดยทำการสุ่มเก็บจำนวน 200 หน่อ แยกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 30 หน่อ ทำการศึกษาขนาด ความยาว, น้ำหนัก และเส้นผ่านศูนย์กลางสูงจากด้านล่าง 10 cm. เพื่อหาขนาดความยาวหน่อ น้ำหนักหน่อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน่อเหนือพื้น 10 ซม พบว่า การคัดห่อด้วยเจ้าของไร่สับปะรดปลูกเองจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเปรียบเทียบดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 โดยน้ำหนักเฉลี่ย 564-660 กรัม, ความยาว 596-634 มิลลิเมตร ซึ่งจะเป็นหน่อขนาดกลางเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกับค่ามาตรฐานดังตารางที่ 3 ส่วนการคัดแยกเพื่อจำหน่ายและจากการจ้างคนงานยังประสบปัญหาเรื่องการขนาดขนาดหน่อซึ่งจะมีขนาดเล็กกว่าที่แนะนำหรืออยู่ในกลุ่มเล็กจากข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของหน่อสับปะรดได้นำมาออกแบบระบบการคัดห่อ



รูปที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่าง ขนาดของหน่อสับปรดแบบหน่อ และสับปรดแบบจุก



รูปที่ 3 หน่อสับปรดที่ทำการคัดขนาดแล้วและตัดแต่งสำหรับการเตรียมปลูก

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก

ขนาดของหน่อ	เกตูอร, 2541		สถานีทดลองที่สวนเพชรบุรี, 2538	อรรณกิจ, 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	475-680 ¹	500-600 ¹
ใหญ่	700-900	650-850	601-900	700-800 ²	650-850 ²	> 680 ²	> 600 ²
ใหญ่มาก	> 900	> 700	-	> 800 ²	> 700 ²		

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



รูปที่ 4 การวัดขนาดหน่อและความยาวหน่อ



รูปที่ 5 ลักษณะหน่อที่ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้กับเครื่องตัด

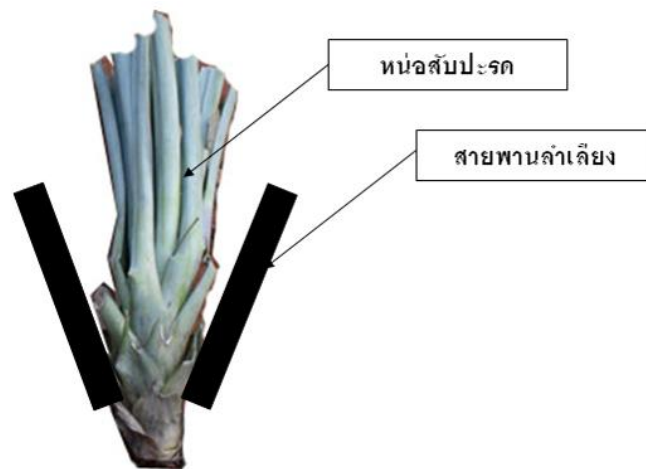
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการตัดแยกหน่อสับปะรดจากเกษตรกร

กลุ่ม	น้ำหนักหน่อ(กรัม)	ความยาวหน่อ(ม.ม.)	*ขนาดหน่อ(ม.ม.)
เกษตรกรที่มีสวนคัต	564-660	596.6-634.7	67.3-69.6
จ้างเกษตรกรที่รับจ้างคัต	365.0-458.1	563.6-604.2	45.3-46.0
หน่อที่จำหน่ายในพื้นที่	252.7-272.0	530.0-573.0	58.0-59.9

