

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่นแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน ไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัดว่ามีการแพร่เข้ามาสู่ประเทศไทยในสมัยใด ได้มีผู้สันนิษฐานว่าชาวจีนอพยพเป็นผู้นำเข้ามาในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ (อาวูธ, 2523) ปัจจุบันถั่วเหลืองจัดเป็นพืชน้ำมัน และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศแต่ปริมาณการผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ ซึ่งรัฐบาลได้มีนโยบายต่างๆ เพื่อที่จะเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองภายในประเทศ สำหรับกระบวนการผลิตถั่วเหลืองตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์และปลูกจนผลผลิตออกสู่ตลาดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลาดำเนินการมาก เนื่องจากขั้นตอนดังกล่าวต้องใช้แรงงานคนในการจัดการ ซึ่งในปัจจุบันปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวได้มีความรุนแรง รวมทั้งปัญหาเรื่องค่าแรงงานที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับวิธีการแก้ปัญหาได้มีการนำเครื่องจักรกลสำหรับเก็บเกี่ยวมาใช้แต่ยังคงมีข้อจำกัดสำหรับการใช้เครื่องเก็บเกี่ยว เช่นปัญหาวัชพืชที่ขึ้นในแปลงปลูกซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเก็บเกี่ยว , ข้อจำกัดในด้านสภาพพื้นที่เก็บเกี่ยวโดยหากดินในแปลงมีลักษณะเป็นโคลนในกรณีที่เกิดฝนตกในช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยว จะทำให้เครื่องเก็บเกี่ยวประสบปัญหาด้านการทำงาน รวมทั้งการเก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ของผลผลิตที่ไม่เหมาะสมก็เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียของเมล็ดทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพอุปสรรคเหล่านี้ทำให้เครื่องเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง (Stickney et al ., 1985) อนุชิต (2539) ได้ศึกษาความเห็นของเกษตรกรในจังหวัด อุดรดิตถ์ สุโขทัย เพชรบูรณ์ และขอนแก่น พบว่า 90.3 เปอร์เซ็นต์ มีความสนใจที่จะจ้างเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีเพียง 4.4 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่สนใจ และ 5.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่แน่ใจหรือไม่มีความคิดเห็น แต่ทั้งนี้เกษตรกรมีเงื่อนไขการยอมรับ คือต้องไม่ทำให้เกิดความสูญเสีย และความเสียหายกับผลผลิตมากกว่าที่เกษตรกรยอมรับได้ อัตราค่าจ้างต้องไม่แพงกว่าวิธีการแบบเดิม สามารถทำงานได้เร็ว มีความคล่องตัวในการทำงานสูง ไม่ยุ่งยากในการขนย้าย และการปฏิบัติ โดยเฉพาะสามารถเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักแรกจากพื้นดินได้มากที่สุด

1. พันธุ์ถั่วเหลืองมาตรฐานที่นิยมปลูกในภาคเหนือ

เนื่องจากถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตอบอุ่นการนำถั่วเหลืองเข้ามาปลูกในประเทศไทย ซึ่งเป็นเขตร้อนมีอุณหภูมิและความชื้นสูงสภาวะดังกล่าวเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของโรค และแมลง จึงได้มีการปรับปรุงพันธุ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในประเทศไทยในแต่ละท้องถิ่น และฤดูกาลเพาะปลูก สำหรับพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงจนได้เป็นพันธุ์มาตรฐานและมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกโดยเฉพาะพันธุ์ที่นิยมปลูกในเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งมีลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์ สจ. 5 ลำต้นสีม่วง ใบสีเขียวเข้มค่อนข้างหนา ขนที่ใบ ฝักและลำต้น สีน้ำตาลอ่อน ความสูงลำต้นประมาณ 57 เซนติเมตร เมล็ดกลมสีเหลืองขนาดโต ตาสีน้ำตาลอ่อนจางๆ เหมาะสำหรับปลูกในฤดูฝน ฝักเมื่อแก่และแห้งไม่แตกง่าย อายุการเก็บเกี่ยว 92 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 236 กิโลกรัมต่อไร่ ต้านทานต่อโรคราสนิม โรคใบไหม้ และโรคใบด่างดีพอสมควร เมล็ดมีน้ำมันและโปรตีนประมาณ 18.74 และ 41.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530)

