ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245890

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย เรื่อง
"การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับ
การติดฉลากคาร์บอน เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ
ในการบรรเทาภาวะโลกร้อน"

โดย ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และคณะ

มิถุนายน 2553

b00251921

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245890

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย เรื่อง
"การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับ
การติดฉลากคาร์บอน เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ
ในการบรรเทาภาวะโลกร้อน"

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดย ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และคณะ

มิถุนายน 2553

สัญญาเลขที่ RDG5130022

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย "การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการติดฉลากคาร์บอน เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำในการบรรเทาภาวะโลกร้อน"

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร.แซบเบียร์ กีวาลา	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. รศ.ดร.งามทิพย์ ภู่วโรดม	ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความคิดเห็นในรายงานเป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่: RDG5130022

245890

ชื่อโครงการ: การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าว สำหรับการติดฉลากคาร์บอน เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำในการบรรเทาภาวะโลกร้อน

ชื่อนักวิจัย:

1. ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร.แชบเบียร์ กีวาลา	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. รศ.ดร.งามทิพย์ ภู่วโรดม	ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อีเมล์: fscirwm@ku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 ปี 6 เดือน (ตั้งแต่วันที่ 1 เดือนพฤษภาคม 2551 ถึงวันที่ 31 เดือนตุลาคม 2552)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เป็นเครื่องมือในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อกระตุ้นให้มีการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการผลิต ซึ่งกำลังเป็นที่สนใจในหลายประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อส่งเสริมให้มีการแสดงข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วยฉลากคาร์บอน อันเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริโภคเกิดความตระหนักในการมีส่วนร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากวิธีและพฤติกรรมการบริโภค ทำให้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับ หลักการและวิธีการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เชิงปฏิบัติ เพื่อพัฒนาศักยภาพและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทย

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ ข้าวสารหอมมะลิ ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม และเส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง ขนาดบรรจุ 250 กรัม กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์

245890

เป็นแบบธุรกิจกับธุรกิจ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การปลูกข้าว การสีข้าว การผลิตภาชนะบรรจุและการจัดจำหน่ายไปยังผู้ซื้อ ตลอดจนการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน ซึ่งรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมชนิดข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ประกอบการโรงสี ผู้ผลิตข้าวหอมมะลิ และผู้ผลิตภาชนะบรรจุ รวมทั้งการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว ส่วนข้อมูลทุติยภูมิใช้ในสถานการณ์จำเป็น โดยรวบรวมจากเอกสารอ้างอิงและฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยและต่างประเทศ วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ อ้างอิงตามรายละเอียดข้อกำหนดในมาตรฐาน PAS 2050

ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ 5 กิโลกรัม พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 39 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดคิดเป็น 97% ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการปลูกข้าวเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นในประเด็นดังต่อไปนี้ คือ การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง การควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี การจัดการระหว่างการปลูก ควรปล่อยน้ำออกจากนาข้าวในช่วงก่อนข้าวออกรวง ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ควรนำฟางข้าวออกจากนาข้าวให้เหลือแต่ตอซัง ส่วนผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง ขนาด 250 กรัม พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 1.9 และ 1.7 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าวและการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด คิดเป็น 45/51% และ 43/52% ของปริมาณทั้งหมด ตามลำดับ ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการปลูกข้าวและขั้นตอนการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งเป็นสำคัญ โดยในขั้นตอนการปลูกข้าวควรมุ่งเน้นการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง การควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี การจัดการระหว่างการปลูก ควรปล่อยน้ำออกจากนาข้าวในช่วงก่อนข้าวออกรวง ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ควรนำฟางข้าวออกจากนาข้าวให้เหลือแต่ตอซัง และในขั้นตอนการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งควรปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและใช้พลังงาน

การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ บ่งชี้ว่า คุณภาพของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าว และข้อมูลการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง มีความสำคัญอย่างมากต่อขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จึงควรให้ความสำคัญกับความถูกต้องของข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งที่มาของข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ ในระดับประเทศควรเร่งพัฒนาฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการปลูกข้าวให้ครอบคลุมพันธุ์ต่างๆ ระบบปลูกหลากหลายระบบ การจัดการระหว่างการปลูกและหลังการเก็บเกี่ยววิธีต่างๆ ในพื้นที่แต่ละภูมิภาค/จังหวัด รวมทั้งการสีข้าว ตลอดจนการผลิตภาชนะบรรจุ

245890

Abstract

Project code: RDG5130022

Project title: Carbon footprint analysis and management of rice products for carbon label to promote low-carbon economy for climate change mitigation

Investigators:

1. Dr. Rattanawan Mungkung — Department of Environmental Science, Faculty of Science, Kasetsart University
2. Assoc. Prof. Dr. Shabbir H. Gheewala — The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi
3. Assoc. Prof. Dr. Ngamtip Poovarodoom — Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University
4. Assoc. Prof. Dr. Sirinthornthep Taewprayoon — The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi

E-mail address: fscirwm@ku.ac.th

Project duration: 1 year 6 months (1 May 2008 - 31 October 2009)

Carbon footprint is a tool for assessing greenhouse gas emissions to stimulate their reduction. It gains a high interest from several countries; especially its application in food products which aims to promote the declaration of carbon footprint information via carbon label. It is expected that carbon labelling will help increasing the awareness of consumers on their contribution to the GHG emissions associated with their consumption patterns. As a result, it is important to build up the capacity of the Thai industry on the principles and method of carbon footprint calculation to enhance its competitiveness.

สกว
TRF
245890

The studied products are Jasmine rice (5 kg) and Rice vermicelli/noodle (250 g). The scope of carbon footprint analysis was B2B, covering rice cultivation, rice milling, rice processing (including production of packaging), and distribution including all related transportation. The primary inventory data were collected by interviewing rice farmers, rice mill operators and the producing companies of Jasmine rice and Rice vermicelli/noodles. Particularly in the rice cultivation stage, direct measurements of methane and nitrous oxide gases were made. Secondary data from references and national/international databases were used where necessary. The carbon footprinting method is based on PAS 2050:2008.

The results of carbon footprint analysis of Jasmine rice showed that the total GHG emissions are 39 kg CO_2e. The rice cultivation stage, which accounts for 97% of the total GHG emissions, is identified as the key contributing stage. Thus, special attention should be given to the rice cultivation for better management to reduce GHG emissions particularly the following issues: development of rice species that do not need a flooded system, control of fertilizer application, rice cultivation management practice that should drain out the water before flowering period, as well as rice harvesting management practice that should remove rice straw from the field. The results of carbon footprint analysis of Jasmine Rice vermicelli/noodles showed that the total GHG emissions are 1.9 and 1.7 kg CO_2e, respectively. The key stages contributing highly to the GHG emissions are the rice cultivation and rice vermicelli/noodle production processing, which account respectively for approximately 45%/51% and 43%/52% for rice vermicelli/noodle. Similarly, reduction should be focused on rice cultivation as mentioned earlier as well as on rice vermicelli/noodle production processing in terms of energy efficiency improvement.

The carbon footprint analysis indicated that the results are most sensitive to the quality of inventory data associated with rice cultivation and rice vermicelli/noodle production processing. Therefore, it is critical to get the precise primary data and high-quality of secondary data. At the national level, the development of national databases is urgently required especially on the inventory data of rice cultivation to cover various species, different rice production systems and management practices during the crop production and harvesting in each region/province. The development of inventory data of rice milling as well as rice packaging production processing are also needed.

บทสรุปผู้บริหาร

ความตื่นตัวเกี่ยวกับปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้มีการพัฒนา "คาร์บอนฟุตพริ้นท์" ขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันนำไปสู่การกระตุ้นให้มีการจัดการ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการผลิต นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนให้มีการแสดงข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ เพื่อสื่อสารไปยังผู้ซื้อและผู้บริโภคด้วย "ฉลากคาร์บอน" อันเป็นการสร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่ำกว่า เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคบริโภค นโยบายการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากคาร์บอนของผู้ค้าปลีก โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป นับเป็นมาตราการทางการตลาดอย่างหนึ่งที่จะกระตุ้นให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ซึ่งได้กลายเป็นปัจจัยการตลาดและการค้าที่สำคัญของประเทศไทยในฐานะผู้ส่งออกรายสำคัญของโลก

การประยุกต์ใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์และฉลากคาร์บอน พบว่าหลายประเทศให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากสินค้าอุปโภคบริโภคมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการบริโภคในครัวเรือนอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดจนเป็นสินค้าอุปโภคบริโภคพื้นฐานสำหรับผู้บริโภคทุกคนที่ควรส่งเสริมให้มีการแสดงข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วยฉลากคาร์บอน เพื่อกระตุ้นให้ผู้บริโภคเกิดความตระหนักในการมีส่วนร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวิธีและพฤติกรรมการบริโภค

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ ร่วมกับ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตระหนักและเห็นความสำคัญของสถานการณ์เกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์และฉลากคาร์บอนดังกล่าวมาข้างต้น จึงได้พัฒนาโครงการวิจัยเชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับ หลักการและวิธีการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เชิงปฏิบัติ รวมทั้งจำแนกแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันนำไปสู่การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนเป็นการพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการไทย เพื่อเตรียมความพร้อมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากคาร์บอน อันเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการของประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป รวมทั้งประเทศคู่ค้าอื่นๆ ที่อาจเข้าร่วมมาตราการการจัดซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีฉลากคาร์บอนในอนาคตอันใกล้นี้ ตลอดจนเป็นการสนับสนุนการผลิตและบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพัฒนาอย่างยั่งยืนของเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยต่อไป

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ ผลิตภัณฑ์ข้าว เนื่องจากเป็นสินค้าหลักที่สร้างรายได้เข้าประเทศ โดยได้รับความร่วมมือจากภาคเอกชนที่สนใจดำเนินการร่วมในฐานะบริษัทโครงการสาธิต คือ บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) และบริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด โดยได้กำหนดให้มีการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ และผลิตภัณฑ์เส้นหมี่/ก๋วยเตี๋ยว

วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ อ้างอิงตามรายละเอียดข้อกำหนดในมาตรฐาน PAS 2050 ซึ่งเป็นมาตรฐานเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์พัฒนาโดย สหราชอาณาจักร เป็นประเทศแรก ที่ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแนวทางเชิงปฏิบัติการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในระดับประเทศ ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในหลายประเทศ อาทิเช่น สาธารณรัฐฝรั่งเศส ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ รวมทั้งประเทศไทย ในขณะเดียวกันองค์การมาตรฐานสากลกำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนามาตรฐาน ISO 14067 ว่าด้วยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งมีการพิจารณาเนื้อหาของ PAS ร่วมกับ แนวทางเชิงปฏิบัติการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในระดับประเทศ

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ และผลิตภัณฑ์เส้นหมี่/ก๋วยเตี๋ยว กำหนดเป็นแบบธุรกิจกับธุรกิจ เนื่องจากเป็นการผลิตเพื่อจัดจำหน่ายให้กับผู้ซื้อที่เป็นองค์กรธุรกิจ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การปลูกข้าว การสีข้าว การผลิตเส้นหมี่และก๋วยเตี๋ยว การผลิตภาชนะบรรจุและการจัดจำหน่ายไปยังผู้ซื้อตลอดจนการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน หน่วยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ ขนาด 5 กิโลกรัม และผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง ขนาด 250 กรัม

การรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบ่งเป็น ข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งรวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ประกอบการโรงสี บริษัทผู้ผลิตข้าวหอมมะลิ และบริษัทผู้ผลิตภาชนะบรรจุ รวมทั้งการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว ส่วนข้อมูลทุติยภูมิ พิจารณาใช้แหล่งที่มาของข้อมูลตามลำดับดังนี้ คือ ข้อมูลจากฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่มีการทบทวนบทความ ข้อมูลจากฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของต่างประเทศ โดยพิจารณาเลือกข้อมูลที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับบริบทของประเทศไทยมากที่สุด และข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่มีการทบทวนบทความ ที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับบริบทของประเทศไทยมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ 5 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 39 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด คิดเป็น 97% ของ

ปริมาณทั้งหมด ส่วนขั้นตอนการสีข้าวของบริษัทโครงการสาธิต และการผลิตภาชนะบรรจุ มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นประมาณ 1% ของปริมาณทั้งหมด ในขณะการสีข้าวของโรงสี และการจัดจำหน่ายมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่า 1% ของปริมาณทั้งหมด ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการปลูกข้าวเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง การควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี การจัดการระหว่างการปลูก โดยควรปล่อยน้ำออกจากนาข้าวในช่วงก่อนข้าวออกรวง ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ควรนำฟางข้าวออกจากนาข้าวให้เหลือแต่ตอซัง

ผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม มีค่าเป็น 1.9 และ 1.7 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ โดยพบว่าขั้นตอนการปลูกข้าวและการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด คิดเป็น 45/51% และ 43/52% ของปริมาณทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนการสีข้าว และการจัดจำหน่าย มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากัน เท่ากับ 2% ทำให้สามารถจำแนกได้ว่าการจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนการปลูกข้าวดังกล่าวมาแล้วข้างต้น และในขั้นตอนการผลิตเส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง ควรปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและใช้พลังงาน

จากกรณีศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง และผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง ทำให้เห็นว่าคุณภาพของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าว และข้อมูลการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยว มีความสำคัญอย่างมากต่อขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สำหรับข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าวนั้น นอกจากการใช้ข้อมูลจากการวัดจริงแล้ว อาจใช้ข้อมูลจากการศึกษาภายในประเทศที่มีการอ้างอิง ทั้งนี้ ต้องเลือกใช้ค่าการปล่อยต่อพื้นที่จากแหล่งการปลูกที่มีวิธีการปลูกใกล้เคียงกัน เนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ปัจจัยที่สำคัญได้แก่การจัดการน้ำและการใส่ปุ๋ย จึงต้องเลือกใช้ค่าการปล่อยจากแหล่งอ้างอิงที่มีเงื่อนไขการปลูกใกล้เคียงกันให้มากที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าการปล่อยจากแหล่งอ้างอิงได้ อาจใช้ค่าการปล่อยจากรายงานในคู่มือการคำนวณบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ซึ่งรวบรวมโดยคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศด้านสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง หรืออ้างอิงจากการศึกษาในประเทศไทย ส่วนข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการผลิตเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวนั้น พบว่าข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ามีความละเอียดอ่อนต่อผลที่ได้ อาจพิจารณาให้มีการติดมิเตอร์เพิ่มเติม หรือดำเนินการตรวจวัดพลังงานส่วนปริมาณไอน้ำ หากไม่สามารถดำเนินการตรวจวัดจริงได้ ให้พิจารณารวบรวมข้อมูลจากพลังงานปฐมภูมิที่ใช้ในการผลิตพลังงานไอน้ำ รวมทั้งการคำนวณด้วยทฤษฎีทางเทอร์โมไดนามิกส์

สำหรับการปรับตัวและเตรียมความพร้อมของอุตสาหกรรมอาหารไทย สามารถทำได้โดยพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยสามารถอ้างอิงจากมาตรฐาน PAS 2050 และแนวทางเชิงปฏิบัติระดับประเทศ ตลอดจนพิจารณารายละเอียดวิธีการตามข้อตกลงจากที่ประชุม ISO 14067 เพื่อเตรียมความพร้อมในการดำเนินการตามความต้องการของผู้ซื้อในอนาคตอันใกล้นี้ รวมทั้งการสร้างความรู้และเข้าใจให้กับบริษัทผู้ค้าปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้อง อันนำไปสู่ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ นอกจากนี้ควรพิจารณาพัฒนาระบบบัญชีหรือระบบการจัดเก็บข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ให้ครอบคลุมข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากร ปริมาณการใช้พลังงาน/เชื้อเพลิง รวมทั้งปริมาณการเกิดของเสียและมลพิษที่เกี่ยวข้องในแต่ละกระบวนการผลิตย่อย ตลอดจนสร้างความเข้าใจของบุคลากรระดับปฏิบัติการเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการและวิธีการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการในระดับประเทศ ควรเร่งพัฒนาฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของการปลูกข้าวให้ครอบคลุมพันธุ์ต่างๆ ระบบปลูกหลากหลายระบบ การจัดการระหว่างการปลูกและหลังการเก็บเกี่ยววิธีต่างๆ ในพื้นที่แต่ละภูมิภาค/จังหวัด รวมทั้งการสีข้าว ตลอดจนการผลิตภาชนะบรรจุ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วง ด้วยการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายสวัสดิภาพสาธารณะ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์จากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนความร่วมมือเป็นอย่างดีจากบริษัทโครงการสาธิต 2 แห่ง คือ บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) และบริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ในการดำเนินโครงการ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้สอดคล้องตามแนวทางการพัฒนามาตรฐานสากล และสร้างความเข้าใจ ตลอดจนเพิ่มพูนประสบการณ์เชิงปฏิบัติในการดำเนินการรวบรวม ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อเตรียมความพร้อมดำเนินการติดฉลากคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ในอนาคต

คณะวิจัยขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูง ในความสนับสนุนและร่วมมือเป็นอย่างดีจากทุกหน่วยงาน

คณะวิจัย

มิถุนายน 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อฉบับภาษาไทย	i
บทคัดย่อฉบับภาษาอังกฤษ	iii
บทสรุปผู้บริหาร	v
บทที่ 1 ที่มาของโครงการวิจัย	1-1
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	2-1
บทที่ 3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์และฉลากคาร์บอน	3-1
บทที่ 4 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ	4-1
บทที่ 5 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง/ก๋วยเตี๋ยวแห้ง	5-1
บทที่ 6 ประเด็นปัญหาเชิงปฏิบัติในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์	6-1
บทที่ 7 แนวทางการเตรียมความพร้อมเรื่องคาร์บอนฟุตพริ้นท์และฉลากคาร์บอน	7-1
เอกสารอ้างอิง	อ้างอิง 1
ภาคผนวก	ภาคผนวก 1

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์	1-14
2-1	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งกำเนิด พ.ศ. 2537	2-2
2-2	เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งกำเนิด พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2537	2-2
2-3	สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทนตามแหล่งกำเนิด พ.ศ. 2537	2-3
2-4	การทำนาดำ	2-9
2-5	การทำนาแบบที่ปลูกเมล็ดลงไปโดยตรง	2-9
2-6	กระบวนการการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวสู่บรรยากาศ	2-13
2-7	ช่องอากาศภายในกาบใบเมื่อข้าวมีอายุประมาณ 60 วัน ขึ้นไป	2-13
2-8	กระบวนการการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากนาข้าวสู่บรรยากาศ	2-14
2-9	แหล่งที่ตั้งโรงสีในประเทศไทย ปี 2548	2-23
2-10	รูปแบบการบรรจุข้าวสาร	2-26
2-11	ขนาดการบรรจุข้าวสาร	2-27
2-12	รูปแบบการบรรจุเส้นหมี่เพื่อการจำหน่ายปลีก สำหรับส่งออกต่างประเทศ	2-30
2-13	รูปแบบการบรรจุเส้นหมี่เพื่อการจำหน่ายปลีกภายในประเทศ	2-31
3-1	เอกสารมาตรฐานเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ PAS 2050: 2008	3-2
3-2	ตัวอย่างฉลากคาร์บอนประเภทต่างๆ	3-3
3-3	ฉลากคาร์บอนของสหราชอาณาจักร	3-4
3-4	การแสดงข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์วิธีต่างๆ	3-5
3-5	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ติดฉลากคาร์บอนในสหราชอาณาจักร	3-7
3-6	ฉลากคาร์บอนของสาธารณรัฐฝรั่งเศส	3-7
3-7	ฉลากคาร์บอนของประเทศสวิสเซอร์แลนด์	3-8
3-8	ฉลากคาร์บอนของประเทศเยอรมนี	3-8
3-9	ฉลากคาร์บอนของประเทศสเปน	3-9
3-10	ฉลากคาร์บอนของประเทศเนเธอร์แลนด์	3-10
3-11	ฉลากคาร์บอนของประเทศสหรัฐอเมริกา	3-10
3-12	ฉลากคาร์บอนของประเทศแคนาดา	3-11
3-13	ฉลากคาร์บอนของประเทศญี่ปุ่น	3-11

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-14	ฉลากคาร์บอนของประเทศเกาหลีใต้	3-12
3-15	ฉลากคาร์บอนของประเทศออสเตรเลีย	3-13
3-16	ฉลากคาร์บอนของประเทศนิวซีแลนด์	3-13
3-17	ฉลากคาร์บอน "Carbon Reduction Label" ของประเทศไทย	3-14
3-18	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองฉลากคาร์บอนประเภท Carbon Reduction Label	3-15
3-19	ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ "Carbon Footprint Label" ของประเทศไทย	3-16
4-1	ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ	4-1
4-2	ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ	4-2
4-3	แผนผังการไหลของการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวสารหอมมะลิ	4-4
4-4	ขั้นตอนการผลิตข้าวสารหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	4-6
4-5	กล่องเก็บตัวอย่างก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเทนจากแปลงนาข้าว	4-7
4-6	วิธีการเก็บก๊าซในนาข้าวโดยวิธี Close chamber	4-7
4-7	สัดส่วนการจัดส่งข้าวให้บริษัทโครงการสาธิต	4-8
4-8	กระบวนการผลิตภาชนะบรรจุ ถุง CPP/LLDPE	4-12
4-9	การผลิตภาชนะบรรจุสำหรับขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิไปยังต่างประเทศ	4-13
4-10	ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% เกรด 1 (AA) บรรจุในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม (กรณีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 207 กิโลกรัม)	4-24
4-11	ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 100% เกรด 1 (AA) บรรจุในถุง CPP/LLDPE ขนาดบรรจุ 5 กิโลกรัม (กรณีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 370 กิโลกรัม)	4-25
4-12	สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทนในขั้นตอนการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	4-26
4-13	สัดส่วนการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ในขั้นตอนการปลูกข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	4-26
5-1	ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง	5-1
5-2	ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง และเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	5-2

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5-3	แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	5-4
5-4	แปลงนา ที่อำเภอหนองชุมพล จังหวัดเพชรบุรี	5-5
5-5	ขั้นตอนการผลิตข้าวพันธุ์เหลืองประทิว	5-6
5-6	สัดส่วนการจัดส่งข้าวขาวของโรงสีให้บริษัทโครงการสาธิต	5-7
5-7	ขั้นตอนการสีข้าวของโรงสีที่ 1	5-9
5-8	ขั้นตอนการสีข้าวของโรงสีที่ 2	5-10
5-9	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง	5-11
5-10	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	5-12
5-11	ขั้นตอนการผลิตถุง Mat. OPP/LLDPE	5-13
5-12	ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง	5-23
5-13	ขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	5-24
5-14	สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทนในขั้นตอนการปลูกข้าวพันธุ์เหลืองประทิว	5-25
5-15	สัดส่วนการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ในขั้นตอนการปลูกข้าวพันธุ์เหลืองประทิว	5-25

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซเรือนกระจก	1-16
2-1	ปริมาณการปล่อยก๊าซรือนกระจกที่สำคัญของประเทศไทย พ.ศ. 2537	2-4
2-2	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2541 จำแนกตามสาขา	2-5
2-3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยปี พ.ศ. 2541 แยกตามชนิดของก๊าซ	2-5
2-4	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546 จำแนกตามสาขา	2-5
2-5	คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2541 2543 2548 2553 2558 และปี พ.ศ. 2563 กรณีที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศขยายตัวในอัตราปานกลาง (Probable case)	2-6
2-6	ปริมาณพื้นฐานการปล่อยก๊าซ และความร้อนที่มีผลจากก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร ปี 2533	2-7
2-7	การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2537 (Source: Center for Applied Economic Research, 2000a)	2-8
2-8	อัตราการใช้ธาตุอาหารที่แนะนำให้ใช้กับข้าวพันธุ์ต่างๆ ตามลักษณะดินและฤดูปลูก	2-11
2-9	การใช้พลังงานความร้อนและปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นหมี่เส้นก๋วยเตี๋ยว	2-25
2-10	การใช้พลังงานเฉพาะส่วนของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต	2-26
3-1	กฎการปัดเศษเพื่อแสดงตัวเลขขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน PAS 2050	3-6
3-2	รายชื่อบริษัทนำร่องจำนวน 22 บริษัทเข้าร่วมโครงการ "ส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย"	3-16
4-1	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าว	4-14
4-2	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีผู้ค้าปัจจัยการผลิต)	4-15

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-3	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีบริษัทโครงการสาธิต)	4-15
4-4	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการขนส่ง	4-16
4-5	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการผลิตภาชนะบรรจุ	4-16
4-6	แหล่งที่มาของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน วิธีการรวบรวม และการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล	4-17
4-7	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการปลูกข้าว	4-18
4-8	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี	4-18
4-9	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวจากข้าวกล้องเป็นข้าวขาว	4-20
4-10	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวจากข้าวเปลือกเป็นข้าวขาว	4-21
4-11	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าวจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง	4-21
4-12	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวไปยังโรงสีบริษัทผู้ผลิต	4-21
4-13	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตถุง	4-22
4-14	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตกระสอบ	4-22
4-15	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการจัดจำหน่าย	4-23
5-1	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการปลูกข้าว	5-15
5-2	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการสีข้าว	5-16
5-3	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	5-17
5-4	วิธีการรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการขนส่ง	5-17
5-5	แหล่งที่มาของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน วิธีการรวบรวม และการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล	5-17
5-6	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการปลูกข้าว	5-18
5-7	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวเปลือกไปยังโรงสี	5-19
5-8	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีผู้ค้าปัจจัย โรงที่ 1)	5-19
5-9	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการสีข้าว (โรงสีผู้ค้าปัจจัย โรงที่ 2)	5-20
5-10	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่งข้าวหักไปยังบริษัทผู้ผลิต	5-20

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5-11	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นหมี่แห้ง (บางรายการ)	5-21
5-12	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง (บางรายการ)	5-21
5-13	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตถุง (บางรายการ)	5-21
5-14	ข้อมูลบัญชีการสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการจัดจำหน่าย	5-22
6-1	ข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย ตามประเภทของการทดลอง ค่าการปล่อยจากการศึกษาในประเทศไทย	6-2
6-2	ข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวระบบต่างๆ ตามประเภทของการจัดการน้ำ	6-3
6-3	ข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวจากการศึกษาในประเทศไทย ก่อนหน้านี้	6-3