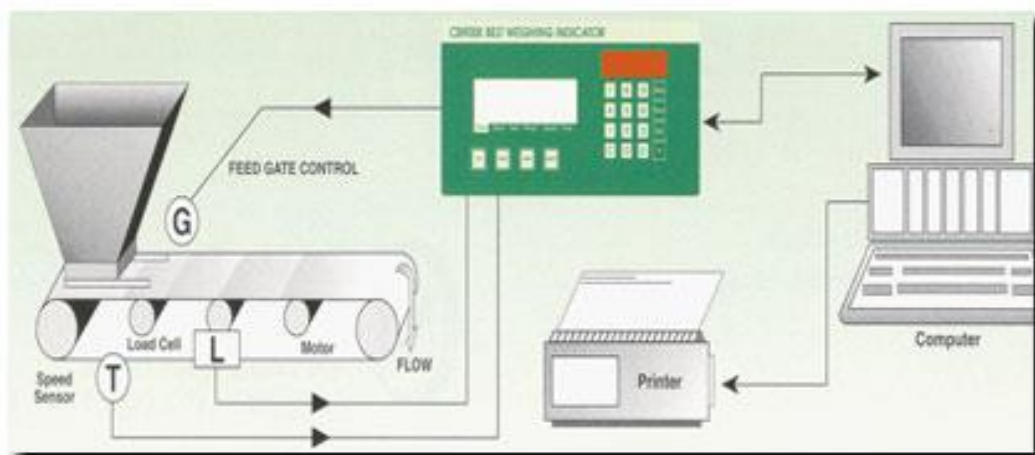
หมายเหตุ: *ขนาดหน่อวัดสูงจากพื้น 10 เซนติเมตร

การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบคัตขนาดหน่อสับปะรด ใช้หลักการคัตขนาดด้วยการชั่งน้ำหนักบนสายพานลำเลียง ดังรูปที่ 7 และรูปที่ 8 โดยป้อนหน่อสับปะรดเข้าระบบลำเลียงสายพานและตรวจนับหน่อและผ่านไปสู่อ่างสายพาน เครื่องชั่งสายพานได้ออกแบบโดยใช้ Load cell เป็นตัวส่งสัญญาณให้กับระบบเครื่องอ่านและประมวลผลซึ่งใช้ เครื่องอ่าน Load Cell รุ่น Commandor HP-04 โดยสัญญาณจาก Load cell จะรวมสัญญาณที่กล่องรวมสัญญาณ ดังรูปที่ 9 และส่งสัญญาณให้กับชุดเครื่องอ่าน ประมวลผลว่าน้ำหนักได้ตามที่กำหนดหรือไม่ สัญญาณที่รับจากการชั่งเมื่อทำการประมวลผลจะส่งจ่ายไฟฟ้าให้กับ delay ซึ่งเป็นวงจรสำเร็จรูป ดังรูปที่

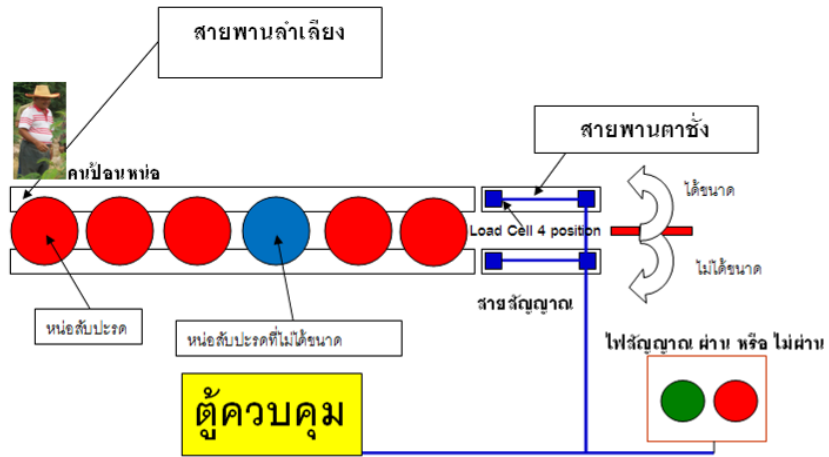
10 ซึ่งจะจ่ายไฟฟ้าให้กับวาล์วนิวแมติก ชนิด 5/2 ควบคุมด้วยไฟฟ้า เป็นตัวควบคุมลมจากแหล่งจ่ายลมให้กับกระบอกนิวแมติก