2. พันธุ์เชียงใหม่ 60 ใบมีลักษณะกว้างหนา ขนที่ปกคลุมลำต้น ใบและฝักมีสีน้ำตาล ความสูงลำต้นเฉลี่ย 61 เซนติเมตร ดอกสีขาว ลักษณะเมล็ดกลมสีเหลือง ตาสีน้ำตาล ฝักเมื่อแก่จัดสีน้ำตาลเข้มไม่ค่อยแตกง่าย เหมาะสำหรับปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้ง อายุการเก็บเกี่ยว 97 วัน ผลผลิต 236-252 กิโลกรัมต่อไร่ ทนทานต่อโรคแอนแทรกคโนส และโรคราน้ำค้าง เมล็ดมีน้ำมันและโปรตีนประมาณ 20 และ 43.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530)

2. ฤดูกาลเพาะปลูกถั่วเหลือง และหลักการพิจารณาระยะการสุกแก่ของผลผลิตถั่วเหลือง

2.1 การปลูกถั่วเหลือง

การปลูกถั่วเหลืองของประเทศไทยแบ่งตามฤดูปลูกได้ 3 ฤดู คือ ต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และฤดูแล้ง ซึ่งเกษตรกรในท้องถิ่นต่างๆนิยมปลูกแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาลดังนี้

1. ต้นฤดูฝน การปลูกจะเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงเดือน มิถุนายน และจะเก็บเกี่ยวประมาณปลายเดือน กันยายน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530)

2. ปลายฤดูฝน การปลูกจะเริ่มประมาณปลายเดือน กรกฎาคม ถึงต้นเดือน สิงหาคม และจะเก็บเกี่ยวประมาณปลายเดือน ตุลาคม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2530)

3. ฤดูแล้ง เป็นการปลูกถั่วเหลืองในเขตชลประทาน และปลูกในนาภายหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จ โดยจะปลูกในช่วงวันที่ 15 ธันวาคม ถึงวันที่ 15 มกราคม เพราะเป็นช่วงระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมและให้ผลผลิตสูงสุดเก็บเกี่ยวเอาประมาณเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน ส่วนมากปลูกในเขตที่มีชลประทานในแถบภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2530 ; ทรงเขาว์ , 2531)

2.2 หลักการพิจารณาระยะการสุกแก่ของผลผลิตถั่วเหลือง

หลักพิจารณาการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง โดยธรรมชาติลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจะสุกแก่เกือบพร้อมๆกันทำให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวเพื่อเอาเมล็ด (Piper and Morse, 1943) การเก็บเกี่ยวที่ล่าช้าจะเกิดการแตกของฝักทำให้เมล็ดร่วงหล่นเป็นการสูญเสียผลผลิตเชิงปริมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และฤดูเก็บเกี่ยว ดังนั้นสภาพของถั่วเหลืองที่เหมาะสมแก่การเก็บเกี่ยวมีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. อายุการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.1 สจ.2 สจ.4 สจ.5 และพันธุ์ เชียงใหม่ 60 มีอายุการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 90 วัน ส่วนพันธุ์นครสวรรค์1 จะเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 77 วันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และความชื้นของดิน (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2530)

2. การร่วงของใบและสีของฝัก ถั่วเหลืองเมื่อใกล้แก่ใบจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองและร่วงหมดก่อนที่ฝักถั่วเหลืองจะแก่เต็มที่(Piper and Mores, 1943 ; Hinson and Hartwing, 1982) ฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือเทา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และลักษณะการแก่จะเริ่มจากบริเวณโคนต้นสู่ปลายยอดโดยทั่วไปจะเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อฝักแก่ 1 ใน 3 ของลำต้น หรือ บางครั้งอาจปล่อยให้แห้งและใบร่วงหมดในแปลง (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2530) จากการสำรวจในเขตจังหวัดเชียงใหม่ , เลย และขอนแก่น พบว่าโดยทั่วไปเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง เมื่อใบเหลืองมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (Chinsuwan *et al.* , 1990) โดยปกติเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเหลืองมีความชื้นอยู่ในช่วง 12-14 เปอร์เซ็นต์ (Mckie and Anderson , 1967)

