รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก

Research and Development of Sugarcane Truck Loading Machanics

นายมงคล ตุ่นเฮ้า

Mr.MongkolTunhaw

ปี พ.ศ. 2556

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก

Research and Development of Sugarcane Truck Loading Machanics

นายมงคล ตุ่นเฮ้า

Mr.MongkolTunhaw

ปี พ.ศ. 2556

คำปรารภ

รายงานโครงการวิจัยเรื่อง วิจัยและพัฒนาเครื่องขนย้ายอ้อยเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก เป็นรายงานผลงานวิจัย ซึ่งเป็นผลจากการดำเนินการวิจัยตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึงกันยายน 2556 โดยการวิจัยมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายคิดค้น เทคโนโลยีช่วยเกษตรกรให้มีเครื่องจักรกลช่วยผ่อนแรงและลดต้นทุนการผลิต สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยและขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก โดยวิธีการใช้แรงงานคนอยู่ ซึ่งปัจจุบันค่างจ้างแรงงานอยู่ในขั้นที่สูงพอสมควร โดยการวิจัยเริ่มจากการศึกษาปัญหาและความต้องการด้านเครื่องจักรของเกษตรกรและเครื่องจักรที่เกษตรใช้กันอยู่สำหรับการขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก แล้วนำข้อมูลต่างๆมาออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ ทำการทดสอบในสภาพการใช้งานจริงในแปลงเกษตรกร และแก้ไขปรับปรุงเครื่องต้นแบบให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดี ในราคาที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานระดับเกษตรกร โดยการทดสอบทดลองจะเน้นพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวนี้ ยังนิยมการขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก ด้วยแรงงานคน แต่ปัจจุบันเกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและค่าจ้างแรงงานที่สูง เกษตรกรบางส่วนมีเครื่องจักรที่ทันสมัย แต่เกษตรกรส่วนมากเป็นเกษตรกรรายย่อย มีพื้นที่ปลูกจำนวนน้อย ความคุ้มค่าของเทคโนโลยีดังกล่าวจึงไม่เหมาะสม โดยงานวิจัยนี้จะเป็นการสร้างเครื่องจักรกลสำหรับการขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก ที่เหมาะสมซึ่งต้นแบบจะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นและเกษตรกรได้ใช้งานที่เป็นผลผลิตจากงานวิจัยดังกล่าวนี้และนำไปสู่ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้ใช้เทคโนโลยี

คณะวิจัยหวังเป็นอย่างอย่างว่า รายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ และเป็นข้อมูลทางวิชาการ ต่อบุคคลที่ได้ศึกษา เพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์ต่อไป

นายมงคล ตุ่นเฮ้า

หัวหน้าโครงการวิจัย

15 มกราคม 2557

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
ผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	7
บทนำ.....	8
บทคัดย่อ.....	8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	25
บรรณานุกรม.....	26

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เริ่มดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ของการดำเนินการได้ โดยได้รับความร่วมมือ การประสานงาน ความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจากหลายท่าน อันได้แก่ คุณรังสิทธิ์ ศิริมาลา นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน ผู้รับผิดชอบสำหรับการสร้างต้นแบบ คณะลูกจ้าง จ้างเหมาศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม ขอนแก่นที่ช่วยดำเนินการในการร่วมทดสอบต้นแบบ คณะทำงานสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ช่วยดำเนินการสร้างชิ้นส่วนหลายๆรายการ อีกทั้งเกษตรกรหลายท่านที่อนุเคราะห์แปลงอ้อย มัดอ้อย สำหรับการทดสอบ ขอขอบคุณ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ทุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามและให้ความช่วยเหลือ จนงานวิจัยโครงการดังกล่าวนี้สำเร็จลงได้ มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

มงคล ตุ่นเฮ้า	สันธารนาควัฒนานุกูล	ตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์
Mongkol Tunhaw	Sunthan Nakwattananukul	Tinnasit kaisinburasak
สุชาติ สุขนิยม	อนุชา เชาว์โชติ	รังสิทธิ์ ศิริมาลา
Suchart Sookniyom	Anucha ChowaChoot	Rungsit Sirimara

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ก.ก.	=	กิโลกรัม
ก.ม.	=	กิโลเมตร
ชม.	=	ชั่วโมง
พ.ศ.	=	พุทธศักราช
h	=	ชั่วโมง
mm	=	มิลลิเมตร
hp	=	แรงม้า
%	=	เปอร์เซ็นต์
rpm	=	รอบต่อนาที

วิจัยและพัฒนาเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก

Research and Development of Sugarcane Truck Loading Machanics

มงคล ตุ่นเฮ้า สันธาร นาควัฒนานุกูล ตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์
Mongkol Tunhaw Sunthan Nakwattananukul Tinnasit kaisinburasak

สุชาติ สุขนิยม อนุชา เชาว์โชติ รังสิทธิ์ ศิริมาลา
Suchart Sookniyom Anucha ChowaChoot Rungsit Sirimara

คำสำคัญ: เครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก, สิ่งเจือปน

Keyword: Sugarcane Truck Loading Machanics,adulterated

บทคัดย่อ

ปัญหาปริมาณดิน หิน ทราย และสิ่งอื่นๆที่ปะปนมากับลำอ้อยจากการใช้รถคีบอ้อยเป็นสิ่งที่ทางโรงงานน้ำตาลต่างๆไม่ต้องการเนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการกำจัดสิ่งเจือปนเหล่านี้เพื่อแก้ปัญหาจึงมีการพัฒนา และสร้างเครื่องลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก โดยมีโครงสร้างเป็นโซ่ลำเลียงสองเส้นติดตั้งด้านข้างรถบรรทุก ขับด้วยต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์ขนาด 4 แรงม้า มีความเร็วรอบการลำเลียง 25 รอบต่อนาที อัตราการทำงาน 5 ตันต่อชั่วโมง และมีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1 ลิตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกทั่วไป มีโครงสร้างเครื่องเล็กกว่า 25% ต้นกำลังเครื่องยนต์ที่ใช้น้อยกว่า 33.33% โดยมีอัตราการทำงาน และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากัน สามารถลดต้นทุนในด้านการผลิตลงได้ 29.17% นอกจากนี้ยังได้ออกแบบสร้างลิฟท์ติดท้ายรถแทรคเตอร์เพื่อการยกมัดอ้อย โดยใช้เพลาอำนวยกำลังในการขับปั้มไฮดรอลิกและยกตัวด้วยกระบอกไฮดรอลิกคู่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแกน 50 มิลลเมตรสามารถยกตัวได้สูง 2.8 เมตรและยกน้ำหนักได้ประมาณ 800 กิโลกรัม

บทนำ

อ้อย เป็นพืชเขตร้อนชื้น (tropical) มีถิ่นกำเนิดในเอเชียใต้/ตะวันออกเฉียงใต้ เชื่อกันว่าชาวอินเดียเป็นชาติแรกที่ปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวชาวโพลีนีเชียนนำไปปลูกที่ฮาวายต่อมาชาวยุโรปได้นำเข้าไปปลูกในทวีปอเมริกาและทวีปอื่นๆอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยทั่วไปหมายถึงอ้อยโรงงานใช้เป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล ประเทศไทยบริโภคน้ำตาลปีละ 1.6-1.7 ล้านตัน เป็นมูลค่า 17,000-19,000 ล้านบาทและมีการส่งออกมากกว่าปีละ 3 ล้านตัน เป็นมูลค่า 20,000-30,000 ล้านบาททำให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับ 4 ของโลก (2549)ปริมาณผลผลิตอ้อยในแต่ละปี ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูกและผลผลิตต่อไร่ พื้นที่ปลูกผันแปรระหว่าง 5.6-6.6 ล้านไร่อยู่ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกพื้นที่ปลูกอ้อย อยู่ในเขตชลประทานประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ที่เหลืออาศัยน้ำฝน ผลผลิตอ้อยรวม ในแต่ละปีอยู่ระหว่าง 40-60 ล้านตันผลผลิตต่อไร่อยู่ระหว่าง 8-9 ตัน สามารถเพิ่มผลผลิตได้ถ้ามีการจัดการที่เหมาะสม

ในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนรวมทั้งเกษตรกรได้รับการสนับสนุนงบประมาณให้ดำเนินการวิจัยที่ครอบคลุมทั้งอ้อย น้ำตาลและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องทั้งในเรื่องของพันธุ์อ้อยเทคโนโลยีการผลิตอ้อย เทคโนโลยีการผลิตน้ำตาล การป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูอ้อย และวัชพืช กระบวนการผลิตอุตสาหกรรมต่อเนื่องชนิดต่างๆและงานวิจัยด้านเครื่องจักรการเกษตรทั้งเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งในฤดูปีการผลิต 2553/54สามารถผลิตอ้อยได้สูงถึง 95.36 ล้านตัน ผลิตน้ำตาลได้ 9.64 ล้านตัน ใช้ในประเทศประมาณ 2.3 ล้านตันส่วนที่เหลือส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศซึ่งสามารถสร้างมูลค่ารวมได้สูงถึง 180,000 ล้านบาททำให้ไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลรายใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากประเทศบราซิล ถึงแม้ว่าอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทยจะมีความก้าวหน้าค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับอดีตที่ผ่านมาอย่างไรก็ตามชาวไร่อ้อยก็ยังประสบปัญหาต้นทุนการผลิตสูงซึ่งเกิดจากผลผลิตต่อไร่ของอ้อยไทยยังคงต่ำกว่าคู่แข่งทางการค้าที่สำคัญเช่น บราซิล และออสเตรเลียเป็นต้นส่งผลให้ศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมด้านนี้ยังคงด้อยกว่าประเทศคู่แข่งดังกล่าว ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งคือความไม่มีเสถียรภาพของปริมาณอ้อยในแต่ละปีทำให้การค้าขายน้ำตาลกับต่างประเทศเกิดความยากลำบากเพราะไม่สามารถคาดคะเนปริมาณน้ำตาลที่จะผลิตได้อย่างแม่นยำสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งเป็นเพราะพื้นที่ปลูกอ้อยมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ยังคงต้องอาศัยน้ำฝนที่มีความแปรปรวนสูงทำให้ผลผลิตของอ้อยขาดเสถียรภาพตามไปด้วย นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้วสภาพดินที่ผ่านการปลูกอ้อยมาอย่างต่อเนื่องและยาวนานขาดการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการจึงก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินตามมาประกอบ

กับการระบาดของโรคและแมลงที่สำคัญ เช่น โรคใบขาว โรคเหี่ยวเน่าแดงโรคแส้ดำ และหนอนกออ้อยชนิดต่างๆ ล้วนเป็นปัจจัยที่จำกัดผลผลิตทั้งสิ้น

การซื้ออ้อยของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ซื้อโดยอาศัยน้ำหนักอย่างเดียว เรียกว่าซื้อตามน้ำหนัก กับซื้อโดยอาอาศัยน้ำหนักและความหวาน เรียกว่า ซื้อตามคุณภาพ การซื้อตามน้ำหนัก วิธีนี้กำหนดราคาตายตัวตามน้ำหนักซึ่งคิดเป็นตัน ส่วนราคาจะเป็นเท่าใดนั้นก็แล้วแต่จะตกลงกันเป็นปี ๆ ไป ระหว่างชาวไร่และโรงงานโดยมีรัฐบาลเป็นตัวกลางหรือเป็นผู้ชี้ขาด วิธีนี้นับว่าสะดวก แต่ไม่เป็นธรรมตามทฤษฎีการซื้อขายวิธีนี้ไม่ว่าอ้อยจะมีคุณภาพหรือความหวานเท่าใดก็จะต้องได้ราคาเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติชาวไร่มักจะถูกโรงงานบางโรงงานตัดราคาอ้อย ถึงตันละ 10-20 บาท โดยไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนแต่อย่างใด สาเหตุที่โรงงานมักจะยกเป็นข้ออ้างในการตัดราคาอ้อยมีหลายประการ เช่น อ้อยอ่อน อ้อยยอดยาว อ้อยสกปรก อ้อยไหม้ไฟหรืออ้อยค้างหลายวัน เป็นต้น การซื้อขายวิธีนี้ชาวไร่ตกเป็นฝ่ายเสียเปรียบเสมอ เพราะอ้อยที่โรงงานถือว่ามีคุณภาพต่ำจะถูกตัดราคา แต่มิได้เพิ่มราคาให้สำหรับอ้อยที่มีคุณภาพสูงซื้อตามคุณภาพ การซื้อขายอ้อยถ้าจะกล่าวให้ตรงกับความเป็นจริงก็คือ การซื้อขายน้ำตาลที่มีอยู่ในอ้อย คืออ้อยที่มีน้ำตาลมากกว่าก็ควรจะได้ราคาสูงกว่า ในทางกลับกันอ้อยที่มีน้ำตาลน้อยว่าก็ควรจะได้ราคาต่ำกว่า จึงนับว่าวิธีการซื้อตามคุณภาพเป็นธรรมทั้งแก่ชาวไร่และโรงงานการซื้ออ้อยตามคุณภาพโดยทั่วไปมีหลายระบบ แต่ประเทศไทยใช้ระบบ ซีซีเอส (C.C.S.) ซึ่งเป็นระบบของประเทศออสเตรเลีย ซีซีเอส ย่อมาจากคำเต็มว่า Commercial Cane Sugar หมายถึง "ปริมาณของน้ำตาลซูโครสที่มีอยู่ในอ้อยจำนวนหนึ่งซึ่งสามารถสกัดออกมาได้ในรูปของน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ โดยโรงงานที่มีมาตรฐานสมมุติซึ่งสูงมาก" ดังนั้น ซีซีเอส จึงเป็นค่า "ตามทฤษฎี" เท่านั้น ทั้งนี้เพราะไม่สามารถที่จะหาโรงงานที่มีประสิทธ์ภาพร้อยละ 100 ได้นั่นเอง ซีซีเอส หมายถึงค่าร้อยละของน้ำตาลซูโครส ที่ผลิตได้จากอ้อยจำนวนหนึ่ง เช่นอ้อยที่มี ซี ซี เอส10 หนัก 1 ตัน (1,000 กิโลกรัม) จะสามารถให้น้ำตาลซูโครสได้สูงสุด 100 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันอ้อยที่มี ซีซีเอส9 และ 11 หนัก 1 ตันเท่ากัน จะให้น้ำตาลซูโครสสูงสุด 90 และ 110 กิโลกรัม ตามลำดับทั้งนี้ ซี ซี เอส ของอ้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสิ่งเจือปน ที่เข้าไปในการะบวนการหีบด้วยคือ ถ้ายิ่งมีปริมาณสิ่งเจือปนมากก็ยิ่งจะทำให้ค่า ซี ซี เอส ลดลงอีกด้วย

ปริมาณสิ่งเจือปนในอ้อย นอกจากจะทำให้ ค่า ซี ซี เอส ของอ้อยลดลงแล้ว จากการศึกษาของอนันต์ ตั้งตรงเวชกิจ ได้ประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องจากผลกระทบจากการนำสิ่งเจือปนที่ติดมากับอ้อยจากไร่เข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์พบว่าสิ่งเจือปนเช่นเศษหินดินทรายต่างๆปนกับอ้อยเข้าสู่โรงงานก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลทำให้ต้นทุนในการผลิตน้ำตาลของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากและประมาณการค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากผลกระทบจากการนำสิ่งเจือปนเข้าสู่ขบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ในฤดูการผลิตปี 2543/2544ดังนี้

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการนำพาสิ่งเจือปนจากไร่มาสู่โรงงานเป็นค่าใช้จ่ายในการนำพา(ค่าขึ้น/ตัด) 220 บาทต่อตัน ปริมาณสิ่งเจือปน 71,452.93 ตัน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 15,719,646.80 บาท ประมาณการค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่เกิดจากสิ่งเจือปนที่เข้าสู่ขบวนการผลิตทำให้เกิดการสูญเสียน้ำตาลเทียบที่ Pol=96 เป็นเงิน 51,463,27.15 บาท ประมาณการค่าใช้จ่ายจากการสึกหรอของเครื่องจักรและอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่สั้นลงอันเนื่องมากจากการนำดิน หินทรายเข้าสู่กระบวนการผลิตและในส่วนของการสกัดน้ำตาลเป็นเงินจำนวน 2,112,143บาท รวมประมาณการค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียเพิ่มมากขึ้นจากการนำสิ่งเจือปน ดิน หินทราย เข้าสู่โรงงานเป็นเงิน 69,295,061.95 บาท ดังนั้นปริมาณอ้อยเข้าหีบ 783,643.51 ตัน มีค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายเพิ่มอันเนื่องมาจากปริมาณสิ่งเจือปนประมาณตันอ้อยละ88.42บาท ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะทำให้เห็นว่า การนำสิ่งเจือปนที่มากับอ้อยเข้าสู่ระบบการผลิตน้ำตาล นอกจากจะทำให้สูญเสียค่าความหวานแล้วยังทำให้เครื่องจักรในระบบการผลิตเกิดการเสียหาย ทำให้เสียรายได้ทั้งผู้ขายอ้อยและโรงงานผู้ซื้ออ้อยอีกด้วย ดังนั้นในขั้นตอนของการนำส่งอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล ทั้งเกษตรกรเองควรที่จะรักษาคุณภาพของอ้อยให้มีคุณภาพที่ดีและสะอาด ไม่มีสิ่งเจือปนที่โรงงานน้ำตาล ทั้งนี้โรงงานควรมีมาตรการในการช่วยเหลือหรือสนับสนุนด้านวิธีหรือเครื่องจักรกลที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ทำให้เกษตรกรทำงานได้รวดเร็วและประหยัด จึงจะดำเนินการควบคู่ไปด้วยกันได้

ทบทวนวรรณกรรม

การดำเนินการเพื่อให้ได้คุณภาพของอ้อยที่ดีเข้าสู่โรงาน ทั้งหน่วยงานภาครัฐ โรงงานน้ำตาลและเอกชนผู้ประกอบการด้านเครื่องจักรกลการเกษตร ได้เล็งเห็นความสำคัญมานาน ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยและมาตรการต่างๆที่เกิดขึ้น ทั้งจากฝ่ายภาครัฐและหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง

สุพรรณยั่งยืนและเสรีวงส์พิเชษฐได้การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกดินทรายออกจากอ้อยลำซึ่งเลือกใช้หลักการคัดแยกโดยการร่อนด้วยตะแกรงโดยดำเนินการทดสอบตะแกรงสามรูปแบบประกอบด้วยตะแกรงฐานเรียบตะแกรงฐานเรียบทำงานร่วมกับลูกกลิ้งและชุดลูกกลิ้งผลการทดสอบพบว่าการคัดแยกด้วยตะแกรงฐานเรียบทำงานร่วมกับลูกกลิ้งคัดแยกได้ดีที่สุดโดยมีเปอร์เซ็นต์คัดแยกได้ไม่ต่ำกว่า 82.9 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากลักษณะการเคลื่อนที่ของอ้อยบนตะแกรงและลูกกลิ้งนั้นมีการเขย่าตกกระแทกและพลิกตัวได้ดีจึงทำให้ดินทรายสามารถแยกตัวออกจากอ้อยลำได้ดี

ชุดตะแกรงฐานเรียบ ชุดตะแกรงฐานเรียบทำงานร่วมกับลูกกลิ้ง ชุดลูกกลิ้ง

รูปที่ 1 อุปกรณ์เสริมสำหรับการคัดแยกสิ่งเจือปนในระดับโรงงาน

มนตรี เลิศหงิม และสมหมาย มัธยัสถ์ถาวร สร้างเครื่องลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุก ต้นแบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยชุดลำเลียง 2 ชุด ชุดลำเลียงชุดแรกจะเคลื่อนที่ในแนวระดับระยะห่างระหว่างโซ่ทั้งสองเส้น 1300 มิลลิเมตร ระยะห่างของครีบที่ติดบนโซ่ 45 มิลลิเมตร ความสูงของครีบ 150 มิลลิเมตร มีระยะทางการลำเลียง 1200 มิลลิเมตรชุดลำเลียงชุดที่สองมีระยะห่างระหว่างโซ่ทั้งสองเส้น 900 มิลลิเมตร ระหว่างของครีบที่ติดบนโซ่ 450 มิลลิเมตร ความสูงของครีบ 250 มิลลิเมตรระยะทางการลำเลียง 2500 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ทดรอบได้ขนาด 3 แรงม้าเป็นตัวต้นกำลังเครื่องต้นแบบนี้มีประสิทธิภาพการลำเลียง 13 ตันต่อชั่วโมง ที่ความเร็วการลำเลียง 0.5 เมตรต่อวินาที

กุณฑล ไกรสินธุ์ได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกที่มีขนาดกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 890x1500x3800 มม. โดยใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5.5 กำลังม้าเป็นต้นกำลัง ขณะทำงานที่สภาวะปกติจะควบคุมเครื่องยนต์ให้มีอัตราเร็วรอบประมาณ 1200-1300 รอบ/นาที เครื่องฯ มีส่วนประกอบหลัก 3 ชุด คือชุดต้นกำลังและถ่ายทอดกำลังชุดขนย้ายมัดอ้อยและชุดโครงสร้างหลังจากดำเนินการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องฯแล้วจึงได้เครื่องขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกต้นแบบ โดยที่เครื่องฯนี้สามารถใช้ทดแทนแรงงานคนลดความเหนื่อยยากและประหยัดเวลาในการขนมัดอ้อยขึ้นใส่รถบรรทุก ผลการทดสอบในภาคสนามพบว่าเครื่องฯ นี้เหมาะที่จะทำงานร่วมกับคนป้อนมัดอ้อย 4 คนที่อัตราเร็วรองของเครื่องยนต์ 1260 รอบ/นาที มีสมรรถนะการทำงานจริง 4.76 ตัน/ชม.ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย 27.42 บาท อัตราผลตอบแทน 22% และระยะเวลาคืนทุน 4 ปี มีจุดคุ้มทุน 342 ตันต่อปีเมื่อกำหนดอายุการใช้งานไว้ 5 ปี

ธเนศ ยามจีน และ สว่าน พรมกุดตุ้มได้ออกแบบ และจัดสร้างขึ้นเพื่อช่วยผ่อนแรงในการทำงาน และบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรมนี้มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นแบบสายพานกวาด โดยใช้โซ่ลำเลียงแบบโซ่คู่ ส่งกำลังจากเครื่องยนต์ขนาด 5-7 แรงม้า ไปสู่ชุดลำเลียงโดยใช้สายพาน ชุดลำเลียงตั้งอยู่บนระบบช่วงล่างที่มีล้อ 3 ล้อ บังคับเลี้ยงด้วยล้อหน้า สามารถเลี้ยงได้ในมุมแคบชุดลำเลียงเมื่อถูกยกตัวขึ้นสูงสุดที่มุม 60 องศา จะมีความสูงจากพื้นดิน 4 ม.ซึ่งเมื่อพับเก็บแล้วจะสูงเพียง 1.53 ม.เท่านั้น สามารถทำงาน

ตามที่ออกแบบและลักษณะการทดลองได้ ซึ่งจากผลการทดลองโดยใช้เครื่องยนต์ขนาดดังกล่าว และใช้แรงงาน 2 คน ความเร็วในการลำเลียงที่ใช้ 0.113 เมตรต่อนาที จะได้ความสามารถในการลำเลียงโดยเฉลี่ย 4.87 ตันต่อชั่วโมง เมื่อเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎีจะได้ประสิทธิภาพจากการทดลอง 44.24%

รูปที่ 2 เครื่องลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก และรูปแบบการใช้งาน