รูปที่ 6 ลักษณะและเงื่อนไขของหุ่นในการนำมาตัดแยก



รูปที่ 7 ลักษณะของเครื่องชั่งสายพานลำเลียง



รูปที่ 8 ลักษณะระบบการคัดขนาดด้วยน้ำหนักและขนาดของสับปะรด



รูปที่ 9 กล่องรวมสัญญาณจาก Load cell ทั้งที่ 4 ตัวจากการชั่ง



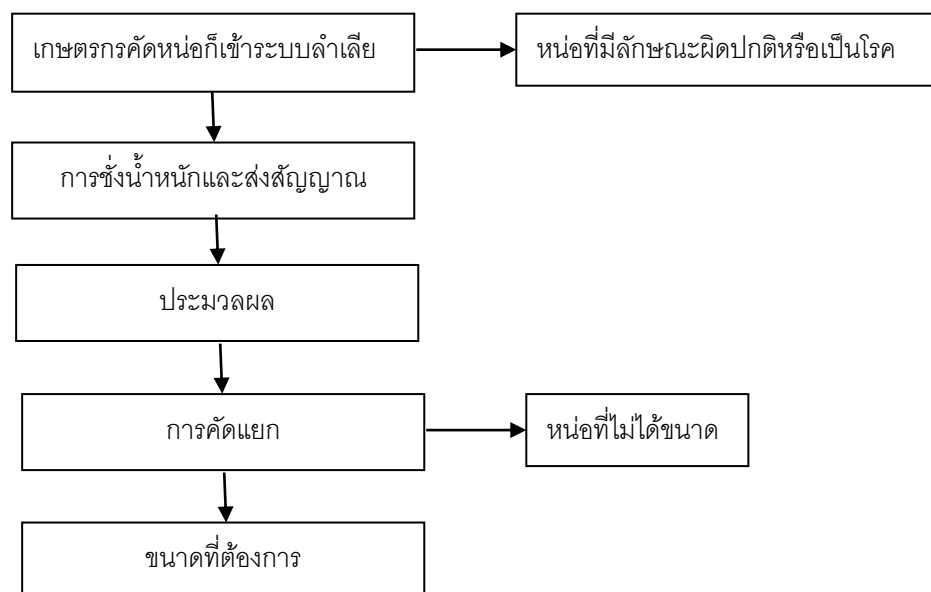
รูปที่ 10 ชุดวงจร delay ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในการควบคุมกลไก



รูปที่ 11 อุปกรณ์นิวแมติกในการควบคุมระบบการคัดแยก

หลักการทำงานของเครื่องคัดหน่อสับปรดจากข้อมูลสมบัติทางกายภาพของสับปรดที่สำรวจ

เนื่องจากรูปร่างลักษณะทางกายภาพของหน่อสับปรดไม่เป็นรูปทรงเลขาคณิต ในการลำเลียงหน่อสับปรดจะใช้สายพานคู่ วางในลักษณะตัววี เพื่อลำเลียงให้หน่อสับปรดอยู่ในตำแหน่งการชั่งในรูปแบบเดียวกัน ดังรูปที่ 13 การคัดหน่อสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้ (1) คนป้อนหน่อสับปรดให้กับระบบลำเลียงหน่อ ซึ่งในกระบวนการนี้จะเป็นการคัดหน่อเบื้องต้น คือ หน่อที่มีลักษณะผิดปกติจะทำการแยกออก (2) กระบวนการชั่ง ส่งสัญญาณ และประมวลผลในการชั่งน้ำหนัก ซึ่งในชุดประมวลผลสามารถตั้งค่าของน้ำหนักได้ (3) ระบบกลไกการคัดแยก ซึ่งในการคัดแยกตามข้อเสนอแนะทางวิชาการดังตารางที่ 3 นิยมให้ใช้หน่อที่มีขนาดกลาง ทำให้ระบบคัดแยกจะคัดแยกส่วนที่หน่อใหญ่ออกและหน่อเล็กออกไป