3. การแบ่งขั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองตามหลักการของ Fehr and Caviness (1980) ได้แบ่งระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรก คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ระยะที่สอง คือ ระยะการสร้างผลผลิต ซึ่งระยะดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ระยะย่อยโดยการสุกแก่ของผลผลิตจะเริ่มที่ระยะ

R7 ซึ่งถือว่าเป็นระยะเริ่มสุกแก่ของผลผลิต เป็นระยะที่ต้นถั่วเหลืองมีฝักโตฝักหนึ่งบนลำต้นหลักเริ่มเป็นสีเหลือง และระยะ R8 ถือเป็นระยะที่ผลผลิตมีการสุกแก่เต็มที่ เป็นระยะที่ต้นถั่วเหลืองมี 95 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนฝักบนลำต้นเป็นสีน้ำตาล

3 วิธีการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง

3.1 การเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคน การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองของประเทศไทยจะใช้แรงงานคนโดยการใช้เคียวเกี่ยวที่โคนต้นแต่มีเกษตรกรในเขตจังหวัดเลยที่ใช้วิธีถอนซึ่งสามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ 0.30-0.47 ไร่ต่อคนต่อวัน (Chinsuwan *et al.* , 1990)

3.2 การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเก็บเกี่ยว สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองอย่างแพร่หลายแต่ได้มีการนำเข้าเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองจากประเทศญี่ปุ่น โดยในปี พ.ศ. 2533 สุรเวทย์และคณะ ได้ทำการทดสอบโดยการใช้เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีเมล็ดร่วงหล่นก่อนการเก็บเกี่ยว 0.29 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวม และยังพบว่าเกิดความสูญเสียเนื่องจากการทำงานของเครื่องเกี่ยว 18.79 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวม ในลักษณะเมล็ดร่วงหล่นแต่ไม่พบการสูญเสียในลักษณะฝักร่วงหล่นและฝักเหลืองติดค้างกับโคนต้น โดยสามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ 2.37 ไร่ต่อวัน ทั้งได้เสนอแนะให้มีการพัฒนาโดยให้มีจำนวนแถวที่เกี่ยวข้องได้มากกว่า 2 แถว เพื่อให้มีจุดคุ้มทุนเร็วยิ่งขึ้นแต่เครื่องนี้ยังไม่มีนำมาใช้ในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ยังมีเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองอีกหลายประเภทที่มีการใช้ในต่างประเทศ เช่น เครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลือง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีก 2 ชนิดใหญ่ๆ (Anonymous , 1978) คือ เครื่องเกี่ยวขนาดชนิดขับเคลื่อนด้วยตนเอง (self-propelled combine) และเครื่องเกี่ยวขนาดแบบลากจูง (pull type combine) สำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางราย รุ่น AR-120 L ซึ่งได้พัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวข้าวแบบวางราย รุ่น AR-120 ของบริษัทสยามคูโบต้า โดยมีการลดระยะความสูงของใบมีดให้สามารถตัดได้ต่ำสุดที่ระยะ 4 เซนติเมตร จากพื้นดิน ทำให้การตกค้างของฝักเนื่องจากมิได้ถูกตัดด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวมีปริมาณลดลง เพราะโดยทั่วไปฝักล่างสุดที่ติดอยู่บนต้นถั่วเหลืองจะมีความสูงจากพื้นดินประมาณ 8 - 15 เซนติเมตร เหตุที่ทำการศึกษเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองรุ่นดังกล่าว เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีมาตรฐานการผลิตที่ดี และเป็นที่ยอมรับใช้กันในหมู่เกษตรกร(กองเกษตรวิศวกรรม, 2539)

4. เครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางราย

เครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางรายที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นของบริษัท สยามคูโบต้า รุ่น AR-120 L (ภาพที่ 1) ซึ่งได้พัฒนาต่อเนืองมาจากเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวแบบวางรายรุ่น AR-120 โดยปรับระยะความสูงของใบมีดให้สามารถตัดได้ต่ำลง คือ สามารถตัดได้ระยะต่ำสุดที่ 4 เซนติเมตร จากพื้นดิน สำหรับความสูงของพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวได้อยู่ในช่วง 30 ถึง 120 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างจากรุ่น AR-120 ที่มีระยะตัดต่ำสุดที่ระดับ 10 เซนติเมตร จากพื้นดิน และความสูงของพืชที่สามารถตัดได้อยู่ในช่วง 60 ถึง 120 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 เครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางรายของ KUBOTA รุ่น AR-120 L

รายละเอียดตัวเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองแบบวางราย ของบริษัท สยามคูโบต้า รุ่น AR-120 L (กอง
เกษตรวิศวกรรม, 2539)

ขนาดตัวเครื่อง	ความยาว	2234 มิลลิเมตร
	ความกว้าง	1470 มิลลิเมตร
	ความสูง	1192 มิลลิเมตร
น้ำหนัก		130 กิโลกรัม
ความสามารถในการทำงาน		1.5 ถึง 2.1 ไร่ต่อชั่วโมง
ความสูงของพีชที่เกี่ยวได้		30 ถึง 120 เซนติเมตร
ความสามารถในการเก็บเกี่ยวพีชล้ม		ล้มไม่เกิน 60 องศา จากแนวตั้ง
การลำเลียงพีชออกจากเครื่องเกี่ยว		ออกทางด้านขวา (มองจากผู้ขับ)
เครื่องยนต์ ชนิด		เบนซิน 4 จังหวะ สูบเดี่ยว ระบายความร้อนด้วยอากาศ
	รุ่น	GS 130-2 CN-SKI
	แรงม้า (ต่อเนื่อง)	2.3 แรงม้า ที่ 1800 รอบต่อนาที
	แรงม้าสูงสุด	3.4 แรงม้า
	ปริมาตรกระบอกสูบ	130 cc.
	น้ำมันเชื้อเพลิง	เบนซินธรรมดา
	น้ำมันหล่อลื่น	0.6 ลิตร SAE30 (API SC SD หรือ SE)
	การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	0.75 ลิตร ต่อ ชั่วโมง (ทำงานปกติ)
	ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง	3.0 ลิตร
น้ำมันห้องเกียร์		1.1 ลิตร SAE 30 หรือ SAE 90
การบังคับ	คลัชระบบขับเคลื่อน	คลัชแบบบีบ (Dog Clutch)
	คลัชระบบเก็บเกี่ยว	คลัชแบบบีบ (Dog Clutch)
	ด้ามมือถือ	973 ถึง 1192 มิลลิเมตร
หัวเกี่ยว	ชนิดของใบมีด	Reciprocating Knife
	ระยะสูงของการเกี่ยว	4 ถึง 35 เซนติเมตร
	ระยะกว้างของการเกี่ยว	120 เซนติเมตร
กลไกลำเลียงพีช	ส่วนบน	โซ่ลำเลียงและจานจักรพลาสติก
	ส่วนล่าง	โซ่ลำเลียง
ความเร็วเฉลี่ย		62.5 เมตรต่อนาที