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีขอนแก่น อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ได้ออกแบบสร้างลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุกแบบติดข้างรถบรรทุก ซึ่งมีขนาดความสูง 3.65 เมตร กว้าง 0.82 เมตร โซ่ลำเลียงคูใช้เหล็กกล่องขนาด 1 นิ้วกับเหล็กฉาก 1 นิ้ว เป็นโครงลำเลียงโซ่ ตัวโครงหลักเป็นเหล็กกล่องขนาด 1 x 3 นิ้ว เครื่องยนต์เบนซิน 6 แรงม้าเป็นเครื่องยนต์ต้นกำลังลักษณะคล้ายกับเครื่องของกุณฑล อัตราการทำงานประมาณ 20 ตันต่อชั่วโมงโดยใช้คนจัดลำอ้อยบนรถบรรทุก 3 คน คนขนมัดอ้อยวางบนเครื่องด้านล่าง 4-5 คนอย่างต่อเนื่อง ได้มีการจำหน่ายในเชิงพานิชย์ ในราคา 45,000- 48,000 บาทพร้อมเครื่องยนต์ แต่เนื่องจากราคาที่สูง ตัวเครื่องมีน้ำหนักมาก การติดตั้งและการถอดเมื่ออ้อยเต็มรถบรรทุก ทำได้ไม่สะดวก จึงได้รับความนิยมไม่มากนัก

บริษัท น้ำตาลเกษตรผลได้ออกแบบสร้างเครื่องแยกทราย จากรถคีบอ้อยก่อนนำขึ้นรถบรรทุกเพื่อลดปริมาณดิน ทรายและสิ่งเจือปน ที่ปะปนมาจากการคีบอ้อยด้วยวิธีการที่ต่างกันของคนขับรถคีบอ้อยโดยมีรูปแบบและขั้นตอนตามรูปที่แสดง

รูปที่ 3 รูปแบบการทำงานของเครื่องแยกทราย ในแปลงอ้อย

ระเบียบวิธีวิจัย

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดทางวิศวกรรม เช่น เครื่องวัดความเร็วรอบ เทปวัด เครื่องชั่งน้ำหนัก เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เป็นต้น
2. วัสดุสำหรับการผลิตต้นแบบ เหล็กรูปพรรณต่างๆ เช่นเหล็กเพลา เหล็กแผ่น โซ่ลำเลียง เฟืองขนาดต่างๆ ลูกปืนตุ๊กตา
3. เครื่องมืองานผลิตด้านช่าง เช่น ประแจ ไขควง ตู้เชื่อมไฟฟ้า ฯลฯ
4. อุปกรณ์สำนักงานต่างๆ เช่นคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพ

วิธีการ

1. ศึกษารูปแบบการขนย้ายของเกษตรกรชาวไร่อ้อยในพื้นที่จังหวัดต่างในประเทศไทย โดยศึกษาจากสภาพการทำงานจริงในไร่ของเกษตรกร ทั้งรูปแบบ วิธีการ ขนย้าย ลำเลียงค่าใช้จ่ายในการขนย้ายอ้อยจากไร่ไปสู่โรงงานน้ำตาลผู้รับซื้อ
2. เก็บข้อมูลเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกร หรือโรงงานเอกชน ใช้สำหรับการขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุกไปสู่โรงงานน้ำตาล
3. ออกแบบเครื่องต้นแบบ เพื่อประมาณการวัสดุการผลิต และสร้างเครื่องต้นแบบ
4. ทดสอบการทำงานเครื่องต้นแบบเบื้องต้น
5. แก้ไขข้อบกพร่อง ในจุดต่างของตัวเครื่องต้นแบบ แล้วทดสอบเก็บข้อมูลผลการทดสอบเบื้องต้น

6. ทดสอบภาคสนามในพื้นที่ เกษตรกรชาวไร่อ้อย ที่มีความเหมาะสมกับเครื่องต้นแบบและเก็บข้อมูลการทดสอบต้นแบบ
7. แก้ไขต้นแบบให้มีความสมบูรณ์ พร้อมทดสอบเครื่องต้นแบบระยะยาวในแปลงเกษตรกรชาวไร่อ้อย ที่มีรูปแบบการขนย้ายที่เหมาะสมกับเครื่องต้นแบบ
8. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และจัดทำรายงานโครงการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการโครงการ

เริ่มต้น เดือนตุลาคม 2554 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2556 (2 ปี)

สถานที่ดำเนินการโครงการ

1. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
2. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
3. พื้นที่ปลูกอ้อยเกษตรกรชาวไร่อ้อย จังหวัดขอนแก่น หนองบัวลำภู ชัยภูมิ มหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุดรธานี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษารายละเอียดวิธีการขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุกของเกษตรกรชาวไร่อ้อยในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ชัยภูมิ และหนองบัวลำภู ข้อมูลเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรนิยมขึ้นอ้อยอยู่ 2 วิธีเพื่อจะลำเลียงอ้อยไปขายในจุดรับซื้อคือที่ลานรับซื้อย่อยและลานหน้าโรงงานน้ำตาล ได้แก่

1. การขึ้นอ้อยแบบไม่ใช้เครื่องจักรทุ่นแรง ซึ่งจะนิยมขนอ้อยขึ้นรถบรรทุกขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งได้แก่ รถไถเดินตามพ่วงกระบะ รถอีแต๋น และรถบรรทุกขนาดกลาง พบว่าเกษตรจะขนมัดอ้อยขึ้นเองเนื่องจากปริมาณอ้อยไม่มากหากจ้างเหมาขนมัดอ้อยขึ้นรถ จะรับจ้างกันในราคาตันละ 45-50 (ปี2555)บาท ซึ่งวิธีการขนอ้อยแบบนี้จะนิยมกับการขนย้ายมัดอ้อยสดซึ่งทำให้ได้อ้อยสะอาด เป็นที่ต้องการของโรงงานน้ำตาล

รูปที่ 4 การลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยแรงงานคน

2. การขึ้นอ้อยแบบใช้เครื่องจักรทุ่นแรง

2.1 เครื่องจักรทุ่นแรงขนาดเล็ก เกษตรกรได้ประดิษฐ์เครื่องขึ้นอ้อย ซึ่งนิยมเรียกในกลุ่มเกษตรกรว่า “เครื่องดีดอ้อย” ซึ่งมีลักษณะเป็นโซ่ลำเลียงมัดอ้อย ขับด้วยเครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นเครื่องทุ่นแรงในการยกมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกทั้งขนาดกลางและขนาดใหญ่ เบื้องต้นพบว่าสามารถช่วยทุ่นแรงงานโดยช่วยให้มีอัตราการทำงาน 12 – 15 ตันต่อชั่วโมงสำหรับการใช้คนทำงาน 7-10 คน แต่ยังพบว่าเครื่องดีดอ้อยดังกล่าวยังมีปัญหาเรื่องการใช้งานและการขนย้ายตัวเครื่องจักร เนื่องจากมีน้ำหนักมาก

รูปที่ 5 การลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้เครื่องลำเลียง

2.2 เครื่องจักรทุ่นแรงขนาดใหญ่ ได้แก่การใช้รถคีบอ้อยและเครนซึ่งการใช้รถคีบอ้อยจะนิยมใช้กับอ้อยเผาซึ่งมีความสะดวกกว่ามีอัตราการทำงานที่เร็วกว่า คือประมาณ 30-35 ตันต่อชั่วโมง จากการสอบถามเบื้องต้น คนขับรถคีบอ้อยจะถูกจ้างมาขับในอัตราตันละ 7 บาทและจะมีคนช่วยสับท่อนอ้อยบนรถบรรทุก 3-5 คนโดยจ้างเหมาตันละ 35 บาท การใช้รถคีบอ้อยถือว่าเป็นวิธีการที่มีความสะดวกและรวดเร็วแต่ยังพบปัญหาเรื่องสิ่งเจือปนเช่นดิน หิน ทราย อื่นๆเช่นท่อนไม้ และ การทำลายตอพันธุ์อ้อย ส่วนการขนย้ายแบบใช้เครนขนาดใหญ่จะเป็นวิธีการย้ายมัดอ้อยจากรถบรรทุกของเกษตรกรขึ้นรถบรรทุกของโค้วต้าโรงงานหรือของโรงงานเอง เป็นการขนย้ายที่นิยมในลานรับซื้อย่อยเข้าสู่โรงงาน

