

LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs) CASE STUDY: PINEAPPLE CANNING MANUFACTURER

Manuscript Submission Data: 2023, May 18

Article Editing Date: 2023, July 6

Article Accepted Date: 2023, August 28

Thainee Manisri*

Wimonpa Choomdee**

ABSTRACT

The objectives of this research are as follows: 1) to assess the carbon footprint of greenhouse gas emissions from carbon dioxide released in the form of carbon dioxide output. 2) To evaluate the potential of green logistics and supply chain management. and 3) To propose logistics and supply chain management strategies for organizational development towards Sustainable Development Goals (SDGs), focusing on Goal 12 (Sustainable Consumption and Production) and Goal 13 (Climate Action). This research employs the evaluation principles outlined in the carbon footprint assessment of greenhouse gas emissions from the Products of the Thai Greenhouse Gas Management Organization (TGO). It also assesses the preliminary potential of green logistics and supply chain management in the Logistics Division of the Department of Industrial Promotion under the Ministry of Industry. The study found that in the case of a canned pineapple production company studied, the greenhouse gas emissions of 394 grams of carbon dioxide equivalent were released. This is divided into raw material acquisition, accounting for 80.97%, and production, accounting for 19.03%. The overall assessment score was 69 out of a maximum score of 85. The lowest score was in raw material packaging management, while the highest scores were in product planning and design, production process transportation, and processing. As a result, proposed logistics and supply chain management strategies for organizational development towards SDGs begin with policies for the use of alternative energy sources, building cooperation with farmers, and enhancing production processes to reduce carbon footprint. This approach will lead to sustainable supply chain management.

Keywords: Sustainable Development Goals (SDGs), Carbon footprint of products, Green logistics and supply chain management.

* College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University

** Industrial Technical Officer Professional Level Division of Logistics Department of Industrial Promotion Ministry of Industry

Corresponding author. e-Mail: tharinee.ma@spu.ac.th

การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)

กรณีศึกษา: ผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง

วันที่ได้รับต้นฉบับบทความ: 18 พฤษภาคม 2566

วันที่แก้ไขปรับปรุงบทความ: 6 กรกฎาคม 2566

วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ: 28 สิงหาคม 2566

ธรีณี มณีศรี*

วิมลภา ชุ่มดี**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2) เพื่อประเมินศักยภาพด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว และ 3) เพื่อเสนอแนวทางการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อพัฒนาองค์กรสู่เป้าหมาย SDGs โดยมุ่งเน้นเป้าหมายที่ 12 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน และเป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้หลักการประเมินตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (TGO) และประเมินศักยภาพเบื้องต้นด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวของกองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า กรณีศึกษา ผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 394 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า แบ่งเป็นขั้นตอนของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 80.97 และขั้นตอนการผลิตคิดเป็น ร้อยละ 19.03 ผลการประเมินศักยภาพได้คะแนนรวม 69 คะแนน จากคะแนนเต็ม 85 คะแนน โดยคะแนนน้อยสุด ได้แก่ การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบ คะแนนมากที่สุด ได้แก่ การวางแผนและออกแบบผลิตภัณฑ์ การขนย้ายในกระบวนการผลิต และกระบวนการแปรรูป ดังนั้นข้อเสนอแนวทางการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อพัฒนาองค์กรสู่เป้าหมาย SDGs เริ่มตั้งแต่การกำหนดนโยบายการใช้พลังงานทดแทน การสร้างความร่วมมือกับเกษตรกร การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการจัดการโซ่อุปทานอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs), คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว

* วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม

** นักวิชาการอุตสาหกรรมชำนาญการ กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

Corresponding author. e-Mail: tharinee.ma@spu.ac.th

บทนำ

จากทิศทางของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals-SDGs) ที่จัดตั้งโดยองค์การสหประชาชาติ (United Nations) เริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน ปี 2558 ครอบคลุมระยะเวลา 15 ปี โดยอาศัยกรอบความคิดที่มองการพัฒนาเป็นมิติ (Dimensions) ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ให้ความสำคัญเชื่อมโยงกันประกอบไปด้วย 17 เป้าหมาย (Department of Economic & Social Affairs Sustainable Development, Online, 2023) มุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนในทุกประเทศทั่วโลก ดังนั้นโซ่อุปทานการค้าโลก (Global supply chain) จึงมีบทบาทสำคัญต่อเป้าหมายการพัฒนาดังกล่าว เนื่องจากเป็นกระบวนการทำงานที่เชื่อมโยงตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบ โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้า ร้านค้าส่ง และร้านค้าปลีกในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั่วโลก (German Institute of Development and Sustainability (IDOS), Online, 2022) ดังนั้นการพัฒนางานวิจัยด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสังคม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม จึงมีเครือข่ายเพิ่มมากขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อทำให้เกิดการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนสอดคล้องตามเป้าหมาย SDGs

ปัจจุบันประเทศไทย มีอุตสาหกรรมอาหารและสินค้าเกษตรเป็นหลัก ด้วยภูมิประเทศที่เอื้อต่อการเพาะปลูกและเป็นแหล่งทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์ อาชีพหลักของคนไทยจึงเป็นเกษตรกรที่เป็นต้นน้ำของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมอาหารและสินค้าเกษตร สำหรับอุตสาหกรรมกลางน้ำ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มของไทยมีรายได้ประมาณ 2.50 ล้านล้านบาท และมีผู้ประกอบการกว่า 14,185 ราย (ศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน, ออนไลน์, 2563) ซึ่งพบว่า มีการใช้ทรัพยากรและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง จากรายงานของกลุ่ม EIB (European Investment Bank, Online, 2022) ระหว่างปี 2018-2022 ทั่วโลกสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สะสมในแต่ละปีลงมากกว่า 35% โดยปี 2022 เมื่อมีการยุติควบคุมสถานะการระบาดของ COVID-19 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกสะสมเพิ่มขึ้นถึง 125% เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2021

จากการศึกษาพบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับที่ 20 ของโลก และเป็นอันดับที่ 2 ของอาเซียน (Global Carbon Project, Online, 2017) เป็นเหตุให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและสินค้าเกษตร โดยใช้กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมตลอดโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นวิธีการบริหารจัดการโซ่อุปทานให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และนอกจากนี้เพื่อให้เกิดการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในกระบวนการภาคอุตสาหกรรม กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้พัฒนาแบบประเมิน Green Supply Chain Logistics Management Scorecard เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ศักยภาพของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวขององค์กร และสามารถกำหนดวิธีการในพัฒนาได้อย่างตรงจุด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวด้วย Green Supply Chain Logistics Management Scorecard เพื่อวิเคราะห์และจัดทำแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) สอดคล้องกับเป้าหมายที่ 12 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน: Responsible Consumption and Production

(สุพจน์ ชุมทโชติอนันต์ และธิดา อ่อนอินทร์, 2560, หน้า 14-19) และเป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate action)

ผลกระทบจากงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาผู้ประกอบการให้ตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มต้นจากกรณีศึกษาผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง และขยายผลไปสู่ผู้ผลิตอาหารและสินค้าเกษตรรายอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ บริษัทกรณีศึกษาผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง
2. เพื่อประเมินศักยภาพด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวของบริษัทกรณีศึกษาผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง
3. เพื่อเสนอแนวทางการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อพัฒนาองค์กรสู่เป้าหมาย SDGs

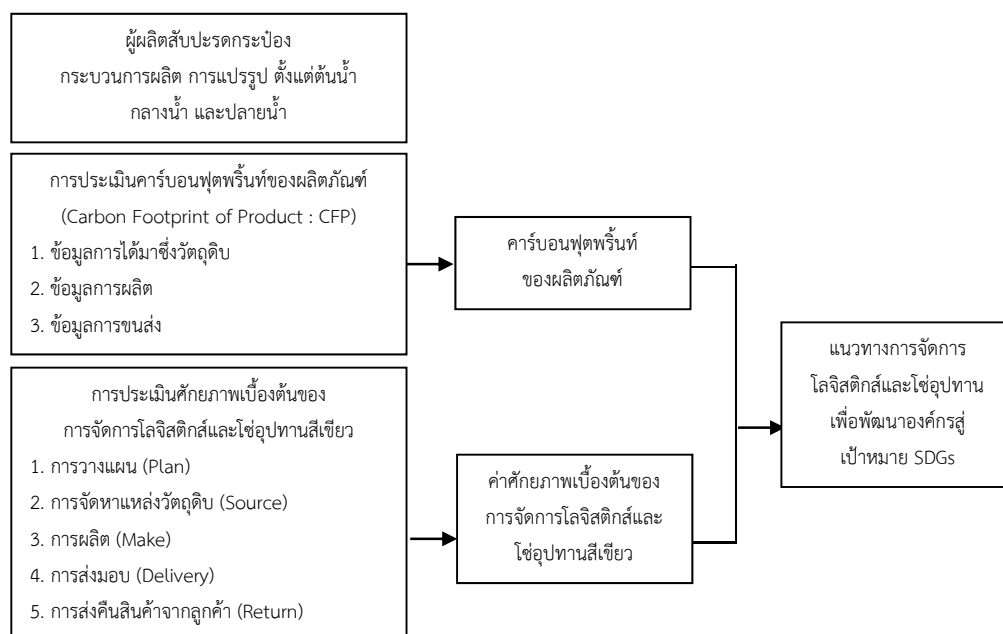
กรอบแนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Product: CFP) คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งานและการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคได้ทราบว่าตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาปริมาณเท่าใด นอกจากนี้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในผลิตภัณฑ์ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้บริโภคทราบข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยให้ผู้บริโภคได้พิจารณาประกอบในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), ออนไลน์, 2554) โดยการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกทำการตรวจวัดและบันทึกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในขั้นตอนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Trust, 2010) ข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วย ชื่อผลิตภัณฑ์ ขอบเขตกระบวนการผลิต วัตถุดิบ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ทั้งนี้ ข้อมูลทั้งหมดต้องได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี หรือตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ที่แสดงฉลากนั้นอยู่ในตลาด

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green Supply Chain Management: GSCM) คือ การออกแบบและวางแผนวิธีดำเนินงานธุรกิจที่สามารถช่วยลดปัญหาสภาวะโลกร้อนอันเป็นสาเหตุของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ทั้งในส่วนของ การซื้อหาวัตถุดิบ การคัดเลือกรูปแบบของสินค้าหรือบริการ การผลิตด้วยเทคโนโลยีสะอาด การเคลื่อนย้ายจัดเก็บ และการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน ตลอดจนขั้นตอนการกำจัดของเสียด้วยการนำสินค้ากลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อีกครั้ง

หรือการฝังกลบ ซึ่งจะส่งเสริมและเอื้อประโยชน์ให้แก่ธุรกิจทั้งในส่วนของการสร้างภาพลักษณ์องค์กรที่ดี รวมถึงสังคมให้การยอมรับ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกินจำเป็นต่าง ๆ ลง อันเป็นความได้เปรียบทางการแข่งขันและมุ่งสู่ธุรกิจที่มีความมั่นคงยั่งยืนในอนาคต (กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557)

แบบประเมิน Green Supply Chain Logistics Management Scorecard กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินศักยภาพการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวขององค์กร โดยกิจกรรมในโซ่อุปทานที่จะถูกนำมาวิเคราะห์และประเมินศักยภาพของการดำเนินงานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม คือ กิจกรรมที่ส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้ประยุกต์กับ SCOR Model และได้กำหนดกระบวนการมาตรฐานในการจัดการโซ่อุปทานไว้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ (Source) การผลิต (Make) การส่งมอบ (Delivery) และการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า (Return)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์และประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว โดยการเก็บข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานภายในองค์กรทุกหน่วยที่อยู่ในขอบเขตงานวิจัยโดยวิธีสัมภาษณ์ รวมไปถึงค้นคว้าหาวิธีการจากข้อมูลเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลสถิติ วิทยานิพนธ์ งานวิจัยต่าง ๆ และฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ผลที่ได้ คือ วิธีการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ จากนั้นทำการแปรผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์เพื่อ

ให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ลดปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการ และการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว โดยใช้เกณฑ์การประเมินของกองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม เพื่อแนวทางการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อพัฒนาองค์กรสู่เป้าหมาย SDGs

เครื่องมือวิจัย

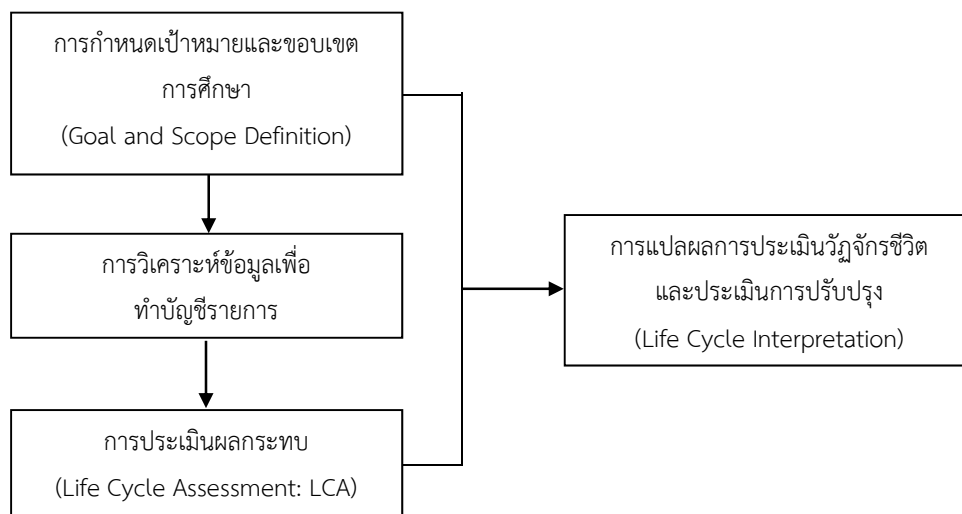
1. แบบประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
2. แบบประเมินศักยภาพการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green supply chain logistics management scorecard) ของกองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต และการขนส่ง จากนั้นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป โดยการศึกษาข้อมูลจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ วิทยุต่าง ๆ บทความเชิงวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การเก็บรักษาวัตถุดิบ ทรัพยากรป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต การขนส่งและการกระจายสินค้า รวมถึงพลังงานที่ใช้ และของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อประกอบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ส่วนการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ส่งมอบวัตถุดิบให้แก่บริษัท เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่เพาะปลูก เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ สถานที่ที่ส่งไปจำหน่าย การใช้และการผลิตวัตถุดิบ การใช้พลังงาน ปริมาณผลผลิต และการขนส่ง และ 3) ข้อมูลการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ (Source) การผลิต (Make) การส่งมอบ (Delivery) และการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า (Return) เพื่อวิเคราะห์และจัดทำแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ในทุกขั้นตอน อ้างอิงวิธีการประเมินจากคู่มือแนวทางการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), ออนไลน์, 2554) โดยมีวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต

การประเมินผลกระทบเป็นการนำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมมาทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ โดยแสดงในรูปของหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ธารทิพย์ เศรษฐชาญวิทย์ (2558) และพงศ์เทพ สุวรรณวารี, ขนิษฐา มีวาสนา, กัลยาณี กุลชัย และมนัสวี พานิชนอก (2557) ซึ่งคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์คำนวณได้จากผลรวมของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (CO₂ eq) ของแต่ละกระบวนการดังสมการต่อไปนี้

$$CFP = \sum A_i \times EF_i$$

CFP คือ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (หน่วย ผลิตภัณฑ์ / กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

A_i คือ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ พลังงาน หรือสารเคมีที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม i (หน่วยผลิตภัณฑ์ / กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

EF_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor)

การประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green supply chain logistics management scorecard)

การวิเคราะห์และประเมินศักยภาพของการดำเนินงานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การวางแผน (Plan) การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ (Source) การผลิต (Make) การส่งมอบ (Delivery) และการส่งคืนสินค้าจาก

ลูกค้า (Return) โดยแบ่งระดับคะแนนตามประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรออกเป็น 5 ระดับ โดยระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อย และระดับคะแนน 5 หมายถึง มาก ที่สุด (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2557, หน้า 15) จากนั้นนำมาวิเคราะห์และจัดทำแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)

วิธีการนำเสนอแนวทางสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)

หลังจากการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวแล้ว จึงนำมาพิจารณาความสอดคล้องกับเป้าหมายที่ 12 และเป้าหมายที่ 13 โดยมีรายละเอียดเบื้องต้นดังนี้

เป้าหมายที่ 12: สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (Ensure sustainable consumption and production patterns) ในงานวิจัยนี้มีเป้าประสงค์ที่ครอบคลุมประเด็น ดังต่อไปนี้ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, ออนไลน์, 2564)

1. การจัดการและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน
2. การลดของเสียที่เป็นอาหาร (Food waste)
3. ลดการปล่อยสารเคมีและของเสียเป็นพิษออกสู่ธรรมชาติและจัดการอย่างถูกต้อง
4. ลดของเสียโดยกระบวนการใช้ซ้ำ (Reuse) และนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)

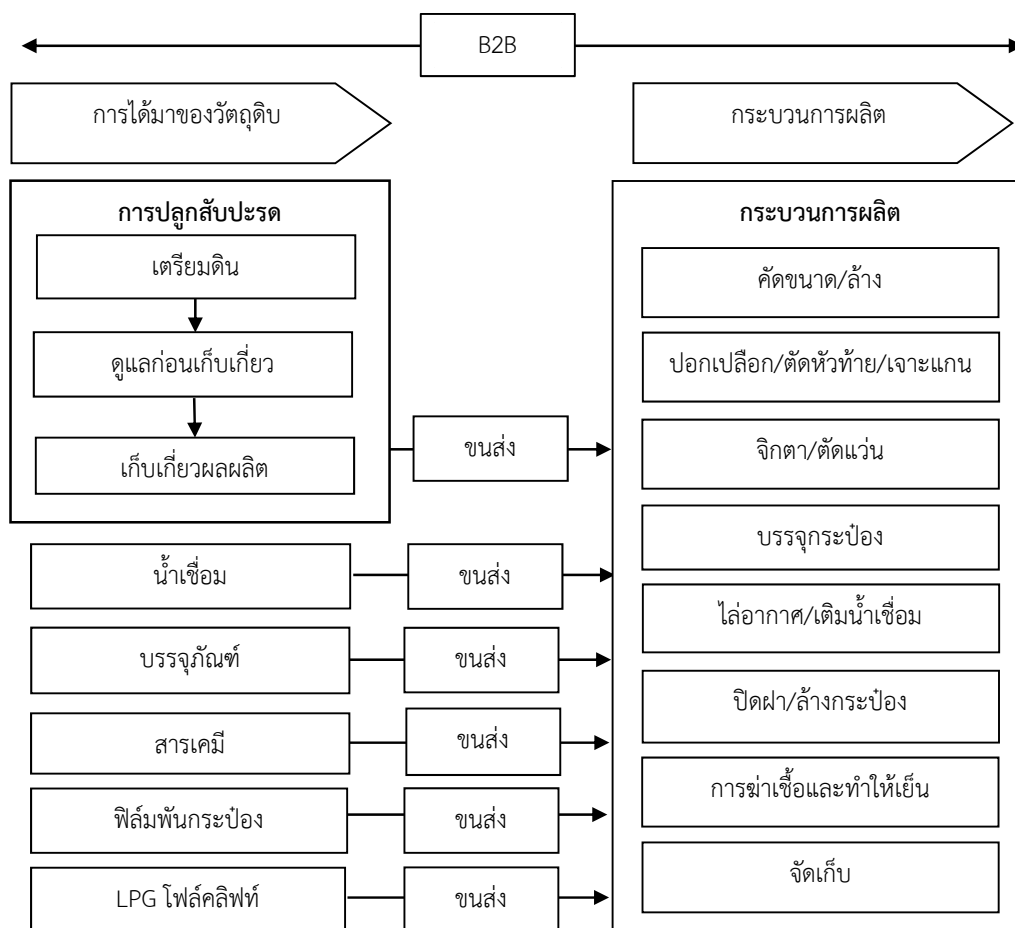
เป้าหมายที่ 13: การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate action) มุ่งระดมทรัพยากรเพื่อสนับสนุนประเทศกำลังพัฒนาในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำควบคู่ไปกับการบูรณาการมาตรการด้านการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน และความมั่นคงของมนุษย์ ในงานวิจัยนี้มีเป้าประสงค์ที่ครอบคลุมประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
2. ส่งเสริมผู้ประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและสินค้าเกษตรมีการวางแผนและการจัดการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัย

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของบริษัทกรณีศึกษา

ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ประเทศไทย โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยใช้ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์กลุ่มผักและผลไม้ โดยกำหนดหน่วยการทำงานคือ สับปะรดกระป๋อง ขนาด 20 ออนซ์ และกำหนดขอบเขตการพิจารณาแบบระหว่างองค์กรธุรกิจสู่องค์กรธุรกิจ (Business to Business: B2B) ตั้งแต่กระบวนการได้มาของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต รวมถึงการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน หรือตามการประเมินตามหลักวัฏจักรชีวิต ซึ่งเรียกว่า Gate-to-Gate ซึ่งการประเมินในลักษณะนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต ดังภาพที่ 3

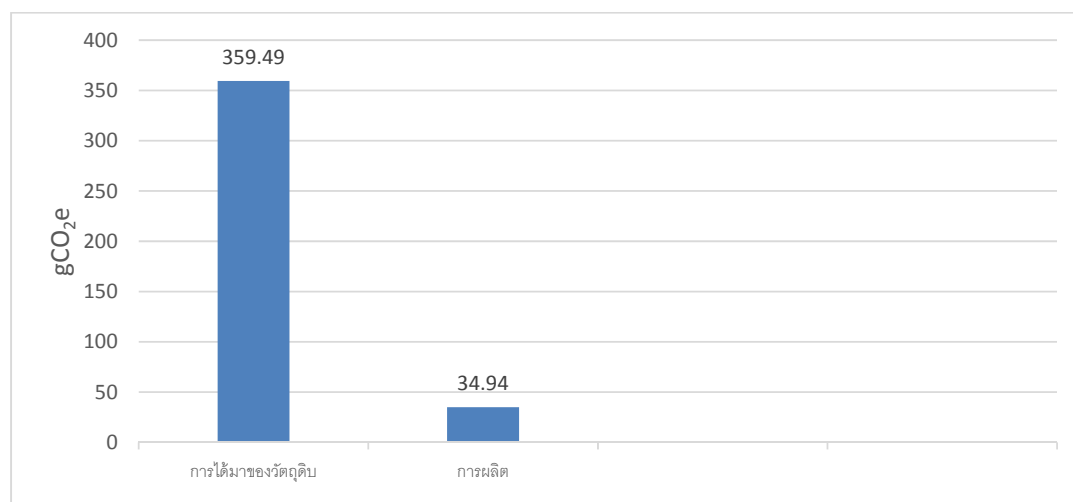


ภาพที่ 3 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องขนาด 20 ออนซ์ แบบองค์กรธุรกิจสู่องค์กรธุรกิจ (Business-to-Business: B2B) ของบริษัทกรณีศึกษา มีผลการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมทั้งหมดเท่ากับ 394.44 gCO₂e ซึ่งพบปริมาณสูงในขั้นตอนของการได้มาของวัตถุดิบ มีค่าเท่ากับ 359.49 gCO₂e คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 91.14 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และในขั้นตอนของการผลิตมีค่าเท่ากับ 34.94 gCO₂e คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 8.86 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

ตารางที่ 1 สรุปปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องขนาด 20 ออนซ์

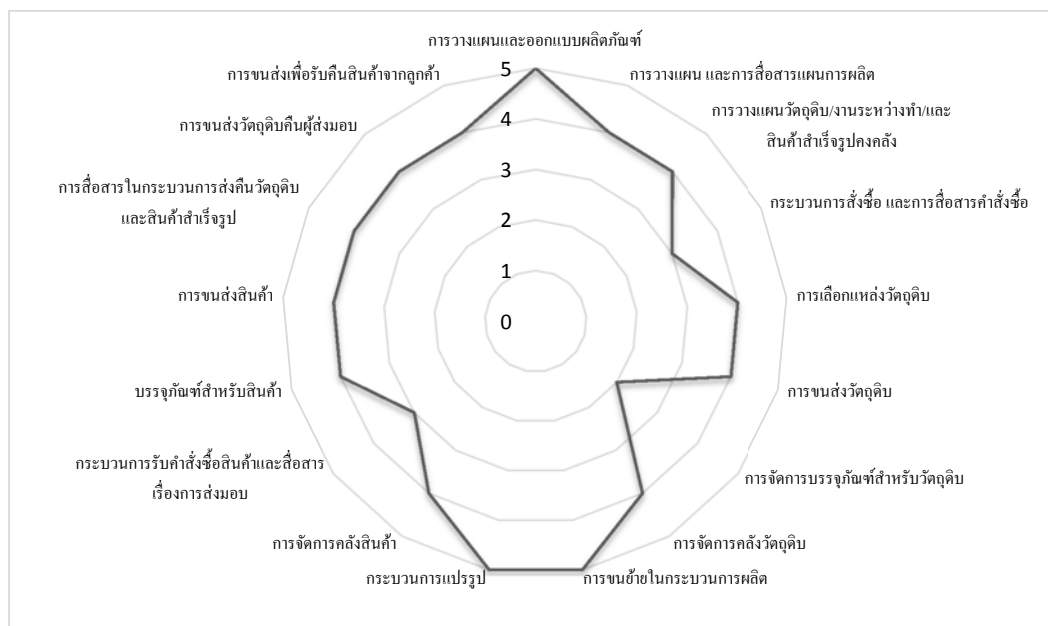
ช่วงวัฏจักรชีวิต	GHG ของการได้มาและการ ใช้ประโยชน์ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (gCO ₂ e)	GHG ของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (gCO ₂ e)	ผลรวม (gCO ₂ e)	สัดส่วน (ร้อยละ)
การได้มาของวัตถุดิบ	337.21	22.29	359.49	91.14
การผลิต	34.94	0.00	34.94	8.86
รวม	372.15	22.29	394.44	100.00



ภาพที่ 4 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสับปะรดกระป๋อง ขนาด 20 ออนซ์ ของบริษัทกรณีศึกษา

ผลการประเมินศักยภาพด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว

การประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว (Green supply chain logistics management scorecard) โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งระดับคะแนนตามประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร ผลการประเมินแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว
ของบริษัทกรณีศึกษา

ผลการประเมินพบว่า บริษัทกรณีศึกษาได้คะแนนการประเมินรวมทั้งสิ้น 69 คะแนน (คะแนนเต็ม 85 คะแนน) โดยมีระดับคะแนนน้อยสุด คือ 2 ได้แก่ การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุดิบ ระดับคะแนนมากที่สุด คือ 5 ได้แก่ การวางแผนและออกแบบผลิตภัณฑ์ การขนย้ายในกระบวนการผลิต และกระบวนการแปรรูป

แนวทางการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อพัฒนาองค์กรสู่เป้าหมาย SDGs

จากผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์พบว่า ในขั้นตอนของการได้มาของวัตถุดิบมีผลกระทบมากที่สุด สาเหตุมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรในปริมาณมากทำให้สารเคมีเกิดการตกค้างและสะสมในดิน น้ำ และผลผลิต ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค นอกจากนี้เมื่อผลผลิตถูกส่งออกไปยังต่างประเทศจะมีโอกาสที่ถูกตีกลับสินค้าได้ ดังนั้นแนวทางการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเพื่อพัฒนาองค์กรสู่เป้าหมาย SDGs ตามเป้าหมายที่ 12 และ 13 ดังต่อไปนี้

เป้าหมายที่ 12: สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (Ensure sustainable consumption and production patterns) ในงานวิจัยนี้มีเป้าประสงค์ที่ครอบคลุมประเด็น ดังต่อไปนี้

1. การจัดการและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน บริษัทควรส่งเสริมให้เกษตรกรต้นน้ำ มีการควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสม ส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจ ในการใช้สารอินทรีย์ทดแทนการใช้สารเคมีในปุ๋ยที่ใช้ในการเพาะปลูก หรือพัฒนาสายพันธุ์สับปะรดที่สามารถให้ผลผลิตที่ดี

2. การลดของเสียที่เป็นอาหาร (Food waste) การพัฒนาไปสู่ “อาหารไร้สารพิษ” ตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก เพื่อลดการติดกลับสินค้าที่ตรวจไม่ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กรต่าง ๆ ทั้งภายในและต่างประเทศ โดยให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานที่ควบคุมอาหารและสินค้าเกษตร ที่มีโอกาสปนเปื้อนสารพิษในกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก จัดเก็บ กระบวนการผลิต บรรจุและบรรจุภัณฑ์ การขนส่ง และการกระจายสินค้า

3. ลดการปล่อยสารเคมีและของเสียเป็นพิษออกสู่ธรรมชาติและจัดการอย่างถูกต้องส่งเสริมให้เกษตรกร (ผู้ส่งมอบวัตถุดิบ) และผู้ประกอบการ (ผู้ผลิต) มีจิตสำนึกและตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อผู้บริโภคและสังคม ด้วยการลดใช้สารเคมีในปุ๋ย และการควบคุมกระบวนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพเพื่อลดของเสีย หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดของเสียที่เกิดจากกากใย เปลือกของผลไม้ได้ ควรมีวิธีการกำจัดอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้เข้าสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนผู้ผลิตควมมีความร่วมมือกับเกษตรกรในการนำเศษเหลือดังกล่าวไปใช้หมักทำปุ๋ยหมักชีวภาพ

4. ลดของเสียโดยกระบวนการใช้ซ้ำ (Reuse) และนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) การเกิดของเสียเกิดจากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ และในกระบวนการโลจิสติกส์ สำหรับของเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นเศษผลไม้สามารถนำไปแปรรูปเป็นน้ำหมักชีวภาพ หรือทำเป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น ด้านกระบวนการส่งมอบ ควรมีลดการใช้วัสดุสิ้นเปลืองในการหุ้มห่อและขนถ่ายสินค้า โดยเปลี่ยนมาใช้ผ้าตาข่าย กล่องพลาสติกบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เป็นต้น เพื่อให้เกิดการใช้ซ้ำและลดปริมาณขยะที่เกิดจากกระบวนการโลจิสติกส์

เป้าหมายที่ 13: การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate action) มุ่งระดมทรัพยากรเพื่อสนับสนุนประเทศกำลังพัฒนาในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำ ควบคู่ไปกับการบูรณาการมาตรการด้านการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน และความมั่นคงของมนุษย์ ในงานวิจัยนี้มีเป้าประสงค์ที่ครอบคลุมประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สับปะรดแว่นสีเหลืองเข้มในน้ำเชื่อมและน้ำสับปะรด ขนาด 20 ออนซ์ (1 กระป๋อง) พบว่า การได้มาซึ่งวัตถุดิบมีผลกระทบมากที่สุด ดังนั้นบริษัทกรณีศึกษาจึงควรมีความร่วมมือกับโรงงานผลิตกระป๋องเพื่อออกแบบหรือพัฒนาให้กระป๋องมีความหนาแน่นแต่ไม่กระทบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือลดปริมาณการใช้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระป๋องลง

เมื่อพิจารณาปัจจัยภายในกระบวนการผลิตพบว่า การใช้ไฟฟ้าเครื่องจักรเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องประหยัดเนื่องจากส่งผลกับต้นทุนการผลิตในปริมาณสูง บริษัทกรณีศึกษาควรลดการใช้ไฟฟ้าเครื่องจักร ด้วยวิธีการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน หรือ Energy Audit เพื่อให้ทราบถึงสภาพการใช้พลังงานในปัจจุบันของโรงงาน และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น และหาแนวทางการประหยัดพลังงานโดยใช้เทคนิคการลดต้นทุนด้วยการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เริ่มต้นจากการวินิจฉัยความผิดปกติของระบบ

เบื้องต้นและเป็นการเตรียมข้อมูลที่สำคัญสำหรับการคำนวณต้นทุนการใช้พลังงานของมอเตอร์และศักยภาพของการประหยัดพลังงานในขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ รวมถึงช่วยลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

2. ส่งเสริมผู้ประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและสินค้าเกษตรมีการวางแผนและการจัดการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ ในเป้าประสงค์นี้ เสนอเป็นแนวทางในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวสำหรับบริษัทกรณีศึกษา โดยอาจมีการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรเครือข่ายเพื่อแบ่งปันความรู้ในการพัฒนากระบวนการเพาะปลูก และบริษัทควรมีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมเพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างยั่งยืนตลอดโซ่อุปทาน ดังต่อไปนี้

การสั่งซื้อและการสื่อสารคำสั่งซื้อ เสนอให้บริษัทเพิ่มการเก็บข้อมูลผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้กระดาษ ลดความผิดพลาด และลดระยะเวลาในการสื่อสารได้ นอกจากนี้ ควรคัดเลือกจากผู้ส่งมอบที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม มีการประเมินและจัดอันดับผู้ส่งมอบเป็นประจำทุกเดือน ควรส่งเสริมให้ความรู้แก่เกษตรกรในการเพาะปลูกในช่วงเวลาที่เหมาะสม ลดภาวะผลไม้ล้นตลาดและเน่าเสียหาย

การรับคำสั่งซื้อสินค้าและสื่อสารเรื่องการส่งมอบ เสนอให้บริษัทใช้ระบบบริหารจัดการ การรับคำสั่งซื้อและการส่งมอบอย่างครบวงจร ใช้ระบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลอย่างเป็นระบบ ช่วยลดความผิดพลาดและลดระยะเวลาในการสั่งซื้อสินค้า รวมถึงการสื่อสารในการส่งมอบได้

การวางแผนและการออกแบบผลิตภัณฑ์ บริษัทควรมีการวางแผนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

กระบวนการส่งมอบ ควรมีการลดการใช้วัสดุสิ้นเปลืองในกระบวนการส่งมอบ เช่น เปลี่ยนการใช้ฟิล์มพันสินค้ามาใช้ผ้าตาข่ายแทน เป็นต้น

ผลกระทบจากงานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีในการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่สิ่งแวดล้อม ส่งผลต่อศักยภาพในการจัดการโซ่อุปทานอย่างยั่งยืน และเป็นแนวปฏิบัติไปสู่ผู้ผลิตรายอื่นต่อไป

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า บริษัทกรณีศึกษาเป็นตัวอย่างที่ดีในการเริ่มต้นสู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ และการประเมินศักยภาพด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ บุญมาก และมณฑิรา ยุติธรรม (2558) ที่ได้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการปลูกสับปะรด กรณีศึกษาอำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี โดยทำการศึกษาตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การเพาะปลูก จนกระทั่งได้เป็นผลผลิตสับปะรดสด ผลการวิจัยพบว่า ผลผลิตสับปะรดสด 1 ตัน ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 98.45 kgCO₂e/ton และพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พบว่า การได้มาซึ่งวัตถุดิบมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากกว่าการผลิต ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาเพื่อลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์และแนวทางในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียวองค์กรควรมีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเป้าหมาย กลยุทธ์ แผนการดำเนินการ เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติให้บรรลุตามเป้าหมาย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ นพรุจ ธรรมจิโรจ

(2555) ได้ศึกษาการปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทานที่ต้องพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมในธุรกิจให้บริการการบรรจุ การจัดเก็บ ในคลังสินค้า และการขนส่งผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติก ด้วยการจัดการโซ่อุปทานสีเขียวเพื่อความยั่งยืนขององค์กร ซึ่งได้เสนอแนะแนวทางในการกำหนดนโยบายที่ชัดเจน เพื่อให้การจัดการโซ่อุปทานสีเขียวเกิดความยั่งยืนและก่อให้เกิดวัฒนธรรมสีเขียวภายในองค์กร เช่น การเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาของผู้ผลิตสับประรดกระป๋องแห่งหนึ่ง ซึ่งสามารถเป็นแนวทางให้แก่บริษัทอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมนี้ในการพัฒนา ปรับปรุง และประยุกต์ใช้กับบริษัทได้ ซึ่งแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกรรมเป็นแนวทางที่มีศักยภาพเชิงต้นทุนอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมอื่น ดังนั้น บริษัทควรมีการปฏิบัติตามแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่ได้เสนอไว้ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทน การควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสม การพัฒนาสายพันธุ์สับประรด ที่สามารถให้ผลผลิตที่ดี เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องเพื่อทราบถึงแนวโน้มและเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และบริษัทควรมีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม และการบังคับใช้อย่างจริงจัง เพื่อเป็นการลดการเกิดภาวะโลกร้อน อีกทั้งยังมีส่วนช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการนำแนวทางไปประยุกต์ใช้อาจมีความแตกต่างกันโดยเฉพาะในส่วนของวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีปัจจัยด้านการเพาะปลูก ชนิดพันธุ์พืช พื้นที่ทางกายภาพ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของวัตถุดิบ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาปัจจัยเพิ่มเติม และพิจารณาความเหมาะสมก่อนนำไปประยุกต์ใช้

บรรณานุกรม

- กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. (2557). *การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว สำหรับอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป*. กรุงเทพฯ: พรินท์ จิตติ.
- จิราภรณ์ บุญมาก และมณฑิรา ยุติธรรม. (2558). *ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการปลูกสับประรด : กรณีศึกษาอำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี*. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34* (หน้า 157-164). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธารทิพย์ เศรษฐชาญวิทย์. (2558). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังเพื่อกำหนดนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (พัฒนาสังคมและการจัดการสิ่งแวดล้อม), คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

- นพรุจ ธรรมจิโรจ, อัมพิกา ไกรฤทธิ และสิริวงศ์ กลั่นคำสอน. (2555). องค์การที่ยั่งยืนด้วยการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานสีเขียว. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555* (หน้า 1878-1886). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- พงศ์เทพ สุวรรณวารี, ขนิษฐา มีวาสนา, กัลยาณี กุลชัย และมนัสวี พานิชนอก. (2557). *รายงานการวิจัยวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย กรณีศึกษา: จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน. (2563). *อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม* (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://www.gsbresearch.or.th/wp-content/uploads/2021/01/IN_food_12_63.pdf [2566, 14 กรกฎาคม].
- สุพจน์ ชุมทโชติอนันต์ และธิดา อ่อนอินทร์. (2560). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ “สำรวจสถานะของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในบริบทประเทศไทย และทางเลือกมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และกฎหมาย” เป้าหมายที่ 12*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570)* (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://www.nesdc.go.th/download/Plan13/Doc/Plan13_Final.pdf [2566, 14 กรกฎาคม].
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2554). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์* (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/publication/CFP_Guideline_TH_Edition3.pdf [2566, 14 กรกฎาคม].
- Department of Economic & Social Affairs Sustainable Development. (2023). *Global Sustainable Development Report 2023* (Online). Available: <https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-06/Advance%20unedited%20GSDR%2014June2023.pdf> [2022, December 15].
- European Investment Bank. (2022). *Carbon Footprint Report 2022* (Online). Available: https://www.eib.org/attachments/lucalli/20230038_carbon_footprint_report_2022_en.pdf [2022, December 15].
- German Institute of Development and Sustainability (IDOS). (2022). *Sustainable Global Supply Chains Report 2022* (Online). Available: https://www.idos-research.de/fileadmin/user_upload/pdfs/projekt/20220407_SustainableGlobalSupplyChains-Report2022_lowres.pdf [2022, December 15].
- Global Carbon Project. (2017). *CO2-emissions* (Online). Available: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions> [2022, September 10].