รูปที่ 12 กระบวนการในการคัดหน่อ



รูปที่ 13 การลำเลียงหน่อสับปะรด

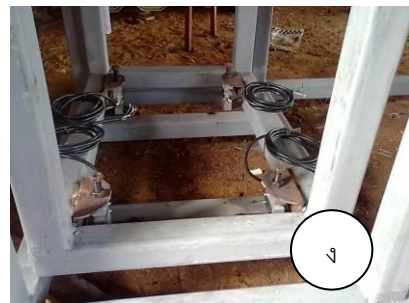
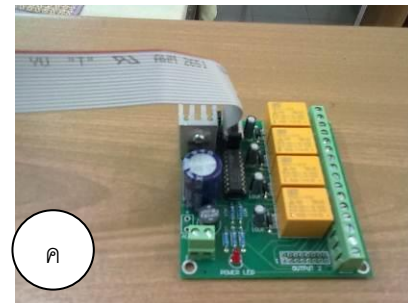
กระบวนการสร้างต้นแบบ



รูปที่ 14 เครื่องต้นแบบการคัดหน่อสับปะรด



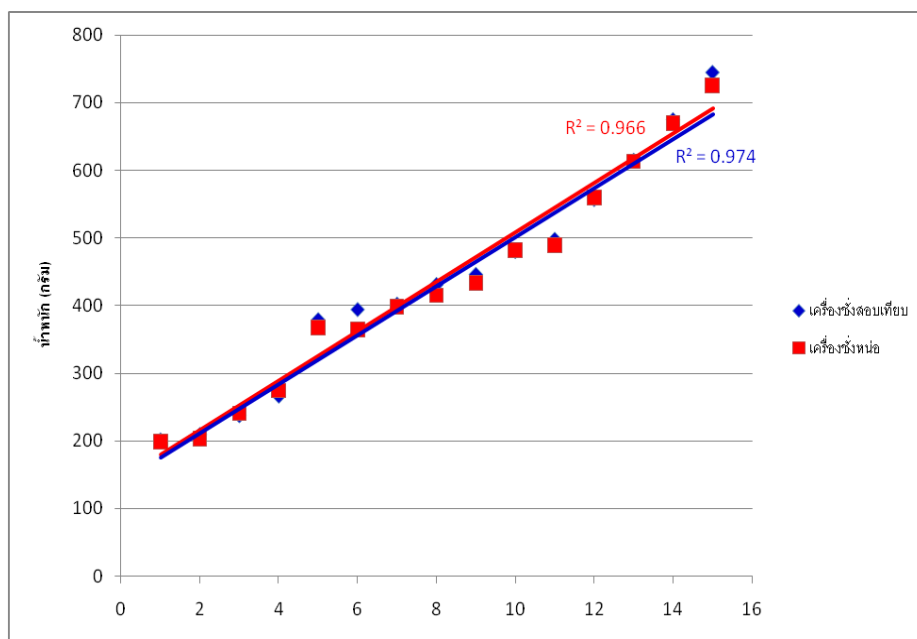
รูปที่ 15 การปรับแก้ระบบการลำเลียง



รูปที่ 16 อุปกรณ์และเครื่องวัดในการสร้างเครื่อง (ก) หัวอ่านสัญญาณ (ข) กล่องรวมสัญญาณ (ค) แผงวงจร Delay ในการจ่ายไฟฟ้า (ง) Load cell ในการชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 17 การสอบเทียบเครื่องชั่งกับเครื่องชั่งขนาดเล็กที่พิกัดสูงสุด 2 กิโลกรัม ความละเอียด 0.1 กรัม ในสภาวะหยุดนิ่ง



รูปที่ 18 ผลการสอบเทียบเครื่องชั่งกับเครื่องชั่งขนาดเล็กที่พิกัดสูงสุด 2 กิโลกรัม ความละเอียด 0.1 กรัม กับเครื่องชั่งหน่อสับปะรดในสภาวะหยุดนิ่ง

ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเกษตรกรจะนิยมใช้หน่อใหญ่ปลูกร่วมกับหน่อขนาดกลางเพราะฉะนั้นการทดสอบ จะทำการคัดขนาดหน่อที่มีขนาดเล็กออกอย่างเดียว

การทำงานและสมรรถนะของเครื่องคัดหน่อในการออกแบบจะขึ้นอยู่กับระบบลำเลียงและระบบการชั่ง ซึ่งจากการออกแบบความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลต่อการลำเลียงมีค่า 3.79 เมตรต่อ นาทิ หรือความเร็วรอบ 24.16 รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นสายพานเครื่องชั่งมีค่า 5.67 เมตรต่อนาที หรือ ความเร็วรอบ 36.25 รอบต่อนาที ซึ่งจะสามารถคัดหน่อได้ 853 หน่อต่อชั่วโมง จากการทดสอบจำนวน 100 หน่อ จำนวน 4 ซ้ำ ที่ขนาดแตกต่างกัน ภายใต้เงื่อนไขถ้าต่ำกว่า 500 กรัม ให้ทำการคัดออก พบว่าเมื่อทำการเดิน

เครื่องจักรจะส่งผลต่อ Load cell ทำให้น้ำหนักที่ชั่ง +25 กรัม และ - 30 กรัม เมื่อเทียบกับสภาวะหยุดนิ่ง ซึ่งทำให้ปรับความละเอียดของหัวอ่านเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง



รูปที่ 19 ลักษณะการทำงานของเครื่องตัดหน่อสับปะรด

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการตัดแยกหน่อสับปะรด

จำนวน ซ้ำ	จำนวนหน่อ	จำนวนหน่อที่ตัดได้(หน่อ)		ร้อยละหน่อที่ตัดได้		จำนวนหน่อที่ตัดถูก (หน่อ)
		หน่อเล็ก ¹	หน่อปกติ	หน่อเล็ก ¹	หน่อปกติ	
1	100	45	55	45	55	80
2	100	25	75	25	75	87
3	100	15	85	15	85	84
4	100	5	95	5	95	89

หมายเหตุ: หน่อเล็กมีขนาดน้อยกว่า 500 กรัม

จากตารางที่ 5 พบว่า ในการทดสอบจำนวนหน่อทั้งหมด 400 หน่อ มีจำนวนหน่อที่ตัดถูกต้องจำนวน 364 หน่อ ความแม่นยำเฉลี่ย 85% ซึ่งจากการผิดพลาดจากกระบวนการเนื่องจากการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงพิกัดในการวัด เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องจักรมีน้ำหนักมากจำเป็นต้องใช้ load cell ที่มีการรับน้ำหนักมากเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเครื่องจักรและค่าที่ต้องการวัดค่าอยู่ในช่วง 0-900 กรัม ทำให้ความละเอียดลดน้อยลง และเนื่องจากหัวอ่านมีขีดจำกัดในการอ่านเนื่องจากหัวอ่านรุ่นที่ใช้จะสามารถอ่านได้ละเอียดน้อยกว่าหัวอ่านที่มีสมรรถนะสูงเช่นของยุโรป ซึ่งมีราคาสูงมาก

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดหน่อสับปะรด

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดหน่อสับปะรด เนื่องจากรายได้ส่วนหนึ่งจากการเพาะปลูก สับปะรดจะได้มาจากการขายหน่อพันธุ์ ซึ่งจะคิดราคาหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกร คือ 1-2 บาท ต่อหน่อ ซึ่งมีการกำหนดสมมุติฐานในการแตกหน่อ คือ ในแต่ละปี สับปะรดจะแตกหน่อออกมา 2 หน่อ คือ หน่อข้างหรือหน่ออากาศ และหน่อดิน โดยการขายหน่อจะเก็บหน่อข้างขาย และหน่อดินจะเก็บไว้เพาะปลูกในปีต่อไป ทั้งนี้การคัดหน่อจะส่งผลต่อความเชื่อมั่นของลูกค้าในการซื้อพันธุ์นำไปปลูกต่อไป ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลในการตัดสินใจในการลงทุน เพื่อจ้างหรือซื้อเครื่องจักรในการลงทุนเพื่อเพิ่มผลผลิตและความเชื่อมั่น โดยการวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 6 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 0.85 บาทต่อหน่อ