5. การสูญเสียของผลผลิตถั่วเหลืองจากการเก็บเกี่ยว

การสูญเสียผลผลิตเนื่องจากการเก็บเกี่ยวนับเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเฉลี่ยต่อไร่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึง ได้มีความพยายามที่จะนำเครื่องเก็บเกี่ยวจากต่างประเทศเข้ามา เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตถั่วเหลืองให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ จารุวัฒน์ (2533) ได้ทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแบบวางรายของประเทศญี่ปุ่นเพื่อพัฒนาให้ใช้ใน ประเทศไทย โดยได้ทดสอบกับถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ เชียงใหม่ 60 , สจ.5 , สข.1 และ OCB ในแปลงทดลองที่จัดทำขึ้นปรากฏว่า อัตราการร่วงหล่นของเมล็ดต่ำมาก คือไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตถั่วเหลืองทุกพันธุ์ที่ทดสอบ แต่เมื่อนำเครื่องดังกล่าวไปทดสอบเก็บเกี่ยวในแปลง เกษตรกรซึ่งปลูกถั่วเหลืองในช่วงปลายฤดูฝนเขตจังหวัด ลพบุรี พบว่ามีการร่วงหล่นของเมล็ดเพิ่มขึ้น เป็น 9.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีขีดความสามารถในการทำงาน 0.5 ไร่/ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่ามีปัจจัย ที่เกี่ยวข้องหลายอย่างที่มีผลต่อการสูญเสียของผลผลิต หรือ เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของเครื่อง เก็บเกี่ยว เช่น ปัญหาด้านวัชพืชในแปลง , การทำงานของตัวเครื่องเก็บเกี่ยวแบบวางรายที่มีผล ต่อการสูญเสียของผลผลิต เช่น อัตราเร็วของชุดลำเลียงพืชเข้าสู่ใบมีด , อัตราเร็วของชุดลำเรียงต้น พืชที่ถูกตัดเพื่อวางบนพื้น , ความกว้างของชุดตัด , ความสูงของใบมีดจากพื้นดิน และแรงสั่น สะเทือนที่เกิดขึ้นระหว่างการตัด (Ling , 1985) ปัจจัยที่ถือว่ามีความสำคัญในขณะเก็บเกี่ยวอีก ปัจจัยหนึ่งก็คือระยะเวลาเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวแบบวางราย ซึ่ง ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ได้ หลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินระยะเวลาใน การเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง นอกจากการใช้อายุหลังวันออกดอกบานเต็มที่ เป็นเกณฑ์ ยังคงใช้ลักษณะ ทางลำต้นและฝักที่ติดอยู่บนต้นถั่วเหลืองเข้าร่วมพิจารณาด้วย (อาวุธ , 2523) ซึ่งระยะเวลาสุกแก่ เต็มที่ของฝักถั่วเหลือง หรือ ระยะ (R8) ฝักถั่วเหลือง 95 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนฝักทั้งหมดที่อยู่บน ลำต้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Fehr et al., 1971) ทรงเชาว์ และคณะ (2530) รายงานว่าผลของ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในสภาพหลังนา โดยทำการศึกษากับถั่วเหลืองจำนวน 5 พันธุ์ คือ สจ.1 , สจ.2 , สจ.4 , สจ.5 และ OCB ซึ่งมีช่วง ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 8 ระยะ คือ ระยะที่ 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 และ 12 สัปดาห์ หลังจากระยะที่ ถั่วเหลืองออกดอกเต็มที่ ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.1 , สจ.2 , สจ.4 และ สจ.5 คือที่ระยะ 8 สัปดาห์ หลังจากระยะออกดอกเต็มที่ (หรืออายุ ประมาณ 98 วันหลังออก) ซึ่งจะอยู่ในช่วงระยะ การพัฒนา R8 ขณะที่พันธุ์ OCB นั้นมีระยะเวลา เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอยู่ที่ ระยะ 6 - 7 สัปดาห์หลังจากระยะออกดอกเต็มที่ (หรืออายุประมาณ 77-

