บทที่ 4
คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ

"ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% เกรด 1 (AA) บรรจุในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม คิดเป็น 39 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยขั้นตอนการปลูกข้าว เป็นขั้นตอนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดมากกว่า 97% ของปริมาณรวม"

การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการศึกษานี้ ดำเนินการตามวิธีการในมาตรฐาน PAS 2050 รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การกำหนดเป้าหมายในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์

โครงการวิจัยนี้ กำหนดเป้าหมายเพื่อสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์เชิงปฏิบัติเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้มาตรฐาน PAS ในการวิเคราะห์ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อทราบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิต สำหรับใช้จำแนกแนวทางในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตลอดห่วงโซ่การผลิต

2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา

"ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ"

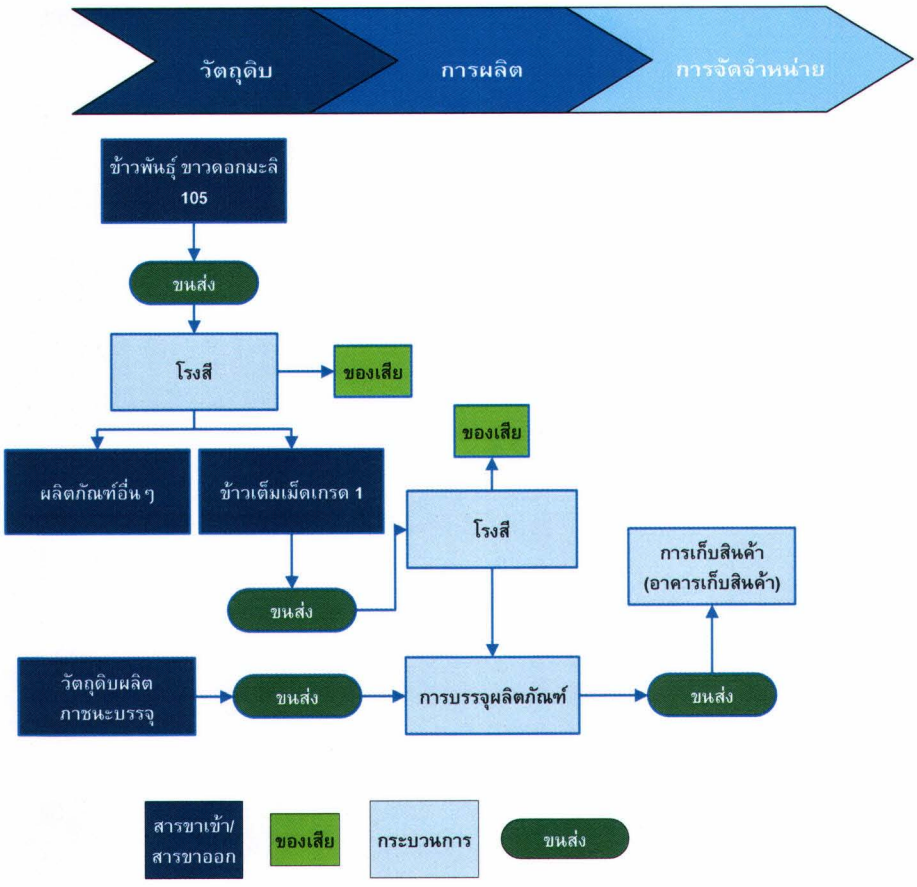
เป็นที่นิยมของผู้บริโภคในต่างประเทศ ทำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกปี เพื่อเป็นการส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมในการขยายตลาดไปยังสหภาพยุโรป ซึ่งเป็นตลาดที่ส่งเสริมการค้าและการบริโภคที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงถูกเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างในการศึกษาวิจัย

ภาพที่ 4-1 ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ

หน่วยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ กำหนดเป็นขนาดบรรจุสำหรับการบริโภคที่นิยมสูงสุด คือ ขนาด 5 กิโลกรัม โดยเลือกถุง Cast Polypropylene/Linear Low Density Polyethylene (CPP/LLDPE) ซึ่งเป็นถุงที่กำลังจะถูกนำมาใช้ในทุกๆ ผลิตภัณฑ์ที่จะส่งขายในทุกๆ ประเทศ เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับแบรนด์สินค้า

3. ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% ชั้น 1 (AA) บรรจุในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม เป็นผลิตภัณฑ์ที่บริษัทโครงการสาธิตจัดจำหน่ายให้กับผู้ซื้อที่เป็นองค์กรธุรกิจ ดังนั้นขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์จึงกำหนดเป็นระหว่างองค์กรธุรกิจหรือ B2B (Business to Business) ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การปลูกข้าว การสีข้าว การผลิตภาชนะบรรจุและการจัดจำหน่ายไปยังผู้ซื้อ ตลอดจนการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน (ภาพที่ 4-2)



ภาพที่ 4-2 ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ

จากขอบเขตการศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ พื้นที่ที่ทำการศึกษาโครงการวิจัยนี้ ได้แก่

- นาข้าว จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิหลักให้กับโรงสีที่เป็นผู้ค้าปัจจัยการผลิตหลักของบริษัทโครงการสาธิต

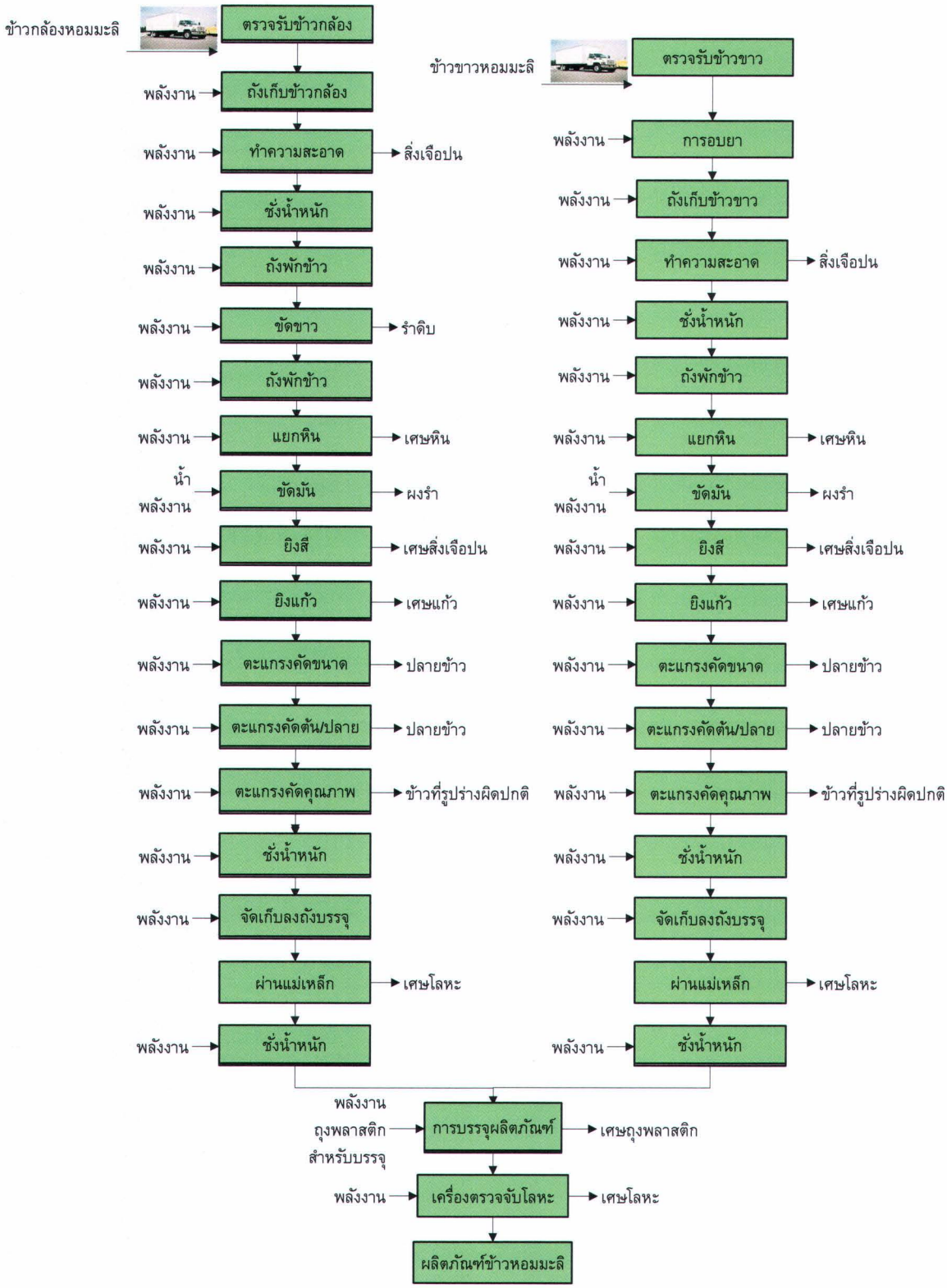
- โรงสีข้าว จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ โรงสีข้าวที่จังหวัดร้อยเอ็ด 3 แห่ง จังหวัดศรีสะเกษ 1 แห่ง และจังหวัดอุบลราชธานี 1 แห่ง

- โรงงานผลิตข้าวสารหอมมะลิ (บริษัทโครงการสาธิต) จำนวน 1 แห่ง คือ บริษัทบางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ตั้งอยู่ที่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

- โรงงานผลิตภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ ถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม จำนวน 1 แห่ง ที่อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

4. การสร้างแผนผังการไหล

จากการกำหนด ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่กำหนด สามารถสร้างแผนผังการไหลของระบบผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ (ภาพที่ 4-3)



ภาพที่ 4-3 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ

5. การรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

5.1 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ

5.1.1 ขั้นตอนการปลูกข้าว

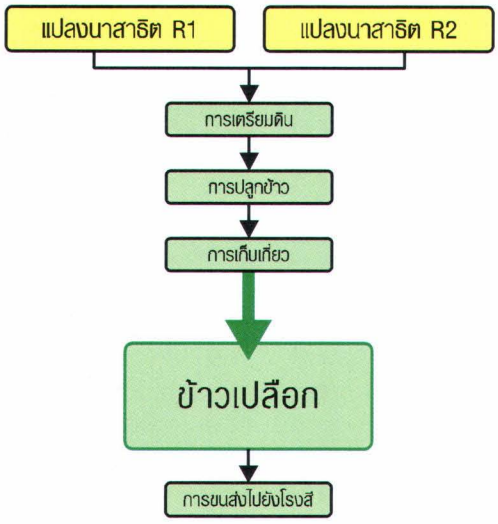
ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการปลูกข้าวที่ต้องการ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกในแต่ละกิจกรรมการผลิต ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การผลิตเมล็ดพันธุ์ การเตรียมพื้นที่ การปลูกข้าว การใส่ปุ๋ยในแปลงนาหลังจากออกเมล็ดและหลังข้าวออกรวง การเก็บเกี่ยวข้าว และการจัดการฟางข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวข้าว (ภาพที่ 4-4) รวมทั้งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตั้งแต่หรือหลังจากวันที่ 1 มกราคม ปี พ.ศ. 2533

ในการศึกษานี้ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากแหล่งปลูกข้าวหลักที่อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยแปลงที่ 1 (R1) เป็นแปลงที่ปลูกตามวิธีของเกษตรกรในพื้นที่ และแปลงที่ 2 (R2) เป็นนาข้าวที่เป็นแปลงทดลองของบริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ซึ่งมีลักษณะเป็นนาน้ำฝนที่สามารถปลูกข้าว ปีละ 1 ครั้ง โดยพื้นที่ดังกล่าวมีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา มากกว่า 20 ปี ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้ไม่ต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กิจกรรมการปลูกข้าวของแต่ละแปลงนา รายละเอียดเป็นดังนี้

- แปลง R1 มีขั้นตอนการปลูกข้าวเริ่มตั้งแต่การไถกลบตอซังเพื่อเตรียมดิน และมีการไถกลบอีก 2 ครั้ง ในเดือนมกราคมและเดือนเมษายนก่อนทำการหว่านเมล็ดพันธุ์ การใช้น้ำจะใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว สำหรับการใส่ปุ๋ยในแปลงนาหว่าน ครั้งแรกใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ในช่วง 1 อาทิตย์ หลังจากหว่านข้าว การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 จะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 หลังจากการหว่าน 20-25 วัน ครั้งที่ 3 จะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หลังจากการหว่านข้าว 1-2 เดือน และครั้งสุดท้ายจะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อีก ในช่วงข้าวแตกกอถึงตั้งท้อง การเก็บเกี่ยวจะใช้รถเกี่ยวข้าว และรถอัดฟาง โดยการจัดการฟางข้าวเป็นการเก็บฟางข้าวออกจากนาเพื่อนำไปขาย และไถกลบตอซังเพื่อเตรียมดินในรอบถัดไป

- แปลง R2 การเตรียมดินใช้รถไถเช่นเดียวกับแปลง R1 และอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ส่วนการปลูกข้าวในแปลงใช้วิธีการทำนาดำ[1] ในการใส่ปุ๋ยของแปลงนี้จะใช้ปุ๋ยชีวภาพแบบน้ำที่มีส่วนผสมของกากน้ำตาลและหัวเชื้อจุลินทรีย์ โดยจะใส่ 3 ครั้ง ครั้งละ 50 ลิตรต่อไร่ ตลอดระยะเวลาการปลูก ครั้งแรกจะใส่ในช่วง 1 อาทิตย์ หลังจากการปลูกข้าว ครั้งที่ 2 ใส่ในช่วง 1-2 เดือนหลังจากปลูกข้าว และครั้งสุดท้ายใส่ระยะข้าวแตกกอถึงระยะตั้งท้อง การเก็บเกี่ยวของแปลงนี้จะใช้แรงงานคน และการจัดการฟางใช้การไถกลบทั้งฟางข้าวและตอซังสำหรับเตรียมดินในรอบต่อไป โดยแปลง R1 ใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถไถและรถเกี่ยวข้าว ส่วนแปลง R2 ใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถไถเท่านั้นและใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว



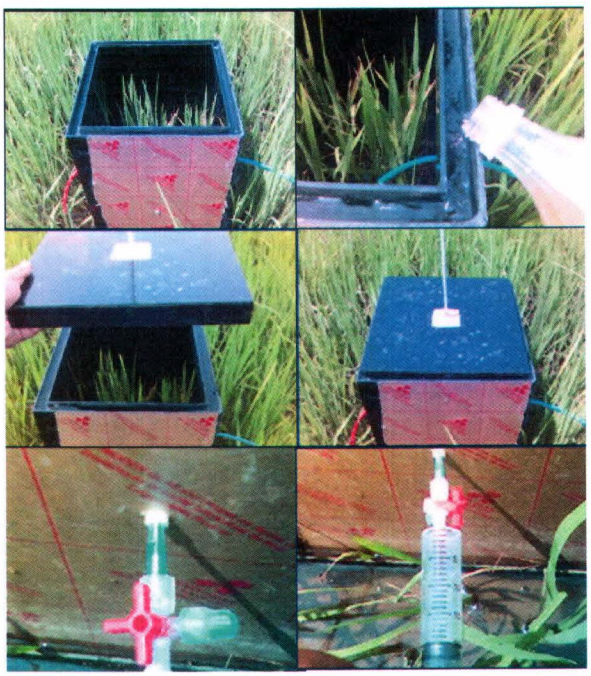
ภาพที่ 4-4 ขั้นตอนการผลิตข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าว รวบรวมโดยการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเทน โดยเก็บตัวอย่างที่แปลง R1 และ R2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Closed chamber โดยมีฐานทรงสี่เหลี่ยมขนาด 0.3×0.3×0.1 เมตร (กว้าง×ยาว×สูง) ฝังอยู่ในดินนาตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเพื่อลดการรบกวนระบบ ในขณะเก็บตัวอย่างใช้กล่องเก็บตัวอย่างทำจากอะคริลิกทึบแสง ขนาด 0.3×0.3×0.8 เมตร (กว้าง×ยาว×สูง) ครอบลงบนฐาน (ภาพที่ 4-5) จากนั้นเก็บตัวอย่างก๊าซจากกล่องที่เวลา 0 นาที 10 นาที 20 นาที และ 30 นาที และบันทึกอุณหภูมิในกล่องตามเวลาที่เก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการคำนวนอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ตั้งแต่ช่วงเตรียมดินจนถึงเกี่ยวข้าวซึ่งในแต่ละแปลงนามีจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด จึงมีจุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 จุดในแต่ละพื้นที่ทดลอง (ภาพที่ 4-6)

[1] การทำนาดำ หมายถึง การทำนาที่ต้องมีการตกกล้าเตรียมไว้ก่อน และเมื่อกล้ามีอายุพอเหมาะจึงทำการถอนกล้าไปปักดำในนาที่เตรียมดินไว้แล้ว และมีการขังน้ำอยู่ในนาตลอดฤดูปลูก

หลังจากนั้นนำก๊าซที่ได้มาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (Shimadzu model GC 14B, Japan) Flame Ionization Detector (FID) โดยใช้ unibead C column โดยใช้อุณหภูมิของ Detector Injection และ Column เท่ากับ 300 องศาเซลเซียส 120 องศาเซลเซียสและ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และใช้ก๊าซ Helium เป็น carrier gas เพื่อวิเคราะห์มีเทน โดยใช้ปริมาณตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรในการวิเคราะห์ และวิเคราะห์ไนตรัสออกไซด์โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography 63Ni electron capture detector (ECD) ซึ่งใช้อุณหภูมิ Detector Injection และ Column เท่ากับ 300 120 และ 65 องศาเซลเซียส ตามลำดับโดยใช้ปริมาณตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ในการวิเคราะห์และคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซ

ภาพที่ 4-5 กล่องเก็บตัวอย่างก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเทนจากแปลงนาข้าว

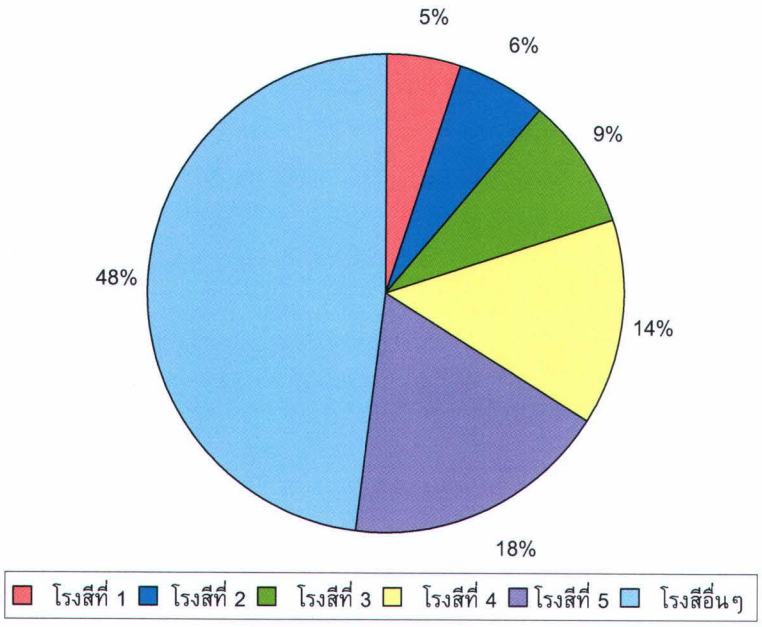


ภาพที่ 4-6 วิธีการเก็บก๊าซในนาข้าวโดยวิธี Close chamber

5.1.2 ขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีผู้ค้าปัจจัย)

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการปลูกข้าวที่ต้องการ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกในแต่ละกิจกรรมการผลิต ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่เมล็ดพันธุ์ การเตรียมที่ดิน การทำนา การใส่ปุ๋ยในแปลงนาหลังจากออกเมล็ดและหลังข้าวออกรวง การเก็บเกี่ยวข้าว และการจัดการฟางข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวข้าว

ในการศึกษานี้ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมจากโรงสีหลักจำนวน 5 แห่งที่เป็นผู้จัดส่งวัตถุดิบ คิดเป็นสัดส่วน 52% ของปริมาณวัตถุดิบข้าวหอมมะลิที่ส่งให้แก่บริษัทโครงการสาธิตทั้งหมด โดยแบ่งเป็นข้าวกล้อง 23% และข้าวขาว 29% (ภาพที่ 4-7) จึงใช้ข้อมูลจากโรงสี 5 แห่ง เป็นข้อมูลตัวแทนของการสีข้าวโดยปรับสัดส่วนให้เป็น 100%



ภาพที่ 4-7 สัดส่วนการจัดส่งข้าวให้บริษัทโครงการสาธิต

- โรงสีที่ 1 ตั้งอยู่ที่จังหวัดศรีสะเกษ มีสัดส่วนการส่งข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 คิดเป็น 5% โดยเป็นข้าวที่ผ่านการขัดขาวแล้ว มีกำลังการผลิต 420 เกวียนต่อวัน เทคโนโลยีโรงสีเป็นโรงสีขนาดใหญ่ พลังงานที่ใช้ในโรงสี คือ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานไอน้ำที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง รับซื้อขาวหอมมะลิพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากเกษตรกรรายย่อยและพ่อค้าคนกลางในจังหวัดศรีสะเกษและใกล้เคียง การขนส่งข้าวไปยัง บริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ระยะทางขนส่ง (ไป-กลับ) ประมาณ 1,036 กิโลเมตร โดยมีขั้นตอนการสีข้าว เริ่มตั้งแต่การตรวจรับข้าวและลำเลียงเข้าสู่ถังเก็บข้าวเปลือก หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาดข้าวและทำการ

แยกหิน ต่อมาทำการกระเทาะเปลือกได้เป็นข้าวกล้อง หลังจากนั้นนำข้าวกล้องที่ได้ไปผ่านการขัดขาวและขัดมัน จากนั้นนำไปคัดแยกข้าวเป็นข้าวขนาดต่างๆ และส่งต้นข้าวขัดขาว เกรด 1 AA ไปยัง บริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด

- โรงสีที่ 2 ตั้งอยู่ที่จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นผู้ค้าปัจจัยการผลิตที่มีการจัดส่งข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้แก่บริษัทโครงการสาธิต คิดเป็นสัดส่วน 6% (ข้าวกล้อง 5.5% และข้าวขาว 0.5%) มีกำลังการผลิต 133-600 ตันข้าวเปลือกต่อวัน จัดเป็นโรงสีขนาดใหญ่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวในการสีข้าว โดยรับข้าวหอมมะลิพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาจากเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ใกล้เคียง และจากพ่อค้าคนกลางที่รับข้าวจากจังหวัดร้อยเอ็ด มุกดาหาร นครพนม และอุบลราชธานี ระยะทางในการขนส่งข้าวไปยังบริษัทโครงการสาธิต คิดเป็นระยะทางไป-กลับ ประมาณ 935 กิโลเมตร โดยมีขั้นตอนการสีข้าว เริ่มตั้งแต่การรับข้าวเปลือกจากรถส่งข้าว และทำความสะอาดข้าวเพื่อคัดแยกเศษหญ้าและเมล็ดลีบออก หลังจากนั้นทำการกระเทาะเปลือกข้าวเปลือกให้ได้เป็นข้าวกล้อง จากนั้นนำข้าวกล้องที่ได้ไปทำการขัดขาว และคัดแยกข้าวเป็นขนาดต่างๆ โดยต้นข้าวขาว 100% ชั้น 1[1] และชั้น 2[2] ผ่านกระบวนการยิงสีเพื่อคัดแยกข้าวเหนียวและข้าวเสียออกจากข้าวขาว หลังจากนั้นทำการบรรจุส่งไปยังบริษัทโครงการสาธิต

- โรงสีที่ 3 ตั้งอยู่ที่จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นผู้ค้าปัจจัยการผลิตที่มีการจัดส่งข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ข้าวกล้อง) ไปยังบริษัทโครงการสาธิต 9% โดยโรงสีที่ 1 มีกำลังการผลิต 150-240 ตันข้าวเปลือกต่อวัน จัดเป็นโรงสีขนาดใหญ่ ใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานไอน้ำที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง รับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกรรายย่อยในอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด และจากพ่อค้าคนกลางที่รับข้าวมาจากจังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดศรีสะเกษ และจัดส่งข้าวกล้องไปยังบริษัทโครงการสาธิต เป็นระยะทางขนส่ง (ไป-กลับ) ประมาณ 935 กิโลเมตร โดยมีขั้นตอนการสีข้าว เริ่มจากการตรวจรับข้าวเปลือกจากรถส่งข้าว และทำความสะอาดข้าวโดยใช้ตะแกรงทำความสะอาด ต่อมาทำการกระเทาะเปลือกได้เป็นข้าวกล้องและแกลบ หลังจากนั้นนำไปผ่านตะแกรงโยกเพื่อแยกต้นข้าวออกจากเมล็ดข้าวเปลือกเพื่อนำไปกระเทาะเปลือกอีกครั้ง และทำการแยกต้นข้าวและปลายข้าว โดยต้นข้าวที่ได้จะเป็นข้าวกล้องส่งไปบริษัทโครงการสาธิต ส่วนปลายข้าวจะขายให้กับโรงงานอาหารสัตว์ (ไก่)

---

[1] ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 ประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 60 ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8 ส่วน ไม่เกินร้อยละ 4 นอกนั้นเป็นต้นข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 8 ส่วนขึ้นไป

[2] ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 2 ประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8 ส่วน ไม่เกินร้อยละ 4.5 ในจำนวนนี้อาจมีข้าวหักที่มีความยาวไม่ถึง 5 ส่วนและไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 7 ไม่เกินร้อยละ 0.5

- โรงสีที่ 4 ตั้งอยู่ที่จังหวัดร้อยเอ็ด มีสัดส่วนการส่งข้าวให้บริษัทโครงการสาธิตเพื่อผลิตข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100 % ชั้น 1 (AA) คิดเป็น 14% โดยเป็นข้าวกล้องหอมมะลิ ซึ่งโรงสีมีกำลังการผลิต 300 ตันข้าวเปลือกต่อวัน หรือคิดเป็น 50,000 ตันข้าวเปลือกต่อปี จัดเป็นโรงสีขนาดใหญ่ รับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดร้อยเอ็ดและพ่อค้าคนกลางที่ซื้อข้าวจากชาวนาในจังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดมุกดาหาร และจังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งใช้รถอีแต๋น รถกะบะ และรถบรรทุกในการขนส่งข้าวมาส่งยังโรงสี โดยการขนส่งข้าวไปยังบริษัทโครงการสาธิต มีระยะทางขนส่ง (ไป-กลับ) ประมาณ 935 กิโลเมตร สำหรับขั้นตอนการสีข้าวของโรงสีที่ 4 เริ่มตั้งแต่การรับข้าวเปลือก โดยมีการตรวจคุณภาพข้าวเพื่อตรวจสอบสิ่งปลอมปนและตรวจสอบพันธุ์ข้าว หลังจากนั้นทำการอบเพื่อให้มีความชื้นไม่เกิน 14% และทำความสะอาดข้าวโดยตะแกรงทำความสะอาด ต่อมาทำการกระเทาะเปลือกข้าวได้เป็นข้าวกล้องและแยกปลายออก หลังจากนั้นทำการขัดขาว และทำการยิงสีเพื่อคัดข้าวเสีย และข้าวเมล็ดดำออกจากข้าวขาว ต่อมานำข้าวที่ขัดขาวแล้วไปแยกเป็นขนาดต่างๆ โดยผ่านตะแกรงคัดขนาด

- โรงสีที่ 5 ตั้งอยู่ที่จังหวัดอุบลราชธานี เป็นผู้ค้าปัจจัยการผลิตที่มีสัดส่วนการจัดส่งข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้แก่บริษัทโครงการสาธิตสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 18% (ข้าวกล้อง 15% และข้าวขาว 3%) โดยมีกำลังการผลิต 100 ตันข้าวเปลือกต่อวัน หรือประมาณ 35,000 ตันข้าวเปลือกต่อปี จัดเป็นโรงสีขนาดใหญ่ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวในการสีข้าว รับข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาจากนาข้าวของโรงสี และเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ใกล้เคียง ระยะทางในการขนส่งข้าวไปยังบริษัทโครงการสาธิต คิดเป็นระยะทางขนส่ง (ไป-กลับ) ประมาณ 1,160 กิโลเมตร โดยมีขั้นตอนการสีข้าว เริ่มตั้งแต่การรับข้าวเปลือกจากรถส่งข้าว และทำความสะอาดข้าวเพื่อคัดแยกเศษหญ้าและเมล็ดลีบออก หลังจากนั้นทำการกระเทาะเปลือกข้าวเปลือกให้ได้เป็นข้าวกล้อง และนำไปผ่านตะแกรงเหลี่ยมเพื่อคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องและนำไปกระเทาะเปลือกใหม่ ต่อมานำข้าวกล้องไปผ่านตะแกรงโยกซึ่งเป็นการคัดแยกอย่างละเอียด เพื่อที่จะนำข้าวเปลือกที่หลงเหลืออยู่ไปกระเทาะเปลือกอีกครั้ง หลังจากนั้นนำข้าวกล้องที่ได้ไปทำการขัดขาว 3 รอบ และขัดมัน 2 รอบ ข้าวที่ได้จะผ่านตะแกรงคัดแยกข้าวเป็นขนาดต่างๆ โดยต้นข้าว 100% ชั้น 1 และชั้น 2 ผ่านกระบวนการยิงสีเพื่อคัดแยกข้าวเหนียวและข้าวเสียออกจากข้าวขาว หลังจากนั้นทำการบรรจุส่งไปยังบริษัทโครงการสาธิต

5.1.3 ขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีของบริษัทโครงการสาธิต)

กระบวนการผลิตข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% ชั้น 1 (AA) เริ่มตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบ ซึ่งบริษัทโครงการสาธิตมีการใช้วัตถุดิบข้าว 2 ประเภท คือ ข้าวกล้องและข้าวขาว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันในบางกระบวนการ คือ การ

ผลิตที่ใช้วัตถุดิบข้าวกล้องหอมมะลิ หลังจากการตรวจรับข้าวกล้องจากรถบรรทุกข้าวจะทำการลำเลียงข้าวกล้องลงเก็บถังข้าวกล้อง ต่อมาจะทำความสะอาดและชั่งน้ำหนักข้าวกล้อง หลังจากลำเลียงเข้าสู่ถังพักข้าว จะทำการขัดขาวข้าวกล้อง เพื่อให้ได้ข้าวขาว แล้วทำการลำเลียงข้าวขาวที่ได้ลงสู่ถังพักข้าว หลังจากนั้นทำการแยกหินก่อนการขัดมันข้าวขาวที่ได้ ทำการยิงสี ยิงแก้ว เพื่อคัดแยกสิ่งสกปรกออกจากข้าว และนำข้าวเข้าสู่ตะแกรงคัดขนาดเพื่อแยกต้นข้าว โดยเมื่อผ่านตะแกรงคัดขนาดข้าวจะแยกเป็น 3 ส่วน คือ ต้นข้าว ปลายข้าว และส่วนที่เป็นต้นข้าวรวมกับปลายข้าว ซึ่งส่วนที่เป็นต้นข้าวรวมกับปลายข้าวจะผ่านตะแกรงคัดต้นปลายเพื่อแยกต้นข้าวออกมา หลังจากนั้นต้นข้าวทั้งหมดจะผ่านเข้าตะแกรงคุณภาพ เพื่อคัดแยกข้าวที่ไม่ต้องการออกไป เหลือแต่ต้นข้าวที่ได้ขนาดนำไปชั่งน้ำหนักและจัดเก็บลงถังบรรจุ

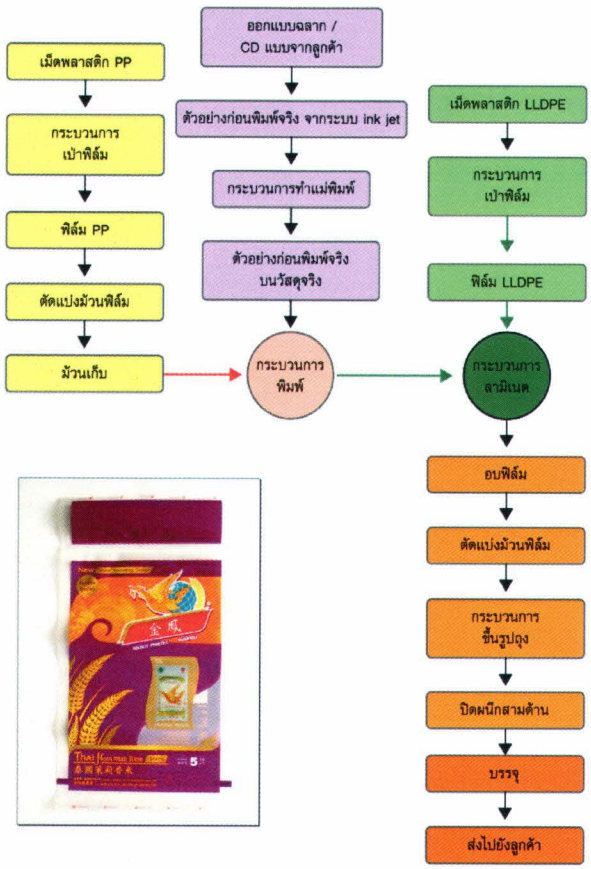
สำหรับกระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบเป็นข้าวขาวหอมมะลิ หลังจากการตรวจรับข้าวขาวจากรถบรรทุกข้าวจะทำการอบยาโดยใช้สารเคมี คือ เมทธิลโบรไมด์ และฟอสฟีน ต่อมาทำการลำเลียงข้าวขาวลงเก็บถังข้าว เมื่อทำความสะอาดและชั่งน้ำหนักข้าวขาวและลำเลียงเข้าสู่ถังพักข้าวแล้ว จะทำการแยกหินก่อนทำการขัดมันข้าวขาวที่ได้ หลังจากนั้นจะทำการยิงสี ยิงแก้ว เพื่อคัดแยกสิ่งสกปรกออกจากข้าว และนำข้าวเข้าสู่ตะแกรงคัดขนาดเพื่อคัดแยกต้นข้าว โดยเมื่อผ่านตะแกรงคัดขนาดข้าวจะถูกคัดแยกเป็น 3 ส่วน คือ ต้นข้าว ปลายข้าว และส่วนที่เป็นต้นข้าวรวมกับปลายข้าว ซึ่งส่วนที่เป็นต้นข้าวรวมกับปลายข้าวจะผ่านตะแกรงคัดต้นปลายเพื่อแยกต้นข้าวออกมา หลังจากนั้นต้นข้าวทั้งหมดจะผ่านเข้าตะแกรงคัดขนาด เพื่อคัดแยกข้าวที่ไม่ต้องการออกไป เช่น เมล็ดข้าวลีบ หรือข้าวอ้วน เหลือแต่ต้นข้าวที่ได้ขนาดนำไปชั่งน้ำหนักและจัดเก็บลงถังบรรจุ

เมื่อกระบวนการผลิตข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% ชั้น 1 (AA) จากวัตถุดิบที่เป็นข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวขาวหอมมะลิมาถึงขั้นตอนที่ได้ข้าวที่ได้ขนาดและจัดลงถังบรรจุแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิลงในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม โดยจะนำข้าวหอมมะลิทั้งที่ผลิตจากวัตถุดิบทั้งสองประเภทจากถังบรรจุไปผ่านแม่เหล็กเพื่อคัดแยกเศษโลหะที่ปนเปื้อนออก หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักและบรรจุลงภาชนะบรรจุ ซึ่งก่อนจะทำการปิดปากถุงจะมีการตรวจจับโลหะปนเปื้อนโดยเครื่องตรวจจับโลหะอีกครั้งหนึ่ง และนำผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิที่ได้ไปทำการถุงกระสอบพลาสติกสาน PP (Polypropylene) ซึ่งเป็นภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งเป็นขั้นสุดท้าย

5.1.4 ขั้นตอนการผลิตบรรจุภัณฑ์

(1) ถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม

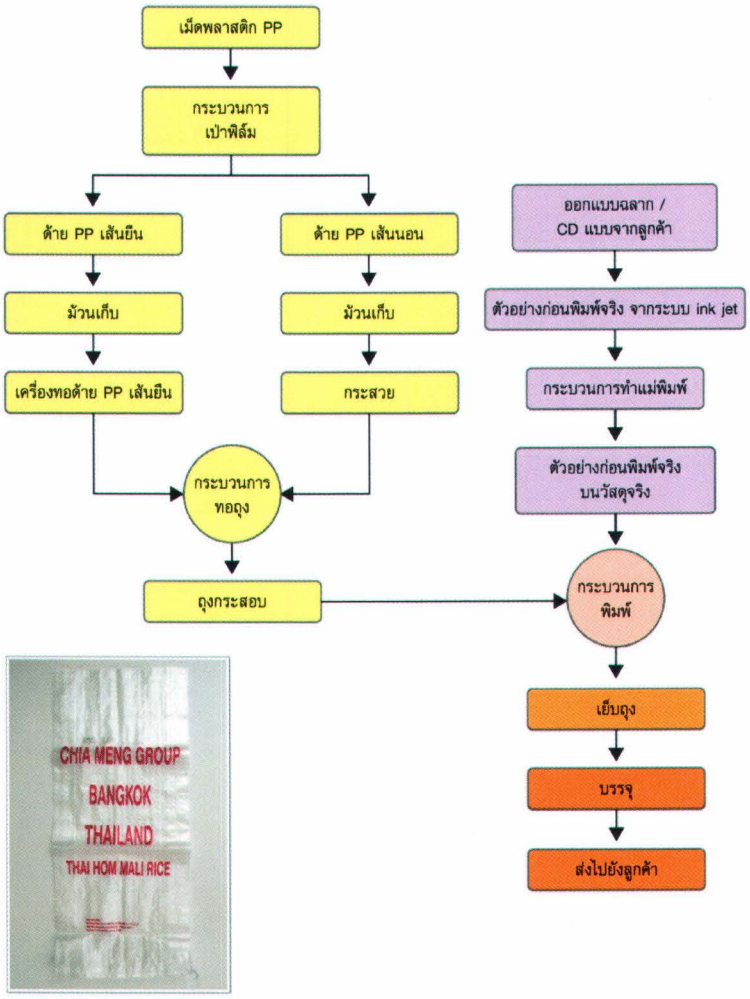
ขั้นตอนการผลิตถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม เริ่มตั้งแต่การออกแบบภาชนะบรรจุและภาพกราฟฟิกบนภาชนะบรรจุ นำภาพกราฟฟิกที่ได้รับการออกแบบมาทำการแยกสีและพิมพ์ตัวอย่างบนกระดาษเพื่อตรวจสอบความถูกต้องสีและความคมชัด ก่อนนำไปทำแม่พิมพ์ จากนั้นทำการพิมพ์ทดสอบบนฟิล์ม CPP (Cast polypropylene film) อีกครั้งเพื่อตรวจสอบสีและความคมชัด ก่อนการพิมพ์จริงลงบนฟิล์ม CPP จากนั้นนำฟิล์มพิมพ์ที่ได้ไปทำการประกบติดกับฟิล์ม LLDPE (Linear low density polyethylene) โดยวิธี Dry lamination ซึ่งฟิล์ม LLDPE ผลิตโดยวิธีการเป่าแบบ Co-extrusion และผ่านการปรับสภาพผิวเพื่อเพิ่มความสามารถในการประกบติดกับฟิล์ม CPP หลังจากได้ฟิล์มประกบติดกันแล้วนำฟิล์มที่ได้ไปทำการตัดขอบขึ้นรูปถุงแบบปิดผนึก 3 ด้าน ม้วนเก็บและห่อเพื่อนำส่งไปยัง บริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ต่อไป (ภาพที่ 4-8)



ภาพที่ 4-8 กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุ ถุง CPP/LLDPE

(2) ถุงกระสอบพลาสติก PP สาน ขนาดบรรจุ 30 กิโลกรัม

ขั้นตอนการผลิตถุง PP สาน เริ่มจากการผลิตเส้นเทป โดยเครื่อง Tap Extruder Machine นำเส้นเทปที่ได้ผ่านสู่เครื่องกรอเส้นเทปเพื่อนำไปทอเป็นถุง จากนั้นนำถุงที่ได้ไปทำการเคลือบเพื่อกันความชื้นและอากาศ พิมพ์ และตัดเย็บเป็นถุง พร้อมบรรจุและส่งไปยังบริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ต่อไป (ภาพที่ 4-9)



ภาพที่ 4-9 กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุสำหรับขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิไปยังต่างประเทศ

5.1.5 ขั้นตอนการจัดจำหน่าย

ในการศึกษานี้ กำหนดสมมุติฐานว่าเป็นการจัดจำหน่ายไปยังผู้ซื้อที่ประเทศสิงคโปร์ โดยครอบคลุมตั้งแต่การขนส่งโดยใช้รถหัวลากน้ำหนักบรรทุก 80 ตัน จากบริษัท บางซื่อ

โรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ไปยังท่าเรือท่าปูน และการขนส่งทางเรือจากท่าเรือท่าปูนไปสิ้นสุดที่ท่าเรือ Port of Singapore เมือง Bukit Merah ประเทศสิงคโปร์

5.2 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลปฐมภูมิ รวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ประกอบการโรงสี บริษัทผู้ผลิตข้าวสารหอมมะลิ และบริษัทผู้ผลิตภาชนะบรรจุ ส่วนข้อมูลทุติยภูมิ พิจารณาใช้แหล่งที่มาของข้อมูลตามลำดับดังนี้

- ข้อมูลจากฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย
- ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่มีการทบทวนบทความ
- ข้อมูลจากฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของต่างประเทศ โดยพิจารณาเลือกข้อมูลที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับบริบทของประเทศไทยมากที่สุด
- ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่มีการทบทวนบทความ ที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับบริบทของประเทศไทยมากที่สุด

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ แหล่งที่มาของข้อมูลและวิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน แสดงในตาราง 4-1 ถึง 4-5

ตารางที่ 4-1 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าว

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
วิธีผลิตเมล็ดพันธุ์ ปริมาณการใช้ และการขนส่งที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
ปริมาณการใช้น้ำ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใช้	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและใช้ปุ๋ย	ข้อมูลทุติยภูมิ	การผลิตปุ๋ยจากฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008) และการคำนวณหาปริมาณการปล่อย N_2O จากการใช้ปุ๋ย ด้วยวิธี IPCC (1996)

ตารางที่ 4-1 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าว (ต่อ)

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (รถไถในการไถกลบ)	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการปลูกข้าว	ข้อมูลปฐมภูมิ	การตรวจวัด
ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการเก็บเกี่ยว	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการจัดการฟางข้าว	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
การขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์เกษตรกร
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูลการขนส่งของประเทศไทย (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2552)

ตารางที่ 4-2 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีผู้ค้าปัจจัยการผลิต)

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
ปริมาณข้าวเปลือกที่สี	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขุดเจาะพลังงานปฐมภูมิและการผลิตไฟฟ้า	ข้อมูลทุติยภูมิ	รายงานวิชาการ (EGATT, 2552) และฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณข้าวที่สีแล้ว (แยกตามประเภทข้าว ได้แก่ ข้าวเต็มเมล็ด ข้าวหัก ปลายข้าว แกลบ และรำ)	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
การขนส่งไปยังบริษัทผู้ผลิตข้าวหอมมะลิ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูลการขนส่งของประเทศไทย (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2552)

ตารางที่ 4-3 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีบริษัทโครงการสาธิต)

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
ปริมาณข้าวกล้อง/ข้าวขาว	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขุดเจาะพลังงานปฐมภูมิและการผลิตไฟฟ้า	ข้อมูลทุติยภูมิ	รายงานวิชาการ (EGATT, 2552) และฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)

ตารางที่ 4-3 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีบริษัทโครงการสาธิต) (ต่อ)

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
ปริมาณข้าวที่สีแล้ว (แยกตามประเภทข้าว ได้แก่ ข้าวขาวเต็มเมล็ดประเภทต่างๆ ข้าวไม่เต็มเมล็ด)	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณภาชนะบรรจุ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
การขนส่งไปยังสิงค์โปร์	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงสี
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูลการขนส่งของประเทศไทย (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2552)

ตารางที่ 4-4 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการขนส่ง

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
ชนิดยานพาหนะ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์
ระยะทางการขนส่ง	ข้อมูลปฐมภูมิ	ระยะทางการขนส่งทางบก http://maps.google.co.th ระยะทางการขนส่งทางน้ำ www.searates.com/reference/portdistance/
ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูลการขนส่งของประเทศไทย (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2552)

ตารางที่ 4-5 วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการผลิตภาชนะบรรจุ

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	แหล่งที่มา	วิธีการรวบรวม
ปริมาณวัตถุดิบ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขุดเจาะพลังงานปฐมภูมิและการผลิตไฟฟ้า	ข้อมูลทุติยภูมิ	รายงานวิชาการ (EGATT, 2552) และฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณภาชนะบรรจุที่ผลิตได้	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ
การขนส่งไปยังบริษัทผู้ผลิตข้าวหอมมะลิ	ข้อมูลปฐมภูมิ	การสัมภาษณ์โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูล EcoInvent (Frischknecht *et al.*, 2008)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง	ข้อมูลทุติยภูมิ	ฐานข้อมูลการขนส่งของประเทศไทย (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2552)

5.3 วิธีการตรวจสอบคุณภาพข้อมูล

หลังจากการรวบรวมข้อมูลเสร็จสิ้น ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลที่รวบรวมได้ โดยการตรวจสอบสมดุลมวลสารและพลังงาน (Mass and energy balance) รวมทั้งการตรวจสอบสมมุติฐาน แหล่งที่มาของข้อมูลทดแทน (หากมี) ตลอดจนความผิดปกติของค่าข้อมูล จากการเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่ได้กับผลการศึกษาก่อนหน้านี้หรือจากประสบการณ์ก่อนหน้านี้

ตารางที่ 4-6 แหล่งที่มาของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน วิธีการรวบรวม และการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

ขั้นตอน	แหล่งที่มาของข้อมูล	วิธีการรวบรวมข้อมูล	การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล
การปลูกข้าว	ข้อมูลปฐมภูมิ	- การสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับวิธีการปลูกและการจัดการระหว่างการปลูก (เช่น การไถพรวน การใส่ปุ๋ย) และหลังจากการเก็บเกี่ยว (เช่น การจัดการซังข้าว) - การตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากแปลงนาข้าว	เทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้และค่าอ้างอิงตามรายงาน IPCC (2006)
การสีข้าวที่โรงสี	ข้อมูลปฐมภูมิ	- ระบบการจัดเก็บข้อมูลของโรงสี	ทำสมดุลมวลสาร ปันส่วนโดยใช้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ และ เทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้
การสีข้าวที่บริษัทผู้ผลิตข้าวสารหอมมะลิ	ข้อมูลปฐมภูมิ	- ระบบการจัดเก็บข้อมูลของบริษัทฯ	ทำสมดุลมวลสาร ปันส่วนโดยใช้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ และ เทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้
การผลิตถุง	ข้อมูลปฐมภูมิ	- ระบบการจัดเก็บข้อมูลของบริษัทผลิตถุง	ทำสมดุลมวลสาร และเทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้
การบรรจุ	ข้อมูลปฐมภูมิ	- ระบบการจัดเก็บข้อมูลของบริษัทฯ	เทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้
การจัดจำหน่าย	ข้อมูลทุติยภูมิ	- ฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมต่างประเทศ	เทียบกับการรายงานค่าที่วัดได้ก่อนหน้านี้

หมายเหตุ ประเมินจากการปลูกข้าวตลอดปี (1 ฤดู) การสีข้าวตลอดปี รอบการผลิตถุงตามคำสั่งซื้อล่าสุด และการจัดจำหน่ายตลอดปี

6. ผลการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม

ผลการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน เป็นดังนี้

6.1 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการปลูกข้าว

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการปลูกข้าว แสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการปลูกข้าว

สารขาเข้า	ปริมาณ	สารขาออก	ปริมาณ
พื้นที่ (ตารางเมตร)	32,000	ข้าวเปลือก (กิโลกรัม)	4,140
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	407	ก๊าซมีเทน (กิโลกรัม)	672
ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 (กิโลกรัม)	333	ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (กิโลกรัม)	41
ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 (กิโลกรัม)	200		

6.2 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี แสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี

โรงสีที่ 1		
การขนส่งโดยเกษตรกรรายย่อย		
ยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	สัดส่วนการขนส่ง
รถกะบะ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถอีแต๋น (กิโลเมตร)	40	10%
การขนส่งโดยพ่อค้าคนกลาง		
รถกะบะ (กิโลเมตร)	1,036	3%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	1,036	3%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	1,036	3%
รวม		100%

ตารางที่ 4-8 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี (ต่อ)

โรงสีที่ 2		
การขนส่งโดยเกษตรกรรายย่อย		
ยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	สัดส่วนการขนส่ง
รถกะบะ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถอีแต๋น (กิโลเมตร)	40	10%
การขนส่งโดยพ่อค้าคนกลาง		
รถกะบะ (กิโลเมตร)	935	3%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	935	3%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	935	3%
รวม		100%
โรงสีที่ 3		
การขนส่งโดยเกษตรกรรายย่อย		
ยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	สัดส่วนการขนส่ง
รถกะบะ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถอีแต๋น (กิโลเมตร)	40	10%
การขนส่งโดยพ่อค้าคนกลาง		
รถกะบะ (กิโลเมตร)	935	3%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	935	3%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	935	3%
รวม		100%
โรงสีที่ 4		
การขนส่งโดยเกษตรกรรายย่อย		
ยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	สัดส่วนการขนส่ง
รถกะบะ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถอีแต๋น (กิโลเมตร)	40	10%
การขนส่งโดยพ่อค้าคนกลาง		
รถกะบะ (กิโลเมตร)	935	3%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	935	3%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	935	3%
รวม		100%

ตารางที่ 4-8 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี (ต่อ)

โรงสีที่ 5		
การขนส่งโดยเกษตรกรรายย่อย		
ยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง	สัดส่วนการขนส่ง
รถกะบะ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	40	27%
รถอีแต๋น (กิโลเมตร)	40	10%
การขนส่งโดยพ่อค้าคนกลาง		
รถกะบะ (กิโลเมตร)	581	3%
รถบรรทุก 6 ล้อ (กิโลเมตร)	581	3%
รถบรรทุก 10 ล้อ (กิโลเมตร)	581	3%
รวม		100%

6.3 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวของโรงสีผู้ค้าปัจจัย

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีผู้ค้าปัจจัย โรงที่ 1-5) แสดงในตารางที่ 4-9 ถึง 4-11

ตารางที่ 4-9 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวจากข้าวกล้องเป็นข้าวขาว

สารขาเข้า	ปริมาณ	สารขาออก	ปริมาณ	ราคา (บาท/กก)
ข้าวกล้อง (กิโลกรัม)	1,000	ข้าวเต็มเม็ด[1] (กิโลกรัม)	599	28
ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	61	ปลายข้าวเบอร์ 1[2] (กิโลกรัม)	25	18
		ปลายข้าวเบอร์ 2[3] (กิโลกรัม)	37	17
		ปลายข้าวเบอร์ 3[4] (กิโลกรัม)	152	14
		ปลายข้าวเบอร์ 4[5] (กิโลกรัม)	45	10
		รำขัดขาว / รำขัดมัน (กิโลกรัม)	129	7
		ข้าวเสีย[6] (กิโลกรัม)	13	5

[1] ข้าวเต็มเมล็ด คือ เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด ไม่มีส่วนใดหักและให้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 9 ส่วนขึ้นไป

[2] ปลายข้าวเบอร์ 1 คือ ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 7.5 ส่วน แต่ไม่ถึง 8 ส่วน

[3] ปลายข้าวเบอร์ 2 คือ ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 6 ส่วน แต่ไม่ถึง 7.5 ส่วน

[4] ปลายข้าวเบอร์ 3 คือ ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 4.5 ส่วน แต่ไม่ถึง 6 ส่วน

[5] ปลายข้าวเบอร์ 4 คือ ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วน แต่ไม่ถึง 4.5 ส่วน

[6] ข้าวเสีย คือ เมล็ดข้าวที่เสียอย่างเห็นได้ชัดแจ้งด้วยตาเปล่า ซึ่งเกิดจากความชื้น ความร้อน เชื้อรา แมลง หรืออื่นๆ

ตารางที่ 4-10 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวจากข้าวเปลือกเป็นข้าวขาว

สารขาเข้า	ปริมาณ	สารขาออก	ปริมาณ	ราคา (บาท/กก)
ข้าวเปลือก (กิโลกรัม)	1,000.00	ต้นข้าว[1] (กิโลกรัม)	422	24
ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	69	ปลายข้าวเบอร์ 1 (กิโลกรัม)	39	18
		ปลายข้าวเบอร์ 2 (กิโลกรัม)	26	16
		ปลายข้าวเบอร์ 3 (กิโลกรัม)	67	15
		ปลายข้าวเบอร์ 4 (กิโลกรัม)	93	10
		รำข้าว (กิโลกรัม)	93	14
		แกลบ/สิ่งเจือปน (กิโลกรัม)	260	0.5

ตารางที่ 4-11 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง

สารขาเข้า	ปริมาณ	สารขาออก	ปริมาณ	ราคา (บาท/กก)
ข้าวเปลือก (กิโลกรัม)	1,000	ข้าวกล้อง (กิโลกรัม)	678	21
ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	16	ปลายข้าวกล้อง (กิโลกรัม)	48	8
		แกลบ (กิโลกรัม)	274	0.5

6.4 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวขาวและข้าวกล้องไปยังโรงสีบริษัทผู้ผลิต

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสีบริษัทผู้ผลิต แสดงในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวไปยังโรงสีบริษัทผู้ผลิต

ผู้ค้าปัจจัยการผลิต	ยานพาหนะ	ระยะทางการขนส่ง (กิโลเมตร)
โรงสีที่ 1	รถบรรทุก 10 ล้อ	1,036
โรงสีที่ 2	รถบรรทุก 10 ล้อ	935
โรงสีที่ 3	รถบรรทุก 10 ล้อ	935
โรงสีที่ 4	รถบรรทุก 10 ล้อ	935
โรงสีที่ 5	รถบรรทุก 10 ล้อ	1,160

[1] ต้นข้าว คือ เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่าข้าวหัก แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ด และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ด

6.5 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตภาชนะบรรจุ

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตภาชนะบรรจุ (ถุงและกระสอบ) แสดงในตารางที่ 4-13 ถึง 4-14

ตารางที่ 4-13 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตถุง

สารขาเข้า	ปริมาณ	สารขาออก	ปริมาณ
เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) (กิโลกรัม)	6,680	ถุง CTH (กิโลกรัม)	7,968*
ฟิล์มพลาสติกพอลิพรอพิลีน (Cast Polypropylene, CPP) (กิโลกรัม)	979	เศษพลาสติก (กิโลกรัม)	292
สี (กิโลกรัม)	140		
เมทธิล เอทธิล คีโตน (Methyl ethyl ketone (กิโลกรัม)	16		
โทลูอีน (Toluene) (กิโลกรัม)	16		
เอทธิล อะซีเตท (Ethyl acetate) (กิโลกรัม)	368		
กาว (กิโลกรัม)	240		
ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	5,676		

* หมายเหตุ น้ำหนักถุงเท่ากับ 48 กรัมต่อถุง

ตารางที่ 4-14 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตกระสอบ

สารขาเข้า	ปริมาณ	สารขาออก	ปริมาณ
เม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) (กิโลกรัม)	1,720	ถุงกระสอบ PP สาน (กิโลกรัม)	1,600*
แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) (กิโลกรัม)	8		
สี (กิโลกรัม)	12		
โพรพานอล (Propanal) (กิโลกรัม)	6		
ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	50,454		

* หมายเหตุ น้ำหนักถุงเท่ากับ 80 กรัมต่อถุง

6.6 ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการจัดจำหน่าย

รายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการจัดจำหน่าย แสดงในตารางที่ 4-15

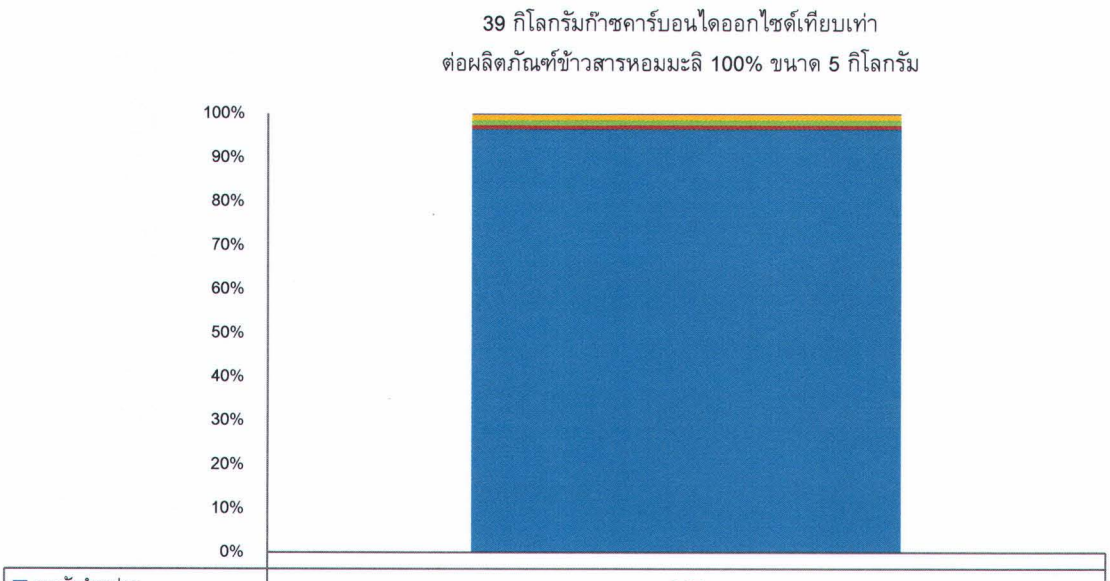
ตารางที่ 4-15 ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการจัดจำหน่าย

เส้นทางการขนส่ง	ยานพาหนะ	ระยะทาง
โรงงาน – ท่าเรือคลองเตย	รถหัวลาก	27 กิโลเมตร
ท่าเรือคลองเตย – ท่าเรือสิงค์โปร์	เรือขนส่งทางทะเล	820 ไมล์ทะเล*

* หมายเหตุ 1 ไมล์ทะเล เท่ากับ 1.852 กิโลเมตร

7. ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์

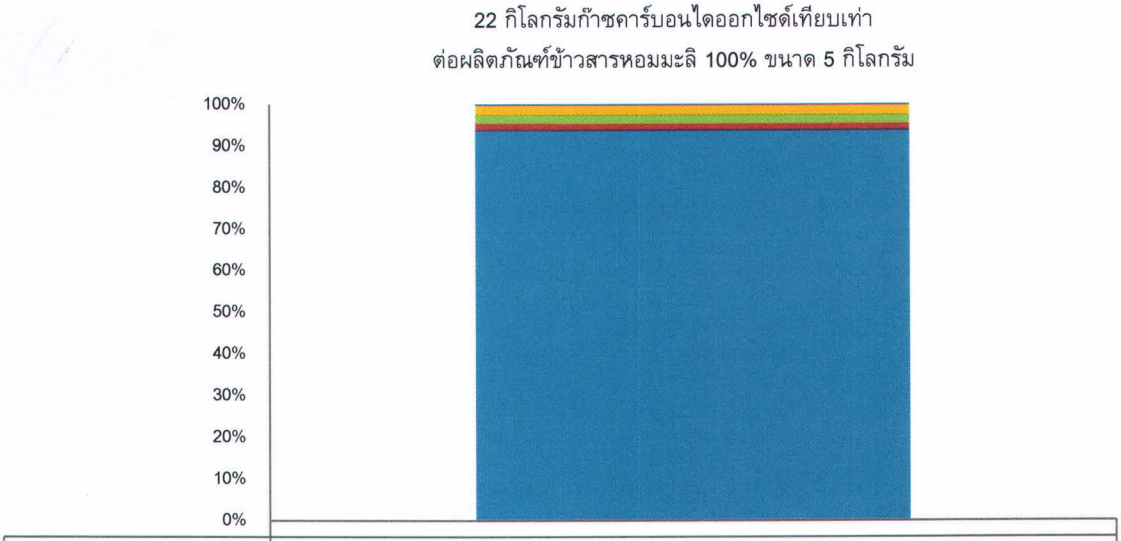
ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ ขนาด 5 กิโลกรัม เมื่อผลผลิตของข้าวหอมมะลิต่อไร่ เท่ากับ 207 กิโลกรัม พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 39 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ภาพที่ 4-10) โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ คิดเป็น 97% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ส่วนขั้นตอนการสีข้าวของบริษัทโครงการสาธิต และการผลิตภาชนะบรรจุ มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็น 1% ในขณะที่การสีข้าวของโรงสี และการจัดจำหน่ายมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่า 1% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด



การจัดจำหน่าย	0.07
การผลิตภาชนะบรรจุ	0.50
การสีข้าว (บริษัทโครงการสาธิต)	0.45
การสีข้าว (โรงสี)	0.36
การปลูกข้าว	37.30

ภาพที่ 4-10 ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% เกรด 1 (AA) บรรจุในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม (กรณีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 207 กิโลกรัม)

เนื่องจากนาข้าวที่ทำการศึกษามีผลผลิตเท่ากับ 207 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าค่าปกติของผลผลิตข้าวในจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตวัตถุดิบข้าวหอมมะลิส่งให้แก่โรงงาน โดยมีค่าระหว่าง 350-390 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) จึงพิจารณาใช้ค่าเฉลี่ยจากผลผลิตรายจังหวัดที่เป็นแหล่งส่งวัตถุดิบให้แก่โรงงานมาคำนวณหาขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ ขนาด 5 กิโลกรัม เมื่อคิดผลผลิตของข้าวหอมมะลิ เท่ากับ 370 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 22 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ภาพที่ 4-11) โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าว เป็นขั้นตอนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ แต่มีค่าลดลงเป็น 94% ส่วนขั้นตอนการสีข้าวของโรงสี การสีข้าวของบริษัทโครงการสาธิต และการผลิตภาชนะบรรจุ มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น เป็น 2% ในขณะการจัดจำหน่ายมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่า 1% คงเดิม

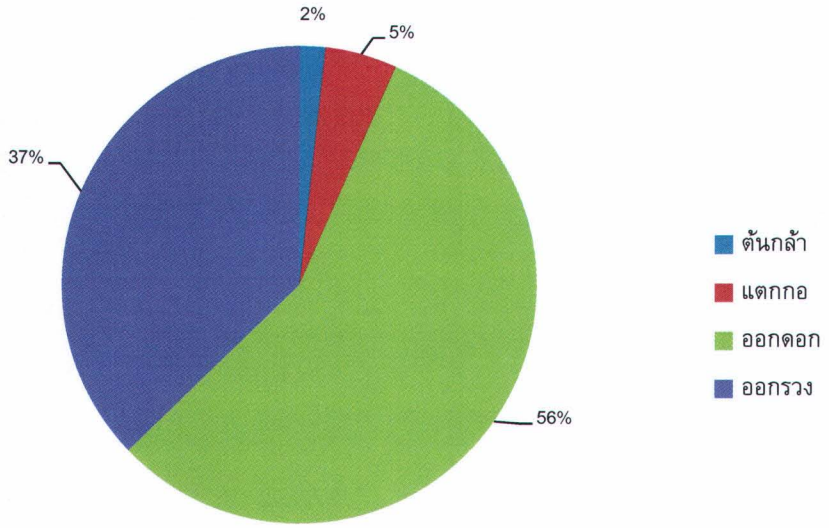


การจัดจำหน่าย	0.07
การผลิตภาชนะบรรจุ	0.50
การสีข้าว (บริษัทโครงการสาธิต)	0.45
การสีข้าว (โรงสี)	0.36
การปลูกข้าว	21.00

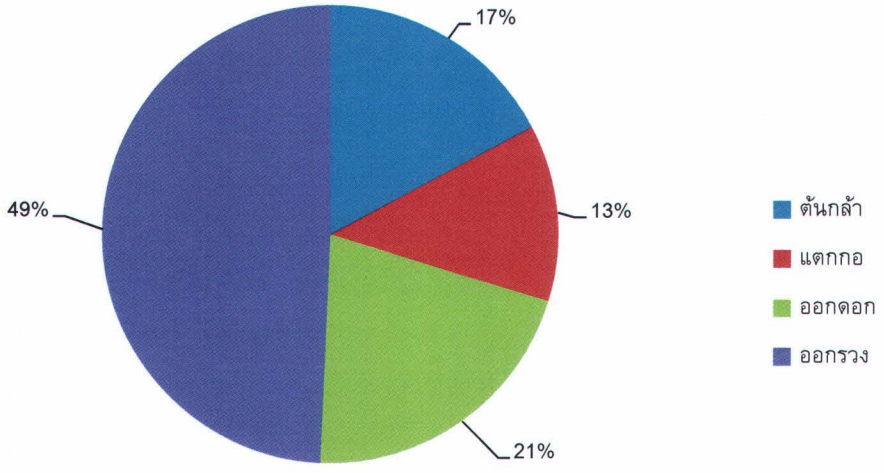
ภาพที่ 4-11 ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% เกรด 1 (AA) บรรจุในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม (กรณีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 370 กิโลกรัม)

สาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการปลูกข้าว พบว่ามาจากการปล่อยก๊าซมีเทนในขั้นตอนการออกดอกและการปล่อยไนตรัสออกไซด์ในขั้นตอนการออกรวงเป็นหลัก โดยในขั้นตอนการออกดอกมีการปล่อยก๊าซมีเทน คิดเป็น 56% และขั้นตอนการออกรวงมีการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ คิดเป็น 49% ของการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ในนาข้าวทั้งหมด (ภาพที่ 4-12 และภาพที่ 4-13) โดยการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ในการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 คิดเป็น 0.16 และ 0.01 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก เมื่อผลผลิตข้าวเท่ากับ 207 กิโลกรัมต่อไร่ และคิดเป็น 0.09 และ 0.006 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมข้าวเปลือก เมื่อผลผลิตข้าวเท่ากับ 370 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ตรวจวัดมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องมาจากนาที่ทำการศึกษาใส่ปุ๋ยเคมีถึง 4 ครั้งในระหว่างการเพาะปลูก และในระยะเวลาการเพาะปลูกในฤดูที่ทำการศึกษาปริมาณน้ำฝนในช่วงแรกมีน้อย เนื่องจากฝนมาล่าช้ากว่ากำหนด ทำให้มีช่วงน้ำไม่ขังยาวกว่าปกติกระบวนการไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้การที่ขาดน้ำเป็นระยะเวลานานส่งผลให้ผลผลิตข้าวต่ำไปด้วย ซึ่งมีผลกับการคำนวนคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์ข้าวในรอบนี้ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมในการผลิตข้าวเปลือกหอมมะลิ เท่ากับ 7.5 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือกหอมมะลิ เมื่อผลผลิตเท่ากับ

ข้าวเท่ากับ 207 กิโลกรัมต่อไร่ และเท่ากับ 4.2 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวเปลือกหอมมะลิ เมื่อผลผลิตเท่ากับข้าวเท่ากับ 370 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 4-12 สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทนในขั้นตอนการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105



ภาพที่ 4-13 สัดส่วนการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ในขั้นตอนการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

จากผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอน

การปลูกข้าว ซึ่งอยู่บนพื้นฐานที่ไม่กระทบต่อวิถีชีวิตของชาวนา แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าว คือ การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขังเพื่อลดกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนที่ต้องการสภาพไร้อากาศอันเนื่องมาจากการขังน้ำ และการจัดการการเพาะปลูกในนาข้าว สามารถทำได้โดยการจัดการปริมาณน้ำในนาข้าวระหว่างการเพาะปลูก ซึ่งทำได้โดยการระบายน้ำออกจากนาก่อนช่วงที่ต้นข้าวออกรวง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด การดึงน้ำออกจากนาจะทำให้ดินนากลับคืนสู่สภาพมีออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ และการควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยเคมีบางประเภทโดยเฉพาะปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูงจะเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดิน และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญในการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่นและดิไนตริฟิเคชั่นซึ่งทำให้เกิดการปล่อยไนตรัสออกไซด์ในที่สุด ทั้งนี้การเติมปุ๋ยเคมีควรจำกัดให้มีปริมาณเพียงพอเฉพาะที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เท่านั้น ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวควรนำฟางข้าวออกจากนาข้าวให้เหลือแต่ตอซังเพื่อลดปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสำหรับการเพาะปลูกในรอบถัดไป ซึ่งฟางข้าวยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ ได้อีกหลายทาง เช่น นำไปใช้เป็นวัสดุปลูกพืช ปลูกเห็ด ใช้ทำปุ๋ยหมักชีวภาพ หรือแม้แต่นำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบชีวมวล