

บทที่ 1

ศึกษาสภาพการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยในประเทศไทย

Study of Sugarcane Harvester Used in Thailand

วิชัย โอปานุกุล	สันธาร นาควัฒนานุกุล	นายคทาวุธ จงสุขไว
Wichai Opanukul	Sunthan Nakwattananukul	Katawut jongsukwai
มงคล ตุ่นเฮ้า	บาลทิตย์ ทองแดง	दनัย สารทูลพิทักษ์
Mongkol Toonhaw	Bantit Tongdang	Danai Santoonpitak
	สุชาติ สุขนิยม	
	Suchat Sukniyom	

คำสำคัญ : อ้อย เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย

Key words : Sugarcane, Sugarcane Harvester

บทคัดย่อ

ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย ทำให้การนำเอาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยมาใช้แทนแรงงานคนมีมากขึ้น จากการทดสอบพบว่า เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยมีอัตราการทำงานประมาณ 10-36 ตัน/ชั่วโมง ประสิทธิภาพของเครื่องประมาณ 33-79 % การสูญเสีย 0.16-0.73 ตัน/ไร่ และสิ่งเจือปน 7.73-18.52 % การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนมีอัตราการทำงานประมาณ 1.4-6.0 ตัน/วัน การสูญเสีย 0.23-0.57 ตัน/ไร่ และสิ่งเจือปน 5.81-15.29 %

Abstract

Nowadays sugarcane in Thailand is still harvested by hand. However, the recent shortage of labor makes the use of sugarcane harvester to be an important alternative. The testing of sugarcane harvester shows that the machine has working capacity of 10-36 tons/h, field efficiency of 33-79%, cane loss in the field of 0.16-0.73 ton/rai and 7.73-18.52 % trash. For manual harvest, the labor has working capacity of 1.4-6.0 tons/day, cane loss in the field of 0.23-0.57 ton/rai and 5.81-15.29% trash.

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพบว่า พื้นที่เพาะปลูกในปี 2551 มีประมาณ 6.59 ล้านไร่ มูลค่าของผลผลิต 40,940 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) อ้อยเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตน้ำตาลและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ เช่นกากน้ำตาลสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำส้มสายชู ผงชูรส ซีอิ๊ว พลาสติก เป็นต้น ส่วนกากอ้อย ใช้ในอุตสาหกรรมเซลลูโลสชนิดบริสุทธิ์ ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผลิตภัณฑ์ และใช้เป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น สำหรับน้ำตาลนั้นประเทศไทยสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดโลกปีละกว่า 3 ล้านตัน นำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 30,000 ล้านบาท นอกจากการนำอ้อยไปผลิตเป็นน้ำตาลและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นแล้ว อ้อยยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเอทานอล ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตแก๊สโซฮอล์ ซึ่งสามารถใช้แทนน้ำมันเบนซินได้ ทำให้ประเทศสามารถลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงปีละหลายหมื่นล้านบาท แก้ปัญหาวิกฤตเรื่องราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งนับวันจะมีราคาที่สูงขึ้น ทำให้ความต้องการอ้อยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น

ปัญหาที่สำคัญของการผลิตอ้อยประการหนึ่งคือ ปัญหาในช่วงของการเก็บเกี่ยว เนื่องจากการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาล จะอยู่ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนเมษายน โดยที่โรงงานน้ำตาลแต่ละแห่งจะมีการหีบอ้อยในช่วงสั้นๆประมาณ 3-5 เดือนเท่านั้น การเก็บเกี่ยวอ้อยในพื้นที่หลายล้านไร่ ในช่วงเวลาไม่กี่เดือนจึงต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ทำให้การเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้แรงงานคนพบปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนแรงงาน และมีต้นทุนการเก็บเกี่ยวสูงขึ้นทุกปี จึงมีความ

พยายามที่จะนำเอาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยจากต่างประเทศเข้ามาใช้แทนแรงงานคน รวมถึงมีการวิจัยพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยหลายแบบหลายชนิดภายในประเทศเอง

อย่างไรก็ดี ถึงแม้จะมีการนำเอาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยจากต่างประเทศเข้ามาใช้แทนแรงงานคนหลายแบบหลายชนิด เป็นระยะเวลานานนับสิบปีแล้ว แต่การศึกษาวิเคราะห์ถึงความเหมาะสม ความคุ้มค่า รวมถึงอุปสรรคของการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแต่ละแบบแต่ละชนิด ยังขาดข้อมูลทางด้านนี้อยู่มาก จึงสมควรที่จะทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยที่มีใช้ในประเทศไทย เพื่อศึกษาและทดสอบถึงความเหมาะสมของการใช้เครื่องแต่ละชนิด ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นข้อมูลให้เกษตรกรเลือกซื้อเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพได้

การทบทวนวรรณกรรม

เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย

เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน สามารถจำแนกตามลักษณะการเก็บเกี่ยวได้เป็น 2 ชนิดคือ เครื่องเก็บเกี่ยวแบบตัดเป็นลำ (Wholestalk harvester) และเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นท่อน (Chopper harvester)

1. เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นลำ เป็นเครื่องตัดอ้อยที่ตัดอ้อยออกมาเป็นลำ อ้อยที่ถูกตัดแล้วจะถูกลำเลียงมาวางกองไว้ในแปลง เครื่องเก็บเกี่ยวแบบนี้โดยปกติจะใช้ร่วมกับเครื่องคีบอ้อย (Sugarcane loader) และรถบรรทุกเพื่อจะทำการขนส่งไปโรงงานน้ำตาลต่อไป บริษัทที่ทำการผลิตจำหน่ายเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบนี้ส่วนมากจะเป็นบริษัทของอเมริกา เช่น CAMECO, BROUSSARD, THOMPSON และมีบางบริษัทจากประเทศบราซิล ญี่ปุ่น เป็นต้น (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นลำที่ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

2. เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นท่อน เป็นเครื่องที่ทำการตัดโคนและยอดแล้วจึงทำการตัดลำอ้อยออกเป็นท่อนๆ สามารถตัดอ้อยได้ทั้งแบบอ้อยสดและอ้อยเผา อ้อยที่ตัดเป็นท่อนแล้ว จะถูกพ่นลงสู่รถบรรทุก และสามารถขนส่งสู่โรงงานน้ำตาลได้เลย บริษัทที่ทำการผลิตและจำหน่ายเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบนี้ได้แก่ AUSTOFT (ประเทศออสเตรเลีย) CAMECO (ประเทศสหรัฐอเมริกา) MESSEY FERGUSON (ประเทศออสเตรเลีย) รวมทั้งบริษัทจากประเทศญี่ปุ่น และจีน เป็นต้น เครื่องลักษณะนี้เป็นเครื่องที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทยในปัจจุบัน

การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยในประเทศไทย มีหลายหน่วยงานที่ดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน เครื่องที่พัฒนาโดยหน่วยงานภาครัฐส่วนใหญ่จะได้เพียงต้นแบบ แต่ยังไม่ปรากฏว่ามีการประยุกต์ใช้งานจริงอย่างแพร่หลาย และขาดการผลักดันให้เครื่องเข้าสู่การผลิตเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2531) ออกแบบชุดตัดอ้อยสำหรับรถไถเดินตาม และภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2545) ดำเนินการศึกษาและออกแบบเกี่ยวกับใบมีดตัดอ้อย ผลการวิจัยพบว่า ใบมีดที่ดีจะต้องมีจำนวนฟันมาก คมและแข็งแรงพอ

จักรและคณะ (2539) ออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบติดพ่วงรถแทรกเตอร์ โดยเครื่องมืออัตราการทำงานในการเก็บเกี่ยวอ้อยที่เผาใบแล้วเฉลี่ย 15.7 ต้นต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการทำงานโดยเฉลี่ยร้อยละ 63.71 ระบบการทำงานไม่ยุ่งยาก แต่ปัญหาในการใช้งานของเครื่องคือ ชุดเก็บลำเลียงอ้อยจะซ้อนอ้อยล้มขึ้นสู่สายพานลำเลียงไม่ได้ และถ้าอ้อยมีใบหนาตามปกติจะทำให้เกิดการขัดตัวของสายพานลำเลียงสู่ใบมีดตัดโคนอ้อย ใบมีดที่ใช้ตัดโคนอ้อยทำความเสียหายแก่ต่ออ้อย อีกทั้งการจัดโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง ทำให้เมื่อใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง โครงสร้างชุดสายพานลำเลียงจะเกิดการบิดตัวจากรูปทรงเดิม ทำให้ระบบติดขัดทำงานอย่างต่อเนื่องไม่ได้

พูลประเสริฐ (2543) ออกแบบพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยเผาแบบตัดเป็นลำ ใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 80 แรงม้า สามารถทำงานได้ 1.97 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพเชิงไร่ 51.61% ความสามารถเชิงน้ำหนัก 22.9 ต้น/ชั่วโมง มีสิ่งเจือปน 7.58%

เชษฐและสุจินต์ (2549) ออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบติดพ่วงรถไถเดินตาม และพบว่าต้นแบบสามารถใช้งานได้ดี โดยดำเนินการทดสอบในแปลงอ้อยทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่มหาสารคาม ซึ่งสภาพแปลงค่อนข้างดีและมีวัชพืชน้อย อย่างไรก็ตาม ยังไม่ได้ดำเนินการทดสอบกับแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกร ที่สภาพแปลงอาจขรุขระและมีวัชพืชมาก

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2550) ออกแบบพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นท่อน 2 ชนิดคือแบบล้อยางและล้อตีนตะขาบ ทั้ง 2 ชนิดใช้เครื่องยนต์ขนาด 177 แรงม้า อัตราการทำงานประมาณ 8.43-8.73 ต้น/ชั่วโมง มีการใช้น้ำมันประมาณ 1.21-1.25 ลิตร/ต้นอ้อย (ภาพที่ 1.2)

อรรถสิทธิ์และคณะ (2551) พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยชนิดตัดสดเป็นลำ ที่ประกอบด้วย รถแทรกเตอร์ขนาด 70 แรงม้า ทำหน้าที่เกาะยึดและเคลื่อนย้ายชุดเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย ส่วนชุดเก็บเกี่ยวอ้อยประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 180 แรงม้า ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังให้กับชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย เช่น ชุดใบมีดตัดโคนอ้อย ชุดลูกกลิ้งสายใบ ชุดลูกกลิ้งลำเลียงอ้อย เป็นต้น เครื่องชนิดนี้มีอัตราการทำงานวันละ 40-60 ต้น ราคาประมาณ 2 ล้านบาท (ภาพที่ 1.3)



ภาพที่ 1.2 เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นท่อนที่พัฒนา
โดยมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญทั้ง 2 คัน



ภาพที่ 1.3 เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดสด
เป็นลำที่พัฒนาโดยอรรถสิทธิ์

สำหรับการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยโดยเอกชน เช่น นายสุรสิทธิ์ สุวรรณรัตน์ พัฒนาเครื่องตัดอ้อยวางระบบ “พีรีร็อค” และ เครื่องตัดอ้อยอะเมซิ่งไทยแลนด์ ตั้งแต่ปี 2535 จนถึงปี 2541 มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนมีถึง 4 รุ่น (สุรสิทธิ์, 2552) โดยใช้ทุนส่วนตัวและบางส่วนได้รับการสนับสนุนจากบริษัทน้ำตาลมิตรผล อย่างไรก็ตามก็มีการซื้อเครื่องไปใช้งานโดยเกษตรกรทั่วไป ยังมีข้อมูลที่ไม่เด่นชัด

เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยทั้งที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและที่วิจัยในประเทศ ยังไม่เคยมีการศึกษาอย่างจริงจังว่า เครื่องมีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยที่มีใช้ในประเทศไทย เพื่อศึกษาวิเคราะห์ถึงปัญหาอุปสรรคต่างๆ ตลอดจนความเหมาะสมในการใช้งานในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ แล้วทำการเผยแพร่ความรู้สู่เกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องตามสภาพของตนเอง

การเก็บเกี่ยวและการสูญเสีย

วิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับอ้อยคือ ใช้มีดถากใบและกาบใบอ้อยออก แล้วตัดอ้อยให้ชิดดิน ควรตัดยอดอ้อยต่ำกว่าจุดคอใบประมาณ 25-30 ซม. ในอ้อยที่ไม่ออกดอก และตัดต่ำจากใบธงประมาณ 100-150 ซม. ในอ้อยที่ออกดอก (กรมวิชาการเกษตร, 2545) และจากเอกสารเผยแพร่ของบริษัทมิตรผลวิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล แนะนำวิธีการตัดอ้อยให้ได้คุณภาพนั้น มีวิธีการตัดดังต่อไปนี้ คือ

1. ควรตัดอ้อยให้ชิดดิน เนื่องจากตออ้อยเป็นส่วนที่มีซิซีสสูงที่สุด และการตัดอ้อยไม่ชิดดินทำให้เกษตรกรสูญเสียน้ำหนักอ้อยและสูญเสียรายได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสูญเสียน้ำหนักอ้อยและรายได้จากตออ้อยที่เหลือในไร่

ความสูงของตออ้อย (ซ.ม.)	น้ำหนักอ้อยที่สูญเสีย (ตัน/ไร่)	รายได้ที่สูญเสีย (บาท/ไร่)
5	0.3	186
8	1.0	620
12	1.5	930
15	2.0	1,440

ที่มา: คัดแปลงจาก คลีกและคณะ(2546)และคิดที่ราคาอ้อยเบื้องต้น 500 บาท ค่าความหวานที่ 14 ซีซีเอส

หมายเหตุ : ปัจจุบันราคาอ้อยเบื้องต้น 945 บาท/ตัน และรัฐให้เปล่าอีก 105 บาท/ตัน

2. ตัดอ้อยให้สะอาดและไม่ตัดอ้อยขดยาว สิ่งเจือปนต่างๆ เช่น ยอดอ้อย กาบ ใบอ้อย รากและดิน ฯลฯ จะทำให้ค่าซีซีเอส และรายได้ลดลง ดังแสดงในตารางที่ 2

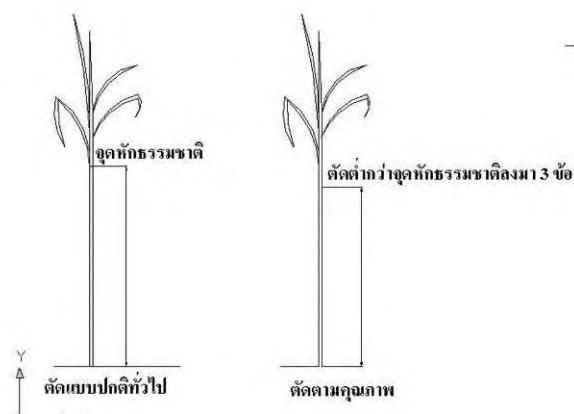
ตารางที่ 2 รายได้ที่สูญเสีย เนื่องจากสิ่งเจือปนที่ติดมากับอ้อย

เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปน	ค่าความหวาน (ซีซีเอส)	ราคาอ้อย (บาท/ตัน)	รายได้ที่สูญเสีย (บาท/ตันอ้อย)
3	13.52	605	9
5	13.22	596	18
7	12.92	587	27
9	12.62	578	36
11	12.32	569	45
13	12.02	560	54
15	11.72	551	63

ที่มา : คัดแปลงจาก สุวิรัช วรกาญจนา (2546) และคิดที่ราคาอ้อยเบื้องต้น 500 บาท

หมายเหตุ : ปัจจุบันราคาอ้อยเบื้องต้น 945 บาท/ตัน และรัฐให้เปล่าอีก 105 บาท/ตัน

วิธีการตัดอ้อยที่เหมาะสม เกษตรกรจะต้องตัดให้ต่ำกว่าจุดหักธรรมชาติของอ้อยลงมา 3 ปล้อง ดังภาพที่ 1.4 การตัดอ้อยขดยาวจะถูกตัดราคาตันละ 20 บาท เนื่องจากขดยาว รวมถึงกาบและใบ จะมีปริมาณแฉ่งที่สูง ทำให้แฉ่งติดเข้าไปในขบวนการผลิตมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำตาลทรายดิบ ปริมาณแฉ่งที่ปนเปื้อนที่สูงกว่ามาตรฐาน (350 พีพีเอ็ม) จะก่อให้เกิดปัญหาการส่งออกและส่งผลกระทบต่อตลาดน้ำตาลต่างประเทศ



ภาพที่ 1.4 วิธีตัดอ้อยให้ได้คุณภาพ

อ้อยที่มีสิ่งเจือปนมาก จะถูกตัดราคาตันละ 20 บาท การตัดอ้อยที่ไม่สะอาด นอกจากจะส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร และก่อปัญหาต่อการส่งออกแล้ว ยังทำให้โรงงานน้ำตาลมีต้นทุนในขบวนการผลิตและดูแลรักษามากขึ้น การตัดอ้อยที่มีสิ่งเจือปนมาก จะทำให้โรงงานน้ำตาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิตเพื่อขจัดสิ่งเจือปนออก นอกจากนี้สิ่งเจือปนประเภทดิน หินและทราย ยังทำให้หม้อต้ม หม้อตกตะกอน รวมถึงลูกหีบมีอายุการใช้งานที่สั้นลง จากการสำรวจโรงงานน้ำตาลเกษตร

ผล จ.อุครธานี พบว่า ในฤดูการผลิตปี 2552/53 มีปริมาณดินและทรายที่เจือปนมากับอ้อยในโรงงาน 1 ประมาณ 1,642.51 ตัน และโรงงาน 2 ประมาณ 1,736.74 ตัน รวม 2 โรงงานมีดินและทราย 3,379.25 ตัน ทำให้โรงงานต้องติดตั้งเครื่องแยกทรายและตะแกรงแยกทรายเพิ่มขึ้น

3. ควรตัดอ้อยสดไม่ควรเผาอ้อยก่อนตัด เนื่องจากอ้อยเผามีการสูญเสียน้ำหนัก และรายได้มากกว่าอ้อยตัดสด อ้อยเผาจะถูกตัดราคาตันละ 20 บาท การเผาอ้อยทำให้ขบวนการทำน้ำตาลทำได้ยากขึ้น เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ทำให้เกิดปัญหาในขบวนการผลิตและต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การหีบอ้อยทำได้ช้าลง

การสูญเสียจากการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย

จากการศึกษาของ Ridge and Lindale (1993) พบว่า การสูญเสียอ้อยจากการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยมี 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การสูญเสียที่พัฒมทำความสะอาด พัฒมทำความสะอาดในเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยมี 2 ตัว คือ ชุดพัฒมใหญ่และชุดพัฒมเล็ก การสูญเสียเกิดจากท่อนอ้อยบางส่วนถูกพัฒมทำความสะอาดคูดทิ้งไปกับเศษใบอ้อย

2. การสูญเสียที่สะพานลำเลียง เกิดที่ตะกร้ารับอ้อยและสะพานลำเลียง ท่อนอ้อยร่วงหล่นจากตะกร้าเนื่องจากการใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยมากเกินไป ทำให้สะพานลำเลียงลำเลียงอ้อยไม่ทันจึงเกิดการร่วงหล่น

3. การสูญเสียจากการตัดไม่หมด เกิดขึ้นที่ใบมีดตัดโคน เนื่องจากการพุนโคนอ้อยไม่เรียบร้อย ทำให้มีโคนอ้อยเหลือจากการตัดโคน หรืออ้อยล้มไปตามพื้น ทำให้ใบมีดตัดโคนไม่สามารถตัดอ้อยได้เป็นต้น

4. การสูญเสียจากการร่วงหล่น เกิดขึ้นที่ขบวนการขนส่งอ้อยจากแปลงเข้าสู่โรงงาน

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์ 1) แบบสอบถาม 2) เครื่องมือวัดต่างๆ เช่น เทปวัดระยะทาง เครื่องชั่ง เป็นต้น
3) กล้องถ่ายรูป 4) อื่นๆ

วิธีการ 1) จัดทำแบบสำรวจเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ และดำเนินการทดสอบและแก้ไขแบบสำรวจให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ 2) ทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูลการปลูกอ้อย และการเก็บเกี่ยวอ้อยของเกษตรกร ในพื้นที่จังหวัดต่างๆทั่วประเทศจำนวนไม่น้อยกว่า 150 ตัวอย่าง 3) ทำการเก็บข้อมูลการผลิต และการนำเข้าเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยจากผู้ประกอบการในประเทศไทย 4) ทำการทดสอบ และศึกษารายละเอียดเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบต่างๆ ที่มีใช้ในประเทศไทย เช่น ความสามารถในการทำงาน การสูญเสียและสิ่งเจือปนที่เกิดจากการใช้เครื่อง เป็นต้น 5)

วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผล

เวลาและสถานที่ ต.ค.53-ก.ย.54 ที่โรงงานน้ำตาล และพื้นที่เพาะปลูกและเก็บเกี่ยวอ้อยทั่วไป