84 วันหลังงอก) ซึ่งจะอยู่ในช่วงระยะ การพัฒนา R7 - R8 แต่ถ้าหากมีการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองทุก พันธุ์ก่อนระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม จะทำให้ได้จำนวนฝักที่สมบูรณ์ และน้ำหนักของเมล็ดลดลง ทั้งนี้เพราะว่า ถั่วเหลืองยังมีการพัฒนาไม่ถึงจุดสุกแก่ทางสรีระวิทยา จึงมีปริมาณฝักอ่อน (Immature pod) ที่สูง และมีเมล็ดที่ยังสะสมน้ำหนักแห้งได้ไม่เต็มที่รวมทั้ง เมล็ดยังมีความชื้นสูง มาก ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงานในการลดความชื้นเมล็ดลงให้เหลืออยู่ในระดับมาตรฐาน สำหรับกรณีที่เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองหลังจากระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมแล้วจะมีผลทำให้จำนวนฝักดี ต่อต้นถั่วเหลืองลดลงการลดลงของจำนวนฝักดีดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากการแตกของฝักคาตัน และปริมาณการแตกของฝักถั่วเหลืองจะเพิ่มมากขึ้นถ้าการเก็บเกี่ยวมีการล่าช้าออกไปอีก และ จากผลของการศึกษาเรื่องช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องเก็บเกี่ยว แบบ Combine พบว่าการสูญเสียของผลผลิตในช่วงขั้นตอนการเก็บเกี่ยวไม่รวมขั้นตอนการนวด เมล็ด โดยวัดปริมาณเมล็ดที่ตกค้างอยู่ภายในแปลง พบว่าจะมีช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บ เกี่ยวเป็นระยะเวลา 2.57 วันถือว่าเป็นช่วงที่สั้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับกรเก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน คน รวมทั้งถ้ามีการเก็บเกี่ยวหลังจากช่วงระยะเวลาดังกล่าวจะมีอัตรามูลค่าการสูญเสียเท่ากับ 0.736 ดอลลาร์/เอเคอร์/วัน (Chancellor and Cervinka , 1975) รวมทั้ง อนุชิต (2539) ได้ศึกษา การสูญเสียของผลผลิตก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง พบว่า ความสูญเสียของผลผลิตถั่วเหลืองก่อนการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.06-1.28 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ของผลผลิตเฉลี่ย ในลักษณะของเมล็ดร่วงหล่น ฝักร่วงหล่น และต้นหักล้ม โดยพบมากในแปลง ทดลองที่ถั่วมีความชื้นต่ำ และมีวัชพืชในแปลงน้อย สำหรับการสูญเสียในลักษณะต้นหักล้มบาง ส่วนเนื่องจากถูกปลวกทำลาย ส่วนความสูญเสียเนื่องจากการเกี่ยวพบอยู่ในช่วง 1.31-5.56 เปอร์เซ็นต์ ในลักษณะเมล็ดและฝักร่วงหล่นมากที่สุดอยู่ในช่วง 0.26-3.41 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้ แก่ การสูญเสียในลักษณะฝักติดค้างที่โคนต้นอันเนื่องมาจากการเกี่ยวสูง ฝักบนต้นถูกเกี่ยวแต่ไม่ ถูกรวบรวมเข้าสู่ห้องนวด และจากต้นที่ไม่ถูกเก็บเกี่ยวโดยพบอยู่ในช่วง 0.12-3.08 , 0-0.06 และ 0-2.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้ยกเว้นในแปลงทดสอบที่มีถั่วเหลืองความชื้นสูงและมีวัชพืชใน แปลงน้อยจะมีความสูญเสียเนื่องจากต้นที่ไม่ถูกเกี่ยวมาก โดยพบว่าอาจเนื่องมาจากการทับกัน ของแถวบางส่วนจากขั้นตอนการปลูก ทำให้ยากต่อการควบคุมการเกี่ยวให้ตรงแถว ส่วนในแปลง ทดสอบที่ถั่วเหลืองมีความชื้นสูงและมีปริมาณวัชพืชในแปลงมาก พบว่าจะมีความสูญเสียใน ลักษณะฝักติดค้างที่โคนต้นจำนวนมากเนื่องจากเป็นแปลงที่มีสภาพถั่วเหลืองไม่สมบูรณ์ พื้นที่มี ความลาดเอียงมากกว่าแปลงทดลองอื่นหน้าดินถูกน้ำกัดเซาะเป็นร่องลึกทำให้ยากต่อการควบคุม

ระดับความสูงของหัวเกี่ยวและไม่สามารถเก็บเกี่ยวฝักถั่วเหลืองในส่วนที่อยู่ในร่องได้จึงเป็นสาเหตุให้มีฝักเหลือติดค้างที่โคนต้นมากกว่าในแปลงทดสอบอื่น

6. ปัจจัยที่มีผลกระทบทำให้เกิดการสูญเสียของผลผลิตขณะทำการเก็บเกี่ยว

1. พันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยว มีผลทำให้เกิดการสูญเสียในลักษณะการร่วงหล่น ในแต่ละพันธุ์เมื่อแก่จะมีความยากง่ายในการร่วงหล่นของเมล็ดต่างกัน ส่วนอายุการเก็บเกี่ยวหากไม่เก็บเกี่ยวตามอายุที่เหมาะสมปล่อยให้แก่และสุกงอมเกินไป จะทำให้เกิดการสูญเสียเนื่องจากการร่วงหล่นมากขึ้น (Anonymous, 1978 ; Hinson and Hartwig, 1982)

