



ตัวแบบประเมินประสิทธิผลและกลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความเย็นสีเขียว เพื่อขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้*

PERFORMANCE ASSESSMENT MODEL AND STRATEGIES OF GREEN COLD CHAIN MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE COMPETITIVE ADVANTAGE IN THE PROCESSED FRUIT INDUSTRY

นาวพล เกษมธรรณันท์*, สุวัฒน์ จรรยาพูน, จิราวรรณ เนียมสกุล

Nawapon Kasamtaranan*, Suwat Janyapoon, Jirawan Niamsakul

วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author E-mail: nawapon-1991@hotmail.com

*Tel: 062-975-5565

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้เผชิญความท้าทายในการจัดการโซ่อุปทานความเย็น เช่น การควบคุมอุณหภูมิ การสูญเสียอาหาร ต้นทุนพลังงาน และมาตรการด้านความยั่งยืนระดับสากล การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของโซ่อุปทานความเย็น 2) พัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิผลของโซ่อุปทานความเย็น และ 3) เสนอกลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความเย็นสีเขียวเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันอย่างยั่งยืน โดยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึก จากผู้บริหารระดับสูงและผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้และผู้ให้บริการโลจิสติกส์ จำนวน 16 ท่าน และตรวจสอบยืนยันผลด้วยการสนทนากลุ่ม จำนวน 8 ท่าน ข้อมูลถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thematic Analysis และทฤษฎีฐานราก โดยบูรณาการกรอบแนวคิด SCOR Model และดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพโลจิสติกส์อุตสาหกรรม (ILPI) ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพโซ่อุปทานความเย็นมี 5 ประการ ได้แก่ กระบวนการปฏิบัติงานและการควบคุมคุณภาพ โครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยี การบริหารจัดการข้อมูลและโครงสร้างองค์กร ต้นทุนและทรัพยากรมนุษย์ และปัจจัยภายนอกและสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ 2) ตัวแบบการประเมินประสิทธิผลที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 มิติ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพ ต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินงาน ความคล่องตัวและการตอบสนอง และความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม และ 3) กลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความเย็นสีเขียวถูกพัฒนาขึ้นภายใต้กรอบ 4M (Man Machine Material Method) มุ่งเน้นการสร้างวัฒนธรรมองค์กรคาร์บอนต่ำ การเปลี่ยนผ่านสู่ระบบอัตโนมัติควบคู่กับเทคโนโลยี IoT และการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจหมุนเวียน กลยุทธ์ที่นำเสนอนี้เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน และสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในเวทีการค้าระหว่างประเทศอย่างยั่งยืน



คำสำคัญ: โซ่อุปทานความเย็นสีเขียว, อุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้, ชีตความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน, ตัวแบบประเมินประสิทธิภาพ

Abstract

The processed fruit industry faces challenges in cold chain management, including temperature control, food loss, rising energy costs, and international sustainability measures. This research aims to 1) Study and analyze the factors affecting cold chain efficiency 2) Develop a cold chain performance assessment model and 3) Propose green cold chain management strategies to enhance sustainable competitiveness. Utilizing a qualitative research approach, data were collected through in-depth interviews with 16 key informants, including top executives, industry experts, and logistics service providers, and subsequently validated through focus group discussions involving 8 participants. The data were analyzed using thematic analysis and grounded theory by integrating the Supply Chain Operations Reference (SCOR) model and the Industrial Logistics Performance Index (ILPI). The findings reveal that 1) Five critical factors impact cold chain efficiency: operational processes and quality control, infrastructure and technology, data management and organizational structure, cost and human resources, and external business environments 2) The developed performance assessment model consists of four dimensions: reliability and quality, cost and operational efficiency, agility and responsiveness, and environmental sustainability and 3) Green cold chain management strategies were developed under the 4M (Man, Machine, Material, and Method) framework, focusing on cultivating a low-carbon corporate culture, transitioning to automated systems coupled with IoT technology, and applying circular economy principles. These proposed strategies serve as a crucial mechanism for enterprises to achieve carbon neutrality and build a sustainable competitive advantage in the international market.

Keywords: Green Cold Chain Management, Processed Fruit Industry, Sustainable Competitive Advantage, Performance Assessment Model

บทนำ

วิกฤตการณ์ด้านความมั่นคงทางอาหารและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นความท้าทายระดับโลกที่ส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการดำเนินงาน โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติระบุว่าข้อจำกัดของระบบโซ่อุปทานความเย็นทั่วโลกเป็นสาเหตุหลักประการหนึ่งของการเกิดการสูญเสียอาหาร (Food Loss) และขยะอาหาร ซึ่งก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ (United Nations Environment Programme, 2024)

ในขณะเดียวกัน องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติได้รายงานความเชื่อมโยงระหว่างความมั่นคงทางอาหารและการจัดการห่วงโซ่อุปทาน โดยเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการควบคุมและลดความสูญเสียในระบบปฏิบัติการเพื่อรักษาสมดุลทางทรัพยากร (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025) การดำเนินการตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) รวมถึงมาตรการปรับคาร์บอนก่อนเข้าพรมแดน (CBAM) ของสหภาพยุโรป และนโยบายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero) เป็นข้อกำหนดที่ส่งผลให้ห่วงโซ่อุปทานอาหารต้องบริหารความเสี่ยงและความยั่งยืนในห่วงโซ่อุปทานความเย็น (Khalid, R. U. et al., 2024) การบูรณาการแนวคิดห่วงโซ่อุปทานสีเขียวและเศรษฐกิจหมุนเวียนจึงเป็นยุทธศาสตร์สำหรับการลดผลกระทบเชิงนิเวศในการดำเนินธุรกิจระดับสากล (วิภาวี วลีพิทักษ์เดช และคณะ, 2566)

สำหรับประเทศไทย กลุ่มสินค้าเกษตรและอาหารรวมถึงอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้เป็นภาคส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ การดำเนินงานของธุรกิจในกลุ่มนี้มีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพห่วงโซ่อุปทานความเย็น โดยเฉพาะการบริหารต้นทุนและการจัดการระบบห่วงโซ่อุปทาน (อิรวุฒิ แสงมณีเดช และคณะ, 2567) ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในระบบ คือ การสูญเสียอาหารในกระบวนการผลิตและการขนส่ง (Channiyamathorn, P. et al., 2024) สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากการจัดการกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าและการใช้ระบบขนส่งที่ขาดการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตลดลง (ศรัณยู กาญจนสุวรรณ, 2567) ประกอบกับความซับซ้อนในการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านเวลาและเส้นทางในห่วงโซ่อุปทานความเย็น เป็นปัจจัยที่ทำให้คุณภาพสินค้าเสื่อมสภาพระหว่างการจัดส่ง (Khalid, R. U. et al., 2024)

การจัดการห่วงโซ่อุปทานเชิงกลยุทธ์เป็นแนวทางในการกำหนดทิศทางการดำเนินธุรกิจอาหาร (อิรวุฒิ แสงมณีเดช และคณะ, 2567) การพัฒนาเครื่องมือประเมินประสิทธิผลสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทยเป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการวัดผลการดำเนินงาน งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อห่วงโซ่อุปทานความเย็น พัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิผล และนำเสนอกลยุทธ์การจัดการห่วงโซ่อุปทานความเย็นสีเขียวภายใต้กรอบ 4M (Man Machine Material Method) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้ประกอบการในการบริหารจัดการการสูญเสียอาหารรองรับเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน และสนับสนุนขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานความเย็น
2. เพื่อพัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิผลของห่วงโซ่อุปทานความเย็น
3. เพื่อเสนอกลยุทธ์การจัดการห่วงโซ่อุปทานความเย็นสีเขียวเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยประยุกต์ใช้แนวทางทฤษฎีฐานราก (Grounded Theory Approach) ตามกระบวนการของ Corbin, J. & Strauss, A. เพื่อพัฒนาตัวแบบและกลยุทธ์จากข้อมูลเชิงประจักษ์ในบริบทของอุตสาหกรรมไทย (Corbin, J. & Strauss, A., 2015) โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1. การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกำหนดเกณฑ์คุณสมบัติ (Inclusion Criteria) ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) อย่างเคร่งครัด ผู้ให้ข้อมูลต้องเป็นผู้บริหารระดับสูงหรือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การทำงานในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้หรือการจัดการโซ่อุปทานความเย็นไม่น้อยกว่า 10 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความลึกซึ้งและครอบคลุมทั้งในมิติด้านการวางแผนเชิงกลยุทธ์และการปฏิบัติการ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ประกอบด้วย ผู้บริหารจากบริษัทแปรรูปผลไม้ จำนวน 2 ท่าน ผู้บริหารบริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์ (LSP) จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านโซ่อุปทานความเย็น จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้าน ILPI และการประเมินประสิทธิภาพ จำนวน 1 ท่าน และผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 ท่าน โดยผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งข้อมูลถึงจุดอิ่มตัว (Data Saturation) ซึ่งเป็นจุดที่ไม่มีข้อมูลหรือประเด็นใหม่เกิดขึ้นเพิ่มเติม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือหลักที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ซึ่งถูกพัฒนาและออกแบบโครงสร้างข้อคำถามโดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิดแบบจำลองการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR Model) และดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพโลจิสติกส์อุตสาหกรรม (ILPI) เพื่อให้เครื่องมือมีความเที่ยงตรง ผู้วิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์ไปผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านโลจิสติกส์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านโซ่อุปทานความเย็น จำนวน 1 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC = 0.96) จากนั้นจึงนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจนและครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยอย่างสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

3. การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และทำการถอดความแบบคำต่อคำ (Verbatim Transcription) เพื่อคงความหมายและบริบทของข้อมูลต้นฉบับไว้ให้มากที่สุด จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thematic Analysis และทฤษฎีฐานรากผ่านขั้นตอนการลงรหัส (Coding) อย่างเป็นระบบใน 3 ระดับ ได้แก่

3.1 การลงรหัสแบบเปิด (Open Coding) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อระบุแนวคิด (Concepts) สร้างรหัสเปิดจากการให้สัมภาษณ์ และระบุปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อจำกัดในโซ่อุปทานความเย็น

3.2 การลงรหัสแกน (Axial Coding) นำตัวแปรจากกรอบแนวคิดการวิจัยมาทำหน้าที่เป็นรหัสแกนเพื่อจัดหมวดหมู่และหาความสัมพันธ์ของรหัสเปิดที่สกัดได้ในขั้นตอนแรก

3.3 การลงรหัสเชิงเลือก (Selective Coding) ทำการสังเคราะห์รหัสแกนและหมวดหมู่หลักทั้งหมดเพื่อสร้างความเชื่อมโยงไปสู่การพัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพ และจัดกลุ่มเข้าสู่กรอบยุทธศาสตร์ 4M (Man Machine Material Method)

4. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Trustworthiness) เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้อง (Validity Check) และความเป็นไปได้ในการนำตัวแบบและกลยุทธ์ไปปฏิบัติจริง ผู้วิจัยได้จัดกระบวนการสนทนากลุ่มย่อย (Focus Group) โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญที่มีบทบาทสำคัญในโซ่อุปทานความเย็น จำนวน 8 ท่าน โครงสร้างของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ผู้บริหารอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ 2 ท่าน ผู้บริหารผู้ให้บริการโลจิสติกส์ (LSP) 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาการ 3 ท่าน และตัวแทนจากหน่วยงานกำกับดูแลภาครัฐ

(กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม) 1 ท่าน เพื่อร่วมกันตรวจสอบความครอบคลุมของปัจจัยสำคัญ ยืนยันความเหมาะสมของตัวแบบการประเมินประสิทธิผล (4 มิติ 13 ตัวชี้วัด) และประเมินความเป็นไปได้ของชุดกลยุทธ์ 4M ก่อนทำการสรุปผลการวิจัยขั้นสุดท้าย

ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโซ่อุปทานความเย็น จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกผ่านการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญและกระบวนการวิเคราะห์ตามทฤษฎีฐานราก พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบริหารจัดการโซ่อุปทานความเย็นในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ มีความซับซ้อนและเกี่ยวโยงกันในหลายมิติ โดยสามารถจัดกลุ่มปัจจัยวิกฤต (Critical Factors) ที่ส่งผลกระทบโดยตรงได้ 5 ประการ ดังนี้

1.1 ปัจจัยด้านกระบวนการปฏิบัติงานและการควบคุมคุณภาพ (Operational Processes and Quality Control) พบว่า ความเสี่ยงหลักมักเกิด ณ จุดเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Handover Points) เช่น การรอคิวโหลดสินค้าบริเวณหน้าลานบรรทุก ส่งผลให้เกิดสถานะคอขวด (Bottleneck) ทำให้ผลิตภัณฑ์ผลไม้แปรรูปต้องสัมผัสกับอุณหภูมิที่กว้างตัว นำไปสู่ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เร่งการเสื่อมสภาพของสินค้า ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญของการเกิดการสูญเสียอาหาร (Food Loss) ก่อนถึงมือผู้บริโภค

1.2 ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยี (Infrastructure and Technology) ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ประสบปัญหาการพึ่งพาลังสินค้าและระบบทำความเย็นที่มีอายุการใช้งานยาวนาน (Legacy Infrastructure) ซึ่งมีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และขาดการติดตั้งเทคโนโลยีเซนเซอร์อัจฉริยะ (IoT) สำหรับตรวจสอบอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ โครงสร้างพื้นฐานที่ล้าสมัยนี้ไม่เพียงแต่ทำให้เกิดการรั่วไหลของความเย็น แต่ยังส่งผลให้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นไปในลักษณะเชิงรับ (Reactive) มากกว่าเชิงรุก (Proactive)

1.3 ปัจจัยด้านการบริหารจัดการข้อมูลและโครงสร้างองค์กร (Data Management and Organizational Structure) โครงสร้างการทำงานแบบแยกส่วน (Silo Effect) ระหว่างหน่วยงานส่วนกลางฐานการผลิต และผู้ให้บริการโลจิสติกส์ภายนอก (LSP) ทำให้การบูรณาการข้อมูลขาดความโปร่งใสของข้อมูลตลอดโซ่อุปทาน (End-to-end Visibility) ทำให้องค์กรไม่สามารถตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) ได้อย่างทันทั่วถึงเมื่อเกิดข้อผิดพลาด ส่งผลให้การตัดสินใจเพื่อระงับความเสียหายล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพ

1.4 ปัจจัยด้านต้นทุนและทรัพยากรมนุษย์ (Cost and Human Resources) การใช้พลังงานในระบบทำความเย็นส่งผลให้องค์กรต้องแบกรับต้นทุนค่าไฟฟ้า (Energy Cost) ที่พุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ตัวองค์กรยังเผชิญกับข้อจำกัดด้านทรัพยากรมนุษย์ โดยเฉพาะการขาดแคลนบุคลากรที่มีทักษะในการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล และการขาดความตระหนักรู้ของพนักงานระดับปฏิบัติการในเรื่องจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมและการลดความสูญเปล่า (Zero Waste Mindset) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขับเคลื่อนนโยบายความยั่งยืน

1.5 ปัจจัยด้านปัจจัยภายนอกและสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ (External Factors and Business Environment) การดำเนินธุรกิจในปัจจุบันต้องเผชิญกับแรงกดดันจากภายนอกอย่างมาก โดยเฉพาะมาตรการกีดกันทางการค้า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Carbon Footprint) ในปริมาณสูง



ซึ่งหากผู้ประกอบการไม่สามารถปรับตัวรับมือกับเงื่อนไขด้านความยั่งยืนระดับสากลได้ จะส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีการค้าระหว่างประเทศ

2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ตัวแบบการประเมินประสิทธิผลของโซ่อุปทานความยั่งยืน เพื่อให้สามารถวัดผลและยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้บูรณาการแนวคิดจากแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR Model) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ร่วมกับดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพโลจิสติกส์อุตสาหกรรม (ILPI) เพื่อสร้างดัชนีชี้วัดที่สอดคล้องกับบริบทเฉพาะของอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทย จนกระทั่งได้ ตัวแบบการประเมินประสิทธิผลโซ่อุปทานความยั่งยืน สีเขียว 4 มิติ ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวแบบการประเมินประสิทธิผลโซ่อุปทานความยั่งยืนสีเขียว

มิติการประเมิน (Dimension)	ตัวชี้วัดหลัก (Key Indicators)	จุดมุ่งหมายการประเมิน
1. ความน่าเชื่อถือและคุณภาพ (Reliability & Quality)	- อัตราความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ ณ จุดเปลี่ยนผ่าน - ความแม่นยำของการตรวจสอบย้อนกลับ - อัตราการสูญเสียของผลิตภัณฑ์	ประเมินความเสถียรของอุณหภูมิ ณ รอยต่อ การส่งมอบ ความพร้อมของเทคโนโลยีตรวจสอบ ย้อนกลับ (IoT) และผลสัมฤทธิ์ปลายทาง ในการลดความเสียหายของสินค้า (Food Loss)
2. ต้นทุนและประสิทธิภาพ การดำเนินงาน (Cost & Operational Efficiency)	- ประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วย - อัตราการใช้ประโยชน์พื้นที่เชิงปริมาตร - ผลผลิตต่อแรงงาน	ประเมินความคุ้มค่าของการบริหารคลังสินค้า ทั้งการใช้พลังงานเทียบกับปริมาณสินค้า การประยุกต์ใช้พื้นที่แนวตั้ง และความสมดุล ระหว่างผลผลิตกับแรงงานเพื่อรองรับเทคโนโลยี อัตโนมัติ
3. ความคล่องตัวและ การตอบสนอง (Agility & Responsiveness)	- ระยะเวลาตอบสนองคำสั่งซื้อ - ระดับการบูรณาการข้อมูลข้ามสายงาน - ระยะเวลารอคอย ณ จุดตรวจสอบ ภาครัฐ - การบริหารความเสี่ยงและภาวะวิกฤต	ประเมินความเร็วในการจัดส่ง การทลาย กำแพงการทำงานแบบแยกส่วน (Silo) ผ่าน Dashboard ข้อมูล ความคล่องตัวในการบริหาร จัดการเอกสารข้ามแดนเพื่อลดความเสี่ยง ที่ห่วงโซ่จะขาดตอน และการจัดทำแผนรองรับ ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นตลอดโซ่อุปทาน
4. ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability)	- ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ - สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน - อัตราการหมุนเวียนทรัพยากร	ประเมินความก้าวหน้าด้าน ESG ทั้งการลดก๊าซ เรือนกระจก (Scope 1 - 3) การเปลี่ยนผ่านสู่ พลังงานสะอาด (เช่น Solar Rooftop) และระบบ โลจิสติกส์ย้อนกลับตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน

ตารางที่ 2 สูตรการคำนวณตัวชี้วัดหลักของตัวแบบการประเมินประสิทธิผลโซ่อุปทานความยั่งยืนสีเขียว

ตัวชี้วัดหลัก (Key Indicators)	สูตรคำนวณ
มิติที่ 1 ความน่าเชื่อถือและคุณภาพ (Reliability & Quality)	
- อัตราความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ ณ จุดเปลี่ยนผ่าน	$\left(\frac{\text{จำนวนครั้งที่พบอุณหภูมิหลุดเกณฑ์มาตรฐาน ณ จุดเปลี่ยนผ่าน}}{\text{ของการตรวจสอบอุณหภูมิทั้งหมด ณ จุดเปลี่ยนผ่าน}} \right) \times 100$



ตารางที่ 2 สูตรการคำนวณตัวชี้วัดหลักของตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพโซ่อุปทานความยั่งยืนสีเขียว (ต่อ)

ตัวชี้วัดหลัก (Key Indicators)	สูตรคำนวณ
- ความแม่นยำของการตรวจสอบย้อนกลับ	$(\text{จำนวนรายการสินค้าที่ระบบแสดงข้อมูลแหล่งที่มาและประวัติอุณหภูมิ} \div \text{ได้ถูกต้อง} \div \text{จำนวนรายการสินค้าทั้งหมดที่ถูกสุ่มตรวจสอบ}) \times 100$
- อัตราการสูญเสียของผลิตภัณฑ์	$(\text{จำนวน น้ำหนักหรือมูลค่าของสินค้าที่เสื่อมสภาพ เสียหาย หรือถูกคัดทิ้ง} \div \text{จำนวน น้ำหนักหรือมูลค่าของสินค้ารับเข้าทั้งหมด}) \times 100$
มิติที่ 2 ต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Cost & Operational Efficiency)	
- ประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วย	$\text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในระบบคลังความเย็นและการปฏิบัติงาน} \div \text{ปริมาณสินค้าทั้งหมดที่จัดเก็บหรือผ่านกระบวนการ}$
- อัตราการใช้ประโยชน์พื้นที่เชิงปริมาตร	$(\text{ปริมาตรของสินค้าที่จัดเก็บจริงในคลังสินค้ารวมพื้นที่แฉ่ง} \div \text{ปริมาตรความจุสูงสุดรวมของคลังสินค้า}) \times 100$
- ผลผลิตต่อแรงงาน	$\text{ปริมาณสินค้าที่ผ่านกระบวนการจัดการรับเข้าและจ่ายออกสำเร็จ} \div \text{จำนวนชั่วโมงการทำงานรวมของพนักงานปฏิบัติการทั้งหมด}$
มิติที่ 3 ความคล่องตัวและการตอบสนอง (Agility & Responsiveness)	
- ระยะเวลาตอบสนองคำสั่งซื้อ	$\text{วันและเวลาที่สินค้าถูกส่งมอบถึงจุดหมายสำเร็จ} - \text{วันและเวลาที่ระบบได้รับคำสั่งซื้อ}$
- ระดับการบูรณาการข้อมูลข้ามสายงาน	$(\text{จำนวนกระบวนการหรือแผนกที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบดิจิทัลแบบเรียลไทม์} \div \text{จำนวนกระบวนการหรือแผนกหลักทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง}) \times 100$
- ระยะเวลารอยต่อ ณ จุดตรวจสอบภาครัฐ	$\text{เวลาที่ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบและได้รับเอกสารปล่อยรถเสร็จสิ้น} - \text{เวลาที่รถขนส่งเดินทางมาถึงจุดตรวจสอบ}$
- การบริหารความเสี่ยงและภาวะวิกฤต	$(\text{จำนวนเหตุการณ์วิกฤตที่องค์กรแก้ไขและฟื้นฟูได้ภายในเวลาที่กำหนดตามแผน} \div \text{จำนวนเหตุการณ์วิกฤตที่เกิดขึ้นทั้งหมด}) \times 100$
มิติที่ 4 ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability)	
- ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์	$\Sigma (\text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในกิจกรรมโลจิสติกส์} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละประเภท})$
- สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน	$(\text{ปริมาณพลังงานหมุนเวียนที่องค์กรผลิตและใช้เอง} \div \text{ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดขององค์กร}) \times 100$
- อัตราการหมุนเวียนทรัพยากร	$(\text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่นำกลับมาทำความสะอาดและใช้ซ้ำ} \div \text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดที่มีการเบิกใช้งาน}) \times 100$

3. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3

กลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความยั่งยืนสีเขียวเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันอย่างยั่งยืน จากการประเมินศักยภาพและสังเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำเสนอกลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความยั่งยืนสีเขียว (Green Cold Chain Strategies) เชิงบูรณาการภายใต้กรอบ 4M ยุทธศาสตร์นี้ถูกออกแบบมาเพื่ออุดรอยรั่วและแก้ปัญหาคอขวดในระบบปฏิบัติการเดิม พร้อมทั้งเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนองค์กรอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทย สู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) โดยมีรายละเอียดเชิงลึกในแต่ละมิติ ดังนี้

3.1 กลยุทธ์ด้านบุคลากร (Man) กลยุทธ์การสร้างรากฐานวัฒนธรรมองค์กรคาร์บอนต่ำ มุ่งเน้นการเปลี่ยนผ่านทางความคิด (Mindset Transformation) ของพนักงานทุกระดับ เพื่อสร้างวัฒนธรรมองค์กรคาร์บอนต่ำ (Low-Carbon Culture) โดยมีเป้าหมายสูงสุด คือ การลดการสูญเสียอาหารให้เป็นศูนย์ (Zero Food Loss) องค์กรต้องปรับเปลี่ยนจากการสั่งการจากบนลงล่าง (Top-down) มาสู่การส่งเสริมให้พนักงานระดับปฏิบัติการหน้างานมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรม Eco-Kaizen ซึ่งเป็นการบูรณาการแนวความคิดการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่องเข้ากับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม พนักงานจะถูกฝึกอบรมให้มีศักยภาพในการค้นหาจุดที่เกิดความสูญเปล่า (Waste Identification) เช่น การเปิดประตูห้องเย็นทิ้งไว้หรือความล่าช้าในการเตรียมสินค้าที่ลานบรรทุก การดึงพนักงานเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา จะช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ (Human Error) และสร้างระบบนิเวศการทำงานที่ตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรอย่างยั่งยืน

3.2 กลยุทธ์ด้านเครื่องจักรและเทคโนโลยี (Machine) กลยุทธ์การยกระดับสู่โครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ มุ่งเน้นหลายข้อจำกัดของโครงสร้างพื้นฐานเดิมที่สิ้นเปลืองพลังงาน องค์กรต้องเร่งเปลี่ยนผ่านสู่เทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology) กลยุทธ์นี้จะกำหนดให้มีการติดตั้งเซนเซอร์อัจฉริยะ (IoT) เพื่อสร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับและการติดตามอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ (Real-time Monitoring) ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารมองเห็นสถานะการใช้พลังงานแบบรวมศูนย์และแก้ไขปัญหาการแกว่งตัวของอุณหภูมิได้ทันเวลาที่ ควบคู่ไปกับการลงทุนในระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (AS/RS: Automated Storage and Retrieval System) ซึ่งจะช่วยลดความจำเป็นในการใช้แรงงานคนและรถโฟล์คลิฟท์ภายในคลังสินค้า ลดระยะเวลาและรอบการเปิด - ปิดประตูห้องเย็น ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียความเย็น การใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วยให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 (Scope 2) ได้อย่างเป็นรูปธรรม

3.3 กลยุทธ์ด้านวัตถุดิบและทรัพยากร (Material) กลยุทธ์การบูรณาการเศรษฐกิจหมุนเวียน มุ่งเน้นการจัดการความยั่งยืนตลอดโซ่อุปทาน โดยบังคับใช้นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว (Green Procurement) องค์กรจำเป็นต้องกำหนดหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบ (Suppliers) และเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อัจฉริยะ (Smart Packaging) ที่มีคุณสมบัติในการรักษาอุณหภูมิ ยืดอายุผลิตภัณฑ์ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยังต้องสนับสนุนการนำหลัก เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) มาประยุกต์ใช้อย่างเต็มรูปแบบ ด้วยการสร้างระบบโลจิสติกส์ย้อนกลับ (Reverse Logistics) เพื่อเรียกคืนบรรจุภัณฑ์ ตะกร้า หรือพาเลท กลับเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาดและใช้ซ้ำ (Reuse) กลยุทธ์นี้ช่วยลดปริมาณขยะเหลือทิ้ง (Zero Waste) ลดต้นทุนแฝงจากการจัดซื้อวัสดุใหม่ และลดการปล่อยคาร์บอนในขอบเขตที่ 3 (Scope 3) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 กลยุทธ์ด้านกระบวนการจัดการ (Method) กลยุทธ์การบริหารโซ่อุปทานด้วยข้อมูล มุ่งเน้นการจัดการข้อมูลและการเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทาง โดยการนำระบบ Digital Carbon Tracking มาใช้ในการติดตามและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในทุกกิจกรรมโลจิสติกส์ ทำให้องค์กรมีฐานข้อมูลที่แม่นยำสำหรับการจัดทำรายงาน ESG ในกระบวนการขนส่ง องค์กรต้องประยุกต์ใช้ระบบประมวลผลเพื่อปรับปรุงเส้นทางขนส่ง (Route Optimization) ให้สั้นลงและใช้เวลาน้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรและลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง นอกจากนี้ ในกระบวนการทำงาน ณ จุดเปลี่ยนถ่ายสินค้า ต้องมีการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบดิจิทัลไร้กระดาษ (Paperless) อย่างเต็มรูปแบบ เพื่อลดความล่าช้าจากการตรวจสอบเอกสาร ซึ่งช่วยเพิ่มความคล่องตัว (Agility) ให้การขนถ่ายสินค้าเป็นไปอย่างรวดเร็ว

4. ผลการสนทนากลุ่ม

4.1 การยืนยันปัจจัยสำคัญ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) ผู้เชี่ยวชาญมีฉันทามติว่าปัจจัยทั้ง 5 กลุ่มส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็น “จุดเปลี่ยนผ่าน (Handover Points)” จากการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากภาครัฐระบุว่า “ความเสียหายส่วนใหญ่เกิดกับรอยต่อระหว่างการรอสินค้าไหลขึ้นรถหรือรอคัดแยกหน้าคลัง” (วิมลภา ชุ่มดี, 2569) และผู้เชี่ยวชาญด้านคลังสินค้าเน้นย้ำว่าเป็นจุดสำคัญที่ต้องเจาะลึก นอกจากนี้ยังเสนอให้เพิ่มมิติเรื่องความปลอดภัยอาหาร (Food Safety) และความมั่นคงด้านข้อมูล (IT Security)

4.2 การยืนยันตัวแบบการประเมิน (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) ผู้เชี่ยวชาญเห็นชอบว่าตัวแบบ 4 มิติ 13 ตัวชี้วัด มีความครอบคลุมเชิงโครงสร้าง อย่างไรก็ตามมีการเสนอให้ปรับปรุงมิติด้าน Agility โดยการเพิ่มตัวชี้วัดที่สะท้อนความสามารถในการฟื้นตัวจากการประเมินความเสี่ยง และเสนอให้ผู้ประกอบการเปลี่ยนการเก็บข้อมูลแบบ Manual เป็นระบบ Digital/IoT เพื่อความแม่นยำในการประเมินระดับ 4 - 5

4.3 การยืนยันกลยุทธ์ 4M (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3) ผู้เชี่ยวชาญยืนยันว่ากลยุทธ์ 4M ที่แบ่งตามระดับคะแนน 1 - 5 มีความละเอียดและเหมาะสม แต่ต้องระมัดระวังเรื่องการตีความเกณฑ์ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น กลยุทธ์ที่มีความเร่งด่วน คือ การสร้างความมุ่งมั่นของผู้บริหาร (Commitment) และการจัดทำ Best Practice เพื่อแสดงความคุ้มค่าของการลงทุน (ROI)

อภิปรายผล

อภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า การแก้ปัญหาการสูญเสียอาหาร (Food Loss) ในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ จำเป็นต้องสร้างตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพที่มีความครอบคลุม โดยเกิดจากการบูรณาการรากฐานทฤษฎีทั้ง 4 ด้านเข้าด้วยกัน ได้แก่ SCOR Model การจัดการโซ่อุปทานอาหาร การจัดการโซ่อุปทานความเย็น และแนวคิดความยั่งยืน ซึ่งทำให้สามารถกำหนดตัวแปรย่อย (Sub-variables) ที่สะท้อนมิติการปฏิบัติงานจริงได้ถึง 27 ตัวแปรโดยการสร้างตัวแบบประเมินประสิทธิภาพดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะฉัตร จารุธีรศานต์ และสรพล บุรณกุล ที่พบว่า แนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพโซ่อุปทานความเย็นสำหรับธุรกิจผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในประเทศไทย จำเป็นต้องมุ่งเน้นที่ประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้าและการจัดการความเย็นของโซ่อุปทานเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการลดความสูญเสียของสินค้าที่เน่าเสียได้ง่ายอย่างเป็นระบบ (ปิยะฉัตร จารุธีรศานต์ และสรพล บุรณกุล, 2568) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Channiyamathorn, P. et al. ที่พบว่า การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SCOR เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และระบุสาเหตุรากเหง้าของการสูญเสียผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยชี้ให้เห็นว่าการตัดสินใจและการปฏิบัติงานในโซ่อุปทานมีผลกระทบโดยตรงต่อระดับความรุนแรงของการสูญเสียอาหาร (Channiyamathorn, P. et al., 2024) ซึ่งตอกย้ำถึงความสำคัญของการนำมาตรฐานสากลมาใช้เป็นฐานในการประเมินประสิทธิภาพ และทฤษฎีโซ่อุปทานความเย็นยังช่วยให้สามารถชี้วัดข้อจำกัดด้านการควบคุมอุณหภูมิได้อย่างตรงจุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เนตรา สมบูรณ์แก้ว และคณะ ที่พบว่า จุดวิกฤตที่ส่งผลต่อการสูญเสียผลิตภัณฑ์มากที่สุดมักเกิดขึ้นในขั้นตอนระหว่างการเคลื่อนย้ายสินค้าตลอดโซ่อุปทาน (เนตรา สมบูรณ์แก้ว และคณะ, 2565) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ



ชาคร เกษมสันต์ และธรีณี มณีศรี ที่พบว่า การรักษาคุณภาพสินค้าในโซ่อุปทานความเย็นต้องเผชิญกับความท้าทายด้านความไม่แน่นอนของเวลาเดินทาง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขด้วยการจัดเส้นทางขนส่งที่แม่นยำเพื่อลดความเสี่ยงจากการเสื่อมสภาพของสินค้าก่อนถึงจุดหมาย (ชาคร เกษมสันต์ และธรีณี มณีศรี, 2568)

อภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า การบูรณาการรากฐานทฤษฎี SCOR Model ร่วมกับดัชนีชี้วัด ILPI และแนวคิดความยั่งยืน ทำให้สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบการประเมินออกเป็น 4 มิติหลัก ได้แก่ มิติด้านความน่าเชื่อถือและคุณภาพ (Reliability & Quality) มิติด้านต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Cost & Operational Efficiency) มิติด้านความคล่องตัวและการตอบสนอง (Agility & Responsiveness) และมิติด้านความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability) การกำหนดมิติเหล่านี้สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะฉัตร จารุธีรศานต์ และสรพล บุรณกุล ที่พบว่า แนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพโซ่อุปทานความเย็นจำเป็นต้องมุ่งเน้นที่ประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้าและการจัดการความยืดหยุ่นของโซ่อุปทานเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน (ปิยะฉัตร จารุธีรศานต์ และสรพล บุรณกุล, 2568) นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SCOR ยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และระบุสาเหตุรากเหง้าของการสูญเสียผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยใช้ให้เห็นว่าการตัดสินใจและการปฏิบัติงานในโซ่อุปทานมีผลกระทบโดยตรงต่อระดับความรุนแรงของการสูญเสียอาหาร (Channiyamathorn, P. et al., 2024)

อภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า การบูรณาการ 4 มิติหลักข้างต้น ทำให้เกิดตัวแบบการประเมินประสิทธิผลที่มีความสมบูรณ์ ซึ่งตัวแบบการประเมินผลนี้เป็นเครื่องมือวัดผลเชิงยุทธศาสตร์ ที่นำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความเย็นสีเขียว และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ประกอบการ สามารถดำเนินธุรกิจภายใต้แรงกดดันจากมาตรการทางสิ่งแวดล้อมในระดับสากล ซึ่งนำไปสู่การสร้าง competitive advantage อย่างยั่งยืน (Sustainable Competitive Advantage) โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khalid, R. U. et al ที่พบว่า ผู้ประกอบการในโซ่อุปทานอาหารที่สามารถพิสูจน์ความโปร่งใสด้านสิ่งแวดล้อมและจัดการความเสี่ยงได้อย่างเป็นระบบ จะเป็นผู้ที่สามารถรักษาความสามารถในการแข่งขันและเติบโตในตลาดโลกได้อย่างยั่งยืน (Khalid, R. U. et al., 2024)

องค์ความรู้ใหม่

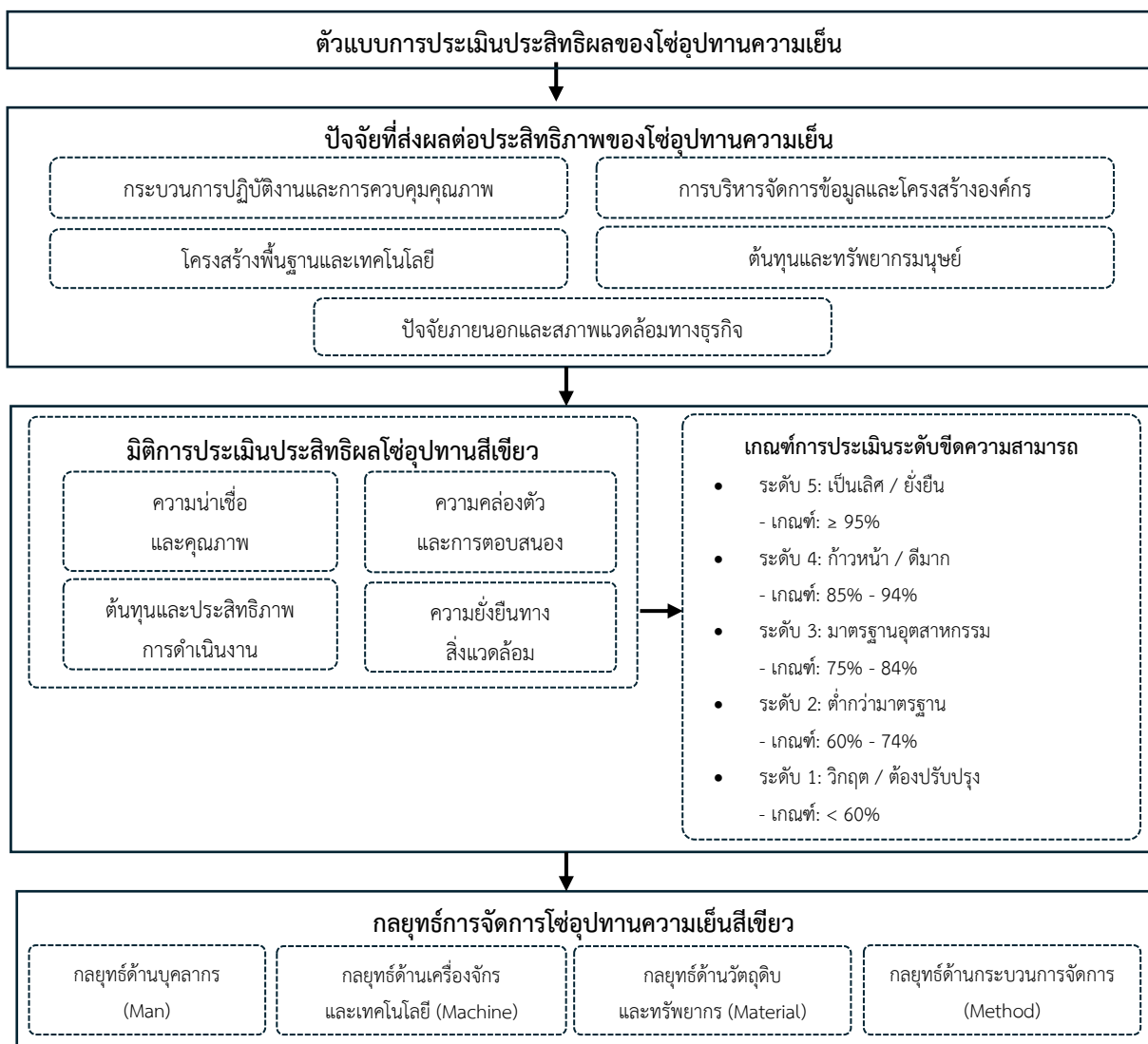
จากผลจากการวิจัยสามารถอธิบายผ่านตัวแบบการประเมินประสิทธิผลโซ่อุปทานความเย็น โครงสร้างของตัวแบบเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงระบบที่เป็นข้อจำกัดในการดำเนินงาน ซึ่งข้อค้นพบชี้ให้เห็นว่าความเสียหายของสินค้ามักเกิดจากรอยต่อของกระบวนการทำงาน โดยเฉพาะ ณ จุดเปลี่ยนผ่านสินค้า มากกว่าความบกพร่องของเครื่องทำความเย็นเพียงอย่างเดียว ประกอบกับ การที่มาตรฐานของอุตสาหกรรมได้ยกระดับจากการมุ่งเน้นเพียงคุณภาพทางกายภาพ ไปสู่ความปลอดภัยและความมั่นคงด้านอาหารระดับสากล ทำให้องค์กรต้องปรับตัวรับมือกับความท้าทายเหล่านี้อย่างเป็นระบบ

จากปัจจัยดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิผลโซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain Performance Assessment Model: CCPAM) ซึ่งเกิดจากการบูรณาการแบบจำลองมาตรฐานสากลเข้ากับดัชนีชี้วัดของประเทศไทย ตัวแบบนี้ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือวินิจฉัยองค์กรผ่าน 4 มิติหลัก ได้แก่ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพ



ต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินงาน ความคล่องตัวและการตอบสนอง และความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม ตัวแบบนี้เป็นการนำตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการใช้พลังงานหมุนเวียน มารวมเป็นเกณฑ์ประเมินร่วมกับมิติทางเศรษฐกิจ ซึ่งช่วยให้ผู้ประกอบการทราบถึงระดับขีดความสามารถของตนเองได้อย่างรอบด้าน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินจะถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบกลยุทธ์เชิงยุทธศาสตร์แบบ 4M ที่ครอบคลุมการยกระดับด้านบุคลากร เครื่องจักร วัตถุดิบ และกระบวนการ โดยเชื่อมโยงแผนปฏิบัติการให้เหมาะสมกับบุคลากรในแต่ละระดับ เช่น การนำเทคโนโลยีอัจฉริยะมาประยุกต์ใช้ หรือการจัดการทรัพยากรเพื่อลดความสูญเสียอาหารให้เป็นศูนย์ เป็นต้น โครงสร้างโมเดลนี้ยังให้ความสำคัญถึงการนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติโดยยึดหลักความยั่งยืนและเศรษฐกิจหมุนเวียน ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จะหมุนวนกลับไปช่วยบรรเทาปัญหาและยกระดับปัจจัยตั้งต้นในระบบโลจิสติกส์ ก่อให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้



ภาพที่ 1 ตัวแบบการประเมินประสิทธิผลโซ่อุปทานความเย็น (CCPAM)

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้บูรณาการ SCOR Model ร่วมกับทฤษฎีการจัดการโซ่อุปทานอาหาร โซ่อุปทานความเย็น และแนวคิดความยั่งยืน เพื่อสังเคราะห์ตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพ 4 มิติ ซึ่งประกอบด้วย 1) มิติด้านความน่าเชื่อถือและคุณภาพ (Reliability & Quality) 2) มิติด้านต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Cost & Operational Efficiency) 3) มิติด้านความคล่องตัวและการตอบสนอง (Agility & Responsiveness) และ 4) มิติด้านความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability) ตัวแบบดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการชี้วัดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการปฏิบัติการกับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการประเมินจะนำไปสู่การพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการโซ่อุปทานความเย็นสีเขียว 4M (Man Machine Material Method) ที่มุ่งเน้นการปฏิบัติงานแบบบูรณาการอย่างเป็นระบบ โดยครอบคลุมตั้งแต่การสร้างวัฒนธรรมองค์กรคาร์บอนต่ำในระดับบุคลากร การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลัสเตอร์อัจฉริยะ (IoT และ AS/RS) การใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ไปจนถึงการนำระบบดิจิทัลมาติดตามคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการปรับปรุงเส้นทางขนส่ง ทั้งนี้ เป็นการช่วยแก้ไขปัญหาคอขวดและลดการสูญเสียอาหาร (Food Loss) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสร้างความยืดหยุ่นให้ธุรกิจสามารถรองรับความผันผวนของต้นทุนพลังงานและมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้จึงเป็นการยกระดับอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทยสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืน โดยผลการวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางและปรับใช้ในการประเมินสถานะองค์กรก่อนการวางแผนยุทธศาสตร์ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้และผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ควรนำเครื่องมือแบบประเมินตนเองภายใต้กรอบ 4M (CCPAM) ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ ไปใช้วินิจฉัยสถานะการดำเนินงานปัจจุบันขององค์กร เพื่อระบุระดับความพร้อมและข้อบกพร่องของแต่ละแผนก การประเมินนี้จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถจัดทำแผนปฏิบัติการและจัดสรรทรัพยากรได้อย่างตรงจุดก่อนการกำหนดกลยุทธ์ในระดับองค์กร อีกทั้งหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ควรนำตัวแบบประเมินประสิทธิผลนี้ไปใช้เป็นกรอบมาตรฐานในการให้คำปรึกษา หรือจัดทำโครงการประเมินศักยภาพด้านโลจิสติกส์สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และใช้เพื่อพิจารณาออกมาตรการสนับสนุนทางนโยบาย เช่น การให้เงินทุนอุดหนุน (Subsidies) หรือสิทธิประโยชน์ทางภาษี สำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการลงทุนในเทคโนโลยีการติดตามอุณหภูมิ (IoT) เพื่อเร่งให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสู่การจัดการโซ่อุปทานความเย็นสีเขียวอย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารอ้างอิง

- ชาคร เกษมสันต์ และธรีณี มณีศรี. (2568). การจัดการโซ่อุปทานความเย็นด้วยการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีกรอบเวลาและเวลาเดินทางไม่แน่นอน. วารสารสังคมศาสตร์และวัฒนธรรม, 9(10), 356-367.
- อิรวดี แสงมณีเดช และคณะ. (2567). การวิเคราะห์ห่อหุ้มความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการจัดการห่วงโซ่อุปทานธุรกิจอาหารทะเลแช่แข็งเพื่อความสามารถได้เปรียบทางการแข่งขันภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจสีน้ำเงิน. วารสารสังคมศาสตร์และวัฒนธรรม, 8(11), 303-316.
- เนตรา สมบูรณ์แก้ว และคณะ. (2565). การประเมินการสูญเสียถั่วเหลืองในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวตลอดโซ่อุปทาน. วารสารวิชาการเกษตร, 40(2), 153-164.

- ปิยะฉัตร จารุธีรศานต์ และสรพล บุรณกุล. (2568). การพัฒนาประสิทธิภาพโซ่อุปทานความเย็น ของธุรกิจผู้ให้บริการ โลจิสติกส์สินค้าเกษตรและอาหารในประเทศไทย. วารสารวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาสังคม, 7(2), 117-127.
- วิภาวี วลีพิทักษ์เดช และคณะ. (2566). การปรับตัวสู่เศรษฐกิจหมุนเวียนเพื่อสร้างความยั่งยืนขององค์กรธุรกิจ. วารสารสังคมศาสตร์และวัฒนธรรม, 7(10), 215-225.
- วิมลภา ชุ่มดี. (25 เม.ย. 2569). กลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทานความเย็นในอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน. (นพพล เกษมธารนนท์, ผู้สัมภาษณ์)
- ศรัณยู กาญจนสุวรรณ. (2567). การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานของโซ่อุปทานความเย็นด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าลิ้นจี่สด. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 19(3), 51-60.
- Channiyamathorn, P. et al. (2024). Analyzing Food Loss in Banana Pepper (*Capsicum annuum*) Production: Causes, Impact, and Challenges, A Case Study of Large-Scale Farming in the Hot District, Chiang Mai, Thailand. Trends in Sciences, 21(4), 1-14.
- Corbin, J. & Strauss, A. (2015). Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory. (4th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). THE STATE OF FOOD SECURITY AND NUTRITION IN THE WORLD 2022: REPURPOSING FOOD AND AGRICULTURAL POLICIES TO MAKE HEALTHY DIETS MORE AFFORDABLE. Retrieved May 14, 2026, from <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/67b1e9c7-1a7f-4dc6-a19e-f6472a4ea83a/content>
- Khalid, R. U. et al. (2024). Supply chain sustainability and risk management in food cold chains - a literature review. Modern supply chain research and applications, 6(2), 193-221.
- United Nations Environment Programme. (2024). Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste. Retrieved May 27, 2026, from <https://wedocs.unep.org/items/dbe2cd4c-8384-4636-8359-5847f42b9711>