ที่มา: ประรณณา และ สุรเชษฐ์. มมป

การคำนวณชั่วโมงการทำงานต่อปีของเครื่องจักรของเครื่องคัดหน่อสับปะรด

การผลิตหน่อจะเริ่มต้นจากการปลูกซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกแถวคู่ ระยะปลูก 30 x 30 x (80-90) เซนติเมตร ปลูกได้ประมาณ 7,500 - 8,500 ต้นต่อไร่ เฉลี่ย 8,000 ต้นต่อไร่ ซึ่งราคาหน่อสับปะรดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 1.5-2 บาท ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการเก็บหน่อ 12,000 - 16,000 บาทต่อไร่ ถ้าพิจารณาผลต่างของราคาหน่อที่สมบูรณ์ 0.5 บาทต่อหน่อ ถ้าสมรรถนะเครื่องคัดหน่อ 853 หน่อต่อชั่วโมง หรือ 6,824 หน่อต่อวัน ซึ่งการปลูกสับปะรดสามารถปลูกได้ทั้งปี ซึ่งรายได้จากส่วนต่างของการคัดหน่อมีค่า 3,412 บาทต่อวัน ยังไม่หักค่าใช้จ่าย เพราะฉะนั้นจากการวิเคราะห์ชั่วโมงการทำงานต่อปี สำหรับการคัดหน่อ

จะขึ้นอยู่พื้นที่เพาะปลูก ซึ่งอัตราของวันที่สามารถทำงานได้ในแต่ละวันร้อยละ 70 และชั่วโมงการทำงานต่อวัน 8 ชั่วโมงต่อวัน

$$\text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี} = 300 \text{ วัน/ปี} \times 0.7 \times 8 = 1680 \text{ ชั่วโมงต่อปี}$$

ต้นทุนในการทำงานของเครื่องตัดหน่อสับประรด

ต้นทุนคงที่

ได้แก่ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องจักรกลเกษตรไม่ว่าเครื่องจะทำงานหรือไม่ทำงาน ก็มีค่าใช้จ่ายนี้เกิดขึ้นตลอดทั้งปี ซึ่งประกอบด้วย

- 1.) ค่าเสื่อมราคา
- 2) ค่าดอกเบี้ย
- 3) ค่าประกัน
- 4) ค่าโรงเก็บรักษา
- 5) ค่าซ่อมแซม ดูแล รักษา

ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปรคือค่าใช้จ่ายเมื่อเครื่องจักรทำงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าซ่อมแซมสึกหรอของเครื่องมือและค่าใช้จ่ายต้นกำลัง โดยสามารถคำนวณดังสมการที่ (1)

$$\text{Variable Cost} = \frac{A}{E} \times [(R \& M) + L + O + F + T] \dots\dots\dots(1)$$

A=จำนวนหน่อที่ตัดได้ใน 1 ชั่วโมง (ต่อพื้นที่หน่อ)

E=ประสิทธิภาพการทำงาน (ร้อยละ)

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

L=ค่าจ้างแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง)

O= น้ำมันหล่อลื่น (บาทต่อชั่วโมง)

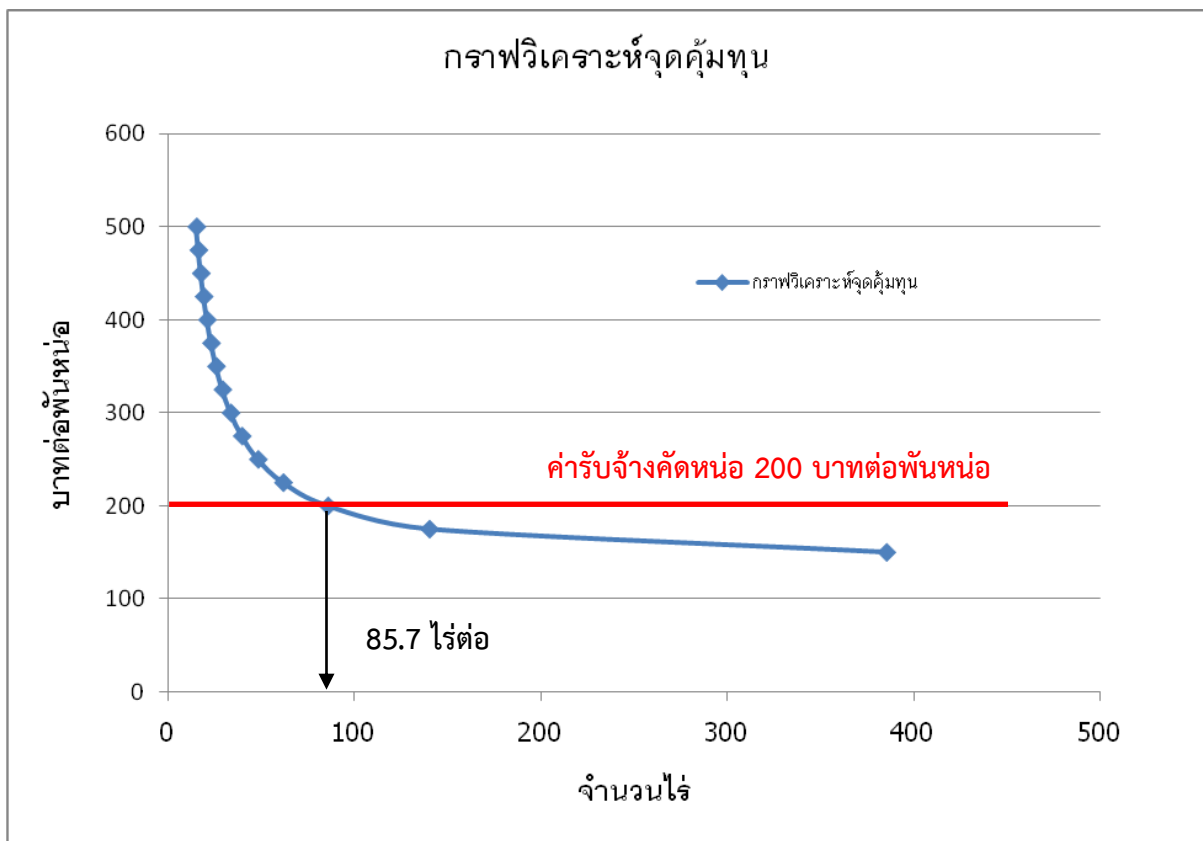
F= ค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์เครื่องคัตหน่อสับปะรด

อัตราดอกเบี้ย (ร้อยละ)	7.00
ค่าประกัน (ร้อยละ)	0.5
ภาษี (ร้อยละ)	0.5
Housing rate (ร้อยละ)	1.0
ค่าซ่อมแซม ดูแล รักษา (ร้อยละ 3)	3.0
อัตราค่าจ้างแรงงาน (บาท/วัน/คน)	400
ราคาไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	30
ชั่วโมงการทำงานต่อปี	1,680
ราคาซื้อ (บาท)	250,000
ราคาค่าซาก (บาท)	25,000
จำนวนปีที่ใช้ (ปี)	10
สมรรถนะการทำงาน (หน่อต่อชั่วโมง)	853
ประสิทธิภาพการใช้งาน	0.7
R&M (บาทต่อชั่วโมง) ร้อยละ 3 ของราคาซื้อ	4.46
ค่าจ้างแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง)	37.5
อัตราค่าไฟฟ้า (บาทต่อชั่วโมง)	12.5
ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาทต่อชั่วโมง) ที่ร้อยละ 5 ของพลังงาน	0.625

ตารางที่ 7 รายละเอียด ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร ค่าจ้างเครื่องจักร และ จุดคุ้มทุน

1) ต้นทุนคงที่	บาทต่อปี	บาทต่อชั่วโมง
ค่าเสื่อมราคา	22,500	13.39
ค่าดอกเบี้ย	9,625	5.73
ค่าประกัน	687.5	0.41
ค่าภาษี	1250	0.74
ค่าโรงเก็บ	2,500	1.49
ค่าบำรุงรักษา	7,500	4.46
รวมต้นทุนคงที่	44,062.5	26.22
	บาทต่อชั่วโมง	บาทต่อพื้นที่
2) ต้นทุนผันแปร	78.69	91.82
3) ค่ารับจ้างคัดหน่อ (บาทต่อพื้นที่)		200
4) จุดคุ้มทุน (พื้นที่ต่อปี)	85.7 ไร่ต่อปี	685,600 หน่อต่อปี



รูปที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างราคาตัดหน่อกับจำนวนพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวหน่อเพื่อขายกับการลงทุนเครื่องคัดหน่อราคา 250,000 บาท

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า การกำหนดเพื่อรับจ้างของกลุ่มเกษตรกรยังประสบปัญหาเนื่องจากเกษตรกรยังขาดความเข้าใจในการคัดเลือกหน่อที่เหมาะสม โดยหน่อที่เกษตรกรคัดและเก็บไว้ปลูกเองจะมีขนาดได้ตามพิกัดที่แนะนำ โดยหน่อที่มีขายเพื่อนำไปเพราะปลูกหรือการรับจ้างปลูกพบว่าจะเป็นหน่อที่มีขนาดเล็ก ซึ่งจะส่งผลต่ออายุการเก็บเกี่ยว เครื่องตัดหน่อสับประรดที่ใช้หลักการเครื่องซังสายพานที่พัฒนาขึ้น สามารถตั้งค่าการตัดได้โดยง่ายโดยเลือกตั้งค่าจากเครื่องซัง โดยสมรรถนะการตัดด้วยเครื่องมือค่า 853 หน่อต่อชั่วโมง ความเร็วเชิงเส้นของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมและไม่ส่งผลต่อการลำเลียงมีค่า 3.79 เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ 24.16 รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นสายพานเครื่องซังมีค่า 5.67 เมตรต่อนาที หรือความเร็วรอบ 36.25 รอบต่อนาที ค่าความแม่นยำ 85 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องตัดหน่อสับประรด เนื่องจากรายได้ส่วนหนึ่งจากการเพาะปลูกสับประรดจะได้มาจากการขายหน่อพันธุ์ ซึ่งจะคิดราคาหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกร คือ 1-2 บาทต่อหน่อ ซึ่งสับประรดจะแตกหน่อออกมา 2 หน่อ คือ หน่อข้างหรือหน่ออากาศ และหน่อดิน โดยการขายหน่อจะเก็บหน่อข้างขาย ถ้าราคาค่าตัดหน่อ 200 บาทต่อพันหน่อ ที่ราคาเครื่อง 250,000 บาท จะมีต้นทุนคงที่รวมกับต้นทุนแปรผัน 135.7 บาทต่อพันหน่อ ซึ่งจะทำให้การตัดหน่อ 85.7 ไร่ ก็จะได้จุดคุ้มทุน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ต้นแบบเครื่องตัดหน่อสับประรดซึ่งเป็นสามารถเป็นต้นแบบให้กับหน่วยงานราชการ เอกชน รวมถึงเกษตรกรผู้สนใจต่อไป

11. เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2554. สับประรดและผลิตภัณฑ์สับประรด. สืบค้นจาก: <http://www.dft.go.th> [พ.ศ. 2553].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร: สับประรด. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?id=13577 [พ.ศ. 2553].

คັນสนีย์ เกษตรสินสมบัติ. 2554. ความเป็นไปได้ในการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์สับประรด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมส่งเสริมการเกษตร. ม.ป.บ. สับประรด. กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้นจาก: <http://www.doae.go.th/library/html/putsetakit/saparod.pdf>. [พ.ศ. 2553].

ปรารณา ปรารณานดี และสุรเชษฐ์ ลิ้มป์กาญจนวัฒน์. ม.ป.บ. การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับประรดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 143-155.