รูปที่ 6 แสดงลำดับของการลำเลียงอ้อยขึ้นรถโดยใช้รถคีบอ้อย

รูปที่ 7 การลำเลียงอ้อยในลานรับซื้อปลีกของโรงงานน้ำตาล

จากข้อมูลภาคสนามเบื้องต้นทำให้เห็นว่าขั้นตอนของการลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุกมีการนำเครื่องจักรกลเข้ามาช่วยผ่อนแรงทั้งในระดับเกษตรกรและโรงงานน้ำตาลที่รับซื้อ ซึ่งมีทั้งเครื่องลำเลียงแบบโซ่ลำเลียงมัดอ้อยที่เป็นเครื่องมือระดับเกษตรกร รถคีบอ้อยซึ่งเป็นเครื่องจักรกลรับจ้างของนายหน้าที่รับซื้ออ้อยเข้าโรงงานน้ำตาล และเครนขนาดใหญ่ ที่ใช้กับลานรับซื้อของโรงงานน้ำตาล จะเห็นว่าเครื่องจักรกลที่ช่วยผ่อนแรงและอำนวยความ

สะดวกของเกษตรกรจริงๆ คือเครื่องลำเลียงมัดอ้อย ซึ่งมีใช้กันเป็นบางพื้นที่ และบางพื้นที่เกษตรกรให้เหตุผลว่าเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ขนย้ายลำบาก ติดตั้งไม่สะดวกอีทั้งยังมีราคมที่สูง ไม่เหมาะสำหรับเกษตรที่ปลูกอ้อยประมาณ 5-10 ไร่ แต่หากเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็กลง และราคาถูกกว่า ก็จะสามารถลดแรงงานการใช้เครื่องในส่วนการติดตั้งและการใช้งานระดับครอบครัวได้โดยไม่ต้องจ้างแรงงานขนมัดอ้อย เพิ่มกรณีที่มีรถบรรทุกเป็นของตัวเอง

รูปที่ 8 เครื่องลำเลียงมัดอ้อยของเกษตรกรและปัญหาที่เกิดขึ้นกับการใช้งาน

รูปที่ 9 เครื่องลำเลียงมัดอ้อยของเกษตรกรและปัญหาที่เกิดขึ้นกับการใช้งาน

ได้ออกแบบสร้างต้นแบบเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก ซึ่งได้แนวคิดจากความต้องการของเกษตรกร โดยมีเป้าหมายเพื่อลดน้ำหนัก ของเครื่องเพื่อการขนย้ายที่สะดวก และติดตั้งกับรถบรรทุกได้โดยง่ายไม่ต้องใช้แรงงานคนติดตั้งจำนวนหลายคนและ ลดต้นทุนการผลิตลง แต่ยังคประสิทธิภาพการทำงานที่ใกล้เคียงหรือให้ดีกว่า โดยเบื้องต้นเป็นแบบโซ่ลำเลียงเดี่ยว โครงทำจากเหล็กรางขนาด 2 นิ้วเพื่อใช้เป็นร่องสำหรับบังคับให้โซ่ลำเลียงเคลื่อนที่ในร่องเมื่อรับน้ำหนักจากมัดอ้อย โดยโซ่ลำเลียงได้จากโซ่เฟืองขนาด 428(โซ่รถจักรยานยนต์) นำมาต่อกันเป็นวงกลมล้อมรอบตัวเครื่องซึ่งมีเฟืองรองรับการหมุน โดยวางเครื่องยนต์ขนาด 4 แรงม้าไว้ในวงกลมการเคลื่อนที่และขับสายพานเพื่อขับชุดลำเลียงอ้อยที่ใช้ชุดโซ่เป็นตัวลำเลียงอีกที เพื่อป้องกันการผลิกตัวของโซ่ลำเลียงอ้อยและมัดอ้อยที่มีขยาดยาว จึงได้ใช้เหล็กฉากขนาด 1 นิ้วเป็นตัวประคองทั้งสองข้างสำหรับการลำเลียงมัดอ้อยตอนขึ้นรถบรรทุก ชุดลำเลียงมัดอ้อยถึงจุดสูงสุดจะทิ้งมัดอ้อยให้ลงในรถบรรทุกและมีคนจำนวน 2 คนคอยรับมัดอ้อยอยู่ด้านบนและคอยจัดเรียงให้เป็นระเบียบ

รูปที่ 10แสดงลักษณะต้นแบบเครื่องลำเลียงมัดอ้อยแบบที่ 1 กับการทดสอบ

การทดสอบต้นแบบเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก ที่พัฒนาจากแบบของที่เกษตรกรใช้ ซึ่งลักษณะของการออกแบบสร้างทำให้มีน้ำหนักที่เบา ลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นเพื่อให้ขนย้ายในการใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น เบื้องต้นพบว่าสำหรับการใช้งานกับเครื่องยนต์เบนซินสี่จังหวะขนาด 4 แรงม้าพบว่ามีอัตราการทำงาน 3.5 – 4 ตันต่อชั่วโมงโดยต้องมีคนงานจัดเรียงมัดอ้อยจำนวน 2 คนบนรถบรรทุก ลักษณะการทำงานของเครื่องยังเกิดปัญหา คือ ยังเกิดการเอียงของมัดอ้อยทำให้มัดอ้อยร่วงล่นขณะลำเลียง การทำงานไม่ต่อเนื่องเกิดจากการโซ่ลำเลียงหย่อนและหนีร่อง โซ่ลำเลียงหลุดจากเฟืองลำเลียง เบื้องต้น

รูปที่ 11การทดสอบเครื่องขนย้ายอ้อยแบบโซ่ลำเลียงเดี่ยว (ต้นแบบ)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องลำเลียงมัดอ้อยต้นแบบโซ่ลำเลียงเดี่ยว ที่อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น

ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ขนาดพู่เลย์ตัวขับ (นิ้ว)	ความเร็วรอบตัวตาม (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบโซ่ลำเลียง (รอบต่อนาที)	อัตราการลำเลียง (กิโลกรัมต่อนาที	หมายเหตุ
1200	16	188	33	502	มัดอ้อยเหวี่ยงแรง
1000	16	156	27	418	โซ่หลุดร่องบ่อย
850	16	133	23	355	การทำงานไม่ต่อเนื่อง
* น้ำหนักเฉลี่ยมัดอ้อย 15.3กิโลกรัมต่อมัด (อ้อยสด)					

ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ขนาดพู่เลย์ตัวขับ (นิ้ว)	ความเร็วรอบตัวตาม (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบโซ่ลำเลียง (รอบต่อนาที)	อัตราการลำเลียง (กิโลกรัมต่อนาที)	หมายเหตุ
1200	18	167	29	446	มัดอ้อยร่วงล่นขณะลำเลียง
1000	18	139	24	372	การทำงานไม่ต่อเนื่อง
850	18	118	21	316	
* น้ำหนักเฉลี่ยมัดอ้อย 15.3กิโลกรัมต่อมัด (อ้อยสด)					

หมายเหตุ รอบความเร็วเครื่องโดยประมาณใกล้เคียง

จากผลการทดสอบตามตารางซึ่งแบ่งความเร็วรอบออกเป็น 3 ระดับโดยยึดรอบต่ำสุดของต้นกำลังเพื่อให้การทำงานประหยัดน้ำมันที่สุด ซึ่งเครื่องยนต์ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ยี่ห้อฮอนด้าขนาด 4 แรงม้า โดยมีลำดับของการส่งกำลังเป็นดังนี้คือ พู่เลย์ขนาด 2.5 นิ้วซึ่งยึดติดกับเครื่องยนต์เป็นตัวขับเพลาลอยพู่เลย์ขนาด 16 นิ้ว ซึ่งทดรอบไว้เพื่อต้องการแรงบิดที่สูง ที่เพลาลอยพู่เลย์มีเฟืองโซ่ขนาด 428 18 ฟันเพื่อเป็นการส่งกำลังจากสายพานเป็นโซ่และขับต่อไปยังชุดลำเลียงมัดอ้อยซึ่งเป็นโซ่ต่อกันยาวเป็นวงกลมและมีชุดรองรับมัดอ้อย 1 ตัว ผลการทดสอบพบว่า เมื่อการทำงานต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องยนต์คือโดยประมาณ 1200 รอบต่อนาทีขนาดพู่เลย์เพลาลอยตัวขับชุดลำเลียงมีขนาด 16 นิ้วจะสามารถลำเลียงอ้อยมัดได้ถึง 500 กิโลกรัมต่อนาทีโดยประมาณ แต่เมื่อมัดอ้อยถึงจุดสูงสุดที่จะต้องทิ้งตัว จะเกิดแรงส่งมัดอ้อยอย่างแรงเกิดการเหวี่ยงตัวของมัดอ้อย ตกกระทบใส่รถบรรทุกที่รองรับ ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการสำหรับคนที่คอยรอรับมัดอ้อยอยู่เป็นรถบรรทุก ซึ่งจะคอยทำหน้าที่รอรับและจัดเรียงมัดอ้อยเพื่อให้เป็นระเบียบและให้ได้ปริมาณเยอะที่สุด เมื่อมัดอ้อยเกิดการเหวี่ยงตัวจะทำให้เครื่องลำเลียงมัดเกิดการสั่นตัวทำให้โซ่ลำเลียงหนีจากร่องเฟือง ทำให้โซ่หลุดออกจากเฟือง การทำงานไม่ต่อเนื่อง เบื้องต้นได้แก้ไขโดยลดความเร็วรอบพลาลอยตัวขับซึ่งเดิมใช้พู่เลย์ขนาด 16 นิ้วเปลี่ยนเป็นพู่เลย์ ขนาด 18 นิ้ว ซึ่งเป็นผลทำให้อัตราการทำงานต่ำลงเนื่องจากความเร็วในการลำเลียงลดลง แต่พบว่าไม่มีการเหวี่ยงตัวของมัดอ้อย ขณะตกลงรถบรรทุก แต่โซ่ลำเลียงยังคงหลุดจากเฟืองโซ่ เนื่องจากมัดอ้อยมีขนาดยาวและหนัก ทำให้เมื่อโซ่ลำเลียงรับน้ำหนักแล้วเกิดการบิดตัวเมื่อเคลื่อนที่ไปถึงเฟืองโซ่จึงไม่ลงร่องโซ่และหลุดไปในที่สุด

เนื่องจากต้นแบบที่ 1 เครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุกทำงานได้ไม่ต่อเนื่องจากปัญหาที่กล่าวไปข้างต้น จึงได้ออกแบบ ต้นแบบที่ 2 ขึ้นมาใหม่แต่ยังคงแนวคิดเดิมคือให้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและวัสดุที่ใช้หาได้โดยง่าย โดยต้นแบบที่ 2 ของเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถบรรทุก มีลักษณะเป็นโซ่ลำเลียงคู่ โดยความเร็วเชิงเส้นของการลำเลียงน้อยกว่าต้นแบบตัวที่ 1 เนื่องจากผลการทดสอบของต้นแบบตัวที่ 1 พบว่าความเร็วเชิงเส้นดังกล่าว ทำให้เกิดแรงส่งมัดอ้อยขณะตกลง เพื่อให้การขนย้ายเครื่องต้นแบบเป็นไปด้วยความสะดวกจึงออกแบบให้มีลักษณะโดยรวมเป็นทรงเหลี่ยม ขนย้ายได้โดยง่าย และตั้งตรงบนพื้นราบได้ เมื่อยกลง ทำให้การติดตั้งเข้ากับรถบรรทุกที่ขนอ้อยทำได้โดยง่ายและสะดวก โดยยังคงใช้โซ่และเฟืองรูปแบบเดิม เพียงแต่เพิ่มจำนวนเป็นสองเส้นหรือมีลักษณะการลำเลียงเป็นคู่พร้อมกันเพื่อลดการเอียงของมัดอ้อย ที่เกิดปัญหากับต้นแบบตัวที่ 1 ที่ทำให้โซ่หลุดจากร่องบ่อย การทำงานไม่ต่อเนื่อง

รูปที่ 12 การติดตั้งเครื่องลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก ต้นแบบตัวที่ 2

ผลการทดสอบเมื่อนำเครื่องลำเลียงมัดอ้อยแบบโซ่ลำเลียงคู่ต้นแบบตัวที่ 2 ไปทดสอบที่ อำเภอโนนศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู ดังผลการทดสอบตามตาราง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องลำเลียงมัดอ้อยต้นแบบโซ่ลำเลียงคู่ ที่อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู

พู่เลย์ตัวขับบน 8 นิ้ว				
ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบตัวขับโซ่ (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบการลำเลียง(โซ่) (รอบต่อนาที)	อัตราการลำเลียง (กิโลกรัมต่อนาที)	หมายเหตุ
1200	52	14	353	เกิดการเหวี่ยงตกของมัดอ้อ
1000	43	11	147	
850	37	10	125	
* น้ำหนักเฉลี่ยมัดอ้อย 13 กิโลกรัมต่อมัด (อ้อยสด)				
พู่เลย์ตัวขับบน 10 นิ้ว				
ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบตัวขับโซ่ (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบการลำเลียง(โซ่) (รอบต่อนาที)	อัตราการลำเลียง (กิโลกรัมต่อนาที)	หมายเหตุ
1200	35	9	236	
1000	29	8	98	
850	25	6	83	
* น้ำหนักเฉลี่ยมัดอ้อย 13 กิโลกรัมต่อมัด (อ้อยสด)				

หมายเหตุ รอบความเร็วเครื่องโดยประมาณใกล้เคียง

รูปที่ 13 การทดสอบการทำงานเครื่องลำเลียงมัดอ้อย ต้นแบบที่ 2

จากผลของการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบตัวที่ 1 ซึ่งใช้จำนวนคนลำเลียงมัดอ้อยเท่ากันคือ รวมทั้งหมดสี่คน พบว่าอัตรากาทำงานของเครื่องลดลงคือเมื่อรอบเครื่องยนต์ที่ 1200 รอบต่อนาทีได้อัตราการทำงานที่ 353 กิโลกรัมต่อนาที แต่เมื่อใช้รอบเครื่องยนต์ต่ำสุดโดยอยู่ที่ 850 รอบต่อนาที และลดความเร็วในการลำเลียงลงให้เหลือเพียง 25 รอบต่อนาทีเพื่อป้องกันการส่งแรงตกให้กับมัดอ้อยที่จะร่วงลงรถบรรทุก และความเหมาะสมสำหรับ คนจัดเรียงมัดอ้อยที่ยืนคอยมัดอ้อยอยู่เป็นรถบรรทุก ทำให้ได้อัตราการทำงานที่ 83 กิโลกรัมต่อนาที หรือประมาณ 5 ตันต่อชั่วโมง โดยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำเชื้อเพลิงอยู่ที่ประมาณ 1 ลิตรต่อชั่วโมง

การใช้เครื่องลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกเป็นเพียงวิธีการหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับจากโรงงานน้ำตาลว่าช่วยสามารถแก้ปัญหาสิ่งเจือปน ที่ปะปนไปกับรถบรรทุกได้ในระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากวิธีการลำเลียงอ้อยดังกล่าวนิยมกระทำกันกับเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยที่จำนวนไม่มากนัก จึงสามารถแก้ปัญหาเรื่อง ดินหรือสิ่งเจือปนที่ปะปนไปกับอ้อยได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อขาดแคลนแรงงานและความต้องการการทำงานที่รวดเร็วเกษตรกรส่วนใหญ่จะนิยมการใช้รถคีบอ้อยมากกว่า เนื่องจากทำงานได้รวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคน แต่จากตารางที่ 3 จะพบว่ารถคีบอ้อยเมื่อคีบในสภาพดินเปียกจะนำพาดินปะปนขึ้นรถไปเป็นจำนวนถึง 1 % เลยทีเดียว

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณดินที่ปะปนไปกับอ้อยลำ ที่เกิดจากการใช้งานรถคีบอ้อย

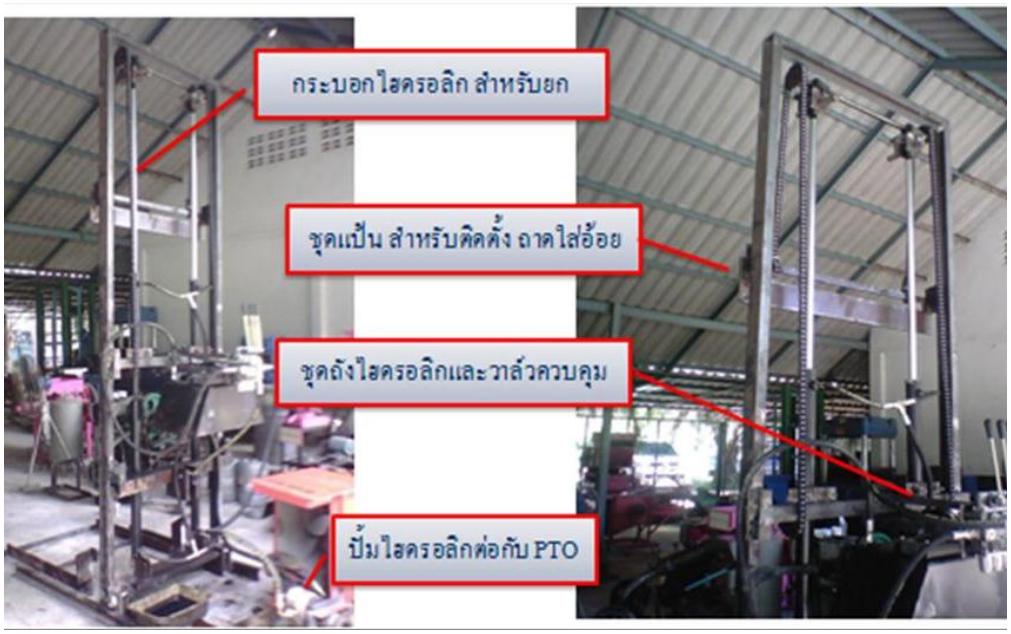
ที่	โควต้า	จำนวนคีบอ้อยต่อคันรถ	น้ำหนักดินกิโลกรัม/คัน	% ที่แยกต่อน้ำหนักดิน	ลักษณะแปลงอ้อย
1	56	50	250	1.02	ดินเปียก
2	31	56	74	0.26	ดินแห้ง
3	1541	70	105	0.44	ดินแห้ง
4	1792	60	300	1.47	ดินเปียก
5	18	60	15	0.07	ดินแห้ง

จากข้อมูลปริมาณดินที่ปะปนไปกับรถบรรทุกเมื่อใช้รถคีบในการนำอ้อยขึ้นรถบรรทุก พบว่าสาเหตุจะมาจากเกษตรกรไม่ได้ใส่ใจและให้ความสำคัญกับสิ่งเจือปนที่จะปะปนไปเท่าที่ควรเนื่องจากจะเอาความรวดเร็วในการทำงานเป็นหลัก เนื่องจากคนขับรถคีบอ้อยจะได้ค่าแรงจากเปอร์เซนต์ของน้ำหนักอ้อยที่ขนส่งเข้าโรงงานคือประมาณ 5-7 บาทต่อตัน (เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) สำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทางโรงงานน้ำตาลได้กำหนดเงื่อนไขของการรับซื้ออ้อยไว้เช่นเดียวกันคือ อ้อยที่มีสิ่งเจือปนหรืออ้อยที่ส่งโรงงานด้วยการเผา

แล้วตัดส่งโรงงานจะถูกหักราคาตันละ 20 บาท ซึ่งภาษาชาวบ้านเรียก“อ้อยไฟไหม้” ซึ่งอ้อยลักษณะดังกล่าวเป็นอ้อยที่เกิดจากเกษตรกรจุดไฟเผาก่อนทำการตัด เนื่องจากให้เหตุผลว่าตัดได้สะดวกและรวดเร็วกว่า แรงงานที่รับจ้างตัดอ้อยก็จะนิยมตัดอ้อยเผามากกว่าอ้อยสด เนื่องจากจากตัดได้เร็วทำให้มีรายได้มากกว่าการตัดอ้อยสด ซึ่งต้องสางใบอ้อยก่อนตัด ทำให้ขั้นตอนการทำงานช้าลง

เกษตรชาวไร่อ้อยส่วนมากมีรถแทรคเตอร์สำหรับการใช้งานในการทำไร่อ้อยและการทำการเกษตรด้านอื่น ซึ่งบางส่วนได้นิยมนำรถแทรคเตอร์มาลากพ่วงกระบะ เพื่อบรรทุกลำอ้อยไปขาย จึงได้มีแนวคิดว่าหากเกษตรกรมีอปกรณ์ที่ใช้กับแทรคเตอร์และสามารถยกมัดอ้อยขึ้นรถได้โดยง่ายจะทำให้เกษตรกร ทำงานได้สะดวก ในการขนย้ายอ้อยได้ดีและสะอาดขึ้น จึงได้ออกแบบสร้าง เครื่องขนย้ายอ้อยแบบลิฟท์ติดท้ายแทรคเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับยกโดยใช้ระบบไฮดรอลิกอาศัยกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรคเตอร์ในการขับปั้มไฮดรอลิก และส่งแรงดันผ่านวาล์วควบคุมและยกตัวด้วยกระบอกไฮดรอลิกจำนวน 2 ตัว ขนาดแกน 50 มิลลิเมตร ความสูงเมื่อยกตัวสูงสุดประมาณ 2.80เมตร โดยการทำงานจะประกอบเข้ากับจุดพ่วงสาม ของรถแทรคเตอร์ และเพลาอำนวยกำลังของรถแทรคเตอร์ในการขับปั้มไฮดรอลิกให้ระบบไฮดรอลิกทำงาน

รูปที่ 13 การสร้างและการประกอบกระบอกไฮดรอลิกเข้ากับโครงลิฟท์



รูปที่ 14 ลักษณะส่วนประกอบต่างๆของลิฟท์

การทดสอบระบบการทำงานของลิฟท์ติดท้ายแทรคเตอร์ เบื้องต้นได้ทดสอบหารแรงดันรอบต่างๆของปั้มและความเร็วการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ เพื่อให้มีค่าใกล้เคียงกับการหมุนของ เพลาอำนวยกำลังของรถแทรคเตอร์ เสร็จแล้วได้นำต้นแบบทดสอบการยก พบว่าสามารถยกของที่มีน้ำหนักได้กว่า 800 กิโลกรัมต่อครั้ง แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดเรื่องฤดูการของการเปิด-ปิด การหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล การตัดอ้อยของเกษตรกรอีกทั้งข้อจำกัดด้านรถแทรเตอร์ต้นกำลัง จึงไม่ได้นำต้นแบบเครื่องขนย้ายอ้อยขึ้นรถแทรคเตอร์ทดสอบภาคสนาม แต่อย่างไรก็ตามเครื่องต้นแบบดังกล่าว ยังสามารถใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่นได้ เช่นยกของขึ้นที่สูง ยกผลผลิตการเกษตรด้านอื่นได้

รูปที่ 15 การประกอบปั้มไฮดรอลิก และการใช้งานต้นแบบ

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การหาจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องขนย้ายมัดอ้อยต้นแบบ ได้หาเฉพาะเครื่องลำเลียงมัดอ้อยแบบโซ่ลำเลียงคู่ ที่มีการทดสอบการใช้งานภาคสนามและได้พัฒนาให้สามารถนำไปใช้งานจริงและจำหน่ายได้เบื้องต้น ได้คำนวณโดยกำหนดให้ราคาเครื่องลำเลียงมัดอ้อยเท่ากับ 20,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี โดยใช้แรงงานคนจำนวน 4 คน มีความสามารถในการทำงานโดยรวมประมาณ 5 ตันต่อชั่วโมงทำงาน 5 ชั่วโมงต่อวัน โดยคิดตามอัตราค่าจ้างสำหรับการขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยทั่วไป คือ 60 (ปี2557)บาทต่อตัน โดยช่วงฤดูสำหรับการทำงานคือช่วงหีบอ้อยประมาณ 100 วัน

1. ราคาค่าเครื่องลำเลียงมัดอ้อยแบบโซ่ลำเลียงคู่ (MC) = 20,000 บาท
2. ค่าเสื่อมราคา (D) = 36,00 บาท

   โดยคำนวณจาก (D) = (MC-S)/year บาท

   มูลค่าซาก (S) = 10% ของราคาเครื่อง

3. ค่าเสียโอกาส (R) = I(MC+S)/2 บาท

เมื่อ I อัตราดอกเบี้ยคือ = 10% ต่อปี

(R) = 1,100 บาทต่อปี

4. ค่าใช้จ่ายคงที่ (FC) = D+R บาท

= 4,700 บาทต่อปี

5. ค่าจ้างแรงงานทั้งหมด 4 คน ทำงาน ค่าจ้างวันละ 250 บาทต่อวันโดยทำงานทั้งหมด 100 วันต่อปี

จะต้องเสียค่าจ้างแรงงาน = 100,000 บาทต่อปี

6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดจากทำงาน 5ชั่วโมงต่อวัน ชั่วโมงละ 1 ลิตร น้ำมันเบนซินลิตรละ 45 บาท

จะต้องเสียค่าน้ำมันต่อปี = 22,500 บาทต่อปี

7. ค่าบำรุงรักษาคิดจาก 1.2% ของราคาซื้อ / ชั่วโมงการทำงานต่อวัน

= (0.012x20,000) 5 บาทต่อวัน

= 4800 บาทต่อปี

รวมค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = 27,300 บาทต่อปี

8. ค่าใช้จ่ายแปรผันรวม (VC) = 100,000+27,000

= 127,000 บาทต่อปี

9. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด (AC) = FC+VC

= 4700+127,000

= 131,700 บาทต่อปี

10. ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (VC_u) = VC/ อัตราการทำงานต่อปี

= 127,000 /2,500

= 50.8 บาทต่อตัน

11. รายได้ทั้งปี ค่ารับจ้างตันละ 60 บาทx 25 ตันต่อวัน x 100 วันทำงาน

= 150,000 บาทต่อปี

12. ผลกำไรต่อปีกับการใช้เครื่องจักร = รายได้ทั้งปี-ค่าใช้จ่ายรวม

= 18,300 บาทต่อปี

หาจุดคุ้มทุนสำหรับการการใช้เครื่อง = FC/ (SP_u – VC_u) = 510.8 ตัน

ระยะเวลาคืนทุนของการใช้ = MC/P = 1.10 ปี หรือประมาณ 110 วัน

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาตร์พบว่าเกษตรกรที่นำเครื่องลำเลียงมัดอ้อยไปใช้งานจะได้ผลกำไรตอบแทนในปีที่สองทั้งนี้ เนื่องจากการลำเลียงมัดอ้อยของเกษตรกรต้องอาศัยความเหมาะสมของการนำส่งอ้อยสู่โรงงานหรือลานรับซื้อ จึงได้กำหนดชั่วโมงการทำงานต่อวันเพียง 5 ชั่วโมงต่อวันทำงานเท่านั้น เนื่องจากเกษตรทีนำส่งอ้อยจำเป็นต้องรอคิวในการขายทำให้เสียเวลาในการทำงานออกไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การลดปริมาณดิน หิน ทราย หรือสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ทางโรงงานน้ำตาลไม่ต้องการเนื่องจากทำให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลเกิดความเสียหาย หรือทำให้ขั้นตอนการผลิตล่าช้าไป นั้นสามารถกระทำได้โดยอาศัยความร่วมทั้งสองฝ่ายคือ เกษตรกรและโรงงาน โรงงานน้ำตาลควรสร้างแรงจูงใจกระตุ้นให้เกษตรกรใส่ใจในการส่งอ้อยสะอาดเข้าสู่โรงงาน เช่นการเพิ่มราคาที่มีแตกต่างให้สูงขึ้น หรือการเปิดช่องหีบอ้อยที่ไม่ต้องรอนาน ที่จะเป็นช่องทางให้เกษตรกรเกิดความสนใจ สำหรับเกษตรกรเมื่อส่งอ้อยที่มีสิ่งเจือปนมากเกินกว่าที่กำหนดเข้าสู่โรงงานหรือกระบวนการผลิตน้ำตาลก็จะถูกหักราคาตามเกณฑ์ ภาครัฐควรให้การสนับสนุนด้านเครื่องจักรกลหรือวิธีการ ที่ทำให้เกษตรกรทำงานได้โดยความสะดวก ลดแรงงาน มีผลกำไรตอบแทน เครื่องลำเลียงมัดอ้อยเป็นอีกเครื่องมือชนิดหนึ่ง ที่สามารถช่วยผ่อนแรง ลดแรงงานการขนอ้อยขึ้นรถบรรทุกได้ และมีข้อดีที่โรงงานน้ำตาลยอมรับคือ สามารถลดปริมาณ สิ่งเจือปนลงได้ แต่ทั้งนี้ที่เกาตรกรไม่นิยมเนื่องจาก เดิมเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ต้องอาศัยแรงงานในติดตั้งหลายคน ผู้วิจัยจึงได้พยายามออกแบบให้มีขนาดเล็กลง ต้นกำลังเล็กลง เพื่อให้ตัวเครื่องมีราคาที่ต่ำ เหมาะกับเกษตรกรรายย่อยเพื่อการใช้งาน แต่ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ ทางเศรษฐศาสตร์ จะพบว่า ถ้าทำงานวันละ 5 ชั่วโมงจะได้ผลกำไรในปีถัดไป ซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้วเกษตรกร สามารถทำงานได้มากกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการของเกษตร กับการนำส่งอ้อยต่อวันเนื่องจากต้องรอคิวในการลงอ้อยกับโรงงานน้ำตาลและปริมาณรถบรรทุกที่ใช้ในการลำเลียง การนำเครื่องลำเลียงอ้อยไปใช้งานขอแนะนำให้กับเกษตรกรควรจะนำไปใช้ในลักษณะกลุ่ม เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการใช้งาน และทำให้ใช้เครื่องอย่างคุ้มค่าและเกิดผลประโยชน์สูงสุดกับเกษตรกรหรือกลุ่มที่ใช้งาน

บรรณานุกรม

กุณฑล ไกรสินธุ์. 2540 .วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมเครื่องกล . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพ

คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2549. ระเบียบคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายว่าด้วย "หลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขการตัดสินข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพอ้อยอ้อยไฟไหม้ ความบริสุทธิ์ของอ้อยและกำหนดประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานน้ำตาล พ.ศ. 2549. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

ธเนศ ยามจีนและสว่าน พรมกุดตุ้ม.2537. วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

มนตรี เลิศหงิมและสมหมาย มัธยัสถ์ถาวร. 2540 .โครงงานวิศวกรรมการเกษตร .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมบัติขอทวีวัฒนา. 2546. เทคโนโลยีน้ำตาล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 504 น.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2550. รายงานการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ. [ออนไลน์] 2550 [อ้างเมื่อ14 พฤษภาคม 2550]. จาก URL:http://www.ocsb.go.th/uploads/contents/13/attachfiles/F3698_14MAY50.mht

สุพรรณยั่งยืนและเสรีวงส์พิเชษฐ์. 2550. การศึกษาแนวทางการคัดแยกดินเพื่อลดการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8 ประจำปี 2550. (หน้า 154). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนันต์ ตั้งตรงเวชกิจ. 2545. รายงานการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ.สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย