

การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของการปลูกอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์

Life Cycle Analysis of CO₂ Emissions

from Sugarcane Cultivations in Buriram Province

ธีรารัตน์ จีระมะกร^{1*} ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด² และ ประพิธาร์ ธนารักษ์³

Teerarat Chiramakara^{1*}, Nattawut Khaosaad² and Prapita Thanarak³

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

³วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ทกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹Environmental Science Program, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

²General Science Program, Faculty of Education, Pibulsongkram Rajabhat University

³School of Renewable Energy and Smart Grid Technology, Naresuan University

Received : 18 May 2019

Revised : 5 July 2019

Accepted : 23 September 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกระบวนการผลิตอ้อยของกลุ่มชาวไร่ในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตอ้อยใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ซึ่งวิธีผลิตอ้อยมี 2 แบบ ได้แก่ การปลูกอ้อยใหม่และการปลูกอ้อยต่อ ส่วนการเก็บเกี่ยวมี 3 รูปแบบ ได้แก่ การตัดอ้อยไฟไหม้ การตัดอ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด และการตัดอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด จากผลการวิจัยพบว่า อ้อยต่อ(อ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุดเท่ากับ 532.19 kgCO₂eq/ton รองลงมาได้แก่ อ้อยต่อ(อ้อยไฟไหม้), อ้อยปลูกใหม่(อ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด), อ้อยปลูกใหม่(อ้อยไฟไหม้) และอ้อยปลูกใหม่(อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเท่ากับ 524.91, 436.58, 429.29 และ 60.82 kgCO₂eq/ton ตามลำดับ ส่วนอ้อยต่อ(อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่น้อยที่สุดเท่ากับ 14.90 kgCO₂eq/ton เมื่อพิจารณาขั้นตอนการเตรียมดินรวมกับขั้นตอนการปลูกพบว่า การปลูกอ้อยใหม่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าอ้อยต่อถึง 43.22 kgCO₂eq/ton และเมื่อพิจารณาวิธีการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวแบบอ้อยไฟไหม้และอ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด จะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากกว่าการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัดประมาณ 38 เท่าสำหรับอ้อยปลูกใหม่ และ 52 เท่าสำหรับอ้อยต่อ ดังนั้นการผลิตอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ชาวไร่อ้อยควรเลือกปลูกอ้อยแบบอ้อยต่อและมีการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดและไม่เผาใบหลังตัดอ้อย จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

คำสำคัญ : การประเมินวัฏจักรชีวิต, การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

*Corresponding author. E-mail : teerarat.ch@bru.ac.th

Abstract

The purpose of this research study is to investigate the emission of carbon dioxide (CO₂) from sugarcane cultivations of farmers in Buriram Province based on the principle of life cycle assessment of four processes of sugarcane production, including land preparation, planting, nurturing, and harvesting and transportation. There are two forms of cane growing, namely plant cane and ratoon cane. With regard to harvesting, there are three forms: burned cane, fresh cane and burned leaves, and fresh cane. The results of this study revealed that ratoon cane (fresh cane and burned leaves) emitted the maximum carbon dioxide (CO₂) equivalent of 532.19 kgCO₂eq/ton, followed by ratoon cane (burned cane), plant cane (fresh cane and burned leaves), plant cane (burned cane), and plant cane (fresh cane) at 524.91, 436.58, 429.29 and 60.82 kgCO₂eq/ton, respectively. Regarding ratoon cane (fresh cane), it emitted the minimum CO₂ equivalent of 14.90 kgCO₂eq/ton. When considering the process of land preparation in combination with planting, it was found that growing plant cane emitted more CO₂ equivalent than that of ratoon cane by 43.22 kgCO₂eq/ton. With respect to harvesting methods, harvesting burned cane and fresh cane and burned leaves emitted more CO₂ equivalent than that of fresh cane around 38 times for plant cane and 52 times for ratoon cane. Therefore, in producing and selling sugarcane to sugar mills, sugarcane farmers should choose to grow ratoon canes and harvest the fresh canes, which would effectively minimize environmental impact.

Keywords: life cycle assessment, CO₂ emission

บทนำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีบทบาทสำคัญในวงการอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของโลก เนื่องจากเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลทรายอันดับที่ 2 ของโลกรองจากประเทศบราซิล (Office of Cane and Sugar Board, 2018) โดยในปี 2559 มีปริมาณส่งออกน้ำตาลทรายในภูมิภาคเอเชียเป็นจำนวนกว่า 97% ของปริมาณน้ำตาลทรายส่งออกทั้งหมด ประเทศอินโดนีเซียเป็นผู้นำเข้าน้ำตาลทรายจากไทยมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ กัมพูชา เมียนมาร์ ญี่ปุ่น จีน ฟิลิปปินส์ เวียดนาม ตามลำดับ จากปริมาณผลผลิตน้ำตาลทรายในฤดูกาลผลิต ปี 2559/2560 ที่จำนวน 10.03 ล้านตัน ขณะที่ปริมาณการบริโภคอยู่ที่ประมาณ 2.65 ล้านตัน จะมีน้ำตาลทรายส่วนที่เหลือส่งออกได้ประมาณ 7.38 ล้านตัน ซึ่งก่อให้เกิดเงินหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจของประเทศ (Office of Cane and Sugar Board, 2017) ด้วยเหตุนี้ อ้อยจึงกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย รัฐบาลจึงให้การสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการปลูกอ้อยเพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำตาล จึงได้มอบหมายให้กระทรวงอุตสาหกรรม โดยสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์อ้อยและน้ำตาลทราย 10 ปี (ปี พ.ศ.2558-2569) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลและการปรับโครงสร้างอ้อยและน้ำตาลทราย

โดยยุทธศาสตร์อ้อยโรงงานและน้ำตาลทรายฉบับนี้มีระยะเวลา 10 ปี เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2558 - 2569 โดยตั้งเป้าปี พ.ศ.2569 จะขยายพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 6 ล้านไร่ จะเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจากปัจจุบัน 10.53 ล้านไร่ เป็น 16.07 ล้านไร่ ผลผลิตทั้งประเทศจะเพิ่มจาก 105.96 ล้านตันต่อปี เป็นปีละ 182.04 ล้านตัน ส่วนผลผลิตน้ำตาลทรายคาดว่าจะเพิ่มจากปีละ 11.14 ล้านตัน เป็นปีละ 20.36 ล้านตัน กำลังการผลิตดังกล่าวจะมีกากน้ำตาลเพิ่มเป็น 8.55 ล้านตัน จากปัจจุบัน 4.27 ล้านตัน สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตสุรา ผงชูรสและอื่นๆ ได้ประมาณ 1 ล้านตัน ส่วนที่เหลือใช้เป็น

วัตถุดิบร่วมผลิตเอทานอลได้ 5.38 ล้านลิตรต่อวัน จากปัจจุบันที่ผลิตได้ 2.5 ล้านลิตรต่อวัน (Office of Cane and Sugar Board, 2017)

จากการที่รัฐบาลได้กำหนดยุทธศาสตร์อ้อยโรงงานและน้ำตาลทราย มีเกษตรกรชาวนาที่เปลี่ยนมาทำไร่อ้อยจำนวนมาก ได้พบกับปัญหามากมาย เช่น ขาดเงินทุน เครื่องจักรและอุปกรณ์ และที่สำคัญเกษตรกรชาวนายังขาดองค์ความรู้ในกระบวนการผลิตอ้อย จึงทำให้เกษตรกรชาวนาประสบปัญหาขาดทุน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่สูง มีการใช้ทรัพยากรและพลังงานเป็นจำนวนมาก และอีกปัญหาหนึ่งที่สำคัญได้แก่ การเผาอ้อยในช่วงฤดูการเก็บอ้อย ซึ่งได้สร้างความเสียหายเป็นอย่างมากต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย โดยจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน และจากปริมาณอ้อยเข้าหีบทั้งหมดในฤดูการผลิตปี 2559/2560 พบว่าเป็นอ้อยไฟไหม้ถึงร้อยละ 64.17 ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก (Office of Cane and Sugar Board, 2017) ซึ่งนอกจากปัญหาในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวแล้ว ในกระบวนการผลิตอ้อยยังมีอีกหลายขั้นตอน ที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช ไฟฟ้า น้ำและอื่นๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน

ด้วยเหตุนี้การศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของการปลูกอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์ ที่มีทั้งอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อ ซึ่งในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการขยายพื้นที่ในการเพาะปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นจาก 168,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2556 เป็น 240,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2560 และวิธีการเก็บเกี่ยวของชาวไร่ก็มีด้วยกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ อ้อยไฟไหม้ อ้อยตัดสดที่เผาใบอ้อยหลังตัด และอ้อยตัดสดที่ไม่เผาใบอ้อยหลังตัด ซึ่งการเก็บเกี่ยวอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์จะเป็นแบบอ้อยไฟไหม้มากที่สุด โดยระยะเวลาที่ผ่านมาปริมาณผลผลิตอ้อยไฟไหม้เพิ่มขึ้นจาก 1,417,473 ตัน ในปี พ.ศ. 2558/2559 เป็น 2,129,005 ตัน ในปีพ.ศ. 2560/2561 (Buriram Sugar, 2018) เนื่องด้วยชาวไร่อ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์เป็นเกษตรกรรายย่อยเป็นจำนวนมาก ชาวไร่จึงรวมกลุ่มเพื่อช่วยเหลือกันตอนเก็บเกี่ยว ซึ่งวิธีการเผาอ้อยจึงเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วที่สุดสำหรับพื้นที่ไม่ใหญ่มาก ในช่วงเวลาที่ผ่านมาบรรดาตัดอ้อยมีจำนวนน้อยและยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากเกิดความเสียหายมากในการตัดอ้อยและยังเหลือใบอ้อยตกค้างในแปลงเป็นจำนวนมาก ซึ่งชาวไร่รายย่อยไม่มีเครื่องมือฟางกลบ ใบอ้อยเพราะเครื่องจักรมีราคาแพง ดังนั้นจึงต้องเผาใบอ้อยหลังตัดอ้อยด้วยรถตัดอ้อยอยู่ จึงทำให้ชาวไร่นิยมเก็บเกี่ยวอ้อยแบบอ้อยไฟไหม้มากกว่า ซึ่งเป็นไปตามข้อมูลการเก็บเกี่ยวของโรงงานน้ำตาล ดังนั้นจึงมีการจัดทำข้อมูลด้านปริมาณการใช้ทรัพยากรและพลังงานในทุกกระบวนการผลิตอ้อย เพื่อให้ทราบว่าเป็นแต่ละขั้นตอนการผลิตมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณเท่าไรบ้าง และทำให้ทราบวิธีการผลิตอ้อยที่ดีที่สุด เพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้พิจารณาระบบการผลิตอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อใน 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนเตรียมดิน ขั้นตอนการเพาะปลูก ขั้นตอนการบำรุงรักษา และขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ซึ่งในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจะพิจารณาการเก็บเกี่ยวใน 3 รูปแบบได้แก่ อ้อยไฟไหม้ อ้อยตัดสดที่เผาใบอ้อยหลังตัด และอ้อยตัดสดที่ไม่เผาใบอ้อยหลังตัด ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ โรงงานน้ำตาลสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอ้อยให้มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการเพิ่มองค์ความรู้ในกระบวนการผลิตอ้อยให้กับชาวไร่อ้อย ให้มีความรู้ในการปลูกอ้อยอย่างยั่งยืนและมั่นคงตลอดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การประเมินวัฏจักรชีวิตของการปลูกอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) เป็นการประเมินค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตลอดช่วงการผลิตอ้อย โดยมีขอบเขตการวิจัย 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนเตรียมดิน ขั้นตอนการปลูก ขั้นตอนการดูแลและ

บำรุงรักษา และขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ซึ่งจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและคำนวณปริมาณสารขาเข้าและสารขาออก ของกระบวนการผลิตย่อย โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะประเด็นการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ในรูปการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเท่านั้น ซึ่งจะไม่นำผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่นมาร่วมประเมินด้วย โดยแบ่งการเก็บข้อมูลดังนี้

1. การกำหนดขอบเขต

พื้นที่ทำการศึกษา

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้ทรัพยากร พลังงาน และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตย่อยที่ได้จากการปลูกใหม่และผลผลิตย่อยที่ได้จากการไว้ตอ ของกลุ่มธุรกิจไร่ย่อยต้นแบบโรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ บ้านหนองดุมน้อย หมู่ 8 ตำบลพรสำราญ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยการกำหนดขอบเขตแบบ Cradle to Gate โดยพิจารณาเฉพาะกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งจากอุตสาหกรรมย่อยและน้ำตาล ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกวิจัยจากชาวไร่ย่อยจำนวน 30 ราย โดยแบ่งเป็นชาวไร่ที่ผลิตย่อยจากการปลูกใหม่จำนวน 15 ราย และเป็นชาวไร่ที่ผลิตย่อยจากการไว้ตอ 15 ราย ในการเก็บข้อมูลจะเป็นการเก็บข้อมูลจริงจากกระบวนการผลิตย่อยใน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมดิน ขั้นตอนการปลูก ขั้นตอนการดูแลรักษา และขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง โดยพื้นที่เพาะปลูกของทั้ง 30 ราย มีค่าแตกต่างกัน จึงนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์

2. การจัดทำบัญชีรายการ

เป็นการเก็บข้อมูลชนิดและปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล ปุ๋ย สารกำจัดวัชพืช ไฟฟ้า น้ำ รวมถึงผลกระทบที่เกิดจากเผาใบย่อยโดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นตอนการเตรียมดิน

ในขั้นตอนการเตรียมดินนี้จะมีเฉพาะการปลูกย่อยใหม่ ซึ่งขั้นตอนการเตรียมดินนั้น เริ่มจากการเปิดหน้าดินโดยใช้รถไถต่อพ่วงผาน 4 จากนั้นใช้รถไถต่อพ่วงโรยปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อปรับปรุงดิน และสุดท้ายใช้รถไถต่อพ่วง 7 อีกครั้งเพื่อทำให้ดินก้อนใหญ่มีขนาดเล็กลงและทำให้ดินละเอียดขึ้นเพื่อช่วยเก็บความชื้น

2.2 ขั้นตอนการปลูก

ในขั้นตอนการปลูกนี้จะมีเฉพาะการปลูกย่อยใหม่ โดยเริ่มจากการเตรียมท่อนพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีอายุ 8-10 เดือน โดยใช้แรงงานคนตัดพันธุ์ย่อยมัดละ 12 ลำ และใช้รถคืบขนขึ้นรถ 6 ล้อ เพื่อให้ขนส่งมายังแปลงปลูก ส่วนการปลูกจะเป็นการใช้รถไถต่อพ่วงผานเครื่องปลูกและใส่ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยรองพื้น

2.3 ขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษา

ในขั้นตอนการดูแลหลังการปลูกย่อยจะเกิดขึ้นทั้งในการปลูกย่อยใหม่และย่อยตอ โดยมีการใช้ปุ๋ยซึ่งจะใช้รถไถต่อพ่วงผานใส่ปุ๋ย ส่วนการฉีดยากำจัดวัชพืช จะใช้เครื่องพ่นยาแบบแบ็กที่ใช้แบตเตอรี่ไฟฟ้า

2.4 ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง

ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่งนี้ จะแบ่งการเก็บเกี่ยวของย่อยปลูกใหม่และย่อยตอเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบที่ 1 เป็นการเก็บเกี่ยวแบบ อ้อยตัดสดและไม่เผาใบอ้อยหลังตัด โดยจะใช้รถตัดอ้อย และใช้รถบรรทุก 10 ล้อเป็นยานพาหนะในการบรรทุกอ้อยไปส่งที่โรงงาน แบบที่ 2 เป็นการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดและเผาใบอ้อยหลังตัด โดยจะใช้รถตัดอ้อย และใช้รถบรรทุก 10 ล้อเป็นยานพาหนะในการบรรทุกอ้อยไปส่งที่โรงงาน แบบที่ 3 เป็นการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยไฟไหม้(เผาใบอ้อยก่อนตัด) จะใช้รถคืบในการคืบอ้อยขึ้นรถบรรทุก และใช้รถบรรทุก 6 ล้อเป็นยานพาหนะในการบรรทุกอ้อยไปส่งที่โรงงาน

3. การประเมินผลกระทบ

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการปลูกอ้อยในงานวิจัยนี้ จะศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเท่านั้น โดยแปรข้อมูลจากบัญชีรายการให้อยู่ในรูปของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการคำนวณจากสมการ 1 โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO₂eq)

$$CO_2 \text{ Emission} = (EF \times AD) \quad (1)$$

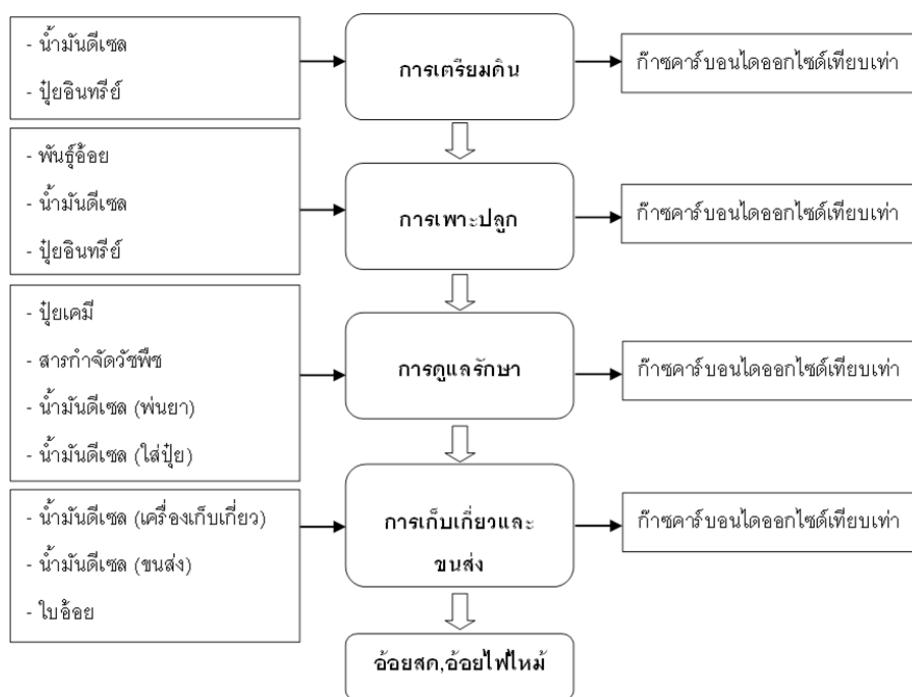
โดยที่

CO ₂ Emission	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (kgCO ₂ eq)
EF (Emission factor)	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (kgCO ₂ eq/unit)
AD (Activity data)	=	ข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (unit)

โดยค่า Emission Factor ใช้ฐานข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse Gas Management, 2016)

4. แปรผลการประเมินวัฏจักรชีวิต

การแปรผล จะเป็นการแสดงผลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากใช้ทรัพยากร พลังงาน และการเผาไ้อ้อย จากกระบวนการผลิตอ้อยจากอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อทั้ง 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงการใช้ทรัพยากร พลังงาน และการเผาไ้อ้อยในแต่ละขั้นตอนจากการผลิตอ้อย

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากการผลิตอ้อยของกลุ่มชาวไร่อ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์จำนวน 30 ราย ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจริง โดยแบ่งเป็นข้อมูลจากชาวไร่ที่ปลูกอ้อยใหม่จำนวน 15 ราย และจากชาวไร่ที่ปลูกอ้อยต่อจำนวน 15 ราย ข้อมูลที่ได้มาจากการะบวนการผลิตอ้อยทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ซึ่งในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวนั้น จะแบ่งการเก็บเกี่ยวอ้อยเป็น 6 ประเภท ส่วนผลผลิตอ้อยเฉลี่ยจากกลุ่มชาวไร่ 15 ราย ที่ปลูกอ้อยใหม่มีค่าเท่ากับ 15 ตัน/ไร่ และผลผลิตอ้อยเฉลี่ยจากกลุ่มชาวไร่ 15 ราย ที่ปลูกอ้อยต่อมีค่าเท่ากับ 12 ตัน/ไร่ และน้ำหนักใบอ้อยของอ้อยปลูกใหม่มีน้ำหนักใบอ้อยเฉลี่ย 223 กิโลกรัม/ตันอ้อย และอ้อยต่อมีน้ำหนักใบอ้อยเฉลี่ย 307 กิโลกรัม/ตันอ้อย แสดงผลดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมดิน (สำหรับอ้อยปลูกใหม่)

ผลจากการเก็บข้อมูลจริงในขั้นตอนการเตรียมดินจากกลุ่มชาวไร่จำนวน 15 ราย ได้ผลค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำมันดีเซล และปุ๋ยอินทรีย์ บนพื้นที่ 1 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าช่วงขั้นตอนการเตรียมดินบนพื้นที่ 1 ไร่

ทรัพยากรและพลังงาน	หน่วย	ปริมาณการใช้	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO ₂ eq/หน่วย)	ปริมาณการปล่อย CO ₂ (kgCO ₂ eq)
ขั้นตอนเตรียมดิน				
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	5.10	0.3282	1.6732
น้ำมันดีเซล (เผาใหม่) (สำหรับผาน 4)	litre	6	2.7446	16.4676
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	1.7	0.3282	0.5579
น้ำมันดีเซล (เผาใหม่) (สำหรับผาน 7)	litre	2	2.7446	5.4892
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	litre	2.55	0.3282	0.8369
น้ำมันดีเซล (เผาใหม่) (สำหรับผานโรยปุ๋ย)	litre	3	2.7446	8.2338
ปุ๋ยอินทรีย์	kg	500	1.0970	548.5000
		รวม		581.7586

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากตารางที่ 1 เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ 1 ไร่ มีค่าเท่ากับ 581.7586 kgCO₂eq ถ้าเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน จะมีค่าเท่ากับ 38.7839 kgCO₂eq/ton เมื่ออ้อยปลูกใหม่ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15 ตัน/ไร่

2. ขั้นตอนการปลูก (สำหรับอ้อยปลูกใหม่)

ผลจากการเก็บข้อมูลจริงในขั้นตอนการปลูกจากกลุ่มชาวไร่จำนวน 15 ราย ได้ผลค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำมันดีเซล ท่อนพันธุ์ขอนแก่น 3 และปุ๋ยอินทรีย์บนพื้นที่ 5 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าช่วงขั้นตอนการปลูกบนพื้นที่ 5 ไร่

ทรัพยากรและพลังงาน	หน่วย	ปริมาณการใช้	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO ₂ eq/หน่วย)	ปริมาณการปล่อย CO ₂ (kgCO ₂ eq)
ขั้นตอนการปลูก				
ปุ๋ยอินทรีย์(ขี้ไก่แห้ง) -การผลิต	kg	1,000	0.1097	109.7000
พันธุ์อ้อย	kg	7,500	0.0228	171.0000
รถไถบรรทุกเปิด 6 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 0% Loading	km	5	0.6044	3.0220
รถไถบรรทุกเปิด 6 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 75% Loading	tkm	37.5	0.0937	3.5138
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	4.25	0.3282	1.3949
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)(รถคืบอ้อยพันธุ์)	litre	5	2.7446	13.7230
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	8.5	0.3282	2.7897
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้) (รถไถพ่วงผานปลูก)	litre	10	2.7446	27.4460
			รวม	332.5894

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากตารางที่ 2 เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ปลูก 5 ไร่ มีค่าเท่ากับ 332.5894 kgCO₂eq หรือ 66.5179 kgCO₂eq/rai ถ้าเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน จะมีค่าเท่ากับ 4.4345 kgCO₂eq/ton เมื่ออ้อยปลูกใหม่ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15 ตัน/ไร่

3. ขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษา

อ้อยตอและอ้อยปลูกใหม่

ผลจากการเก็บข้อมูลจริงในขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษาอ้อยตอและอ้อยปลูกใหม่ จากกลุ่มชาวไร่จำนวน 15 ราย ได้ผลค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำมันดีเซล สารกำจัดวัชพืช ปุ๋ยเคมี และไฟฟ้า บนพื้นที่ 1 ไร่ ผลการเก็บข้อมูลในขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษาอ้อยตอ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในขั้นตอนการบำรุงรักษาอ้อยต่อ และอ้อยปลูกใหม่บนพื้นที่ 1 ไร่

ทรัพยากรและพลังงาน	หน่วย	ปริมาณการใช้	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO ₂ eq/หน่วย)	ปริมาณการปล่อย CO ₂ (kgCO ₂ eq)
ขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษาอ้อยต่อ				
ปุ๋ยไนโตรเจน	kg	9	3.3036	29.7324
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	kg	9	1.5716	14.1444
ปุ๋ยโปแตสเซียม	kg	9	0.4974	4.4766
สารพาราควอต	kg	1	3.2300	3.2300
ไฟฟ้า	kWh	0.352	0.5821	0.2049
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	1.7	0.3282	0.5579
น้ำมันดีเซล (เผาใหม่) (รถไถใส่ปุ๋ย)	litre	2	2.7446	5.4892
			รวม	57.7854
ขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษาอ้อยปลูกใหม่				
ปุ๋ยไนโตรเจน	kg	20.5	3.3036	67.7238
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	kg	9	1.5716	14.1444
ปุ๋ยโปแตสเซียม	kg	9	0.4974	4.4766
สารไดยูรอน	kg	1	7.0400	7.0400
สารอะมีทรีน	kg	1	8.5100	8.5100
สารพาราควอต	kg	1	3.2300	3.2300
ไฟฟ้า(เครื่องพ่นยา)	kWh	0.352	0.5821	0.2049
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	1.7	0.3282	0.5579
น้ำมันดีเซล (เผาใหม่)(รถไถ)	litre	2	2.7446	5.4892
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	kg	0.425	0.3282	0.1395
น้ำมันดีเซล (เผาใหม่)(รถไถเดินตาม)	litre	0.5	2.7446	1.3722
			รวม	112.8886

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากตารางที่ 3 เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ปลูกอ้อยต่อ 1 ไร่ มีค่าเท่ากับ 57.8354 kgCO₂eq/rai ถ้าเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์เทียบเท่าต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน จะมีค่าเท่ากับ 4.8196 kgCO₂eq/ton เมื่ออ้อยต่อให้ผลผลิตเฉลี่ย 12 ตัน/ไร่ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของพื้นที่ปลูกอ้อยใหม่ 1 ไร่ มีค่าเท่ากับ 112.8886

kgCO₂eq ถ้าเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่าต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน จะมีค่าเท่ากับ 7.5259 kgCO₂eq เมื่ออ้อยปลูกใหม่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15 ตัน/ไร่

4. ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง

การเก็บเกี่ยวอ้อยในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 แบบคือ แบบที่ 1 อ้อยไฟไหม้ โดยชาวไร่จะทำการเผาอ้อยก่อนตัด และใช้แรงงานคนในการตัดอ้อยเข้าสู่โรงงาน แบบที่ 2 อ้อยตัดสด โดยจะใช้รถตัดอ้อยเป็นเครื่องมือในการตัดอ้อยเข้าสู่โรงงาน และผลจากการเก็บข้อมูลบนพื้นที่ปลูกอ้อยของกลุ่มชาวไร่จำนวน 30 ราย พบว่าอ้อยปลูกใหม่มีน้ำหนักใบอ้อยเฉลี่ย 223 กิโลกรัม/ตันอ้อย และอ้อยตอมีน้ำหนักใบอ้อยเฉลี่ย 307 กิโลกรัม/ตันอ้อย ซึ่งในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวนี้จะมีการใช้พลังงานจากน้ำมันในการเก็บเกี่ยวและขนส่ง รวมถึงการเผาใบอ้อยทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ดังต่อไปนี้

อ้อยไฟไหม้

ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยไฟไหม้ มีการใช้รถคืบแบบรถไถ ในการขนอ้อยขึ้นรถบรรทุก และใช้รถบรรทุก 6 ล้อในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน ซึ่งผลการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ น้ำมันจะอ้างอิงตามน้ำหนักบรรทุกอ้อยของรถบรรทุก 6 ล้อ เป็นเกณฑ์ ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกจริงเฉลี่ยเท่ากับ 11 ตัน/เที่ยว และระยะทางขนส่งจากแปลงอ้อยถึงโรงงานน้ำตาลมีระยะทางเฉลี่ย 10 กิโลเมตร ผลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยไฟไหม้ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยตอแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยไฟไหม้ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยตอ

ทรัพยากรและพลังงาน	หน่วย	ปริมาณการใช้	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO ₂ eq/หน่วย)	ปริมาณการปล่อย CO ₂ (kgCO ₂ eq)
รถตู้บรรทุกเปิด 6 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 0% Loading	km	10	0.6044	6.0440
รถกระบะบรรทุกพ่วง 6 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 100% Loading	tkm	110	0.0730	8.0300
น้ำมันดีเซล (การผลิต)(รถคืบ)	kg	4.675	0.3282	1.5343
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้)(รถคืบ)	litre	5.5	2.7446	15.0953
ใบอ้อยของอ้อยปลูกใหม่	kg	2,453	1.6850	4,133.3050
ใบอ้อยของอ้อยตอ	kg	3,377	1.6850	5,690.2450
CO ₂ emission อ้อยปลูกใหม่				4,164.0086
CO ₂ emission อ้อยตอ				5,720.9486

ผลการวิเคราะห์การเก็บเกี่ยวอ้อยแบบอ้อยไฟไหม้ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยตอ จากตารางที่ 4 พบว่าผลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เทียบกับการบรรทุกผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 11 ตัน/เที่ยว ของอ้อยปลูกใหม่ มีค่าเท่ากับ 4,164.0086 kgCO₂eq/11ton และอ้อยตอมีค่าเท่ากับ 5,720.9486 kgCO₂eq/11ton ดังนั้น ถ้าเทียบปริมาณการ

ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เทียบกับผลผลิตอ้อย 1 ตัน ของอ้อยปลูกใหม่มีค่าเท่ากับ 378.5462 kgCO₂eq/ton และอ้อยตอมีค่าเท่ากับ 520.0862 kgCO₂eq/ton

อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยและเผาใบอ้อยหลังตัด

ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ในการตัดอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยและเผาใบอ้อยหลังตัด เป็นการตัดอ้อยตัดสด โดยใช้รถตัดอ้อยและใช้รถบรรทุก 10 ล้อ ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน เมื่อตัดอ้อยเสร็จแล้วชาวไร่จะไม่มีการเผาใบอ้อยที่ตกค้างอยู่ในแปลงอ้อย ซึ่งผลการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันจะอ้างอิงตามน้ำหนักบรรทุกอ้อยของรถบรรทุก 10 ล้อ เป็นเกณฑ์ ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกจริงเฉลี่ยเท่ากับ 20 ตัน/เที่ยว และระยะทางขนส่งจากแปลงอ้อยถึงโรงงานน้ำตาลมีระยะทางเฉลี่ย 10 กิโลเมตร ผลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยและเผาใบอ้อยหลังตัดของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยตอ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัดและเผาใบอ้อยหลังตัดของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยตอ

ทรัพยากรและพลังงาน	หน่วย	ปริมาณการใช้	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO ₂ eq/หน่วย)	ปริมาณการปล่อย CO ₂ (kgCO ₂ eq)
อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด				
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 10 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 0% Loading (อ้อยตัดสด)	km	10	0.7466	7.4660
รถกระบะบรรทุกพ่วง 10 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 20 ตันแบบสมบุกสมบัน 100% Loading	tkm	200	0.0635	12.7000
น้ำมันดีเซล (การผลิต) (รถตัด)	kg	51	0.3282	16.7382
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้) (รถตัด)	litre	60	2.7446	164.6760
			รวม	201.5802
อ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด				
รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 10 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 0% Loading (อ้อยตัดสด)	km	10	0.7466	7.4660
รถกระบะบรรทุกพ่วง 10 ล้อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 20 ตัน วิ่งแบบสมบุกสมบัน 100% Loading	tkm	200	0.0635	12.7000
น้ำมันดีเซล (การผลิต) (รถตัด)	kg	51	0.3282	16.7382
น้ำมันดีเซล (เผาไหม้) (รถตัด)	litre	60	2.7446	164.6760
ใบอ้อยของอ้อยปลูกใหม่	kg	4,460	1.6850	7,515.1000
ใบอ้อยของอ้อยตอ	kg	6,140	1.6850	10,345.9000
CO ₂ emission อ้อยปลูกใหม่				7,716.6802
CO ₂ emission อ้อยตอ				10,547.4802

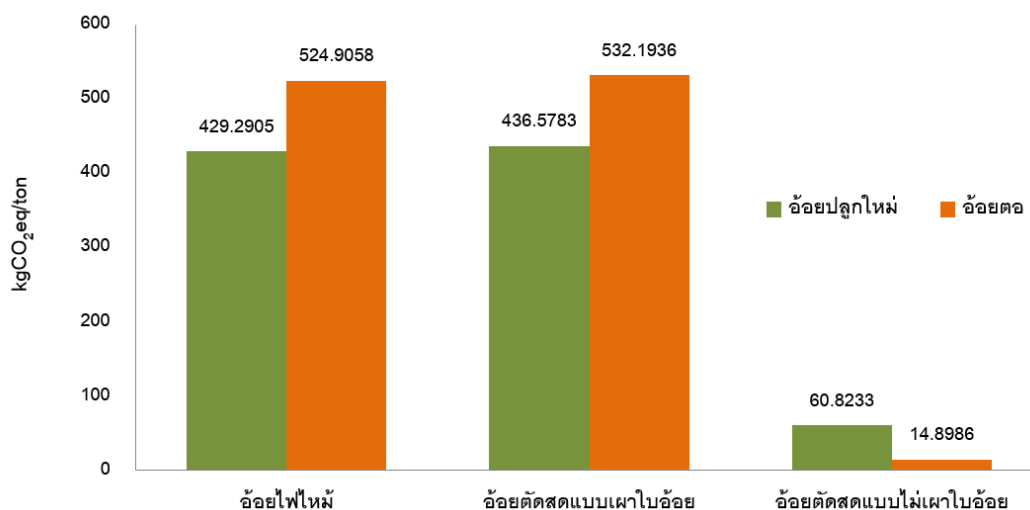
ผลการวิเคราะห์การเก็บเกี่ยวอ้อยแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบหลังตัดของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อ จากตารางที่ 5 พบว่าผลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เทียบกับการบรรทุกผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 20 ตัน/เที่ยว ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อมีค่าเท่ากับ 201.5802 kgCO₂eq/20ton ดังนั้น ถ้าเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เทียบกับผลผลิตอ้อย 1 ตัน ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อมีค่าเท่ากับ 10.0790 kgCO₂eq/ton ส่วนผลการวิเคราะห์การเก็บเกี่ยวอ้อยแบบอ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัดของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อ พบว่าผลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เทียบกับการบรรทุกผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 20 ตัน/เที่ยว ของอ้อยปลูกใหม่มีค่าเท่ากับ 7,716.6802 kgCO₂eq/20ton และอ้อยต่อมีค่าเท่ากับ 10,547.4802 kgCO₂eq/20ton ดังนั้น ถ้าเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เทียบกับผลผลิตอ้อย 1 ตัน ของอ้อยปลูกใหม่มีค่าเท่ากับ 385.8340 kgCO₂eq/ton และอ้อยต่อมีค่าเท่ากับ 527.3740 kgCO₂eq/ton

ผลจากการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อในกระบวนการผลิตอ้อยทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน

ประเภทอ้อย	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO ₂ eq/ton)				
	ขั้นตอน	ขั้นตอน	บำรุงรักษา	การ	รวม
	เตรียมดิน	การปลูก	อ้อยปลูกใหม่	เก็บเกี่ยว	4 ขั้นตอน
อ้อยปลูกใหม่ (อ้อยไฟไหม้)	38.7839	4.4345	7.5259	378.5462	429.2905
อ้อยปลูกใหม่ (อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อย)	38.7839	4.4345	7.5259	10.0790	60.8233
อ้อยปลูกใหม่ (อ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อย)	38.7839	4.4345	7.5259	385.8340	436.5783
อ้อยต่อ (อ้อยไฟไหม้)	-	-	4.8196	520.0862	524.9058
อ้อยต่อ (อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อย)	-	-	4.8196	10.0790	14.8986
อ้อยต่อ (อ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อย)	-	-	4.8196	527.3740	532.1936

จากตารางที่ 6 พบว่าทั้งอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อจะมีรูปแบบการเก็บเกี่ยวทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ การตัดอ้อยไฟไหม้ การตัดอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบ และการตัดอ้อยตัดสดแบบเผาใบ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยต่อในขั้นตอนการเตรียมดิน และขั้นตอนการปลูกจะไม่มี เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยปลูกใหม่ในขั้นตอนการเตรียมดินและขั้นตอนการปลูก มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 38.7839 และ 4.4345 kgCO₂eq/ton ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนการดูแลรักษาของอ้อยปลูกใหม่มีค่าเท่ากับ 7.5259 kgCO₂eq/ton จะมีค่าสูงกว่าอ้อยต่อที่มีค่าเท่ากับ 4.8196 kgCO₂eq/ton เนื่องจากการใช้ปริมาณสารกำจัดวัชพืชมากขึ้น เพราะไม่มีเศษใบอ้อยสำหรับช่วยคลุมดินหรือมีการปลูกอ้อยช่วงต้นฤดูฝนนั่นเอง จึงทำให้ต้นอ้อยโตไม่ทันที่จะให้ใบอ้อยช่วยบังแดดระหว่างร่องอ้อย เมื่อพิจารณาเฉพาะขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจะพบว่าอ้อยปลูกใหม่ที่มีการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้นน้อยกว่าอีก 2 แบบประมาณ 38 เท่า ส่วนอ้อยต่อที่มีการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้นน้อยกว่าอีก 2 แบบประมาณ 52 เท่า ส่วนการเปรียบเทียบผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของทั้ง 4 ขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยปลูกใหม่และอ้อยต่อทั้ง 4 ขั้นตอน

จากภาพที่ 2 พบว่าอ้อยต่อ (อ้อยตัดสดแบบเผาใบ) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สูงสุดเท่ากับ 532.1936 kgCO₂eq/ton รองลงมาได้แก่ อ้อยปลูกต่อ (อ้อยไฟไหม้), อ้อยปลูกใหม่ (อ้อยตัดสดแบบเผาใบ), อ้อยปลูกใหม่ (อ้อยไฟไหม้) และอ้อยปลูกใหม่ (อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบ) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเท่ากับ 524.9058, 436.5783, 429.2905 และ 60.8233 kgCO₂eq/ton ส่วนอ้อยต่อ (อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบ) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า น้อยที่สุดเท่ากับ 14.8986 kgCO₂eq/ton นั้นแสดงให้เห็นว่าการปลูกอ้อยใหม่ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากกว่าอ้อยต่อในขั้นตอนการเตรียมดินรวมกับขั้นตอนการปลูกเท่ากับ 43.2184 kgCO₂eq/ton และการเผาใบอ้อยไม่ว่าก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกใหม่ และอ้อยต่อจะมีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อน ที่เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปลูกอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์ จากเกษตรกรชาวไร่อ้อยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย ซึ่งเกษตรกรส่วนมากยังไม่ทราบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม จากการใช้ทรัพยากรและพลังงานต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมัน ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช ไฟฟ้า หรือแม้แต่การเผาใบอ้อย เกษตรกรชาวไร่อ้อยส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลผลิตอ้อยและค่าความหวานมากกว่า แม้แต่เรื่องต้นทุนการผลิตก็มีความเข้าใจไม่มากนัก ดังนั้นผู้เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือโรงงานน้ำตาล ต้องช่วยแนะนำองค์ความรู้ในเรื่องการบริหารจัดการไร่อ้อยที่ถูกต้องให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ตัวเองทำได้มากขึ้นและเป็นการกระตุ้นตัวเองให้เกิดการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา จากผลการวิจัยนี้พบว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะขั้นตอนการเตรียมดินและขั้นตอนการเพาะปลูก จะมีเฉพาะอ้อยปลูกใหม่ ที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารวม 43.28 kgCO₂eq/ton ซึ่งกิจกรรมแต่ละอย่างใน 2 ขั้นตอนนี้ อาจมีการใช้ประเภทของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่แตกต่างกัน เป็นไปตามปัจจัยการผลิตของกลุ่มตัวอย่าง ในขั้นตอนการดูแลและบำรุงรักษา อ้อยปลูกใหม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 7.53 kgCO₂eq/ton ซึ่งมากกว่าอ้อยต่อที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 4.82 kgCO₂eq/ton เหตุผลที่อ้อยปลูกใหม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าอ้อยต่อเพราะกลุ่มชาวไร่อ้อยตัวอย่างมีความคิดว่าอ้อยปลูกใหม่จะให้ผลผลิตมากกว่าอ้อยต่อจึงมีการใช้ทรัพยากร

มากกว่าอ้อยตอ แต่ความเป็นจริงแล้วไม่เป็นแบบนี้เสมอไป ถ้าอ้อยตอมีการดูแลอย่างเหมาะสม มีการใส่ปุ๋ย และให้น้ำที่เพียงพอ ก็จะทำให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกอ้อยใหม่ได้เช่นกัน ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่งจะมีอยู่ 3 ประเภทได้แก่ การตัดอ้อยไฟไหม้ (มีการเผาอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยว) การตัดอ้อยสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด (เมื่อใช้รถตัดตัดอ้อยเสร็จแล้วมีการเผาใบอ้อยที่เหลืออยู่ในแปลงอ้อย) และการตัดอ้อยสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด (เมื่อใช้รถตัดตัดอ้อยเสร็จแล้ว ไม่มีการเผาใบอ้อยที่เหลืออยู่ในแปลงอ้อย แต่จะใช้วิธีไถคลุมกับดินหรือปล่อยทิ้งไว้เป็นวัสดุคลุมดิน) การเก็บเกี่ยวแบบอ้อยไฟไหม้และอ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากกว่าการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัดประมาณ 38 เท่าสำหรับอ้อยปลูกใหม่ และ 52 เท่าสำหรับอ้อยตอ เนื่องจากปริมาณใบอ้อยที่เผาขึ้นย่อมมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงสู่ชั้นบรรยากาศ และปริมาณใบอ้อยของอ้อยตอที่มากกว่าอ้อยปลูกใหม่ อาจเป็นผลมาจากปริมาณปุ๋ยที่ชาวไร่กลุ่มตัวอย่างใช้ไม่เหมาะสม และเพียงพอต่อจำนวนประชากรอ้อย จึงทำให้ต้นอ้อยสร้างใบมากกว่าลำต้น เป็นผลทำให้อ้อยตอมีใบอ้อยมากกว่าอ้อยปลูกใหม่ ดังนั้นเวลาเผาใบอ้อยจึงทำให้อ้อยตอมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าอ้อยปลูกใหม่นั้นเอง และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนชีวมวลที่ได้ต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบเผาใบอ้อยพบว่า อ้อยปลูกใหม่มีค่าอัตราส่วนเท่ากับ $2.80 \text{ kg}_{\text{mass}}/\text{kgCO}_2\text{eq}$ ส่วนอ้อยตอมีค่าอัตราส่วนเท่ากับ $2.46 \text{ kg}_{\text{mass}}/\text{kgCO}_2\text{eq}$ แสดงว่าการผลิตอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล จำนวน 2.4 - 2.8 kg จะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าประมาณ $1 \text{ kgCO}_2\text{eq}$ สอดคล้องกับฐานข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (Thailand Greenhouse Gas Management, 2016) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอ้อยโรงงาน เท่ากับ $22.80 \text{ kgCO}_2\text{eq/ton}$ ที่ครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเทียบผลการศึกษาของผู้วิจัยจะมีค่าใกล้เคียงกับการปลูกอ้อยตอ (อ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด) เท่ากับ $14.90 \text{ kgCO}_2\text{eq/ton}$ ดังนั้น โรงงานน้ำตาลสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งในข้อเสนอแนะให้กับเกษตรกรชาวไร่อ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์ ให้มีการบริหารจัดการในไร่อ้อยได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เพื่อดูแลรักษาอ้อยตอไว้ให้นานที่สุดและควรส่งเสริมให้มีการเก็บเกี่ยวอ้อยแบบ อ้อยตัดสดที่ไม่เผาใบอ้อยหลังตัด เพื่อเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุด จึงจะทำให้การทำไร่อ้อยเป็นอาชีพที่ยั่งยืนและมั่นคงอย่างแท้จริง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยแบ่งการผลิตอ้อยเป็น 2 ประเภท คือ อ้อยปลูกใหม่และอ้อยตอ จากกระบวนการผลิตอ้อยใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวและขนส่ง โดยในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจะแบ่งเป็น 3 แบบได้แก่ การตัดอ้อยไฟไหม้ การตัดอ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด และการตัดอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัด จากผลวิจัยพบว่าอ้อยตอ (อ้อยตัดสดเผาใบ) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุดเท่ากับ $532.19 \text{ kgCO}_2\text{eq/ton}$ และอ้อยตอ (อ้อยตัดสดไม่เผาใบ) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำสุดเท่ากับ $14.90 \text{ kgCO}_2\text{eq/ton}$ เมื่อพิจารณาเฉพาะขั้นตอนการเตรียมดิน การปลูก และการบำรุงรักษา การปลูกอ้อยใหม่จะมีการใช้ทรัพยากรและพลังงาน ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าอยู่ที่ $50.75 \text{ kgCO}_2\text{eq/ton}$ ซึ่งมากกว่าการปลูกอ้อยตอที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าอยู่ที่ $4.82 \text{ kgCO}_2\text{eq/ton}$ ประมาณ 10 เท่าและเมื่อพิจารณาวิธีการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวแบบอ้อยไฟไหม้และอ้อยตัดสดแบบเผาใบอ้อยหลังตัด จะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่ามากกว่าการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดแบบไม่เผาใบอ้อยหลังตัดประมาณ 38 เท่าสำหรับอ้อยปลูกใหม่ และ 52 เท่าสำหรับอ้อยตอ และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนชีวมวลที่ผลิตได้ต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าแบบเผาใบอ้อย พบว่า

อ้อยปลูกใหม่มีค่าอัตราส่วนเท่ากับ $2.80 \text{ kg}_{\text{mass}}/\text{kgCO}_2\text{eq}$ ส่วนอ้อยต่อมีค่าอัตราส่วนเท่ากับ $2.46 \text{ kg}_{\text{mass}}/\text{kgCO}_2\text{eq}$ นั้น แสดงว่าการผลิตอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล $2.4\text{-}2.8 \text{ kg}$ จะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าประมาณ $1 \text{ kgCO}_2\text{eq}$ ดังนั้นการผลิตอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ควรเป็นการปลูกแบบอ้อยต่อและมีการเก็บเกี่ยวแบบอ้อยตัดสดและไม่เผาใบหลังตัดอ้อย จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี งบประมาณ 2561 และขอขอบพระคุณขอขอบพระคุณคุณศราวุธ สุขศรีวงศ์ ประธานวิสาหกิจกลุ่มธุรกิจอ้อยต้นแบบโรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ และชาวไร่อ้อยในพื้นที่หนองดุมน้อย อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Buriram Sugar. (2018). Sugarcane Fields, Cane Crushed and Production. Retrieved April 6, 2018, from <http://www.buriramsugar.com>. (in Thai)
- Office of Cane and Sugar Board. (2016). Annual Report 2015. Bangkok : Ministry of Industrial. (in Thai)
- Office of Cane and Sugar Board. (2017). Cane and Sugar Strategy (2015 - 2026). Retrieved September 3, 2017 from http://www.ocsb.go.th/th/board_enactment/mission.php?id=7433. (in Thai)
- Office of Cane and Sugar Board. (2017). Process of Sugarcane Management. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.ocsb.go.th>. (in Thai)
- Office of Cane and Sugar Board. (2018). The World Sugar Market. Retrieved June 12, 2018, from <http://www.ocsb.go.th/th/cms/detail.php?ID=9988&SystemModuleKey=international> (in Thai)
- Thailand Greenhouse Gas Management (Public Organization). (2016). The Study of emission factor for an electricity system in Thailand 2009. Retrieved September 10, 2016, from <http://conference.tgo.or.th>. (in Thai)