2. ความสูงของฝักแรกจากพื้นดิน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความสูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดซึ่งโดยทั่วไปสามารถเกี่ยวได้ต่ำสุดเหนือพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร (Hinson and Hartwig, 1982) จึงทำให้เกิดความสูญเสียผลผลิตถั่วเหลืองในลักษณะฝักติดค้างอยู่ที่บริเวณโคนต้น และจะเกิดความสูญเสียมากขึ้นหากพื้นที่เก็บเกี่ยวไม่สม่ำเสมอ

3. วัชพืชในแปลงปลูก วัชพืชในแปลงจะมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยว ถั่วเหลืองโดยเฉพาะในแปลงที่มีปริมาณวัชพืชนาน้ำหนัก กล่าวคือเครื่องเกี่ยวจะทำงานได้ช้าลงและยังยากต่อการควบคุมการเกี่ยว(อนุชิต, 2539)

4. ความชื้นถั่วเหลือง มีผลกระทบต่อการสูญเสียในขั้นตอนการเกี่ยว โดยหากถั่วเหลืองมีความชื้นต่ำจะมีการสูญเสียในลักษณะการแตกของฝักและเมล็ดร่วงหล่นมากแต่ถ้าถั่วเหลืองที่ความชื้นสูงเกินไปจะเป็นภาระในการลดความชื้นก่อนการนำไปนวดหรือเก็บรักษา(อนุชิต, 2539)

5. การเอนล้มของต้นถั่วเหลือง โดยทั่วไปถั่วเหลืองเป็นพืชที่ลำต้นตั้งตรงมีเพียงบางพันธุ์ที่ลำต้นจะเลื้อยซึ่งปัจจุบันไม่นิยมปลูก การเอนล้มของต้นถั่วเหลืองจะทำให้เกิดความสูญเสียเมล็ดถั่วเหลืองปริมาณมากในขณะที่เกี่ยว เพราะต้นที่ล้มนั้นอาจจะไม่ถูกเกี่ยวและรวบรวมเมื่อเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยว(Anonymous, 1978)

6. ความผิดพลาดในการทำงานของเครื่องเกี่ยว เช่น การทำงานที่ผิดพลาดของชุดใบมีด ความเร็วล้อไถเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้มีการสูญเสียของผลผลิตขณะเกี่ยว (อนุชิต, 2539)

7. ความสูญเสียของผลผลิตที่ต้องประเมินเมื่อทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง

ในกรณีเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง การสูญเสียขณะเก็บเกี่ยวจะเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยว (Anonymous, 1978 ; สุวานิช และคณะ, 2536) ซึ่งความสูญเสียที่ต้องประเมินนี้เมื่อมีการทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ประกอบด้วย

1. การสูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นการสูญเสียที่เกิดขึ้นในแปลงก่อนที่จะทำการเก็บเกี่ยว อันเป็นผลเนื่องมาจากพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยวโดยจะมีการแตกของฝักทำให้เกิดการร่วงหล่นของเมล็ดถั่วเหลือง การร่วงหล่นของฝัก การล้มของต้นถั่วอันเนื่องมาจากลมและศัตรูรบกวนหรือจากสภาพของอากาศ ซึ่งความสูญเสียนี้ไม่ใช่ความสูญเสียอันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องเกี่ยว (Anonymous, 1978)

2. ความสูญเสียเนื่องมาจากการทำงานของหัวเกี่ยว (Cutting Losses or Head Losse) ซึ่งประกอบไปด้วย

ก) ความสูญเสียเนื่องจากการแตกของฝักและเมล็ดร่วงหล่น (Shattering Losses) เป็นการสูญเสียเนื่องจากฝักได้รับความกระทบกระเทือนจากการทำงานของล้อไถ และชุดใบมีด ความสูญเสียนี้จะเกิดมากขึ้นหากเก็บเกี่ยวในสภาพอากาศที่แห้ง ถั่วเหลืองแก่และแห้งจัด

ข) ความสูญเสียเนื่องจากฝักติดค้างที่โคนต้น (Stubble Losses) เป็นความสูญเสียเมล็ดถั่วเหลืองเนื่องจากการมีฝักเหลือติดค้างกับโคนต้นในบริเวณต่ำกว่ารอยตัดของใบมีดเครื่องเกี่ยว ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากข้อจำกัดของเครื่องเกี่ยวที่ไม่สามารถเกี่ยวได้ต่ำกว่าตำแหน่งของฝักแรก สภาพของพื้นที่เก็บเกี่ยวไม่สม่ำเสมอและฝักแรกของถั่วเหลืองอยู่ใกล้ผิวดินเกินไป ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความสูงในการเกี่ยวอัตโนมัติ (Anonymous, 1978; Jacobs and Harell, 1983)

ค) ความสูญเสียเนื่องจากต้นที่ถูกตัดแล้วแต่ตกค้างอยู่ในแปลง (Stalk Losses) เป็นความสูญเสียที่เกิดจากความเร็วล้อไถไม่สัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องเกี่ยว (อนุชิต, 2539)

ง) ความสูญเสียเนื่องจากการล้มของต้น (Lodged Losses) หมายถึงกรณีลำต้นถั่วเหลืองล้มเอนราบกับพื้นดินทำให้บางส่วนไม่ถูกตัดหรือไม่ถูกตัดทั้งต้น (อนุชิต, 2539)

8. การศึกษาความสามารถและประสิทธิภาพในการทำการเก็บเกี่ยว

ความสามารถในการทำงานแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือความสามารถในการทำงานจริง และความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ธัญญา , 2536)

8.1 ความสามารถในการทำงานจริง (Effective Field Capacity) ซึ่งคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{ความสามารถในการทำงานจริง} = \frac{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด (ไร่/ชั่วโมง)}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

เวลาที่ใช้ทั้งหมด หมายถึง เวลาทั้งหมดที่ทำการเก็บเกี่ยวภายในแปลง ซึ่งเป็นผลรวมของเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเก็บเกี่ยว กับ เวลาที่กระทำกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกิจกรรมการเก็บเกี่ยวภายในแปลง

8.2 ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (Theoretical Capacity) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

ก. กรณีเมื่อใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว (ไร่/ชั่วโมง)

$$\text{ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี} = \frac{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้เฉพาะในกิจกรรมการเก็บเกี่ยว}}$$

ข. กรณีเมื่อใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง (ไร่/ชั่วโมง)

$$\text{ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี} = \text{ความกว้างของชุดเก็บเกี่ยว} \times \text{ความเร็วในการเคลื่อนที่}$$

8.3 ประสิทธิภาพในการทำงาน (Field Efficiency) เป็นค่าเปรียบเทียบว่าความสามารถในการทำงานที่แท้จริง คิดเป็นกิโลเปอร์เซ็นต์ของค่าความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี คำนวณได้จากสมการ (ธัญญา , 2536)

$$\text{ประสิทธิภาพในการทำงาน} = \frac{\text{ความสามารถในการทำงานจริง}}{\text{ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี}} \times 100$$

9 การศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง

Kumar and Goss (1980) จากรายงานการศึกษาถึงต้นทุนรวมที่เหมาะสมต่อการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวแบบ Combine ในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์อัลฟาฟ่า (alfalfa seed) ซึ่งได้ใช้ต้นทุนรวม (total cost) เป็นดัชนีในการตัดสินใจที่เหมาะสม ในการนำเครื่องทุนแรงมาใช้ สำหรับต้นทุนรวมมีค่าเท่ากับผลรวมของ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร และมูลค่าของผลผลิตที่สูญเสียระหว่างการเก็บเกี่ยว

1. ต้นทุนคงที่ (Fixed costs) แบ่งออกเป็น ค่าเสื่อมราคา , ค่าโรงเก็บเครื่องจักร , อัตราดอกเบี้ย(ค่าเสียโอกาส)

2. ต้นทุนที่ใช้ในการจัดการ (Operating Costs) แบ่งออกได้เป็น ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าบำรุงรักษา ค่าน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งคิดเป็น 15% ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ไป

3. มูลค่าของผลผลิตที่สูญเสียในระหว่างการเก็บเกี่ยว หาได้จาก ราคาผลผลิตคูณด้วยปริมาณผลผลิตที่สูญเสีย

ซึ่งต้นทุนที่ได้จากการคำนวณหาในขั้นต้นจะนำไปคำนวณหา จุดคุ้มทุน (Breakeven Point) และระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) ที่จะใช้เป็นดัชนีในการตัดสินใจของเกษตรกรในการลงทุนซื้อเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองมาใช้