การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 113

8 th REGIONAL OFFICE OF AGRICULTURAL ECONOMICS
OFFICE OF AGRICULTURE ECONOMICS
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
AGRICULTURAL ECONOMICS RESEARCH NO 113

การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

โดย
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8

131 ถ.ธราธิบดี เทศบาลเมืองท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130

โทร 077 311641 , 077 311373 แฟกซ์ 077 311641

http://www2.oae.go.th/zone/zone8

บทคัดย่อ

การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกและเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีเพาะปลูก 2556 แนวทางการหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้เทคนิค Life Cycle Assessment (LCA) โดยรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 165 ราย มีผลการศึกษาดังนี้

จากการศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีผลผลิตเฉลี่ย 518.07 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 26.71 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 34.48 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 44.66 กิโลกรัมต่อไร่ สารกำจัดวัชพืชเฉลี่ย 0.53 ลิตรต่อไร่ สารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 3.37 ลิตรต่อไร่ น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 14.02 ลิตรต่อไร่ น้ำมันเบนซินเฉลี่ย 0.07 ลิตรต่อไร่ เกษตรกรไม่ได้ใช้สารเคมีอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดิน การปลูกข้าวนาปีจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 0.08 กิโลกรัม ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฝาง 0.0004 กิโลกรัม ก๊าซมีเทนจากการเผาฝาง 0.02 กิโลกรัม และก๊าซมีเทนจากนาข้าว 20.21 กิโลกรัม และมีปริมาณฟางข้าวเฉลี่ย 725.30 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 556.00 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 22.55 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 22.38 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 49.38 กิโลกรัมต่อไร่ สารกำจัดวัชพืชเฉลี่ย 1.55 ลิตรต่อไร่ สารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 6.04 ลิตรต่อไร่ สารเคมีอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดินเฉลี่ย 1.12 ลิตรต่อไร่ น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 20.27 ลิตรต่อไร่ และน้ำมันเบนซินเฉลี่ย 0.17 ลิตรต่อไร่ ทั้งนี้ ข้าวนาปรังจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 0.10 กิโลกรัม ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฝาง 0.0074 กิโลกรัม ก๊าซมีเทนจากการเผาฝาง 0.25 กิโลกรัม และก๊าซมีเทนจากนาข้าว 10.84 กิโลกรัม และมีปริมาณฟางข้าวเฉลี่ย 778.40 กิโลกรัมต่อไร่

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม พบว่า ข้าวนาปีจะมีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.5253 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แบ่งเป็น ก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว คิดเป็นร้อยละ 63.94 รองลงมาคือการผลิตปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 12.59 จากการใช้ปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 9.08 ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 8.84 จากการใช้เชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 5.40 การขนส่งปัจจัยการผลิตและจากการเผาฟางข้าว คิดเป็นร้อยละ 0.08 เท่ากัน ข้าวนาปรัง จะมีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.2664 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แบ่งเป็น ก๊าซมีเทนจากนาข้าว คิดเป็นร้อยละ 38.49 รองลงมาคือการผลิตปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 19.85 จากการใช้ปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 17.71 ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 13.83 การใช้เชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 8.78 การเผาฟางข้าว คิดเป็นร้อยละ 1.16 และจากการขนส่งปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 0.18

ข้อเสนอแนะ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวจะแปรผกผันกับปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้ต่อปี ดังนั้น ควรเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับพื้นและให้ผลผลิตมากเพื่อเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตข้าว ส่วนก๊าซมีเทนในนาข้าวเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นควรพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง หรือมีระยะเวลาการท่วมขังของน้ำสั้นลง หรือปล่อยน้ำออกจากนาไปในช่วงที่ต้นข้าวกำลังออกดอก ออกรวง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด เพื่อลดค่ามีเทนลง ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำ ส่งผลให้ต้นทุนการปลูกข้าวลดลงไปด้วย

คำนำ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8 ได้ศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก และเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว โดยใช้เทคนิค Life Cycle Assessment (LCA) ผลการศึกษาครั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อเสนอแนะแนวทางการลดภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว นำไปสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไป สอดรับกับแนวนโยบายการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในยุทธศาสตร์ที่ 6 (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน)

คณะผู้ศึกษาใคร่ขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชทุกท่านที่ให้ข้อมูลในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้สนใจทั่วไป และนักวิจัยที่จะทำวิจัยในสินค้าเกษตรชนิดอื่น ต่อไป

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8
เมษายน 2558

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ข
คำนำ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		จ
สารบัญตารางผนวก		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	2
	1.4 วิธีการศึกษา	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	**การตรวจเอกสาร แนวคิดและทฤษฎี**	5
	2.1 การตรวจเอกสาร	5
	2.2 กรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3	**สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช**	18
	3.1 ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	18
	3.2 ผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากการลงพื้นที่ภาคสนามปี 2556	21
บทที่ 4	**ผลการศึกษา**	26
	4.1 การศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก	26
	4.2 ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว	31
บทที่ 5	**สรุปและข้อเสนอแนะ**	48
	5.1 สรุปการศึกษา	48
	5.2 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม		51
ภาคผนวก		54

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1	ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน *(GWP)* ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	9
3.1	อายุ ระดับการศึกษา และประสบการณ์ปลูกข้าว	21
3.2	การถือครองที่ดิน และขนาดพื้นที่ปลูกข้าว	22
3.3	ปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว	23
3.4	ปุ๋ยเคมี	23
3.5	การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช	24
3.6	สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	24
3.7	สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน	25
3.8	น้ำมันเชื้อเพลิง	25
4.1	บัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	29
4.2	การคำนวณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาฟางข้าวตามวิธีการของ TPCC 2006	35
4.3	ข้อมูลการใช้น้ำและปุ๋ยในการเพาะปลูก และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน	36
4.4	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	39
4.5	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนได้ออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก	41
4.6	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก	46

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	55

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ขอบเขตการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว	2
2.1	การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว	10
2.2	การพิจารณาวัฏจักรชีวิตของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในด้านการใช้ปัจจัยการผลิต และของเสียที่ออกจากระบบ	12
2.3	ขอบเขตการวิเคราะห์ที่เป็นลักษณะ Cradle to Gate และ Cradle to Grave	13
2.4	ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว	14
2.5	การปลดปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว	17
3.1	อาณาเขตลุ่มน้ำปากพนัง	19
3.2	ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	20
4.1	การจัดทำแผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ แบบ Cradle to Gate	26
4.2	แผนผังการผลิตข้าวเปลือก	28
4.3	ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตข้าวเปลือก	32
4.4	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวนาปี	46
4.5	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวนาปรัง	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญที่โลกกำลังประสบ ทั้งนี้ เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อมซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้น และนำไปสู่ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) ทำให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการที่โลกร้อนขึ้นนี้เองจึงมีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สำหรับการผลิตภาคเกษตรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพราะเกิดการใช้ทรัพยากร การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การใช้น้ำ การใช้สารเคมี ปุ๋ย และน้ำมันเชื้อเพลิง ในทางกลับกันปริมาณก๊าซเรือนกระจกยังผลกระทบส่งผลต่อ ภาคการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้คุณภาพของดินที่เปลี่ยนแปลงไป การเกิดโรคพืช วัชพืชและแมลงศัตรูพืช และการเกษตรโดยเฉพาะในเขตการชลประทานจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่เข้าสู่พื้นที่การเกษตร รูปแบบการตกและการกระจายของฝน อุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุด มีน้ำท่วมฉับพลัน หรือฝนแล้งยาวนานขึ้น แมลงนำโรคสู่มนุษย์และพืชแปรเปลี่ยนวงจรจนอาจเกิดการระบาดที่รวดเร็วและรุนแรง

โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอาชีพและส่งเสริมรายได้ให้แก่ราษฎรในโครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และพัฒนาการปลูกข้าวในเขตปลูกข้าวเพื่อการค้า พัฒนาอาชีพเกษตรกรอย่างครบวงจรตั้งแต่การผลิต การแปรรูป และการตลาด โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความสมดุลทางธรรมชาติ โดยดำเนินการในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช 10 อำเภอ จังหวัดพัทลุง 2 อำเภอ และจังหวัดสงขลา 1 อำเภอ เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในเขตพื้นที่โครงการฯ พื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังเปรียบเสมือนอู่ข้าวอู่น้ำของเกษตรกร สามารถผลิตข้าวเพื่อการค้าทำรายได้ให้แก่เกษตรกรจำนวนมาก และขายได้ทั้งในรูปข้าวเปลือก ข้าวสารและผลิตภัณฑ์ แปรรูปจากข้าว แต่ในขั้นตอนของการปลูกข้าวมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรจะถูกนำมาใช้เป็นมาตรการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษีมากขึ้นในการแข่งขันทางการค้าทำให้ประเทศไทยซึ่งเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรในระดับต้น ๆ ของโลกจึงต้องเตรียมปรับตัวจากมาตรการแรงกดดันทั้งจากประเทศคู่แข่งและคู่ค้าเพื่อรักษาศักยภาพในการแข่งขัน

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8 เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อนและสนับสนุนนโยบายการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงได้ศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญของภาคใต้ เพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และเป็นข้อเสนอแนะแนวทางการลดภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว นำไปสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไป สอดรับกับแนวนโยบายการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในยุทธศาสตร์ที่ 6 (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

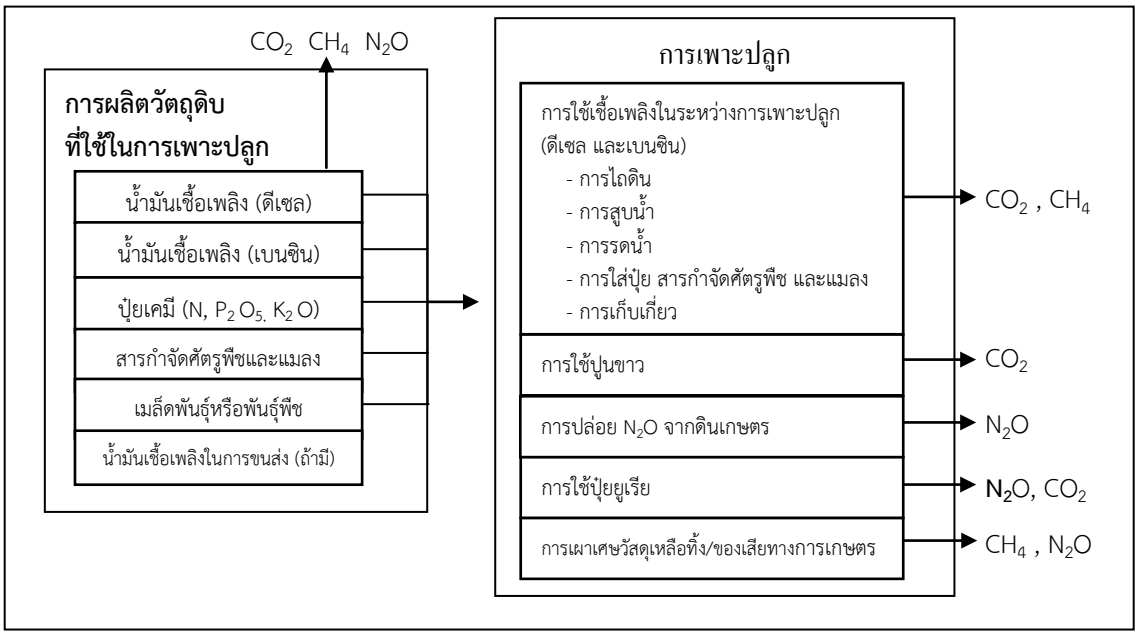
1.2.2 เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1.3.1 ประชากร ครัวเรือนเกษตรที่ปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ปีเพาะปลูก 2556

1.3.2 สำรวจข้อมูลการผลิตข้าวนาปรังที่เพาะปลูกระหว่าง 1 มีนาคม 2556 ถึง 15 มิถุนายน 2556 และข้าวนาปีที่เพาะปลูกระหว่าง วันที่ 16 มิถุนายน 2556 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2557

1.3.3 ขอบเขตของระบบศึกษา ศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ สารเคมี และพลังงาน และสิ้นสุดที่การเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่รวมการขนส่งจากนาข้าวถึงโรงงาน/การแปรรูป/การใช้และการกำจัดซาก โดยมีหน่วยการทำงานของการศึกษาครั้งนี้คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อ 1 กิโลกรัมข้าวเปลือก ภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ขอบเขตการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว

1.4 วิธีการศึกษา

1.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลในการศึกษาได้มาจากแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง ดังนี้

1) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกครัวเรือนเกษตรที่ปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังนี้

(1) ขั้นตอนและวิธีการสุ่มครัวเรือนเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบไม่ทดแทน (Simple Random Sampling Without Replacement)

(2) ขนาดตัวอย่าง กำหนดขนาดตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีขนาดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า (+/-) 10 % ใช้ข้อมูลผลิตต่อไร่ของครัวเรือนผู้ปลูกข้าวของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 8 ปี 2555 มาประมาณค่าความแปรปรวนได้จำนวนเกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 165 ครัวเรือน จากการคำนวณตามสูตรดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2547)

$$n = \frac{NZ^2\sigma^2}{NE^2 + Z^2\sigma^2}$$

โดยที่ n = จำนวนครัวเรือนเกษตร

N = จำนวนประชากรที่ศึกษา (จำนวน 14,360 ราย)

Z = ระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล (ค่า Z = 1.96)

E = ค่าคลาดเคลื่อนของผลิตต่อไร่ในระดับที่ยอมรับได้ (10 %) (E = 37.76)

σ^2 = ค่าความแปรปรวน ใช้ข้อมูลผลิตต่อไร่ของครัวเรือนผู้ปลูกข้าวของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 8 ปี 2555 มาประมาณค่าความแปรปรวน ($\boldsymbol{\sigma}^2$ = 61,720.82)

2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสาร รายงานการศึกษา บทความ วารสาร งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ซึ่งข้อมูลที่ไม่สามารถรวบรวม ตรวจวัด ได้จากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่ซึ่งได้จากคู่มือของ Intergovernmental Panel on Climate Change 2006 (IPCC 2006) รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร (2555) และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2556)

1.4.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

1.1) การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยวิเคราะห์สภาพทั่วๆ ไปของเกษตรกร พื้นที่และแปลงเพาะปลูก ทั้งนี้การวิเคราะห์อาจใช้ตารางค่าร้อยละ ค่าสัดส่วน ค่าผลรวม และค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่าง

1.2) การจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลที่ใช้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ สารเคมี และพลังงาน และสิ้นสุดที่การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ไม่รวมการขนส่งจากนาข้าวถึงโรงงาน/การแปรรูป/การใช้และการกำจัดซาก ประกอบด้วย ข้อมูลสารขาเข้า (Input Data) ได้แก่ ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ ปัจจัยการผลิตต่างๆ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และข้อมูลสารขาออก (Output Data) ได้แก่ ข้าวเปลือก ปีเพาะปลูก 2556

1.3) การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของสินค้า (Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions of products : LCA-GHG ตามแนวทางของประเทศไทยและมาตรฐานนานาชาติ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ข้อมูลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตข้าวเปลือก

1.5.2 ข้อมูลภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว

1.5.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการลดภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร แนวคิดและทฤษฎี

2.1 การตรวจเอกสาร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ศึกษาต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตข้าว โดยมีวัตถุประสงเพื่อศึกษาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก และวิเคราะห์ต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตข้าวเทียบกับต้นทุนกรณีปกติ โดยศึกษาในพื้นที่ปลูกข้าวของประเทศทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ โดยมีแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก 4 แนวทาง ประกอบด้วย แนวทางการใช้ปุ๋ยสั่งตัด การเลื่อนการปล่อยน้ำกลางฤดูเพาะปลูก การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแทนปุ๋ยยูเรีย และการใช้ปุ๋ยหมักแทนปุ๋ยพืชสด ผลการศึกษาพบว่า แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแนวทางที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และลดต้นทุนการผลิตข้าว คือ แนวทางการใช้ปุ๋ยสั่งตัดในภาคกลาง และการเลื่อนการปล่อยน้ำกลางฤดูเพาะปลูกในพื้นที่ที่เกษตรกรปล่อยน้ำอยู่แล้ว ในขณะที่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแทนปุ๋ยยูเรียนั้นไม่คุ้มทุน และแนวทางการใช้ปุ๋ยหมักหรือการหมักฟางข้าวก่อนใส่ลงในนาข้าวจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากการกำหนดนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจก เกษตรกรจะเป็นกลุ่มแรกที่ได้รับผลกระทบทั้งทางบวกและลบ ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจเรื่องการปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าว จึงต้องใช้เวลาที่จะทำให้เกษตรกรเข้าใจและยอมรับการปรับวิธีการผลิตข้าวเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกและควรกำหนดนโยบายเชิงบวกกับเกษตรกรรวมทั้งอุดหนุนและชดเชยให้แก่เกษตรกรในส่วนที่สูญเสีย ในขณะเดียวกันควรเร่งส่งเสริมการวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวควบคู่กับแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก และควรมีการวิจัยการยอมรับของชุมชนเพื่อให้สามารถกำหนดนโยบายเชิงรุกในการลดก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวได้

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ศึกษาโครงการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการข้อมูลด้านการเกษตรที่ต้องจัดเก็บเพิ่มตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ IPCC เพื่อจัดทำฐานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร จำแนกทั้งตามแหล่งปล่อยและรายสินค้าสำคัญ พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศคำนวณตามกรอบวิธีของ IPCC ในการปลูกข้าวคำนวณโดยใช้ข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยวในปี พ.ศ. 2552 พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำนาทั้งประเทศจำนวน 34,907.6 $GgCO_2eq$ หรือ 34.9 ล้านตัน CO_2eq ซึ่งร้อยละ 95 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ร้อยละ 4.9 มาจากการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ย และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลผลิตการเกษตร คำนวณตามกรอบ Cradle to Gate พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อกิโลกรัมข้าวเปลือกมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพื้นที่ โดยมีค่าเฉลี่ยรายจังหวัด ระหว่าง 0.54 - 2.28 $kgCO_2eq$/กิโลกรัมข้าวเปลือก ทั้งนี้ แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักในทุกรายสินค้า ยกเว้นข้าว คือ การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเตรียมแปลงเพาะปลูก การจัดการและพัฒนาเทคโนโลยีด้านปุ๋ยจึงถือเป็นประเด็นสำคัญสูงสุดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายสินค้าเกษตร

ธาริณี เผ่าสีหา และภัทรา เพ่งธรรมกีรติ (2554) ศึกษาการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของนาข้าวที่ปลูกตามแนวทางเกษตรเคมีและอินทรีย์ร่วมกับการจัดการน้ำ โดยพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ทำการเกษตรในรูปแบบนาเคมีหรือนาอินทรีย์อย่างต่อเนื่องที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งทำการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในช่วงนาปี ปี 2552 ผลการศึกษา พบว่าการปลูกข้าวตาม

วิธีเกษตรอินทรีย์ส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินได้ดีกว่าวิธีการเกษตรเคมี ทั้งที่มีหรือไม่มีการจัดการน้ำ แต่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเช่นกัน อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมดในดินแต่ละเวลาที่เก็บตัวอย่าง (1 ปี) ยังไม่สามารถสรุปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้ในเวลาสั้นที่ทำการศึกษา จึงต้องใช้เวลามากกว่า 1 ปีเพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในนาข้าวให้ชัดเจนมากขึ้น และควรมีการศึกษาเชิงลึกถึงบัญชีคาร์บอนในดินเพื่อให้ทราบศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดินของเกษตรอินทรีย์ที่ชัดเจน

รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และคณะ (2552) ศึกษาการวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าว ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ ข้าวสารหอมมะลิ ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม และเส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง ขนาดบรรจุ 250 กรัม รวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมชนิดข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ประกอบการโรงสี ผู้ผลิตข้าวหอมมะลิ และผู้ผลิตภาชนะบรรจุ รวมทั้งการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว ส่วนข้อมูลทุติยภูมิ รวบรวมจากเอกสารอ้างอิงและฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยและต่างประเทศ วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์อ้างอิงตามรายละเอียดข้อกำหนดในมาตรฐาน PAS 2050 ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ 5 กิโลกรัม พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 39 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดคิดเป็น 97% ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการปลูกข้าวเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นในประเด็นดังต่อไปนี้ คือ การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง การควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี การจัดการระหว่างการปลูก ควรปล่อยน้ำออกจากนาข้าวในช่วงก่อนข้าวออกรวง ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ควรนำฟางข้าวออกจากนาข้าวให้เหลือแต่ตอซัง

2.2 กรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ปรากฏการณ์การเรือนกระจก

1) ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) คือ ขบวนการการแผ่รังสีความร้อนจากพื้นผิวโลกที่ถูกดูดซับโดยก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ และแผ่รังสีกลับในทุกทิศทาง เนื่องจากการแผ่รังสีกลับนี้บางส่วนกลับไปยังพื้นผิวและชั้นบรรยากาศที่ต่ำกว่า ทำให้ระดับอุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยสูงกว่าถ้าไม่มีก๊าซเรือนกระจก

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ที่ความถี่แสงที่ตามองเห็นผ่านชั้นบรรยากาศเป็นส่วนใหญ่และทำให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น แล้วจะมีการแผ่พลังงานนี้ออกมาในรูปรังสีความร้อนอินฟราเรดที่มีความถี่ต่ำกว่า การแผ่รังสีอินฟราเรดถูกก๊าซเรือนกระจกดูดซับไว้ และจะมีการแผ่พลังงานปริมาณมากกลับไปยังพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศที่ต่ำกว่า กลไกดังกล่าวตั้งชื่อตามปรากฏการณ์ที่การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจกแล้วทำให้เรือนกระจกอุ่นขึ้น ปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติของโลกทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่ได้ แต่กิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะการเผาไหม้เชื้อเพลิง การทำลายป่า และการใช้สารเคมีบางจำพวก เช่น สารทำความเย็น ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคืออุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

2) ก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วยก๊าซที่สำคัญ ที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต ได้แก่

(1) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยกิจกรรมภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและโดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล CO_2 จะมีสัดส่วนมากที่สุดในบรรดาก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

(2) มีเทน (CH_4) มีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สร้างผลกระทบมากเป็นอันดับ 2 และก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมนุษย์เป็นสาเหตุ ก๊าซมีเทนมีศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อนมากกว่าคาร์บอนไดออกไซต์ประมาณ 25 เท่า และมีอายุราว 12 ปี ส่วนใหญ่เกิดจากขยะอินทรีย์ที่กำลังย่อยสลาย (ในธรรมชาติและในที่ทิ้งขยะ) และการเลี้ยงปศุสัตว์ นอกจากนี้ยังถูกปล่อยออกมาในระหว่างการผลิตและขนส่งถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ จากการปลูกข้าวในพื้นที่น้ำขัง ถึงแม้ว่าจะมีแหล่งธรรมชาติของก๊าซมีเทน แต่กิจกรรมมนุษย์นั้นก่อให้เกิดก๊าซมีเทนปริมาณมากในบรรยากาศ ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนได้เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 150 ตั้งแต่พ.ศ. 2293 และปัจจุบันอยู่ในระดับสูงขึ้นกว่าใน 400,000 ปีที่ผ่านมา เมื่อมีเทนอยู่ในบรรยากาศแล้ว จะเสื่อมสลายกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเวลา 2 - 3 ปี

(3) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและอุตสาหกรรมปุ๋ย ไนตรัสออกไซด์มีศักยภาพในการทำความร้อนให้แก่โลก 298 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(4) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการใช้ทดแทนก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) ที่ทำลายชั้นโอโซน ซึ่งได้ถูกห้าม มิให้มีการใช้ตามพิธีสารมอนทรีออล ค.ศ.1987 ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนไม่สร้างความเสียหายแก่ชั้นโอโซน แต่มีส่วนในการทำความร้อนให้แก่โลก โดยทั่วจะใช้ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนเป็นสารกึ่งตัวน้ำในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น

(5) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) เป็นผลพลอยได้จากการหลอมอลูมิเนียมและการสกัดยูเรเนียม เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซต์ 7,390 ถึง 12,200 เท่า (ขึ้นอยู่กับประเภท) และมีอายุในบรรยากาศสูงสุด 50,000 ปี ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอนเป็นผลิตผลพลอยได้ของการหลอมอะลูมิเนียม นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า (เซมิคอนดักเตอร์) และใช้แทนสารเคมีที่ทำลายชั้นโอโซนต่างๆ การปล่อยก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอนเกิดขึ้นน้อยเมื่อเทียบกับไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน อย่างไรก็ตามการที่ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอนมีศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนมาก มีอายุยาว และการที่มีทางเลือกอื่นในตลาด ทำให้ควรค่อยๆ เลิกใช้ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอนอย่างเร่งด่วน

(6) ซัลเฟอร์เฮกสะฟลูออไรด์ (SF_6) ส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมหนักเพื่อเป็นฉนวนของเครื่องมือที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูง และใช้ในอุตสาหกรรมของระบบทำความเย็นที่มีสายเคเบิ้ล ซัลเฟอร์เฮกสะฟลูออไรด์ เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนมากที่สุดจากการประเมินของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) โดยมีศักยภาพมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 22,800 เท่า และมีอายุในบรรยากาศ 3,200 ปี ซัลเฟอร์เฮกสะฟลูออไรด์เหมือนกับเพอร์ฟลูออโรคาร์บอนตรงที่จนถึงปัจจุบันผลกระทบนั้นมีน้อย อย่างไรก็ตามเนื่องจากก๊าซนี้เป็นก๊าซเรือนกระจกที่คงอยู่ยาวนานและมีกำลังสูง จึงทำให้เกิดความวิตกเพราะก๊าซนี้กำลังก่อตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องในบรรยากาศ ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ควรค่อยๆ ถูกเลิกใช้อย่างเร่งด่วนเนื่องจากมีกำลังมาก มีอายุยาว และมีทางเลือกอื่นๆ ในตลาดแล้ว

2.2.2 ภาวะโลกร้อน ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน และแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก

1) ภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยบนผิวโลกเพิ่มขึ้น และคาดการณ์ว่าจะสูงขึ้นต่อไป จากรายงานฉบับที่ 4 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ได้สรุปว่าอุณหภูมิโลกสูงขึ้น 0.74 °C ในช่วงปี พ.ศ. 2449 – 2548 และอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นตั้งแต่ช่วงกลางศตวรรษที่ 20 มีผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (เพ็ญศรี วัจฉละญาณ, 2550: 63) กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซจำนวนมากสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ซึ่งเป็นสาเหตุของสภาวะโลกร้อนหรือปรากฏการณ์เรือนกระจก ก๊าซเรือนกระจกที่พบในปริมาณมาก คือ CO_2 , CH_4 และ N_2O สรุป คือ ภาวะโลกร้อน หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) เป็นปัญหาใหญ่ของโลกเราในปัจจุบัน ซึ่งเกิดจากการที่อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ

2) ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือศักยภาพในการทำให้โลกร้อนประเมินได้จากการวัดหรือคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริง และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่า ก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น

ในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณเป็นค่าผลกระทบของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ถูกปล่อยออกในช่วง 100 ปี หลังจาก มีการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยกเว้นช่วงกำจัดซาก (Final disposal) ให้ถือว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเพียงครั้งเดียวที่จุดเริ่มต้นของช่วงอายุ 100 ปี สำหรับช่วงการกำจัดซาก ใช้หลักการว่ามีการทยอยปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาทุกปี ตลอดช่วงเวลา 100 ปี โดยคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของช่วงเวลาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 100 ปี ซึ่งเท่ากับ 0.76 (อ้างอิงตามมาตรฐาน PAS 2050 ข้อ 6.4.9.1 และ Annex B)

3) แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก พิจารณาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่างๆ ดังนี้

(1) การผลิตวัตถุดิบที่ใช้ทุกประเภท
(2) การผลิตพลังงานที่ใช้ทุกประเภท
(3) กระบวนการเผาไหม้และปฏิกิริยาเคมี
(4) การสูญเสียน้ำยาทำความเย็นและการรั่วไหลของก๊าซ
(5) การปฏิบัติงาน
(6) การขนส่งทุกประเภทที่เกี่ยวข้อง
(7) การปศุสัตว์และกระบวนการผลิตทางการเกษตรอื่นๆ
(8) ของเสียและการจัดการของเสีย

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) *	200 - 450	1
2. ก๊าซมีเทน (CH_4)*	9 - 15	25
3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)*	120	298
4. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)**	100	124 – 14,800
5. เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)**	50,000	7,390 – 12,200
6. ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)*	3,200	22,800

ที่มา : Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), **Third Assessment Report (2000). *Fourth Assessment Report (2007)

2.2.3 ก๊าซมีเทนจากนาข้าว

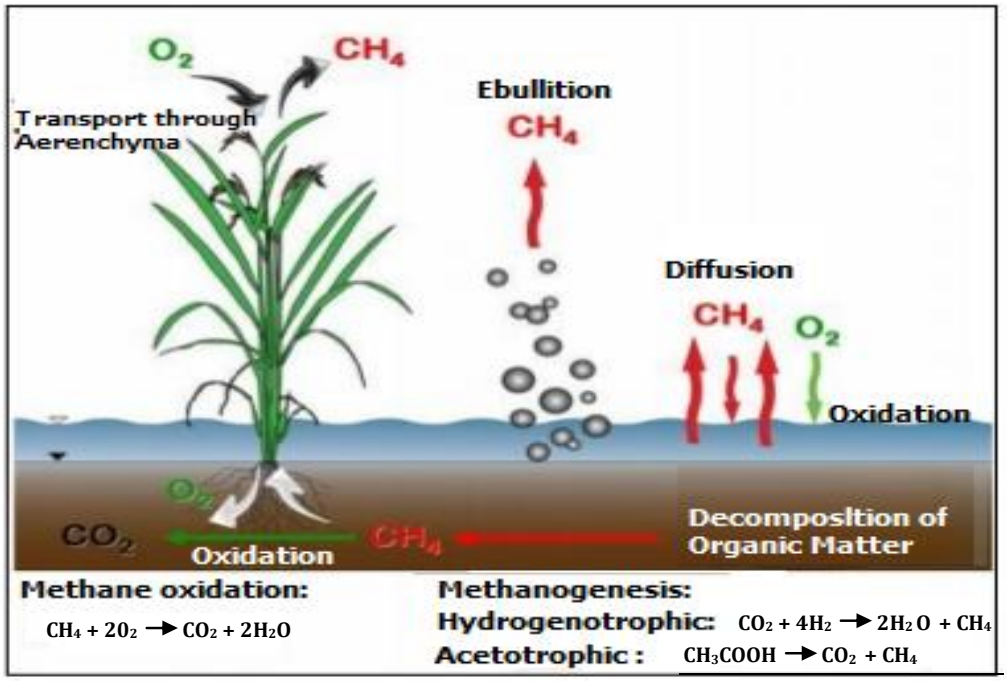
ก๊าซเรือนกระจกตัวสำคัญที่ปล่อยจากนาข้าว คือ ก๊าซมีเทน ซึ่งเกิดจากกระบวนการทางชีวภาพโดยมีจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methanogens) ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพไร้อากาศที่เกิดขึ้นหลังจากขังน้ำในนาข้าว ก๊าซมีเทนนี้จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศได้โดยการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในลำต้นข้าว (Aerenchyma) เป็นหลัก จึงมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าว เช่น อิทธิพลของพันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ การจัดการฟางข้าว การใช้ปุ๋ยและการเติมอินทรียวัตถุในดิน เป็นต้น ก๊าซมีเทนจากนาข้าวจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการเพาะปลูกและวิธีการเพาะปลูกข้าว

สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ International Rice Research Institute (IRRI) (1991) ยืนยันว่าการเกิดก๊าซมีเทนจากนาข้าวเกิด ได้ 3 ทาง คือโดยการแพร่ผ่านชั้นน้ำ (Diffiusion) และฟองอากาศ (Bubble) ในปริมาณเล็กน้อย แต่การปล่อยก๊าซส่วนใหญ่หรือประมาณ 80% เกิดขึ้นผ่านทางต้นข้าว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Barbara and Hogan (1991: 115-123) ดังนี้ ก๊าซมีเทนที่เกิดจากนาข้าวจะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศได้อย่างน้อย 3 ทาง (ภาพที่ 2.1) คือ

1) เคลื่อนผ่านต้นข้าวจากรากออกสู่บริเวณกาบใบและใบ แล้วจึงออกสู่บรรยากาศ โดยปริมาณก๊าซที่ผ่านทางต้นข้าว คิดเป็นร้อยละ 90 – 95 ของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั้งหมด

2) เคลื่อนที่ผ่านน้ำสู่ผิวน้ำโดยกระบวนการแพร่ (Diffusion) คิดเป็นร้อยละ 2 ของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั้งหมด

3) การเคลื่อนที่ในรูปฟองอากาศลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ (Ebullition) คิดเป็นร้อยละ 8 ของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั้งหมด



ภาพที่ 2.1 การปล่อยการมีเทนจากนาข้าว

ที่มา : The lnstiute of Biogeochemistry and Pollutant Dynomics (IBP) 2009

2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดจากนาข้าว ที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ข้าว ระบบการทำนา ดิน ปุ๋ย สารเคมีปราบศัตรูพืช และสภาพภูมิอากาศ (Minami K and etc, 1997: 509-516)

1) ปัจจัยด้านพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวปลูกของโลกมีประมาณ 120,000 พันธุ์ และประมาณว่าพันธุ์ข้าวที่พบในประเทศไทยมีไม่น้อยกว่า 35,000 พันธุ์ ทั้งนี้ในแต่ละพันธุ์จะมี ราก ใบ ลำต้น รวง และเมล็ด การให้ผลผลิตแตกต่างกันออกไป ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปแน่ชัดว่า ข้าวพันธุ์ใดปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากน้อยแค่ไหน (วรรณฑกา พจน์โยธิน, 2543: 20) การที่พันธุ์ข้าวมีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทนนั้น ขึ้นกับ ลักษณะการเจริญเติบโตของราก การสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวแต่ละพันธุ์มีผลต่อการเกิดก๊าซ มีเทนแตกต่างกัน พันธุ์ที่มีแขนงรากมาก และเมื่อข้าวสะสมน้ำหนักแห้งมากทำให้การเกิดและ ปลดปล่อยก๊าซมีเทนมาก Wang, Neue and Samonte (1997: 387-394) ได้ตรวจวัดการปล่อยก๊าซมีเทน โดยใช้ Close Chamber Technique โดยใช้ข้าว 3 พันธุ์ คือ Dular IR72 และ IR 65598 เจริญเติบโตภายใต้สภาวะ Greenhouse พบว่าข้าวพันธุ์ Dular มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่า อีก 2 พันธุ์ที่ใช้ทดลอง และยังให้ผลผลิตสูงกว่าอีกด้วย ระวิวรรณ กาญจนสุนทร (2537: 42-58) ได้ศึกษาอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้าวพันธุ์ กข 23 และ กข 6 สำหรับนาสวน และข้าวพันธุ์ชีแม่จัน และอาร์ 258 สำหรับนาไร่ พบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ กข 23 น้อยกว่า กข 6 และ ข้าวพันธุ์ชีแม่จัน มีการปล่อยมากกว่าอาร์ 258

2) ปัจจัยด้านระบบการปลูกข้าว

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการปลูกข้าว ซึ่งสามารถจำแนกระบบการปลูกข้าว ตามวิธีการจัดการน้ำได้ดังต่อไปนี้ (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2534: 131-139)

(1) นาข้าวที่มีน้ำขังตลอดฤดูกาลปลูกในระดับความลึก 2.5 – 7.5 เซนติเมตร Shalllow-Continuous Flooding)

(2) นาข้าวที่มีน้ำขังตลอดฤดูกาลปลูกในระดับความลึก 15 เซนติเมตร (Deep Continuous Flooding)

(3) นาข้าวที่มีการชลประทานแบบน้ำไหลในนาตลอดฤดูปลูก (Continuous Flowing Irrigation)

(4) นาข้าวที่มีการให้น้ำแบบทิ้งช่วง (Rotation Irrigation)

(5) นาข้าวที่มีการระบายน้ำออกจากนากลางฤดูปลูก (Midseason Soil Drying)

(6) นาน้ำฝน (Rainfed) น้ำย่อมมีผลทำให้มีสภาพแวดล้อมของดินแตกต่างกันไป จะมีผลต่อการเกิดและการปลดปล่อยมีเทน ปิยบุตร วานิชพงษ์พันธ์ (2536: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาอิทธิพลของน้ำที่มีต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ที่ระดับน้ำในนาข้าว 0, 5, 10, 20 cm. พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเท่ากับ 12.11, 15.72, 17.42, 20.53 g/m^2/crop ตามลำดับ ซึ่งการควบคุมน้ำให้มีน้ำท่วมขังอยู่ตลอดเวลาและมีระดับน้ำคงที่สูง ทำให้ดินอยู่ในสภาพรีดักชัน ทำให้เกิดก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น

3) ปัจจัยทางด้านดิน

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน การระบายน้ำความสามารถในการดูดซับอาหารของพืช จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน คุณสมบัติทางเคมีของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดและด่างของดิน ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเช่นกัน (ระวิวรรณ กาญจนสุนทร, 2537:16-18) ส่วนการศึกษาจาก Yagi and Minami (1990: 599-610) พบว่านาข้าวที่ปลูกในดินต่างชนิดกันในญี่ปุ่นจะมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่างกัน เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน

4) ปัจจัยทางด้านปุ๋ย

ปุ๋ยอินทรีย์มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เนื่องจากเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินจะเกิดการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในปุ๋ย ทำให้ปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้สูง ส่วนปุ๋ยเคมีเมื่อใส่ลงไปแล้วจะช่วยให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี และทำให้เกิดการส่งผ่านก๊าซมีเทนที่เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินผ่านข้าวออกสู่บรรยากาศเพิ่มขึ้นด้วย (วรรณฑกา พจน์โยธิน,2543: 25)

5) ปัจจัยทางด้านสารเคมีปราบศัตรูพืช

สารเคมีปราบศัตรูพืชจะมีอิทธิพลต่อแบคทีเรียในดิน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีและพิษวิทยาของสารเคมีแต่ละชนิด ซึ่งอาจทำให้การย่อยสลายอินทรียวัตถุช้าลง เร็วขึ้น ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้ด้วย ในประเทศไทยมีการใช้สารเคมีปริมาณที่ต่อเนื่องจากผลของต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทำให้สารเคมีปราบศัตรูพืชในประเทศไทยมีอิทธิพลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในไทยน้อยมาก (ปิยบุตร วานิชพงษ์พันธ์ 2536: 55)

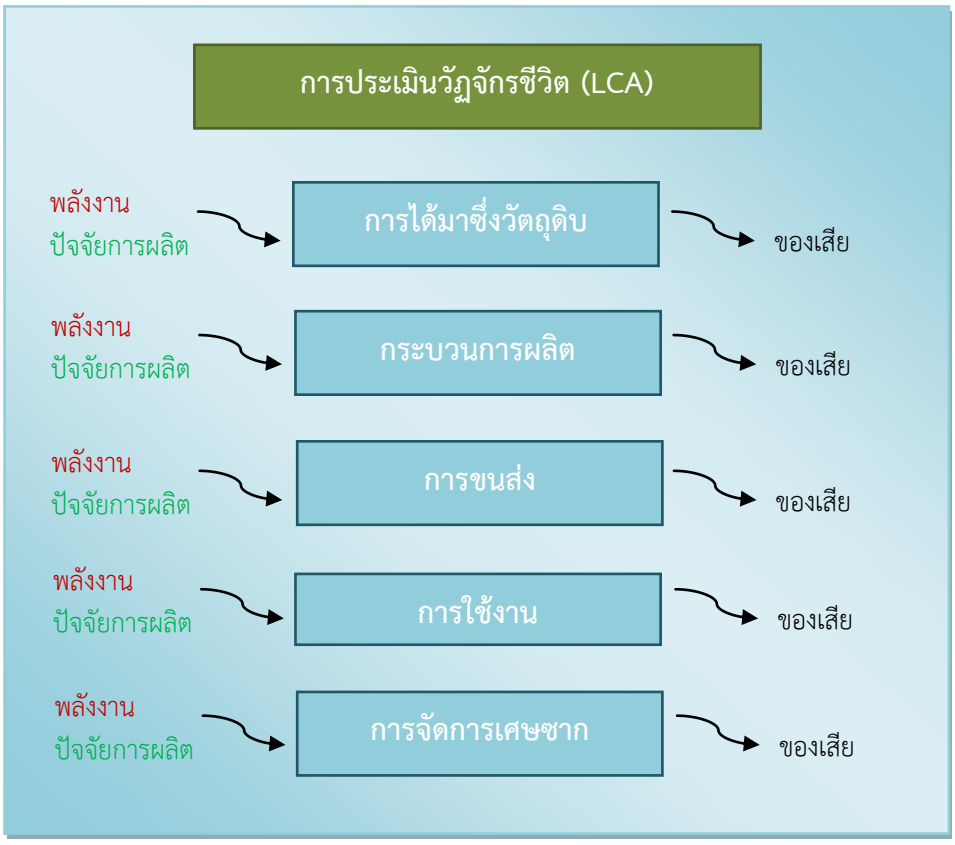
6) ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณแสง อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว รังสีอินฟราเรดทำให้อุณหภูมิของดินสูงขึ้น ส่งผลต่อกิจกรรมการสลายของจุลินทรีย์ในสภาพน้ำท่วมเกิดขึ้นได้ดีขึ้น (วรรณฑกา พจน์โยธิน, 2543: 27)

2.2.5 การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

การประเมินวัฏจักรชีวิต คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มตั้งแต่การสกัดหรือได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง และการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการแปลงสภาพ และการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ หรืออาจกล่าวได้ว่า LCA จะมีการพิจารณาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการนั้นๆ ตั้งแต่การหาวัตถุดิบมาผลิตสินค้า การผลิตสินค้า การนำไปใช้งาน ตลอดจนการกำจัดซากหลังหมดอายุการใช้งาน (Cradle to Grave) โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและปัจจัยการผลิตทั้งหมดที่ใช้ รวมทั้งของเสียทั้งหมด ที่มีการปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายใต้ขอบเขตที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการหาวิธีปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2.2

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต คือ เพื่อประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์หรือบริการ เพื่อนำผลวิเคราะห์มาเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบและตัดสินใจปรับปรุงสมรรถนะเชิงสิ่งแวดล้อม (ลดภาระและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม) ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ โดยมีปัจจัยในทางสิ่งแวดล้อมเข้ามาประกอบการตัดสินใจอีกด้วย



ภาพที่ 2.2 การพิจารณาวัฏจักรชีวิตของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในด้านการใช้ปัจจัยการผลิต การใช้พลังงาน และของเสียที่ออกจากระบบ

2.2.6 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามวิธีการของการประเมินวัฏจักรชีวิตของสินค้า (Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions (LCA-GHG) of Products)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามรูปแบบ LCA-GHG นี้ จะมีกรอบและขอบเขตการพิจารณาที่แตกต่างไปจากกรอบแนวคิดของ IPCC กล่าวคือ ในกรณีของ IPCC จะยึดแหล่งปล่อยจากพลังงาน กระบวนการอุตสาหกรรม การเกษตรและการใช้พื้นที่ และของเสียเป็นหลัก และจะรายงานการปล่อยเป็นรายภาคเศรษฐกิจโดยในขั้นสุดท้ายจะมีการเปลี่ยนปริมาณการปล่อยให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent, CO_2eq) โดยใช้ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน

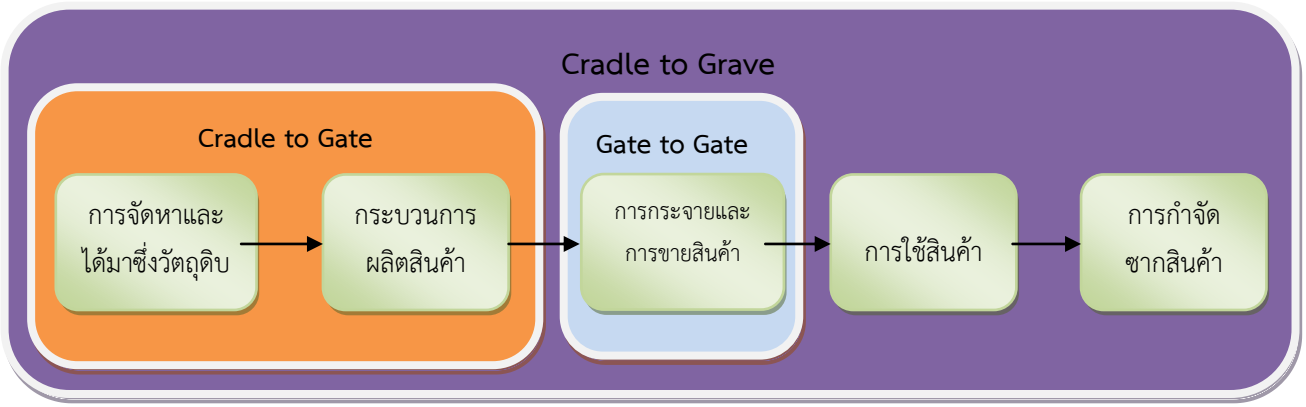
ส่วนแนวคิดของ LCA-GHG จะยึดถือกิจกรรมการผลิตของสินค้าและบริการตลอดวงจรชีวิตเป็นหลัก จึงทำการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยของสินค้าที่ทำการผลิต เช่นเดียวกับในกรณีของ IPCC โดยมีขอบเขตการประเมิน LCA-GHG ดังนี้

1) Gate to Gate พิจารณาเฉพาะกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งจากทั้งสายโซ่การผลิต

2) Cradle to Gate การประเมินผลของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ แต่ไม่รวมขั้นตอนการใช้สินค้าหรือกำจัดซาก

3) Cradle to Grave : เป็นการประเมินผลตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบมาผลิตสินค้า การผลิตสินค้า การนำไปใช้งาน ตลอดจนการกำจัดซากหลังหมดอายุการใช้งาน

4) Cradle to Cradle : เป็นรูปแบบพิเศษของ Cradle to Grave ได้แก่ กรณีที่ขั้นตอนการกำจัดซากของผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการรีไซเคิล ซึ่งทำให้ได้สินค้าเดิมออกมา



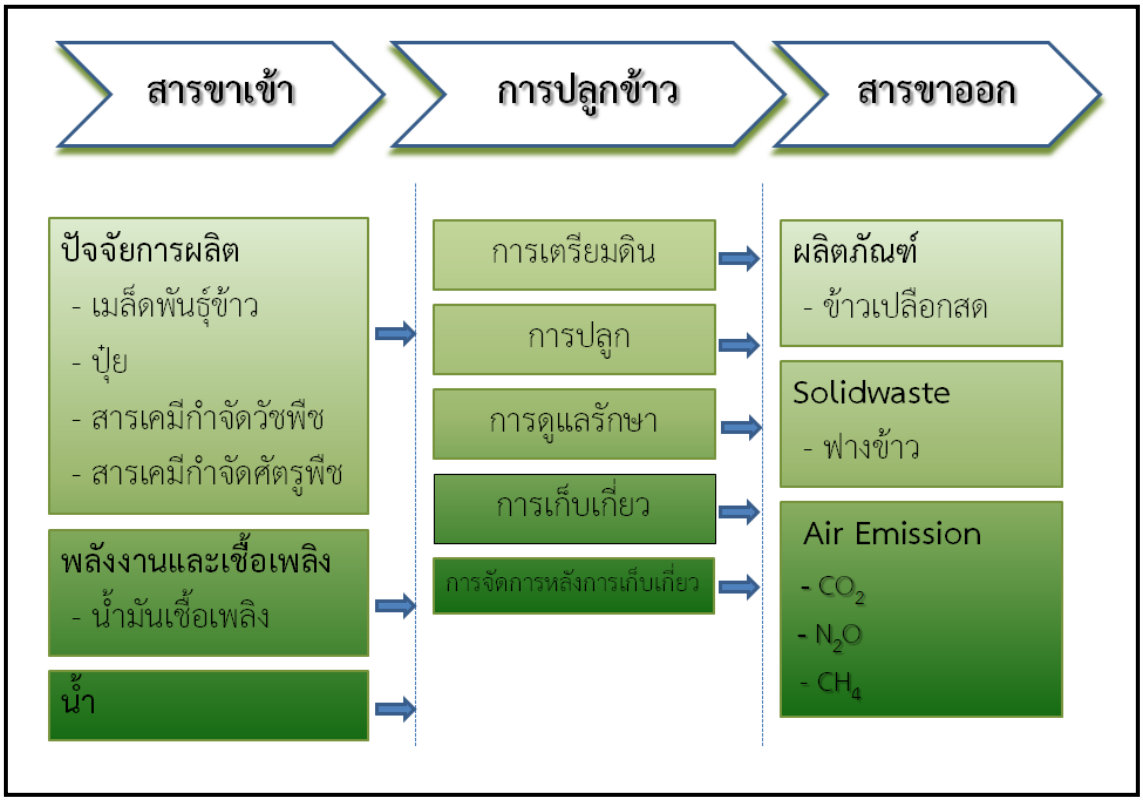
ภาพที่ 2.3 ขอบเขตการวิเคราะห์ที่เป็นลักษณะ Cradle to Gate และ Cradle to Grave

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน เป็นการกำหนดเป้าหมายการประเมินให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ เช่น การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวเพื่อเปรียบเทียบการลดก๊าซเรือนกระจกในช่วงเวลาต่างๆ หรือ เป็นการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม เพื่อวางแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือเพื่อสื่อสารกับผู้บริโภค เป็นต้น ในส่วนของขอบเขตการประเมิน ต้องระบุประเด็นดังต่อไปนี้

1) กำหนดระบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Product System) ประกอบด้วยทุกขั้นตอนที่มีอยู่ในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ช่วงการใช้งาน และการกำจัดซากหลังการใช้งาน ในกรณีที่ทำการคำนวณไม่ครอบคลุมตลอดวงจรชีวิต เช่น การคำนวณในลักษณะ Cradle to Gate ต้องระบุขอบเขตชัดเจน ตัวอย่างขอบเขตระบบผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.4

2) หน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ต้องมีการกำหนดหน่วยวิเคราะห์อย่างชัดเจน ซึ่งหน่วยวิเคราะห์นี้เรียกว่า หน่วยการทำงาน หรือ Functional Unit เช่น ในกรณีของผลิตภัณฑ์ข้าว ตัวอย่างหน่วยการทำงานคือ ปริมาณข้าวสารจำนวน 1 กิโลกรัมเพื่อการบริโภค หรือในกรณีที่เป็น Cradle to Gate หน่วยการทำงานคือ ปริมาณข้าวเปลือกจำนวน 1 กิโลกรัมที่ผลิตได้ เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าการกำหนดหน่วยการทำงานจะทำให้ขอบเขตการคำนวณก๊าซเรือนกระจกแตกต่างไป กล่าวคือ ในตัวอย่างกรณีแรก จะรวมการขนส่งจากแหล่งปลูกสู่การแปรรูป การบรรจุภัณฑ์ และการขนส่งจากแหล่งแปรรูปสู่ผู้บริโภคและการจัดการกับของเสียที่เกิดขึ้น ส่วนในกรณีหลังเป็นการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการผลิตสิ้นสุดที่การเก็บเกี่ยวหรือขายหน้าฟาร์มเท่านั้น (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว

3) การกำหนดขอบเขตการประเมิน (System Boundary) โดยแสดงขอบเขตการคำนวณระบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการย่อย โดยมีองค์ประกอบคือ

- ช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกกระบวนการที่ใช้วัตถุดิบ)
- การใช้พลังงาน รวมทั้งแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง พลังงาน (ให้นำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดหาและการใช้พลังงานตลอดชีวิตของผลิตภัณฑ์มารวมกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดหาพลังงานด้วย)
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตสินค้าและการบริการภายในวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการปฏิบัติงานในพื้นที่ เช่น ระบบแสงสว่าง ระบบความร้อน ระบบความเย็น การระบายอากาศ การควบคุมความชื้น และการควบคุมมลพิษต่างๆ โดยใช้วิธีปันส่วนที่เหมาะสม
- การขนส่ง โดยคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากข้อมูลปริมาณการเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก(Emission Factor) ตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง สามารถคำนวณได้จากระยะทางคูณด้วยปริมาณสินค้าที่บรรทุก จากนั้นจึงมาคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทรถที่ใช้ขนส่ง (สามารถใช้แฟกเตอร์จากข้อมูลตามคู่มือ IPCC) เป็นต้น
- การบรรจุภัณฑ์ ใช้ข้อมูลปฐมภูมิในการคำนวณ หากไม่มีสามารถใช้ข้อมูลทุติยภูมิ และสามารถละเว้นการคำนวณถ้าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม

4) ช่วงการใช้งาน ต้องคำนวณการปล่อย/ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในช่วงการใช้งาน ของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลอายุของผลิตภัณฑ์สามารถทวนสอบและสัมพันธ์กับลักษณะการใช้งาน

5) ช่วงหลังการใช้งาน เป็นการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ หากไม่มีข้อมูล สามารถคำนวณโดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดซากโดยวิธีฝังกลบ (Landfill)

6) การจัดลำดับความสำคัญของกิจกรรมการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการวางแผนการจัดเก็บข้อมูล การจัดเก็บและตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณสามารถทำการเก็บรวบรวมได้โดยตรงจากระบบการผลิต (ข้อมูลปฐมภูมิ) ส่วนในกรณีของก๊าซเรือนกระจกที่มีแหล่งปล่อยจากกระบวนการผลิตช่วงต้นน้ำ (Upstream) ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้โดยตรง สามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นการนำข้อมูลที่จัดเก็บในขั้นตอนที่ 2 มาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ได้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การแปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการนำไปคูณกับค่าศักยภาพ การทำให้โลกร้อน การดำเนินการในขั้นตอนนี้รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้อง การลงบันทึกแหล่งที่มาของข้อมูลและสมมุติฐานต่างๆ ที่ใช้ประกอบการคำนวณ

ประเภทผลกระทบคือ ศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน ซึ่งเกิดจากก๊าซเรือนกระจก 6 ตัว (ตามข้อกำหนดของพิธีสารเกียวโต) ได้แก่ คาร์บอนไดอกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) คำนวณรวมตามสมการต่อไปนี้

$$EP = \sum(EP_i) = \sum(Q_i * EF_i)$$

โดย EP = Environmental Impact Potential = ศักยภาพของผลกระทบ ในที่นี้คือ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยมวลของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เช่น kg.CO_2eq

Q_i = Quantity = ปริมาณของสาร I (สารขาเข้า-ขาออก) ที่ส่งผลต่อก๊าซเรือนกระจก

EF_i = Emission Factor = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสาร i

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์และแปลผล ค่าที่คำนวณได้เป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของสินค้านั้นๆ ต่อหน่วยการทำงาน ซึ่งสามารถแยกย่อยเป็นการปล่อยตามกระบวนการผลิตสินค้านั้นๆ และสามารถแสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นหรือสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนย่อยต่างๆ ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์เพื่อแสวงหาโอกาสหรือความเป็นไปได้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตสินค้านั้นๆ การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ยังรวมถึงการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนและแหล่งที่มา ซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสให้มีการพัฒนาปรับปรุงผลการคำนวณที่ได้ในอนาคต

2.2.7 ประโยชน์ของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1) สามารถนำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปใช้ในการเปรียบเทียบกระบวนการผลิตว่าผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใดมีผลต่อสิ่งแวดล้อมมากน้อยกว่ากันและเป็นฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

2) การศึกษาวิจัยด้านการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจจะช่วยเตรียมความพร้อมของอุตสาหกรรมและของประเทศในการรับรองกับมาตรการด้านการค้าและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศคู่ค้าใหญ่ๆ ของไทย เช่น สหภาพยุโรปและญี่ปุ่น เป็นต้น

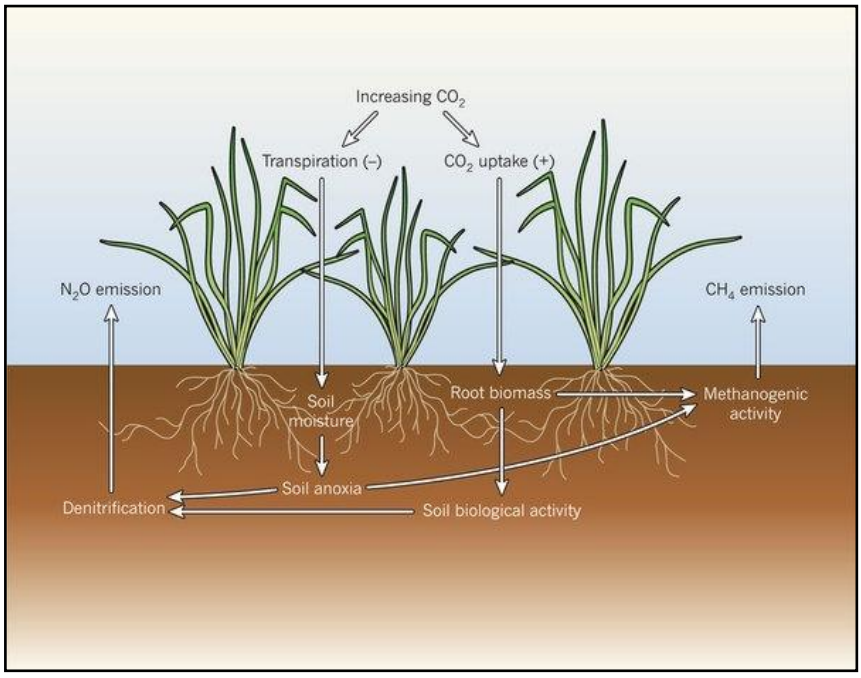
3) ทำให้ทราบผลการประเมินของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตเชิงปริมาณตลอดวัฏจักรชีวิตไม่ใช่ช่วงใดช่วงหนึ่ง ทำให้ผู้ใช้สามารถมองปัญหาได้ครบถ้วน

2.2.8 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว

การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว มีกรอบการคำนวณ ตามหลักการ Cradle to Gate ของ Life Cycle Assessment (LCA) โดยมีขอบเขตการคำนวณครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ ได้แก่ ต้นพันธุ์ ยาและสารเคมี ปุ๋ย เป็นต้น และนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการเพาะปลูก นำไปสู่การดูแลรักษาตลอดจนการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร (ในที่นี้จะไม่รวมถึงการขนส่งข้าวเปลือกจากนาข้าวถึงโรงสี/การแปรรูปตลอดจนการใช้และการกำจัดซาก) ซึ่งในการคำนวณนั้น มีหลักการดังนี้

ก๊าซเรือนกระจกตัวสำคัญที่ปล่อยจากนาข้าว ได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) โดยก๊าซมีเทนจะเกิดจากกระบวนการทางชีวภาพ โดยมีจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างมีเทน (methanogens) ย่อยสลาย

สารอินทรีย์ในสภาพไร้อากาศที่เกิดขึ้นหลังจากการขังน้ำในนาข้าว สำหรับก๊าซไนตรัสออกไซด์นั้นเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการสร้างไนเตรด (Nitrification) เป็นกระบวนการออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์และไนเตรท โดยอาศัยทำหน้าที่ของแบคทีเรียใน 2 ขั้นตอนย่อย ขั้นตอนย่อยแรกคือ ไนไตรเตชัน (Nitritation) โดยแบคทีเรีย มีหน้าที่ออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ ส่วนขั้นตอนย่อยที่สองคือ ไนเตรเตชัน (Nitratation) โดยแบคทีเรียจะออกซิไดซ์ไนไตรท์เป็นไนเตรท และขบวนการสร้างไนโตรเจน (Denitrification) เป็นกระบวนการรีดิวซ์ไนเตรทให้อยู่ในรูปของก๊าซไนโตรเจนในกิจกรรมการทำการเกษตร โดยเฉพาะจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งบางส่วนของปุ๋ยจะสูญเสียไปโดยกระบวนการ Nitrification และ Denitrification และมีการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ออกมาโดยตรง (Direct Emission) (ภาพที่ 2.5) ก๊าซ ก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์นี้มีศักยภาพการทำให้เกิดโลกร้อนมากกว่า CO_2 ถึง 25 เท่า และ 298 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นแม้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรจะปล่อยออกมาในปริมาณที่น้อยกว่าภาคอื่นๆ แต่เมื่อคิดเป็นค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แล้วปรากฏว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคเกษตรสูงมากเป็นอันดับสองรองจากภาคพลังงาน



ภาพที่ 2.5 การปลดปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว
ที่มา : Alexander Knohl and Edzo Veldkamp, 2011

บทที่ 3

สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3.1 ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

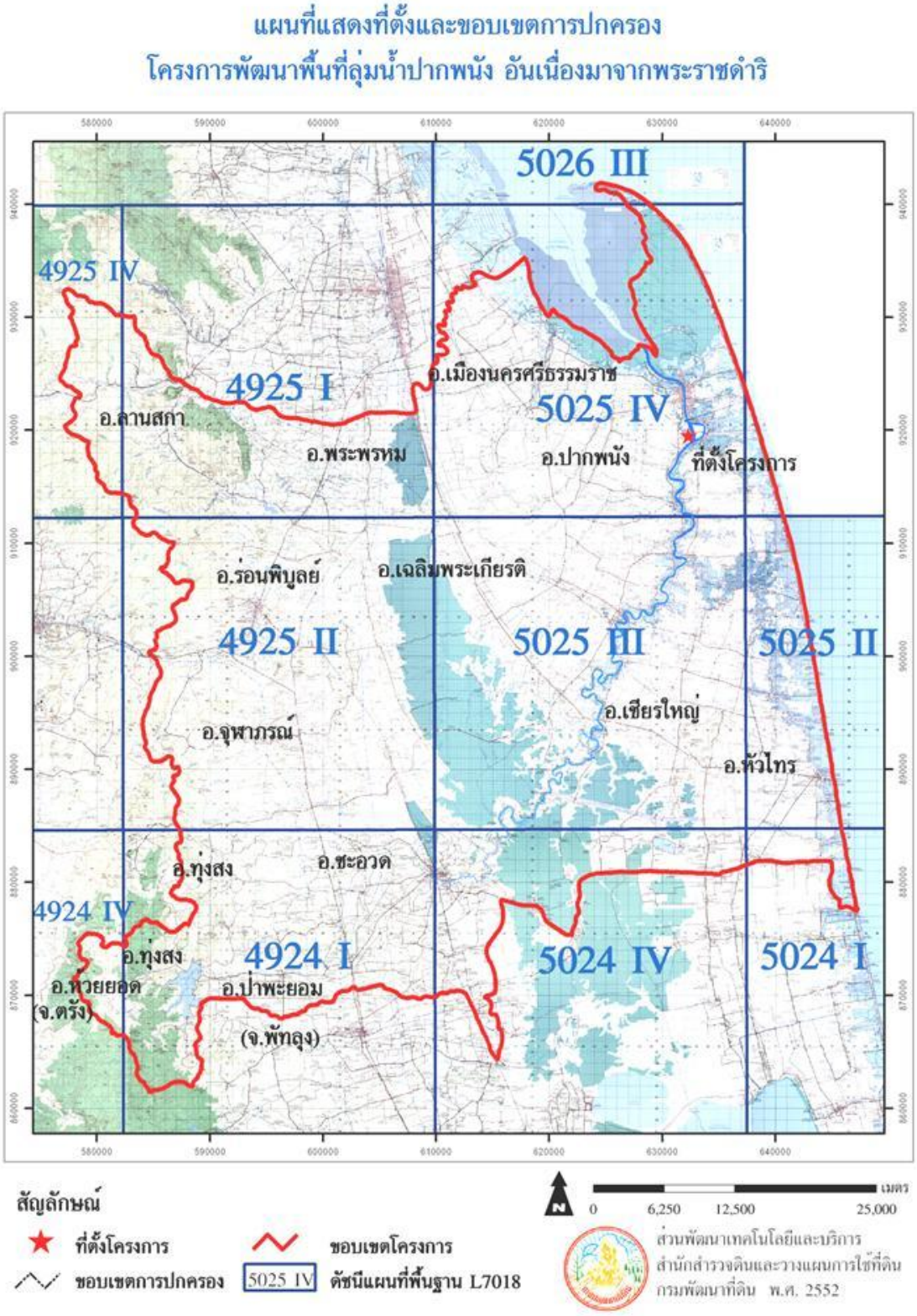
3.1.1 สภาพทั่วไปพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง

1) ลุ่มน้ำปากพนัง ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ครอบคลุมพื้นที่รวม 13 อำเภอ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอหัวไทร อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอชะอวด อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอจุฬาภรณ์ พื้นที่บางส่วนของอำเภอลานสกา อำเภอพระพรหม และอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมทั้งพื้นที่บางส่วนของอำเภอควนขนุน อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง และอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

2) พื้นที่ประมาณ 1.9 ล้านไร่ เป็นพื้นที่นากว่า 500,000 ไร่ ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเพาะปลูก โดยเฉพาะการทำนาโดยอาศัยน้ำจากแม่น้ำปากพนังซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญของลุ่มน้ำปากพนัง จึงเป็นแหล่งปลูกข้าวของภาคใต้

3) ความเป็นมาของลุ่มน้ำปากพนัง

ในอดีตพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของภาคใต้ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่อมาเมื่อประชากรมากขึ้นทรัพยากรธรรมชาติถูกนำมาใช้อย่างฟุ่มเฟือย มีการตัดไม้ทำลายป่าทำให้ขาดแหล่งดูดซับน้ำหรือชะลอน้ำฝน ความสมดุลทางธรรมชาติถูกทำลายลง เป็นสาเหตุให้น้ำจืดในแม่น้ำปากพนังและลำน้ำสาขาจากที่เคยมีปีละ 9 เดือน เหลือเพียงปีละ 3 เดือน และจากลักษณะของแม่น้ำปากพนังมีความลาดชันน้อย ทำให้น้ำทะเลลุกล้ำเข้าไปในลำน้ำเป็นระยะทางกว่า 100 กิโลเมตร ประกอบกับมีราษฎร์ส่วนหนึ่งใน อำเภอหัวไทร อำเภอเชียรใหญ่ และอำเภอปากพนัง หันมาประกอบอาชีพการทำนากุ้งเนื่องจากการเพาะเลี้ยงกุ้งสามารถทำรายได้สูง ปัญหาที่ตามมาได้แก่ การถ่ายเทน้ำเสียจากบ่อกุ้งลงสู่ทางน้ำธรรมชาติลุกลามเข้าไปในพื้นที่นาข้าว ส่งผลให้ลำน้ำมีสภาพเค็มไม่เหมาะที่จะใช้ทำการเกษตร จากสภาพปัญหาดังกล่าวที่ชาวปากพนังต้องเผชิญอยู่เป็นเหตุให้การประกอบอาชีพเกษตรกรรมได้รับความเสียหาย ขาดแหล่งน้ำจืดที่ใช้ในการอุปโภค บริโภค และปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากในที่ ทำกินของเกษตรกร โดยเฉพาะการทำนาได้รับความเสียหาย พื้นที่นาลดจำนวนลงกว่าครึ่งหนึ่ง ผลผลิตตกต่ำราษฎรมีฐานะยากจน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระราชทานพระราชดำริให้กรมชลประทานร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการแก้ไขและบรรเทาปัญหาของพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังภายใต้ **“โครงการการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ”** พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริให้ดำเนินการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ปัญหาขาดแคลนน้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค การทำการเกษตรและปัญหาการรุกล้ำของน้ำทะเล รวมถึงการเลี้ยงกุ้งทะเลอย่างไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ สำหรับการสนองพระราชดำริ โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังฯ ได้ดำเนินการสนองพระราชดำริมาตั้งแต่ปี 2538 โดยกรมชลประทานได้ดำเนินการก่อสร้างประตูระบายน้ำปากพนังหรือประตูระบายน้ำอุทกวิภาชประสิทธิแล้วเสร็จเมื่อปี 2542 พร้อมได้ก่อสร้างระบบชลประทานอื่นๆ ควบคู่กันไปกับการพัฒนาส่งเสริมอาชีพด้านเกษตรกรรมและการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.1 อาณาเขตลุ่มน้ำปากพนัง

ภาพที่ 3.2 ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3.2 ผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากการลงพื้นที่ภาคสนาม ปี 2556

3.2.1 อายุ ระดับการศึกษา ขนาดครัวเรือน และประสบการณ์

หัวหน้าครัวเรือนส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 56 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 29.09 ของช่วงอายุทั้งหมด รองลงมาอายุในช่วง 41- 50 ปี และ 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.06 เท่ากัน ส่วนอายุในช่วง 31-40 ปี และ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.55 และ 4.24 ตามลำดับ มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 52.00 ปี และหัวหน้าครัวเรือนส่วนใหญ่จบชั้นประถมปีที่ 6-7 คิดเป็นร้อยละ 44.24 ของระดับการศึกษาทั้งหมด

เกษตรกรมีประสบการณ์การปลูกข้าวมาแล้ว 23.94 ปี ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การปลูกข้าวอยู่ในช่วง 30 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 30.30 (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 อายุ ระดับการศึกษา และประสบการณ์ปลูกข้าว

รายการ	ราย	ร้อยละ
จำนวนตัวอย่าง	165	100.00
ช่วงอายุ		
20-30 ปี	7	4.24
31-40 ปี	24	14.55
41-50 ปี	43	26.06
51-60 ปี	48	29.09
60 ปีขึ้นไป	43	26.06
อายุเฉลี่ย (ปี)	52.00	
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษาปีที่ 4	38	23.03
ประถมศึกษาปีที่ 6/7	73	44.24
มัธยมศึกษาปีที่ 3	22	13.34
มัธยมศึกษาปีที่ 6/ปวช.	5	3.03
สูงกว่ามัธยมศึกษาปีที่ 6	27	16.36
ประสบการณ์การปลูกข้าว		
ปีแรก	2	1.21
2 – 5 ปี	26	15.76
6 – 10 ปี	28	16.98
11 – 20 ปี	35	21.21
21 – 30 ปี	24	14.55
30 ปีขึ้นไป	50	30.30
ประสบการณ์เฉลี่ย (ปี)	23.94	

ที่มา : จากการสำรวจ

3.2.2 การถือครองที่ดิน และขนาดพื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกข้าวเป็นพื้นที่ของเกษตรกรเอง คิดเป็นร้อยละ 37.57 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นของตนเองและเช่า คิดเป็นร้อยละ 32.73 ของพื้นที่ทั้งหมด เช่าทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 26.66 ของพื้นที่ทั้งหมด ทำฟรีทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 2.43 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนเป็นพื้นที่ของตนเองและทำฟรี คิดเป็นร้อยละ 0.61 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 26.70 ไร่ต่อครัวเรือน (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 การถือครองที่ดิน และขนาดพื้นที่ปลูกข้าว

รายการ	ราย	ร้อยละ
จำนวนตัวอย่าง	165	100.00
การถือครองที่ดิน		
ของตนเอง	62	37.57
เช่าทั้งหมด	44	26.66
ทำฟรีทั้งหมด	4	2.43
ของตนเองและเช่า	54	32.73
ของตนเอง + ทำฟรี	1	0.61
พื้นที่ปลูก		
ต่ำกว่า 10 ไร่	23	13.94
10 – 20 ไร่	61	36.97
21 – 30 ไร่	39	23.64
31 – 40 ไร่	16	9.70
มากกว่า 40 ไร่	26	15.76
พื้นที่เฉลี่ย (ไร่ต่อครัวเรือน)	**26.70**	

ที่มา : จากการสำรวจ

3.2.3 ปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรใช้ในการปลูกข้าว ปีเพาะปลูก 2556

1) เมล็ดพันธุ์ข้าว

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีใช้เมล็ดพันธุ์ปริมาณเฉลี่ย 26.71 กิโลกรัมต่อไร่ และเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรัง ใช้เมล็ดพันธุ์ปริมาณเฉลี่ย 22.55 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 ปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว

รายการ	ปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)
ข้าวนาปี	26.71
ข้าวนาปรัง	22.55

ที่มา : จากการสำรวจ

2) ปุ๋ยเคมี

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยเป็นการเพิ่มผลผลิตข้าวนาปีและข้าวนาปรัง ซึ่งปุ๋ยหลายชนิด เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ เกษตรกรที่ปลูกข้าวในพื้นที่ส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยเคมี จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีจะใช้ปุ๋ยเคมี คิดเป็นร้อยละ 70 ของการใช้ปุ๋ยทั้งหมด มีปริมาณเฉลี่ย 44.66 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใช้ปุ๋ยเคมี คิดเป็นร้อยละ 30 ของการใช้ปุ๋ยทั้งหมด ส่วนเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังทั้งหมดจะใช้ปุ๋ยเคมี คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณเฉลี่ย 49.38 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 ปุ๋ยเคมี

รายการ	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
ปุ๋ยเคมี	20	100.00	145	100.00
- ใช้	14	70.00	145	100.00
- ไม่ใช้	6	30.00	0	0.00
ปริมาณเฉลี่ย (กก./ไร่)	44.66		49.38	

ที่มา : จากการสำรวจ

3) สารเคมีกำจัดวัชพืช

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชทั้งหมด และไม่ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชทั้งหมด มีปริมาณเฉลี่ย 0.53 ลิตรต่อไร่ ส่วนเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังจะใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช คิดเป็นร้อยละ 76.56 ของการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชทั้งหมด และไม่ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช คิดเป็นร้อยละ 23.44 ของการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชทั้งหมด มีปริมาณเฉลี่ย 1.55 ลิตรต่อไร่ (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช

รายการ	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
สารเคมีกำจัดวัชพืช	20	100.00	145	100.00
- ใช้	18	90.00	111	76.56
- ไม่ใช้	2	10.00	34	23.44
ปริมาณเฉลี่ย (ลิตร/ไร่)	0.53		1.55	

ที่มา : จากการสำรวจ

4) สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด และไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด มีปริมาณเฉลี่ย 3.37 ลิตรต่อไร่ ส่วนเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังจะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกราย คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด มีปริมาณเฉลี่ย 6.04 ลิตรต่อไร่ (ตารางที่ 3.6)

ตารางที่ 3.6 สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

รายการ	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	20	100.00	145	100.00
- ใช้	18	90.00	145	100.00
- ไม่ใช้	2	10.00	0	0.00
ปริมาณเฉลี่ย (ลิตร/ไร่)	3.37		6.04	

ที่มา : จากการสำรวจ

5) สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีไม่ได้ใช้สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน ส่วนในช่วงข้าวนาปรัง เกษตรกรใช้สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน ร้อยละ 35.87 และไม่ใช้สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน ร้อยละ 64.13 มีปริมาณเฉลี่ย 1.12 ลิตรต่อไร่ (ตารางที่ 3.7)

ตารางที่ 3.7 สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน

รายการ	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
สารอื่น ๆ และวัสดุปรับปรุงดิน	20	100.00	145	100.00
- ใช้	-	0.00	52	35.87
- ไม่ใช้	20	100.00	93	64.13
ปริมาณเฉลี่ย (ลิตร/ไร่)	-		1.12	

ที่มา : จากการสำรวจ

6) น้ำมันเชื้อเพลิง

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณเฉลี่ย 14.09 ลิตรต่อไร่ และเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณเฉลี่ย 20.44 ลิตรต่อไร่ (ตารางที่ 3.8)

ตารางที่ 3.8 น้ำมันเชื้อเพลิง

รายการ	ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)
ข้าวนาปี	14.09
ข้าวนาปรัง	20.44

ที่มา : จากการสำรวจ

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว ปีเพาะปลูก 2556 ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 165 ราย มีผลการศึกษา ดังนี้

4.1 การศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก

การจัดทำบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก (Life cycle assessment: LCA) ในขั้นตอนนี้ ได้รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการผลิตข้าวเปลือก ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต จนกระทั่งการเก็บเกี่ยว รวมถึงสิ่งที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมเนื่องมาจากการผลิตข้าวเปลือก เพื่อใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมุ่งประเด็นไปที่การใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปลูกหรือจนถึงสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่องตามที่กำหนดในข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งเรียกว่า การประเมินแบบ Cradle-to-Gate

ขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.1.1 การเลือกผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครั้งนี้ ได้แก่ ข้าวเปลือก

4.1.2 การจัดทำแผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

การประเมินครั้งนี้เป็นการประเมินแบบ Cradle to Gate ซึ่งประเมินตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวเปลือก แต่ไม่รวมขั้นตอนการใช้สินค้าหรือกำจัดซาก ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 การจัดทำแผนผังวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ แบบ Cradle to Gate

การสร้างแผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยการดำเนินงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) การวิเคราะห์รายการวัตถุดิบ พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต และของเสียที่เกิดขึ้น โดยครอบคลุมถึงวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้สำหรับการจัดเก็บสินค้าและการขนส่งด้วย

2) แจกแจงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์และสัดส่วนการใช้ รวมถึงภาชนะบรรจุต่างๆ

3) แจกแจงรายการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการบริโภค เช่น การผลิตและขนส่งวัตถุดิบ การผลิตสินค้า (ภาพที่ 4.2)

4.1.3 รายการข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1) ข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกทุกรายการ

2) ข้อมูลระยะทางในการขนส่งวัตถุดิบต่างๆ

3) ข้อมูลการใช้วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์

4) ปริมาณการปล่อยมลสารต่างๆ

4.1.4 สรุปบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก

จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถสรุปบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก มีรายละเอียดดังนี้

บัญชีรายการแบ่งตามประเภทสารขาเข้า

1) วัตถุดิบ/สารเคมี ได้แก่

1.1) เมล็ดพันธุ์ข้าว เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 26.71 กิโลกรัมต่อไร่ นาปรังมีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 22.55 กิโลกรัมต่อไร่

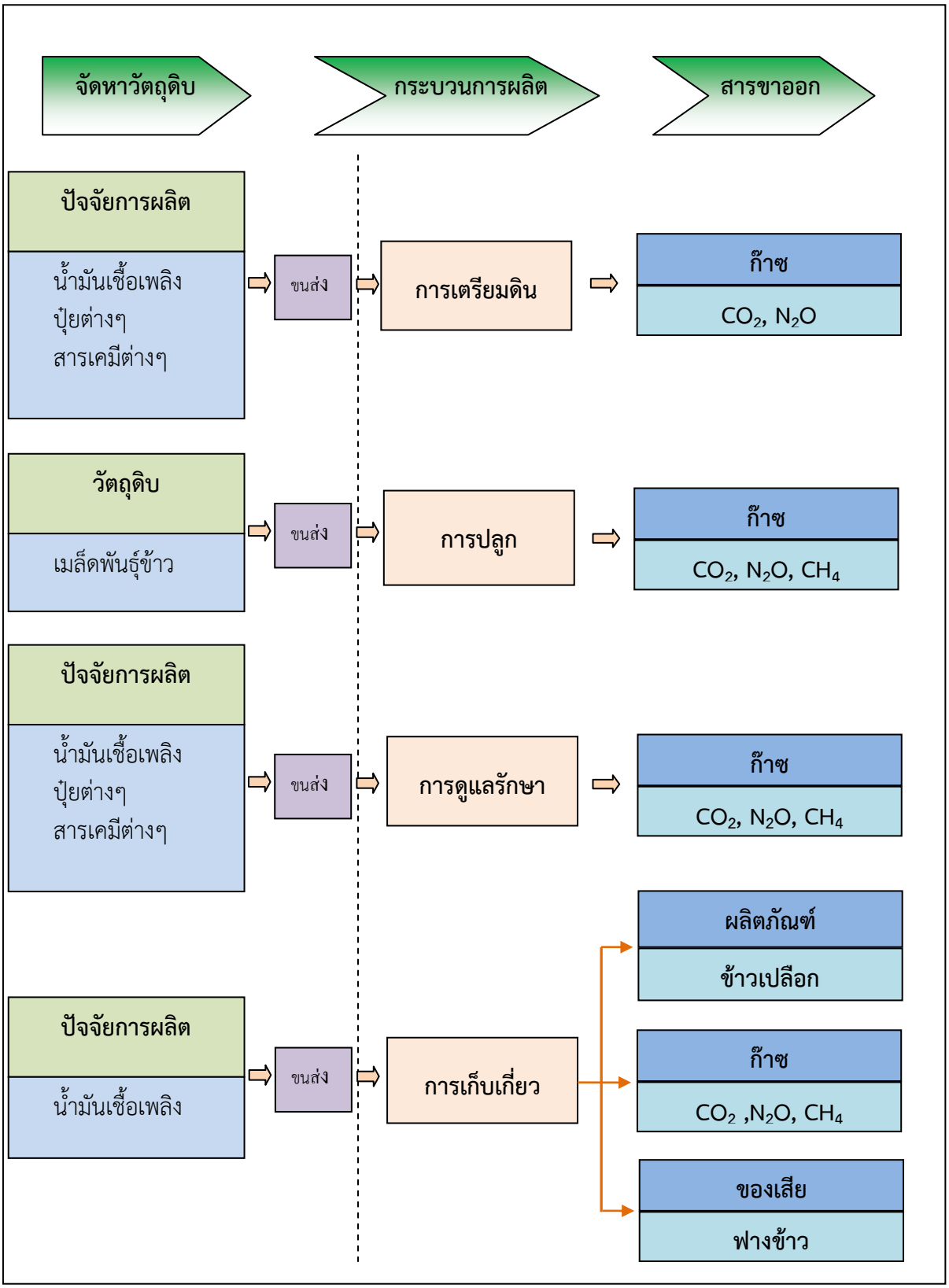
1.2) ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ มูลสัตว์ หรือน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งเกษตรกรบางรายจะใช้เสริมการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้ เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 34.48 กิโลกรัมต่อไร่ และนาปรังมีปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 22.38 กิโลกรัมต่อไร่

1.3) ปุ๋ยเคมี เกษตรกรทุกรายใช้ปุ๋ยเคมีในกระบวนการปลูกข้าว ทั้งนี้ เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 44.66 กิโลกรัมต่อไร่ และนาปรังมีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 49.38 กิโลกรัมต่อไร่

1.4) สารกำจัดวัชพืช เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืช เฉลี่ย 0.53 ลิตรต่อไร่ และนาปรังมีปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืช เฉลี่ย 1.55 ลิตรต่อไร่

1.5) สารกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เฉลี่ย 3.37 ลิตรต่อไร่ และนาปรังมีปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 6.04 ลิตรต่อไร่

1.6) สารเคมีอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดิน เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีไม่ได้ใช้สารเคมีอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดิน แต่นาปรังใช้สารเคมีอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดินเฉลี่ย 1.12 ลิตรต่อไร่ (ตารางที่ 4.1)



ภาพที่ 4.2 แผนผังการผลิตข้าวเปลือก

ตารางที่ 4.1 บัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประเภทสารขาเข้า	รายการสารขาเข้า	ปริมาณ		หน่วยต่อไร่
		นาปี	นาปรัง	
วัตถุดิบ/สารเคมี[1]	เมล็ดพันธุ์ข้าว	26.71	22.55	กิโลกรัม
	ปุ๋ยอินทรีย์	34.48	22.38	กิโลกรัม
	ปุ๋ยเคมี	44.66	49.38	กิโลกรัม
	1) ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน	37.28	51.96	กิโลกรัม
	2) ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส	6.64	12.40	กิโลกรัม
	3) ปุ๋ยเคมีโปรแตสเซี่ยม	5.86	9.79	กิโลกรัม
	สารกำจัดวัชพืช	0.53	1.55	ลิตร
	สารกำจัดศัตรูพืช	3.37	6.04	ลิตร
	สารอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดิน	-	1.12	ลิตร
เชื้อเพลิง[1]	น้ำมันดีเซล	14.02	20.27	ลิตร
	น้ำมันเบนซิน	0.07	0.17	ลิตร
ประเภทสารขาออก	**รายการสารขาออก**			
ผลิตภัณฑ์[1]	ข้าวเปลือก	518.07	556.00	กิโลกรัม
มลสารทางอากาศ[2]	ก๊าซ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง[a]	0.08	0.10	กิโลกรัม
	ก๊าซ N_2O จากการเผาฝาง[b]	0.0004	0.0074	กิโลกรัม
	ก๊าซ CH_4 จากการเผาฝาง[c]	0.02	0.25	กิโลกรัม
	ก๊าซ CH_4 จากนาข้าว[d]	20.21	10.84	กิโลกรัม
ขยะ[2]	ฟางข้าว/ตอซัง[e]	725.30	778.40	กิโลกรัม

ที่มา [1]จากการสำรวจ

[2]จากการคำนวณ โดย [a] วิธีคำนวณแสดงไว้ดังหน้าที่ 33

[b] วิธีคำนวณแสดงไว้ดังหน้าที่ 35

[c] วิธีคำนวณแสดงไว้ดังหน้าที่ 35

[d] วิธีคำนวณแสดงไว้ดังหน้าที่ 35

2) เชื้อเพลิง ได้แก่

น้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบด้วย น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเฉลี่ย 14.02 ลิตรต่อไร่ และ 0.07 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ และนาปรังมีปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเฉลี่ย 20.27 ลิตรต่อไร่ และ 0.17 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ

บัญชีรายการแบ่งตามประเภทสารขาออก

1) ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวเปลือก เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 518.07 กิโลกรัมต่อไร่ และนาปรังมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 556.00 กิโลกรัมต่อไร่

2) มลสารทางอากาศ

การปลูกข้าวนาปีจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 0.08 กิโลกรัม ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฝาง 0.0004 กิโลกรัม ก๊าซมีเทนจากการเผาฝาง 0.02 กิโลกรัม และก๊าซมีเทนจากนาข้าว 20.21 กิโลกรัม ส่วนข้าวนาปรังจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 0.10 กิโลกรัม ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฝาง 0.0074 กิโลกรัม ก๊าซมีเทนจากการเผาฝาง 0.25 กิโลกรัม และก๊าซมีเทนจากนาข้าว 10.84 กิโลกรัม

3) ขยะ ได้แก่ ฟางข้าว/ตอซัง เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณฟางข้าว/ตอซังเฉลี่ย 725.30 กิโลกรัมต่อไร่ และนาปรังมีปริมาณฟางข้าว/ตอซังเฉลี่ย 778.40 กิโลกรัมต่อไร่

4.2 ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว

จากบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกสามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวตามวิธีการของการจัดทำบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือก ดังนี้

4.2.1 เป้าหมายของการศึกษา

เป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้ คือ เพื่อทราบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตข้าวเปลือกจากเกษตรกรที่ปลูกข้าวในลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

4.2.2 ขอบเขตการศึกษา

การประเมินครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และก๊าซมีเทน (CH_4) จากการผลิตและใช้ปัจจัยทางการเกษตร ตลอดช่วงเวลาการปลูก 1 ปี การเพาะปลูก คือ ข้าวนาปรัง เพาะปลูกระหว่าง 1 มีนาคม 2556 – 15 มิถุนายน 2556 และข้าวนาปี เพาะปลูกระหว่าง วันที่ 16 มิถุนายน 2556 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2557 (ภาพที่ 4.3)

4.2.3 หน่วยการทำงาน

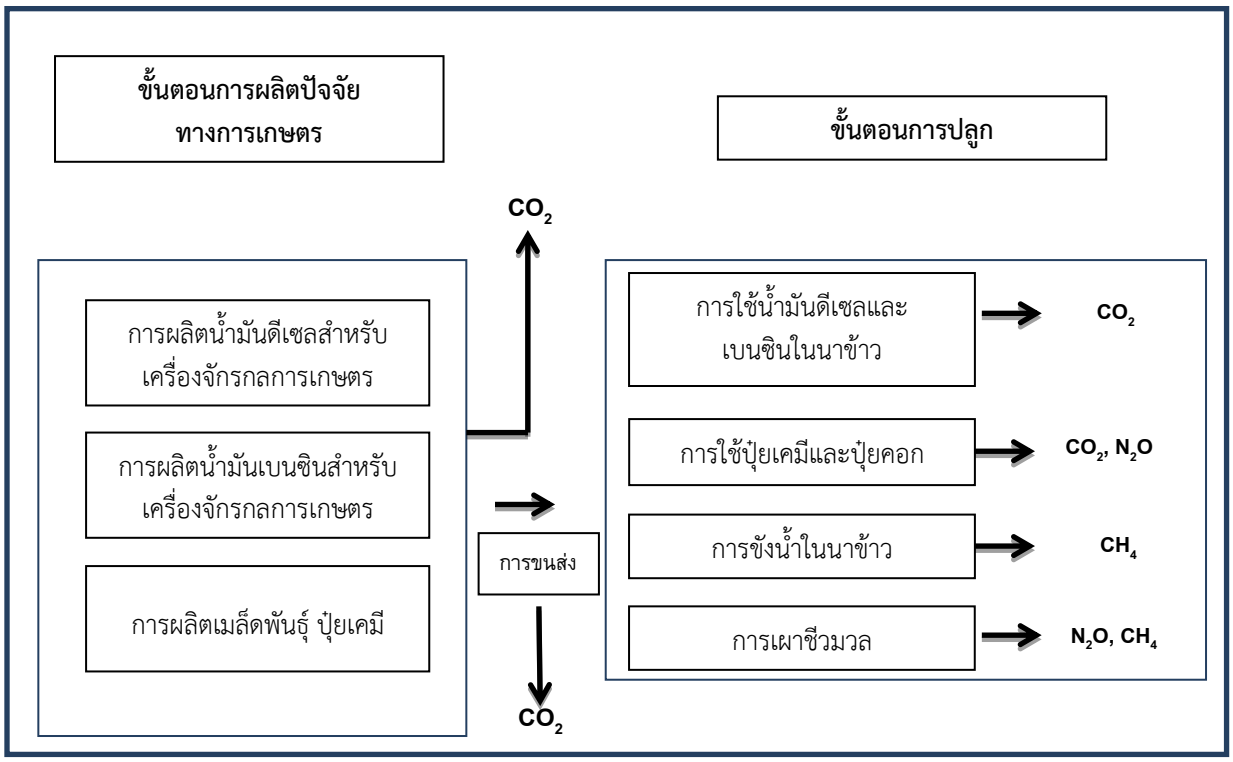
หน่วยการทำงานของการศึกษาครั้งนี้ คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อ 1 กิโลกรัมของข้าวเปลือก ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจะรายงานในรูปของกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($kgCO_2eq$) โดยใช้ค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อนของก๊าซ CO_2, CH_4 และ N_2O มีค่าเท่ากับ 1, 25 และ 298 ตามลำดับ

4.2.4 ข้อมูล

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตข้าวเปลือกครั้งนี้ ใช้ข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ

1) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ปี 2556 จำนวน 165 ราย ข้อมูลที่ต้องการประกอบด้วยข้อมูลการจัดการนาข้าว เช่น การจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินการกำจัดศัตรูพืช การใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร การจัดการเศษวัสดุชีวมวล เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ และมีการคัดกรองข้อมูลบางส่วนออก โดยการตัดข้อมูลที่มีผลผลิตที่ต่ำหรือสูงกว่าปกติออก

2) ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor : EF) ซึ่งได้จากคู่มือของ IPCC 2006 รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร (2555) และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2556)



ภาพที่ 4.3 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตข้าวเปลือก

4.2.5 วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในหัวข้อนี้ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (C_2O) ตลอดจนการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และก๊าซมีเทน (CH_4) สามารถประเมินได้ดังสมการต่อไปนี้

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ (kg CO_2eq)

= ข้อมูลกิจกรรม[ก] (หน่วย) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรม[ข]

(kg CO2eq/หน่วย) สมการที่ 4.1

[ก] รายละเอียดข้อมูลกิจกรรมจะแสดงในตารางที่ 4.1

[ข] ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรมแสดงในตารางผนวกที่ 1

กิจกรรมต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

1) น้ำมันเชื้อเพลิง แบ่งเป็น

1.1) น้ำมันดีเซล คำนวณได้จากสมการที่ 4.2 และ 4.3

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตน้ำมันดีเซล

= ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ทั้งหมด (กิโลกรัม) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตดีเซล ($kgCO_2eq$/กิโลกรัม) สมการที่ 4.2

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการใช้น้ำมันดีเซล

= ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ทั้งหมด (ลิตร) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ดีเซล 1 ลิตร ($kgCO_2eq$/ลิตร) สมการที่ 4.3

1.2) น้ำมันเบนซิน คำนวณได้จากสมการที่ 4.4 และ 4.5

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตน้ำมันเบนซิน

= ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้ทั้งหมด (กิโลกรัม) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตเบนซิน ($kgCO_2eq$/กิโลกรัม) สมการที่ 4.4

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการใช้น้ำมันเบนซิน

= ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้ทั้งหมด (ลิตร) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เบนซิน 1 ลิตร (kg CO_2eq/ลิตร) สมการที่ 4.5

2) การผลิตปุ๋ย

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย 3 ชนิดหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ซึ่งปกติปุ๋ยเคมีที่ใช้โดยทั่วไปในประเทศไทยจะเป็นปุ๋ยผสม ซึ่งจะมีสูตรปุ๋ยแตกต่างกันไปตามความต้องการของพืชที่ปลูกและชนิดของดินในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตปุ๋ยจึงต้องทราบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ที่ใส่ไปในระหว่างการปลูกข้าว สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 4.6

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตปุ๋ย

= {ปริมาณไนโตรเจนที่ใส่ในนาข้าว (กิโลกรัม) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ($kgCO_2eq$/kg-N)} + {ปริมาณฟอสฟอรัสที่ใส่ในนาข้าว (กิโลกรัม) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ยฟอสฟอรัส ($kgCO_2eq$/kg-P)} + {ปริมาณโพแทสเซียมที่ใส่ในนาข้าว (กิโลกรัม) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ยโพแทสเซียม ($kgCO_2eq$/kg-K)} สมการที่ 4.6

3) การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) จากการใช้ปุ๋ย

การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) จากการใช้ปุ๋ย สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 4.7 และ 4.8

การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์โดยตรงจากการใส่ปุ๋ย

= ปริมาณปุ๋ย N (กิโลกรัม) × ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (kgCO_2eq/kg-N) × 44/28[ก] *× 298* สมการที่ 4.7

การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์โดยอ้อมจากการสูญเสียปุ๋ย N ในรูป NH_3+NO_x จากการใส่ปุ๋ยเคมี

= ปริมาณปุ๋ย N (kg) × สัดส่วนที่สูญเสียในรูป NH_3+NO_x × ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgN_2O-N/kg N) × 44/28[ก]*× 298* สมการที่ 4.8

4) การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาชีวมวล คำนวณตามวิธีการของ IPCC 2006

กรณีที่ไม่รู้ปริมาณฟางต่อพื้นที่ สามารถคำนวณปริมาณฟางที่ถูกเผาได้ดังสมการที่ 4.9 และตารางที่ 4.2

ปริมาณฟางข้าวที่ถูกเผาในนา

= ผลผลิตข้าวทั้งปี (กิโลกรัม) x สัดส่วนฟางต่อผลผลิตx สัดส่วนน้ำหนักแห้ง x สัดส่วนที่ถูกเผา x สัดส่วนที่ถูกออกซิไดซ์ สมการที่ 4.9

การคำนวณมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

[ก] ไนโตรเจน 1% ของไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยจะกลายเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ ซึ่งไนโตรเจนปริมาณ 28 กิโลกรัม (kg) จะทำให้เกิด ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 44 กิโลกรัม (kg)

ตารางที่ 4.2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาฟางข้าวตามวิธีการของ IPCC 2006

ขั้นตอนที่	ข้อมูล	ข้าวนาปี	ข้าวนาปรัง	หมายเหตุ
(1)	ผลผลิต (กก./ไร่)	518.07	556.00	จากการสำรวจ
(2)	สัดส่วนฟางต่อผลผลิต	1.40	1.40	ข้อมูลจากคู่มือ IPCC GPG[ง] 2000
(3)=(1)x(2)	ปริมาณฟางข้าว (กก./ไร่)	518.07x1.40 =725.30	556.00x1.40 =778.40	จากการคำนวณ
(4)	สัดส่วนน้ำหนักแห้ง	0.88	0.88	ข้อมูลจากคู่มือ IPCC GPG[ง] 2000
(5)=(3)x(4)	น้ำหนักแห้ง	725.30x0.88 =638.26	778.40x0.88 =684.99	จากการคำนวณ
(6)	สัดส่วนชีวมวลที่ถูกเผา	0.01	0.15	ข้อมูลจาก Garivait, 2005
(7)	สัดส่วนที่ถูกออกซิไดซ์	0.90	0.90	ข้อมูลจากคู่มือ IPCC 2006
(8)=(4)x(6) x(7)	ปริมาณฟางข้าวที่ถูกเผาทั้งหมด (กก./ไร่)	638.26x0.01 x0.90 =5.74	684.99x0.15x0.90 =92.47	จากการคำนวณ
(9) = (8) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (กก./ไร่)	5.74 (กก.) x 2.7 (ก/กก.) x 1กก./1,000ก. =0.02	92.47 (กก.) x 2.7 (ก/กก.) x 1กก./1,000ก. = 0.25	ค่า EF จากคู่มือ IPCC 2006
(10) = (8)x 0.07	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (กก./ไร่)	5.74 (กก.) x 0.07 (ก/กก.) x 1กก./1,000ก. =0.0004	92.47 (กก.) x 0.07 (ก/กก.) x 1กก./1,000ก. = 0.0065	ค่า EF จากคู่มือ IPCC 2006

หมายเหตุ : จากการคำนวณ

[ง] วิธีการตาม IPCC Good Practice Guidance 2000

5) การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว มีรายละเอียดดังสมการที่ 4.10

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว = (อัตราการปล่อยต่อฤดูกาล (กรัมมีเทน/ตารางเมตร) ×1,600 ตารางเมตร)/1,000 กรัม สมการที่ 4.10

จากการศึกษาพบว่า นาปีเกษตรกรจะใช้น้ำฝนในการเพาะปลูก คิดเป็นร้อยละ 80.00 ของทั้งหมด และร้อยละ 20.00 จะใช้ชลประทาน และส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก คิดเป็นร้อยละ 70.00 ของทั้งหมด ร้อยละ 30.00 ไม่ได้ใช้ปุ๋ยใดๆ ในการปลูกข้าว จากข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ข้าวสาร (2556) ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ทำให้ได้ค่าอัตราการปล่อยต่อฤดูกาลเท่ากับ 12.63 กรัมมีเทนต่อตารางเมตร ส่วนนาปรัง เกษตรกรจะใช้ชลประทาน ร้อยละ 100.00 ของทั้งหมด และส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของทั้งหมด มีค่าอัตราการปล่อยต่อฤดูกาลเท่ากับ 6.78 กรัมมีเทน/ตารางเมตร (ตารางที่ 4.3) การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวปีและข้าวนาปรัง แสดงในสมการที่ 4.11 และสมการ 4.12

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการใช้น้ำและปุ๋ยในการเพาะปลูก และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน

ประเภทของนาข้าว	ร้อยละของการใช้น้ำในการเพาะปลูก[1]		ร้อยละของการใช้ปุ๋ย[2]			อัตราการปล่อยต่อฤดูกาล[3] (กรัมมีเทน/ตารางเมตร)
	ชลประทาน	น้ำฝน	ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยอินทรีย์	ไม่ได้ใช้	
นาปี	20.00	**80.00**	**70.00**	0.00	30.00	**12.63**
นาปรัง	**100.00**	0.00	**100.00**	0.00	0.00	**6.78**

ที่มา : [1,2] จากการคำนวณ

[3]ข้อกำหนดรายผลิตภัณฑ์สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ข้าวสาร (2556)

สามารถคำนวณได้ดังนี้

การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวปี = (อัตราการปล่อยต่อฤดูกาล (กรัมมีเทน/ตารางเมตร) ×1,600 ตารางเมตร)/1,000 กรัม

= 12.63 กรัมมีเทน/ตารางเมตร ×1,600 ตารางเมตร / 1,000 กรัม

= 20.21 (กิโลกรัมมีเทน/ไร่) สมการที่ 4.11

การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวปรัง = (อัตราการปล่อยต่อฤดูกาล (กรัมมีเทน/ตารางเมตร) ×1,600 ตารางเมตร)/1,000 กรัม

= 6.78 กรัมมีเทน/ตารางเมตร ×1,600 ตารางเมตร / 1,000 กรัม

= 10.84 (กิโลกรัมมีเทน/ไร่) สมการที่ 4.12

6) การขนส่งปัจจัยการผลิต

จากการขนส่งสามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าเฉลี่ยของระยะทางคูณด้วยปริมาณปัจจัยการผลิตที่บรรทุก จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทรถที่ใช้งานด้วย ทั้งนี้ สำหรับการขนส่งที่นำมาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะคิดจากการขนส่งปัจจัยการผลิตหรือวัตถุดิบในทุกกิจกรรมมายังนาข้าวหรือขนย้ายภายในนาข้าว ตั้งแต่กิจกรรมการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว การเตรียมดิน การปลูก การดูแลสวน ตลอดจนถึงการเก็บเกี่ยว แต่ไม่รวมถึงการขนส่งผลผลิตออกจากนาข้าว โดยพาหนะที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้ คือ รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7,000 กิโลกรัม เที่ยวไปไม่ได้บรรทุกอะไรเลย เที่ยวกลับบรรทุกเต็มกระบะ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.14 ดังนี้

$$EM_{Tra} = \sum \left[(EF_{Tra1,i} \times W_{Tra,i} \times T_{Tra,i})_{\text{เที่ยวกลับ}} + \left(\frac{EF_{Tra2,i} \times W_{Tra,i} \times T_{Tra,i}}{W_{Max\ of\ truck}}\right)_{\text{เที่ยวไป}} \right]$$

สมการที่ 4.13

EM_{Tra} = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปัจจัยการผลิต (kg CO_2 eq/ปี)

$EF_{Tra1,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งปัจจัยการผลิต i เที่ยวไป ($kgCO_2eq$/ton-km)

$EF_{Tra2,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งปัจจัยการผลิต i เที่ยวกลับ (kgCO_2 eq/km)

$W_{Tra,i}$ = ปริมาณการขนส่งปัจจัยการผลิตต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก (กิโลกรัม)

$T_{Tra,i}$ = ระยะทางของการขนส่งปัจจัยการผลิต i (km)

$W_{max\ of\ truck}$ = น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของรถ (กิโลกรัม)

เนื่องจากการขนส่งมีหลายกิจกรรม จึงขอยกตัวอย่าง การขนส่งเมล็ดพันธุ์ข้าว จำนวน 0.0406 กิโลกรัม (kg) จากร้านขายไปปลูกในนาข้าว ซึ่งเกษตรกรไปซื้อจากร้านค้าในตัวจังหวัดนครศรีธรรมราช หรือจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวจังหวัดสุราษฎร์ธานี ใช้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ น้ำหนักบรรทุก 7,000 กิโลกรัม ระยะทางเฉลี่ย 140 กิโลเมตร ต่อ 1 เที่ยว โดยเที่ยวไปวิ่งเปล่าส่วนเที่ยวกลับบรรทุกเต็ม ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ น้ำหนักบรรทุก 7,000 กิโลกรัม (บรรทุกเต็ม) เท่ากับ 0.1402 kg CO_2eq/Ton-km และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ น้ำหนักบรรทุก 7 ตัน (วิ่งเปล่า) เท่ากับ 0.3110 kg CO_2eq/km จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง เท่ากับ 0. 00104 kg CO_2eq ดังแสดงในสมการที่ 4.14

$$EM_{\text{พันธุ์}} = (0.1402 \frac{kgCO_2eq}{Ton-km} \times 0.0406\ kg \times 140km)_{\text{เที่ยวกลับ}} + (\frac{0.3110 \frac{kgCO_2eq}{km} \times 0.0406kg \times 140km}{7{,}000kg})_{\text{เที่ยวไป}}$$

$$EM_{\text{พันธุ์}} = 0.00104\ kgCO_2eq$$ สมการที่ 4.14

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 4.4

7) การใช้ปัจจัยการผลิต

เมื่อทราบปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดในนาข้าวแล้วสามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปัจจัยการผลิต ได้จากสมการที่ 4.15

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปัจจัยการผลิต

= ปริมาณปัจจัยการผลิตที่ใช้ทั้งหมด (ลิตร) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด (CO_2eq/ลิตร) สมการที่ 4.15

ตารางที่ 4.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง

รายการ	หน่วย	ข้าวนาปี			ข้าวนาปรัง		
		ปริมาณ* (หน่วยต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก)	**ระยะทาง** (กิโลเมตร)**	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง** ($kgCO_2eq$)	**ปริมาณ*** (หน่วยต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก)	**ระยะทาง** (กิโลเมตร)**	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง** ($kgCO_2eq$)
เมล็ดพันธุ์	กก.	0.0516	70.00	0.00066628	0.0406	140.00	0.00104848
ปุ๋ย	กก.	0.1221	19.25	0.00043406	0.0802	38.50	0.00057005
สารเคมีกำจัดวัชพืช	ลิตร	0.0010	15.00	0.00000279	0.0025	45.00	0.00002094
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	ลิตร	0.0130	15.00	0.00003606	0.0217	45.00	0.00018047
สารเคมี อื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดิน	ลิตร	-	-	-	0.0020	45.00	0.00001670
การใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	0.0270	15.00	0.00007472	0.0362	60.00	0.00040060
การใช้น้ำมันเบนซิน	ลิตร	0.0001	10.00	0.00000024	0.0003	20.00	0.00000107
รวม				**0.00121415**			**0.00223831**

ที่มา : จากการคำนวณ

4.2.6 ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก

จากวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหัวข้อ 4.2.5 จะได้ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หลังจากนั้นนำมาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อ 1 กิโลกรัมข้าวเปลือก สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก

ขั้นตอนที่	รายการ	ที่มา	ผลการประเมินข้าวนาปี		ผลการประเมินข้าวนาปรัง	
			(kg CO_2eq/ไร่)	($kgCO_2$eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)	(kg CO_2eq/ไร่)	($kgCO_2$eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)
	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ	**สมการที่ 4.1**	**A = ข้อมูลกิจกรรม[5] x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก[6]**	**A/518.07**	**B = ข้อมูลกิจกรรม[4] x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก[5]**	**B/556.00**
● **น้ำมันเชื้อเพลิง**						
(1)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตดีเซล	สมการที่ 4.2	= 11.91 × 0.3282* = 3.9089	= 3.9088/518.07 = 0.0076	= 17.23 × 0.3282 = 5.6549	= 5.6548/556.00 = 0.0102
(2)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ของดีเซล	สมการที่ 4.3	= 14.02 × 2.7446* = 38.4793	= 38.4792/518.07 = 0.0743	= 20.27 × 2.7446 = 55.6331	= 55.6330/556.00 = 0.1001
(3)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตเบนซิน	สมการที่ 4.4	= 0.05 × 0.7069* = 0.0354	= 0.0353/518.07 = 0.00007	= 0.12 × 0.7069 = 0.0848	= 0.0848/556.00 = 0.0002
(4)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ของเบนซิน	สมการที่ 4.5	= 0.07 × 2.2376* = 0.1566	= 0.1566/518.07 = 0.0003	= 0.17 × 2.2376 = 0.3804	= 0.3804/556.00 = 0.0007
(5)	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง**		**= 42.5802**	**= 0.0823**	**= 61.7532**	**= 0.1112**

[5] รายละเอียดข้อมูลกิจกรรมจะแสดงในตารางที่ 4.1

[6] ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรมแสดงในตารางผนวกที่ 1

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	รายการ	ที่มา	ผลการประเมินข้าวนาปี		ผลการประเมินข้าวนาปรัง	
			(kg CO_2eq/ไร่)	(kgCO_2eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)	(kg CO_2eq/ไร่)	(kgCO_2eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)
● **การผลิตปุ๋ย**						
(6)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย N	สมการที่ 4.6	= 37.28 × 2.6000 = 96.9280	= 96.9280/518.07 = 0.1871	= 51.96 × 2.6000 = 135.0960	= 135.0960/556.00 = 0.2430
(7)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย P	สมการที่ 4.6	= 6.64 × 0.2520 = 1.6733	= 1.6733/518.07 = 0.0032	= 12.40 × 0.2520 = 3.1248	= 3.1248/556.00 = 0.0056
(8)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย K	สมการที่ 4.6	= 5.86 × 0.1600 = 0.9376	= 0.9376/518.07 = 0.0018	= 9.79 × 0.1600 = 1.5664	= 1.5664/556.00 = 0.0028
(9)	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการใช้ปุ๋ย**	สมการที่ 4.6	**= 99.5389**	**= 0.1921**	**= 139.7872**	**= 0.2514**
● **ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ย**						
(10)	การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์โดยตรงจากการใส่ปุ๋ย	สมการที่ 4.7	= 37.28×0.0030* ×44/28×298 = 52.3731	= 52.3731/518.07 = 0.1011	= 51.96×0.0030* ×44/28×298 = 72.9964	= 72.9964/556.00 = 0.1313
(11)	การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์โดยอ้อมจากสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจน ในรูป NH_3+NO_x การใส่ปุ๋ยเคมี	สมการที่ 4.8	= 37.28×0.1*×0.01* ×44/28 ×298 = 17.4577	= 17.4577/518.07 = 0.0337	= 51.96×0.1×0.01 ×44/28×298 = 24.3321	= 24.3321/556.00 = 0.0438
(12)	**การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ย**		**= 69.8308**	**= 0.1348**	**= 97.3285**	**= 0.1751**

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	รายการ	ที่มา	ผลการประเมินข้าวนาปี		ผลการประเมินข้าวนาปรัง	
			(kg CO_2eq/ไร่)	(kgCO_2eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)	(kg CO_2eq/ไร่)	(kgCO_2eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)
● **การเผาฟางข้าว**						
(13)	การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเผาฟาง	ตารางที่ 4.2	= 0.0200×25 = 0.5000	= 0.5000/518.07 = 0.0010	= 0.2500×25 = 6.2500	= 6.2500/556.00 = 0.0112
(14)	การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฟาง	ตารางที่ 4.2	= 0.0004×298 = 0.1192	= 0.1192/518.07 = 0.0002	= 0.0065×298 = 1.9370	= 1.9370/556.00 = 0.0035
(15)	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาฟางข้าว**		**= 0.6192**	**= 0.0012**	**= 8.1870**	**= 0.0147**
● **ก๊าซมีเทนจากการนาข้าว**						
(16)	การปล่อยก๊าซมีเทนจากการนาข้าว	สมการที่ 4.12 สมการที่ 4.13	= 20.21×25 = 505.2500	= 505.2500/518.07 = 0.9753	= 10.84×25 = 271.0000	= 271.0000/556.00 = 0.4874
● **การขนส่งปัจจัยการผลิต**						
(17)	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปัจจัยการผลิต**	ตารางที่ 4.4	**-**	**= 0.0012**	**-**	**= 0.0022**

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	รายการ	ที่มา	ผลการประเมินข้าวนาปี		ผลการประเมินข้าวนาปรัง	
			(kg CO_2eq/ไร่)	(kgCO_2eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)	(kg CO_2eq/ไร่)	(kgCO_2eq/ 1 kg ข้าวเปลือก)
●	**การใช้ปัจจัยการผลิต**					
(18)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเมล็ดพันธุ์ข้าว	สมการที่ 4.15	= 26.71×0.2500 = 6.6775	= 6.6775/518.07 = 0.0129	= 22.55×0.2500 = 5.6375	= 5.6375/556.00 = 0.0101
(19)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปุ๋ยอินทรีย์	สมการที่ 4.15	= 34.48×0.1097* = 3.7825	= 3.7824/518.07 = 0.0073	= 22.38×0.1097* = 2.4551	= 2.4550/556.00 = 0.0044
(20)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารเคมีกำจัดวัชพืช	สมการที่ 4.15	= 0.53×10.2089* = 5.4107	= 5.4107/518.07 = 0.0104	= 1.55×10.2089* = 15.8238	= 15.8237/556.00 = 0.0285
(21)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	สมการที่ 4.15	= 3.37×16.5873* = 55.8992	= 55.8992/518.07 = 0.1079	= 6.04×16.5873* = 100.1873	= 100.1872/556.00 = 0.1802
(22)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารเคมีอื่นๆ	สมการที่ 4.15	-	-	= 1.12×0.5330* = 0.5970	= 0.5969/556.00 = 0.0011
(23)	**การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปัจจัยการผลิต**		= 71.7699	= 0.1385	= 124.7007	= 0.2243
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกทุเรียน			**= 789.5890**	**= 1.5254**	**= 705.7566**	**= 1.2663**

ที่มา : จากการสำรวจ

4.2.7 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก

หลังจากประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ในทุกกระบวนการผลิตแล้ว จากนั้นสามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง โดยนำค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวมาถ่วงน้ำหนักด้วยปริมาณผลผลิตข้าว ปีเพาะปลูก 2556 ซึ่งได้จากการสำรวจ

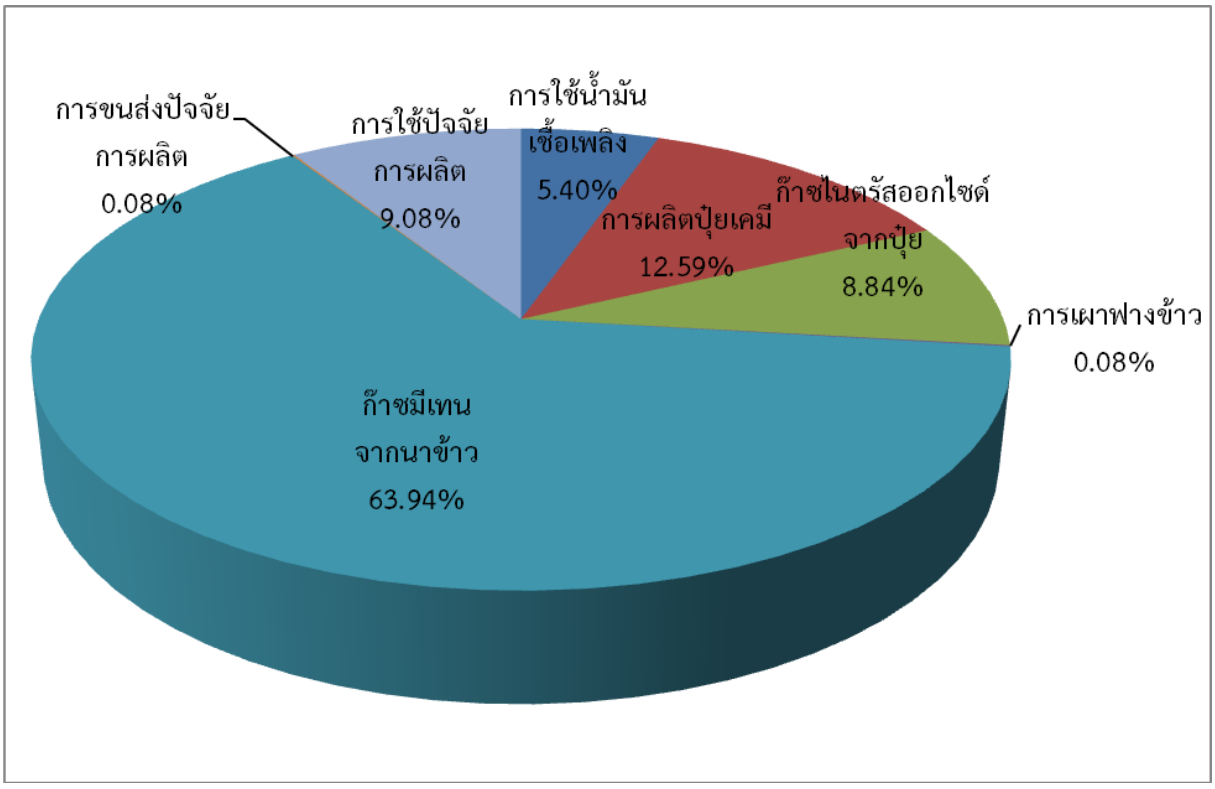
จากการศึกษาพบว่า กรณีข้าวนาปี ข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม จะมีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.5253 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยแบ่งออกเป็น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.94 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 12.59 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการใช้ปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 9.08 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 8.84 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการใช้เชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 5.40 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การขนส่งปัจจัยการผลิตและจากการเผาฟางข้าว คิดเป็นร้อยละ 0.08 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เท่ากัน

กรณีข้าวนาปรัง ข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม จะมีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.2664 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยแบ่งออกเป็น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.49 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 19.85 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการใช้ปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 17.71 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 13.83 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การใช้เชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 8.78 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การเผาฟางข้าว คิดเป็นร้อยละ 1.16 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และจากการขนส่งปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 0.18 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (ตารางที่ 4.6 ภาพที่ 4.4 และภาพที่ 4.5)

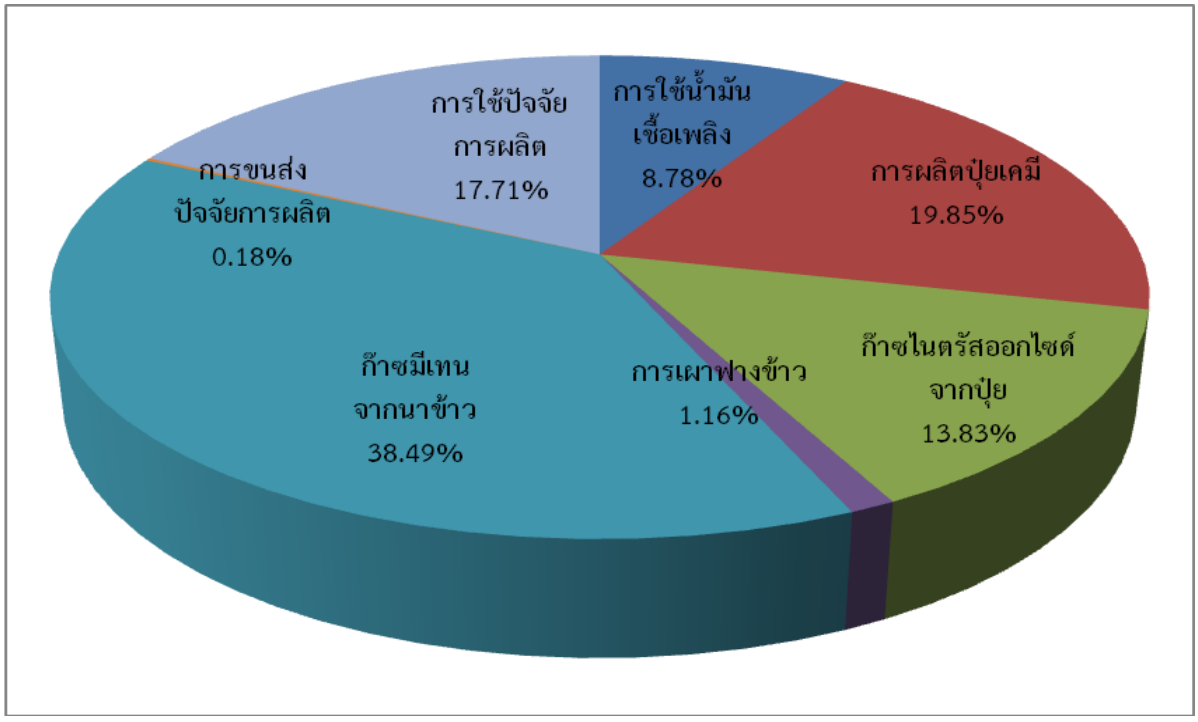
ตารางที่ 4.6 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก

รายการ	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2eq/kg$ ข้าวเปลือก)			
	นาปี	ร้อยละ	นาปรัง	ร้อยละ
น้ำมันเชื้อเพลิง	0.0823	5.40	0.1112	8.78
การผลิตปุ๋ย	0.1921	12.59	0.2514	19.85
ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย	0.1348	8.84	0.1751	13.83
การเผาฟางข้าว	0.0012	0.08	0.0147	1.16
ก๊าซมีเทนจากนาข้าว	0.9753	63.94	0.4874	38.49
การขนส่งปัจจัยการผลิต	0.0012	0.08	0.0022	0.18
การใช้ปัจจัยการผลิต	0.1385	9.08	0.2243	17.71
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งหมด	**1.5254**	**100.00**	**1.2663**	**100.00**

ที่มา : จากการคำนวณ



ภาพที่ 4.4 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวนาปี



ภาพที่ 4.5 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวนาปรัง

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวจะแปรผกผันกับปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้ต่อปี ถ้าปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้น้อยจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง แต่ถ้าปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้มากจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำลง ทั้งนี้ผลการศึกษายังพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดจากการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเป็นสาเหตุอันดับแรก เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจนและเมื่อมีการขังน้ำในนาข้าวทำให้เกิดก๊าซมีเทน โดยก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในดินส่วนใหญ่จะถูกปล่อยโดยการแพร่ผ่านต้นข้าวสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้การปล่อยก๊าซมีเทนจึงเกิดขึ้นมากในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีน้ำขังเป็นเวลานาน ข้าวนาปีให้ผลผลิตต่อปีน้อยกว่าข้าวนาปรังและมีระยะเวลาการขังของน้ำมากกว่าข้าวนาปรังทำให้ข้าวนาปีมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่า

เกษตรกรใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ค่อนข้างสูงและเลือกใช้ชนิดและสูตรปุ๋ยที่หลากหลาย การใส่ปุ๋ยเคมีสามารถส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาหลายชนิด เช่น ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NO_2) ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และถ้าใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เกินความต้องการของพืชและปุ๋ยไม่ตรงกับชนิดของพืช นอกจากจะไม่ส่งผลดีต่อพืชแล้ว จะส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วย

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการศึกษา

การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกและเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีเพาะปลูก 2556 แนวทางการหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้เทคนิค Life Cycle Assessment (LCA) เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดทำข้อมูลวัฏจักรชีวิตจากการปลูกข้าว โดยรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 165 ราย มีผลการศึกษาดังนี้

การจัดทำบัญชีรายการของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการผลิตข้าวเปลือกรวมถึงสิ่งที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการผลิต โดยมุ่งประเด็นไปที่การใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปลูก จนกระทั่งการเก็บเกี่ยว แบ่งเป็น สารขาเข้า คือ การใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรในการปลูกข้าว ประกอบด้วย เมล็ดพันธุ์ข้าว ปุ๋ย สารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช สารเคมีอื่น ๆ และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และสารขาออก ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ คือ ข้าวเปลือกสด ขยะที่เป็นของแข็ง คือ ฟางข้าว/ตอซัง และมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และก๊าซมีเทน (CH_4)

จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 26.71 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณเฉลี่ย 34.48 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยเคมีมีปริมาณเฉลี่ย 44.66 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืชเฉลี่ย 0.53 ลิตรต่อไร่ ปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 3.37 ลิตรต่อไร่ มีปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเฉลี่ย 14.02 ลิตรต่อไร่ และ 0.07 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ เกษตรกรไม่ได้ใช้สารเคมีอื่นๆ และวัสดุปรับปรุงดิน เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 518.07 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ การปลูกข้าวนาปีจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 0.08 กิโลกรัม ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฝาง 0.0004 กิโลกรัม ก๊าซมีเทนจากการเผาฝาง 0.02 กิโลกรัม และก๊าซมีเทนจากนาข้าว 20.21 กิโลกรัม และมีปริมาณฟางข้าว/ตอซังเฉลี่ย 725.30 กิโลกรัมต่อไร่

เกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังมีปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 22.55 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณใช้ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 22.38 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 49.38 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืช เฉลี่ย 1.55 ลิตรต่อไร่ ปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 6.04 ลิตรต่อไร่ ใช้สารเคมีอื่นๆและวัสดุปรับปรุงดินเฉลี่ย 1.12 ลิตรต่อไร่ การใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเฉลี่ย 20.27 ลิตรต่อไร่ และ 0.17 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 556.00 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ ข้าวนาปรังจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 0.10 กิโลกรัม ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาฝาง 0.0074 กิโลกรัม ก๊าซมีเทนจากการเผาฝาง 0.25 กิโลกรัม และก๊าซมีเทนจากนาข้าว 10.84 กิโลกรัม และมีปริมาณฟางข้าว/ตอซังเฉลี่ย 778.40 กิโลกรัมต่อไร่

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม พบว่า กรณีข้าวนาปี ข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม จะมีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.5253 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยแบ่งออกเป็น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยก๊าซมีเทนมี

สัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.94 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 12.59 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการใช้ปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 9.08 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 8.84 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการใช้เชื้อเพลิง คิดเป็น ร้อยละ 5.40 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การขนส่งปัจจัยการผลิตและจากการเผาฟางข้าว คิดเป็นร้อยละ 0.08 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เท่ากัน

กรณีข้าวนาปรัง ข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม จะมีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.2664 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยแบ่งออกเป็น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยก๊าซมีเทนมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.49 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 19.85 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จากการใช้ปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 17.71 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย คิดเป็นร้อยละ 13.83 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การใช้เชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 8.78 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การเผาฟางข้าว คิดเป็นร้อยละ 1.16 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และจากการขนส่งปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 0.18 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวจะแปรผกผันกับปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้ต่อปี ถ้าปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้น้อยจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง แต่ถ้าปริมาณข้าวเปลือกที่ผลิตได้มากจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำลง ทั้งนี้ผลการศึกษายังพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดจากการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเป็นสาเหตุอันดับแรก เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพไร้ก๊าซออกซิเจนและเมื่อมีการขังน้ำในนาข้าวทำให้เกิดก๊าซมีเทน โดยก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในดินส่วนใหญ่จะถูกปล่อยโดยการแพร่ผ่านต้นข้าวสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้การปล่อยก๊าซมีเทนจึงเกิดขึ้นมากในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีน้ำขังเป็นเวลานาน ข้าวนาปีให้ผลผลิตต่อปีน้อยกว่าข้าวนาปรังและมีระยะเวลาการขังของน้ำมากกว่าข้าวนาปรังทำให้ข้าวนาปีมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่า

เกษตรกรใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ค่อนข้างสูงและเลือกใช้ชนิดและสูตรปุ๋ยที่หลากหลาย การใส่ปุ๋ยเคมีสามารถส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาหลายชนิด เช่น ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NO_2) ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และหถ้าใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เกินความต้องการของพืชและปุ๋ยไม่ตรงกับชนิดของพืช นอกจากจะไม่ส่งผลดีต่อพืชแล้ว จะส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ก๊าซมีเทนในนาข้าวเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นควรพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง หรือมีระยะเวลาการท่วมขังของน้ำสั้นลง หรือปล่อยน้ำออกจากนาไปในช่วงที่ต้นข้าวกำลังออกดอก ออกรวง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด เพื่อลดค่ามีเทนลง ลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาน้ำ ส่งผลให้ต้นทุนการปลูกข้าวลดลงไปด้วย

2) เกษตรกรควรปรับพฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมี เลือกใช้ปุ๋ยและสารเคมีที่ถูกต้องตรงตามความต้องการของข้าวให้ถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อเป็นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดต้นทุนการผลิตได้

3) ควรพัฒนาการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรในสินค้าเกษตรชนิดอื่นที่สำคัญอย่างต่อเนื่อง

4) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสร้างองค์ความรู้และถ่ายทอดวิธีการปฏิบัติที่ดีที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวที่มิตรกับสิ่งแวดล้อม ตระหนักและเข้าใจถึงผลกระทบจากภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นจากการภาคเกษตร และส่งผลให้ประหยัดต้นทุนในการปลูกข้าวอีกด้วย

บรรณานุกรม

กรกต พรมโสดา. 2551. **การจัดทำข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กองปฐพีวิทยา. 2542. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ,** เอกสารวิชาการ. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2547. **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2556. **ข้อมูลพื้นฐาน [ออนไลน์].** เข้าถึงได้จาก : http://www.nakhonsithammarat.go.th/web_52/geography.php (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 กรกฎาคม 2557)

คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ 2554. **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์.** องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ฉันฐิสา เกศมณี. 2540. **การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการอุตสาหกรรมการผลิต.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์. 2534. **ดินที่ใช้ปลูกข้าว.** กรุงเทพมหานคร: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธาริณี เผ่าสีหา และคณะ. 2555. **การประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของนาข้าวที่ปลูกตามแนวทางเกษตรเคมีและอินทรีย์ร่วมกับการจัดการน้ำ,** การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 2 การปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์สู่เศรษฐกิจสีเขียว. 18 - 19 สิงหาคม 2011. กรุงเทพฯ กรุงเทพมหานคร ราชอาณาจักรไทย

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีพลังสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2555. **โครงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรในเชิงเศรษฐกิจ กรณีศึกษา: ต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.** รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีพลังสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2555. **โครงการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตร.** รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2536. **การปลดปล่อยและปัจจัยที่มีอทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เพ็ญศรี วัจฉละญาณ. 2550. **โลกร้อน.** วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ. ปีที่1 ฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม-กันยายน): 63-64.

รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และคณะ. 2553. **การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าว สำหรับการติดฉลากคาร์บอน เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำในการบรรเทาภาวะโลกร้อน**, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.

ระวิวรรณ กาญจสุนทร. 2537. **ผลการทานาสวนและ นาไร่ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในจังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณฑกา พจน์โยธิน. 2543. **ผลกระทบของปัจจัยด้านพันธุ์ข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในจังหวัดราชบุรีโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์. 2549. **การประเมินการแพร่กระจายของก๊าซมีเทนจากนาข้าวโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ**. กรุงเทพมหานคร: คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556.** เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 401.

สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมจากแหล่งกำเนิด 8 ประเภท และสัดส่วนแยกตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก (2553). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Greenhouse_Gas_by_Sector.png (วันที่สืบค้นข้อมูล : 18 กันยายน 2557)

Alexander Knohl and Edzo Veldkamp. 2011. **Global change: Indirect feedbacks to rising CO_2. [ออนไลน์].** เข้าถึงได้จาก: http://www.readcube.com/articles/10.1038/475177a. (วันที่สืบค้นข้อมูล 18 กันยายน 2557)

Garivait. S. 2005. **Monitoring and assessment of biomass open burning in agricultural areas/lands in Thailand**. Pollution control department (PCD).

IPCC. (2006). 2006 **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In B. L. Eggleston H.S.. Japan: IGES [ออนไลน์].** เข้าถึงได้จาก: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 กรกฎาคม 2557)

Minami, K., Takata, K., Noike, T., Tilche, A. and Janaki, k. 1997. **Atmospheric methane sources,sink, and strategies for reducing agricultural emission.** Journal of Water Science and Technology. Vol.36. Pp. 509-516.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

รายการ	หน่วย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
การผลิตดีเซล	kgCO_2eq/kg	0.3282
การเผาไหม้ดีเซล	kg CO_2eq/L	2.7446
การผลิตเบนซิน	kg CO_2eq/kg	0.7069
การเผาไหม้เบนซิน	kg CO_2eq/L	2.2376
การผลิตปุ๋ยไนโตรเจน	kg CO_2eq/kg-N	2.6000
การผลิตปุ๋ยฟอสฟอรัส	kgCO_2eq/kg-P	0.2520
การผลิตปุ๋ยโพแทสเซียม	kg CO_2eq/kg-K	0.1600
การปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรงจากการใส่ปุ๋ย	kgCO_2eq/kg-N	0.0030
การปล่อยก๊าซ N_2O โดยอ้อมจากการสูญเสียปุ๋ย N ในรูป NH_3+NO_x จากการใส่ปุ๋ยเคมี	kgN_2O-N/kg N	0.0100
สัดส่วนที่สูญเสียในรูป NH_3+NO_x	ไม่มีหน่วย	0.1000
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งแบบปกติ 100% Loading	kg CO_2 eq/ton-km	0.1402
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งเที่ยวกลับ 0% Loading	kg CO_2 eq/km	0.3111
เมล็ดพันธุ์ข้าว	kgCO_2eq/kg	0.2500
สารเคมีกำจัดวัชพืช	kgCO_2eq/L	10.2089
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	kgCO_2eq/L	16.5873
สารเคมีอื่นๆ	kgCO_2eq/L	0.5330

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2556)