สัญญาเลขที่ RDG5550086

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การออกแบบรูปแบบการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร

เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน”

ภายใต้แผนงานวิจัย

การปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานเพื่อเตรียมความพร้อม

ในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของอุตสาหกรรมการเกษตร

โดย

ผศ.ดร.เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ และคณะ

กรกฎาคม พ.ศ. 2556

สัญญาเลขที่ RDG5550086

โครงการ “การออกแบบรูปแบบการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ.ดร.เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ. สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.รักศักดิ์ เสริมศักดิ์	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. อ.ชุติ ม่วงประเสริฐ	คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. ผศ.ดร.ปิยะ กิตติภาดากุล	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. รศ.ดร. เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน	คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการ

การปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานเพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของอุตสาหกรรมการเกษตร

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร
(Executive Summary)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การออกแบบรูปแบบการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

(ภาษาอังกฤษ) Design of Mechanical Sugarcane Harvesting and Transportation Model in Preparation for the AEC Framework

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

1.2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ หัวหน้าโครงการวิจัย
ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทร. 02-561-3482

1.2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต ผู้ร่วมงานวิจัย
ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทร. 02-561-3482

1.2.3 ดร. รักศักดิ์ เสริมศักดิ์ ผู้ร่วมงานวิจัย
ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทร. 02-561-3482

1.2.4 อาจารย์ ชุติ ม่วงประเสริฐ ผู้ร่วมงานวิจัย
ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทร. 034-351-885

1.2.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะ กิตติภาดากุล ผู้ร่วมงานวิจัย
ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทร. 02-579-3130

1.2.6 รองศาสตราจารย์ ดร. เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน ผู้ร่วมงานวิจัย
ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทร. 034-351-887

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 15 กรกฎาคม 2555 ถึง 14 กรกฎาคม 2556

2. สรุปโครงการวิจัย

2.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา พบว่าการผลิตอ้อยของประเทศต่างๆทั่วโลก มีผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่ที่มีแนวโน้มลดลง ภาวการณ์เช่นนี้ทำให้การวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตอ้อย โดยเฉพาะต้นทุนของการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน มีความสำคัญเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เพราะสามารถนำไปสู่การเพิ่มกำไรให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยกับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลได้อย่างยั่งยืน

เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลของประเทศไทย พบว่าในแต่ละปีจะมีปริมาณอ้อยไม่ต่ำกว่า 60 ถึง 70 ล้านตัน ที่ต้องถูกเก็บเกี่ยวและขนส่ง โดยมีแรงงาน รถตัดอ้อย รถแทรกเตอร์ และรถบรรทุกที่ปฏิบัติการในกระบวนการดังกล่าวอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งที่ผ่านมายังคงขาดระบบการจัดการที่ดีที่จะมารองรับวิธีการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมในกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยยังค่อนข้างต่ำ อันเป็นเหตุทำให้ต้นทุนในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยของประเทศไทยมีค่าที่สูง (ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมดในการผลิตอ้อย) ทำให้ชาวไร่อ้อยไทยต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่สูงและได้ผลิตผลที่ไม่มีคุณภาพและขาดความต่อเนื่อง ซึ่งที่ผ่านมาเป็นผลให้ชาวไร่อ้อยรายเล็กจำนวนมากได้เลิกปลูกอ้อยและหันไปปลูกพืชอื่นที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า จากปัญหาดังกล่าวนี้จึงส่งกระทบผลต่อความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายไทย เนื่องจากผลผลิตอ้อยถือเป็นตัวแปรหลักในการทำรายได้เข้าสู่อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล โดยเฉพาะประเทศไทยที่ถือว่าเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับ 1 ในภูมิภาคอาเซียน แต่ปัจจุบันประเทศไทยยังถือว่ามีนวัตกรรมและเทคโนโลยีในการเก็บเกี่ยวที่ถือว่าล้าหลังกว่าประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลรายใหญ่ของโลก เช่น บราซิล และออสเตรเลีย รวมทั้งต้องมีการนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการเกษตรจำนวนมากจากต่างประเทศจำนวนมาก ซึ่งล้วนแต่มีราคาสูง และไม่สามารถนำมาใช้ในพื้นที่การเพาะปลูกของไทยได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เช่น การนำเข้าเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยจากประเทศออสเตรเลียที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพพื้นที่ราบ แต่ในไทยพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจะมีสภาพไม่สม่ำเสมอเป็นลุ่มดอน เป็นต้น สาเหตุเหล่านี้ถือเป็นจุดอ่อนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันในการค้าน้ำตาลโลก เนื่องจากไทยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่ต่ำกว่าประเทศคู่แข่ง ดังนั้นหากมีการจัดตั้ง AEC ไทยจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของการเพิ่มผลผลิตอ้อย เนื่องจากในปัจจุบันประเทศต่างๆ ในอาเซียนยังไม่สามารถผลิตน้ำตาลเพื่อบริโภคภายในประเทศได้อย่างพอเพียงและจำเป็นต้องมีการนำเข้า รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มโอกาสในการลงทุนของผู้ประกอบการไทยที่จะขยายพื้นที่เพาะปลูกอ้อยไปยังประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคอาเซียน ดังนั้นไทยจึงต้องมีการศึกษาแนวทางที่จะวางแผนรองรับการปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของอ้อยให้ได้สูงขึ้น และอำนวยความสะดวกในการเก็บเกี่ยว รวมทั้งให้เกิดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยที่ต่ำลง เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยทำการปลูกอ้อยได้อย่างยั่งยืน

โครงการวิจัยนี้ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวข้างต้น จึงได้มีแนวคิดที่จะปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยภายใต้รูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยการประยุกต์ใช้รถตัดอ้อยและเครื่องจักรกลทางการเกษตร โดยจะทำการศึกษาในระดับจุลภาค ที่เน้นเกษตรกรและผู้ประกอบการรายขนาดใหญ่และขนาดกลาง ทั้งนี้เพื่อลดการนำเข้าเครื่องจักรกลทางการเกษตรจากต่างประเทศ และหาแนวทางในการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือแนวทางที่จะนำ

พลังงานทดแทนมาใช้ ซึ่งจะส่งโดยตรงต่อการลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย และเกิดความต่อเนื่องในห่วงโซ่อุปทานอ้อยและน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อย นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานตัดอ้อย เป็นการรักษาคุณภาพของอ้อยที่เข้าโรงงาน ตลอดจนเป็นการตัดอ้อยแบบสด ที่ไม่จำเป็นต้องทำการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยว จึงเป็นการช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะทางอากาศและภาวะโลกร้อนอีกด้วย

2.2 รูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย

โดยทั่วไปแล้ว วิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย จะมีอยู่ 2 วิธี คือ 1) การเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย และ 2) การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน ซึ่งจะมีทั้งการตัดสด และการเผาใบก่อนการตัดอ้อย โดยจากการทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยของทั้งสองวิธี พบว่า รถตัดอ้อยมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยสูงที่สุด คือมีค่าอยู่ระหว่าง 22 ถึง 45 ตันต่อชั่วโมง ในขณะที่ความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยสดโดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 1 ตันต่อวัน และความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยไฟไหม้โดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 2.5 ตันต่อวัน

จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่แล้วอ้อยจะถูกเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน โดยในพื้นที่ศึกษาพบว่ามีแรงงานคนที่ทำการตัดอ้อยสด คิดเป็นร้อยละ 38.89 และทำการตัดอ้อยไฟไหม้ ร้อยละ 50.38 ของอ้อยทั้งหมดที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาลในแต่ละวัน นอกจากนี้ยังพบว่า ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล จะใช้รถบรรทุก 10 ล้อ มากที่สุด

2.3 การบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

2.3.1 โรงงานน้ำตาลส่วนใหญ่จะใช้ระบบคิวแบบผสม คือประมาณ 15 วันแรกของการเปิดหีบจะใช้คิวเสรี (มาก่อน ส่งอ้อยก่อน) และจะใช้คิวล๊อกตามวันและช่วงเวลาที่โรงงานกำหนด

2.3.2 ส่วนใหญ่ชาวไร่อ้อยจะส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ มีความจุประมาณ 20 ตัน หรือรถบรรทุก 6 ล้อ มีความจุประมาณ 8 ตัน โดยเกษตรกรบางรายก็มีรถบรรทุกเป็นของตนเอง สำหรับเกษตรกรที่ไม่มีรถบรรทุกเป็นของตนเองก็ต้องจ้างรถบรรทุกรับจ้าง ทำให้การจัดการรถบรรทุกมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกษตรกรแต่ละรายดำเนินการขนส่งอ้อยมายังโรงงานน้ำตาลตามสถานการณ์ ความเหมาะสม และความสะดวกของตนเอง ซึ่งเป็นผลทำให้โรงงานน้ำตาลไม่สามารถจัดการกับระบบการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ระบบการผลิตขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากมีรถบรรทุกเป็นจำนวนมากติดคิวอยู่หน้าลานเทอ้อย

2.3.3 โรงงานน้ำตาลจะแบ่งประเภทของรถบรรทุกอ้อยที่นำอ้อยมาส่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ (อ้อยทางไกล) ซึ่งขั้นตอนในการส่งอ้อยของรถบรรทุกอ้อยทั้งสองประเภทแตกต่างกันในขั้นตอนแรก คือรถบรรทุกอ้อยในพื้นต้องไปรับบัตรคิวก่อนชั่งเข้า แต่รถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่เมื่อมาถึงโรงงานน้ำตาลสามารถชั่งเข้าได้เลยไม่ต้องรับบัตรคิว

2.3.4 เวลาทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของรถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และของรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนไม่แตกต่างกัน มีเพียงเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเทอ้อยท่อนและอ้อยลำ

เท่านั้นที่แตกต่างกัน โดยเวลาเทอ้อยท่อนมีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 58.7 วินาที/คัน ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าเวลาเฉลี่ยในการเทอ้อยลำ ที่ใช้เวลาเท่ากับ 80.3 วินาที/คัน เนื่องจากอ้อยลำมีขนาดที่ยาวกว่า ทำให้เมื่อยกดั้มพ์เทอ้อยลำจะไหลเทไม่สะดวก และจำเป็นต้องใช้ตะกาวช่วยดึงลากอ้อยลำลงสายพานลำเลียง

2.3.5 เวลารวมทั้งหมดที่รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ใช้ในการส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาลตั้งแต่ขั้นตอนการรับคิวจนกระทั่งขั้นตอนการชั่งออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.49 นาที/คัน สำหรับอ้อยท่อน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.19 นาที/คัน สำหรับอ้อยลำ ส่วนรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นใช้เวลารวมทั้งหมดเท่ากับ 6.47 นาที/คัน ทั้งนี้เป็นการคำนวณเฉพาะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานยังไม่ได้รวมเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการรอคอย (Waiting Time) ในแต่ละขั้นตอนเข้าไปด้วย

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรและแรงงานคนที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าว จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย พบว่า ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถตัดอ้อย มีค่าระหว่าง 59 กับ 80 เมตรต่อนาที โดยจะขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ของอ้อยแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ด้วย

2.5 การพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย และฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง โดยได้นำโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลในระดับเครือข่าย (Database Server) มาใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูลโลจิสติกส์อ้อย และใช้ชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูลและเพื่อการประมวลผล ซึ่งฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยจะประกอบด้วยตารางข้อมูลจำนวน 3 ตาราง คือ 1) ตาราง Harvest 2) ตาราง Harvesting และ 3) ตาราง Transport โดยได้แสดงโครงสร้างของตารางข้อมูลดังกล่าวและความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ตารางไว้ด้วย

2.6 การพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยว (โดยใช้รถตัดอ้อย) และขนส่งอ้อย ซึ่งเป็นแบบจำลองที่แสดงถึงขั้นตอนต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังกล่าว (Activities-based Model) โดยแบบจำลอง ฯ ที่ได้พัฒนา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาค่า 1) เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย และ 2) เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานและกลับมาที่แปลง

2.7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย

จากการนำแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล มาทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเทคนิคการสุ่มค่าตัวแปร

แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อประเมินศักยภาพและข้อจำกัดในห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกรูปแบบที่ใช้อยู่ในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์เชิงลึกโดยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปได้ว่า

2.7.1 ความยาวของแปลงอ้อยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย กล่าวคือ เวลาที่ใช้ในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อยจะมีค่าที่ลดลง เมื่อรถตัดอ้อยปฏิบัติงานในแปลงอ้อยที่มีขนาดความยาวแปลงที่ยาวขึ้น โดยความยาวของแปลงอ้อยที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานของรถตัดอ้อยจะมีค่าอยู่ที่ 140 เมตรขึ้นไป ดังนั้นการเก็บเกี่ยวอ้อยในแปลงอ้อยที่มีความยาวแปลงน้อยกว่า 140 เมตร ควรจะใช้แรงงานคนในการตัดอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้การใช้งานรถตัดอ้อยและการบริหารแรงงานคนที่ใช้ในการตัดอ้อยเป็นไปอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

2.7.2 จำนวนของรถบรรทุกที่ปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อย กล่าวคือ หากจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยมีจำนวนที่น้อย จะทำให้รถตัดอ้อยต้องเสียเวลาหยุดรอรถบรรทุกนานมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวอ้อยลดลง อย่างไรก็ตาม หากมีการเพิ่มจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยให้มีจำนวนที่มากขึ้นไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้ประสิทธิภาพรวมทั้งระบบของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยลดลง เพราะจำนวนรถบรรทุกที่มากขึ้นจะทำให้การติดคิวเพื่อรอการเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลนานขึ้น ดังนั้นการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอ จะต้องสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย สภาพของแปลงอ้อย ระยะทางระหว่างแปลงอ้อยไปยังโรงงาน และความสามารถในการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จำเป็นที่จะต้องพิจารณาก่อนทำการส่งเสริมการใช้รถตัดอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการใช้รถตัดอ้อยที่คุ้มค่ากว่าที่เป็นอยู่

2.8 ระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

ในการพัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอและสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย เพื่อให้เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์สำหรับการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

2.8.1 กลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม คือกลุ่มชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล ซึ่งการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงจะกระทบกับผลกำไรที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ และอาจนำไปสู่การขัดแย้งได้ หากการกระจายกำไรดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม

2.8.2 คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง จำนวน 3 แผน คือ 1) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด 2) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด และ 3) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด

2.8.3 จากการทดสอบแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงพบว่า การประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective

Optimization) ซึ่งเป็นการหาคำตอบแบบประนีประนอม จะให้คำตอบที่เหมาะสมกว่าการหาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single-objective Optimization) เมื่อพิจารณาในด้านการกระจายต้นทุน จำนวนวันในการปฏิบัติงาน และจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวและขนส่ง

2.8.4 การจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงโดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 4 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงอ้อย) และสามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 9 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 5 บาทต่อตัน) ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าว โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด

สารบัญ

หน้า

สารบัญ i

สารบัญตาราง iv

สารบัญภาพ v

บทที่ 1 ทบทวนข้อเสนอ **1**

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล 4

1.5 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานของโครงการ 5

1.6 เป้าหมายของผลผลิต (output)และตัวชี้วัด 6

1.7 เป้าหมายของผลลัพธ์ (outcome)และตัวชี้วัด 7

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **9**

2.1 การทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 9

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

บทที่ 3 อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย **15**

3.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย 15

3.2 ระบบการผลิตอ้อยของประเทศไทย 16

3.3 สถานการณ์การผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทย 24

3.4 พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 25

บทที่ 4 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย **26**

4.1 ห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย 26

4.2 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตายทราย 29

บทที่ 5 ผลการศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย 34

5.1 การเตรียมความพร้อมของเกษตรกรก่อนการเก็บเกี่ยว 34

5.2 ผลการศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย 35

5.3 ผลการศึกษาถึงการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา 38

5.4 ขั้นตอนของกระบวนการรับอ้อย..... 39

5.5 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ขาเข้าของการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล..... 41

บทที่ 6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย 42

6.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อย..... 42

6.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อย 43

6.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยแบบตัดเป็นท่อน 45

บทที่ 7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการบริหารลานอ้อยหน้าโรงงาน 49

7.1 วิธีการศึกษา..... 49

7.2 ปัญหารอคอยการเทอ้อยที่นาน 49

7.3 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรถบรรทุกหน้าโรงงานน้ำตาล 50

7.4 ผลการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนในการรับอ้อยจากเกษตรกร..... 51

7.5 ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลา 52

7.6 สรุปผลการศึกษา 53

บทที่ 8 ผลการออกแบบฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อยและฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย 55

8.1 การพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย..... 55

8.2 ผลการออกแบบฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย..... 56

บทที่ 9 การจำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยว และการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน 61

9.1 การพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย..... 61

9.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน..... 62

9.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย 64

บทที่ 10 ระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน 66

10.1 การพัฒนาแผนการจัดการด้านโลจิสติกส์ของอ้อย 66

10.2 แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกที่ให้คำตอบแบบประนีประนอม 68

10.3 ผลการทดสอบแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุก 69

10.4 สรุปผลการพัฒนาระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน 72

บทที่ 11 สรุปผลการศึกษา.....74

11.1 รูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย..... 74

11.2 การบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน..... 74

11.3 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย.... 75

11.4 การพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย 75

11.5 การพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย 76

11.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยและการขนส่งอ้อย..... 76

11.7 ระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน 76

เอกสารอ้างอิง 78

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตและตัวชี้วัดของแผนงานวิจัย 6
ตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์และตัวชี้วัดของแผนงานวิจัย 7
ตารางที่ 3 ตลาดการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทยปีพ.ศ. 2550-2554 16
ตารางที่ 4 รายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์อ้อยที่นิยมปลูก 17
ตารางที่ 5 รายชื่อโรงงานน้ำตาลของไทย 19
ตารางที่ 6 ฤดูกาลเพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย 30
ตารางที่ 7 ปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานในแต่ละวัน (แยกตามประเภทของการเก็บเกี่ยวอ้อย) 37
ตารางที่ 8 ปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานในแต่ละวัน (แยกตามประเภทของรถขนส่ง) 37
ตารางที่ 9 แสดงขั้นตอนของกระบวนการรับอ้อย 40
ตารางที่ 10 ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาและประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อย 43
ตารางที่ 11 ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาของรถตัดอ้อย 45
ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงานคน 46
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในกระบวนการรับอ้อยจากเกษตรกร 52
ตารางที่ 14 เวลารวมเฉลี่ยที่รถบรรทุกอ้อยใช้ในกระบวนการส่งอ้อยให้กับโรงงานน้ำตาล 53
ตารางที่ 15 โครงสร้างของตารางข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย 55
ตารางที่ 16 โครงสร้างของตาราง Harvest 57
ตารางที่ 17 โครงสร้างของตาราง Harvesting 58
ตารางที่ 18 โครงสร้างของตาราง Transport 59
ตารางที่ 19 จำนวนวันในการทำงานและระยะทางรวมของรถบรรทุก จากคำตอบที่ได้รับของแต่ละแผน 71
ตารางที่ 20 แสดงจำนวนรถบรรทุกและรถบรรทุกพ่วงที่ต้องใช้ และจำนวนวันในการทำงานต่อหน่วยพื้นที่ . 72

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง 9
ภาพที่ 2 ประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลรายสำคัญของโลก (ล้านตัน) 15
ภาพที่ 3 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศไทย 26
ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ 27
ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลรีไฟน์ 27
ภาพที่ 6 การขนย้ายน้ำตาลทรายดิบและน้ำตาลทรายขาวไปยังคลังสินค้าภายในโรงงาน 28
ภาพที่ 7 กระบวนการขนย้ายน้ำตาลจากโรงงานไปยังคลังสินค้าภายนอก/คลังสาธารณะ 29
ภาพที่ 8 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทย 30
ภาพที่ 9 ข้อตกลงในการรับซื้ออ้อย 33
ภาพที่ 10 ลักษณะของชาวไร่อ้อย 33
ภาพที่ 11 การเตรียมความพร้อมของเกษตรกรก่อนการเก็บเกี่ยวอ้อย 34
ภาพที่ 12 การเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย 35
ภาพที่ 13 การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน 36
ภาพที่ 14 รถคีบอ้อย 36
ภาพที่ 15 คิวที่ใช้ในการส่งอ้อย 38
ภาพที่ 16 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการคีบอ้อย 44
ภาพที่ 17 การทดสอบหาเวลาที่รถคีบอ้อยเคลื่อนย้ายอ้อยในแปลง 44
ภาพที่ 18 การทดสอบหาเวลาที่รถคีบอ้อยใช้ในการหย่อนอ้อยลงรถบรรทุก 45
ภาพที่ 19 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรถบรรทุก 47
ภาพที่ 20 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการกลับเลี้ยวบริเวณหัวแปลงอ้อย 47
ภาพที่ 21 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการรอการเทอ้อย 48
ภาพที่ 22 รถบรรทุกอ้อยที่จอดในบริเวณลานในขณะรอเรียกเข้าเทอ้อย 51
ภาพที่ 23 แสดงขั้นตอนการเทอ้อย 51
ภาพที่ 24 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูล Log_Cost 56
ภาพที่ 25 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลของตาราง Harvest 57
ภาพที่ 26 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลของตาราง Harvesting 58

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 27 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลของตาราง Transport 59
ภาพที่ 28 โครงสร้างฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย 60
ภาพที่ 29 แสดงการป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ก่อนเข้าใช้งานระบบ 63
ภาพที่ 30 หน้าจอของผู้ใช้งานทั่วไป 63
ภาพที่ 31 แสดงหน้าจอของโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย 64
ภาพที่ 32 รถตัดอ้อยใช้เวลาในการตัดอ้อยที่ลดลง เมื่อความยาวของแปลงมีค่ามากขึ้น 65
ภาพที่ 33 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนวันที่รถบรรทุกวิ่งส่งอ้อยเข้าโรงงาน แยกตามจำนวนเที่ยวต่อวัน 65
ภาพที่ 34 ความต้องการที่หลากหลายในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย 66
ภาพที่ 35 แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นแก่ (a) เกษตรกร (b) โรงงานน้ำตาล และ (c) เจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก เมื่อหาคำตอบโดยการใช้แผนการจัดสรร ฯ ที่ทำให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพมีค่าน้อยที่สุด 70

บทที่ 1 ทบทวนข้อเสนอ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา พบว่าการผลิตอ้อยของประเทศต่างๆทั่วโลก มีผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่ที่มีแนวโน้มลดลง ภาวการณ์เช่นนี้ทำให้การวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตอ้อย โดยเฉพาะต้นทุนของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน มีความสำคัญเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เพราะสามารถนำไปสู่การเพิ่มกำไรให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยกับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลได้อย่างยั่งยืน

เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลของประเทศไทย พบว่าในแต่ละปีจะมีปริมาณอ้อยไม่ต่ำกว่า 60 ถึง 70 ล้านตัน ที่ต้องถูกเก็บเกี่ยวและขนส่ง โดยมีแรงงาน รถตัดอ้อย รถแทรกเตอร์ และรถบรรทุกที่ปฏิบัติการในกระบวนการดังกล่าวอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งที่ผ่านมายังคงขาดระบบการจัดการที่ดีที่จะมารองรับวิธีการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมในกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยยังค่อนข้างต่ำ อันเป็นเหตุทำให้ต้นทุนในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยของประเทศไทยมีค่าที่สูง (ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมดในการผลิตอ้อย) ทำให้ชาวไร่อ้อยไทยต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่สูงและได้ผลิตผลที่ไม่มีคุณภาพและขาดความต่อเนื่อง ซึ่งที่ผ่านมาเป็นผลให้ชาวไร่อ้อยรายเล็กจำนวนมากได้เลิกปลูกอ้อยและหันไปปลูกพืชอื่นที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า จากปัญหาดังกล่าวนี้จึงส่งกระทบผลต่อความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายไทย เนื่องจากผลผลิตอ้อยถือเป็นตัวแปรหลักในการทำรายได้เข้าสู่อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล โดยเฉพาะประเทศไทยที่ถือว่าเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับ 1 ในภูมิภาคอาเซียน แต่ปัจจุบันประเทศไทยยังถือว่ามีนวัตกรรมและเทคโนโลยีในการเก็บเกี่ยวที่ถือว่าล้าหลังกว่าประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลรายใหญ่ของโลก เช่น บราซิล และออสเตรเลีย รวมทั้งต้องมีการนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการเกษตรจำนวนมากจากต่างประเทศจำนวนมาก ซึ่งล้วนแต่มีราคาสูง และไม่สามารถนำมาใช้ในพื้นที่การเพาะปลูกของไทยได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เช่น การนำเข้าเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยจากประเทศออสเตรเลียที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพพื้นที่ราบ แต่ในไทยพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจะมีสภาพไม่สม่ำเสมอเป็นลุ่มดอน เป็นต้น สาเหตุเหล่านี้ถือเป็นจุดอ่อนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันในการค้าน้ำตาลโลก เนื่องจากไทยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่ต่ำกว่าประเทศคู่แข่ง ดังนั้นหากมีการจัดตั้ง AEC ไทยจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของการเพิ่มผลผลิตอ้อย เนื่องจากในปัจจุบันประเทศต่างๆ ในอาเซียนยังไม่สามารถผลิตน้ำตาลเพื่อบริโภคภายในประเทศได้อย่างพอเพียง และจำเป็นต้องมีการนำเข้า รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มโอกาสในการลงทุนของผู้ประกอบการไทยที่จะขยายพื้นที่เพาะปลูกอ้อยไปยังประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคอาเซียน ดังนั้นไทยจึงต้องมีการศึกษาแนวทางที่จะวางแผนรองรับการปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของอ้อยให้ได้สูงขึ้น และอำนวยความสะดวกในการเก็บเกี่ยว รวมทั้งให้เกิดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยที่ต่ำลง เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยทำการปลูกอ้อยได้อย่างยั่งยืน

โครงการวิจัยนี้ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวข้างต้น จึงได้มีแนวคิดที่จะ ปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยภายใต้รูปแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยการประยุกต์ใช้รถตัดอ้อยและเครื่องจักรกลทางการเกษตร โดยจะทำการศึกษาในระดับจุลภาค ที่เน้นเกษตรกรและผู้ประกอบการรายขนาดใหญ่และขนาดกลาง ทั้งนี้เพื่อลดการนำเข้าเครื่องจักรกลทางการเกษตรจากต่างประเทศ และหาแนวทางในการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือแนวทางที่จะนำพลังงานทดแทนมาใช้ ซึ่งจะส่งโดยตรงต่อการลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย และเกิดความต่อเนื่องในห่วงโซ่อุปทานอ้อยและ

น้ำตาลมากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อย นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานตัดอ้อย เป็นการรักษาคุณภาพของอ้อยที่เข้าโรงงาน ตลอดจนเป็นการตัดอ้อยแบบสด ที่ไม่จำเป็นต้องทำการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยว จึงเป็นการช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะทางอากาศและภาวะโลกร้อนอีกด้วย

โดยการทำงานของรถตัดอ้อยนั้นจะทำการตัดอ้อยสดแล้วสับเป็นท่อนๆ จากนั้นจึงทำการลำเลียงและปล่อยท่อนอ้อยลงไปยังรถบรรทุกที่วิ่งขนานกับรถตัดอ้อยในแปลง ซึ่งที่ผ่านมาพบว่า การทำงานของรถตัดอ้อยยังคงมีประสิทธิภาพที่ต่ำอยู่ เนื่องด้วยเวลาทำงานส่วนใหญ่ของรถตัดอ้อยจะสูญเสียไปกับการรอรถบรรทุกกลับจากโรงงานน้ำตาล มีผลทำให้จำนวนตันอ้อยที่ตัดได้ในแต่ละวันมีค่าที่ต่ำ ดังนั้นหากมีการปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานด้วยการพัฒนาแผนปฏิบัติการเก็บเกี่ยวอ้อยให้กับรถตัดอ้อย และแผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอและสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย รวมทั้งสัมพันธ์กับสภาพของแปลงอ้อยและระยะทางระหว่างแปลงอ้อยไปยังโรงงาน ก็นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการพัฒนา ก่อนทำการส่งเสริมการใช้รถตัดอ้อย เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการใช้รถตัดอ้อยที่คุ้มค่ากว่าที่เป็นอยู่

จากผลการวิจัยที่ผ่านมาด้านการพัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุก ฯ ของคณะผู้วิจัย พบว่าการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยเพื่อให้ทำงานร่วมกับรถตัดอ้อยในแต่ละแปลงเป็นระบบงานหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับกำลังการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล จะทำให้กระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีประสิทธิภาพรวมที่ดีขึ้น และเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าวได้โดยไม่ต้องลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด (Kaewtrakulpong et al., 2008a) ดังนั้น Kaewtrakulpong et al. (2008b) จึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง ซึ่งจากการนำแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยดังกล่าว มาทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้ข้อมูลแปลงอ้อยที่ได้จากการสำรวจจำนวน 243 แปลง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100 ตารางกิโลเมตร บริเวณรอบโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี พบว่า แผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยดังกล่าว สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 4 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงอ้อย) และสามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 9 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 5 บาทต่อตัน ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าวโดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด

อย่างไรก็ตาม การจะนำแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยดังกล่าวไปใช้ในพื้นที่อื่นให้เกิดประสิทธิผล จำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมก่อน เนื่องจากประเทศไทยมีความหลากหลายของรูปแบบการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยในแต่ละพื้นที่ เช่น จากการที่ได้ทำการสำรวจเบื้องต้น และทำการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตจังหวัดราชบุรี (ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยมากแห่งหนึ่งของภาคตะวันตก) พบว่า รูปแบบการปฏิบัติการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยในเขตจังหวัดราชบุรี จะมีความแตกต่างกับรูปแบบการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยในเขตจังหวัดอุดรธานี ทั้งนี้ ไม่เพียงแต่รูปแบบการปฏิบัติการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยที่แตกต่างกัน การจัดการทรัพยากร (รถตัดอ้อย รถบรรทุก คนงาน) ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลก็มีความแตกต่างกับกรณีที่คณะผู้วิจัยได้เคยศึกษาไว้ในเขตจังหวัดอุดรธานี

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาวิจัยเพื่อปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยการพัฒนาแผนปฏิบัติการเก็บเกี่ยวอ้อยให้กับรถตัดอ้อยและแผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอและสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย ให้เป็นระบบการจัดการ

ด้านโลจิสติกส์สำหรับการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน ที่ช่วยลดต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่เหมาะสมกับทุกพื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทย เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และกลุ่มโรงงานน้ำตาล อันจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับต่างชาติและเป็นการเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนให้กับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินศักยภาพและข้อจำกัดในห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกรูปแบบที่ใช้อยู่ในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ต้นทุนดำเนินการ การทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน การประเมินคุณภาพของอ้อยหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

2. เพื่อปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานที่จะช่วยลดต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยการพัฒนาระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์สำหรับการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานที่เหมาะสมกับทุกพื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มุ่งศึกษาเพื่อปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรให้เหมาะสมกับทุกพื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทย โดยมีขอบเขตของการทำวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลต้นทุนดำเนินการ ในกระบวนการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย

2. ศึกษาถึงรูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย การประเมินคุณภาพของอ้อยหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าว

3. ศึกษาถึงการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน โดยการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล

4. จะศึกษาตามข้อ 1, 2 และ 3 ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดต่างๆ อาทิเช่น จังหวัดนครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี สระบุรี นครราชสีมา ขอนแก่น อุดรธานี สุโขทัย กำแพงเพชร เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมทุกรูปแบบของการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการเก็บเกี่ยวอ้อยของประเทศไทย

5. ระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อลดต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ที่จะพัฒนาจะประกอบด้วยแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง และแผนการบริหารการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย (เช่นรถคีบอ้อย และรถตัดอ้อย เป็นต้น) ตามผลการวิเคราะห์เชิงลึกที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. วิเคราะห์หาต้นทุนดำเนินการในกระบวนการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย จากการศึกษาและเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และทำการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา พร้อมทั้งบันทึกและจัดเก็บต้นทุนโลจิสติกส์ดังกล่าวไว้ในฐานข้อมูลต้นทุนที่ได้พัฒนาขึ้น

2. ศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย ในพื้นที่ศึกษา

3. ศึกษาถึงการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน โดยทำการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา

4. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าว โดยทำการศึกษาทดสอบ ฯเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการดังกล่าวทุกรูปแบบที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย พร้อมทั้งทดสอบคุณภาพอ้อยและปริมาณสิ่งเจือปนภายหลังการเก็บเกี่ยว หลังจากนั้นทำการบันทึกและจัดเก็บค่าของตัวแปรทุกตัวในกระบวนการดังกล่าว และข้อมูลด้านคุณภาพอ้อยและปริมาณสิ่งเจือปนภายหลังการเก็บเกี่ยวไว้ในฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ได้พัฒนาขึ้น

5. ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่ง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากข้อ 1, 2, 3, 4

6. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การผลิตอ้อย การเก็บเกี่ยว การขนส่ง จนถึงการเทอ้อย

7. ทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ของกระบวนการเก็บเกี่ยว ขนส่ง จนถึงการเทอ้อย

8. สรุปผลการวิเคราะห์เชิงลึก

9. ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการอ้อยเข้าสู่โรงงานด้วยวิธีการวิจัยดำเนินการ (Operation Research) ตามแนวทางการลดต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการดังกล่าว ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

10. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

11. นำระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานที่ได้พัฒนาขึ้น มาทำการทดสอบเบื้องต้น พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

12. นำระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานที่สมบูรณ์ มาดำเนินการทดลองด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

13. ประเมินศักยภาพของระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานที่ได้พัฒนาขึ้น ด้วยการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรม

14. สรุปผลการวิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานของโครงการวิจัย

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- จะทำการศึกษาและเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดนครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี สระบุรี นครราชสีมา ขอนแก่น อุดรธานี สุโขทัย

กำแพงเพชร เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมทุกรูปแบบของการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการเก็บเกี่ยวอ้อยของประเทศไทย

- ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ ที่
  - ห้องปฏิบัติการภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร
  - ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานของโครงการ

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย 1 ปี โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1) วิเคราะห์หาต้นทุนดำเนินการในกระบวนการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย จากการศึกษาและเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และทำการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา												
2) พัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์พร้อมทั้งบันทึกและจัดเก็บต้นทุนโลจิสติกส์ดังกล่าวไ												
3) ศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย ในพื้นที่ศึกษา												
4) ศึกษาถึงการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน โดยทำการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา												
5) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้อง												
6) ทดสอบคุณภาพอ้อยและปริมาณสิ่งเจือปนภายหลังการเก็บเกี่ยว												
7) พัฒนาฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรพร้อมทั้งบันทึกและจัดเก็บค่า												
8) ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย												

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การผลิตอ้อย การเก็บเกี่ยว การขนส่ง จนถึงการเทอ้อย												
10) วิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์												
11) ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการอ้อยเข้าสู่โรงงาน												
12) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน												
13) ทดสอบและปรับปรุงระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานที่ได้พัฒนาขึ้น												
14) นำระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานที่สมบูรณ์ มาจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์												
15) ประเมินศักยภาพของระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์ ด้วยการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรม												
16) สรุปผลการวิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานของโครงการวิจัย												

1.6 เป้าหมายของผลผลิต (output)และตัวชี้วัด

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตและตัวชี้วัดของแผนงานวิจัย

ผลผลิต	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
ฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์	1 ฐาน			
ฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตร	1 ฐาน			
แบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย	1 แบบจำลอง			

ผลผลิต	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การผลิตอ้อย การเก็บเกี่ยว การขนส่ง จนถึงการเทอ้อย	1 โปรแกรม			
ระบบการจัดการอ้อยเข้าสู่โรงงาน	1 ระบบ			
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน	1 โปรแกรม			

1.7 เป้าหมายของผลลัพธ์ (outcome)และตัวชี้วัด

ตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์และตัวชี้วัดของแผนงานวิจัย

ผลลัพธ์	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อยที่ดีขึ้น			เพิ่มขึ้นมากกว่า 10% ขึ้นไป	
ต้นทุนที่ลดลงและประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นในการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน				ลดลง 10%
การพัฒนาบุคลากรด้านโลจิสติกส์ทางการเกษตรให้กับประเทศไทย	มหาบัณฑิตจำนวน 2 คน			

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ต้นทุนที่ลดลงและประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นในการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก ตลอดจนกลุ่มโรงงานน้ำตาล
- เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตอ้อยของประเทศไทย อันเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับต่างชาติให้กับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย
- เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตเอธานอลจากอ้อยของประเทศไทย ซึ่งจะทำให้การส่งออกเอธานอลของประเทศไทยมีศักยภาพที่ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

- เป็นการพัฒนาบุคลากรด้านโลจิสติกส์ทางการเกษตรให้กับประเทศไทย โดยส่วนหนึ่งของการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ จะเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทของนิสิตปริญญาโทที่เป็นผู้ช่วยนักวิจัยในโครงการนี้

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

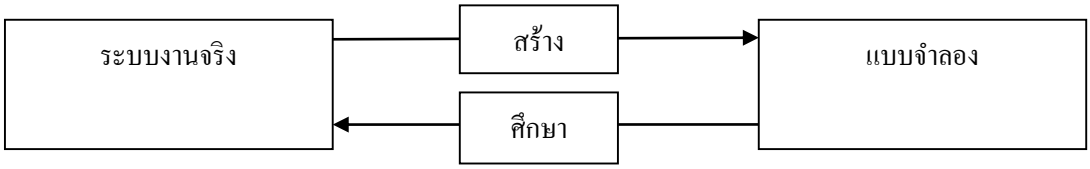
ในส่วนนี้จะเป็นการทบทวนทฤษฎีที่นำมาใช้ในการทำวิจัย ได้แก่

2.1.1 แนวคิดและทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ วิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้านต่างๆ มานานแล้ว ซึ่งในปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่อาศัยแบบจำลอง (Model) เป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยพิจารณาและวิเคราะห์งานก่อนนำไปใช้ในระบบจริงเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจำลองระบบงานมากยิ่งขึ้นสามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่มีความซับซ้อนเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้โดยใช้เวลารวดเร็วในการประเมินผลลัพธ์ และสามารถใช้จำลองกับระบบที่ไม่สามารถทดลองในสถานการณ์จริงได้ ทำให้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว Shannon (1975) ให้คำจำกัดความการจำลองสถานการณ์ว่า คือ กระบวนการออกแบบและจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้แบบจำลองนั้น ทดลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

2.1.2 การจำลองระบบ

การจำลองระบบ คือ กระบวนการออกแบบตัวแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริงแล้วทดลองใช้ตัวแบบจำลองนั้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้โดยมีความสัมพันธ์กันระหว่างระบบงานจริงกับแบบจำลอง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง

ที่มา: ดัดแปลงจากประจวบ และ กัญจนา (2554)

กระบวนการสำคัญในการจำลองสถานการณ์นั้นอยู่ที่ตัวแบบที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ต้องมีความรู้และความเข้าใจระบบงานจริงที่ต้องการศึกษาเป็นอย่างดีหากขาดความรู้และความเข้าใจระบบงานจริงแล้วจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ใช้แทนงานระบบนั้นๆได้หรือไม่สามารถใช้การจำลองนั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบจริงได้

2.1.3 ระบบงาน (System)

ระบบงาน คือ กลุ่มขององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันร่วมมือประสานงานกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบนั้นสิ่งสำคัญในการศึกษาระบบมีดังนี้

1) กำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ประกอบด้วยการกำหนดองค์ประกอบของระบบงาน การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ และการกำหนดองค์ประกอบที่อยู่นอกระบบแต่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของระบบ (ภาวะแวดล้อมของระบบงาน)

2) กำหนดลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบภายในและภายนอกระบบงาน

องค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน

1) ส่วนทำการ (Entity) คือ ส่วนที่จะดำเนินการภายในระบบ หรือสมาชิกของระบบ เช่น พนักงาน เครื่องชั่งน้ำหนัก

2) ลักษณะการทำการ (Attribute) คือ คุณลักษณะหรือหน้าที่ของส่วนทำการในระบบ

3) กิจกรรม (Activity) คือ กรรมวิธีหรือลักษณะที่ส่วนทำการกระทำต่อระบบ

4) สถานภาพของระบบ (State of System) คือ ลักษณะหรือสถานภาพของส่วนทำการ

ประเภทของระบบงาน จำแนกเป็น 4 ประเภทโดยอาศัยลักษณะการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบ ดังนี้

1) ระบบต่อเนื่อง (Continuous System) การเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง (ระบบมีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพต่อเนื่องตลอดเวลา) เช่น ตำแหน่งของรถที่วิ่งบนถนน

2) ระบบเป็นช่วง (Discrete System) การเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนลูกค้าในแถวคอย จำนวนคนเข้าร้าน

3) ระบบตายตัว (Deterministic System) ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานภาพที่ระดับใหม่สามารถบอกได้ จากสถานภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน (ระบบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบใหม่ เมื่อวิเคราะห์ด้วยข้อมูลนำเข้าชุดเดิมผลลัพธ์จะได้เท่าเดิมทุกครั้ง)

4) ระบบไม่แน่นอน (Stochastic System) ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานภาพเป็นแบบสุ่ม และบางกรณีก็สามารถหาความน่าจะเป็น (Probability) ของการเปลี่ยนแปลงสถานภาพได้ (ระบบไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้นเป็นไปตามความน่าจะเป็นขององค์ประกอบต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ด้วยข้อมูลนำเข้าชุดเดิมผลลัพธ์จะมีค่าไม่เท่าเดิมทุกครั้ง)

2.1.4 แบบจำลอง (Model)

แบบจำลอง คือ ตัวแทนของลักษณะหรือพฤติกรรมของสิ่งที่สนใจ ใช้ในการนำเสนอเพื่อศึกษาหรือเลียนแบบ เพื่อใช้งาน การศึกษาจะทำเฉพาะจุดที่สนใจจะศึกษามาทำแบบเท่านั้น

โครงสร้างแบบจำลอง (Model) เขียนในรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$E = f(x_i, y_i)$

โดยที่ E คือ ผลของการปฏิบัติการของระบบ

x_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราสามารถควบคุมได้

y_i คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราไม่สามารถควบคุมได้

f คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง x_i และ y_i ที่ทำให้เกิด E

สมรรถนะของระบบนั้น เป็นผลกระทบมาจากตัวแปรต่างๆทั้งที่อยู่ในความควบคุมและไม่อยู่ในความควบคุม และโดยที่ระบบที่ทำการศึกษาต้องมีขอบเขตจำกัด และต้องมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเมื่อรวมกับรูปแบบความสัมพันธ์ข้างต้น โครงสร้างของแบบจำลองจะประกอบด้วย

1) ประกอบด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบ

2) พารามิเตอร์ (Parameters) คือค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองสถานการณ์เป็นผู้กำหนด อาจกำหนดขึ้นเองเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากตัวพารามิเตอร์นั้น

3) ตัวแปร (Variables) คือ ค่าที่ผันแปรได้หลายค่าตามสภาวะจริงของการใช้งาน คือ ตัวแปรภายใน และตัวแปรจากภายนอก ในทางสถิติตัวแปรภายนอกคือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายในคือตัวแปรตาม (Dependent Variables)

4) ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Functional Relationships) ใช้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กับตัวแปร ซึ่งส่วนใหญ่จะเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์

5) ขอบเขตจำกัด (Constraints) เป็นข้อจำกัดค่าตัวแปรต่างๆอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองสถานการณ์เป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดในด้านการขนส่ง

6) ฟังก์ชันเป้าหมาย (Criterion Function) คือฟังก์ชันบอกจุดประสงค์ของระบบงานและวิธีการประเมินผลตามเป้าหมาย

2.1.5 ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้ตัวแบบจำลอง

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทำงาน มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดปัญหา (Problem Formulation) ในการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาต้องมีการกำหนดว่ามีปัญหาอะไรบ้าง ต้องมั่นใจว่าปัญหาที่หยิบขึ้นมานั้นครอบคลุมปัญหาทั้งหมด

2) กำหนดจุดมุ่งหมาย และวางแผนสำหรับโครงงาน (Set objective & Overall Planning) กำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อให้แน่ชัดว่าจะทำแบบจำลองอย่างไร กำหนดขอบเขตของงานวิจัยและข้อจำกัดต่างๆ

3) สร้างตัวแบบ (Model building) สร้างตัวแบบจำลองต้องคำนึงถึงลักษณะของระบบงานที่จำลองและตัวแบบจำลองต้องสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบได้

4) การเก็บข้อมูล (Data Collection) ตัวแปรของระบบทั้งหมดเป็นข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม

5) ลงรหัส (Coding) เป็นการเปลี่ยนตัวแบบจำลองให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับการศึกษาระบบที่มีความซับซ้อน ซึ่งต้องมีการแปลงข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองในรูปของคำสั่งตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้

6) ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verified) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบว่าโปรแกรมทำงานได้เหมาะสม ไม่มีข้อผิดพลาดในการแปลงข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์

7) ตรวจสอบความถูกต้องของระบบจำลอง (Validate) เป็นการตรวจสอบเมื่อโปรแกรมรันผ่านแล้วให้ผลลัพธ์ ถูกต้องหรือไม่โดยส่วนมากในการตรวจสอบจะอาศัยวิจารณญาณของผู้สร้างแบบ หรือสอบถามจากผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญในระบบ

8) วางแผนการทดลอง (Experimental Design) เป็นการวางแผนการใช้ตัวแบบจำลองอย่างไรจึงจะได้ข้อมูลมาวิเคราะห์

9) ให้ตัวแบบและวิเคราะห์ผล (Production run & analysis) วิเคราะห์ในแต่ละทางเลือกว่าทางเลือกใดเหมาะสมรวมถึงวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลด้วย

10) จัดทำเอกสาร (Report Result) เป็นการจัดเตรียมนำเสนอผลแต่ละทางเลือกรวมถึงขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้าง

11) นำไปใช้งาน (Implementation) เป็นการนำผลสำเร็จจากงานวิจัยมาใช้ช่วยในการตัดสินใจต่อไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูลงานวิจัย 1) ด้านการจัดการกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทย 2) ด้านการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน และ 3) ด้านต้นทุนโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

2.2.1 งานวิจัยทางด้านกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

Singh and Abeygoonawardana (1982) และ Singh and Pathank (1994) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองสถานการณ์กระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย โดยเมื่อกำหนดค่าระยะทางจากแปลงถึงโรงงานน้ำตาลลงไปในโปรแกรม โปรแกรมดังกล่าวก็จะคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานในแปลงร่วมกับรถตัดอ้อย 1 คัน ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะไม่สามารถคำนวณหาจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในแต่ละแปลง ในกรณีที่มีจำนวนรถตัดอ้อยปฏิบัติงานอยู่มากกว่า 1 คัน

Chamnanhlaw et al. (2004) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อช่วยในการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแปลงอ้อยทีละหลายๆแปลง โดยเป็นการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยตลอดทั้งฤดูเก็บเกี่ยวอ้อยให้กับแต่ละเขตพื้นที่ปลูกอ้อย แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองสำหรับจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยดังกล่าวไม่ได้พิจารณาถึงประสิทธิภาพในการทำงานของรถตัดอ้อยที่จะมีค่าผันแปรตามลักษณะและขนาดของแปลงอ้อย

Kaewtrakulpong et al. (2008a) พบว่า กลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยและการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล ซึ่งการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงจะกระทบกับผลกำไรที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ และอาจนำไปสู่การขัดแย้งได้ หากการกระจายกำไรดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม ดังนั้น Kaewtrakulpong et al. (2008b) จึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงเพื่อให้ได้คำตอบแบบประนีประนอม โดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization) ซึ่งจากการนำแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยดังกล่าวมาทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้ข้อมูลแปลงอ้อยที่ได้จากการสำรวจจำนวน 243 แปลง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100 ตารางกิโลเมตร บริเวณรอบโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี พบว่า แผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยดังกล่าวสามารถ

ปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 4 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงอ้อย) และสามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 9 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 5 บาทต่อตัน) ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าว โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด

2.2.2 งานวิจัยทางด้านการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

งานวิจัยทางด้านการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยสามารถสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยทางด้านการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยจะมีอยู่ไม่มากนัก ซึ่งแต่ละงานวิจัยจะมีการกำหนดวัตถุประสงค์ ข้อจำกัดและเงื่อนไข รวมถึงวิธีการหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น

ครองสิทธิ์ และ กฤต (2547) ได้พัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์โดยการวิเคราะห์ความถดถอยแบบเส้นตรง (Linear Regression) เพื่อให้ได้สมการสำหรับใช้ในการเพาะปลูกอ้อย เพื่อให้ได้ปริมาณอ้อยที่เหมาะสมกับกำลังการผลิตของโรงงานและอัตราการเก็บเกี่ยวเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

สุนันทา และคณะ (2547) ได้นำระบบฐานข้อมูลมาประยุกต์ใช้ เพื่อทำการจัดลำดับความเหมาะสมของแปลงปลูกอ้อยเพื่อตัดและขนส่งเข้าสู่โรงงานน้ำตาล โดยการนำชั้นข้อมูลของพื้นที่ปลูกอ้อย กลุ่มดิน เส้นถนน และสัญญาการส่งอ้อยมาซ้อนทับ และนำค่าคะแนนของแต่ละชั้นข้อมูลมาคูณกัน และจัดลำดับความเหมาะสมของแปลงปลูกอ้อยว่า แปลงอ้อยไหนควรจะตัดและขนส่งเข้าโรงงานตามลำดับก่อนหลัง

พรรณวิภา (2551) ได้ศึกษาและสร้างฮิวริสติกอัลกอริทึมเพื่อจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยการประยุกต์ใช้การค้นหาคำตอบด้วยวิธีทาบูเสิร์ช (Tabu Search) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ค่าผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าสูงสุด ซึ่งในการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยดังกล่าวได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างปริมาณและคุณภาพอ้อย ปริมาณรถบรรทุกที่มีอยู่ กับกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาล ยังไม่ได้พิจารณาถึงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยเข้าไปด้วย

2.2.3 ต้นทุนโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของโลจิสติกส์อุตสาหกรรมอ้อยของประเทศไทย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2549) ได้ศึกษาและสรุปไว้ดังนี้ ต้นทุนหลักๆของกระบวนการผลิตอ้อยประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1) ต้นทุนการเก็บเกี่ยวเกษตรกรชาวไร่ซึ่งประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายสำหรับจัดหาแรงงาน ค่าตัดอ้อย ค่าขึ้นอ้อย และค่าใช้จ่ายอื่นๆ โดยมีปัจจัยที่สำคัญคือ รูปแบบการตัดโดยใช้รถตัดหรือแรงงาน ซึ่งในกรณีของการตัดอ้อยด้วยรถตัดและขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุกสิบล้อตนเองจะมีต้นทุนเท่ากับ 120 บาท/ตัน ส่วนกรณีของการตัดอ้อยไฟไหม้ด้วยแรงงานคนและขึ้นอ้อยด้วยรถคีบจะมีต้นทุน 164.03 บาท/ตัน

2) ต้นทุนการขนส่ง โดยชาวไร่อ้อยในปัจจุบันมีทั้งที่ใช้รถตนเองและจ้างรถผู้อื่นเพื่อขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน โดยปัจจัยที่สำคัญ คือ ค่าน้ำมันและปริมาณอ้อย โดยที่ในกรณีของการขนส่งโดยรถสิบล้อของตนเองจะมีต้นทุนอยู่ที่ 96.86 บาท/ตัน

3) ต้นทุนหน้าลาน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยหน้าลานประกอบด้วย ค่าความสูญเสียของอ้อยขณะที่รอหน้าลานและค่าใช้จ่ายขณะรอคอยหน้าลาน โดยปัจจัยที่สำคัญ คือ เวลาที่รอคอยที่หน้าลาน

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า

1) การแก้ไขปัญหาระบบโลจิสติกส์อ้อยเข้าโรงงานจะเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการในกระบวนการสำคัญ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการจัดการหน้าลาน

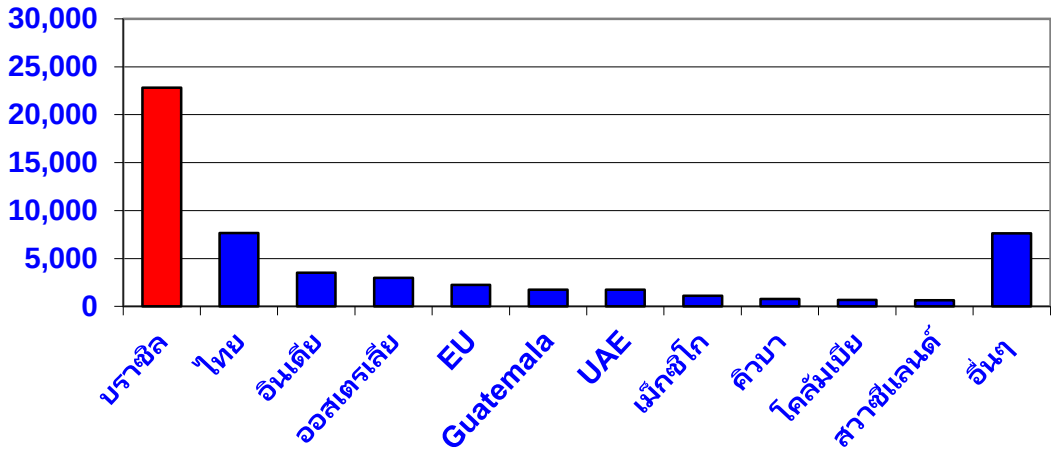
2) กระบวนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากในระบบอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องและมีความสัมพันธ์กับกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยในไร่ โดยหากมีการจัดการการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ แต่ขาดการจัดการการขนส่งที่ไม่มีประสิทธิภาพจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอ้อยได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการจัดการการเก็บเกี่ยวอ้อยและการจัดการการขนส่งอ้อยต้องมีประสิทธิภาพและมีความสอดคล้องกัน

บทที่ 3 อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอถึง 1) ความสำคัญของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย 2) ระบบการผลิตอ้อยของประเทศไทย 3) สถานการณ์การผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทย และ 4) พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527

3.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีพื้นที่การปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางเป็นส่วนมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545) ผลผลิตของอ้อยส่วนใหญ่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งจำหน่ายต่างประเทศ โดยประเทศไทยส่งน้ำตาลเป็นสินค้าส่งออกในลำดับต้นๆ ของโลก (ภาพที่ 2 ประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลรายสำคัญของโลก (ล้านตัน)



ภาพที่ 2 ประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลรายสำคัญของโลก (ล้านตัน)

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

หากพิจารณาตลาดการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทยพบว่า ส่วนใหญ่มีปริมาณการส่งออกสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี 2554 มีปริมาณการส่งออกถึง 6,681,070 ตัน โดยส่วนใหญ่มีการส่งออกน้ำตาลไปยังกลุ่มประเทศเอเชียถึง 5,981,089 ตันหรือร้อยละ 89.52 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด โดยในจำนวนนี้มีการส่งออกไปยังในกลุ่มประเทศอาเซียนด้วยกันเป็นหลักถึง 2,729,286 ตัน หรือร้อยละ 41 ของปริมาณการส่งออกน้ำตาลทั้งหมด โดยประเทศอินโดนีเซียเป็นประเทศที่มีการนำเข้าน้ำตาลจากประเทศไทยสูงสุดถึง 1,316,049 ตัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตลาดการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทยปีพ.ศ. 2550-2554

รายการ	ปี				
	2550	2551	2552	2553	2554
ส่งออกรวม (ตัน)	4,496,996	4,882,364	5,098,926	4,478,929	6,681,070
เอเชีย (%)	96 %	97 %	91 %	93.27%	89.52%
เอเชีย (tons)	4,318,850	4,768,185	4,636,554	4,177,573	5,981,089
ASEAN (%)	48%	47%	37%	57%	41%
ASEAN (ton)	2,160,110	2,308,155	1,905,575	2,541,485	2,729,286
อินโดนีเซีย	1,367,790	1,601,915	973,957	1,265,109	1,316,049
กัมพูชา	207,704	285,484	469,632	444,824	389,208
มาเลเซีย	208,128	64,099	50,522	151,161	343,702
เวียดนาม	42,669	96,221	126,350	246,994	289,757
ฟิลิปปินส์	89,519	96,395	77,553	277,994	121,821
ประเทศอาเซียนอื่น	244,300	164,041	207,561	155,403	268,749

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

3.2 ระบบการผลิตอ้อยของประเทศไทย

ประเทศไทยนับว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมกับการปลูกอ้อยอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย ประกอบกับมีปัจจัยสำคัญที่จูงใจให้ชาวไร่อ้อยขยายการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น คือ อ้อยเป็นพืชที่ปลูกได้ง่ายกว่าพืชอื่น ทนแล้งได้ดี การลงทุนปลูกอ้อยน้อยกว่า ให้ผลผลิตที่แน่นอน กว่าพืชอื่น อ้อยปลูกหนึ่งครั้งสามารถเก็บเกี่ยวได้ 2-3 ครั้ง และที่สำคัญคือการมีตลาดที่แน่นอน กล่าวคือ มีโรงงานน้ำตาลที่รับซื้ออ้อยอย่างไม่มีจำกัดเพื่อการผลิตน้ำตาลทราย จึงทำให้ชาวไร่อ้อยขยายพื้นที่ปลูกกันมากขึ้น โดยการปลูกอ้อยของประเทศไทยนั้นจะพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง

3.2.1 พันธุ์อ้อยและการเลือกพันธุ์

เฉลิมพล และคณะ (2547) การเลือกพันธุ์อ้อยควรเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูก พันธุ์อ้อยที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน ในแต่ละภาคจะหลากหลายมาก และส่วนใหญ่เกษตรกรจะเป็นผู้ทดสอบเองว่า อ้อยพันธุ์ไหนเหมาะกับสภาพพื้นที่ของตนเอง แต่ปัจจุบันนักปรับปรุงอ้อยได้แนะนำพันธุ์อ้อยที่เหมาะสม และเจาะจงกับแต่ละสภาพแวดล้อมให้มากที่สุด (localtion specific) กรมวิชาการเกษตร (2540) เนื่องจากอ้อยแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมในดินแต่ละชนิดในแต่ละภาคหรือท้องถิ่น อ้อยแต่ละพันธุ์ให้ค่าคุณภาพความหวานไม่เหมือนกันและอายุการเก็บเกี่ยวมีผลต่อคุณภาพความหวานของอ้อย (ธงชัย และคณะ, 2535) ซึ่งจะเป็นการง่ายต่อเกษตรกรในการเลือกใช้พันธุ์อ้อย

ตารางที่ 4 รายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์อ้อยที่นิยมปลูก

พันธุ์	อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	ซีซีเอส
เค 84-200	11-12	15-18	13-14
อู่ทอง 3	10-12	16-18	13-14
เค 88-92	11-12	16-18	13-14
อู่ทอง 1	11-13	15-18	11-12
เอฟ 156	11-12	13-16	11-13
เค 90-77	11-12	16-19	13-14
เค 76-4	11-12	16-19	13-14
อู่ทอง 4	11-12	13-15	13-14
ขอนแก่น 1	11-12	13-16	13-17

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2547

3.2.2 แนวทางการปลูกเพื่อส่งโรงงาน

กรมวิชาการเกษตร (2540) เนื่องจากผู้ปลูกอ้อยเป็นผู้ผลิตวัตถุดิบคืออ้อยให้แก่โรงงานเพื่อผลิตน้ำตาล อ้อยที่ส่งโรงงานต้องดีทั้งปริมาณและคุณภาพ เพื่อผลตอบแทนสูงที่สุดทั้งผู้ขาย (ผู้ปลูก) และผู้ซื้อ (โรงงาน) ก่อนลงมือตัดสินใจปลูกอ้อย ควรพิจารณา ตลาดหรือแหล่งรับซื้อที่แน่นอน เพื่อเป็นหลักประกันของผลผลิตอ้อยที่ได้ เรียกว่า โควต้ากับโรงงาน พื้นที่ที่จะปลูกอ้อย ต้องอยู่ในเขตเศรษฐกิจอ้อยและไม่ควรห่างจากโรงงานน้ำตาลเกิน 50 กิโลเมตร การคมนาคมสะดวก เครื่องมือ เครื่องจักรกล เครื่องทุ่นแรง สารเคมีต่างๆ ที่จะต้องใช้ในการดำเนินการ สิ่งที่สำคัญ ควรศึกษาและมีความรู้เกี่ยวกับพันธุ์อ้อยที่นำมาปลูกเป็นอย่างดี ตั้งแต่การปลูกบำรุงรักษาที่ถูกต้องตรงเวลา ตามระยะการเจริญเติบโตของอ้อยที่กล่าวมาจนถึงอายุของเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของอ้อยให้สอดคล้องกับเวลาเปิดหีบของโรงงาน

3.2.3 การวางแผนการปลูก

กรมวิชาการเกษตร (2540) หลังจากตัดสินใจเลือกทำเลปลูกอ้อยแล้ว ควรแบ่งพื้นที่ปลูกอ้อยให้สอดคล้องกับโควต้าที่ได้ และช่วงเวลาเก็บเกี่ยวของอ้อยโรงงาน เช่น ถ้าต้นฤดูกาลหีบต้องเก็บเกี่ยวอ้อยเข้าโรงงาน (มีโควต้า) มาก ต้องปลูกอ้อยพันธุ์เบา (มีความหวานมากในช่วงเปิดหีบ) จะปลูกพื้นที่เท่าไร คิดได้จากผลผลิตอ้อยของพันธุ์ที่จะปลูกต่อไร่เทียบกับผลผลิตทั้งหมด (ตามโควต้า) ที่จะส่งโรงงานตามปกติ ควรแบ่งพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อส่งต้นฤดูหีบ และปลายฤดูหีบ ประมาณอย่างละร้อยละ 25 ของพื้นที่ทั้งหมด และอีกร้อยละ 50 ของพื้นทีปลูกอ้อยทั้งหมด ใช้สำหรับอ้อยกลางฤดูหีบ

3.2.4 ฤดูปลูก

กรมวิชาการเกษตร (2547) การปลูกอ้อยในปัจจุบัน สามารถแบ่งฤดูปลูกได้เป็น 2 ประเภท

1) การปลูกอ้อยต้นฝน

ซึ่งยังแบ่งเป็น 2 เขต คือ

- ในเขตชลประทาน (20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งประเทศ) พื้นที่ส่วนใหญ่จะปลูกอยู่ในเขตภาคกลาง และภาคตะวันตก ซึ่งถือว่า เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตอ้อยสูง ถ้ามีการจัดการที่ดี ผลผลิตอ้อยเขตนี้ไม่ควรต่ำกว่า 15 ตันต่อไร่ จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน

- ในเขตอาศัยน้ำฝน พื้นที่ปลูกอ้อนส่วนใหญ่ของไทยจะอยู่ในประเภทนี้ และเป็นพื้นที่ที่มีความแปรปรวนในเรื่องผลผลิตสูง และผลผลิตของอ้อยเฉลี่ยต่ำกว่า 10 ตันต่อไร่ สาเหตุหลัก 2 ประการ คือ ปริมาณและการกระจายของฝนไม่ดี และดินส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปลูกในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ถ้ามีน้ำปลูกอ้อยได้เร็วโดยไม่ต้องรอฝน (ปลูกได้ก่อนสิ้นเดือนพฤษภาคม) ก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอ้อยในเขตนี้ได้ เพราะอ้อยที่ปลูกล่า (หลังเดือนพฤษภาคม) ทั้งผลผิตและคุณภาพจะต่ำ เพราะอายุอ้อยยังน้อยช่วงตัดเข้าโรงงาน

2) การปลูกอ้อยปลายฝน (การปลูกอ้อยข้ามแล้ง)

เป็นการปลูกอ้อยโดยอาศัยความชื้นในดิน ช่วงปลายฤดูฝน เพื่อให้อ้อยงอกและเจริญเติบโตอย่างช้าๆ ไปจนกว่าอ้อยจะได้รับน้ำฝนต้นฤดู สามารถทำได้เฉพาะพื้นที่ของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ที่มีปริมาณการกระจายน้ำฝนดี และดินเป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทราย การปลูกอ้อยประเภทนี้จะปลูกประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงธันวาคม พันธุ์อ้อยที่ปลูกข้ามแล้ง จะเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างแก่ คืออายุประมาณ 8-10 เดือน

3.2.5 ฤดูเก็บเกี่ยว

ฤดูเก็บเกี่ยวอ้อยของประเทศไทยจะเริ่มต้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูกาลผลิตน้ำตาล (นิตยา, 2546) โดยแต่ละโรงงานจะมีช่วงเวลาการเปิดหีบแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ ช่วงเวลาเริ่มเปิดหีบก็ขึ้นอยู่กับสภาพฝนในแต่ละปีด้วย ถ้าฝนหมดช้าการเปิดหีบก็จะล่าช้าออกไป เพราะว่าอ้อยยังสะสมน้ำตาลได้ไม่เต็มที่ อีกทั้งมีปัญหาของการที่รถบรรทุกไม่สามารถเข้าไปขนอ้อยในไร่ได้ เนื่องจากดินที่เปียกชื้น ทั้งนี้กำหนดการเปิดหีบอ้อยของแต่ละโรงงานในแต่ละปีการผลิตนั้น จะเป็นไปตามประกาศของคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลชาวไร่จะต้องทำการตัดอ้อยและจัดส่งให้ทันในช่วงที่โรงงานเปิดหีบอยู่ เนื่องจากอ้อยเป็นวัตถุดิบที่ใช้ได้กับโรงงานน้ำตาลเท่านั้น หากเก็บเกี่ยวอ้อยไม่ทันในช่วงเปิดหีบชาวไร่อ้อยก็จำเป็นที่จะต้องตัดอ้อยทิ้ง เนื่องจากอ้อยเมื่อสะสมน้ำหนักและความหวานสูงสุดแล้ว น้ำหนักและความหวานของอ้อยจะค่อยๆ ลดลงดังนั้นการเก็บอ้อยไว้เพื่อตัดในฤดูการผลิตหน้าจึงทำไม่ได้ เนื่องจากในปัจจุบันราคาอ้อยถูกกำหนดโดยน้ำหนักและค่าคุณภาพความหวาน ดังนั้นชาวไร่อ้อยจะทำการเก็บเกี่ยวอ้อยในช่วงที่อ้อยสะสมน้ำหนักและความหวานสูงสุดซึ่งจะสามารถผลิตน้ำตาลต่อตันอ้อยได้สูงสุด

3.2.6 ระบบการตลาดอ้อย

คมกฤษณ์ (2546) สรุปไว้ว่าตลาดอ้อยเป็นตลาดที่มีลักษณะค่อนข้างจะผูกขาดเนื่องจากผลผลิตอ้อยทั้งหมดต้องขายให้กับโรงงานน้ำตาลเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาล

โดยพบว่าโรงงานน้ำตาลในประเทศไทยมีจำนวน 47 โรงงาน (ตารางที่ 5) โดยแบ่งเป็น 9 กลุ่มโรงงาน และได้ก่อตั้งเป็น 3 สมาคมโรงงานได้แก่ สมาคมการค้าอุตสาหกรรมน้ำตาล สมาคมการค้าผู้ผลิตน้ำตาลไทย สมาคมโรงงานน้ำตาลไทย

ตารางที่ 5 รายชื่อโรงงานน้ำตาลของไทย

ลำดับที่	โรงงานน้ำตาลในภาคเหนือ	จังหวัด
1	โรงงานน้ำตาลทิพย์กำแพงเพชร	ลำปาง
2	โรงงานน้ำตาลทิพย์สุโขทัย	สุโขทัย
3	โรงงานน้ำตาลไทยเอกลักษณ์	อุตรดิตถ์
4	โรงงานน้ำตาลพิษณุโลก	พิษณุโลก
5	โรงงานน้ำตาลทรายกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
6	โรงงานน้ำตาลนครเพชร	กำแพงเพชร
7	โรงงานรวมผลอุตสาหกรรมนครสวรรค์	นครสวรรค์
8	โรงงานเกษตรไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล	นครสวรรค์
9	โรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม	เพชรบูรณ์
ลำดับที่	**โรงงานน้ำตาลในภาคกลาง**	**จังหวัด**
1	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลปราณบุรี	ประจวบคีรีขันธ์
2	โรงงานน้ำตาลราชบุรี	ราชบุรี
3	โรงงานน้ำตาลบ้านโป่ง	ราชบุรี
4	โรงงานอุตสาหกรรมมิตรเกษตร	กาญจนบุรี
5	โรงงานน้ำตาลไทยกาญจนบุรี	กาญจนบุรี
6	โรงงานน้ำตาลนิวกรุงไทย	กาญจนบุรี
7	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลบ้านไร่	อุทัยธานี
8	โรงงานไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล	กาญจนบุรี
9	โรงงานน้ำตาลท่ามะกา	กาญจนบุรี
10	โรงงานประจวบอุตสาหกรรม	กาญจนบุรี
11	โรงงานไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม	กาญจนบุรี
12	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลสุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี
13	โรงงานน้ำตาลมิตรผล	สุพรรณบุรี
14	โรงงานน้ำตาลรีไฟน์ชัยมงคล (อู่ทอง)	สุพรรณบุรี
15	โรงงานน้ำตาลสิงห์บุรี	สิงห์บุรี
16	โรงงานน้ำตาลสระบุรี	สระบุรี
17	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลที.เอ็น.	ลพบุรี

ลำดับที่	โรงงานน้ำตาลในภาคตะวันออก	จังหวัด
1	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลชลบุรี	ชลบุรี
2	โรงงานน้ำตาลนิวกว้างสุ้นหลี	ชลบุรี
3	โรงงานสหการน้ำตาลชลบุรี	ชลบุรี
4	โรงงานน้ำตาลและอ้อยตะวันออก	สระแก้ว
5	โรงงานน้ำตาลระยอง	ชลบุรี
ลำดับที่	**โรงงานน้ำตาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**	**จังหวัด**
1	โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์	บุรีรัมย์
2	โรงงานสหเรือง	มุกดาหาร
3	โรงงานน้ำตาลเกษตรผล	อุดรธานี
4	โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี	อุดรธานี
5	โรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม	อุดรธานี
6	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน	กาฬสินธุ์
7	โรงงานน้ำตาลมิตรกาฬสินธุ์	กาฬสินธุ์
8	โรงงานน้ำตาลขอนแก่น	ขอนแก่น
9	โรงงานน้ำตาลมิตรภูเวียง	ขอนแก่น
10	โรงงานรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม	ชัยภูมิ
11	โรงงานอุตสาหกรรมโคราช	นครราชสีมา
12	โรงงานอุตสาหกรรมอ่างเวียน (ราชสีมา)	นครราชสีมา
13	โรงงานน้ำตาลครบุรี	นครราชสีมา
14	โรงงานน้ำตาลวังขนาย	มหาสารคาม
15	โรงงานน้ำตาลสุรินทร์	สุรินทร์
16	โรงงานน้ำตาลเอราวัณ	หนองบัวลำภู

3.2.7 รูปแบบการซื้อขายอ้อย

โดยทั่วไปรูปแบบการซื้อขายอ้อยมีอยู่ 2 แบบ คือ การซื้อขายล่วงหน้า (future forward market) และการซื้อขายแบบทันที (spot market) ซึ่งในปัจจุบันการซื้อขายอ้อยจะเป็นการซื้อขายล่วงหน้าเกือบทั้งหมด เนื่องจากคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายกำหนดให้ผู้ขายอ้อยกับโรงงานน้ำตาลต้องทำสัญญาการซื้อขายล่วงหน้าก่อนช่วงฤดูกาลผลิตน้ำตาลทรายตามที่กฎหมายกำหนดไว้

การทำสัญญาซื้อขายอ้อยล่วงหน้าก่อให้เกิดประโยชน์แก่ทั้งโรงงานน้ำตาลและชาวไร่อ้อยกล่าวคือ โรงงานน้ำตาลเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้เงินทุนเป็นจำนวนมาก ผู้ลงทุนจึงต้องการที่จะมีความมั่นใจว่าในฤดูหีบอ้อยโรงงานของตน จะต้องมีวัตถุดิบนั่นก็คือ อ้อยป้อนเข้าสู่โรงงานน้ำตาลเพียงพอสำหรับการหีบตลอดฤดูกาลผลิตหนึ่งๆ ดังนั้นการซื้อขายล่วงหน้าจึงเป็นการลดความเสี่ยงของโรงงานน้ำตาลที่จะไม่มีอ้อยป้อนเข้าโรงงานตามความต้องการ ในส่วนของชาวไร่อ้อยก็สามารถมั่นใจได้ว่าอ้อยของตนเองเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวจะมีตลาดรับซื้อที่แน่นอน เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่ต้องตัดเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวและเมื่อตัดแล้วต้องรีบนำเข้าโรงงานน้ำตาลเพื่อทำการหีบทันทีเพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้นานอ้อยจะเสื่อมคุณภาพ

สำหรับการซื้อขายอ้อยล่วงหน้าเป็นการซื้อขายระหว่างเกษตรกรหรือหัวหน้าโควตากับโรงงานน้ำตาล เกษตรกรที่จะส่งอ้อยให้กับโรงงานน้ำตาลจะต้องไปขึ้นทะเบียนกับโรงงานน้ำตาลนั้นๆ เพื่อขอหมายเลขโควตา และแจ้งถึงปริมาณอ้อยที่คาดว่าจะส่งมอบในปีการผลิตนั้นๆ รวมทั้งสัญญาการประกันการส่งอ้อยของกลุ่มโควตา โดยปกติกลุ่มโควตาอ้อยจะมีสมาชิกกี่คนก็ได้ แต่ต้องรวมกลุ่มกันทำสัญญาส่งอ้อยกับโรงงาน โดยต้องส่งอ้อยให้โรงงานได้ในปริมาณไม่น้อยกว่าที่กำหนด (เช่น 1,000 ตัน) ทั้งนี้ โรงงานจะหักเงินล่วงหน้าของกลุ่มโควตาไว้ (เช่น ตันละ 100 บาท) เพื่อเป็นค่าประกัน การส่งอ้อยของกลุ่มโควตาให้ครบตามปริมาณที่สัญญาไว้กับโรงงาน หมายความว่า หากกลุ่มโควตาสามารถรวมตัวกันส่งอ้อยครบตามปริมาณที่ตกลงไว้กับโรงงาน ทางโรงงานจะติดต่อแจ้งให้กลุ่มโควตามายื่นเอกสารเพื่อขอรับเงินประกันกลุ่มคืน โดยเงินที่ได้คืนมานั้นเป็นหน้าที่ของคนในกลุ่มโควตานามาจัดสรรแบ่งคืนกันเอง

การซื้อขายอ้อยล่วงหน้าจะมีข้อตกลงสำคัญ 2 ส่วน คือ ข้อตกลงเกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพของอ้อยที่จะส่งมอบ ข้อตกลงเกี่ยวกับปริมาณ เป็นข้อตกลงที่มีความสำคัญต่อผู้ขาย และผู้ซื้อเพราะปริมาณที่ระบุนี้จะเป็นข้อประกันว่าผู้ซื้อจะได้วัตถุดิบมาป้อนให้กับโรงงาน และผู้ขายก็จะสามารถทราบถึงจำนวนเงินช่วยเหลือที่จะได้รับจากโรงงาน เรียกว่า “เงินบำรุงไร่” หรือ “เงินเกี๊ยว” ซึ่งทางโรงงานจะจ่ายตามปริมาณที่ผู้ขายสัญญาว่าจะส่งมอบ โดยในสัญญาจะระบุจำนวนอ้อยที่ผู้ขาย จะส่งมอบให้กับผู้ซื้อ ปริมาณที่ส่งมอบจริงจะมากกว่า หรือน้อยกว่าปริมาณที่ระบุไว้ล่วงหน้าไม่เกิน ร้อยละ 20 ของปริมาณที่ระบุในสัญญาข้อตกลงเกี่ยวกับเงินบำรุงไร่ เงินบำรุงไร่เป็นเงินที่ทางโรงงาน จะจ่ายให้กับเกษตรกรชาวไร่อ้อยภายหลังจากการทำสัญญา ซึ่งจะมีผลคือ เป็นเครื่องจูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกอ้อย เพราะเป็นเสมือนการจ่ายค่าอ้อยล่วงหน้าให้กับชาวไร่

3.2.8 การทำสัญญาซื้อขายอ้อย

จากการที่ประเทศไทยมีจำนวนของชาวไร่อ้อยเป็นจำนวนมากและแต่ละรายมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในขนาดที่แตกต่างกันไป การที่โรงงานน้ำตาลจะทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับชาวไร่ทุกรายจึงนับเป็นความยุ่งยากอย่างมาก ดังนั้นโรงงานน้ำตาลจึงกำหนดปริมาณอ้อยขั้นต่ำไว้เป็นเกณฑ์ ถ้าชาวไร่อ้อยรายใดสามารถจัดส่งอ้อยให้โรงงานน้ำตาลได้เกินปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดไว้โรงงานน้ำตาลก็จะทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับชาวไร่รายนั้น ดังนั้นจึงไม่ใช่ว่าชาวไร่อ้อยทุกรายจะมีสิทธิในการทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับโรงงานน้ำตาล ชาวไร่อ้อยสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. ชาวไร่อ้อยที่มีขนาดพื้นที่เพาะปลูกอ้อยมากพอที่จะสามารถผลิตอ้อยได้เป็นจำนวนมากเกินกว่าปริมาณอ้อยขั้นต่ำที่โรงงานน้ำตาลกำหนดไว้ ชาวไร่อ้อยในกลุ่มนี้จะทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับโรงงานน้ำตาลได้โดยตรง

2. ชาวไร่อ้อยที่เป็นคนกลางหรือหัวหน้าโควตา เป็นชาวไร่อ้อยที่ทำหน้าที่รวบรวมอ้อยจากชาวไร่รายอื่นๆ รวมกับอ้อยของตนเองเพื่อให้ได้ปริมาณอ้อยที่เพียงพอกับปริมาณอ้อยขั้นต่ำที่ทางโรงงานกำหนดไว้ ชาวไร่อ้อยในกลุ่มนี้มักจะเป็นชาวไร่ที่มีปริมาณอ้อยเป็นจำนวนมากหรือมีเงินทุนมากโดยสามารถทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับทางโรงงานน้ำตาลได้โดยตรง ในบางกรณีหัวหน้าโควตาอาจจะไม่ได้ปลูกอ้อยเอง แต่เป็นนายทุนที่รับซื้ออ้อยเพื่อส่งโรงงานน้ำตาล

3. ชาวไร่อ้อยที่มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยน้อย ทำให้ไม่สามารถปลูกอ้อยได้ปริมาณเพียงพอที่จะทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับทางโรงงานได้โดยตรง ดังนั้นชาวไร่อ้อยในกลุ่มนี้จึงต้องขายผ่านคนกลางหรือหัวหน้าโควตาที่ทำสัญญาซื้อขายอ้อยกับโรงงานน้ำตาลไว้แล้ว

3.2.9 ค่าคุณภาพความหวาน

ปัจจุบันรัฐบาลให้กำหนดราคาอ้อยตามน้ำหนักและค่าคุณภาพความหวาน กล่าวคือ อ้อยที่มีค่าคุณภาพความหวานสูงกว่าจะขายได้ราคามากกว่าอ้อยที่มีคุณภาพความหวานต่ำกว่า

ค่าคุณภาพความหวานจะตรวจวัดได้จากน้ำอ้อยที่ได้จากลูกหีบชุดที่ 1 (first juice) โดยการคำนวณค่าคุณภาพความหวานจะคำนวณตามสมการของ Meade and Chen (1977) ดังนี้

$$\mathrm{CCS} = \frac{3}{2}\mathrm{P}\left[1 - \frac{(\mathrm{F}+5)}{100}\right] - \frac{1}{2}\mathrm{B}\left[1 - \frac{(\mathrm{F}+3)}{100}\right]$$

โดยที่ CCS = ค่าคุณภาพความหวาน (Commercial Cane Sugar, CCS) หมายถึง ค่าคุณภาพของอ้อยที่คำนวณมาจากจำนวนร้อยละของน้ำหนักน้ำตาลบริสุทธิ์ที่จะผลิตได้จากอ้อย (pure obtainableSugar) ในสภาวะการผลิตมาตรฐานของโรงงาน

P = โพล (pol) หมายถึง จำนวนร้อยละของน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อย

B = บริกซ์ (brix) หมายถึง จำนวนร้อยละของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำอ้อย

F = เส้นใย (fibre) หมายถึง ส่วนประกอบของอ้อยที่เข้าหีบที่ไม่ละลายน้ำ

ค่าโพล ค่าบริกซ์ และค่าเส้นใย สามารถทราบค่าได้จากการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.10 การกำหนดราคาอ้อย

ราคาที่รัฐบาลกำหนดนั้นจะมีอยู่ 2 ราคา คือ ราคาอ้อยขั้นต้น จะเป็นราคาประมาณการที่รัฐบาลคำนวณไว้ก่อนเริ่มฤดูกาลผลิตน้ำตาลทราย เพื่อให้โรงงานน้ำตาลชำระเงินค่าอ้อยส่วนหนึ่งให้กับชาวไร่อ้อยก่อนเมื่อนำอ้อยมาส่งที่โรงงานแล้ว และราคาอ้อยขั้นสุดท้ายจะเป็นราคาที่คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายประกาศประมาณเดือนตุลาคม โดยจะนำรายได้สุทธิที่เกิดขึ้นจากการขายน้ำตาลทุกประเภทและหักรายจ่ายแล้วมาคำนวณ เพื่อแบ่งปันให้กับฝ่ายชาวไร่อ้อยและฝ่ายโรงงานน้ำตาลตามระบบแบ่งปันผลประโยชน์ 70/30 (Sharing System 70/30) ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ฤดูหีบปี 2525/26 (กุลรัมต์ พุทธอรุณ 2528) จนกระทั่งในปัจจุบัน ราคาอ้อยขั้นสุดท้ายที่ชาวไร่จะได้คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{ราคาอ้อย} = \frac{[0.7(\mathrm{R1}+\mathrm{R2})+\mathrm{x}]}{\mathrm{QC}}$$

โดยที่ R1 = รายได้สุทธิจากการจำหน่ายน้ำตาลภายในประเทศ

R2 = รายได้สุทธิจากการจำหน่ายน้ำตาลไปยังต่างประเทศ

X = รายได้จากกากน้ำตาลสุทธิที่เกินจากปีฐาน (ร้อยละ 70)

Qc = ปริมาณอ้อยที่เข้าหีบจริงในฤดูการผลิตนั้น

3.2.11 ระบบคิว

โรงงานรับอ้อยเข้าหีบในแต่ละวันได้ตามสามารถของกำลังการผลิต (24 ชั่วโมงทำงาน) คิวส่งอ้อยแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบคิวเสรีหรือคิวเข้า เป็นระบบเรียงคิวเวียนกันไปเรื่อยๆ ใครมาก่อนก็เข้ามาก่อน ใครมาทีหลังก็ต่อท้ายกันไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นวิธีที่โรงงานใช้เป็นส่วนมาก

2. ระบบคิวล็อกหรือคิวออก เป็นระบบคิวที่ให้ชาวไร่ทุกรายตัดอ้อยเริ่มต้นและสิ้นสุดพร้อมกัน ไม่ว่าชาวไร่อ้อยแต่ละรายจะมีอ้อยมากหรือน้อยเพียงใดก็ตามก็ต้องตัดอ้อยเสร็จสิ้นพร้อมกัน ดังนั้นชาวไร่อ้อยแต่ละรายจะมีเลขคิวที่ชัดเจน โดยทางโรงงานจะเป็นผู้จัดคิวให้ชาวไร่อ้อยคู่สัญญานำอ้อยเข้ามาส่งที่โรงงานกระจายไปตลอดช่วงการหีบอ้อย นั่นเป็นเสมือนว่าโรงงานน้ำตาลจะกำหนดเวลาการเก็บเกี่ยวให้แก่ชาวไร่อ้อยคู่สัญญาทุกคน ซึ่งต้องมีใบเลขที่คิวที่กำหนดเวลาเท่านั้นจึงจะสามารถนำอ้อยมาส่งมอบให้กับโรงงานน้ำตาลตามเวลาที่กำหนด

เมื่อเจ้าหน้าที่เรียกหมายเลขคิวที่เป็นหมายเลขของรถบรรทุกคันใด รถบรรทุกคันนั้นก็จะเตรียมตัวเพื่อเข้าชั่งน้ำหนักรถซึ่งเป็นน้ำหนักรวมของอ้อยกับรถบรรทุก จากนั้นก็จะไปรอคิว เพื่อวิ่งเข้าไปที่ช่องเทอ้อยเพื่อเทอ้อยลงสู่สายพาน โดยช่องที่เทอ้อยจะยกขึ้นข้างหนึ่งเพื่อยกหน้ารถให้สูงขึ้นทำให้ท้ายรถเทเอียงลงสู่สายพาน ซึ่งอ้อยจะถูกเทลงสู่สายพานโดยทางโรงงานน้ำตาลได้ติดตั้งตะกาวในการโกยอ้อยลงจากรถบรรทุก เมื่อเทอ้อยลงสายพานหมดแล้ว รถบรรทุกจะวิ่งออกมาจอดที่ข้างทางเพื่อที่คนขับจะได้เอาอ้อยที่ยังติดค้างอยู่บนรถออกจากรถให้หมด จากนั้นรถบรรทุกจะวิ่งมาที่เครื่องชั่งน้ำหนักเพื่อชั่งน้ำหนักรถเบา ซึ่งเป็นน้ำหนักของรถเปล่า เพื่อจะคำนวณหาน้ำหนักอ้อยที่รถบรรทุกขนมาในเที่ยวนั้น จากนั้นรถบรรทุกจะวิ่งกลับไปยังไร่เพื่อขนอ้อยในเที่ยวต่อไป

3.3 สถานการณ์การผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทย

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศในรูปน้ำตาลดิบ น้ำตาลทราย และกากน้ำตาล รวมทั้งอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายยังเป็นแหล่งสร้างงานแก่เกษตรชาวไร่อ้อย รวมถึงแรงงานเก็บเกี่ยวอ้อยในชนบทกว่า 600,000 คน สามารถสร้างรายได้จากการส่งออกและจำหน่ายน้ำตาลทรายให้ประเทศมากกว่าปีละ 80,000 ล้านบาท ซึ่งมีสัดส่วนการส่งออกมากกว่าการบริโภคภายในประเทศประมาณ 2 ใน 3 ของผลผลิตน้ำตาล นอกจากอ้อยโรงงานจะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับน้ำตาลแล้ว ยังสามารถนำอ้อยและผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่น เช่น การนำเอาชานอ้อยที่เหลือจากการผลิตมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าและไอน้ำเพื่อใช้ในโรงงาน การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล (molasses) และทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ เป็นต้น

พบว่า ภัยแล้งเป็นสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยและมีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตอ้อยและประสิทธิภาพการผลิตอ้อยและน้ำตาลทราย โดยในปีการผลิต 2552/53 มีปริมาณอ้อยลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปีการผลิต 2551/52 ที่คุณภาพความหวานอ้อยอยู่ที่ระดับ 12.28 ซีซีเอสและประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลทรายที่ระดับ 108.13 กิโลกรัมต่อตันอ้อย นอกจากจะประสบปัญหาภาวะอากาศแล้งจัดอย่างต่อเนื่องในระหว่างฤดูการเก็บเกี่ยวอ้อยส่งโรงงานแล้ว ยังมีปัญหาด้านอ้อยไฟไหม้มีปริมาณมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคกลาง (สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย, 2554)

อย่างไรก็ตาม พบว่า พื้นที่เพาะปลูกอ้อยของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ เช่น ในปีการผลิต 2553/54 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในเขตพื้นที่รวม 47 จังหวัด จำนวน 8.46 ล้านไร่ (8,461,252 ไร่) แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงานน้ำตาลจำนวน 8,124,966 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์จำนวน 336,286 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2552/53 จำนวน 1.32 ล้านไร่ หรือร้อยละ 18.59 ส่งผลให้โรงงานน้ำตาลบางแห่งมีระยะเวลาเปิดหีบจนถึงเดือนมิถุนายน 2554

ส่วนในปีการผลิต 2554/55 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในเขตพื้นที่สำรวจรวม 48 จังหวัด จำนวน 8,998,286 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 8,307,287 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 690,999 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2553/54 จำนวน 537,034 ไร่ หรือร้อยละ 5.97 เนื่องจากมีปัจจัยสนับสนุนด้านราคาอ้อยที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ตลอดจนปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างต่อเนื่อง

เมื่อพิจารณาค่า C.C.S ของอ้อยที่ผลิตได้ในแต่ละปี พบว่า ค่า C.C.S มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อค่า C.C.S ของอ้อย คือ สภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวย ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสม ระบบชลประทานที่เข้าถึงพื้นที่เพาะปลูกอย่างทั่วถึง พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ การตัดอ้อยสด รวมถึงการตัด/เก็บเกี่ยวให้เหมาะสมในแต่ละคาบเวลา อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานจะมีค่าความหวานต่ำเพียงประมาณ 11-12 ซี.ซี.เอส ในขณะที่ประเทศผู้นำด้านการผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายอย่างออสเตรเลียและบราซิลนั้นค่าความหวานของน้ำตาลอยู่ที่ประมาณ 13-15 ซี.ซี.เอส.ดังนั้น การพัฒนาเพื่อเพิ่มคุณภาพของอ้อยและพัฒนาพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและมีคุณภาพสูงจะช่วยส่งเสริมให้ต้นทุนการผลิตอ้อยลดลง และจะช่วยสร้างเสถียรภาพให้กับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเพิ่มขึ้นในระยะยาวได้อย่างมั่นคง

3.4 พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศไทยถูกควบคุมและกำกับดูแลโดยคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลภายใต้พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้ 1) การกำหนดการจัดสรรช่องทางการจำหน่ายน้ำตาลออกเป็นระบบโควตา 2) การจัดสรรส่วนแบ่งรายได้ของระบบระหว่างโรงงานน้ำตาลและเกษตรกรชาวไร่อ้อยภายใต้ระบบแบ่งปันผลประโยชน์ 70:30 และ 3) การควบคุมการเข้ามาทำธุรกิจของผู้ประกอบการรายใหม่ เป็นต้น

3.4.1 การกำหนดการจัดสรรช่องทางการจำหน่ายน้ำตาลออกเป็นระบบโควตา

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โควตา ก. เป็นน้ำตาลทรายขาวหรือทรายขาวบริสุทธิ์ ที่จะใช้บริโภคภายในประเทศให้เพียงพอแก่การบริโภคในแต่ละฤดูการผลิต ซึ่งมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสถานการณ์ต่างๆ ในขณะนั้น ส่วนราคาขายนั้นทางราชการจะกำหนดภายใต้การดูแลของคณะกรรมการน้ำตาลทราย

โควตา ข. เป็นน้ำตาลทรายดิบที่จะต้องส่งออกตามภาระผูกพันในสัญญาขายน้ำตาลของบริษัท อ้อยและน้ำตาลไทย จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทร่วมระหว่างชาวไร่ โรงงานน้ำตาลและส่วนราชการมีปริมาณ 800,000 ตัน และราคาเฉลี่ยจากการขายน้ำตาลจำนวนนี้จะนำไปเป็นราคามาตรฐานในการคำนวณรายรับจากการจำหน่ายน้ำตาลส่งออกทั้งหมด

โควตา ค. กำหนดเป็นน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ หรือน้ำตาลชนิดอื่น ที่ให้โรงงานน้ำตาลผลิตเพื่อส่งออกโดยเสรี ซึ่งเป็นน้ำตาลทรายที่เหลือจากการผลิตตามโควตา ก. และโควตา ข.

3.4.2 การจัดสรรส่วนแบ่งรายได้ของระบบระหว่างโรงงานน้ำตาลและเกษตรกรชาวไร่อ้อย

เป็นการจัดสรรส่วนแบ่งรายได้ของระบบระหว่างโรงงานน้ำตาลและเกษตรกรชาวไร่อ้อยภายใต้ระบบแบ่งปันผลประโยชน์ 70:30 โดยโรงงานน้ำตาลจะทำการซื้ออ้อยจากชาวไร่อ้อยไว้ทั้งหมด และคำนวณราคาอ้อยด้วยหลักการแบ่งรายได้สุทธิที่ได้จากการขายน้ำตาลทรายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศในแต่ละฤดูการผลิต ในอัตราส่วนร้อยละ 70 เป็นของชาวไร่ ร้อยละ 30 เป็นของโรงงานน้ำตาล และผลพลอยได้ตามที่ได้ตกลงกัน

บทที่ 4 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย

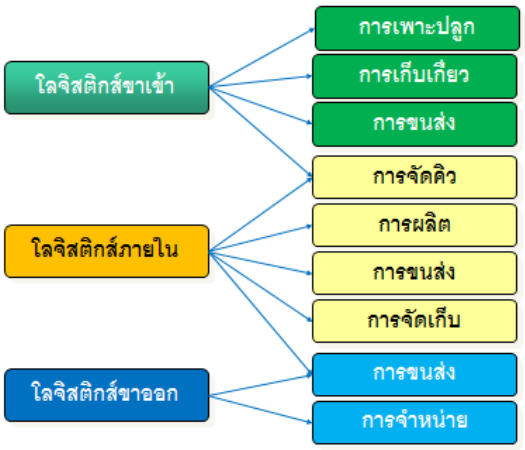
เนื้อหาในบทนี้เป็นการนำเสนอถึงห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย ที่ประกอบด้วยโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistic) โลจิสติกส์ภายใน (Internal Process) และโลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistic) และเนื่องจากการศึกษาวิจัยของโครงการย่อยนี้เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบโลจิสติกส์ขาเข้า จึงขออธิบายถึงรายละเอียดเฉพาะเรื่องระบบโลจิสติกส์ขาเข้าไว้ในหัวข้อที่ 4.2 ของบทนี้

4.1 ห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย

ในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย มีกระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 กระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย

- โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound logistics) คือการรับอ้อยที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตน้ำตาลเข้าสู่โรงงาน
- โลจิสติกส์ภายใน (Internal logistics) ซึ่งเกี่ยวกับกระบวนการผลิตภายในโรงงานน้ำตาล
- โลจิสติกส์ขาออก (Outbound logistics) คือการผลิตน้ำตาลทรายเพื่อส่งออกไปยังลูกค้า

โดยกระบวนการดังกล่าวทั้งหมดเป็นห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) ของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ที่ต่อเนื่องและมีความเชื่อมโยงกัน



ภาพที่ 3 โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศไทย

โดยโลจิสติกส์ขาเข้ามีกระบวนการสำคัญคือ การเพาะปลูก (Cultivation) การเก็บเกี่ยว (Harvesting) การขนส่ง (Transportation) และการจัดคิว (Queuing)

โลจิสติกส์ภายในประกอบด้วยการผลิต (Processing) การขนส่ง (Transportation) และการจัดเก็บสินค้า (Storage)

ส่วนโลจิสติกส์ขาออกประกอบด้วยการขนส่ง (Transportation) และการจำหน่าย (Internal consumption/Export)

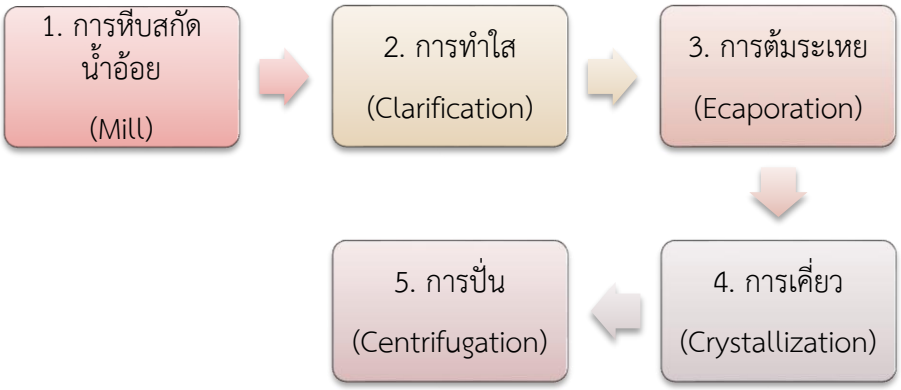
โดยแต่ละกระบวนการนั้นมีความสำคัญต่อต้นทุนการผลิตน้ำตาลทรายโดยตรง และยังมีกระทบต่อผลกำไรที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายจะได้รับอีกด้วย ดังนั้น เป้าหมายสำคัญของกระบวนการต่างๆ ดังกล่าว คือ การบริหารจัดการให้มีต้นทุนในการดำเนินการต่ำที่สุด

4.1.1 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound logistics)

โดยแสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อที่ 4.2

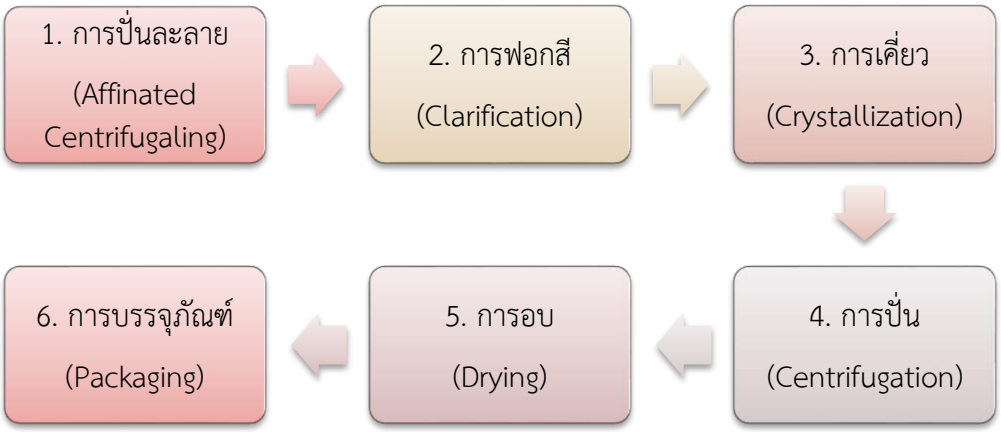
4.1.2 ระบบโลจิสติกส์ภายใน (Internal logistics)

ระบบโลจิสติกส์ภายในเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปอ้อยเป็นน้ำตาล รวมไปถึงการจัดเก็บเพื่อรอขนส่งและจัดจำหน่ายต่อไป ซึ่งกระบวนการผลิตของโรงงานทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ และกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและรีไฟน์ (ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

ที่มา: กาญจนา และคณะ (2556)



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลรีไฟน์

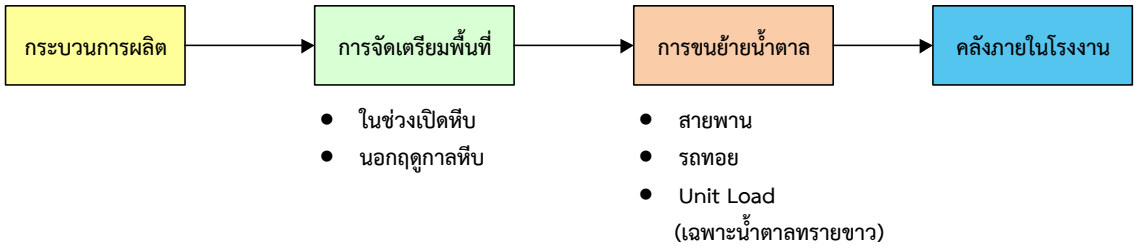
ที่มา: กาญจนา และคณะ (2556)

4.1.3 ระบบโลจิสติกส์ขาออก (Outbound logistics)

เป็นกิจกรรมการจัดเก็บน้ำตาลหลังจากที่โรงงานน้ำตาลได้ทำการผลิตน้ำตาลแล้ว โดยน้ำตาลที่โรงงานผลิตได้นั้นจะมี 2 ประเภท คือ น้ำตาลทรายดิบ และน้ำตาลทรายขาว ซึ่งน้ำตาลทรายทั้ง 2 ประเภทจะถูกลำเลียงเพื่อทำการจัดเก็บในคลังสินค้าภายใน (โกดัง) ของโรงงาน (ภาพที่ 6) และจากโรงงานเพื่อไปยังคลังสาธารณะ (ภาพที่ 7)

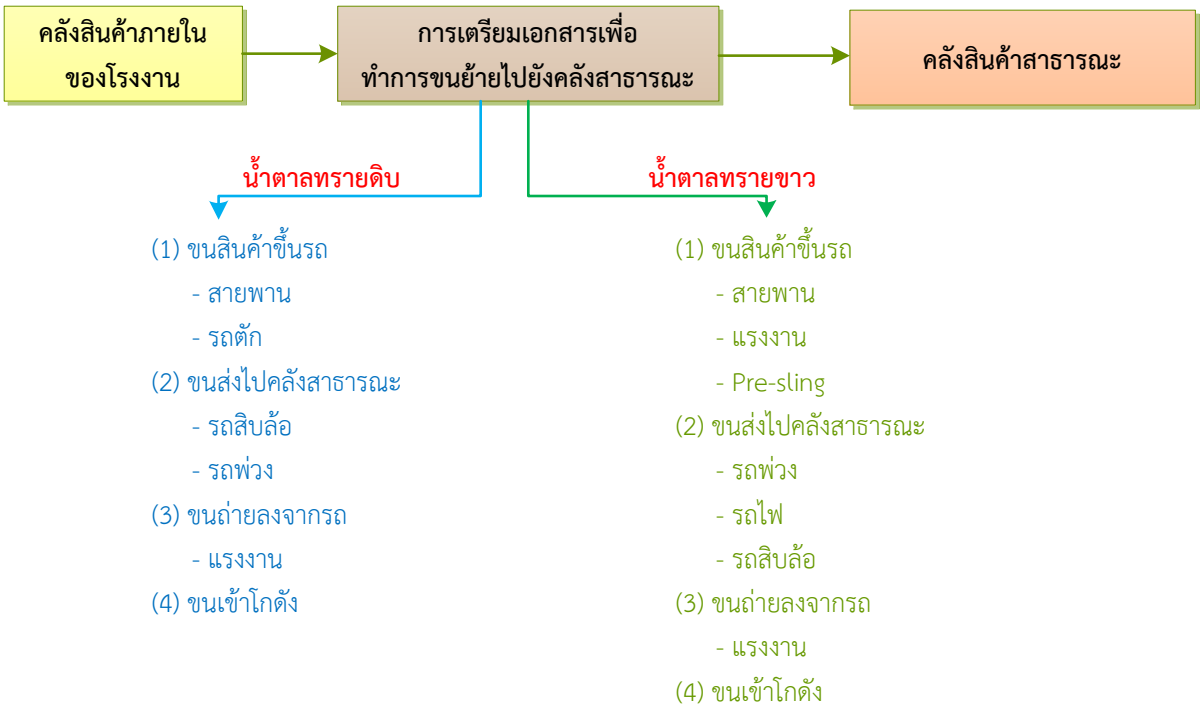
โดยการจัดเก็บน้ำตาลที่คลังสินค้าในโรงงาน น้ำตาลที่จะทำการจัดเก็บในแต่ละเวลาจะมีปริมาณการจัดเก็บที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บไม่เท่ากัน ซึ่งการแบ่งสัดส่วนการจัดเก็บน้ำตาลภายในโรงงานตามปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายดิบและน้ำตาลทรายขาวของแต่ละโรงงานขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต พื้นที่ และโควตาที่ได้รับทำการผลิตจากสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (สอน.) เช่น ในช่วงของฤดูกาลหีบอ้อย โรงงานจะเตรียมพื้นที่ของโกดังเพื่อรองรับให้น้ำตาลทรายดิบมากกว่าน้ำตาลทรายขาว เพื่อเตรียมสำหรับการรีไฟน์ต่อไป

สำหรับกระบวนการขนย้ายน้ำตาลทราบดิบไปจัดเก็บที่คลังสินค้าสาธารณะนั้น มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) น้ำตาลทรายดิบที่ผลิตออกจากโรงงานมีจำนวนมากจนคลังสินค้าภายในโรงงานไม่สามารถรองรับการจัดเก็บได้ จึงต้องระบายออกมาจัดเก็บที่คลังสาธารณะ และ 2) เพื่อรอการส่งมอบ หรือเตรียมสำหรับการส่งออกต่อไป



ภาพที่ 6 การขนย้ายน้ำตาลทรายดิบและน้ำตาลทรายขาวไปยังคลังสินค้าภายในโรงงาน

ที่มา: กาญจนา และคณะ (2556)



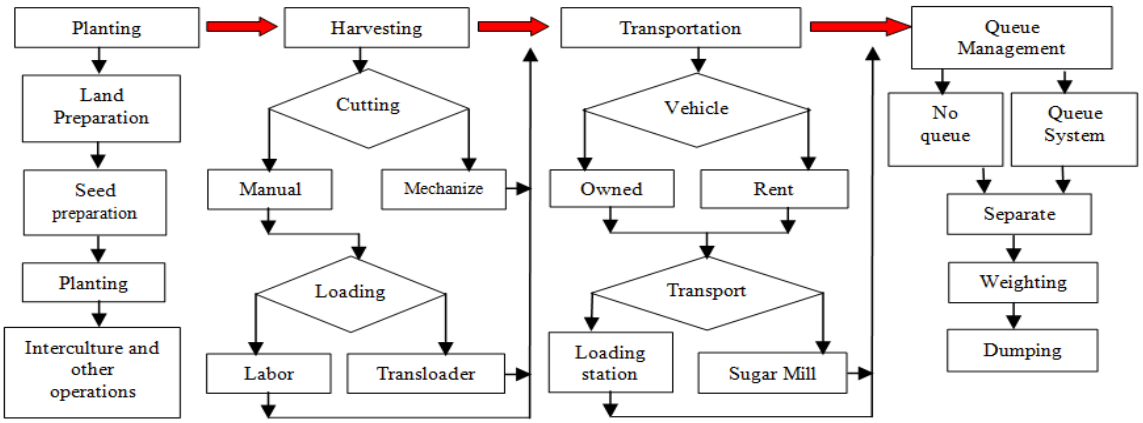
ภาพที่ 7 กระบวนการขนย้ายน้ำตาลจากโรงงานไปยังคลังสินค้าภายนอก/คลังสาธารณะ

ที่มา: กาญจนา และคณะ (2556)

4.2 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตายทราย

คือกระบวนการนำอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาล โดยหากอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นอ้อยที่มีคุณภาพดี เป็นอ้อยที่มีค่าความหวานหรือค่า CCS (Commercial Cane Sugar) สูง เมื่อผ่านกระบวนการผลิตน้ำตาลแล้ว ก็จะสามารถให้ผลผลิตน้ำตาลสูงเมื่อคิดเทียบจากปริมาณอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตเท่ากัน และหากปริมาณอ้อยที่เข้าสู่โรงงานมีความต่อเนื่องและเพียงพอกับกำลังการผลิตที่โรงงานต้องการตลอดฤดูกาลหีบอ้อยในแต่ละปี ก็จะถือว่าระบบโลจิสติกส์ขาเข้ามีประสิทธิภาพที่ดี

ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าจะครอบคลุมตั้งแต่ การเพาะปลูกอ้อย การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อยจากไร่มายังโรงงาน และการบริหารจัดการหน้าลานของโรงงาน ดังแสดงในภาพที่ 8 (กาญจนา และคณะ, 2556)



ภาพที่ 8 ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทย

กระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องในระบบโลจิสติกส์ขาเข้า เริ่มตั้งแต่

4.2.1 การเพาะปลูกอ้อย

อ้อยจะมาจากแปลงเพาะปลูกอ้อยของเกษตรกรชาวไร่อ้อย และ/หรือเป็นแปลงเพาะปลูกของโรงงานน้ำตาลเอง อย่างไรก็ตาม ปริมาณอ้อยส่วนใหญ่ที่เข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจะมาจากเกษตรกรที่ทำสัญญาตันกับโรงงาน ซึ่งโดยปกติเกษตรกรจะรวมตัวเพื่อเพาะปลูกอ้อยเป็นกลุ่มให้มีปริมาณมากเพียงพอเพื่อทำสัญญาตันกับทางโรงงานน้ำตาลเรียกว่า “โควตา” ซึ่งในแต่ละโควตาจะมีเกษตรกรรวมตัวระหว่าง 2-10 ราย โดยเกษตรกรแต่ละรายจะมีแปลงอ้อย 1-10 แปลงและทำการรวมกลุ่มกัน ซึ่งขั้นตอนในการเพาะปลูกจะเริ่มตั้งแต่

1) การจัดเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งมีทั้งที่เป็นพื้นที่เพาะปลูกของชาวไร่อ้อยเอง หรืออาจทำการเช่าพื้นที่เพื่อทำการเพาะปลูก รวมทั้งบางส่วนอาจเป็นพื้นที่เพาะปลูกของโรงงาน โดยเกษตรกรต้องทำการจัดเตรียมหน้าดิน และไถพรวนเพื่อเตรียมลงตออ้อย

2) การจัดเตรียมพันธุ์อ้อย หลังจากที่ทำการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ชาวไร่อ้อยต้องทำการจัดหาพันธุ์อ้อยเพื่อทำการเพาะปลูก ซึ่งพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่จะได้รับการส่งเสริมจากโรงงานหรือเขตส่งเสริมการเพาะปลูกอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกอ้อยที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่

3) การปลูกอ้อย เมื่อทำการจัดพันธุ์อ้อยที่เหมาะสม เกษตรกรจะทำการเพาะปลูกอ้อยโดยในประเทศไทยมีฤดูกาลปลูกอ้อยแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะการตกของฝน และมีการเรียกชื่อแตกต่างกันดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ฤดูกาลเพาะปลูกอ้อยในประเทศไทย

ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ปลายฝน		น้ำราด				ต้นฝน					

ซึ่งในส่วนนี้ทำให้เกิดความยุ่งยากในการบริหารจัดการ เนื่องจากในการเพาะปลูกอ้อยจะมีหลายปัจจัยทางธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้และมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก ได้แก่ ลักษณะดิน ปริมาณน้ำฝน ลักษณะอากาศ เป็นต้น ปัจจัยพื้นฐานเหล่านี้จะสามารถนำไปกำหนดพันธุ์อ้อยที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์นั้นจะมีความต้องการด้านสภาพแวดล้อมและมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยด้านพันธุ์อ้อยและช่วงเวลาในการเพาะปลูก ล้วนมีผลกระทบต่อค่าความหวานของผลผลิตอ้อยที่ได้ของแต่ละพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลา โดยในช่วงเริ่มเพาะปลูกผลผลิตอ้อยจะมีค่าความหวานที่น้อย จากนั้นค่าความหวานจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งอ้อยเจริญเติบโตเต็มที่ และหากไม่มีการเก็บเกี่ยวอ้อยในช่วงที่อ้อยมีค่าความหวานสูงที่สุดช่วงนี้ อ้อยก็จะเริ่มออกดอกและส่งผลให้ค่าความหวานของอ้อยลดลง

4) การดูแลรักษาและการติดต่อประสานงานเนื่องจากอ้อยจะเติบโตเองตามลักษณะของพื้นที่เพาะปลูก เช่น ถ้าเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยต้นฝนหรืออ้อยปลายฝนก็จะอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ แต่หากเป็นอ้อยน้ำราดหรือต้องอาศัยน้ำจากชลประทาน เกษตรกรต้องทำการรดน้ำตามความเหมาะสม นอกจากนี้ต้องทำการบำรุงอ้อยโดยการให้ปุ๋ย รวมทั้งการฉีดยากำจัดศัตรูพืชเพื่อป้องกันแมลงและโรคพืช โดยเกษตรกรรายเล็กหรือเกษตรกรที่มีเงินหมุนเวียนต่ำจะใช้เงินสินเชื่อจากโรงงานในการจัดหาปุ๋ยและยากำจัดศัตรูพืชดังกล่าวนี้

4.2.2 การเก็บเกี่ยวอ้อย

การเก็บเกี่ยวอ้อยที่ดีที่สุด จะต้องเก็บเกี่ยวอ้อยในวันที่อ้อยให้ผลผลิตน้ำตาลสูงสุด แต่ในความเป็นจริงเกษตรกรไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ตามวันที่เหมาะสม เพราะมีข้อจำกัดในด้านปริมาณกำลังการผลิตของโรงงานและปริมาณแรงงานเก็บเกี่ยวที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยชาวไร่จะวางแผนการเก็บเกี่ยวเพื่อส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาลดังนี้ จัดเตรียมแรงงาน จ่ายมัดจำแรงงาน จัดเตรียมรถและเครื่องมือการเก็บเกี่ยว ซึ่งลักษณะการเก็บเกี่ยวอ้อยทั้งอ้อยสดและอ้อยไฟไหม้แบ่งได้ดังนี้

1) การตัดอ้อยและการขนอ้อยขึ้นรถด้วยแรงงานคนทั้งหมด

2) การตัดอ้อยด้วยแรงงานคนและขึ้นอ้อยด้วยรถคีบ และ

3) การตัดอ้อยด้วยรถตัด

ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเก็บเกี่ยวอ้อยเป็นรูปแบบใช้แรงงานคนเกือบทั้งหมด โดยหัวหน้าโควตาจะทำหน้าที่หาแรงงานและทำการจัดสรรแรงงานเพื่อที่ทำการเก็บเกี่ยวอ้อยของลูกไร่แต่ละคน เพื่อให้ได้ปริมาณอ้อยที่เพียงพอที่จะส่งให้แก่โรงงานตามสัญญาตันที่ได้ทำไว้กับโรงงาน โดยแรงงานที่ใช้จะเป็นลูกไร่ที่สังกัดอยู่กับหัวหน้าโควตาที่อาจจะเป็นทั้งแรงงานท้องถิ่นและแรงงานจากแหล่งอื่น แต่เนื่องจากในปัจจุบันมีจำนวนแรงงานลดลงส่งผลให้เกิดการขาดแคลนแรงงานเก็บเกี่ยวอ้อย ทำให้ชาวไร่อ้อยมีค่าใช้จ่ายด้านแรงงานเพิ่มขึ้นทั้งด้านการจ่ายค่าแรงงานล่วงหน้าเพื่อเป็นการมัดจำ การติดตามแรงงาน ค่าขนส่งแรงงาน ค่าที่พักและสวัสดิการต่าง ๆ และยังเกิดปัญหาแรงงานผิดสัญญาไม่มาตัดอ้อยตามที่ตกลงกันไว้ ทำให้ชาวไร่ต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนมาก เหล่านี้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเก็บเกี่ยวอ้อยของเกษตรกรมีต้นทุนที่สูงและต้องใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวนาน

4.2.3 การขนส่งอ้อย

การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือการขนส่งด้วยรถบรรทุกของตนเอง และการขนส่งด้วยรถบรรทุกรับจ้าง โดยประเภทของรถบรรทุกมี 5 ประเภท คือ รถอีแต๊ก รถอีแต๋น รถหกล้อ รถสิบล้อ และ

รถพ่วง ซึ่งต้นทุนในการขนส่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ตามปัจจัยที่แตกต่างกันเช่น 1) สภาพภูมิประเทศระหว่างเส้นทางการขนส่ง อย่าง ภูเขา ทางลาดชัน 2) สภาพถนนและความเข้าถึงได้ง่ายของแปลงอ้อย เช่น ถนนลาดยาง หรือทางลูกรัง 3) ระยะทางในการขนส่ง 4) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง 5) ระยะเวลาในการรอคอยหน้าลาน และ 6) ค่าจ้างรถบรรทุก เช่น น้ำหนักบรรทุก อายุการใช้งานรถ เป็นต้น รวมทั้งระบบคิวของโรงงานก็มีผลต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งเช่นเดียวกัน ซึ่งโดยมากเมื่อเกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวอ้อยแล้วจะทำการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานทันที ทั้งนี้เนื่องจากอ้อยเป็นพืชผลทางการเกษตร เมื่ออ้อยถูกตัดจากไร่แล้วน้ำหนักและปริมาณความหวานของอ้อยจะลดลงตามระยะเวลาในการรอคอยเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาล (Semenzato, 1995) ส่งผลให้ผลตอบแทนของเกษตรกรลดลงเนื่องจากการรับซื้ออ้อยของโรงงานนอกจากจะซื้อตามน้ำหนักอ้อยแล้วราคาอ้อยยังขึ้นอยู่กับคุณภาพหรือความหวานของอ้อย หากอ้อยมีค่าความหวานน้อย จะทำให้ราคาอ้อยต่อปริมาณตันอ้อยที่จะได้รับมีค่าน้อยลงตามไปด้วย

นอกจากนี้ในบางโรงงานได้มีการจัดตั้งสถานีพักอ้อยเพื่อลดภาระของเกษตรกรรายเล็ก โดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่มีที่ตั้งของแปลงเพาะปลูกอ้อยห่างไกลจากโรงงานเป็นระยะทางมาก รวมทั้งมีปริมาณผลผลิตต่อกำลังขนส่งที่ต่ำ ทำให้ไม่คุ้มทุนในการเช่ารถบรรทุกเพื่อขนส่งอ้อยมายังโรงงงานโดยตรง ซึ่งระบบนี้เกษตรกรสามารถใช้รถขนาดเล็กขนอ้อยจากแปลงมายังสถานีพักอ้อย แล้วจ่ายค่าจ้างเหมาให้รถบรรทุกโรงงานเพื่อส่งอ้อยไปยังโรงงานต่อไป ข้อดีของระบบนี้คือ โรงงานน้ำตาลได้อ้อยทางไกลสูงขึ้น และเป็นผลให้เกิดการบริหารจัดการหน้าลานได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ในบางโรงงานยังไม่สามารถนำระบบนี้ไปใช้ได้เนื่องจากโรงงานต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้นสูง และมีการบริหารจัดการในเบื้องต้นที่ค่อนข้างยุ่งยาก

4.2.4 การบริหารจัดการหน้าลาน

ปัจจุบันในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานนั้น พบว่า ปริมาณอ้อยยังไม่มีความสอดคล้องกับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน ดังนั้นเพื่อให้การส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานเป็นไปตามแผนการผลิตที่โรงงานวางไว้ โรงงานจึงใช้การจัดสรรคิวเทอ้อยมาช่วยในการบริหารจัดการหน้าลาน ซึ่งการจัดสรรคิวเทอ้อยจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ ดังนี้

1) ระบบคิวล็อค

เป็นระบบคิวที่กำหนดให้ชาวไร่มาส่งอ้อยในแต่ละช่วงเวลาแน่นอน โดยมีการออกบัตรคิวให้ล่วงหน้าก่อนการเปิดหีบหรือก่อนช่วงเวลาของคิวเข้าหีบอ้อย ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีวิธีการจัดคิวแตกต่างกันไป หลักการจัดสรรคิวให้ชาวไร่อ้อยแต่ละรายคำนึงถึงสัญญาตันของชาวไร่อ้อยนั้นๆ ถ้าปริมาณสัญญาตันในสัดส่วนมากก็จะได้จำนวนคิวต่อช่วงเวลามากตามสัดส่วนของสัญญาตันซึ่งการจัดระบบคิวล็อคนี้มักพบในช่วงกลางของฤดูการเก็บเกี่ยว (Middle of the harvest season) ซึ่งเป็นช่วงที่อ้อยเข้าสู่โรงงานมีปริมาณมาก

2) ระบบคิวเสรี

เป็นระบบคิวที่ให้ชาวไร่แต่ละรายมาส่งอ้อยในลักษณะ First come First serve นั่นคือ เกษตรกรที่มาก่อนจะได้ส่งอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตก่อน โดยโรงงานจะออกบัตรคิวให้ที่ลานเมื่อเกษตรกรชาวไร่นำอ้อยมาถึงบริเวณลานอ้อย มักใช้ระบบคิวเสรีในช่วงต้นฤดูหีบที่มักขาดแคลนแรงงานในการตัดอ้อย และช่วงปลายฤดูหีบที่มีอ้อยเข้าโรงงานน้อยกว่ากำลังการผลิต

3) ระบบคิวผสม

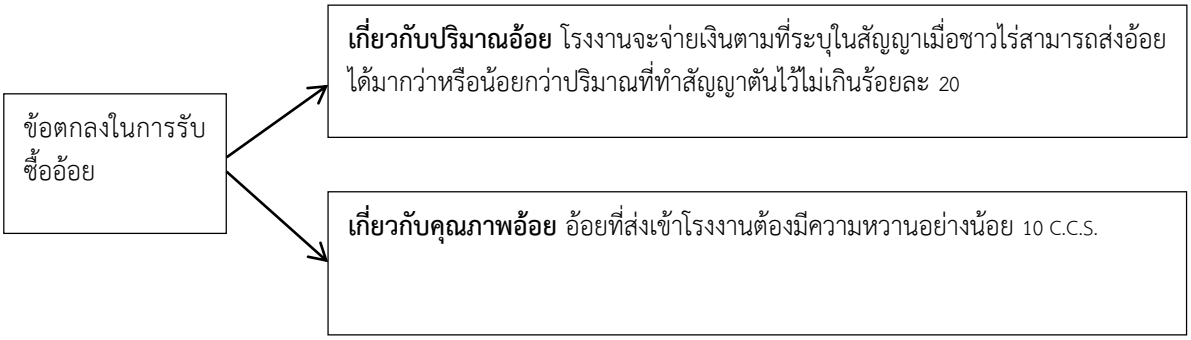
เป็นระบบคิวที่ใช้ทั้งระบบคิวล็อคและระบบคิวเสรีในช่วงพร้อมๆ กัน

4.2.5 วิธีการซื้อขายอ้อย

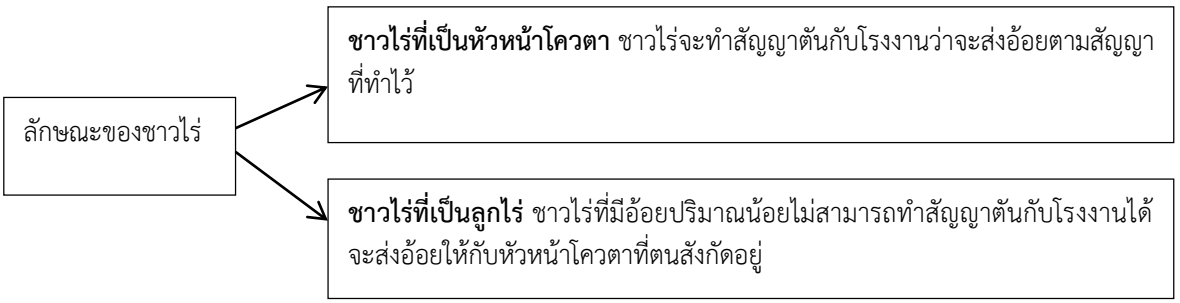
การซื้อขายอ้อยจะคิดราคาตามคุณภาพ โดยใช้หน่วย C.C.S. ราคาเบื้องต้นจะคิดที่ 10 C.C.S. ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (ส.อ.น.) เป็นระดับมาตรฐานที่ทางโรงงานจะจ่ายให้ในราคาประกันที่ตกลงกันไว้ อ้อยที่มีความหวานมากกว่า 10 C.C.S. ทางโรงงานจะจ่ายเพิ่มให้ตามอัตราที่ ส.อ.น. กำหนดขึ้น และในอ้อยที่มีค่าความหวานต่ำกว่า 10 C.C.S. โรงงานจะจ่ายในระดับที่ลดลง

4.2.6 ข้อตกลงในการรับซื้ออ้อย

ข้อตกลงในการรับซื้ออ้อยจะเกี่ยวข้องกับปริมาณอ้อยและคุณภาพอ้อย (ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 9) และลักษณะของชาวไร่อ้อย (ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 ข้อตกลงในการรับซื้ออ้อย



ภาพที่ 10 ลักษณะของชาวไร่อ้อย

บทที่ 5 ผลการศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย

5.1 การเตรียมความพร้อมของเกษตรกรก่อนการเก็บเกี่ยว

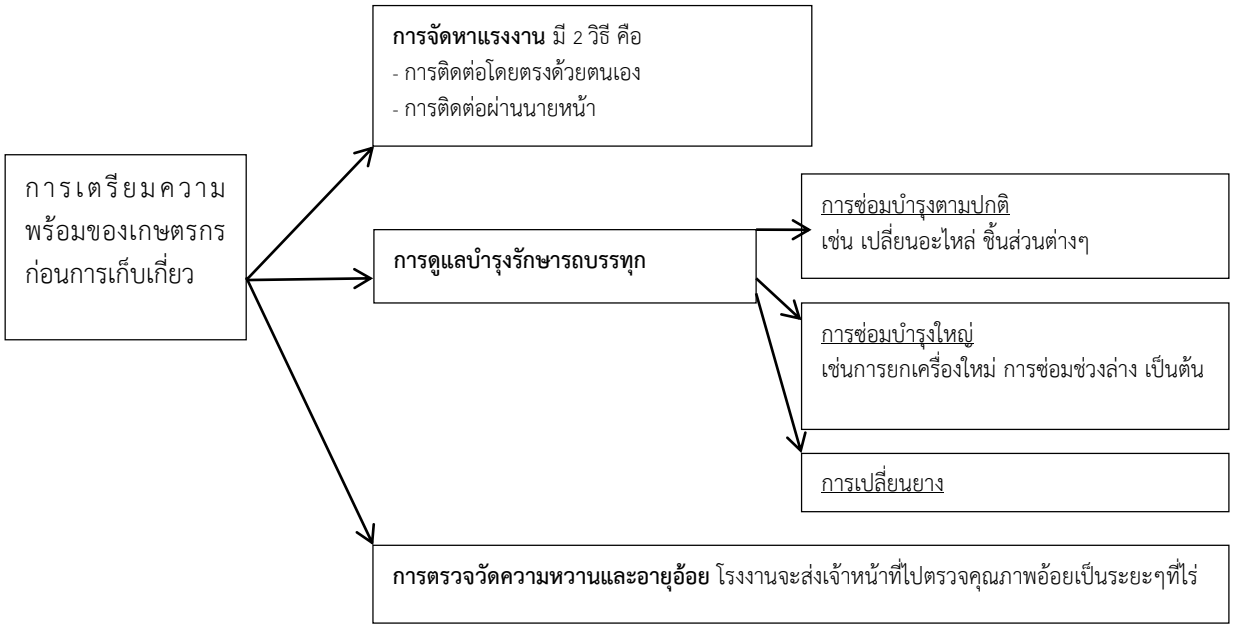
จากการศึกษาพบว่า การเตรียมความพร้อมของเกษตรกรก่อนการเก็บเกี่ยวอ้อย จะเกี่ยวข้องกับการจัดหาแรงงาน การดูแลบำรุงรักษารถบรรทุก และการตรวจวัดความหวานและอายุอ้อย (ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 11)

5.1.1 การจัดหาแรงงาน

จะมีวิธีการจัดหาแรงงาน มี 2 วิธี คือ

1) การติดต่อโดยตรงด้วยตนเอง ส่วนใหญ่จะทำสัญญากู้เงินให้แรงงานไปใช้ก่อน แล้วเมื่อต้องเก็บเกี่ยวอ้อย แรงงานก็ต้องกลับมาเก็บอ้อยใช้หนี้ เรียกว่า การตกคนงาน

2) การติดต่อผ่านนายหน้า โดยชาวไร่ต้องจะเสียค่าหัวให้กับนายหน้าและต้องจ่ายเงินค่าตกคนงานให้แรงงานไปใช้ก่อนโดยทำเป็นสัญญาเงินกู้ เมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวแรงงานก็จะมาตัดอ้อยใช้หนี้ตามสัญญา



ภาพที่ 11 การเตรียมความพร้อมของเกษตรกรก่อนการเก็บเกี่ยวอ้อย

5.1.2 การดูแลบำรุงรักษารถบรรทุก

1) การซ่อมบำรุงตามปกติ

มีค่าใช้จ่ายประมาณ 15,000 บาท ต่อฤดูการเก็บเกี่ยว (เป็นค่าเปลี่ยนอะไหล่ ชิ้นส่วนต่างๆ)

2) การซ่อมบำรุงครั้งใหญ่

เป็นการซ่อมครั้งใหญ่เช่น การยกเครื่องใหม่ การซ่อมช่วงล่าง เป็นต้น (8 ปีครั้ง ค่าใช้จ่ายประมาณ 130,000 บาท)

3) การเปลี่ยนยาง

มีค่าใช้จ่ายประมาณ 60,000 บาทต่อปี (รถ 10 ล้อ)

5.1.3 การตรวจวัดความหวานและอายุอ้อย

การตรวจวัดความหวานและอายุอ้อย ทางโรงงานจะส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจคุณภาพอ้อยเป็นระยะๆ ด้วยเครื่องแฮนด์รีเฟรกโตมิเตอร์ (Hand Refrecto Meter) โดยตรงที่ไร่ หรือเก็บผล แล้วกลับมาวิเคราะห์ที่โรงงาน (อ้อยปลูกใหม่อายุเก็บเกี่ยว 12-14 เดือน ส่วนอ้อยตออายุเก็บเกี่ยว 9-12 เดือน)

5.2 ผลการศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย

คณะผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย ในพื้นที่ศึกษา จ.ราชบุรี และจ.อุดรธานี ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

โดยทั่วไปแล้ว วิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย จะมีอยู่ 3 วิธี คือ

1) การเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย (ภาพที่ 12)
2) การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน ซึ่งจะมีทั้งการตัดสด และการเผาใบก่อนการตัดอ้อย (ภาพที่ 13)
3) การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน และขึ้นอ้อยใส่รถบรรทุกโดยใช้รถคีบอ้อย ซึ่งมีทั้งรถคีบอ้อยแบบคีบหน้าและรถคีบอ้อยแบบสามล้อขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (ภาพที่ 14)

ภาพที่ 12 การเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย

ภาพที่ 13 การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน

ก) รถคีบอ้อยแบบคีบหน้า

ข) รถคีบอ้อยแบบสามล้อขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

ภาพที่ 14 รถคีบอ้อย

จากการศึกษาพบว่า อ้อยในพื้นที่ศึกษา จ.อุดรธานี ส่วนใหญ่แล้วจะถูกเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน โดยแรงงานคนจะทำการตัดอ้อยสด คิดเป็นร้อยละ 38.89 และทำการตัดอ้อยไฟไหม้ ร้อยละ 50.38 ของอ้อยทั้งหมดที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาลในแต่ละวัน (ดังตารางที่ 7)

นอกจากนี้ยังพบว่า ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล จะใช้รถบรรทุก 10 ล้อ มากที่สุด (ดังตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 ปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานในแต่ละวัน (แยกตามประเภทของการเก็บเกี่ยวอ้อย)

ประเภทอ้อย	ปริมาณอ้อยรายวัน, ตัน	
	แรงงานคน	รถตัดอ้อย
อ้อยสด	4,850.65 (38.89%)	1,333.79 (10.70%)
อ้อยไฟไหม้	6,282.55 (50.38%)	4.26 (0.03%)

ตารางที่ 8 ปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานในแต่ละวัน (แยกตามประเภทของรถขนส่ง)

ชนิดรถบรรทุกอ้อย	รูปแบบการเก็บเกี่ยวอ้อย	จำนวนการเทอ้อย, ครั้ง		ปริมาณอ้อยรายวัน,ตัน	
		อ้อยสด	อ้อยไฟไหม้	อ้อยสด	อ้อยไฟไหม้
รถหกล้อขนาดเล็ก (110 แรงม้า)	แรงงานคน	28	20	287.28	208.24
รถสิบล้อ	แรงงานคน	117	166	2,849.76	3,873.70
รถพ่วงสิบล้อ	แรงงานคน	36	50	1,506.93	2,104.40
รถสิบล้อ	รถตัดอ้อย	87	1	1,333.79	4.26
รถหกล้อขนาดใหญ่ (135 แรงม้า)	แรงงานคน	14	7	206.67	96.21
รวม		282	244	6,184.43	6,286.81

5.3 ผลการศึกษาถึงการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาถึงการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน โดยทำการสัมภาษณ์ชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

5.3.1 การขนส่งและการรับอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล

จากการศึกษาพบว่า ระบบรับอ้อยและคิวที่ใช้ในโรงงานน้ำตาล จะมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1) ระบบรับอ้อยผ่านสถานีรับอ้อย ระบบนี้ใช้อยู่ในหลายโรงงานเนื่องจากสามารถลดจำนวนรถบรรทุกที่วิ่งบนถนนหลักได้ และสามารถกำหนดให้ชาวไร่ ตัดอ้อยสดได้สะดวกและลดค่าใช้จ่ายของชาวไร่อ้อยที่เกี่ยวเนื่องกับการขนส่ง โดย เมื่อมีการส่งอ้อยผ่านสถานีรับอ้อยสามารถลดจำนวนรถตัดอ้อยและรถบรรทุกได้ เนื่องจากสามารถใช้แรงงานในครัวเรือนทยอยส่งอ้อยได้

2) ระบบรับอ้อยโดยตรงโดยไม่ผ่านสถานี ระบบนี้เป็นระบบดั้งเดิมที่มีการใช้ในทุกโรงงานน้ำตาล คือ เมื่อชาวไร่อ้อยตัดอ้อยแล้วสามารถนำอ้อยมาส่งที่โรงงานทันที การใช้ระบบรับอ้อยแบบนี้ทำให้เกิดปัญหาพื้นฐานที่พบในโรงงานส่วนใหญ่คือรถบรรทุกอ้อยติดคิวหน้าโรงงานเป็นเวลานาน ทำให้เกิดต้นทุนหน้าลานขึ้น ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ความหวาน และค่าใช้จ่ายของชาวไร่อ้อยหรือผู้รับผิดชอบค่าขนส่งในระหว่างการรอคอยเทอ้อย

ซึ่งระบบคิวเมื่อส่งอ้อยเข้าโรงงานโดยตรงนี้แบ่งออกเป็น 4 ระบบ คือระบบคิวเสรี ระบบคิวล็อค ระบบคิวออก และระบบคิวล็อก 24 ชั่วโมง

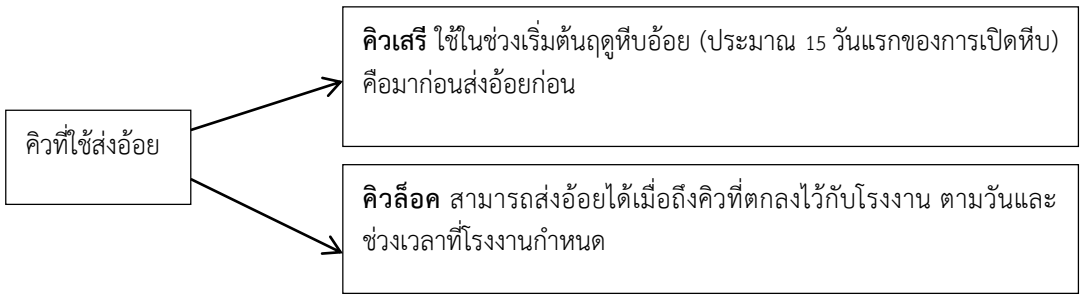
1) ระบบคิวเสรี คือ ระบบคิวที่โรงงานจัดขึ้นใช้ระบบต่อท้ายกันไปเรื่อยๆ แบ่งเป็นรอบ รอบละ 1,000 คิว หรือมากกว่า โรงงานจะคิดจากจำนวนต้นสัญญาที่มีอยู่เป็นหลักและจะแบ่งเป็นคิวย่อยๆ เช่น คิวสำหรับรถบรรทุกที่บรรทุกอ้อยจากรถตัด หรือแยกคิวอ้อยตัดสดกับอ้อยไฟไหม้

2) ระบบคิวล็อก คือ ระบบที่ระบุหมายเลขคิวและรอบที่ชัดเจน เพื่อให้ชาวไร่อ้อยส่งอ้อยได้หมดในเวลาใกล้เคียงกัน ระบบนี้ต้องมีการบริหารจัดการที่ดี

3) ระบบคิวออก คือ ระบบบังคับชาวไร่อ้อยเมื่อเข้ามาส่งอ้อยแล้ว เมื่อรถบรรทุกชั่งออก เจ้าหน้าที่โรงงานจะให้คิวรอบต่อไปที่จะส่งอ้อยทำให้ชาวไร่อ้อยทราบว่าจะต้องตัดอ้อยเมื่อใด

4) ระบบคิวล็อค 24 ชั่วโมง คือ ระบบเป็นเช่นเดียวกันกับระบบคิวออก แต่ระบบคิวจะใช้เวลา 24 ชั่วโมงในการเปลี่ยนคิว ถ้าใครส่งอ้อยเข้ามาภายใน 24 ชั่วโมงจะไม่ได้คิวต้องรอให้พ้น 24 ชั่วโมงก่อน

จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่แล้วโรงงานน้ำตาลจะใช้ระบบคิวแบบผสม ดังแสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 คิวที่ใช้ในการส่งอ้อย

5.3.2 ปัญหาที่พบในกระบวนการขนส่งอ้อย

จากการศึกษาพบว่า กระบวนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมาก กระบวนการหนึ่งในระบบอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องและมีความสัมพันธ์กับการจัดการเก็บเกี่ยวในไร่ หากการจัดการในกระบวนการเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพ แต่การจัดการในกระบวนการขนส่งไม่มีประสิทธิภาพก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอ้อยด้วยเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาพบว่า ปัญหาที่พบในกระบวนการขนส่งอ้อย คือ ระยะเวลาตั้งแต่อ้อยถูกเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อยมีระยะเวลาที่ยาวนาน และมีความไม่แน่นอนของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อย ความไม่แน่นอนของเวลาการให้บริการ การรอคิวเพื่อเทอ้อย การรอขึ้นแท่นเพื่อเทอ้อย ซึ่งระยะเวลาตั้งแต่อ้อยถูกเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย มีระยะเวลายาวนานจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพความหวาน (Commercial Cane Sugar, CCS) และน้ำหนักของอ้อย รวมถึงความสูญเสียที่เกิดจากการใช้ประโยชน์จากรถบรรทุก เครื่องมือ และแรงงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวเกี่ยวอ้อยด้วยเช่นกัน

ปัญหาการรอคิวเทอ้อยนานของรถบรรทุกเป็นปัญหาหลักที่พบในโรงงานน้ำตาล เนื่องจากจำนวนรถบรรทุกที่นำอ้อยมาส่งมีปริมาณมากกว่าความสามารถของโรงงานที่จะให้บริการได้ทันทีทำให้เกิดการรอคอยเทอ้อยของรถบรรทุกเป็นเวลานานขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดต้นทุนต่างๆเพิ่มขึ้นอยู่ในรูปของความสูญเสีย เช่น ความสูญเสียที่เกิดจากการใช่ประโยชน์รถตัดอ้อย แรงงานคน รถคีบอ้อย และรถบรรทุกในกระบวนการเก็บเกี่ยว และการขนสงอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่ไมเต็มประสิทธิภาพ ความสูญเสียทั้งน้ำหนักและคุณภาพตามระยะเวลาที่อ้อยคางอยู่ในรถบรรทุกและในไร่ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำ

นอกจากนี้ยังพบว่า ส่วนใหญ่ชาวไร่อ้อยจะส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ มีความจุประมาณ 20 ตัน หรือรถบรรทุก 6 ล้อ มีความจุประมาณ 8 ตัน โดยเกษตรกรบางรายก็มีรถบรรทุกเป็นของตนเอง สำหรับเกษตรกรที่ไม่มีรถบรรทุกเป็นของตนเองก็ต้องจ้างรถบรรทุกรับจ้าง ทำให้การจัดการรถบรรทุกมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกษตรกรแต่ละรายดำเนินการขนส่งอ้อยมายังโรงงานน้ำตาลตามสถานการณ์ความเหมาะสม และความสะดวกของตนเอง ซึ่งเป็นผลทำให้โรงงานน้ำตาลไม่สามารถจัดการกับระบบการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ระบบการผลิตขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากมีรถบรรทุกเป็นจำนวนมากติดคิวอยู่หน้าลานเทอ้อย ส่งผลให้รถบรรทุกในระบบการเก็บเกี่ยวที่ต้องทำงานควบคู่กับรถตัดอ้อยน้อยลง ซึ่งจำนวนรถบรรทุกที่ปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยมีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อย หากมีการเพิ่มจำนวนรถบรรทุกออกไปปฏิบัติงานร่วมกับรถตัดอ้อยจำนวนมาก ก็จะทำให้ประสิทธิภาพการเกี่ยวเกี่ยวและขนส่งรวมลดลง เพราะจำนวนรถบรรทุกที่มากจะทำให้เกิดการติดคิวหน้าโรงงานน้ำตาลนานขึ้น

5.3.3 วิธีการซื้อขายอ้อย

ซึ่งจากการศึกษาภาคสนาม พบว่า ทางโรงงานน้ำตาลในพื้นที่ศึกษาบางแห่งจะจ่ายราคาอ้อยเพิ่มให้ตันละ 20 บาท ให้กับเกษตรกรที่ส่งอ้อยสด และจะหักตันละ 20 บาท จากเกษตรกรที่ส่งอ้อยไฟไหม้

5.4 ขั้นตอนของกระบวนการรับอ้อย

จากการศึกษาพบว่า โรงงานน้ำตาลจะมีขั้นตอนของกระบวนการรับอ้อย ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงขั้นตอนของกระบวนการรับอ้อย

ขั้นตอน	สิ่งที่ต้องปฏิบัติ
1. ศูนย์จ่ายคิว	-แจ้งชื่อคนขับ -หมายเลขโควตา -ทะเบียนรถ
2. นำรถบรรทุกไปจอดที่ลานนอก	-ขับรถไปลานนอก -เวลารออยู่ลานนอก
3. ชั่งน้ำหนัก (เจ้าหน้าที่ห้องชั่ง)	-ชั่งน้ำหนัก -กรอกทะเบียนรถ -ประเภทรถ -เกรดอ้อย -หมายเลขโควตาของรถ -เลขที่คิว -เลขที่เหรียญ ลงในโปรแกรมชั่งน้ำหนัก
4.คนขับยื่นใบคิวแก่เจ้าหน้าที่ (เพื่อให้เจ้าหน้าที่กรอกรายละเอียด)	-เจ้าหน้าที่กรอกน้ำหนักรถ -เจ้าหน้าที่กรอกเลขที่เหรียญ -คนขับรถเซ็นชื่อรับทราบ
5. ขับรถไปจอดลานใน	- ขับรถไปจอดลานใน -เวลาจอดรอในลานใน
6. ยื่นเหรียญให้พนักงานลานใน	-ขับรถจากลานในมายื่นเหรียญ -พนักงานตรวจสอบลำดับเหรียญ -จดทะเบียนรถ -เลขเหรียญ -ตรวจสอบอ้อย (เผาหรือสด) -แจ้งหมายเลขช่องเทอ้อย
7. ขับรถมาจอดรอบริเวณหน้าช่องเทอ้อย	-ขับรถมา ยื่นเหรียญบริเวณหน้าช่องเทอ้อย -เวลาจอดรอเทอ้อย -ขับรถ(โดยการหันท้าย)เข้าช่องเทอ้อย -ล็อคล้อหน้ารถ
8. เทอ้อย	-เทอ้อย (อ้อยท่อน) -เทอ้อย (อ้อยลำ) -ช่องเทอ้อยเคลื่อนสู่ระดับราบ -ปลดล็อคล้อ และ ขึ้นไปนั่ง

ขั้นตอน	สิ่งที่ต้องปฏิบัติ
9.ขับรถออกจากช่องเทอ้อย	-ขับรถออกจากช่องเทอ้อยไปจอดข้างป้อม -จอด (ตรวจสอบและนำอ้อยที่ค้างอยู่ออก)
10.ชั่งน้ำหนักเบา (ขาออก)	-จากป้อมมาชั่งน้ำหนักเบา -ชั่งน้ำหนักเบา -นำเหรียญคืนให้พนักงานชั่ง -พนักงานกรอกทะเบียนรถลงโปรแกรม -พิมพ์แบบฟอร์ม อ.1 (ใบรับอ้อย) -เซ็นชื่อลงในใบ อ.1 (ทั้งหมด 4 ใบ)

5.5 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ขาเข้าของการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล

จากการศึกษาพบว่า อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทยยังคงประสบกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ขาเข้าของการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล และเป็นปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกัน ดังนี้

1) เกษตรกรไม่สามารถเก็บเกี่ยวอ้อยได้ในวันที่อ้อยให้ผลผลิตน้ำตาลสูงสุด เนื่องจากปริมาณแรงงานเก็บเกี่ยวมีอยู่อย่างจำกัด และรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งอ้อยมีจำนวนจำกัด ทำให้เกษตรกรต้องใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวนานเกินไป

2) ปริมาณกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาลมีขีดจำกัด ทำให้รถบรรทุกต้องติดคิวเพื่อรอเทอ้อยเป็นเวลานานหน้าโรงงาน โดยเฉพาะในช่วงกลางฤดูหีบอ้อย ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรมีความพร้อมด้านแรงงานเก็บเกี่ยว ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อย ดังนี้

2.1) กรณีการเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย

จะส่งผลให้รถตัดอ้อยต้องหยุดการปฏิบัติงานและจอดคอยรถบรรทุกที่แปลงอ้อยบ่อยครั้งเกินไป ทำให้การตัดอ้อยด้วยรถตัดอ้อยเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และทำให้มีต้นทุนสูงขึ้น

2.2) กรณีการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน

จะทำให้อ้อยที่ถูกตัดจากไร่แล้ว ต้องกองอยู่ในแปลงเพื่อรอคอยการขนส่งเป็นเวลานานเกินไป

ซึ่งทั้งสองกรณีจะทำให้อ้อยที่เข้าสู่โรงงานมีคุณภาพที่ไม่ดีอีกด้วย กล่าวคือ น้ำหนักและปริมาณความหวานของอ้อยจะลดลงตามระยะเวลาในการรอคอยเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาล ส่งผลให้ผลตอบแทนของเกษตรกรลดลง เนื่องจากการรับซื้ออ้อยของโรงงานน้ำตาล เป็นการรับซื้ออ้อยตามคุณภาพ และค่าความหวานของอ้อย หากอ้อยมีค่าความหวานน้อย ก็จะทำให้ราคาต่อปริมาณตันอ้อยที่เกษตรกรจะได้รับมีค่าน้อยลงตามไปด้วย

3) การจัดการลานรับอ้อยหน้าโรงงานยังไม่ดีพอ โดยเฉพาะในกรณีคิวเสรี ทำให้เกิดปัญหาการรอคอยการเทอ้อยที่นานเกินไป

บทที่ 6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย

คณะผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรและแรงงานคนที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปวิธีการทดสอบและผลการทดสอบได้ดังนี้

6.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อย

6.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อย

คณะผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็นสามส่วน คือ การศึกษาเพื่อเวลาที่ใช้ในการรวบรวมอ้อย เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายอ้อย และเวลาที่ใช้ในการหย่อนอ้อยขึ้นรถบรรทุก โดยที่

1) เวลาที่ใช้ในการรวบรวมอ้อย

คือ เวลาที่ใช้ตั้งแต่รถคีบอ้อยเกลี่ยอ้อยบริเวณจุดรวบรวมอ้อยจนกระทั่งยกลำอ้อยขึ้นเหนือพื้นดิน ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที

2) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายอ้อย

คือ เวลาที่ใช้ตั้งแต่ยกลำอ้อยขึ้นเหนือพื้นดิน ณ จุดรวบรวมจนเคลื่อนย้ายถึงจุดที่รถบรรทุกจอดอยู่ ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที

3) เวลาที่ใช้ในการหย่อนอ้อยขึ้นรถบรรทุก

คือ เวลาที่ใช้ตั้งแต่อุปกรณ์คีบอ้อยผ่านเข้ากระบะของรถบรรทุกแล้วหย่อนลำอ้อยในรถบรรทุก ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที

6.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย

แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน คือ การศึกษาเพื่อหาความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถตัดอ้อย เวลาที่รถตัดอ้อยใช้ในการกลับเลี้ยว ณ หัวแปลงของรถตัดอ้อน เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรถบรรทุก และ ปริมาณอ้อยที่เก็บเกี่ยวได้ต่อชั่วโมง

1) หาความเร็วรถตัดอ้อย ด้วยการจับเวลา ณ ระยะทางที่กำหนดเพื่อแปลงค่าเป็นความเร็วหน่วยเมตรต่อนาที ตามขั้นตอนการทดสอบเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการดังกล่าว จากคู่มือมาตรฐานของ RNAM Test Codes (Regional Network for Agricultural Machinery, 1995)

2) เวลาที่รถตัดอ้อยใช้ในการกลับเลี้ยว ณ หัวแปลง ด้วยการจับเวลาตั้งแต่รถตัดอ้อยหยุดเดินสายพานลำเลียงแล้วกลับเลี้ยวบริเวณหัวแปลงอ้อย จนกระทั่งรถตัดอ้อย และ รถบรรทุกพร้อมสำหรับการเก็บเกี่ยวอ้อยแถวถัดไป ซึ่งมีหน่วยเป็นนาที

3) เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรถบรรทุก คือ ระยะเวลาที่รถบรรทุกเที่ยวเปล่าเข้าแทนที่รถบรรทุกอ้อยที่เต็ม ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที

4) ปริมาณอ้อยต่อชั่วโมง คือ ปริมาณอ้อยที่รถตัดอ้อยเก็บเกี่ยวภายในระยะเวลาหนึ่งชั่วโมง ซึ่งมีหน่วยเป็นตันต่อชั่วโมง

6.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อย

จากการศึกษาพบว่า ก่อนการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้แรงงานคน คนงานจะเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อลดขั้นตอนริดใบและตัดปลายยอดอ้อย โดยพบว่าหลังการเก็บเกี่ยว ลำอ้อยไฟไหม้มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 กิโลกรัมต่อลำ เมื่อคนงานเก็บเกี่ยวอ้อยเสร็จ คนงานจึงจัดลำอ้อยเป็นมัด มัดละ 10 ลำ แล้ววางคั่นด้วยใบอ้อยหนึ่งใบ จากนั้นชาวไร่อ้อยจะจ่ายผลตอบแทนแก่คนงานตามจำนวนมัด เมื่อชาวไร่จ่ายค่าตอบแทนเสร็จ ชาวไร่อ้อยจึงมอบหมายให้รถคีบอ้อยลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุก จากการศึกษาพบว่ารถคีบอ้อยในพื้นที่ศึกษามีสองรูปแบบ คือ รถคีบอ้อยแบบคีบหน้าและรถคีบอ้อยแบบสามล้อขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

รถคีบอ้อยแบบคีบหน้า คือ รถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฮโดรลิกสำหรับคีบอ้อย จะสามารถรวบรวมอ้อยได้ครั้งละ 300 ลำ โดยเวลาที่ใช้ในการคีบอ้อยมีค่าเท่ากับ 27.77 วินาทีต่อครั้ง แล้วรถคีบอ้อยเคลื่อนย้ายด้วยความเร็ว 3.47 เมตรต่อวินาที ระยะทางเฉลี่ยจากจุดรวบรวมถึงจุดที่รถบรรทุกจอดอยู่ประมาณ 200 เมตรต่อครั้ง เมื่อรถคีบอ้อยใกล้ถึงจุดที่รถบรรทุกจอดอยู่จะยกชุดคีบอ้อยเหนือกระบะรถบรรทุกแล้วหย่อนอ้อย โดยเวลาที่ใช้ในการหย่อนอ้อยมีค่าเท่ากับ 23.42 วินาทีต่อครั้ง

ส่วนรถคีบอ้อยแบบสามล้อขับเคลื่อนด้วยตัวเอง จะสามารถคีบอ้อยได้ครั้งละ 50 ถึง 70 ลำ โดยเวลาที่ใช้ในการรวบรวมอ้อยมีค่าเท่ากับ 14 วินาทีต่อครั้ง จากนั้นรถคีบอ้อยจะเคลื่อนที่ด้วยด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ระยะทางเฉลี่ยจากจุดรวบรวมถึงจุดที่รถบรรทุกจอดอยู่เป็น 60 เมตรต่อครั้ง แล้วจึงหย่อนลำอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยเวลาที่ใช้ในการหย่อนอ้อยขึ้นรถบรรทุกของรถคีบอ้อยแบบสามล้อมีค่าเท่ากับ 20 วินาทีต่อครั้ง (ภาพที่ 16 ถึงภาพที่ 18)

โดยสามารถสรุปผลการศึกษาตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถคีบอ้อยและผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อยได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาและประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อย

รายการ	รถคีบอ้อย แบบคีบหน้า	รถคีบอ้อย แบบสามล้อ	หน่วย
ความเร็วรถคีบอ้อย	3.47	2	เมตรต่อวินาที
เวลาที่ใช้ในการคีบอ้อย	72.88	220.47	วินาทีต่อตัน
เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายอ้อย	151.25	472.44	วินาทีต่อตัน
เวลาที่ใช้ในการหย่อนอ้อยขึ้นรถบรรทุก	61.46	314.96	วินาทีต่อตัน
เวลาที่ใช้รวม	285.59	1007.87	วินาทีต่อตัน
ประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อย	4.76	16.80	นาทีต่อตัน

ดังนั้น ประสิทธิภาพการทำงานของรถคีบอ้อยของแบบคีบหน้า และรถคีบอ้อยแบบสามล้อขับเคลื่อนด้วยตัวเองมีค่าเท่ากับ 4.76 และ 16.80 นาทีต่อตันตามลำดับ

ภาพที่ 16 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการคีบอ้อย

ภาพที่ 17 การทดสอบหาเวลาที่รถคีบอ้อยเคลื่อนย้ายอ้อยในแปลง

ภาพที่ 18 การทดสอบหาเวลาที่รถคีบอ้อยใช้ในการหย่อนอ้อยลงรถบรรทุก

6.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยแบบตัดเป็นท่อน

รถตัดอ้อยเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยการตัดโคนอ้อย จากนั้นลำอ้อยลำเลียงผ่านใบมีดที่ทำหน้าที่สับลำอ้อยเป็นท่อนขนาด 25 ถึง 30 เซนติเมตร แล้วทำความสะอาดอ้อยด้วยการเป่าลมและลำเลียงท่อนอ้อยขึ้นรถบรรทุกสิบล้อด้วยสายพาน ซึ่งในปีการผลิต 2555/2556 พบว่าโรงงานน้ำตาลและชาวไร่อ้อยรายใหญ่ครอบครองรถตัดอ้อยแบบตัดเป็นท่อนรวม 40 คัน แต่การเก็บเกี่ยวด้วยรถตัดอ้อยในพื้นที่ศึกษาพบปัญหาโคนอ้อยตกค้างในไร่อ้อย ซึ่งโคนอ้อยถือว่าเป็นส่วนที่มีการสะสมปริมาณน้ำตาลสูงจึงส่งผลต่อรายได้ของชาวไร่อ้อย ดังนั้นหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยรถตัดอ้อยจึงพบเห็นชาวไร่อ้อยเก็บเกี่ยวโคนอ้อยที่โผล่พ้นดินที่ตกค้างในไร่อ้อย

จากการศึกษาตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถคีบอ้อยและการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยในพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานี และจังหวัดราชบุรี (ภาพที่ 19 ถึงภาพที่ 21) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาของรถตัดอ้อย

รายการ	พื้นที่ศึกษา		หน่วย
	อุดรธานี	ราชบุรี	
ค่าเฉลี่ยความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถตัดอ้อย	80	58.94	เมตรต่อนาที
เวลาที่รถตัดอ้อยใช้การกลับเลี้ยวหัวแปลงอ้อย	1	2.34	นาทีต่อครั้ง
เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรถบรรทุก	20	20	วินาที
เวลาที่คนขับรถใช้เป็นการส่วนตัว	30	30	นาทีต่อเที่ยว

รายการ	พื้นที่ศึกษา		หน่วย
	อุดรธานี	ราชบุรี	
เวลาที่รถบรรทุกใช้ในการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง	20	20	นาทีต่อเที่ยว
น้ำหนักบรรทุกของรถสิบล้อ	15	17.55	ตัน
ประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยเป็น	45	22.04	ตันต่อชั่วโมง

จากการศึกษาตัวแปรด้านเวลาของการทำงานของรถคีบอ้อยและการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยในพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานี และจังหวัดราชบุรี (ภาพที่ 19 ถึงภาพที่ 21) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังตารางที่ 11

พบว่า ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานี รถตัดอ้อยจะเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 80 เมตรต่อนาที ขณะที่ความเร็วของรถตัดอ้อยในพื้นที่ศึกษาจังหวัดราชบุรีมีค่าเท่ากับ 58.94 เมตรต่อนาที เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยพันธุ์ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตต่อไร่ที่น้อยกว่าผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยพันธุ์ที่ปลูกในภาคตะวันตกซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตชลประทาน จึงทำให้ความหนาแน่นของกออ้อยของแปลงปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือน้อยกว่า จึงทำให้รถตัดอ้อยสามารถตัดอ้อยได้ด้วยความเร็วที่เร็วกว่า

ส่วนเวลาที่รถตัดอ้อยใช้ในการกลับเลี้ยว ณ หัวแปลงของรถตัดอ้อยในพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานีมีค่าเท่ากับ 1 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่น้อยกว่าเวลาที่รถตัดอ้อยใช้ในการกลับเลี้ยวในพื้นที่ศึกษาจังหวัดราชบุรี เนื่องมาจากว่าส่วนใหญ่แล้วแปลงปลูกอ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีขนาดแปลงที่ใหญ่กว่า และมีบริเวณหัวแปลงท้ายแปลงที่ใหญ่กว่าแปลงปลูกอ้อยในภาคตะวันตก

นอกจากนี้ จากการทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงานคนทั้งสองวิธียังพบว่าความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยสดโดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 1 ตันต่อวัน และความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยไฟไหม้โดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 2.5 ตันต่อวัน (ดังแสดงในตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงานคน

รูปแบบการเก็บเกี่ยวอ้อย	ประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยว
แรงงานคน	
อ้อยสด	1 ตัน/วัน
อ้อยไฟไหม้	2.5 ตัน/วัน

ภาพที่ 19 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรถบรรทุก

ภาพที่ 20 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการกลับเลี้ยวบริเวณหัวแปลงอ้อย

ภาพที่ 21 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการรอการเทอ้อย

บทที่ 7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการบริหารลานอ้อยหน้าโรงงาน

เนื่องจากปัญหาการรอคิวเทอ้อยนานของรถบรรทุกเป็นปัญหาหลักที่พบของโรงงานน้ำตาลเนื่องจากจำนวนรถบรรทุกที่นำอ้อยมาส่งมีปริมาณมากกว่าความสามารถของโรงงานที่จะให้บริการได้ทันที ทำให้เกิดการรอคอยเทอ้อยของรถบรรทุกเป็นเวลานานขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดต้นทุนต่างๆ เพิ่มขึ้นอยู่ในรูปของความสูญเสีย เช่น ความสูญเสียที่เกิดจากการใช้ประโยชน์รถตัดอ้อย แรงงานคน รถคีบอ้อย และรถบรรทุกในกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ ความสูญเสียทั้งน้ำหนักและคุณภาพตามระยะเวลาที่อ้อยค้างอยู่ในรถบรรทุกและในไร่

คณะผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาเพื่อให้ทราบถึงกระบวนการและขั้นตอนในการรับอ้อยของโรงงานน้ำตาลจากเกษตรกร รวมถึงการศึกษาตัวแปรด้านเวลาที่เกี่ยวข้องในกระบวนการและขั้นตอนรับอ้อยของโรงงานน้ำตาล และคำนวณหาเวลารวมเฉลี่ยทั้งหมดที่รถบรรทุกอ้อยใช้ในขั้นตอนและกระบวนการส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาล ตั้งแต่รถบรรทุกอ้อยเข้ามาถึงโรงงานจนออกจากโรงงาน ทั้งนี้เพื่อนำผลจากการศึกษาที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการบริหารแถวคอยเทอ้อยของรถบรรทุกอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาลในโอกาสต่อไป

7.1 วิธีการศึกษา

7.1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบวิธีการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรถบรรทุกของโรงงานน้ำตาลในพื้นที่ศึกษา จังหวัดราชบุรี เพื่อให้ทราบถึงขนาดและข้อจำกัดของโรงงานน้ำตาล โดยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาล

7.1.2 ศึกษาขั้นตอน และกระบวนการรับอ้อยจากเกษตรกรเข้าโรงงานน้ำตาล ตั้งแต่รถบรรทุกอ้อยเดินทางมาถึงโรงงานจนกระทั่งส่งอ้อยเรียบร้อยและเดินทางกลับไปสู่ไร่เพื่อทำการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลรอบต่อไป

7.1.3 ศึกษาตัวแปรทางด้านเวลา ตั้งแต่ขั้นตอนการรับคิวจนกระทั่งชั่งออก ณ โรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี โดยทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการรับซื้ออ้อย, เวลาที่ใช้ในการเทอ้อยของรถบรรทุก (นาที/คัน), ช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกโดยเฉลี่ย (นาที), อัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของรถบรรทุก (คัน/ชั่วโมง)

7.2 ปัญหารอคอยการเทอ้อยที่นาน

จากการศึกษา พบว่า ปัญหาการรอคอยของอ้อยที่นานจะเกิดจากการส่งอ้อยที่มากเกินกำลังการผลิตของโรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดปัญหานี้ขึ้นในช่วงกลางฤดูหีบ โดยเป็นช่วงที่เกษตรกรมีความพร้อมด้านแรงงานเก็บเกี่ยวและปริมาณผลผลิตอ้อย

สาเหตุของปัญหาการรอคอยเทอ้อยที่นานนั้น สาเหตุหนึ่งมาจากระบบการจัดการหน้าลานที่เป็นแบบคิวเสรี ที่เกษตรกรแต่ละรายที่ต้องนำรถบรรทุกอ้อยมาก่อนเพื่อให้ได้คิวก่อนและเรียงลำดับคิวรถบรรทุกอ้อยที่หน้าลานโรงงานเป็นจำนวนมาก

หรือสาเหตุมาจากความไม่แน่นอนในการเข้ามาของอ้อย โดยทั่วไปอ้อยที่จะถูกส่งมายังโรงงานจะมาจาก 2 แหล่งหลักๆคือ

1) จากโควตาที่ทำสัญญาตันไว้กับโรงงาน

โดยแต่ละโควตาจะได้รับการจัดสรรจำนวนคิวให้มากน้อยตามปริมาณอ้อยที่ทำสัญญาตันไว้กับโรงงาน แต่ทั้งนี้ปัญหาที่พบคือ เกษตรกรไม่ทำการส่งอ้อยตามรอบบัตรคิวที่ตนได้รับ โดยอาจมีสาเหตุมาจาก

- เกิดเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึง เช่น ไฟไหม้อ้อย ทำให้ชาวไร่ต้องตัดอ้อยและส่งเข้าโรงงานทั้งที่ยังไม่ถึงคิวการตัดอ้อยของตนเอง
- ไม่สามารถควบคุมแรงงานเก็บเกี่ยวอ้อยได้ ซึ่งจะพบมากในกลุ่มโควตารายย่อยที่มีจำนวนอ้อยไม่มาก ทำให้ได้รับการจัดสรรคิวการส่งอ้อยน้อยรอบ เป็นผลให้แรงงานขาดรายได้ที่ต่อเนื่อง เพราะรายได้ของแรงงานจะมาจากค่าแรงตัดอ้อยต่อตัน ดังนั้นหากทิ้งช่วงของการเก็บเกี่ยวไว้นาน แรงงานตัดอ้อยก็จะขาดรายได้ในการจุนเจือครอบครัว และอาจย้ายไปทำงานที่อื่น และเกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานตามมา เจ้าของโควตาจึงจำเป็นต้องให้แรงงานตัดอ้อยทุกวันและนำอ้อยไปรอเข้าส่งโรงงาน เพื่อให้แรงงานสามารถดำรงอยู่ได้

2) จากเกษตรกรรายย่อยที่ไม่ได้ทำสัญญาตันไว้กับโรงงาน

เพื่อให้อ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตมีความต่อเนื่องและเพียงพอต่อความต้องการของกำลังการผลิตมากที่สุด โรงงานจึงมีมาตรการป้องกันความเสี่ยงจากปัญหาการขาดอ้อยส่งเข้าสู่โรงงานโดยการรับอ้อยจากเกษตรกรรายย่อยที่ไม่ได้ทำสัญญาตันไว้กับทางโรงงาน ซึ่งจะเป็นผลดีสำหรับในช่วงต้นและปลายฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่ปริมาณอ้อยเข้าโรงงานมีจำนวนน้อย แต่เนื่องจากเป็นการยากที่จะคาดเดาได้ว่าเกษตรกรจะปลูกอ้อยและพร้อมเก็บเกี่ยวในช่วงใด ซึ่งหากอ้อยของเกษตรกรจำนวนมากเจริญเติบโตเต็มที่ในช่วงกลางฤดูหีบพร้อมกัน เกษตรกรก็จะทำการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าโรงงานพร้อมๆกัน ทำให้เกิดเป็นปัญหาการรอคอยเทอ้อยที่นาน

7.3 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรถบรรทุกหน้าโรงงานน้ำตาล

จากการศึกษาพบว่า

- กำลังการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล มีกำลังการหีบเท่ากับ 12,000 ตันอ้อย/วัน

- ความสามารถในการรองรับรถบรรทุกอ้อย ลานนอกสามารถรองรับรถบรรทุกอ้อยได้ประมาณ 180 คัน และลานในสามารถรองรับรถบรรทุกอ้อยได้ประมาณ 40 คัน (ภาพที่ 22)

- จำนวนแถวเทอ้อย (ช่องเทอ้อย) มีทั้งหมด 5 แถว (ภาพที่ 23) ใช้ร่วมกันทั้งอ้อยท่อน (อ้อยจากรถตัดอ้อย) และอ้อยลำ (อ้อยตัดจากแรงงานคน) โดยหลักในการเรียกเข้าช่องเทอ้อยจะเรียกตามลำดับรถบรรทุกอ้อย โดยรถบรรทุกคันไหนมาก่อนก็จะได้เทอ้อยก่อน การยกอ้อยขึ้นเทจะเทเรียงลำดับจากช่องที่ 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ (รถบรรทุกอ้อยที่เป็นรถพ่วงจะถูกเรียกเข้าเทได้เฉพาะช่องที่ 1 และช่องที่ 2 เท่านั้น)

- ประเภทของรถบรรทุกอ้อย และชนิดของอ้อย รถบรรทุกอ้อยที่นำอ้อยมาส่งให้กับโรงงานน้ำตาลแบ่งรถบรรทุกอ้อยออกเป็นสองประเภท ได้แก่ รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ (ทางไกล) บรรทุกอ้อยเฉลี่ย 21 ตัน/คัน ซึ่งชนิดของอ้อยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ อ้อยท่อน (อ้อยที่เก็บเกี่ยวโดยรถตัดอ้อย) และอ้อยลำ (อ้อยที่เก็บเกี่ยวโดยแรงงานคน)

ภาพที่ 22 รถบรรทุกอ้อยที่จอดในบริเวณลานในขณะรอเรียกเข้าเทอ้อย

ภาพที่ 23 แสดงขั้นตอนการเทอ้อย

7.4 ผลการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนในการรับอ้อยจากเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า มีขั้นตอนทั้งหมด ดังนี้

- คนขับรถบรรทุกไปรับคิวยังจุดรับคิว ยื่นตั๋วเครื่องจักรกลเกษตร (รถตัดอ้อย รถคีบอ้อย) หรือ แจ้งหมายเลขโควตา และทะเบียนรถแก่เจ้าหน้าที่ และรอรับบัตรคิว
- คนขับรถบรรทุกอ้อยขับรถไปรอเรียกชั่งเข้าที่ลานนอก
- ทางห้องชั่งจะประกาศเรียกรถบรรทุกอ้อยเข้าชั่งน้ำหนัก
- คนขับรถบรรทุกอ้อยขับรถเข้าไปชั่งน้ำหนัก

- คนขับลงจากรถบรรทุกอ้อยยื่นบัตรคิวที่ได้จากห้องคิวให้กับเจ้าหน้าที่ห้องชั่งเข้า
- เจ้าหน้าที่ห้องชั่งเข้าเก็บบัตรคิวสีเหลืองไว้ และกรอกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์
- คนขับรถบรรทุกอ้อยรับบัตรแจ้งน้ำหนัก
- คนขับรถบรรทุกอ้อยนำรถเข้าไปจอดรอลานใน
- ห้องเรียกเทอ้อยจะประกาศเรียกเข้าเท โดยมีช่องเทอ้อยทั้งหมด 5 ช่อง
- คนขับรถบรรทุกอ้อยขับมาจอดรอบริเวณหน้าช่องเทอ้อยโดยหันท้ายรถเข้าช่องเท
- คนขับรถบรรทุกอ้อยขับรถเข้าช่องเทอ้อย จากนั้นคนขับลงจากรถพนักงานทำการล็อคล้อรถ
- ห้องควบคุมตัวดั้มพ์เทอ้อยยกดั้มพ์ขึ้นเตรียมพร้อมเท 10 องศา
- เมื่อเทอ้อยเสร็จเรียบร้อยแล้ว พนักงานจะเข้าไปปลดล็อคล้อ คนขับรถบรรทุกอ้อยรับใบ
- Cane Loading Sampling Number ในกรณีที่ยังมีอ้อยค้างอยู่ในรถบรรทุกจะต้องนำอ้อยที่ค้างออกก่อน โดยมีพนักงานที่คอยให้บริการอยู่บริเวณลานในใกล้ๆ ช่องเทอ้อย
- คนขับรถบรรทุกขับรถออกจากลานในเพื่อชั่งออก
- ขับรถบรรทุกเข้าไปชั่งน้ำหนักออกลงจากรถเพื่อยื่นใบ Cane Loading Sampling Number ให้กับเจ้าหน้าที่ห้องชั่งออกรอรับใบรับอ้อย
- เมื่อได้รับใบรับอ้อยเรียบร้อยแล้ว ขับรถออกจากโรงงานน้ำตาล

7.5 ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและขั้นตอนในการรับอ้อยจากเกษตรกรเข้าสู่โรงงานน้ำตาล

ผลการศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและขั้นตอนในการรับอ้อยจากเกษตรกรเข้าสู่โรงงานน้ำตาลแสดงดังในตารางที่ 13 และ

ตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในกระบวนการรับอ้อยจากเกษตรกร

รายการ	ค่า	หน่วย
เวลาที่ใช้ในการรับบัตรคิว	25	วินาที/คัน
เวลาที่ใช้ในการชั่งเข้า (น้ำหนักรถบรรทุกรวมกับน้ำหนักอ้อย)	52.8	วินาที/คัน
เวลาที่ใช้ในการเทอ้อยท่อน (เก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย)	58.7	วินาที/คัน
เวลาที่ใช้ในการเทอ้อยลำ (เก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนตัดอ้อย)	80.3	วินาที/คัน
เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดอ้อยที่ค้างบนรถบรรทุก	200	วินาที/คัน
เวลาที่ใช้ในการชั่งออก (ชั่งน้ำหนักรถบรรทุกเปล่า)	73.4	วินาที/คัน

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในกระบวนการเทอ้อยท่อนจะน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการเทอ้อยลำ เนื่องจากอ้อยลำมีความยาวมากกว่าอ้อยท่อน ทำให้ขณะยกกระบะของรถบรรทุกขึ้นเพื่อเทอ้อย การไหลของอ้อยลำจะไหลช้ากว่าอ้อยท่อน และมักจะติดค้างกระบะอยู่จึงจำเป็นต้องใช้ตะกาวซึ่งเป็น

อุปกรณ์ช่วยมาดึงลากอ้อยลำที่ยังค้างในกระบะให้ลงในสายพานลำเลียงอ้อยให้หมด จึงทำให้เวลาเฉลี่ยของการเทอ้อยลำมากกว่าอ้อยท่อน

ตารางที่ 14 เวลารวมเฉลี่ยที่รถบรรทุกอ้อยใช้ในกระบวนการส่งอ้อยให้กับโรงงานน้ำตาล

รายการ	ค่า	หน่วย
อ้อยในพื้นที่		
เวลารวมเฉลี่ยรถบรรทุกอ้อยท่อน	3.49	นาที/คัน
เวลารวมเฉลี่ยรถบรรทุกอ้อยอ้อยลำ	7.19	นาที/คัน
อ้อยนอกพื้นที่* (อ้อยทางไกล)		
เวลารวมเฉลี่ยรถบรรทุกอ้อยลำ	6.47	นาที/คัน

*หมายเหตุ อ้อยนอกพื้นที่ทั้งหมดที่นำมาส่งให้กับโรงงานน้ำตาลเป็นอ้อยลำ เก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนตัดอ้อยทั้งหมด

7.6 สรุปผลการศึกษา

1) โรงงานน้ำตาลส่วนใหญ่จะใช้ระบบคิวแบบผสม คือประมาณ 15 วันแรกของการเปิดหีบจะใช้คิวเสรี (มาก่อน ส่งอ้อยก่อน) และจะใช้คิวล๊อกตามวันและช่วงเวลาที่โรงงานกำหนด

2) ส่วนใหญ่ชาวไร่อ้อยจะส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ มีความจุประมาณ 20 ตัน หรือรถบรรทุก 6 ล้อ มีความจุประมาณ 8 ตัน โดยเกษตรกรบางรายก็มีรถบรรทุกเป็นของตนเอง สำหรับเกษตรกรที่ไม่มีรถบรรทุกเป็นของตนเองก็ต้องจ้างรถบรรทุกรับจ้าง ทำให้การจัดการรถบรรทุกมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกษตรกรแต่ละรายดำเนินการขนส่งอ้อยมายังโรงงานน้ำตาลตามสถานการณ์ ความเหมาะสม และความสะดวกของตนเอง ซึ่งเป็นผลทำให้โรงงานน้ำตาลไม่สามารถจัดการกับระบบการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ระบบการผลิตขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากมีรถบรรทุกเป็นจำนวนมากติดคิวอยู่หน้าลานเทอ้อย

3) โรงงานน้ำตาลจะแบ่งประเภทของรถบรรทุกอ้อยที่นำอ้อยมาส่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ (อ้อยทางไกล) ซึ่งขั้นตอนในการส่งอ้อยของรถบรรทุกอ้อยทั้งสองประเภทแตกต่างกันในขั้นตอนแรก คือรถบรรทุกอ้อยในพื้นต้องไปรับบัตรคิวก่อนชั่งเข้า แต่รถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่เมื่อมาถึงโรงงานน้ำตาลสามารถชั่งเข้าได้เลยไม่ต้องรับบัตรคิว

4) เวลาทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของรถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และของรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนไม่แตกต่างกัน แต่เวลาในขั้นตอนการเทอ้อยท่อน และอ้อยลำแตกต่างกัน โดยเวลาเทอ้อยท่อนมีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 58.7 วินาที/คัน ใช้เวลาเฉลี่ยในการเทอ้อยน้อยกว่าอ้อยลำ (80.3 วินาที/คัน) เนื่องจากว่าอ้อยลำมีขนาดยาวทำให้เมื่อยกดั้มพ์เทไม่สามารถเทอ้อยได้หมดต้องใช้ตะกาวช่วยดึงลากอ้อยลงสายพานลำเลียง

5) เวลารวมทั้งหมดที่รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ใช้ในการส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาลตั้งแต่ขั้นตอนการรับคิวจนกระทั่งขั้นตอนการชั่งออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.49 นาที/คัน สำหรับอ้อยท่อน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.19

นาที/คัน สำหรับอ้อยลำ ส่วนรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นใช้เวลารวมทั้งหมดเท่ากับ 6.47 นาที/คัน ทั้งนี้เป็นการคำนวณเฉพาะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานยังไม่ได้รวมเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการรอคอย (Waiting Time) ในแต่ละขั้นตอนเข้าไปด้วย

ผลการศึกษาเวลาที่ใช้ในกระบวนการรับอ้อย และเวลารวมที่ใช้ในกระบวนการส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ดังที่ได้นำเสนอไว้ในบทนี้จะเป็นประโยชน์ต่อโรงงานในการจัดการบริหารแถวเทอ้อยที่เหมาะสมกับชนิดของอ้อยในพื้นที่ ปริมาณอ้อย หรือการส่งเสริมนโยบายของโรงงาน เช่น การส่งเสริมให้เกษตรกรใช้รถตัดอ้อยให้มากขึ้น เพราะเวลารวมที่ใช้ในกระบวนการส่งอ้อยของอ้อยที่เก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อยใช้เวลาน้อยกว่าอ้อยที่ใช้แรงงานคนเก็บเกี่ยว รวมทั้งผลการศึกษาที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิเคราะห์ต่อไป

บทที่ 8 ผลการออกแบบฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อยและฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย

8.1 การพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย โดยมีโครงสร้างของตารางข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 15 โดยได้นำโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลในระดับเครือข่าย (Database Server) มาใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูลโลจิสติกส์อ้อย และใช้ชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูลและเพื่อการประมวลผล

ตารางที่ 15 โครงสร้างของตารางข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย

ชื่อฟิลด์	ความหมาย
CID	รหัสต้นทุนโลจิสติกส์
CRegion	ต้นทุนโลจิสติกส์ของเขต/ภาค/จังหวัดใด
HType	วิธีการเก็บเกี่ยว
HWage	ค่าจ้างแรงงานเก็บเกี่ยว/ค่าจ้างผู้ปฏิบัติงานเครื่องจักรกลเกษตร
HHire	ค่าจ้าง/เช่าเครื่องจักรกลเกษตร
HFuel	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย
HLub	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหล่อลื่นและวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย
TID	รหัสรถขนส่ง
THire	ค่าจ้าง/เช่ารถขนส่ง
TFuel	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งอ้อย
TLub	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหล่อลื่นและวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการขนส่งอ้อย
UName	ชื่อผู้บันทึกข้อมูล
SaveTime	วันที่และเวลาที่บันทึกข้อมูล

ทั้งนี้ได้แสดงชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลไว้ในภาพที่ 24

```
CREATE TABLE `log_cost` (
  `CID` int(3) NOT NULL default '0',
  `CRegion` varchar(80) default NULL,
  `HType` varchar(10) default NULL,
  `HWage` float default NULL,
  `HHire` float default NULL,
  `HFuel` float default NULL,
  `HLub` float default NULL,
  `TID` int(3) NOT NULL default '0',
  `THire` float default NULL,
  `TFuel` float default NULL,
  `TLub` float default NULL,
  `UName` varchar(40) default NULL,
  `savetime` datetime default NULL,
  PRIMARY KEY  (`CID`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=tis620;
```

ภาพที่ 24 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูล Log_Cost

8.2 ผลการออกแบบฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย

ตามที่คณะผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรและแรงงานคนที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยขึ้น เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของตัวแปรด้านเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย โดยได้นำโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL มาใช้ในการพัฒนาเช่นเดียวกันกับฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย และได้ใช้ชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ในการพัฒนา และเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้

ซึ่งฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยจะประกอบด้วยตารางข้อมูลจำนวน 3 ตาราง คือ 1) ตาราง Harvest 2) ตาราง Harvesting และ 3) ตาราง Transport โดยได้แสดงโครงสร้างของตารางข้อมูลดังกล่าวไว้ในตารางที่ 16, ตารางที่ 17 และตารางที่ 18 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 โครงสร้างของตาราง Harvest

ชื่อฟิลด์	ความหมาย
HID	รหัสของวิธีการเก็บเกี่ยว/เครื่องจักรกลเกษตร
HName	ชื่อของวิธีการเก็บเกี่ยว/เครื่องจักรกลเกษตร
HType	ประเภทการเก็บเกี่ยว
UName	ชื่อผู้บันทึกข้อมูล
SaveTime	วันที่และเวลาที่บันทึกข้อมูล

ทั้งนี้ได้แสดงชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูล Harvest และตัวอย่างของข้อมูลไว้ใน
ภาพที่ **25**

```
CREATE TABLE `harvest` (
  `HID` varchar(10) NOT NULL default '',
  `HName` varchar(80) default NULL,
  `HType` varchar(40) default NULL,
  `UName` varchar(40) default NULL,
  `savetime` datetime default NULL,
  PRIMARY KEY  (`HID`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=tis620;

INSERT INTO `harvest` VALUES ('1', 'รถตัดอ้อยแบบสับเป็นท่อน', 'mechanical', 'krieng', '2012-11-21 01:03:33');
INSERT INTO `harvest` VALUES ('2', 'รถตัดอ้อยแบบตัดทั้งลำ', 'mechanical', 'krieng', '2012-11-21 01:03:33');
INSERT INTO `harvest` VALUES ('3', 'แรงงานคน (ตัดสด)', 'manual', 'krieng', '2012-11-21 01:03:33');
INSERT INTO `harvest` VALUES ('4', 'แรงงานคน (ตัดเผา)', 'manual', 'krieng', '2012-11-21 01:03:33');
```

HID	HName	HType	UName	savetime
1	รถตัดอ้อยแบบสับเป็นท่อน	mechanical	krieng	2012-11-21 01:03:33
2	รถตัดอ้อยแบบตัดทั้งลำ	mechanical	krieng	2012-11-21 01:03:33
3	แรงงานคน (ตัดสด)	manual	krieng	2012-11-21 01:03:33
4	แรงงานคน (ตัดเผา)	manual	krieng	2012-11-21 01:03:33

ภาพที่ 25 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลของตาราง Harvest

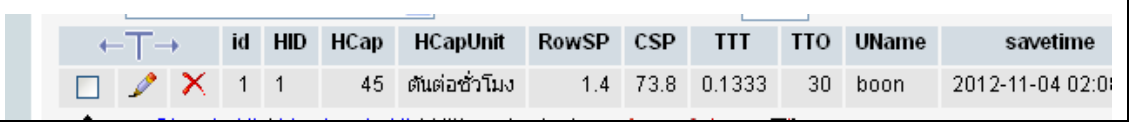
ตารางที่ 17 โครงสร้างของตาราง Harvesting

ชื่อฟิลด์	ความหมาย
id	ลำดับของการเก็บเกี่ยว
HID	รหัสของวิธีการเก็บเกี่ยว/เครื่องจักรกลเกษตร
HCap	ประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการเก็บเกี่ยว
HCapUnit	หน่วยของประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยว
RowSP	ความกว้างขณะปฏิบัติงานของเครื่องจักรกลเกษตร
CSP	ความเร็วขณะปฏิบัติงานของเครื่องจักรกลเกษตร
TTT	เวลาที่ใช้สำหรับการกลับเลี้ยวหัวงานของเครื่องจักรกลเกษตร
TTO	เวลาที่ใช้ในการหยุดปฏิบัติการในแปลงชั่วคราวของเครื่องจักรกลเกษตร
UName	ชื่อผู้บันทึกข้อมูล
SaveTime	วันที่และเวลาที่บันทึกข้อมูล

ทั้งนี้ได้แสดงชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูล Harvesting และตัวอย่างของข้อมูลไว้ในภาพที่ 26

```
CREATE TABLE `harvesting` (
  `id` int(3) NOT NULL auto_increment,
  `HID` varchar(10) default NULL,
  `HCap` float default NULL,
  `HCapUnit` varchar(20) default NULL,
  `RowSP` float default NULL,
  `CSP` float default NULL,
  `TTT` float default NULL,
  `TTO` float default NULL,
  `UName` varchar(40) default NULL,
  `savetime` datetime default NULL,
  PRIMARY KEY  (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=tis620 AUTO_INCREMENT=3 ;

INSERT INTO `harvesting` VALUES (1, '1', 45, 'ตันต่อชั่วโมง', 1.4, 73.8, 0.1333, 30, 'boon', '2012-11-04
02:08:50');
```



	id	HID	HCap	HCapUnit	RowSP	CSP	TTT	TTO	UName	savetime
	1	1	45	ตันต่อชั่วโมง	1.4	73.8	0.1333	30	boon	2012-11-04 02:0

ภาพที่ 26 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลของตาราง Harvesting

ตารางที่ 18 โครงสร้างของตาราง Transport

ชื่อฟิลด์	ความหมาย
TID	รหัสของรถขนส่ง
TName	ชื่อของรถขนส่ง
HID	รหัสของวิธีการเก็บเกี่ยว/เครื่องจักรกลเกษตร
TransportCap	ความจุของรถขนส่ง
ASE	ความเร็วของรถขนส่ง ขณะบรรทุกอ้อย
ASF	ความเร็วของรถขนส่ง ขณะไม่บรรทุกอ้อย
DPT	เวลาที่ใช้เพื่อทำธุระส่วนตัวของผู้ปฏิบัติงาน
WTM	เวลาที่ใช้ในการรอคอยเพื่อถ่ายเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาล
TRO	เวลาที่ใช้สำหรับการตรวจสอบและถ่ายเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาล
UName	ชื่อผู้บันทึกข้อมูล
SaveTime	วันที่และเวลาที่บันทึกข้อมูล

ทั้งนี้ได้แสดงชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูล Transport และตัวอย่างของข้อมูลไว้ในภาพที่ 27

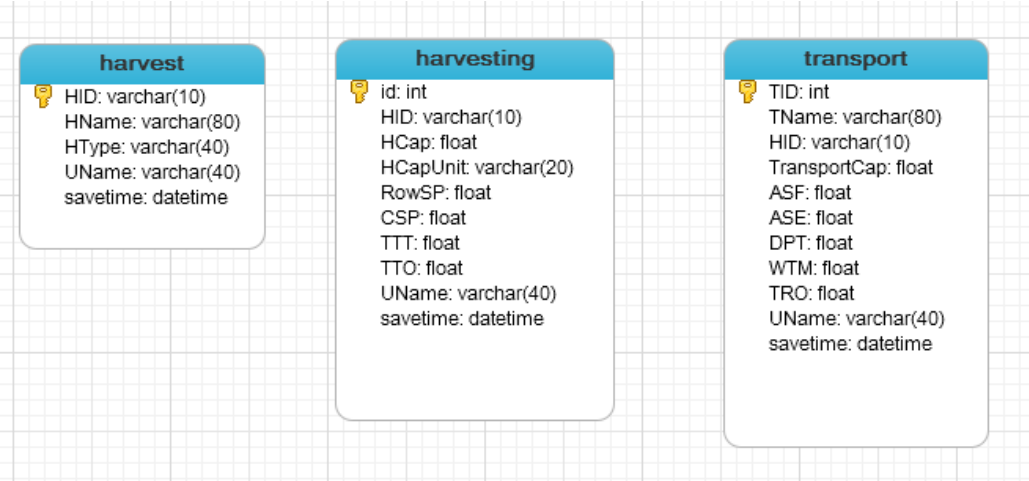
```
CREATE TABLE `transport` (
  `TID` int(3) NOT NULL default '0',
  `TName` varchar(80) default NULL,
  `HID` varchar(10) default NULL,
  `TransportCap` float default NULL,
  `ASF` float default NULL,
  `ASE` float default NULL,
  `DPT` float default NULL,
  `WTM` float default NULL,
  `TRO` float default NULL,
  `UName` varchar(40) default NULL,
  `savetime` datetime default NULL,
  PRIMARY KEY  (`TID`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=tis620;

INSERT INTO `transport` VALUES (1, 'รถบรรทุกสิบล้อ', '1', 25, 5, 15, 20, 10, 20, 'boon', '2012-11-04 02:08:50');
INSERT INTO `transport` VALUES (2, 'รถบรรทุกพ่วง', '2', 50, 60, 80, 20, 10, 20, 'boon', '2012-11-04 02:08:50');
INSERT INTO `transport` VALUES (3, 'รถอีแต๋น', '3', 25, 5, 15, 20, 10, 20, 'boon', '2012-11-04 02:08:50');
```

	TID	TName	HID	TransportCap	ASF	ASE	DPT	WTM	TRO	UName	savetime
	1	รถบรรทุกสิบล้อ	1	25	5	15	20	10	20	boon	2012-11-04 02:08:50
	2	รถบรรทุกพ่วง	2	50	60	80	20	10	20	boon	2012-11-04 02:08:50
	3	รถอีแต๋น	3	25	5	15	20	10	20	boon	2012-11-04 02:08:50

ภาพที่ 27 ชุดคำสั่งพีเอชพีที่ใช้ในการสร้างตารางข้อมูลและตัวอย่างข้อมูลของตาราง Transport

โดยได้แสดงโครงสร้างของตารางข้อมูลดังกล่าวและความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ตารางไว้ในภาพที่ 28



ภาพที่ 28 โครงสร้างฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย

บทที่ 9 การจำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยว และการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

9.1 การพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยว (โดยใช้รถตัดอ้อย) และขนส่งอ้อย ซึ่งเป็นแบบจำลองที่แสดงถึงขั้นตอนต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังกล่าว (Activities-based Model) โดยแบบจำลอง ฯ ที่ได้พัฒนา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาค่า 1) เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย และ 2) เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานและกลับมาที่แปลง โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$TLT = \left(\frac{COT}{AOS}\right)\left(\frac{FS \times 1600}{RL \times RS}\right)\left(\frac{RL}{CSP} + TTT\right) + \frac{TTC}{60}, \qquad (1)$$

โดยที่ TLT = เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย (นาที)
COT = ขนาดความจุของรถบรรทุกอ้อย (ตัน)
AOS = ปริมาณอ้อยในแปลง (ตัน)
FS = ขนาดของแปลงอ้อย (ไร่)
RL = ความยาวของแปลงอ้อย (เมตร)
RS = ความกว้างขณะปฏิบัติงานของรถตัดอ้อย (เมตร)
CSP = ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถตัดอ้อย (เมตร/นาที)
TTT = เวลาที่ใช้สำหรับการกลับเลี้ยวหัวงานของรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อย (นาที)
TTC = เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรถบรรทุก (วินาที)

$$TRTR = \left(\frac{DMF}{ASF} + \frac{DMF}{ASE}\right) \times 60 + DPT + BDT + (WTM + TRO), \qquad (2)$$

โดยที่ TRTR = เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานและกลับมาที่แปลง (นาที)
DMF = ระยะทางจากแปลงถึงโรงงาน (กิโลเมตร)
ASF = ความเร็วของรถบรรทุก ขณะบรรทุกอ้อย (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
ASE = ความเร็วของรถบรรทุก ขณะไม่บรรทุกอ้อย (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
DPT = เวลาที่ใช้เพื่อทำธุระส่วนตัวของผู้ปฏิบัติงาน (นาที)
BDT = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงต่อรอบการขนส่ง (นาที)
WTM = เวลาที่ใช้ในการรอคอยเพื่อถ่ายเทอ้อยที่โรงงาน (นาที)
TRO = เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบปริมาณและคุณภาพอ้อยที่ขนส่งเข้าโรงงงาน (นาที)

9.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยตามแนวทางการพัฒนาแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ฯ ที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 9.1 จำเป็นต้องใช้ข้อมูลต้นทุนและข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยที่ได้รายงานไว้ในบทที่ 8 ด้วย ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯ ที่สามารถทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่จัดเก็บชุดข้อมูลดังกล่าวด้วย โดยพัฒนาเป็นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯ ที่สามารถประมวลผลได้บนเครือข่าย (Web Database Application) สามารถรองรับการทำงานในลักษณะผู้ใช้หลายคนได้ (Multi-user Environment) มีการกำหนดสิทธิในการเข้าใช้งานโดยแบ่งผู้ใช้งานเป็นหลายระดับ และควบคุมการเข้าใช้งานจากผู้ใช้แต่ละคนโดยการลงทะเบียนเพื่อเข้าสู่ระบบก่อน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงได้นำโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลในระดับเครือข่ายมาร่วมใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯ ที่จะพัฒนา และใช้ชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูลและเพื่อการประมวลผล

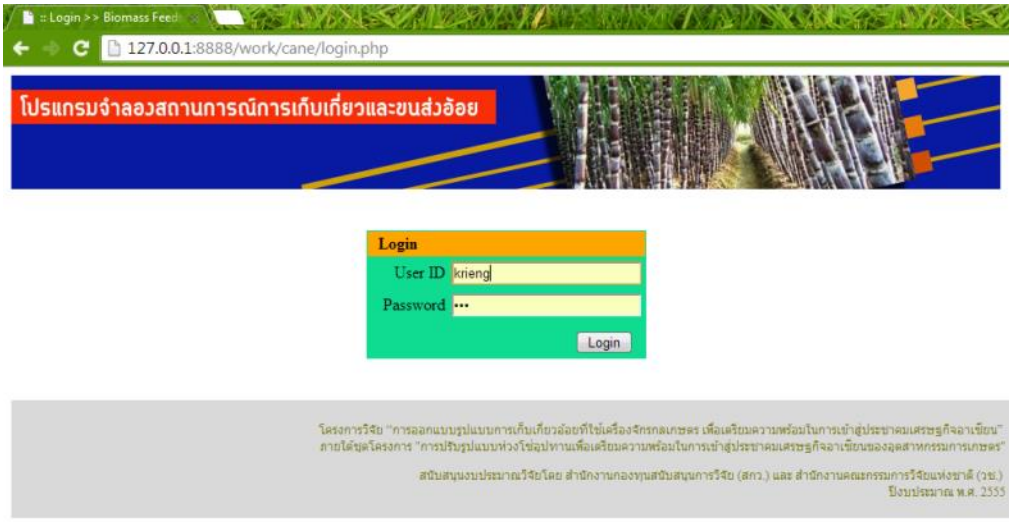
9.2.1 โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล

โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล จะประกอบด้วย ตารางที่ทำหน้าที่เก็บชุดข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ตาราง User ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ ซึ่งประกอบด้วยฟิล์ดต่าง ๆ ดังนี้
   - id ลำดับผู้ใช้งานในระบบ
   - user ชื่อผู้ใช้งานระบบ
   - passwd รหัสผ่านของผู้ใช้งาน
   - email อีเมล์ของผู้ใช้งาน
   - msg สถานะของผู้ใช้งาน
   - hacker ไอพีแอดเดรสของผู้ใช้งานที่กรอกรหัสผ่านผิด
   - lastlog วันเวลาที่ผู้ใช้งานเข้ามาก่อนครั้งล่าสุด
   - dtnow วันเวลาที่ผู้ใช้งานเข้ามาใช้งานครั้งล่าสุด
2. ตาราง Harvest รายละเอียดอยู่ในบทที่ 8
3. ตาราง Harvesting รายละเอียดอยู่ในบทที่ 8
4. ตาราง Transport รายละเอียดอยู่ในบทที่ 8

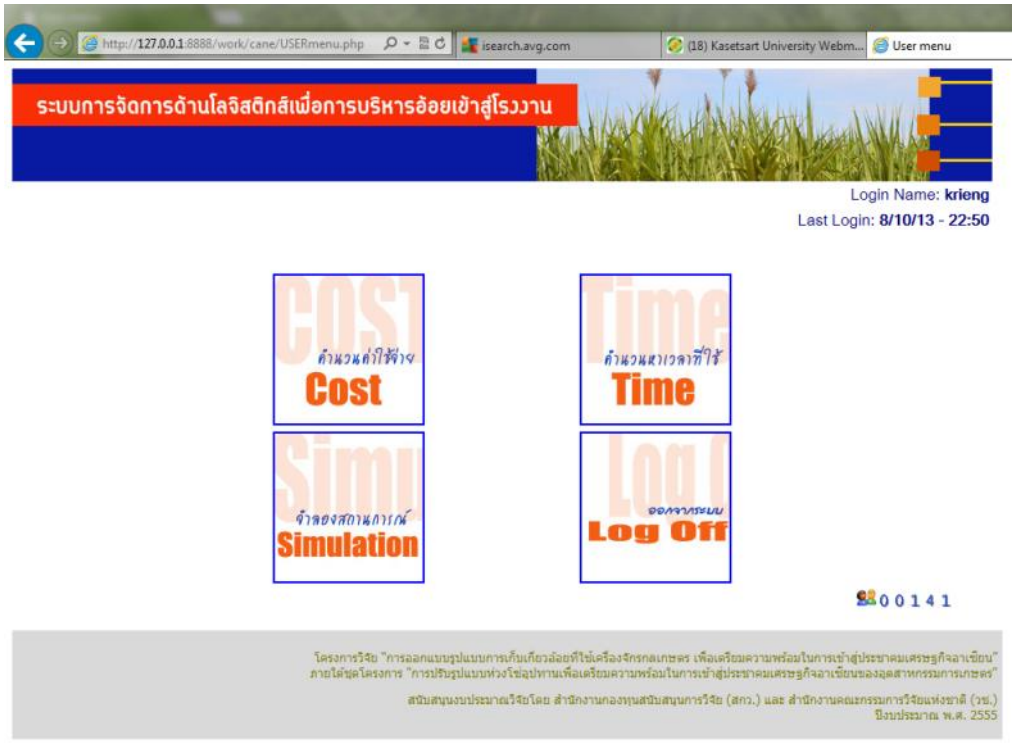
9.2.2 การทำงานของโปรแกรม

ก่อนเข้าใช้งานระบบ ผู้ใช้ต้องป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านก่อน (ภาพที่ 29) โดยเมื่อสามารถเข้ามายังระบบได้แล้ว เมนูการใช้งานของผู้ใช้งานจะแสดงขึ้นมา โดยรายละเอียดของเมนูการใช้งานจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานะของผู้ใช้งานแต่ละคน



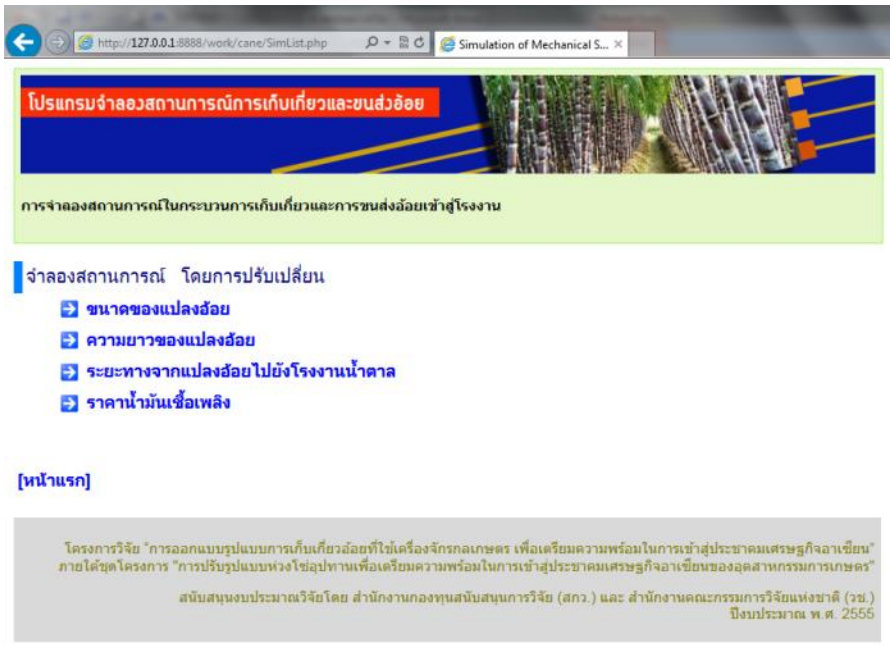
ภาพที่ 29 แสดงการป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ก่อนเข้าใช้งานระบบ

ผู้ใช้งานทุกคนที่มีสถานะเป็นผู้ใช้งานทั่วไปและมีสถานะเป็นผู้ดูแลระบบ จะสามารถเข้าสู่หน้าจอสำหรับการคำนวณหาค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานได้ (ภาพที่ 30) ในการคำนวณดังกล่าวจะมีการนำค่าที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลมาใช้ โดยค่าที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลจะเป็นข้อมูลด้านโลจิสติกส์ของอ้อย และค่าที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรกลเกษตร



ภาพที่ 30 หน้าจอของผู้ใช้งานทั่วไป

รวมทั้งคณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์อีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 31



ภาพที่ 31 แสดงหน้าจอของโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย

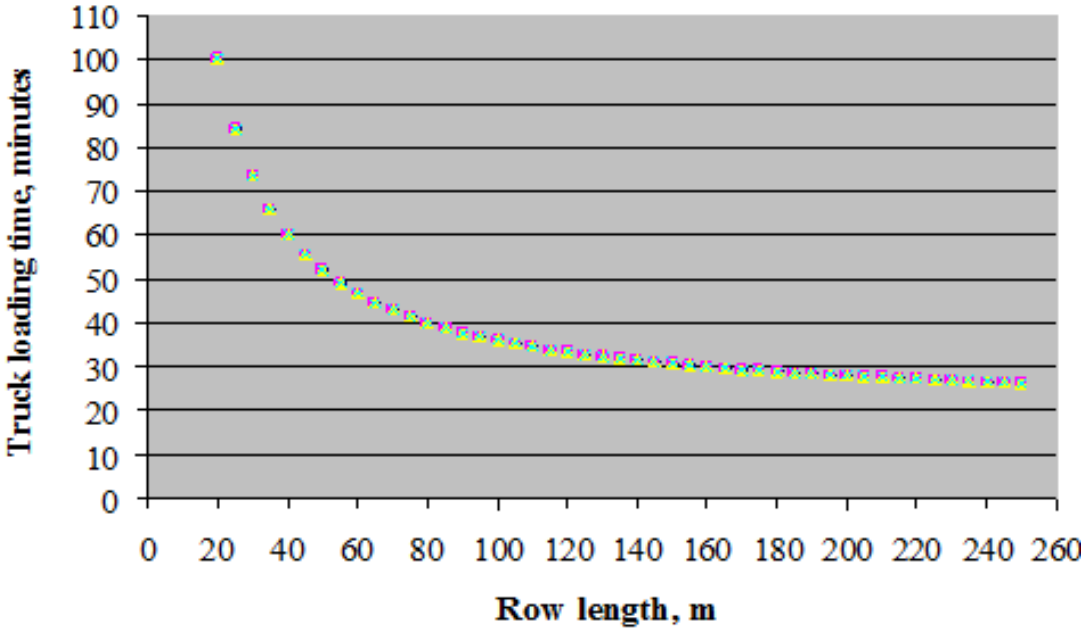
9.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย

จากการนำแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล มาทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเทคนิคการสุ่มค่าตัวแปรแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อประเมินศักยภาพและข้อจำกัดในห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกรูปแบบที่ใช้อยู่ในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์เชิงลึกโดยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปได้ว่า

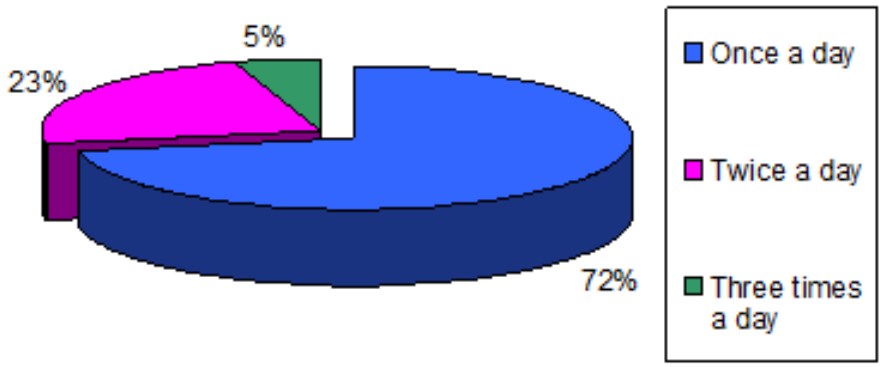
1) ความยาวของแปลงอ้อยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย กล่าวคือ เวลาที่ใช้ในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อยจะมีค่าที่ลดลง เมื่อรถตัดอ้อยปฏิบัติงานในแปลงอ้อยที่มีขนาดความยาวแปลงที่ยาวขึ้น โดยความยาวของแปลงอ้อยที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานของรถตัดอ้อยจะมีค่าอยู่ที่ 140 เมตรขึ้นไป ดังนั้นการเก็บเกี่ยวอ้อยในแปลงอ้อยที่มีความยาวแปลงน้อยกว่า 140 เมตร ควรจะใช้แรงงานคนในการตัดอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้การใช้งานรถตัดอ้อยและการบริหารแรงงานคนที่ใช้ในการตัดอ้อยเป็นไปอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 32)

2) จำนวนของรถบรรทุกที่ปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อย กล่าวคือ หากจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยมีจำนวนที่น้อย จะทำให้รถตัดอ้อยต้องเสียเวลาหยุดรอรถบรรทุกนานมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวอ้อยลดลง อย่างไรก็ตาม หากมีการเพิ่มจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยให้มีจำนวนที่มากขึ้นไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้ประสิทธิภาพรวมทั้งระบบของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยลดลง เพราะจำนวนรถบรรทุกที่มากขึ้นจะทำให้การติดคิวเพื่อรอการเทอ้อยที่

โรงงานน้ำตาลนานขึ้น (ภาพที่ 33) ดังนั้นการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอ จะต้องสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย สภาพของแปลงอ้อย ระยะทางระหว่างแปลงอ้อยไปยังโรงงาน และความสามารถในการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จำเป็นที่จะต้องพิจารณาก่อนทำการส่งเสริมการใช้รถตัดอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการใช้รถตัดอ้อยที่คุ้มค่ากว่าที่เป็นอยู่



ภาพที่ 32 รถตัดอ้อยใช้เวลาในการตัดอ้อยที่ลดลง เมื่อความยาวของแปลงมีค่ามากขึ้น



ภาพที่ 33 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนวันที่รถบรรทุกวิ่งส่งอ้อยเข้าโรงงาน แยกตามจำนวนเที่ยวต่อวัน

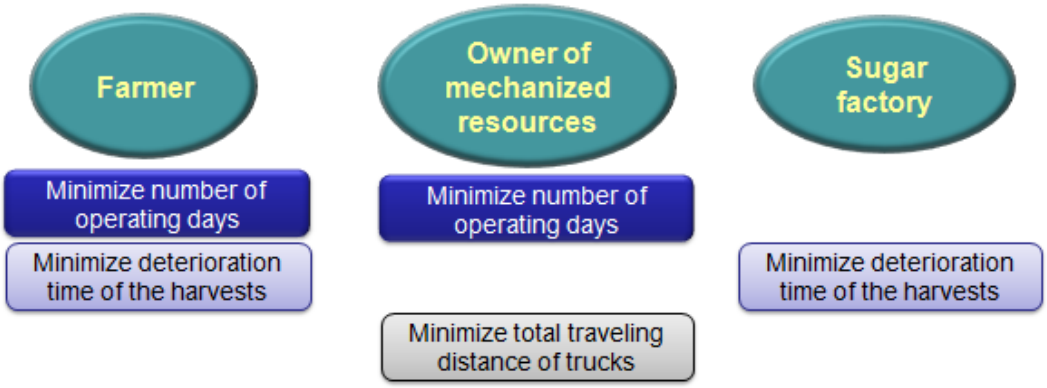
บทที่ 10 ระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

เนื่องจากจำนวนรถบรรทุกที่มากขึ้นจะทำให้การติดคิวเพื่อรอการเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลนานขึ้น ดังนั้นการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยให้เพียงพอ จะต้องสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย สภาพของแปลงอ้อย ระยะทางระหว่างแปลงอ้อยไปยังโรงงาน และความสามารถในการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อย และจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง เพื่อใช้เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

10.1 การพัฒนาแผนการจัดการด้านโลจิสติกส์ของอ้อย

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล ซึ่งทั้ง 3 กลุ่ม จะมีความต้องการที่หลากหลายเกี่ยวกับเรื่องการจัดการด้านโลจิสติกส์ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย (ภาพที่ 34) คือ

- กลุ่มชาวไร่อ้อย ต้องการให้มีแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง ที่ทำให้จำนวนวันที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งมีค่าน้อยที่สุด และต้องการให้มีแผน ฯ ที่ทำให้เวลาในการสูญเสียของอ้อยที่เก็บเกี่ยวแล้วมีค่าน้อยที่สุด
- กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก ต้องการให้มีแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง ที่ทำให้จำนวนวันที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งมีค่าน้อยที่สุด และต้องการให้มีแผน ฯ ที่ทำให้ระยะทางรวมในการวิ่งรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด
- โรงงานน้ำตาล ต้องการให้มีแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง ที่ทำให้เวลาในการสูญเสียของอ้อยที่เก็บเกี่ยวแล้วมีค่าน้อยที่สุด



ภาพที่ 34 ความต้องการที่หลากหลายในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง จำนวน 3 แผน เพื่อให้ตรงกับความต้องการของทั้ง 3 กลุ่ม โดยแต่ละแผน ฯ ได้พัฒนาให้อยู่ในรูป

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามหลักการวิจัยดำเนินการ (Operation Research) โดยมีรายละเอียดของแต่ละแผน ฯ ดังนี้

1) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งมีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ดังนี้

$$Minimize \sum_{i=1}^{h} \frac{Y_i}{(ST_i \times SD_i + LT_i \times LD_i)}$$

2) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งมีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ดังนี้

$$Minimize \sum_{i=1}^{h} (ST_i \times STRIP_i + LT_i \times LTRIP_i) \times DAY_i \times DIS_i \times 2$$

3) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งมีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ดังนี้

$$Minimize \sum_{i=1}^{h} (ST_i \times SDT_i \times STRIP_i \times DAY_i) + (LT_i \times LDT_i \times LTRIP_i \times DAY_i)$$

โดยที่

i คือ แปลงอ้อยมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง h

h คือ จำนวนรถตัดอ้อย

ST_i คือ จำนวนรถบรรทุกที่ทำงานบนแปลง i

LT_i คือ จำนวนรถบรรทุกพ่วงที่ทำงานบนแปลง i

SD_i คือ ปริมาณที่อ้อยที่ขนส่งในหนึ่งวันโดยรถบรรทุกที่ทำงานกับรถตัดอ้อยคันที่ i

LD_i คือ ปริมาณที่อ้อยที่ขนส่งในหนึ่งวันโดยรถบรรทุกพ่วงที่ทำงานกับรถตัดอ้อยคันที่ i

$STRIP_i$ คือ จำนวนเที่ยวรถที่วิ่งไปกลับในหนึ่งวันของรถบรรทุกที่ทำงานกับรถตัดอ้อยคันที่ i

$LTRIP_i$ คือ จำนวนเที่ยวรถที่วิ่งไปกลับในหนึ่งวันของรถบรรทุกที่ทำงานกับรถตัดอ้อยคันที่ i

DAY_i คือ จำนวนวันที่ใช้ในการทำงานของรถตัดอ้อยที่ทำงานบนแปลง i

DIS_i คือ ระยะทางจากแปลง i ไปยังโรงงานน้ำตาล

SDT_i คือ เวลาที่อ้อยเสียคุณภาพในขณะที่ถูกขนส่งโดยรถบรรทุกที่ทำงานกับรถตัดอ้อยคันที่ i

LDT_i คือ เวลาที่อ้อยเสียคุณภาพในขณะที่ถูกขนส่งโดยรถบรรทุกพ่วงที่ทำงานกับรถตัดอ้อยคันที่ i

ซึ่งทั้ง 3 แผน จะกำหนดให้ ST_i (จำนวนรถบรรทุกที่ทำงานบนแปลง i) และ LT_i (จำนวนรถบรรทุกพ่วงที่ทำงานบนแปลง i) เป็นตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

โดยทั้ง 3 แผน มีฟังก์ชั่นเงื่อนไข (Constraint Functions) ดังนี้

$$\sum_{i=1}^{h} ST_i \leq \textit{Numbers of 10-wheeled trucks available for transporting the harvests}$$

$$\sum_{i=1}^{h} LT_i \leq \textit{Numbers of 10-wheeled trucks with trailers available for transporting the harvests}$$

$$\sum_{i=1}^{h} (SD_i + LD_i) \leq \textit{Maximum of daily amount of mechanical harvested sugarcanes supplied to the sugar factory}$$

$$\sum_{i=1}^{h} (SD_i + LD_i) \geq \textit{Minimum of daily amount of mechanical harvested sugarcanes supplied to the sugar factory}$$

ในการพัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง พบว่ากลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล ซึ่งการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงจะกระทบกับผลกำไรที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ และอาจนำไปสู่การขัดแย้งได้ หากการกระจายกำไรดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม (ดังผลการทดสอบแผน ฯ ที่นำเสนอไว้ในหัวข้อที่ 10.3) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงเพื่อให้ได้คำตอบแบบประนีประนอม โดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization) ซึ่งจะพิจารณาและให้ความสำคัญกับฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของทั้ง 3 แผนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแบบพร้อม ๆ กัน

10.2 แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกที่ให้คำตอบแบบประนีประนอม

แผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงที่ให้คำตอบแบบประนีประนอม (Compromise Solution) จะเป็นการพิจารณาและให้ความสำคัญกับฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของทั้ง 3 แผนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยจะเป็นการนำคำตอบที่เหมาะสม (Optimum Solution) ของทั้ง 3 แผนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น มาทำการคำนวณหาคำตอบพร้อม ๆ กันแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization) ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบเบี่ยงเบนน้อยที่สุด (Minimum Deviation Method) ในการหาคำตอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$\text{Minimize} \quad F = \sum_{n=1}^{k} w_n \left[\frac{f_n(ST_i^*, LT_i^*) - f_n(ST_i, LT_i)}{f_n(ST_i^*, LT_i^*)} \right]$$

where

$f_n(ST_i^*, LT_i^*)$ is the value of objective function n at its individual optimum ST* and LT*;

$f_n(ST_i, LT_i)$ is the function itself;

w_n indicates the relative importance that the decision maker attaches to objective function n and it must be specified for each of the k objective functions

โดยยังคงมีฟังก์ชั่นเงื่อนไข (Constraint Function) 2 ลักษณะ เหมือนกับฟังก์ชั่นเงื่อนไขของทั้ง 3 แผนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น (1. แผนจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด 2. แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด และ 3. แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด)

10.3 ผลการทดสอบแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุก

จากการนำแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยดังกล่าวทั้ง 3 แผน ที่ประกอบด้วย 1) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด 2) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด และ 3) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด มาทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ แล้วหาคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน (Single Objective Optimization: SOO) แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับการคำนวณหาคำตอบพร้อม ๆ กันแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization: MOO) ที่ได้นำวิธีการ Minimum Deviation Method มาใช้ในการหาคำตอบ พบว่า แผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์จะให้คำตอบที่เหมาะสมกว่าเมื่อพิจารณาในด้านการกระจายต้นทุน จำนวนวันในการปฏิบัติงาน และจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวและขนส่ง ดังผลการทดสอบเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

10.3.1 การคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน โดยการใช้แผนการจัดสรร ฯ ที่ทำให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพมีค่าน้อยที่สุด จะทำให้เกิดการกระจายต้นทุนที่ไม่เหมาะสม

การหาคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน (หาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว) โดยการใช้แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด จะทำให้เกิดการกระจายต้นทุนที่ไม่เหมาะสม

ผลการทดสอบที่แสดงในภาพที่ 35 ชี้ให้เห็นว่า หากใช้แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด มาหาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว

คำตอบที่ได้รับจะทำให้เกิดการกระจายต้นทุนที่ไม่เหมาะสมแก่กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก โดยกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มโรงงานน้ำตาลจะมีต้นทุนในกระบวนการดังกล่าวที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกแผน ฯ แต่กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุกจะมีต้นทุนในกระบวนการดังกล่าวที่มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกแผน ฯ ซึ่งเมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้รับจากการหาคำตอบแบบหลายวัตถุประสงค์จะพบว่าจะให้คำตอบที่เกิดการกระจายต้นทุนที่เหมาะสมกว่า

(a) The average cost to the sugarcane farmer, baht/t

	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
Min. operating day	85.62	85.63	85.62	85.65	85.66	85.65	85.71	85.71	85.67
Min. total traveling distance	85.63	85.64	85.64	85.67	85.66	85.66	85.73	85.72	85.69
Min. deterioration time	85.61	85.61	85.61	85.64	85.63	85.64	85.69	85.69	85.66
MOO	85.64	85.63	85.63	85.66	85.66	85.66	85.72	85.72	85.68

(b) The average cost to a sugar factory, baht/t

	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
Min. operating day	5.00	5.07	5.02	5.22	5.27	5.22	5.71	5.69	5.41
Min. total traveling distance	5.10	5.15	5.10	5.39	5.32	5.28	5.82	5.80	5.55
Min. deterioration time	4.88	4.90	4.92	5.15	5.08	5.13	5.58	5.52	5.33
MOO	5.12	5.09	5.04	5.32	5.29	5.26	5.80	5.78	5.45

(c) The average operating cost to the owner of mechanized resources, baht/t

	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
Min. operating day	46.89	**46.77**	38.23	60.32	**46.59**	**43.15**	67.84	50.21	45.80
Min. total traveling distance	46.94	47.38	**37.83**	**59.44**	47.38	43.80	**66.56**	49.84	**44.39**
Min. deterioration time	**47.39**	**49.32**	**38.74**	**60.75**	**49.13**	**44.63**	**69.80**	**52.88**	**46.12**
MOO	**46.66**	46.99	38.55	59.52	46.68	**43.15**	66.68	**49.54**	45.71

ภาพที่ 35 แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นแก่ (a) เกษตรกร (b) โรงงานน้ำตาล และ (c) เจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก เมื่อหาคำตอบโดยการใช้แผนการจัดสรร ฯ ที่ทำให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพมีค่าน้อยที่สุด

10.3.2 การคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน โดยการใช้แผนการจัดสรร ฯ ที่ทำให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด จะทำให้จำนวนวันในการทำงานเพิ่มขึ้นกว่าปกติ

การหาคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน (หาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว) โดยการใช้แผนการจัดสรร ฯ ที่ทำให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด จะทำให้จำนวนวันในการทำงานเพิ่มขึ้นกว่าปกติ

ผลการทดสอบที่แสดงในตารางที่ 19 ชี้ให้เห็นว่า แม้ว่าแผน ฯ ดังกล่าวจะทำให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุดและทำให้ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกแผน ฯ แต่หากใช้แผนการจัดสรร ฯ นี้จะทำให้จำนวนวันในการทำงานเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ซึ่งจะส่งผลให้ฤดูหีบอ้อย (ระยะเวลาเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อผลิตน้ำตาล) ยาวนานมากขึ้น

ตารางที่ 19 จำนวนวันในการทำงานและระยะทางรวมของรถบรรทุก จากคำตอบที่ได้รับของแต่ละแผน

	Objective Function							
	Min. operating day		**Min. total traveling distance**		Min. deterioration time		**MOO**	
	ST_i	LT_i	ST_i	LT_i	ST_i	LT_i	ST_i	LT_i
Total	28	8	18	8	34	0	27	8
Operating day, d	1.67		5.36		2.22		1.67	
Total traveling distance, km	4,811.97		3,362.59		5,172.00		4,328.44	
Total cost of fuel, baht	143,377.28		138,701.02		145,807.09		142,496.96	
The cost to the owner of harvester and truck, baht/t	44.40		42.59		45.09		44.07	

10.3.3 การคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน โดยการใช้แผนการจัดสรร ฯ ที่ทำให้จำนวนวันในการทำงานมีค่าน้อยที่สุด จะทำให้ต้องใช้จำนวนรถบรรทุกที่มาก

การหาคำตอบที่เหมาะสมแบบแยกตามแต่ละแผน (หาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว) โดยการใช้แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกที่ทำให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด จะทำให้ต้องใช้จำนวนรถบรรทุกที่มาก

ผลการทดสอบที่แสดงในตารางที่ 20 ชี้ให้เห็นว่า แม้ว่าแผน ฯ ดังกล่าวจะทำให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด แต่หากใช้แผน ฯ นี้ จะทำให้ต้องใช้จำนวนรถบรรทุกและจำนวนรถบรรทุกพ่วงที่มากขึ้นในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าจำนวนรถบรรทุกที่ได้รับจากการหาคำตอบแบบหลายวัตถุประสงค์ (โดยที่การหาคำตอบแบบหลายวัตถุประสงค์ก็จะทำให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุดเช่นเดียวกัน) จึงทำให้แผน ฯ ที่ทำให้จำนวนวันในการทำงานมีค่าน้อยที่สุดนี้ ไม่เหมาะกับพื้นที่ที่มีจำนวนรถบรรทุกดังกล่าวอยู่น้อย

ตารางที่ 20 แสดงจำนวนรถบรรทุกและรถบรรทุกพ่วงที่ต้องใช้ และจำนวนวันในการทำงานต่อหน่วยพื้นที่

	The number of truck allocated when using				Number of working day per unit area
	Min. operating day		MOO		
	10-wheeled truck	Trailer	10-wheeled truck	Trailer	
Set 2	9	7	8	8	**0.98**
Set 5	7	7	5	8	**0.96**
Set 6	28	6	25	8	**0.97**

10.3.4 การลดต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย โดยการใช้แผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง

จากการทดสอบแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง พบว่าการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงโดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 4 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงอ้อย) และสามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 9 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 5 บาทต่อตัน) ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าวโดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด

10.4 สรุปผลการพัฒนาระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า

10.4.1 กลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม คือกลุ่มชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล ซึ่งการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงจะกระทบกับผลกำไรที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ และอาจนำไปสู่การขัดแย้งได้ หากการกระจายกำไรดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม

10.4.2 คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง จำนวน 3 แผน คือ 1) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด 2) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด และ 3) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด

10.4.3 จากการทดสอบแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง พบว่า การประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization) ซึ่งเป็นการหาคำตอบแบบประนีประนอม จะให้คำตอบที่เหมาะสมกว่าการหาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single-objective Optimization) เมื่อพิจารณาในด้านการกระจายต้นทุน จำนวนวันในการปฏิบัติงาน และจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวและขนส่ง

10.4.4 การจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงโดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 4 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงอ้อย) และสามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 9 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 5 บาทต่อตัน) ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าว โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด

บทที่ 11 สรุปผลการศึกษา

โครงการวิจัยนี้มุ่งศึกษาวิจัยเพื่อปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตร โดยการพัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอและสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย ให้เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์สำหรับการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน ที่ช่วยลดต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่เหมาะสมกับทุกพื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทย เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของเครื่องเก็บเกี่ยวและรถบรรทุก และกลุ่มโรงงานน้ำตาล อันจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับต่างชาติและเป็นการเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนให้กับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทย ซึ่งจากการศึกษาวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

11.1 รูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย การขนส่งอ้อย และการเทอ้อย

โดยทั่วไปแล้ว วิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย จะมีอยู่ 2 วิธี คือ 1) การเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดอ้อย และ 2) การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน ซึ่งจะมีทั้งการตัดสด และการเผาใบก่อนการตัดอ้อย โดยจากการทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยของทั้งสองวิธี พบว่า รถตัดอ้อยมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยสูงที่สุด คือมีค่าอยู่ระหว่าง 22 ถึง 45 ตันต่อชั่วโมง ในขณะที่ความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยสดโดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 1 ตันต่อวัน และความสามารถในการเก็บเกี่ยวอ้อยไฟไหม้โดยใช้แรงงานคนมีค่าเท่ากับ 2.5 ตันต่อวัน

จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่แล้วอ้อยจะถูกเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน โดยในพื้นที่ศึกษาพบว่ามีแรงงานคนที่ทำการตัดอ้อยสด คิดเป็นร้อยละ 38.89 และทำการตัดอ้อยไฟไหม้ ร้อยละ 50.38 ของอ้อยทั้งหมดที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาลในแต่ละวัน นอกจากนี้ยังพบว่า ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล จะใช้รถบรรทุก 10 ล้อ มากที่สุด

11.2 การบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

11.2.1 โรงงานน้ำตาลส่วนใหญ่จะใช้ระบบคิวแบบผสม คือประมาณ 15 วันแรกของการเปิดหีบจะใช้คิวเสรี (มาก่อน ส่งอ้อยก่อน) และจะใช้คิวล็อกตามวันและช่วงเวลาที่โรงงานกำหนด

11.2.2 ส่วนใหญ่ชาวไร่อ้อยจะส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ มีความจุประมาณ 20 ตัน หรือรถบรรทุก 6 ล้อ มีความจุประมาณ 8 ตัน โดยเกษตรกรบางรายก็มีรถบรรทุกเป็นของตนเอง สำหรับเกษตรกรที่ไม่มีรถบรรทุกเป็นของตนเองก็ต้องจ้างรถบรรทุกรับจ้าง ทำให้การจัดการรถบรรทุกมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกษตรกรแต่ละรายดำเนินการขนส่งอ้อยมายังโรงงานน้ำตาลตามสถานการณ์ ความเหมาะสม และความสะดวกของตนเอง ซึ่งเป็นผลทำให้โรงงานน้ำตาลไม่สามารถจัดการกับระบบการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ระบบการผลิตขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากมีรถบรรทุกเป็นจำนวนมากติดคิวอยู่หน้าลานเทอ้อย

11.2.3 โรงงานน้ำตาลจะแบ่งประเภทของรถบรรทุกอ้อยที่นำอ้อยมาส่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ (อ้อยทางไกล) ซึ่งขั้นตอนในการส่งอ้อยของรถบ รรทุกอ้อยทั้งสองประเภทแตกต่างกันในขั้นตอนแรก คือรถบรรทุกอ้อยในพื้นต้องไปรับบัตรคิวก่อนชั่งเข้า แต่รถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่เมื่อมาถึงโรงงานน้ำตาลสามารถชั่งเข้าได้เลยไม่ต้องรับบัตรคิว

11.2.4 เวลาทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของรถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ และของรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนไม่แตกต่างกัน มีเพียงเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเทอ้อยท่อนและอ้อยลำเท่านั้นที่แตกต่างกัน โดยเวลาเทอ้อยท่อนมีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 58.7 วินาที/คัน ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าเวลาเฉลี่ยในการเทอ้อยลำ ที่ใช้เวลาเท่ากับ 80.3 วินาที/คัน เนื่องจากอ้อยลำมีขนาดที่ยาวกว่า ทำให้เมื่อยกดั้มพ์เทอ้อยลำจะไหลเทไม่สะดวก และจำเป็นต้องใช้ตะกาวช่วยดึงลากอ้อยลำลงสายพานลำเลียง

11.2.5 เวลารวมทั้งหมดที่รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ใช้ในการส่งอ้อยเข้าโรงงานน้ำตาลตั้งแต่ขั้นตอนการรับคิวจนกระทั่งขั้นตอนการชั่งออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.49 นาที/คัน สำหรับอ้อยท่อน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.19 นาที/คัน สำหรับอ้อยลำ ส่วนรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นใช้เวลารวมทั้งหมดเท่ากับ 6.47 นาที/คัน ทั้งนี้เป็นการคำนวณเฉพาะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานยังไม่ได้รวมเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการรอคอย (Waiting Time) ในแต่ละขั้นตอนเข้าไปด้วย

11.3 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และขนส่งอ้อย

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรและแรงงานคนที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน รวมทั้งศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาทุกตัวแปรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าว จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย พบว่า ความเร็วขณะปฏิบัติงานของรถตัดอ้อย มีค่าระหว่าง 59 กับ 80 เมตรต่อนาที โดยจะขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ของอ้อยแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ด้วย สำหรับผลการศึกษาตัวแปรด้านเวลาในกระบวนการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนและใช้รถคีบอ้อยในการช่วยขนย้ายอ้อยออกจากแปลงได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 และตารางที่ 11 เป็นการนำเสนอถึงผลการศึกษาตัวแปรด้านเวลาในกระบวนการเก็บเกี่ยวด้วยรถตัดอ้อย

11.4 การพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์อ้อย และฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง โดยได้นำโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลในระดับเครือข่าย (Database Server) มาใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูลโลจิสติกส์อ้อย และใช้ชุดคำสั่งพีเอชพี (PHP Script) ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับระบบฐานข้อมูลและเพื่อการประมวลผล ซึ่งฐานข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยจะประกอบด้วยตารางข้อมูลจำนวน 3 ตาราง คือ 1) ตาราง Harvest 2) ตาราง Harvesting และ 3) ตาราง Transport โดยได้แสดงโครงสร้างของตารางข้อมูลดังกล่าวและความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ตารางไว้ในภาพที่ 28

11.5 การพัฒนาแบบจำลองการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยว (โดยใช้รถตัดอ้อย) และขนส่งอ้อย ซึ่งเป็นแบบจำลองที่แสดงถึงขั้นตอนต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังกล่าว (Activities-based Model) โดยแบบจำลอง ฯ ที่ได้พัฒนา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาค่า 1) เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อย และ 2) เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานและกลับมาที่แปลง

11.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อย

จากการนำแบบจำลองด้านโลจิสติกส์ของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล มาทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเทคนิคการสุ่มค่าตัวแปรแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อประเมินศักยภาพและข้อจำกัดในห่วงโซ่อุปทานของการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกรูปแบบที่ใช้อยู่ในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์เชิงลึกโดยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปได้ว่า

11.6.1 ความยาวของแปลงอ้อยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย กล่าวคือ เวลาที่ใช้ในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อยจะมีค่าที่ลดลง เมื่อรถตัดอ้อยปฏิบัติงานในแปลงอ้อยที่มีขนาดความยาวแปลงที่ยาวขึ้น โดยความยาวของแปลงอ้อยที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานของรถตัดอ้อยจะมีค่าอยู่ที่ 140 เมตรขึ้นไป ดังนั้นการเก็บเกี่ยวอ้อยในแปลงอ้อยที่มีความยาวแปลงน้อยกว่า 140 เมตร ควรจะใช้แรงงานคนในการตัดอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้การใช้งานรถตัดอ้อยและการบริหารแรงงานคนที่ใช้ในการตัดอ้อยเป็นไปอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

11.6.2 จำนวนของรถบรรทุกที่ปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวอ้อย กล่าวคือ หากจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยมีจำนวนที่น้อย จะทำให้รถตัดอ้อยต้องเสียเวลาหยุดรอรถบรรทุกนานมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวอ้อยลดลง อย่างไรก็ตาม หากมีการเพิ่มจำนวนรถบรรทุกที่ออกไปปฏิบัติงานกับรถตัดอ้อยให้มีจำนวนที่มากขึ้นไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้ประสิทธิภาพรวมทั้งระบบของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยลดลง เพราะจำนวนรถบรรทุกที่มากขึ้นจะทำให้การติดคิวเพื่อรอการเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลนานขึ้น ดังนั้นการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอ จะต้องสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย สภาพของแปลงอ้อย ระยะทางระหว่างแปลงอ้อยไปยังโรงงาน และความสามารถในการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จำเป็นที่จะต้องพิจารณาก่อนทำการส่งเสริมการใช้รถตัดอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการใช้รถตัดอ้อยที่คุ้มค่ากว่าที่เป็นอยู่

11.7 ระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน

ในการพัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกให้เพียงพอและสอดคล้องกับความสามารถในการตัดอ้อยของรถตัดอ้อย เพื่อให้เป็นระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์สำหรับการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

11.7.1 กลุ่มที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย และการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน จะมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม คือกลุ่มชาวไร่อ้อย กลุ่มเจ้าของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก และโรงงานน้ำตาล ซึ่งการจัดสรร

จำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงจะกระทบกับผลกำไรที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ และอาจนำไปสู่การขัดแย้งได้ หากการกระจายกำไรดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม

11.7.2 คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง จำนวน 3 แผน คือ 1) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้จำนวนวันในการทำงานของกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด 2) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้เวลาที่อ้อยต้องเสียคุณภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าน้อยที่สุด และ 3) แผนการจัดสรรจำนวนรถบรรทุกเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมของรถบรรทุกมีค่าน้อยที่สุด

11.7.3 จากการทดสอบแผนการจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลง พบว่า การประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Optimization) ซึ่งเป็นการหาคำตอบแบบประนีประนอม จะให้คำตอบที่เหมาะสมกว่าการหาคำตอบแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single-objective Optimization) เมื่อพิจารณาในด้านการกระจายต้นทุน จำนวนวันในการปฏิบัติงาน และจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวและขนส่ง

11.7.4 การจัดสรรจำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกอ้อยให้กับแต่ละแปลงโดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบหลายวัตถุประสงค์ จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 4 ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงอ้อย) และสามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยได้ 9 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 5 บาทต่อตัน) ซึ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการดังกล่าว โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อรถตัดอ้อยและรถบรรทุกอ้อยเพิ่มแต่อย่างใด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2540. การปลูกพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับอ้อย. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กาญจนา เศรษฐนันท์, ดนัยพงศ์ เชษฐโชติศักดิ์, สุจินต์ บุรีรัตน์, อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์, สุรชัย จันทร์จรัส, อธิวัฒน์ บุญมี และ นันทิกา ชัยกัณหา. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการปรับรูปแบบห่วงโซ่อุปทานเพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม.

กิตติ ชุณหวงศ์. 2551. การตัดและการขนส่งอ้อยเข้าโรงงาน. น.145-153. *ใน* พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ และ อุดม พูลเกษ. คู่มือการจัดการการผลิตอ้อยในไร่ที่มีประสิทธิภาพครบวงจร.ม.ป.ท.

กุลรัตน์ พุทธอรุณ. 2528. ระบบการกำหนดราคาอ้อยตามคุณภาพของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ และ สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต. 2554. การจำลองสถานการณ์ด้านโลจิสติกส์ของการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล. *ใน* การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. ประเทศไทย

คมกฤษณ์ จิระสวัสดิ์. 2546. แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์การขนส่งอ้อยจากไร่เข้าสู่โรงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ครองสิทธิ์ ดวงมณี และ กฤต สุวรรณาศรัย. 2547. การจัดตารางการเพาะปลูกอ้อยให้เหมาะสมกับกำลังการผลิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, ปรีชา พราหมณีย์ และ อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2547. การปลูกและการดูแลรักษา. อ้อย 1(1): 15-42.

ธงชัย ตั้งเปรมศรี, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, วันทนา ตั้งเปรมศรี และ อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2535. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิตยา สุนิรันดร์. 2552. การขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกไปยังโรงงานน้ำตาลในภาคตะวันตกและภาคตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พรชัย ท้วมปาน. 2545. โครงสร้างต้นทุนการขนส่งอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณวิภา เตชะสุข. 2551. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการเก็บเกี่ยวอ้อยสำหรับโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุนันทา กิ่งไพบูลย์, สุรัตน์ ประมวลศักดิกุล, และสุภัสสร ยอดประทุม. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาและพัฒนาระบบฐานข้อมูลของอุตสาหกรรมเกษตรอ้อยและน้ำตาล. (ชุดโครงการการศึกษาการจัดการผลิตผลทางการเกษตรเชิงระบบวิศวกรรม).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 106 น.

Chamnanhlaw, C., Arnonkijpanich, B., Pathumnakul, S., 2004. Solving truck allocation problem in sugar cane industry by genetic algorithms. Proceedings of the 2004 IEEE International Engineering Management Conference, Singapore, 1324-1328.

Higgins, A., Antony, G., Sandell, G., Davies, I., Prestwidge, D., and Andrew, B., 2004. A framework for integrating a complex harvesting and transport system for sugar production. Agricultural Systems, 82, 99-115.

Kaewtrakulpong, K., Takigawa, T., Koike, M., HASEGAWA, H., BAHALAYODHIN, B., 2008a. Mechanization for the Improvement of the Sugarcane Harvesting and Transportation System in Thailand: A Case Study in Udon Thani Province. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, 70(2), 51-61.

Kaewtrakulpong, K., Takigawa, T., Koike, M., HASEGAWA, H., BAHALAYODHIN, B., 2008b. Truck Allocation Planning for Cost Reduction of Mechanical Sugarcane Harvesting in Thailand: An Application of Multi-objective Optimization. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, 70(2), 62-71.

Regional Network for Agricultural Machinery. 1995. RNAM Test Codes and Procedures for Farm Machinery. Technical Series No. 12, United Nations Industrial Development Organization, 468 p.

Semenzato, R., 1995. A simulation study of sugar cane harvesting. Agricultural Systems, 47, 427-437.

Singh, G., Abeygoonawardana, K., 1982. Computer simulation of mechanical harvesting and transporting of sugarcane in Thailand. Agricultural Systems, 8(2), 105-114.

Singh, G., Pathak, B. K., 1994. A decision support system for mechanical harvesting and transportation of sugarcane in Thailand. Computers and Electronics in Agriculture, 11(2-3), 173-182.