การออกแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็นสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

Distribution Design for the Cold Chain of Ready-To-Eat Fresh-Cut Durian for 3 Southern Border Provinces

อุษณีษ์ สหะวิริยะ

Usanee Sahawiriya

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering
Prince of Songkla University
2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การออกแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็นสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

Distribution Design for the Cold Chain of Ready-To-Eat Fresh-Cut Durian for 3 Southern Border Provinces

อุษณีษ์ สหะวิริยะ

Usanee Sahawiriya

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering
Prince of Songkla University
2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็นสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

ผู้เขียน นางสาวอุษณีษ์ สหะวิริยะ

สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณยู กาญจนสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณยู กาญจนสุวรรณ)

.....กรรมการ
(ดร.กันยา อัครอารีย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิชญ์ เยาวสุวรรณไชย)

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉกิง วงศ์ศิริโชติ)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณยู กาญจนสุวรรณ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นางสาวอุษณีษ์ สหะวิริยะ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นางสาวอุษณีษ์ สหะวิริยะ)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็นสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้
ผู้เขียน นางสาวอุษณีษ์ สหะวิริยะ
สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบการกระจายสินค้าภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain) ที่เหมาะสมกับทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยการเพิ่มความสามารถในการขนส่งทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังจุดกระจายสินค้าในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยรวมไปถึงการส่งออกทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังเมืองกว่างโจวและเมืองเซี่ยงไฮ้ของประเทศจีน โดยมีการนำทฤษฎีการวิเคราะห์ตัวแบบต้นทุนมาใช้ร่วมกับตัวแบบโปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted goal programming) เพื่อหารูปแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เหมาะสมกับการขนส่งไปยังแหล่งตลาดเป้าหมาย ผ่านการให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

ผลการวิจัยสำหรับแหล่งตลาดภายในประเทศไทยพบว่าแหล่งตลาดที่ 1 ปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร) แหล่งตลาดที่ 2 ปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) และแหล่งตลาดที่ 3 ปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) ควรเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เนื่องจากมีต้นทุนในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันแหล่งตลาดที่ 4 ปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี) ควรเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากมีต้นทุนการขนส่งและระยะทางที่น้อยที่สุดแม้ว่าระยะเวลาในการขนส่งจะไม่น้อยที่สุดก็ตาม แต่ระยะเวลาที่ต่างนั้นไม่ได้มีผลกับคุณภาพของทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคอย่างมีนัยสำคัญ

และสำหรับแหล่งตลาดภายนอกประเทศไทยพบว่าทั้งแหล่งตลาดที่ 1 ปลายทางคือตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน และแหล่งตลาดที่ 2 ปลายทางคือตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน ควรเลือกรูปแบบการขนส่งโดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ เนื่องจากมีต้นทุนในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด

คำสำคัญ: ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค, โซ่อุปทานความเย็น, โปรแกรมเชิงเป้าหมาย

Thesis Title Distribution Design For The Cold Chain Of Ready-To-Eat Fresh-Cut Durian For 3 Southern Border Provinces
Author Miss Usanee Sahawiriya
Major Program Logistics and Supply Chain Engineering
ปีการศึกษา 2022

ABSTRACT

This research aims to study and design the product distribution under the cold chain that is suitable for ready-to-eat fresh-cut durian from the three southern border provinces by increasing the ability to transport durian to various regions of Thailand under a competitive cost. Analyze data by using cost model analysis together with the weighted goal programming model to determine the most suitable distribution pattern of ready-to-eat fresh-cut durian when focusing on the lowest cost of transportation, the lowest time of transportation, and the lowest total distance used for transportation.

The research results for 4 markets references in Thailand showed that for the market 1 distribution center in the central region (Bangkok Province), the market 2 northern region (Chiang Mai Province), and the market 3 northeast region (Khon Kaen Province) should use multimodal transportation because this distribution pattern for these markets has the minimum cost, transit time, and transit distance. While the market 4 southern region (Surat Thani Province) should use a transport vehicle that applies the ice-slurry because this distribution pattern has the lowest transportation cost and distance. Although the transportation time is not the lowest, it does not significantly affect the quality of the ready-to-eat fresh-cut durian.

And the research results for 2 markets references outside Thailand showed that both of the market 1 the destination is Jiangnan Fruit Market, Guangzhou, China, and the market 2 the destination is the Jiaxing Fruit Market, Shanghai, China, should choose the mode of transportation by multimodal transport via air transport because this pattern has the minimum cost, transit time, and transit distance

Keywords: Fresh-fruit cut ready-to-eat, Cold chain, Goal programming

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของรองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาลอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรัณยู กาญจนสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้การสนับสนุนทั้งด้านการให้ข้อมูล แนวคิด ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะกรรมในการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วยรองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์ ดร.กันยา อัครอารีย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิชญ์ เยาวสุวรรณไชย ที่กรุณาในการสละเวลาอันมีค่ามาให้คำชี้แนะและตรวจสอบแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณบิดามารดาและครอบครัวสำหรับทุนทรัพย์ และกำลังใจที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถร่ำเรียนจนจบปริญญาโทได้

ขอขอบคุณพุธิตา ณิชารีย สุรีย์พร วชรินี และเพื่อนๆ ทุกท่านสำหรับกำลังใจในช่วงที่ท้อถอย ปลอบประโลมในยามที่เหนื่อยหน่าย

ขอขอบคุณธัณยพัชรสำหรับทุกๆอย่าง ท่านธัณยพัชรคอยช่วยตรวจทานงานวิจัย คอยให้กำลังใจในยามที่ท้อถอย ปลอบประโลมในยามเหนื่อย เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และขอบคุณเอ็นซีทีหนึ่งสองเจ็ด ไอยู เกิร์ลเจนเนอร์เรชั่น และเรดเวลเว็ด ที่มอบเสียงเพลงอันไพเราะปลอบประโลมจิตใจในช่วงเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ หากวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

อุษณีษ์ สหะวิริยะ

สารบัญ

บทคัดย่อ ..... (5)
ABSTRACT ..... (6)
กิตติกรรมประกาศ ..... (7)
สารบัญ ..... (8)
สารบัญตาราง ..... (10)
สารบัญรูปภาพ ..... (12)
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 ผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค 8
2.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ของสินค้าผักและผลไม้ 9
2.3 ปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งส่งผลกระทบต่อราคาผักและผลไม้ 11
2.4 โซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain) 12
2.5 การวิเคราะห์ต้นทุนในการกระจายสินค้า 14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 18
3.1 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย 18
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 20
3.3 Goal Programming 21
บทที่ 4 ผลการศึกษา 24
4.1 สภาพปัจจุบันของโซ่อุปทานทุเรียนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ 24

4.2 ข้อมูลทั่วไปสำหรับการออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค 28

4.3 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ 32

4.4 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศ 47

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือ Weighted Goal Programming 58

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 69

5.1 สรุปผลการศึกษา 69

5.2 ข้อเสนอแนะ 72

บรรณานุกรม 73

ประวัติผู้เขียน 78

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกทุเรียนสดแยกตามประเทศประจำปี 2564 2
ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงเนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของทุเรียนภายในประเทศไทย 3
ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงยอดผลผลิตทุเรียนของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จำแนกรายจังหวัด ระหว่างปี 2563 และ 2564 24
ตารางที่ 4.2 สรุประยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากจุดอ้างอิงที่ตั้งโรงงานแปรรูป ไปยังแหล่งตลาดเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย..... 30
ตารางที่ 4.3 สรุประยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากจุดอ้างอิงที่ตั้งโรงงานแปรรูป ไปยังแหล่งตลาดเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย..... 32
ตารางที่ 4.4 รูปแบบการขนส่งของผู้ให้บริการขนส่งเอกชน พร้อมค่าขนส่ง..... 34
ตารางที่ 4.5 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 1..... 35
ตารางที่ 4.6 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 1 37
ตารางที่ 4.7 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 2 38
ตารางที่ 4.8 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 3 39
ตารางที่ 4.9 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 4 40
ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลต้นทุนค่าน้ำแข็ง และต้นทุนค่าน้ำมันสำหรับรูปแบบที่ 2 40
ตารางที่ 4.11 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 2..... 41
ตารางที่ 4.12 รายละเอียดต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศ 43
ตารางที่ 4.13 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 3..... 45
ตารางที่ 4.14 ระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ..... 47
ตารางที่ 4.15 รายละเอียดต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งในช่วงที่ 4..... 50
ตารางที่ 4.16 น้ำหนักพร้อมค่าขนส่งสำหรับการขนส่งในช่วงที่ 5..... 51
ตารางที่ 4.17 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 1..... 52
ตารางที่ 4.18 รายละเอียดต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศช่วงที่ 3..... 55
ตารางที่ 4.19 น้ำหนักพร้อมค่าขนส่งสำหรับการขนส่งในช่วงที่ 5..... 56

ตารางที่ 4.20 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 2 57
ตารางที่ 4.21 ระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ 58
ตารางที่ 4.22 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปรแบ่งตามสถานการณ์ 59
ตารางที่ 5.1 ผลการเลือกรูปแบบจาก Weighted Goal Programming จำแนกตามสถานการณ์และเส้นทางในการขนส่ง 69
ตารางที่ 5.2 ผลการเลือกรูปแบบจาก Weighted Goal Programming จำแนกตามสถานการณ์และเส้นทางในการขนส่ง 71

สารบัญรูปภาพ

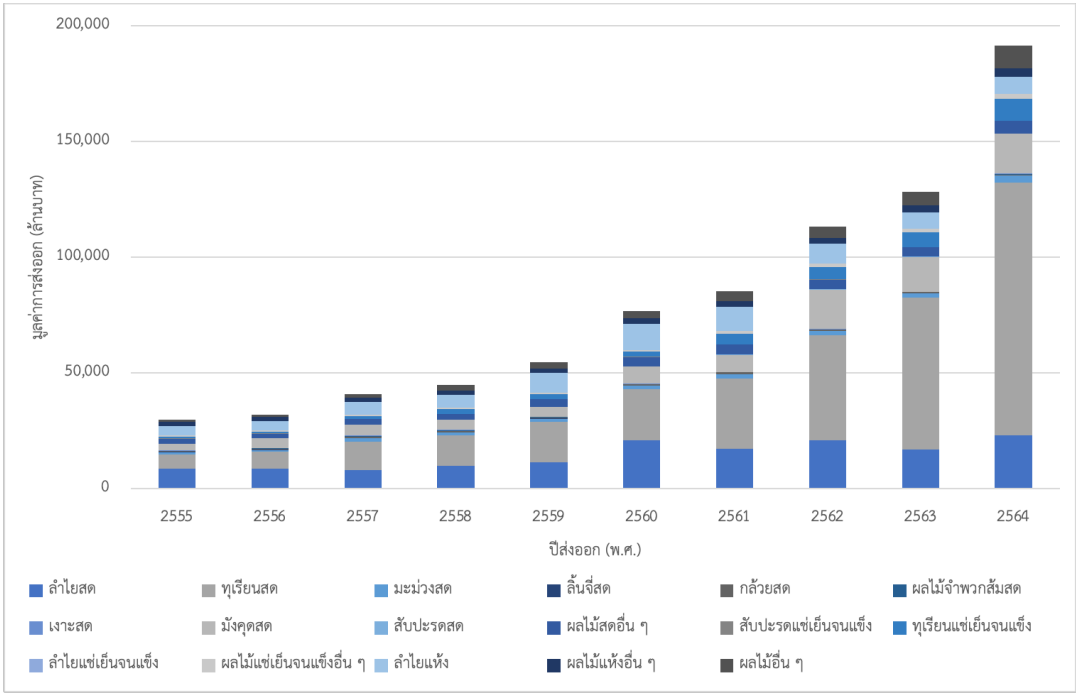
รูปที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกผลไม้ของประเทศไทยในช่วง 10 ปี (พ.ศ.2555 –พ.ศ.2564) 1
รูปที่ 1.2 มูลค่าการส่งออกทุเรียนของประเทศไทย ในช่วง 10 ปี (พ.ศ.2555 –พ.ศ.2564)..... 2
รูปที่ 1.3 ข้อมูลผลผลิตทุเรียนปี 2564 4
รูปที่ 1.4 ประมาณการณ์แนวโน้มทางการตลาดของอุตสาหกรรมผักและผลไม้ตัดแต่งในไทย..... 5
รูปที่ 1.5 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานผลไม้ 6
รูปที่ 2.1 General flow sheet for production of fresh-cut fruits and vegetables 9
รูปที่ 2.2 กระบวนการไหลของระบบโซ่อุปทานความเย็น 13
รูปที่ 2.3 Beresford’s Cost Model (a) – (d)..... 15
รูปที่ 3.1 แผนภาพกระบวนการการดำเนินกิจกรรม 20
รูปที่ 4.1 โครงสร้างโซ่อุปทานทุเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ 25
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างกล่องโฟมขนาด 35 x 48 x 35.5 เซนติเมตร..... 29
รูปที่ 4.3 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 1 33
รูปที่ 4.4 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 2 36
รูปที่ 4.5 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 1 37
รูปที่ 4.6 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 2 38
รูปที่ 4.7 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 3 39
รูปที่ 4.8 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 4 40
รูปที่ 4.9 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 3 42
รูปที่ 4.10 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 1 48
รูปที่ 4.11 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 2 53
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างวิธีการผูกสูตรใน Microsoft Excel 365 60
รูปที่ 4.13 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 1 สำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย 61
รูปที่ 4.14 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 1 สำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย 63
รูปที่ 4.15 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 2 สำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย 64

รูปที่ 4.16 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 2 สำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย 65
รูปที่ 4.17 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 3 สำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย 67
รูปที่ 4.18 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 3 สำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย 68

บทที่ 1
บทนำ

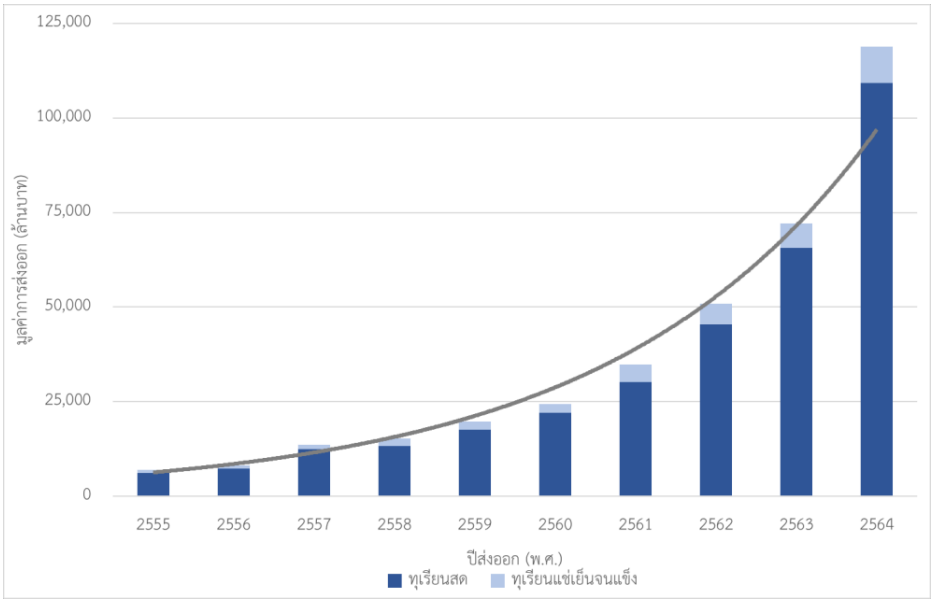
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากผลการศึกษาของ Qianli Ma et al. [1] พบว่าในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาการผลิตผลไม้ทั่วโลกมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องในอัตราร้อยละ 6 ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทางสถิติการส่งออกผลไม้ของกระทรวงพาณิชย์ในปีพ.ศ. 2565 [2] ดังรูปที่ 1.1 แสดงมูลค่าการส่งออกผลไม้ของไทยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยพบว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาอัตราการเพิ่มขึ้นของมูลค่าการส่งออกผลไม้ของประเทศไทยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 23.03 ต่อปี โดยผลไม้ที่นิยมส่งออกในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ได้แก่ ทุเรียนสด ลำไยสด และมังคุดสด ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกผลไม้ของประเทศไทยในช่วง 10 ปี (พ.ศ.2555 –พ.ศ.2564)

จากข้อมูลข้างต้นอาจจะกล่าวได้ว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพสูงในการผลิตและส่งออกทุเรียน โดยยอดการส่งออกทุเรียนสดและทุเรียนแช่เย็นจนแข็งจากประเทศไทยไปต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปีพ.ศ. 2555 ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 6,929.59 ล้านบาท เพิ่มขึ้นเป็นมูลค่า 118,759.25 ล้านบาทในปีพ.ศ. 2564 หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 37.12 ต่อปี โดยสามารถแสดงการเจริญเติบโตของมูลค่าการส่งออกได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 มูลค่าการส่งออกทุเรียนของประเทศไทย ในช่วง 10 ปี (พ.ศ.2555 –พ.ศ.2564)

นอกจากนี้ในปีพ.ศ. 2564 ยังพบว่าประเทศไทยมีการส่งออกทุเรียนเป็นมูลค่าโดยประมาณ 118,759.24 ล้านบาท ดังตารางที่ 1.1 แสดงรายละเอียดการส่งออกทุเรียนแยกตามประเทศ โดยแหล่งตลาดส่งออกที่สำคัญของทุเรียนไทยส่วนใหญ่อยู่ในแถบภูมิภาคเอเชีย อันได้แก่ จีน ฮ่องกง และเวียดนาม

ตารางที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกทุเรียนสดแยกตามประเทศประจำปี 2564

ประเทศ	มูลค่า (ล้านบาท)	ร้อยละ
จีน	106,657.75	89.80
ฮ่องกง	6,096.82	5.13
เวียดนาม	3,686.41	3.10
สหรัฐอเมริกา	975.04	0.82
ไต้หวัน	245.80	0.21
ออสเตรเลีย	221.66	0.19
มาเลเซีย	210.88	0.18
เกาหลีใต้	151.35	0.13
ญี่ปุ่น	69.18	0.06
ประเทศอื่น ๆ	361.47	0.38
Total	**118,759.24**	**100.00**

และจากข้อมูลกรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ [3] พบว่า ยอดผลผลิตทุเรียนของประเทศไทยในปี 2564 คือ 1,201,458 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2563 ร้อยละ 7.66 ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ราคา

ทุเรียนที่เกษตรกรขายได้อยู่ในเกณฑ์ดีอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรจึงมีความใส่ใจในการดูแลต้นทุเรียนมากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุเรียนมีความสมบูรณ์และให้ผลผลิตได้มากขึ้น ภาพรวมผลผลิตทั้งประเทศจึงเพิ่มขึ้นด้วย โดยคาดการณ์ว่าในปี 2565 ทุเรียนในประเทศจะสามารถให้ผลผลิตได้ถึง 1,321,648 ตัน ซึ่งจะเพิ่มขึ้นจากปี 2564 ถึงร้อยละ 10 ซึ่งประมาณการณ์มาจากการขยายเนื้อที่ปลูกใหม่ปี 2560 ซึ่งเกษตรกรบางส่วนมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่มาปลูกทุเรียนแทนพืชอื่น ด้วยเหตุนี้จึงอาจจะส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตทั้งประเทศเพิ่มขึ้นด้วย ดังแดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงเนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของทุเรียนภายในประเทศไทย

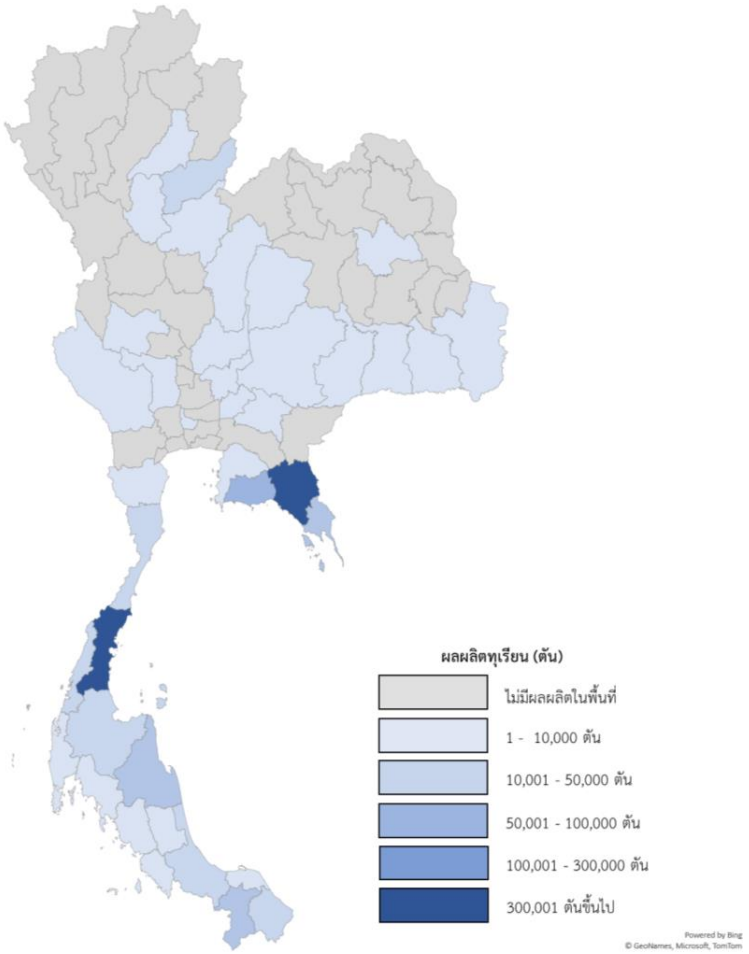
รายการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565*
เนื้อที่ให้ผล (ไร่)	663,030	675,343	723,749	797,553	854,986	914,635
ผลผลิต (ตัน)	663,066	759,829	1,018,161	1,115,999	1,201,458	1,321,648
ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	1,031	1,125	1,407	1,405	1,533	1,445

หมายเหตุ: *ตัวเลขประมาณการณ์

ทั้งนี้พบว่า ในปี 2564 ที่ผ่านมาพื้นที่เพาะปลูกและให้ผลผลิตทุเรียนที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดชุมพร จันทบุรี ระยอง นครศรีธรรมราช และยะลา ตามลำดับ

โดยจากข้อมูลโครงการเกษตรผลิต พาณิชย์ตลาด [4] ระบุว่าจังหวัดจันทบุรีให้ผลผลิตทุเรียนมากที่สุดจำนวน 398,618 ตัน รองลงมาคือ จังหวัดชุมพรให้ผลผลิตจำนวน 343,900 ตัน จังหวัดระยองให้ผลผลิตจำนวน 120,080 ตัน จังหวัดนครศรีธรรมราชให้ผลผลิตจำนวน 59,738 ตัน จังหวัดตราดให้ผลผลิตจำนวน 56,844 ตัน และจังหวัดยะลาให้ผลผลิตจำนวน 56,695 ตัน ตามลำดับ โดยในส่วนของจังหวัดยะลานี้เป็นจุดที่รวบรวมทุเรียนของ 3 จังหวัดภาคใต้ (ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส) ก่อนที่จะกระจายไปแหล่งอื่น โดย 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ให้ผลผลิตทุเรียนรวมกันประมาณ 74,719 ตัน โดยเมื่อพิจารณาผลผลิตทุเรียนในทุกภูมิภาคของประเทศในปี 2565 จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.3

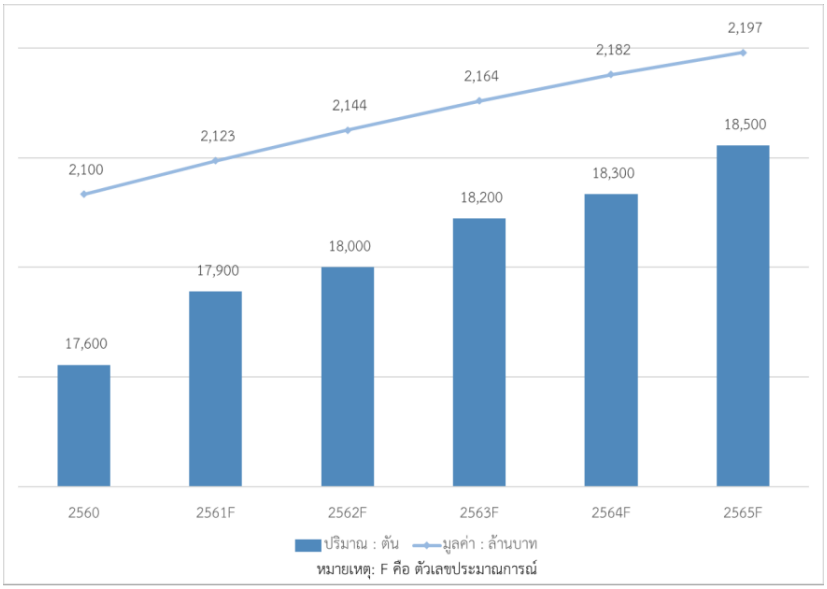
จากสัดส่วนผลผลิตทุเรียนรายจังหวัดที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส) มีจำนวนมากพอที่จะเพิ่มความสามารถในการส่งออกของประเทศ และเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มจังหวัดชายแดนภาคใต้ได้ นอกจากนี้ทุเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ยังมีลักษณะเฉพาะที่เป็นจุดเด่น คือ เนื้อทุเรียนมีรสชาติที่หวาน เนื้อไม่ติดมือ และกรอบนอกนุ่มใน ดังนั้น ในงานวิจัยฉบับนี้จึงมีเป้าหมายหลักเพื่อศึกษาและหาวิธีเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ด้วยการเพิ่มมูลค่าและพัฒนาวิธีการกระจายทุเรียนจากพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยรวมไปถึงส่งออกไปยัง



รูปที่ 1.3 ข้อมูลผลผลิตทุเรียนปี 2564

เมืองกว่างโจวและเมืองเซี่ยงไฮ้ของประเทศจีน อย่างไรก็ตาม พบว่าปัญหาที่สำคัญในการส่งออกทุเรียนสดทั้งผลจากพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ คือ ปัญหาการรบกวนจากปรสิตที่เข้าทำลายผลทุเรียน ทำให้ผลทุเรียนเป็นรูจนเกิดการเน่าเสีย อีกทั้งทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีเปลือกหนาซึ่งเป็นส่วนที่ไม่สามารถรับประทานได้เป็นจำนวนมากจึงส่งผลให้ทุเรียนสดทั้งผลมีราคาต่ำหรือถูกกดราคาโดยผู้รับซื้อได้ง่าย เนื่องด้วยความไม่สวยงามของเปลือกทุเรียน แม้ว่าสภาพเนื้อภายในผลทุเรียนอาจไม่ได้เสียหายและยังสามารถรับประทานได้ตามปกติ ดังนั้นถ้าหากเปลี่ยนการจำหน่ายทุเรียนสดทั้งผลเป็นทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค อาจจะเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาผลผลิตทุเรียนสดใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ที่เกิดขึ้นนี้ได้

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มต้องการความสะดวกสบายในการรับประทานสินค้าทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคในรูปแบบแช่เย็นและแช่เยือกแข็งเพิ่มสูงขึ้น และยังมีการคาดการณ์ด้านการตลาดว่าอุตสาหกรรมผักและผลไม้ตัดแต่งจะมีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง [5] ดังแสดงในรูปที่ 1.4



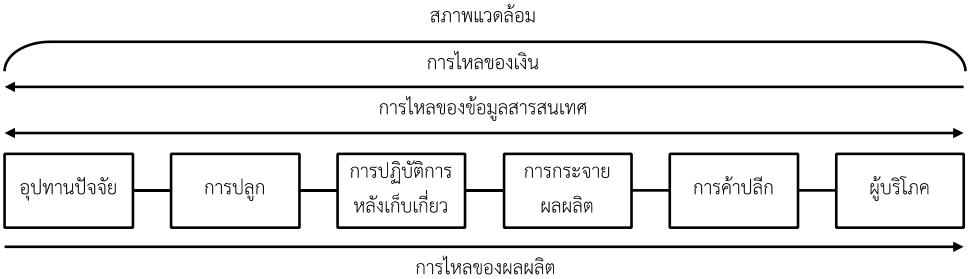
รูปที่ 1.4 ประมาณการณ์แนวโน้มทางการตลาดของอุตสาหกรรมผักและผลไม้ตัดแต่งในไทย

จากการประมาณการข้างต้น ประกอบกับสภาพปัจจุบันพบว่าผลไม้สดตัดแต่งในรูปแบบการแช่เย็นได้รับความนิยมสูงขึ้นกว่ารูปแบบการแช่เยือกแข็ง เนื่องจากผลไม้สดตัดแต่งแช่เย็นสามารถคงรสชาติของผักและผลไม้ดี และรับประทานได้ง่ายกว่าผลไม้สดตัดแต่งแช่เยือกแข็ง กล่าวคือการแช่เยือกแข็งมักทำให้ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเคมีและกายภาพ แต่ทั้งนี้สองวิธีดังกล่าวก็ยังเป็นวิธีการถนอมอาหารที่สามารถเก็บรักษาและคงคุณค่าทางโภชนาการของผลไม้ให้อยู่ได้นาน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการถนอมอาหารใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อป้องกันปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลไม้ เพื่อตอบโจทย์ความต้องการให้กับผู้บริโภคที่นิยมรับประทานผลไม้สดตัดแต่งมากขึ้น นี่จึงเป็นโอกาสทางธุรกิจที่สำคัญของผู้ผลิตและรวบรวมทุเรียนสดของประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

โดยจากการศึกษาพบว่าในประเทศพัฒนาแล้วอย่างประเทศแคนาดา ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเยอรมัน และประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้โซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain) ในการยืดอายุและรักษาคุณภาพผลไม้ให้ยาวนานขึ้น [6] เพื่อให้คุณภาพของผลไม้ยังคงเป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพและความต้องการของผู้บริโภค ถึงอย่างนั้นโซ่อุปทานความเย็นที่ประเทศพัฒนาแล้วใช้ในปัจจุบันยังคงมีต้นทุนที่สูงอยู่มาก เนื่องจากจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในการรักษาอุณหภูมิของผลไม้ เช่น เครื่องลดอุณหภูมิผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (Pre-cooling) ห้องเย็น (Cold Room) และการขนส่งที่ต้องควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งอาจจะเป็นอุปสรรคต่อประเทศไทยในการนำเทคโนโลยีโซ่อุปทานความเย็นมาใช้

นอกจากนี้ข้อมูลของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย [7] พบว่าโซ่อุปทานผลไม้มีความเกี่ยวเนื่องกันตั้งแต่ระดับต้นน้ำถึงปลายน้ำ โดยมีผู้เกี่ยวข้องหลักในโซ่อุปทาน

ได้แก่ ผู้ขายปัจจัยการผลิต ผู้ปลูก ผู้รวบรวม ผู้บรรจุที่สวน ผู้ขนส่งท้องถิ่น ผู้ส่งออก/ผู้บรรจุ และผู้ขนส่งไปท่า ดังแสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในรูปที่ 1.4 กล่าวคือ เกษตรกรจะทำหน้าที่เพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลไม้เพื่อส่งให้กับผู้รวบรวมผลผลิตทางการเกษตร ต่อจากนั้นผู้รวบรวมผลผลิตทางการเกษตรจะทำหน้าที่ส่งขายให้กับผู้ค้าส่งหรือผู้ส่งออก ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากิจกรรมส่วนใหญ่ของโซ่อุปทานผลไม้จะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย คัด รวบรวม บรรจุ และขนส่ง เป็นต้น [8]



รูปที่ 1.5 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานผลไม้

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น หากต้องการนำระบบโซ่อุปทานความเย็นมาใช้ในการกระจายสินค้าทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้เพื่อเพิ่มมูลค่าและรักษาคุณภาพของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการนำระบบโซ่อุปทานความเย็นมาปรับใช้ให้เหมาะสม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาในส่วนของรูปแบบการกระจายสินค้าภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็นที่มีการรักษาและควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่โรงงานแปรรูปไปจนถึงแหล่งตลาดเป้าหมายภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสมและแข่งขันได้ ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันมีรูปแบบการกระจายสินค้าแบบรักษาและควบคุมอุณหภูมิที่หลากหลายทั้งการใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชนและการขนส่งผ่านการใช้บริการท่าอากาศยาน โดยแต่ละรูปแบบจะมีต้นทุนแตกต่างกันไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมกับการกระจายสินค้าทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้โดยพิจารณารูปแบบการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชน และนำเสนอวิธีการขนส่งโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง รวมไปถึงการขนส่งแบบหลายรูปแบบภายใต้การขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้คุณภาพของผลไม้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค และมีต้นทุนโลจิสติกส์ที่สามารถแข่งขันได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ที่ใช้ในการกระจายทุเรียนสดและทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ไปยังแหล่งตลาดต่าง ๆ ของประเทศไทยและแหล่งตลาดในเมืองกว่างโจวและเมืองเซี่ยงไฮ้ของประเทศจีน

1.2.2 เพื่อศึกษาและออกแบบรูปแบบการกระจายสินค้าที่เหมาะสมสำหรับทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ไปยังแหล่งตลาดต่าง ๆ ของประเทศไทยและแหล่งตลาดใน เมืองกว่างโจวและเมืองเซี่ยงไฮ้ของประเทศจีน พร้อมทั้งเสนอรูปแบบที่เหมาะสมและตรงกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ดำเนินการศึกษากิจกรรมโลจิสติกส์ขาออก (Outbound logistics) ของอุตสาหกรรมการส่งออกทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส) ภายใต้ระบบการจัดการโซ่ความเย็นโดยเริ่มจากโซ่อุปทานในส่วนกลางน้ำในประเทศไทย กล่าวคือเริ่มศึกษาจาก ผู้รวบรวม ผู้แปรรูป ผู้ขนส่งทั้งในระดับท้องถิ่น และผู้ขนส่งในระดับภูมิภาค ซึ่งพื้นที่การศึกษาครอบคลุม 3 จังหวัดชายแดนใต้ของประเทศไทย ไปจนถึงแหล่งตลาดเป้าหมายตามภูมิภาคต่าง ๆ ภายในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดสุราษฎ์ธานี และภายนอกประเทศไทย ได้แก่ เมืองกว่างโจวและเมืองเซี่ยงไฮ้ของประเทศจีน โดยใช้วิธีการขนส่งที่มีอยู่ในปัจจุบันร่วมกับการนำโซ่อุปทานความเย็นมาประยุกต์ใช้ โดยการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งตั้งแต่โรงงานแปรรูปจนถึงไปจนถึงแหล่งตลาดเป้าหมายทั้งภายในประเทศและนอกประเทศ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับระบบโลจิสติกส์ขาออกและโซ่อุปทานของทุเรียนสดและทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในปัจจุบัน ส่งผลให้สามารถใช้ข้อมูลนี้เป็นแหล่งอ้างอิงในการต่อยอดและพัฒนาระบบระบบโลจิสติกส์ขาออกและโซ่อุปทานของทุเรียนสดและทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในอนาคตได้

1.4.2 ได้วิธีเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ด้วยการเพิ่มมูลค่าและพัฒนาวิธีการกระจายทุเรียนจากพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย และประเทศจีนโดยใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งตั้งแต่โรงงานแปรรูปจนถึงไปจนถึงจุดกระจายสินค้าภายในประเทศ

1.4.3 ผลการวิจัยจะทำให้มีแนวทางในการส่งเสริมการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรในรูปแบบของโซ่อุปทานความเย็นมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้วางแผนกับสินค้าเกษตรอื่น ๆ ได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ได้ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ต่อการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังแหล่งตลาดภายในประเทศไทย และภายนอกประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและทฤษฎีที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยได้ดังต่อไปนี้

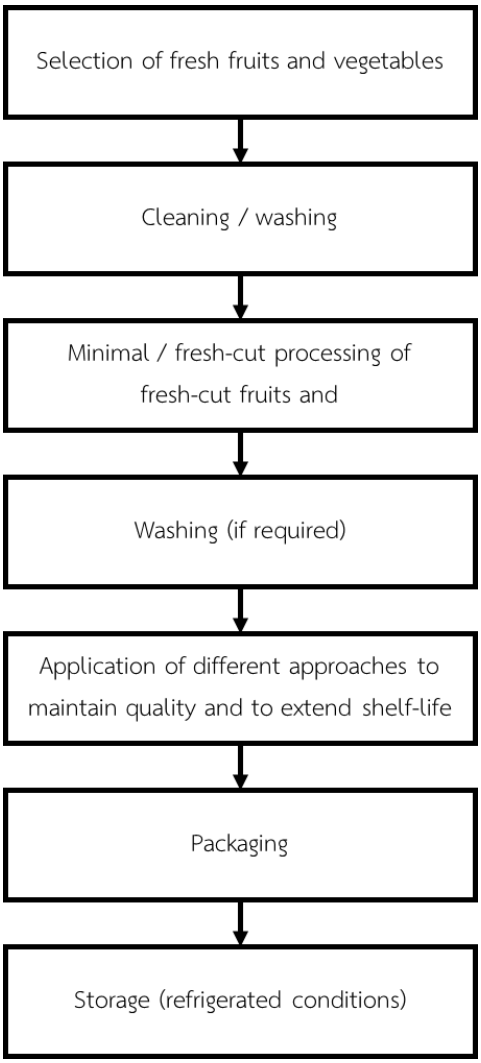
2.1 ผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค (Fresh-fruit cut ready-to-eat)

International Fresh-cut Produce Association [9] ให้คำจำกัดความของผลไม้สดตัดแต่งว่าเป็นผลไม้หรือส่วนผสมของผลไม้ที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพจากรูปแบบเดิม แต่ยังคงอยู่ในสภาพสดใหม่ ต่อมา G.A.Gonzalez-Aguilar [10] ได้ให้คำจำกัดความผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคว่าเป็นการนำผลไม้สดเข้าสู่กระบวนการตัดแต่ง ทำความสะอาด ปลอกเปลือก หั่นออกเป็นชิ้น หรือเตรียมไว้เพื่อความสะดวกในการบริโภค แต่ผลไม้ยังคงมีการหายใจอยู่ ซึ่งปกติแล้วตัวผลไม้จะอยู่ในลักษณะ “เหมือนสด” โดยผ่านเทคนิคการแปรรูปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สอดคล้องกับคำจำกัดความของสร้อย โชติแฉล้มสกุลชัย [5] ที่ได้ให้คำจำกัดความของผลไม้สดพร้อมบริโภคหรือผลไม้สดหั่นชิ้น (Minimally Processed Fruit or Fresh-cut Fruit) ว่าเป็นผักและผลไม้สดที่นำมาผ่านกระบวนการล้าง ปอกเปลือก ผ่าซีก เอาเมล็ดออก ตัดแต่ง หั่นชิ้น บรรจุใส่ภาชนะและวางจำหน่ายให้ผู้บริโภคเลือกซื้อ และสามารถนำไปบริโภคได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลา ส่งผลให้ในปัจจุบันมีผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภควางจำหน่ายเพิ่มมากขึ้นทั้งในตลาดสดและซูเปอร์มาร์เก็ต

และจากผลการศึกษาของ Basharat Yousuf [11] พบว่าผลไม้สดตัดแต่งหรือการแปรรูปผลไม้น้อยที่สุด (Minimal or fresh-cut processing of fruits) ได้รับความสำคัญในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกในการซื้อต่อผู้บริโภค ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผลไม้สดหลังจากการเก็บเกี่ยวจะมีอายุการเก็บรักษาจำกัดและมีการเสื่อมคุณภาพตามระยะเวลาที่เปลี่ยนไป ซึ่งเกิดจากการสูญเสียน้ำ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การออกซิเดชั่น การเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจและกระบวนการทำให้สุก ซึ่งนำมาสู่การเสื่อมสภาพของเนื้อสัมผัสและรสชาติ ดังนั้นการถนอมอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาแหล่งอาหารทั่วโลกให้ปลอดภัยและพร้อมสำหรับผู้บริโภคในทุกช่วงเวลาของปี

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการรักษาคุณภาพของผลไม้เป็นสิ่งที่ท้าทาย เนื่องจากกระบวนการตัดแต่งผลไม้หรือการแปรรูปผลไม้น้อยที่สุด โดยที่ผลไม้ยังมีการผลิตเอทิลีนและมีอัตราการหายใจซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้คุณภาพของผลไม้สูญเสียไปนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยในขั้นตอนการแปรรูปอีกด้วย และเพื่อให้เข้าใจในขั้นตอนการผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งมากขึ้นจึงได้ทำการสรุปขั้นตอนทั่วไปในการผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 General flow sheet for production of fresh-cut fruits and vegetables

จากที่กล่าวมาข้างต้นหากเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจำหน่ายของทุเรียนสดทั้งผลเป็นทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคอาจจะมีขั้นตอนการปรับแต่งก่อนจะถึงมือผู้บริโภคมากกว่า แต่ทั้งนี้การเปลี่ยนรูปแบบเป็นทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค นอกจากจะสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และความสะดวกสบายในการรับประทานได้แล้ว ยังช่วยถนอมอาหารหากผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่จะสามารถรักษาคุณภาพ รสชาติ และความสะอาดตรงตามกับสิ่งที่ผู้บริโภคคาดหวังในทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคนี้ได้เป็นอย่างดี

2.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ของสินค้าผักและผลไม้

การแบ่งประเภทต้นทุนโลจิสติกส์ของสินค้าผักและผลไม้ สามารถใช้หลักการแบ่งต้นทุนตามฐานกิจกรรม (Activity-Based Costing: ABC) เพื่อที่จะประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมใน

กระบวนการโลจิสติกส์ระหว่างโรงบรรจุถึงปลายทางส่งออก โดยต้นทุนโลจิสติกส์สามารถแบ่งได้ 6 กลุ่ม [12] ดังนี้

2.2.1 ต้นทุนการติดต่อสื่อสาร (Communication Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า และต้นทุนการออกคำสั่งซื้อไปยังชาวสวนหรือผู้รวบรวมหรือผู้ค้าส่ง เพื่อให้จัดส่งสินค้ามาตามเวลาที่กำหนดในปริมาณที่ต้องการ

2.2.2 ต้นทุนค่าพิธีการศุลกากร (Customs Clearance Cost) เป็นต้นทุนค่าธรรมเนียมผ่านพิธีการศุลกากรและการเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องการส่งออก โดยต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการส่งออกระหว่างประเทศ

2.2.3 ต้นทุนการคัดเกรด (Sorting Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากในกระบวนการคัดเกรดผักและผลไม้ต้องอาศัยแรงงานที่มีประสบการณ์ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญ ดังนั้น ต้นทุนการคัดเกรดจึงคิดตามค่าจ้างแรงงานในแต่ละรอบของการสั่งซื้อสินค้า

2.2.4 ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพ (Quality Inspection Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดเนื่องจากผักและผลไม้เป็นสินค้าที่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนทำการส่งออก โดยสถานที่ที่ทำการตรวจสอบคุณภาพ คือ โรงบรรจุ หรือศูนย์กระจายสินค้า ดังนั้นต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพจึงประกอบด้วยต้นทุนการตรวจสารตกค้าง การตรวจโรคพืช การตรวจสุขอนามัย และการตรวจความอ่อนแก่ของผักและผลไม้ เป็นต้น

2.2.5 ต้นทุนการบรรจุ (Packing Cost) เป็นต้นทุนที่ประกอบด้วยค่าจ้างแรงงานในการทำความสะอาด บรรจุ และยกขนเข้าตู้คอนเทนเนอร์ รวมไปถึงวัสดุที่ต้องใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ กระดาษขาว (กระดาษไขรีเปล่า) สายรัด ถาดโฟม ฟิล์มเคลือบ ฉลาก เป็นต้น

2.2.6 ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งในส่วนของขาเข้าและขาออก (Inbound and Outbound Logistics) และเป็นต้นทุนที่มีมูลค่าสูงที่สุด ประกอบด้วย ค่าน้ำมันรถ ค่าจ้างแรงงานในการขนส่ง ค่ารถหัวลากในกรณีที่ส่งออกเป็นตู้คอนเทนเนอร์ ค่าระวางเรือและระวางเครื่องบิน รวมไปถึงค่าจ้างตัวแทนจัดการขนส่งหรือชิปปิ้ง ซึ่งจะประสานงานในการจัดหารถหัวลาก การผ่านพิธีศุลกากรและการเตรียมเอกสารการส่งออกที่เกี่ยวข้อง

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าต้นทุนโลจิสติกส์ของสินค้าผักและผลไม้สามารถจำแนกออกมาได้ 6 กลุ่ม โดยในงานวิจัยนี้จะพิจารณาในส่วนของต้นทุนการขนส่งเป็นหลัก เนื่องจากต้นทุนการขนส่งเป็นต้นทุนที่มีมูลค่าสูงที่สุด และจะคำนวณโดยกำหนดให้ต้นทุนในส่วนอื่นมีค่าเท่ากันทุกรูปแบบการขนส่ง โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการขนส่งมาจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่น่าเชื่อถือ

2.3 ปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งส่งผลกระทบต่อราคาผักและผลไม้

จากผลการศึกษาของ R. Volpe, E. Roeger และ E. Leibtag [13] พบว่า เมื่อระยะทางจากจุดเริ่มต้นหรือแหล่งผลิตไปยังจุดปลายทางเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลกระทบต่อราคาขายส่งของผักและผลไม้ ซึ่งเป็นผลมาจากราคาน้ำมัน อย่างไรก็ตาม จะส่งผลกระทบมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ด้วย

2.3.1 ประเภทของสินค้า ประเภทของสินค้ามีผลกระทบต่อทั้งต้นทุนในการขนส่งเนื่องจากสาเหตุหลายประการเช่น

1) ปริมาณการส่งออกสินค้าแต่ละประเภทไม่เท่ากัน ทำให้สินค้าที่มีปริมาณส่งออกมากมีต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยต่ำกว่าสินค้าที่ส่งออกในปริมาณน้อย เนื่องจากต้นทุนการขนส่งเป็นต้นทุนคงที่ที่ไม่ได้ขึ้นกับปริมาณในการขนส่ง

2) ระยะเวลาในการคงความสดของสินค้าหรืออายุขัยของสินค้าแตกต่างกัน ทำให้ต้องใช้รูปแบบการขนส่งสินค้าต่างกัน เพื่อให้สินค้าไปถึงมือผู้ซื้อก่อนหมดอายุ

3) ลักษณะของสินค้า สินค้าประเภทผักและผลไม้แต่ละชนิดจะมีความคงทนของสินค้าในระหว่างการขนส่งแตกต่างกัน บางชนิดอาจจะเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นต้นทุนของเสียของสินค้าที่เกิดขึ้นก็จะแตกต่างกันด้วย

4) การใช้บรรจุภัณฑ์ต่างกันและมีปริมาณในการบรรจุต่อหน่วยที่ต่างกัน ส่งผลให้ต้นทุนค่าบรรจุภัณฑ์ของสินค้าแต่ละชนิดแตกต่างกัน

2.3.2 ราคาขายของสินค้า ราคาขายของสินค้าในแต่ละช่วงเวลาอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับฤดูกาล ตัวอย่างเช่น ผักและผลไม้หลายชนิดมีผลผลิตขึ้นอยู่กับฤดูกาลส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งของสินค้าแตกต่างกันด้วย

2.3.3 รูปแบบการขนส่งหรือประเภทของยานพาหนะ ต้นทุนค่าขนส่งเป็นต้นทุนที่ส่งผลกระทบกับต้นทุนโลจิสติกส์มากที่สุด เป็นผลทำให้สัดส่วนของต้นทุนค่าขนส่งต่อมูลค่าสินค้าเปลี่ยนแปลงไป

อย่างที่ทราบกันดีว่าผักและผลไม้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ก็มีความอ่อนไหวต่อการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวสูงด้วยเช่นกัน ตามที่ Edna et al. [14] ได้มีการอธิบายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว อย่างเช่น ความเน่าเสียง่าย โครงสร้างพื้นฐานด้านการจัดการและการจัดเก็บ รวมถึงขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวที่จัดการได้ไม่ดี ซึ่งเป็นผลทำให้อัตราการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการเพิ่ม ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการที่จะมาช่วยชะลออัตราการเน่าเสียของผักและผลไม้ก่อนที่จะถึงมือผู้บริโภค ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่ได้มีการนำโซ่อุปทานความเย็นเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยลดอัตราการสูญเสีย การเน่าเสีย และคงคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้ให้คงอยู่ต่อไปได้

2.4 โซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain)

โซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain) คือ โซ่อุปทานที่มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สภาพแวดล้อม วิธีการบรรจุ รวมถึงบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทตลอดทั้งโซ่อุปทาน โดยเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยว เก็บรักษา การแปรรูปหรือการบรรจุ การขนส่ง และการกระจายสินค้า รวมถึงการบริหารจัดการเวลาดำเนินงานในโซ่อุปทานให้สั้นที่สุด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและคงไว้คุณภาพของสินค้าได้ [15, 16]

2.4.1 กระบวนการโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานความเย็น (Cold Chain Logistics)

กระบวนการโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานความเย็นมีรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ แต่โดยทั่วไปนั้นการจัดการโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานความเย็นจะให้ความสำคัญกับกระบวนการจัดเก็บและกระบวนการกระจายเป็นหลัก ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารการจัดการเวลาในสองส่วนนี้ให้สั้นที่สุด และบริหารจัดการให้มีความสอดคล้องกับอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท โดยกระบวนการโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานความเย็นโดยทั่วไปประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลักด้วยกัน ได้แก่ [17]

2.4.1.1 กระบวนการผลิต ในระบบโซ่อุปทานความเย็นจะมีการควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่กระบวนการผลิต โดยเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยว กล่าวคือเมื่อผ่านการเก็บเกี่ยวแล้วจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิเบื้องต้น (Pre-cooling) ให้กับผลิตภัณฑ์โดยเร็วที่สุด นอกจากนี้ขั้นตอนหลังจากทำการควบคุมอุณหภูมิเบื้องต้นแล้ว การเก็บรักษา และการเคลื่อนย้าย ก็จะต้องทำด้วยความรวดเร็วภายใต้อุณหภูมิและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อให้การเก็บรักษามีประสิทธิภาพสูงที่สุด

2.4.1.2 กระบวนการจัดเก็บ เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการผลิตแล้ว ช่วงการเก็บรักษาจะต้องอยู่ในสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ตลอดเวลา เพื่อลดกระบวนการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในผลิตภัณฑ์

2.4.1.3 กระบวนการบรรจุและการดำเนินการในห้องเย็น เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดเก็บ ซึ่งจะต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ภายในห้องเย็นหรือภายในสถานที่จัดเก็บที่มีการควบคุมอุณหภูมิ และผลิตภัณฑ์จะต้องได้รับการบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและเอื้อต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งการจัดเก็บแบบควบคุมอุณหภูมิมีหลายรูปแบบ ทั้งการจัดเก็บ เพื่อรอการแปรรูปหรือรอบรรจุในบรรจุภัณฑ์ การจัดเก็บเพื่อรอการกระจายสินค้า ซึ่งการจัดเก็บจะขึ้นอยู่กับประเภท ขนาดและที่ตั้งของคลังสินค้า เช่น การจัดการคลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิ แบบส่งผ่าน หรือ Cross Docking สินค้าจะถูกส่งเข้าคลังสินค้าในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อเตรียมจัดส่งต่อไป

2.4.1.4 กระบวนการกระจาย เป็นกิจกรรมที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในทุกรูปแบบการขนส่ง เพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดต่าง ๆ หรือพื้นที่เป้าหมาย โดยในกระบวนการกระจายสินค้านี้มีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ดังนี้

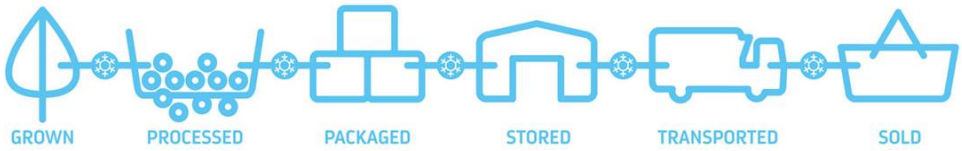
1) การจัดเตรียมและการปรับเปลี่ยนสภาพสินค้าให้เหมาะสมกับการกระจายสินค้าแบบควบคุมอุณหภูมิภายใต้โซ่อุปทานความเย็นเพื่อให้การกระจายมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

2) การควบคุมอุณหภูมิตลอดระยะเวลาในการขนส่ง กล่าวคือต้องทำการขนส่งด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้โซ่อุปทานความเย็นถูกกระทบกระเทือนและขาดตอน (Broken chain) ซึ่งจะมีผลทำให้ผลิตผลเกิดความเสียหายและเสื่อมสภาพได้ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าของการลงทุนในระบบโซ่ความเย็นในช่วงก่อนหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้นทุนการขนส่งมีมูลค่าสูงขึ้นมากในปัจจุบัน

จากโซ่อุปทานความเย็นในช่วงต่าง ๆ ข้างต้นจะเห็นว่าการขนส่งผลผลิตทางการเกษตรจำเป็นจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ ร่วมกับการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลผลิตแต่ละชนิด เพื่อขยายช่วงอายุการเก็บรักษา และยังต้องคำนึงถึงการควบคุมระยะเวลาในการขนส่งให้สั้นที่สุดด้วย

2.4.1.5 ระบบโซ่ความเย็นในช่วงการจำหน่ายและจัดส่งไปยังผู้บริโภค การจัดการโซ่อุปทานสินค้าที่เน่าเสียยากหรือมีอายุการเก็บรักษานานนั้นจะต้องครอบคลุมถึงการวางจำหน่ายในส่วนค้าปลีกและการดูแลของผู้บริโภคด้วย โดยต้องให้ข้อมูลผู้ค้าปลีกและผู้บริโภคถึงวิธีการดูแลรักษาผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงอายุการเก็บรักษา เพื่อให้ผู้บริโภคได้บริโภคสินค้าที่มีคุณภาพ สะอาดและปลอดภัยมากที่สุด

จากกระบวนการโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานความเย็น ทั้ง 5 ช่วงที่กล่าวไปข้างต้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการไหลระหว่างช่วงได้ดังรูปที่ 2.2 [18]



รูปที่ 2.2 กระบวนการไหลของระบบโซ่อุปทานความเย็น

2.4.2 รูปแบบของการขนส่งด้วยโซ่อุปทานความเย็น

โซ่ความเย็นโดยทั่วไปเป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีที่คงความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์และสินค้า ซึ่งมีความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดทั้งโซ่อุปทาน และเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้า ยกระดับความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค และลดการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปนิยมใช้รูปแบบการขนส่งด้วยโซ่ความเย็น 2 รูปแบบ [19] ได้แก่

2.4.2.1 การรักษาอุณหภูมิด้วยการแช่แข็ง (Frozen) เป็นกระบวนการคลังสินค้าและกระบวนการในการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ โดย ณ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งตั้งแต่ -15 องศาเซลเซียส อาหารที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแบบแช่แข็ง ได้แก่ เนื้อสัตว์ อาหารทะเลแช่แข็ง และไอศกรีม เป็นต้น

2.4.2.2 การรักษาอุณหภูมิด้วยการแช่เย็น (Chilled) เป็นกระบวนการคลังสินค้าและการขนส่งสินค้า ณ อุณหภูมิตั้งแต่ 0-8 องศาเซลเซียส อาหารที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแบบแช่เย็น ได้แก่ นม ผัก ผลไม้ เครื่องดื่ม และไข่ไก่ เป็นต้น

สำหรับการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการนำโซ่อุปทานความเย็นเข้ามาใช้ในประเทศไทย จากการศึกษาของ Sarunyoo K. [20] พบว่าผลไม้สดในประเทศกำลังพัฒนารวมถึงไทยกำลังประสบปัญหาสำคัญซึ่งก็คือ อายุการเก็บรักษาของผลไม้สดที่สั้น ทำให้อัตราการเน่าเสียเพิ่มขึ้น คุณภาพต่ำลง และความปลอดภัยจากผลไม้ลดลง ทั้งนี้ในงานวิจัยของ Sarunyoo K. [20] ได้ใช้มะม่วงเป็นกรณีศึกษาโดยทำการจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-event simulation) เพื่อชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำโซ่อุปทานความเย็นมาประยุกต์ใช้กับประเทศกำลังพัฒนา ด้วยการเสนอแนวทางที่เป็นนวัตกรรมในการออกแบบโซ่อุปทานความเย็นอย่างแนวทางต้นทุนต่ำที่ใช้เทคโนโลยีต่ำไปประยุกต์ใช้

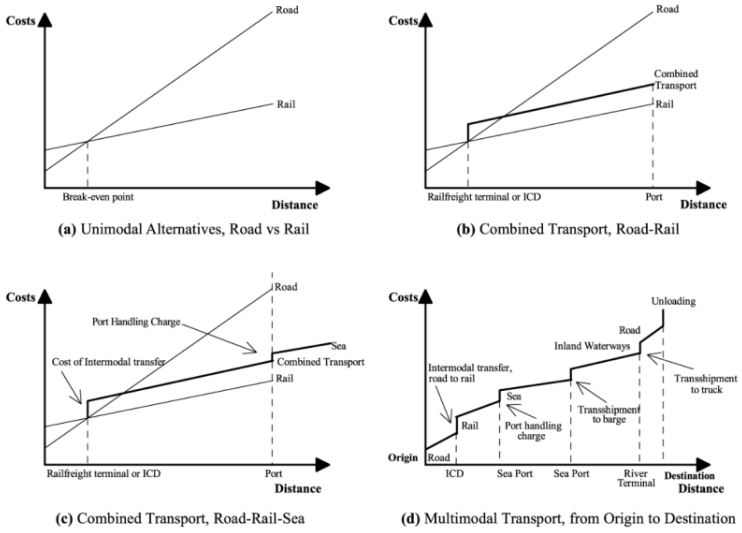
2.5 การวิเคราะห์ต้นทุนในการกระจายสินค้า

2.5.1 การวิเคราะห์ตัวแบบต้นทุน (Cost Model)

ในงานวิจัยนี้ใช้ Beresford's Cost Model เนื่องจาก Beresford [21] ได้พัฒนาวิธีการประเมินต้นทุนทั้งหมดในการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบในโซ่อุปทานตามโมเดลที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 โมเดลนี้ได้เสนอจุดตัดสินใจ (Break-Even Point) ว่าควรเลือกใช้การขนส่งทางรถยนต์อย่างเดียวหรือจะใช้ทางรถยนต์ร่วมกับรถไฟ และอื่น ๆ ถ้าระยะทางในการขนส่งต่ำกว่าจุดตัดสินใจนี้การขนส่งทางรถยนต์เพียงอย่างเดียวควรจะเป็นทางเลือกแรกในแง่ของความประหยัด แต่ถ้าเส้นทางขนส่งยาวมากพอ ควรพิจารณาการขนส่งทางรถไฟด้วยเนื่องจากจะทำให้ต้นทุนรวมลดลง โดย Beresford และ Dubey [22] กล่าวไว้ว่าธรรมชาติของการขนส่งทางรถไฟต้องใช้อุปกรณ์ยกขนชนิดพิเศษที่จุดขนย้าย จึงทำให้ค่าขนย้ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นระยะทางในการขนส่งจึงควรมีความยาวมากพอ เพื่อชดเชยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการขนย้ายด้วยอุปกรณ์ยกขนชนิดพิเศษนี้

Beresford's Cost Model เป็นโมเดลที่ค้นพบการตัดสินใจเลือกระหว่างต้นทุนค่าขนส่งกับเวลา ต้นทุนค่าขนส่งกับระยะทางและปัจจัยที่สำคัญอื่น ๆ ในการขนส่งสินค้า นอกจากนี้โมเดลนี้ยังเป็นโมเดลที่มีความยืนหยุ่นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติการด้านอื่น ๆ ในโซ่อุปทานได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การนำโมเดลนี้ไปทดสอบการปฏิบัติการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศใน

สถานการณ์จริงจากเวียงจันทร์ไปสิงคโปร์ โดยองค์ประกอบหลักในการนำโมเดลนี้ไปใช้ ได้แก่ ต้นทุน เวลาที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทาง วิธีการขนส่ง และการเปลี่ยนถ่ายวิธีการขนส่ง [23]



รูปที่ 2.3 Beresford's Cost Model (a) – (d)

2.5.2 โปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Goal Programming)

โปรแกรมเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Goal Programming) เป็นรูปแบบหนึ่งของโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) ที่พัฒนามาจากโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุค่าเป้าหมายที่ต้องการ โดยโปรแกรมเชิงเป้าหมายจะพิจารณาหลายวัตถุประสงค์ไปพร้อม ๆ กัน กล่าวคือ โปรแกรมเชิงเป้าหมายเป็นวิธีการที่สามารถใช้กับปัญหาที่มีเป้าหมายเดียว แต่มีหลายวัตถุประสงค์ได้ โดยหลักการของโปรแกรมเชิงเป้าหมายนั้นจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์และข้อจำกัดต่าง ๆ โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของโปรแกรมเชิงเป้าหมายจะไม่มีตัวแปรตัดสินใจปรากฏอยู่ แต่จะมีตัวแปรเบี่ยงเบนซึ่งเป็นค่าเบี่ยงเบนไปจากเป้าหมาย สำหรับเป้าหมายใด ๆ จะมีตัวแปรเบี่ยงเบน 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนทางบวก และตัวแปรความเบี่ยงเบนทางลบ กล่าวคือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะเป็นการหาค่าที่ต่ำที่สุดของผลรวมความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายต่าง ๆ และเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ตัวแปรตัดสินใจแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่ากัน จึงต้องทำการถ่วงน้ำหนักตัวแปรการตัดสินใจใหม่ ซึ่งทำให้เรียกวิธีการนี้ว่า โปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนัก ดังนั้นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ จะกลายเป็นผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของความเบี่ยงเบนของเป้าหมาย [24, 25] โดยสมการมาตรฐานของโปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนัก คือ

$$Min\ Z = \sum_{k=1}^{K}(w_k^+ d_k^+ + w_k^- d_k^-) \quad (1)$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0 \quad (2)$$

$$k = 1,2,3,\dots,K \quad (3)$$

เมื่อ k คือเป้าหมาย

w_k^- และ w_k^+ เป็นน้ำหนักที่เกี่ยวข้องสำหรับการเบี่ยงเบนเชิงลบและบวกตามลำดับ

โดยที่ w_k คือ ค่าน้ำหนักที่กำหนดให้ในแต่ละเป้าหมาย $1-K$

d_k^- คือ ค่าเบี่ยงเบนในเชิงลบในแต่ละเป้าหมาย $1-K$

d_k^+ คือ ค่าเบี่ยงเบนในเชิงบวกในแต่ละเป้าหมาย $1-K$

โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้มีการศึกษาวิธีการจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนักจากงานวิจัยดังต่อไปนี้

Yang, Low, & Tang [26] ได้ทำการศึกษาต้นแบบการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย โดยเปรียบเทียบความสามารถในการแข่งขันของ 36 เส้นทางการขนส่งต่อเนื่องที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งสินค้าจากจีนไปยังประเทศอินเดีย ซึ่งผ่านมหาสมุทรอินเดีย โดยต้นแบบที่ใช้ถูกสร้างขึ้นภายใต้หลักการของโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) จากการหาค่าของผลรวมจากการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของค่าเบี่ยงเบนจากปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วยปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความแปรปรวนของเวลาในการขนส่ง โดยวัตถุประสงค์คือเส้นทางใดที่ให้ค่าผลรวมน้อยที่สุด จะเป็นเส้นทางที่จะถูกให้ความสนใจมากที่สุด และหาปัจจัยที่อาจจะทำให้เส้นทางนั้น ๆ มีข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางเส้นทางอาจจะมีระยะทางที่สั้นกว่าแต่ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งนานกว่าเส้นทางที่ให้ระยะทางมากกว่า เช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง อาจจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งมีค่าที่แตกต่างกันออกไป เป็นต้น

วรพจน์ และสมชาย [27] ได้ศึกษาออกแบบระบบการตัดสินใจที่มีการพิจารณา ปัจจัยเชิงปริมาณด้านงบประมาณที่ใช้ เวลาในการขนส่ง และปัจจัยเชิงคุณภาพ อย่างเช่นความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่ง โดยระบบการตัดสินใจนี้จะประกอบด้วยเครื่องมือหลัก 3 ชนิด ได้แก่ 1) รูปแบบการคิดต้นทุนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนและเวลาในการขนส่งในแต่ละเส้นทาง 2) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการรวมปัจจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ และเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจ โดยน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการคำนวณ ได้แก่ ปัจจัยด้านงบประมาณเท่ากับ 0.637 ปัจจัยด้านเวลาเท่ากับ 0.258 และปัจจัยด้านความเสี่ยงของเส้นทางเท่ากับ 0.105 และ 3) การโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์หนึ่ง ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อคำนวณหาเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสม

สมเกียรติ และกมลชนก [28] ได้ทำการศึกษาต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง วิธีการขนส่งและเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยตู้คอนเทนเนอร์แห้งทั่วไปขนาด 20 ฟุต ด้วยระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากประเทศไทยไปสหภาพยุโรป โดยผ่านท่าเรือน้ำลึกทวาย และท่าเรือน้ำลึกปากบารา เพื่อเปรียบเทียบกับระบบการขนส่งและเส้นทางการขนส่งสินค้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Multimodal Transport Cost Model เพื่อคำนวณหา

ต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งจากนั้นใช้ Goal Programming Model เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่ตรงตามความต้องการของผู้ส่งออก โดยผู้ส่งออกเป็นผู้กำหนดน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.6 0.3 และ 0.1 ให้กับปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น ที่จะนำมาพิจารณาด้วยตนเอง ข้อมูลปฐมภูมิที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการขนส่งทั้งทางบกและทางเรือ ผู้รับจัดการขนส่ง ผู้ส่งออก และบริษัทรับประกันวินาศภัย เป็นต้น ส่วนข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่งและต้นทุนการประกันภัย โดยได้รับการเสนอจากผู้รับจัดการขนส่งและบริษัทรับประกันภัยภัยที่มีความน่าเชื่อถือซึ่งให้บริการอยู่ในเส้นทางปัจจุบันผลการวิจัยพบว่า เส้นทางที่ 2: Ayutthaya – Dawei – Rotterdam ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 3800 ดอลลาร์สหรัฐ ใช้เวลาในการขนส่ง 21.4 วัน และมีความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ 0.14 เป็นเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ที่ตรงกับความต้องการของผู้ส่งออก

จากการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ผู้วิจัยจะนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ โดยได้เสนอแนวคิดในการดัดแปลงผลิตภัณฑ์ของทุเรียนจากทุเรียนสดทั้งผลเป็นทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทั้งยังเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้บริโภค ทั้งยังได้ออกแบบรูปแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังแหล่งตลาดภายในประเทศ และภายนอกประเทศภายใต้โซ่อุปทานความเย็นเพื่อคงคุณภาพให้ใกล้เคียงจากโรงงานแปรรูป โดยคำนึงถึงต้นทุนในการขนส่ง ระยะเวลาในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่ง มาพิจารณาร่วมกันในแต่ละรูปแบบการขนส่ง โดยใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนักในการตัดสินใจเลือกรูปแบบที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งตลาดที่กำหนด ผ่านการให้น้ำหนักความสำคัญในแต่ละปัจจัยที่กำหนด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาและออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยตามกรอบแนวคิดการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อออกแบบการกระจายสินค้าให้เหมาะสมกับทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1) การวิเคราะห์ตัวแบบต้นทุน (Cost Model) เพื่อคำนวณหาต้นทุนรวมของการขนส่ง เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง 2) โปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming) เพื่อออกแบบการกระจายสินค้าที่ตรงกับความต้องการของผู้ส่งออก ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 6 ขั้นตอนย่อยได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับโซ่อุปทานทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับโซ่อุปทาน เช่น จุดรวบรวมสินค้า เป็นต้น และ สภาพการจัดการโซ่อุปทานในปัจจุบันในกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปแบบการรวบรวม รูปแบบการรักษาคุณภาพสินค้า และ รูปแบบการขนส่ง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโซ่อุปทานทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในปัจจุบัน

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาและรวบรวมรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิเกี่ยวกับโซ่อุปทานในปัจจุบัน เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์เวลาในกิจกรรมและต้นทุนโลจิสติกส์ที่เกิดขึ้นในระบบโซ่อุปทานของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในปัจจุบันว่าระบบโซ่อุปทานในปัจจุบันเป็นอย่างไร และนำไปออกแบบระบบโซ่ความเย็นและการกระจายสินค้าสำหรับทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการวิจัยภาคสนามด้วยการลงพื้นที่ และทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุทุเรียน และผู้ประกอบการขนส่งทางบกและทางอากาศ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการออกแบบการกระจายสินค้าของโซ่อุปทานความเย็นไปยังพื้นที่กระจายสินค้าที่ทำการศึกษา

2) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านเอกสาร หนังสือ ผลจากการวิจัย บทความทางวิชาการต่าง ๆ และแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตทั้งในและต่างประเทศโดยทำการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับโซ่อุปทานทุเรียนในพื้นที่การศึกษา รวมถึงพื้นที่นอกเขตการศึกษา

ทั้งนี้ในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นช่วงของการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ไม่สามารถลงพื้นที่เพื่อทำการศึกษาตามแผนงานวิจัยที่วางไว้ได้ ดังนั้นสำหรับข้อมูลในส่วนที่ไม่สามารถลงพื้นที่ได้จะอาศัยการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ซึ่งอาจจะส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งหรือต้นทุนนบางกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง เป็นตัวเลขประมาณการจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่มีความน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบรูปแบบการกระจายสินค้าภายใต้โซ่อุปทานเย็น

ออกแบบรูปแบบการกระจายสินค้าที่จะนำมาใช้สำหรับการขนส่งทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคจากโรงงานแปรรูปในพื้นที่จังหวัดยะลาไปยังพื้นที่จังหวัดเป้าหมายภายในประเทศไทยภายใต้เงื่อนไขในการควบคุมความเย็นในการขนส่งและกระจายสินค้ามาประยุกต์ใช้

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณต้นทุนการขนส่งตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงตลาดเป้าหมาย

นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสัมภาษณ์และจากการรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบรูปแบบการกระจายสินค้าสำหรับทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคในแต่ละเส้นทางเป้าหมาย โดยจัดทำในรูปแบบของตารางตัวแบบต้นทุน โดยตารางนี้จะสะท้อนให้เห็นต้นทุนรวมที่ใช้ในการขนส่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละเส้นทางและรูปแบบของการขนส่ง โดยในงานวิจัยนี้ได้นิยามของต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่งและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งดังนี้

ต้นทุนการขนส่ง คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมจากกระบวนการขนส่ง จากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางหรือจุดเป้าหมาย ต้นทุนจะมีความแตกต่างกันไป หากรูปแบบการขนส่งมีความแตกต่างกัน

เวลาที่ใช้ในการขนส่ง คือ ระยะเวลาที่เกิดขึ้นทั้งหมดตั้งแต่จุดต้นทางไปยังจุดปลายทางหรือจุดเป้าหมาย ระยะเวลาจะมีความแปรผันตรงกับระยะทาง แต่ในบางกรณีที่รูปแบบการขนส่งมีความแตกต่างกัน เวลาที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้สอดคล้องกับระยะทางเสมอไป

ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง คือ ระยะทางที่เกิดขึ้นทั้งหมดตั้งแต่จุดต้นทางไปยังจุดปลายทางหรือจุดเป้าหมาย โดนปกติระยะทางมักจะมีความสอดคล้องกับระยะเวลาในกรณีที่ใช้รูปแบบการขนส่งรูปแบบเดียวกัน

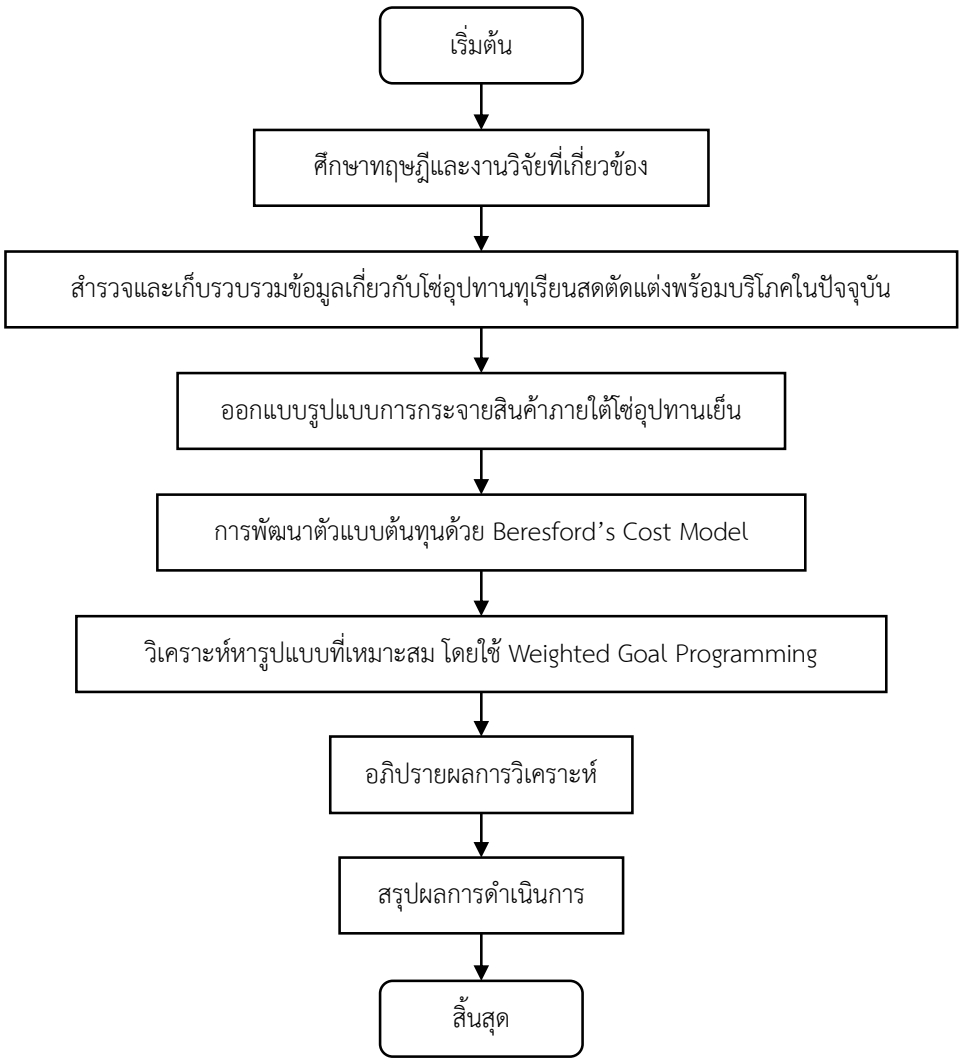
ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์หารูปแบบที่เหมาะสม โดยใช้ Weighted Goal Programming

นำข้อมูลที่ได้มาจากขั้นตอนที่ 4 มาวิเคราะห์หารูปแบบที่เหมาะสมของแต่ละเส้นทางที่กำหนด โดยใช้ Weighted Goal Programming มาออกแบบระบบการตัดสินใจในการหารูปแบบการกระจายสินค้าที่มีความเหมาะสมกับเส้นทางภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 อภิปรายและสรุปผล

วิเคราะห์อภิปรายผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 และสรุปผลผลการดำเนินงาน พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์พร้อมเผยแพร่

จากกิจกรรมการดำเนินการที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแสดงเป็นแผนภาพกระบวนการ (Flowchart) ได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพกระบวนการการดำเนินกิจกรรม

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสัมภาษณ์และจากการรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อแสดงให้เห็นถึงสถานการณ์ปัจจุบันของการขนส่งทุเรียนไปยังพื้นที่ภายในประเทศและภายนอกประเทศ โดยแสดงออกมาในรูปแบบของแผนผัง ประกอบไปด้วย ต้นทุนต่อกิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ ผลผลิตของทุเรียน และระยะทาง

3.2.2 นำต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) ที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์และสร้างรูปแบบการขนส่งและการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยอาศัยปัจจัยด้านต้นทุน เวลาและระยะทาง และจัดทำในรูปแบบตารางต้นทุน (Transport Cost Model) โดยตารางนี้จะสะท้อนให้เห็นต้นทุนรวมของการขนส่งแต่ละรูปแบบที่สร้างขึ้นในแต่ละตลาดเป้าหมายทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ เนื่องจากต้นทุนการขนส่งมีความแตกต่างกันในแต่ละเส้นทางและรูปแบบของการขนส่ง และนำเสนอในรูปของตารางแสดงการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่ง

3.2.3 นำข้อมูลที่ได้จากการจำลองมาวิเคราะห์หาเส้นทางที่ตรงกับสถานการณ์ โดยใช้ Weighted Goal Programming Model ซึ่งเป็นตัวแบบที่ได้รับความนิยม และสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาที่มีเป้าหมายหลายอย่างร่วมกันได้ โดยมีการให้น้ำหนักเป้าหมายของแต่ละปัจจัยตามลำดับความสำคัญทำให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่น โดยในงานวิจัยนี้ ต้นทุนการขนส่งรวม เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง จะถูกนำมาคำนวณหาเส้นทางที่ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการว่าจะเลือกให้ความสำคัญกับปัจจัยใด

3.3 Goal Programming

สมการเป้าหมายที่ใช้สำหรับ Goal Programming Model ในงานวิจัยสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

$$Min\ Z = \sum_{k=1}^{K} w_k(d_k^+ + d_k^-)$$
$$= w_1(d_1^+ + d_1^-) + w_2(d_2^+ + d_2^-) + w_3(d_3^+ + d_3^-) + \cdots + w_K(d_K^+ + d_K^-) \quad (4)$$

ภายใต้เงื่อนไขว่า:

ต้นทุนรวมในการขนส่ง

$$\sum_{j=1}^{m} c_{ij}x_{ij} - (d_k^+ - d_k^-) = min\{c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{ij}\}\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (5)$$

ระยะเวลาในการขนส่ง

$$\sum_{j=1}^{m} t_{ij}x_{ij} - (d_k^+ - d_k^-) = min\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ij}\}\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (6)$$

ระยะทางในการขนส่ง

$$\sum_{j=1}^{m} s_{ij}x_{ij} - (d_k^+ - d_k^-) = min\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{ij}\}\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (7)$$

ตัดสินใจเลือกใช้เพียงหนึ่งรูปแบบ

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (8)$$

และ $w_k, d_k^+, d_k^- \geq 0\ ; k = 1,2,3, \dots, K$ (9)

$c_{ij}, t_{ij}, s_{ij} \geq 0\ ; i = 1,2,3, \dots, n\ , j = 1,2,3, \dots, m$ (10)

$x_{ij} = 0\ or\ 1\ ; i = 1,2,3, \dots, n\ , j = 1,2,3, \dots, m$ (11)

ตัวแปรในการตัดสินใจ ได้แก่

x_{ij} = ตัวแปรตัดสินใจกระจายสินค้าไปสู่แหล่งตลาด i ด้วยรูปแบบการกระจายสินค้า j

โดยในงานวิจัยนี้กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

$i =$ แหล่งตลาดเป้าหมายที่ 1-n

$j =$ รูปแบบการกระจายสินค้าที่ 1-m

$k =$ ปัจจัยที่ 1-K

$c_{ij} =$ ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งสินค้าไปสู่ตลาด i ด้วยรูปแบบการกระจายสินค้า j

$t_{ij} =$ ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าไปสู่ตลาด i ด้วยรูปแบบการกระจายสินค้า j

$s_{ij} =$ ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งไปสู่ตลาด i ด้วยรูปแบบการกระจายสินค้า j

$w_k =$ ค่าน้ำหนักที่กำหนดโดยให้ความสำคัญกับปัจจัยที่ 1-K

$d_k^+ =$ ค่าความเบี่ยงเบนทางด้านสูงกว่าเป้าหมายของแต่ละปัจจัยที่ 1-K

$d_k^- =$ ค่าความเบี่ยงเบนทางด้านต่ำกว่าเป้าหมายของแต่ละปัจจัยที่ 1-K

สมการที่ (4) คือสมการเป้าหมาย มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลรวมจากการถ่วงน้ำหนัก (w_k) ของความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของปัจจัยต่าง ๆ ($d_k^{\pm}$) ที่ให้ค่า $Min\ Z$ น้อยที่สุด โดยรูปแบบการขนส่งที่ให้ค่า $Min\ Z$ น้อยที่สุดจะเป็นรูปแบบที่ถูกเลือก โดยในงานวิจัยนี้อาศัย 3 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ด้านต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง ปัจจัยที่ 2 ด้านระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และปัจจัยด้านระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

น้ำหนักความสำคัญที่กำหนดให้แต่ละปัจจัยในแต่ละสถานการณ์ที่จะกำหนดขึ้นโดยทั่วไปน้ำหนักความสำคัญจะต้องถูกกำหนดโดยผู้ตัดสินใจหรือผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ใกล้เคียงกับความต้องการ โดยในงานวิจัยนี้จะอ้างอิงน้ำหนักความสำคัญจากงานวิจัยของสมเกียรติและคณะ [28] โดยกำหนดให้ w_1, w_2, w_3 เป็นน้ำหนักความสำคัญของต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่ ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักลำดับความสำคัญที่กำหนดให้ในงานวิจัยนี้ จะเท่ากับ 0.6 0.3 และ 0.1 ตามลำดับ

ในสมการที่ (5) เป็นเงื่อนไขด้านต้นทุนรวมในการขนส่ง โดยต้นทุนรวมในการขนส่งของแต่ละแหล่งตลาดต้องเป็นรูปแบบที่ใช้ต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด

ในสมการที่ (6) เป็นเงื่อนไขด้านระยะเวลาในการขนส่ง โดยระยะเวลาในการขนส่งของแต่ละแหล่งตลาดต้องเป็นรูปแบบที่ระยะเวลาในการขนส่งต่ำที่สุด

ในสมการที่ (7) เป็นเงื่อนไขด้านระยะทางในการขนส่ง โดยระยะทางในการขนส่งของแต่ละแหล่งตลาดต้องเป็นรูปแบบที่ระยะทางในการขนส่งต่ำที่สุด

และสมการที่ (8) เป็นการกำหนดตัวเลือก โดย x_{ij} คือตัวแปรตัดสินใจที่แทนแหล่งตลาด i ด้วยรูปแบบการกระจายสินค้า j มีค่าเป็น 0 เมื่อรูปแบบนั้นไม่ถูกเลือก และมีค่าเป็น 1 เมื่อรูปแบบนั้นถูกเลือกให้เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับแหล่งตลาดภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนด

หากผู้ตัดสินใจต้องการหาแหล่งตลาดที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์นี้ในแหล่งตลาดถัดไป ให้นำแหล่งตลาดที่เหมาะสมที่สุดออกก่อน จากนั้นให้ทำการคำนวณใหม่ เพื่อหาแหล่งตลาดที่เหมาะสมใหม่ในลำดับถัดไป

3.3.1 ตลาดเป้าหมายที่ใช้สำหรับขนส่งและการกระจายทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตลาดเป้าหมายคือ ตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย และ ตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย โดยมีหลักในการเลือกแหล่งตลาดจากจังหวัดหรือมณฑลที่เป็นหัวเมืองใหญ่ในแต่ละภูมิภาคเป็นกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่

3.3.1.1 ตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 4 ตลาดย่อยด้วยกัน ได้แก่

1) ตลาดที่ 1 ต้นทางโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร)

2) ตลาดที่ 2 ต้นทางโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่)

3) ตลาดที่ 3 ต้นทางโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น)

4) ตลาดที่ 4 ต้นทางโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

3.3.1.2 ตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 2 ตลาดย่อยด้วยกัน ได้แก่

1) ตลาดที่ 1 ต้นทางโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ตลาดผลไม้เจียงหนานนครกว่างโจว ประเทศจีน

2) ตลาดที่ 2 ต้นทางโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ตลาดผลไม้เจียซิงนครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 สภาพปัจจุบันของโซ่อุปทานทุเรียนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

4.1.1 ผลผลิตผลิตทุเรียนของจังหวัดปัตตานี ยะลา นราธิวาส

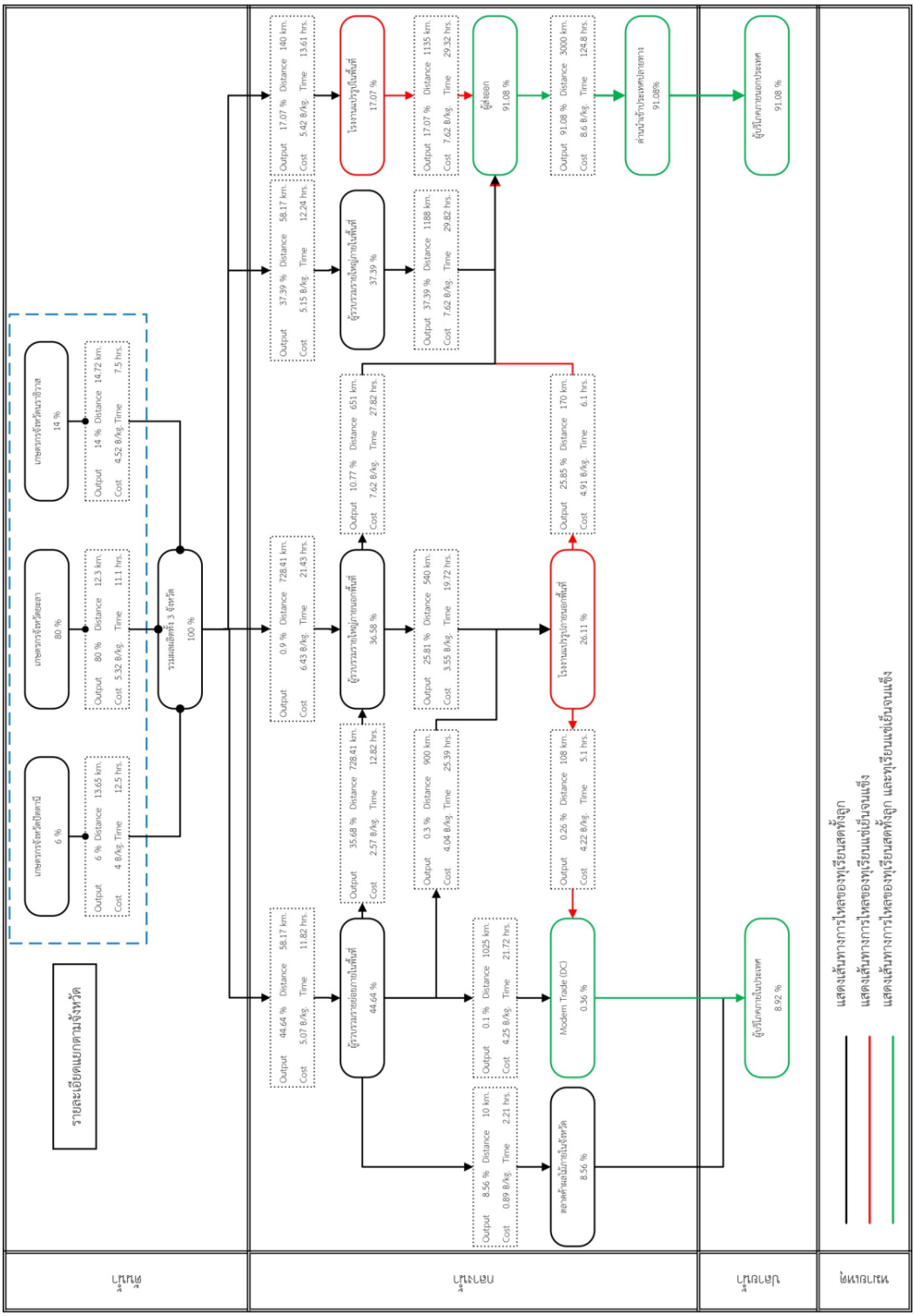
ในปี 2564 พบว่าปริมาณผลผลิตทุเรียนของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส) [4] ให้ผลผลิตรวมกัน 74,719 ตัน โดยเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 12.59 เมื่อพิจารณารายจังหวัด พบว่าจังหวัดยะลาให้ผลผลิตมากที่สุดที่ 56,695 ตัน โดยเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 6.93 รองลงมาจังหวัดนราธิวาสให้ผลผลิตที่ 13,577 ตัน โดยเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 45.30 และจังหวัดปัตตานีให้ผลผลิตน้อยที่สุดที่ 4,447 ตัน โดยเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 11.37 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงยอดผลผลิตทุเรียนของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จำแนกรายจังหวัดระหว่างปี 2563 และ 2564

จังหวัด	**ผลผลิต (ตัน/ปี)**		**ร้อยละการเปลี่ยนแปลงผลผลิต**
	2563	**2564**	
ยะลา	53,023	56,695	6.93
นราธิวาส	9,344	13,577	45.30
ปัตตานี	3,993	4,447	11.37
รวม	**66,360**	**74,719**	**12.59**

4.1.2 โครงสร้างโซ่อุปทานของทุเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในสภาพปัจจุบัน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างโซ่อุปทานของทุเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ [29] โดยพิจารณาเฉพาะทุเรียนสดทั้งลูก และทุเรียนแช่เย็นจนแข็ง ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในพื้นที่เพื่อให้เข้าใจลักษณะการไหลของผลผลิตจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ และนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นแผนผังดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยข้อมูลในแผนผังจะประกอบไปด้วย ร้อยละของผลผลิต จำแนกตามข้อมูลผลผลิตของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในปี 2563 ต้นทุนรวมการขนส่งเฉลี่ยบาทต่อกิโลกรัม เวลาโดยประมาณในแต่ละช่วงกิจกรรมซึ่งได้มาจากการสำรวจและระยะทางโดยเฉลี่ยซึ่งได้มาจากการสำรวจ



รูปที่ 4.1 โครงสร้างโซ่อุปทานทุเรียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ถูกส่งออกไปยังผู้บริโภคภายนอกประเทศสูงถึงร้อยละ 91.08 โดยร้อยละ 48.16 อยู่ในรูปของทุเรียนสดทั้งลูก และร้อยละ

42.92 อยู่ในรูปของทุเรียนแช่เย็นจนแข็ง และในส่วนของการส่งให้กับผู้บริโภคภายในประเทศนั้นอยู่ที่ร้อยละ 8.92 โดยร้อยละ 8.66 อยู่ในรูปทุเรียนสดทั้งลูก และร้อยละ 0.26 อยู่ในรูปของทุเรียนแช่เย็นจนแข็ง

4.1.3 เส้นทางการกระจายทุเรียนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในปัจจุบัน

จากรูป 4.1 ในช่วงของโซ่อุปทานปลายน้ำซึ่งเป็นขั้นตอนก่อนถึงมือผู้บริโภคจะแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ ผู้บริโภคภายในประเทศ และผู้บริโภคภายนอกประเทศซึ่งมีลักษณะการไหลของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ คือ เส้นทางของทุเรียนสดทั้งลูก และเส้นทางของทุเรียนแปรรูป (ประกอบด้วยทุเรียนสดทั้งลูกแช่แข็งและทุเรียนตัดแต่งแช่แข็ง) โดยโซ่อุปทานปลายน้ำมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) โซ่อุปทานทุเรียนภายในประเทศ สามารถจำแนกตลาดออกเป็น 2 รูปแบบดังนี้

i) ตลาดค้าผลไม้ภายในจังหวัด ทำหน้าที่เป็นตลาดกลางขายส่งระดับท้องถิ่น เป็นแหล่งรวบรวมผลผลิตทุเรียนจากเกษตรกร หรือจากผู้รวบรวมรายใหญ่ โดยตัวอย่างตลาดค้าผลไม้ภายในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ ตลาดสี่แยกมลายูบางกอก ตลาดบันนังสตา และตลาดกรงปินัง เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่ตลาดค้าผลไม้จะอยู่ในพื้นที่จังหวัดยะลา

ii) การค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่หรือโมเดิร์นเทรด (Modern Trade) เป็นตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ เป็นระบบการค้าที่มีประสิทธิภาพสูง และช่วยให้เกิดความสะดวกสบายต่อผู้บริโภค โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีร้านค้าปลีกสมัยใหม่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการกระจายสินค้าได้อย่างทั่วถึงและผู้บริโภคสามารถเข้าถึงสินค้าได้จากหลากหลายช่องทางมากขึ้น เช่น ซุปเปอร์มาเก็ต ไฮเปอร์มาเก็ต และร้านสะดวกซื้อ เป็นต้น

2) โซ่อุปทานทุเรียนภายนอกประเทศ เนื่องจากทุเรียนเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในต่างประเทศ โดยเฉพาะตลาดจีน ส่งผลให้ราคาส่งออกสูงกว่าราคาในประเทศ จูงใจให้เกษตรกรเพิ่มการส่งออก ประกอบกับเส้นทางการขนส่งไปยังจีนในปัจจุบันมีทั้งทางเรือจากท่าเรือแหลมฉบัง ทางบกจากเส้นทาง R9 เส้นทาง R3A และเส้นทาง R12 รวมทั้งทางเครื่องบิน และมีการจำหน่ายผ่านระบบสั่งซื้อล่วงหน้า ภายใต้ความร่วมมือระหว่างกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ บริษัทเอกชน และสหกรณ์ผลไม้ อาทิ สหกรณ์เมืองขลุง จังหวัดจันทบุรีทั้งนี้ ในปี 2565 คาดว่าความต้องการบริโภคภายในประเทศจะเพิ่มขึ้นจากปี 2564 ร้อยละ 12.08 ซึ่งเป็นผลจากปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น [3]

4.1.4 จุดแข็งและจุดอ่อนของทุเรียนจากสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ในปัจจุบัน

ในการวิเคราะห์ศักยภาพและแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เพื่อให้เห็นถึงโอกาส ความได้เปรียบและแนวทางในการ

ปรับตัวให้เข้ากับรูปแบบและเส้นทางการกระจายในกรณีที่จะนำระบบโซ่อุปทานความเย็นมาปรับใช้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์จากการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

จากผลการศึกษาพบว่า จุดแข็งของทุเรียน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ คือ มีเปลือกบางทำให้ได้ปริมาณเนื้อทุเรียนมาก เนื้อสีทองไม่ติดเปลือก เนื้อทุเรียนแห้ง เหนียวนุ่ม รสชาติหอมหวาน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นภูเขา ทำให้ทุเรียน 3 จังหวัดชายแดนใต้ได้รับการขนานนามว่าเป็น “ทุเรียนสะเด็ดน้ำ” เพราะมีสภาพแวดล้อมและอากาศที่เหมาะสม โดยพันธุ์หลักที่นิยมปลูกคือ หมอนทอง ซึ่งเป็นพันธุ์ทุเรียนที่มีการส่งออกและบริโภคภายในประเทศไทยเป็นอันดับหนึ่ง และพันธุ์ทางเลือก ได้แก่ มูซานคิง โอฉี่หรือหนามดำ และพวงมณี เป็นต้น ดังนั้นทุเรียน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จึงมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาทำทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากเนื้อทุเรียนมีคุณภาพ และมีปริมาณเนื้อเยอะ จากจุดแข็งที่กล่าวมานี้เองจะเห็นได้ว่า ทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีความสามารถในการแข่งขันได้ และกำลังได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน เพื่อหาวิธีการเพิ่มการกระจายทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ออกสู่ตลาดภายในประเทศ โดยในปัจจุบันสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรม ได้มีโครงการปิดทองหลังพระ ที่ทำหน้าที่ดำเนินงานขับเคลื่อนโครงการทุเรียนคุณภาพ หรือโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าการเกษตรให้มีคุณภาพตามศาสตร์พระราชาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ ส่งผลให้ทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีคุณภาพมากขึ้นและมีความสามารถในการแข่งขันกับทุเรียนจากภูมิภาคอื่นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีเกษตรกรหันมาปลูกทุเรียนมากขึ้น

แต่ในทางกลับกันจากผลการศึกษาก็พบว่า ทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ยังไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้รวบรวมรายใหญ่ภายนอกพื้นที่มากนัก เนื่องจากภาพลักษณ์ด้านความมั่นคงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ทำให้มีความยากลำบากในการกระจายผลผลิตออกสู่ตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ยอมรับการปรับเปลี่ยนวิธีการในการเพาะปลูกและยังคงใช้กระบวนการเพาะปลูกทุเรียนแบบดั้งเดิม ส่งผลให้คุณภาพของทุเรียนสดทั้งลูกไม่เป็นไปตามมาตรฐานการส่งออก โดยปัญหาที่ทำให้คุณภาพของทุเรียนสดทั้งลูกไม่เป็นไปตามมาตรฐานการส่งออกส่วนใหญ่นั้นจะเป็นเรื่องของลักษณะภายนอกของทุเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นหนอนที่เปลือกของทุเรียน หนามช้ำ และเปลือกแตก เป็นต้น ซึ่งถึงแม้ว่าร้อยละของการส่งออกของทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จะสูงถึง 91.08 ของผลผลิตทั้งหมด แต่ทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้สามารถส่งออกในรูปของทุเรียนสดทั้งลูกได้เพียง 48.16 ของผลผลิตทั้งหมด และส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 42.92 ของผลผลิตทั้งหมดจะถูกส่งออกในรูปของทุเรียนแปรรูปแช่เย็นจนแข็ง ซึ่งอัตราส่วนการส่งออกทุเรียนของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จะแตกต่างจากการส่งออกของทุเรียนในภูมิภาคอื่น กล่าวคือ ทุเรียนจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จำนวนหนึ่งที่ยังไม่ผ่านมาตรฐานการส่งออกจะต้องนำไปผ่าน

กระบวนการแช่เย็นจนแข็ง เพื่อยับยั้งการหายใจของทุเรียน ถึงจะเข้าสู่กระบวนการส่งออกอีกครั้ง ทั้งนี้จากผลการศึกษาและผลการสำรวจก็พบอีกว่า ทุเรียนสดมีปัญหาในเรื่องของอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น โดยทั่วไปทุเรียนสด มีอายุเฉลี่ยประมาณ 2-9 วัน ณ อุณหภูมิห้องปกติ และทุเรียนสดยังมีปัญหาในเรื่องของคุณภาพ เช่น ปัญหาการตัดทุเรียนอ่อนมาจำหน่าย การใช้น้ำยาเร่งสุก และการเคลือบสีเปลือกทุเรียน เป็นต้น ส่งผลให้คู่ค้าในตลาดทั้งในและต่างประเทศไม่ยอมรับสินค้า ก่อให้เกิดปัญหาที่สำคัญในช่วงกลางฤดูกาลของผลผลิต เนื่องจากผลทุเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ของผลผลิตรวมทั้งประเทศจะออกสู่ตลาดพร้อมกันในช่วงเวลาสองถึงสามสัปดาห์ของช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว จึงเป็นสาเหตุให้ราคาทุเรียนตกต่ำ [29]

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น การนำทุเรียนสดทั้งลูกมาตัดแต่งจำหน่ายเฉพาะเนื้อจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าและนำระบบโซ่อุปทานความเย็นมาใช้ในการกระจายสินค้าเพื่อรักษาคุณภาพของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับผลผลิตทุเรียนของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและออกแบบรูปแบบการกระจายสินค้าภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็นที่มีการรักษาและควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่โรงงานแปรรูปไปจนถึงแหล่งตลาดเป้าหมายภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสมและแข่งขันได้ ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันมีรูปแบบการกระจายสินค้าแบบรักษาและควบคุมอุณหภูมิที่หลากหลายทั้งการใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชนและการขนส่งผ่านการใช้บริการท่าอากาศยาน โดยแต่ละรูปแบบจะมีต้นทุนแตกต่างกันไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมกับการกระจายสินค้าทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้โดยพิจารณารูปแบบการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชน และนำเสนอวิธีการขนส่งโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง รวมไปถึงการขนส่งแบบหลายรูปแบบ เพื่อให้คุณภาพของผลไม้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค และมีต้นทุนการขนส่งที่สามารถแข่งขันได้

4.2 ข้อมูลทั่วไปสำหรับการออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค

4.2.1 การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคเพื่อการขนส่ง

บรรจุภัณฑ์สำหรับทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นกล่องขนาดเล็กที่มีขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร ความยาว 22 เซนติเมตร และความสูง 9 เซนติเมตร ต่อมาเพื่อการขนส่งจะนำกล่องขนาดเล็กไปบรรจุในกล่องโฟมเพื่อให้ตรงกับเงื่อนไขการขนส่งของผู้ให้บริการขนส่ง โดยเหตุผลที่เลือกกล่องโฟมเป็นบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากกล่องโฟมมีน้ำหนักเบาแต่สามารถรับน้ำหนักได้มาก ป้องกันการผ่านของน้ำและกลิ่นได้ดี เหมาะสมกับการขนส่งที่มีการเปลี่ยนถ่ายวิธีการขนส่ง อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นสามารถกันแรงกระแทกได้ [30]

โดยขนาดของกล่องโฟมที่ทางผู้วิจัยเลือกใช้มีขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร และความสูง 35.5 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ผู้วิจัยเลือกกล่องโฟมขนาดนี้เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมต่อการขนส่งในตู้ควบคุมความเย็นขนาดมาตรฐาน โดยในกล่องโฟมหนึ่งกล่องสามารถบรรจุกล่องขนาดเล็กได้ 12 กล่อง และกล่องเล็กหนึ่งกล่องสามารถบรรจุทุเรียนได้ 550 กรัม ถึง 600 กรัม นำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยของน้ำหนักได้ประมาณ 575 กรัม ซึ่งค่าเฉลี่ยของน้ำหนักนี้จะถูกใช้เป็นน้ำหนักอ้างอิงในงานวิจัยนี้ ดังนั้นในหนึ่งกล่องโฟมจะสามารถบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ประมาณ 6.9 กิโลกรัม

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างกล่องโฟมขนาด 35 x 48 x 35.5 เซนติเมตร

4.2.2 ข้อมูลระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลาไปยังพื้นที่เป้าหมาย

ในงานวิจัยนี้จะกำหนดพื้นที่ต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา ทั้งนี้เนื่องจากโครงการฯ [29] กำหนดให้โรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลามีทั้งหมด 3 จุด ได้แก่ 1) ตำบลมลายูบางกอก อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 2) ตำบลตลิ่งชัน อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา และ 3) ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลของที่ตั้งโรงงานแปรรูปอ้างอิงมีข้อมูลครอบคลุมที่ตั้งทุกจุดทางผู้วิจัยจึงเลือกปักหมุดและวิเคราะห์ข้อมูลที่โรงงานแปรรูปที่มีระยะทางและเวลาโดยประมาณมากที่สุด นั่นคือ โรงงานแปรรูปในตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลาซึ่งจะใช้เป็นจุดอ้างอิงสำหรับพื้นที่ต้นทางตลอดทั้งงานวิจัยนี้ และในงานวิจัยนี้จะแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ด้วยกันได้แก่

4.2.2.1 การกระจายสินค้าไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ

การเลือกตำแหน่งที่ตั้งในการขนส่งเพื่อการกระจายสินค้าในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้ตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) เป็นตำแหน่งอ้างอิงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ [31] เนื่องจากศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) เป็นจุดอ้างอิงที่มีลักษณะเดียวกันและจัดตั้งกระจายตามหัวเมืองใหญ่ของแต่ละภูมิภาคและทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทย โดยเลือกจุดอ้างอิงจากหัวเมืองใหญ่ในแต่ละภูมิภาคมาทั้งหมด 4 จุด ได้แก่ เชียงใหม่ ขอนแก่น สุราษฎร์ธานี และกรุงเทพมหานคร ต่อจากนั้นผู้วิจัยทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้ง ระยะทาง และระยะเวลา จากการปักหมุดใน

Google Map โดยปักหมุดพื้นที่ปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ อ้างอิงจากศูนย์กระจายสินค้าของ บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) ใน 4 จุดที่เลือกมา และปักหมุดพื้นที่ต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา จากทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถสรุปรายละเอียดระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณในแต่ละเส้นทางจากการปักหมุดพื้นที่ได้ดังตารางที่ 4.2 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แหล่งตลาดที่ 1 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณของศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ ของภาคกลาง โดยปักหมุดต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา สุวรรณภูมิ เขต ลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีระยะทางโดยประมาณ 1,165 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 16 ชั่วโมง

แหล่งตลาดที่ 2 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณของศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ ของภาคเหนือ โดยปักหมุดต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา เชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มีระยะทางโดยประมาณ 1,809 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 25 ชั่วโมง

แหล่งตลาดที่ 3 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณของศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยปักหมุดต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา ขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัด ขอนแก่น มีระยะทางโดยประมาณ 1,565 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 22 ชั่วโมง

แหล่งตลาดที่ 4 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณของศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ ของภาคใต้ โดยปักหมุดต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา สุราษฎร์ธานี อำเภอท่าฉาง จังหวัด สุราษฎร์ธานี มีระยะทางโดยประมาณ 509 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 7 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 สรุประยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากจุดอ้างอิงที่ตั้งโรงงานแปรรูป ไปยังแหล่งตลาดเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย

เส้นทาง	**ระยะทาง โดยประมาณ (กิโลเมตร)**	**ระยะเวลา โดยประมาณ (ชั่วโมง)**
โรงงานแปรรูป-ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง	1,165.00	16.13
โรงงานแปรรูป-ศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ	1,809.00	24.70
โรงงานแปรรูป-ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1,565.00	21.52
โรงงานแปรรูป-ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้	509.00	7.32

4.2.2.2 การกระจายสินค้าไปยังพื้นที่เป้าหมายภายนอกประเทศ ณ ประเทศจีน

การเลือกตำแหน่งที่ตั้งในการขนส่งเพื่อการกระจายสินค้าไปยังพื้นที่เป้าหมาย ณ ประเทศจีน ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้ตำแหน่งในนครเซี่ยงไฮ้และนครกว่างโจว เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมาประเทศจีนประสบกับความท้าทายภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดต่อเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 ดังนั้นประเทศจีนจึงมีการปรับใช้กลยุทธ์เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจผ่านยุทธศาสตร์เศรษฐกิจวงจรคู่ขนาน (Dual Circulation) โดยมุ่งเน้นการหมุนเวียนเศรษฐกิจในประเทศ และการหมุนเวียนเศรษฐกิจต่างประเทศ โดยกระทรวงพาณิชย์จีนได้อนุมัติโครงการเมืองศูนย์กลางการบริโภคสากลในปี พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา โดยกำหนดเมืองนำร่องสาธิตโครงการจำนวน 5 เมือง ได้แก่ กรุงปักกิ่ง นครเซี่ยงไฮ้ นครกว่างโจว นครเทียนจินและนครฉงชิ่ง ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกจะพิจารณาจากความโดดเด่นทางเศรษฐกิจและข้อได้เปรียบด้านการบริโภค ในส่วนของงานวิจัยนี้ได้เลือกนครกว่างโจว และนครเซี่ยงไฮ้ ซึ่งเป็น 2 ใน 5 เมืองที่ค่อนมาทางตอนใต้และมีระยะทางใกล้กับประเทศไทยเป็น 2 จุดที่จะทำการศึกษา

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกใช้ตลาดผลไม้เจียงหนาน เป็นจุดอ้างอิงสำหรับตลาดเป้าหมายภายในนครกว่างโจว ในประเทศจีน เนื่องจากตลาดผลไม้เจียงหนานเป็นตลาดค้าส่งผลไม้นำเข้าที่มีชื่อเสียงเก่าแก่และมีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศจีน โดยตลาดผลไม้เจียงหนานมีจุดแข็งทางด้านทรัพยากร มีพนักงานที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านการค้า ระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ และมีเครือข่ายผู้ค้าลูกค้าอยู่ทั่วไปเทศจีน [32] และตลาดผลไม้เจียซิงเป็นจุดอ้างอิงสำหรับตลาดเป้าหมายภายในนครเซี่ยงไฮ้ ในประเทศจีน เนื่องจากตลาดผลไม้เจียซิงเป็นศูนย์กลางกระจายผลไม้ที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาคตะวันออกของจีน ตั้งอยู่ภายในนครเซี่ยงไฮ้ อีกทั้งอยู่ห่างจากนครหางโจว เมืองซูโจว เมืองหูโจว เมืองหนิงโป เมืองเส้าซิง และเมืองโจวซาน ซึ่งล้วนเป็นเมืองที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและกำลังในการซื้อสูงที่สุดของพื้นที่เขตเศรษฐกิจสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแยงซี [33]

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้ง ระยะทางและระยะเวลา จากการปักหมุดใน Google Map และใช้ข้อมูลจาก บุญทรัพย์ พานิชการ และคณะ [34] โดยปักหมุดพื้นที่ต้นทางเป็นโรงงานแปรรูปในจังหวัดยะลา และปักหมุดพื้นที่ปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียงหนาน และตลาดผลไม้เจียซิง จากทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถสรุปรายละเอียดระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณในแต่ละเส้นทางจากการปักหมุดพื้นที่ได้ดังตารางที่ 4.3 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แหล่งตลาดที่ 1 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณของศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในนครกว่างโจว โดยปักหมุดต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัด ยะลา

และปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน มีระยะทางโดยประมาณ 3,290 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 51.94 ชั่วโมง

แหล่งตลาดที่ 2 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณของศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในนครเซี่ยงไฮ้ โดยปักหมุดต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัด ยะลา และปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน มีระยะทางโดยประมาณ 4,588 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 64.94 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3 สรุประยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากจุดอ้างอิงที่ตั้งโรงงานแปรรูป ไปยังแหล่งตลาดเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย

เส้นทาง	ระยะเวลา (กิโลเมตร)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
โรงงานแปรรูป-เมืองกว่างโจว ประเทศจีน	3,290.00	51.94
โรงงานแปรรูป-เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน	4,588.00	64.94

โดยปัจจุบันนี้เส้นทางการขนส่งผลไม้จากประเทศไทยไปยังประเทศจีนประกอบด้วย 3 เส้นทางหลัก ได้แก่ ทางรถ ทางอากาศ และทางเรือ แต่เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคภายใต้ระบบโซ่อุปทานความเย็น ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิตลอดเส้นทาง รวมถึงต้องออกแบบการกระจายที่มีระยะเวลาในการขนส่งสั้นที่สุดด้วย ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาเพียงแค่ 2 เส้นทางการขนส่งด้วยกัน ได้แก่ ทางรถ และทางอากาศ ทั้งนี้เหตุผลที่ไม่นำการขนส่งสินค้าทางเรือมาพิจารณานั้น เนื่องจากการขนส่งสินค้าทางเรือจากประเทศไทยไปยังประเทศจีนจะต้องใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 6 วันซึ่งไม่เหมาะสมกับการขนส่งทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค อย่างไรก็ตามงานวิจัยฉบับนี้เป็นเพียงแนวทางเท่านั้น หากผู้ประกอบการต้องการศึกษาเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังประเทศจีน ควรปรึกษาผู้ส่งออกหรือผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกและเกิดผลประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ประกอบการ

4.3 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ

4.3.1 การออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 1 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยผู้ให้บริการขนส่งเอกชน

การขนส่งรูปแบบนี้ได้รับแนวคิดมาจากการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและผู้ประกอบการ [29] ในปัจจุบันที่นิยมใช้บริการขนส่งของบริษัทขนส่งเอกชน เนื่องจากมีความสะดวกสบาย และสามารถเข้าถึงได้ง่าย โดยสามารถแสดงลักษณะกระจายได้ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 1

4.3.1.1 ผู้ให้บริการขนส่งเอกชน ที่ให้บริการการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคและผู้ประกอบการ [29] ในปัจจุบันพบว่าได้มีการใช้บริการการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิของบริษัทเอกชนในการขนส่งกันอย่างแพร่หลาย และมีบริษัทเอกชนจำนวนมากที่ให้บริการการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ 1) บริษัท เอสซีจี ยามาโตะ เอ็กซ์เพรส จำกัด ภายใต้แบรนด์ SCG Express, 2) บริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัด ภายใต้แบรนด์ Inter Express Logistics, 3) บริษัท เจดับเบิ้ลยูดี อินโฟโลจิสติกส์ จำกัด (มหาชน) ภายใต้แบรนด์ JWD และ 4) บริษัท นิ่มเอ็กซ์เพรส จำกัด ภายใต้แบรนด์ NIM EXPRESS LIMITED อย่างไรก็ตาม สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อมูลต้นทุนค่าขนส่ง รูปแบบการขนส่ง รวมไปถึงบรรจุภัณฑ์ของการขนส่งสินค้าที่ได้จากบริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัด ภายใต้แบรนด์ Inter Express Logistics มาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งของการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากในปัจจุบันบริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัดเป็นผู้ให้บริการขนส่งเอกชนเพียงรายเดียวที่สามารถให้บริการรถขนส่ง 4 ล้อแบบควบคุมอุณหภูมิจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ไปยังพื้นที่ทั่วประเทศไทยได้ ต้นทุนค่าขนส่งอ้างอิงจากผู้ให้บริการขนส่งเอกชน

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลพบว่าในปัจจุบันบริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัดเป็นผู้ให้บริการขนส่งเอกชนเพียงรายเดียวที่สามารถให้บริการรถขนส่ง 4 ล้อแบบควบคุมอุณหภูมิจาก 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ไปยังพื้นที่ทั่วประเทศไทยได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลรูปแบบการขนส่งพร้อมค่าบริการการขนส่งของบริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัด [35] มาใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งของการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมรับบริโภค โดยแสดงข้อมูลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รูปแบบการขนส่งของผู้ให้บริการขนส่งเอกชน พร้อมค่าขนส่ง

รูปแบบการส่ง	**ราคาค่าขนส่ง (บาท/กล่อง)**
ขนส่งภายในจังหวัดกรุงเทพ-กรุงเทพ หรือปริมณฑล	240
ขนส่งภายในภาคเดียวกัน	330
ขนส่งจากต่างจังหวัดข้ามภาค	380
ขนส่งจากภาคใต้ไปจังหวัดกรุงเทพ	330

4.3.1.2 เงื่อนไขในการขนส่งและการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคของผู้ให้บริการขนส่งเอกชน

จากข้อมูลข้างต้นเกี่ยวกับผู้ให้บริการขนส่ง พบว่าผู้ให้บริการขนส่งเอกชนจะใช้รถ 4 ล้อแบบควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งสินค้าสด สินค้าแช่เย็น และสินค้าแช่แข็ง โดยมีเงื่อนไขในการขนส่ง คือ รถหนึ่งคันสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 1,000 กิโลกรัม โดยพื้นที่บรรจุของรถมีขนาดความกว้าง 170 เซนติเมตร ความยาว 210 เซนติเมตร และความสูง 140 เซนติเมตร [36] และผู้ใช้บริการจะต้องบรรจุสินค้าในลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ทางผู้ให้บริการกำหนด เช่น กล่องควบคุมความเย็นหรือกล่องโฟม เป็นต้น

อ้างอิงจาก 4.2.1 ขนาดของกล่องโฟมที่ทางผู้วิจัยใช้มีขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร และความสูง 35.5 เซนติเมตร มีน้ำหนักต่อ 1 กล่องอยู่ที่ 6.9 กิโลกรัม เมื่อทำการคำนวณพบว่าสามารถบรรจุกล่องโฟมในรถขนส่ง 4 ล้อแบบควบคุมอุณหภูมิได้ 54 กล่อง คิดเป็นน้ำหนักโดยประมาณของทุเรียนทั้งหมดที่ขนส่งต่อหนึ่งคันรถได้เท่ากับ 372.60 กิโลกรัม

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถคำนวณต้นทุนค่าขนส่งรวมได้จากการใช้ข้อมูลราคาค่าขนส่งอ้างอิงตามตารางที่ 4.4 และแสดงต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 1 ได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 1

เส้นทาง / รายละเอียด	แหล่งตลาดที่ 1 ภาคกลาง	แหล่งตลาดที่ 2 ภาคเหนือ	แหล่งตลาดที่ 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	แหล่งตลาดที่ 4 ภาคใต้
จำนวน (กล่อง)	54.00	54.00	54.00	54.00
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	372.60	372.60	372.60	372.60
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาทต่อกล่อง)	330.00	380.00	380.00	330.00
ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)	1,165.00	1,809.00	1,565.00	509.00
ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	16.13	24.70	21.52	7.32
ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาท)	17,820.00	20,520.00	20,520.00	17,820.00

4.3.2 การออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 2 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้

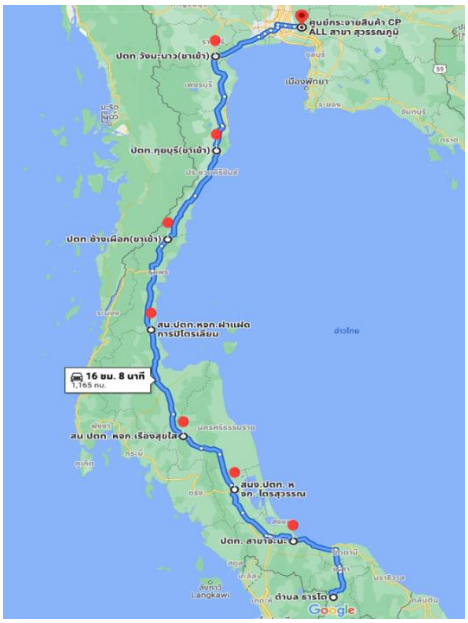
จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้นำระบบการขนส่งที่ใช้เทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่จะช่วยให้การขนส่งมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามรูปแบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิมาประยุกต์ใช้ โดยสามารถแสดงลักษณะกระจายได้ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 2

4.3.2.1 ข้อมูลเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง

จากโครงการ “การพัฒนาระบบโซ่อุปทานความเย็นของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งและสารเคลือบผิวรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์” [29] โดยในโครงการฯ ได้ทำการศึกษาและออกแบบรถขนส่งที่อาศัยเทคโนโลยีน้ำพบว่าเงื่อนไขในการขนส่งรูปแบบนี้ คือ ต้องมีการแวะจุดเติมน้ำแข็งทุก 2 – 2.5 ชั่วโมง และจะใช้เวลาทั้งหมด 20 นาทีในการเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง โดยมีวิธีการเลือกตำแหน่งที่ตั้งในการหาจุดเติมน้ำแข็งจากการสืบค้นตำแหน่งที่ตั้งของจุดเติมน้ำแข็งระหว่างจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง ด้วยการหาระยะทางและระยะเวลาผ่านการใช้ Google Map เมื่อนำวิธีการข้างต้นมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ทำให้สามารถระบุรายละเอียดด้านระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเติมน้ำแข็งในแต่ละเส้นทางได้ดังตารางที่ 4.6 – 4.9

1) เส้นทางที่ 1 มีต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบล ธารโต อำเภอ ธารโต จังหวัด ยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา สุวรรณภูมิ เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร

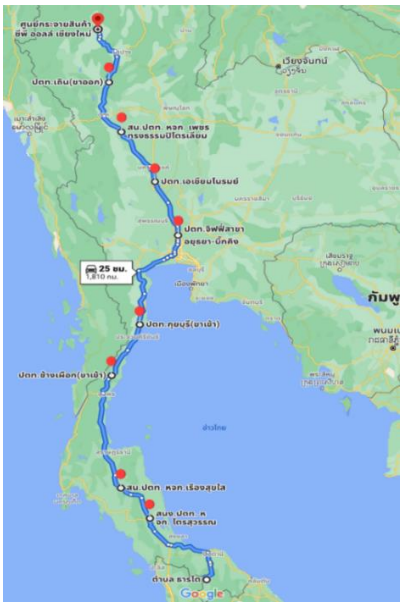


รูปที่ 4.5 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 1

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 1

ตำแหน่งจุดเติมน้ำแข็ง	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จุดเริ่มต้น โรงงานแปรรูป จังหวัดยะลา	0.00	0
จุดที่ 1 พิกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา	2.28	151
จุดที่ 2 พิกัด อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง	1.90	129
จุดที่ 3 พิกัด อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช	1.67	116
จุดที่ 4 พิกัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร	2.33	176
จุดที่ 5 พิกัด อำเภอเมืองปะทิว จังหวัดชุมพร	2.12	150
จุดที่ 6 พิกัด อำเภอเมืองกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	1.98	154
จุดที่ 7 พิกัด อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี	2.02	155
จุดปลายทาง ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัด กรุงเทพมหานคร	1.83	134
รวม	**16.13**	**1,165**

2) เส้นทางที่ 2 มีต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบล ธารโต อำเภอ ธารโต จังหวัด ยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา เชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่

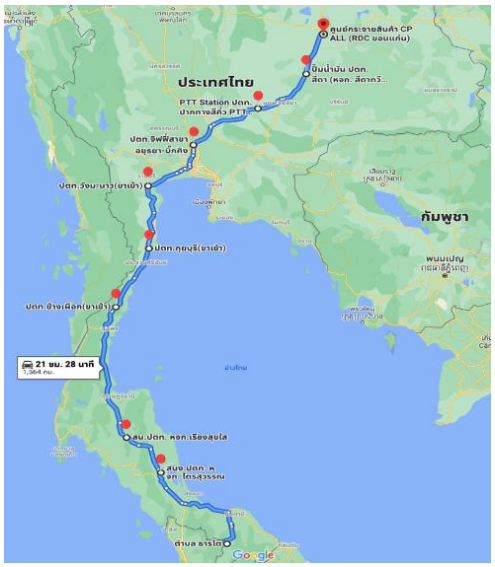


รูปที่ 4.6 จุดเติมน้ำผสมเกลือน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 2

ตารางที่ 4.7 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกลือน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 2

ตำแหน่งจุดเติมน้ำแข็ง	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จุดเริ่มต้น โรงงานแปรรูป จังหวัดยะลา	0.00	0
จุดที่ 1 พิกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา	2.28	151
จุดที่ 2 พิกัด อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง	1.90	129
จุดที่ 3 พิกัด อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช	1.67	116
จุดที่ 4 พิกัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร	2.33	176
จุดที่ 5 พิกัด อำเภอเมืองปะทิว จังหวัดชุมพร	2.12	150
จุดที่ 6 พิกัด อำเภอเมืองกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	1.98	154
จุดที่ 7 พิกัด อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี	2.02	155
จุดที่ 8 พิกัด อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	1.93	144
จุดที่ 9 พิกัด อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท	1.85	151
จุดที่ 10 พิกัด อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	2.10	155
จุดที่ 11 พิกัด อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง	2.05	155
จุดปลายทาง ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัดเชียงใหม่	2.47	173
รวม	**24.70**	**1,809**

3) เส้นทางที่ 3 มีต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบล ธารโต อำเภอ ธารโต จังหวัด ยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา ขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัด ขอนแก่น

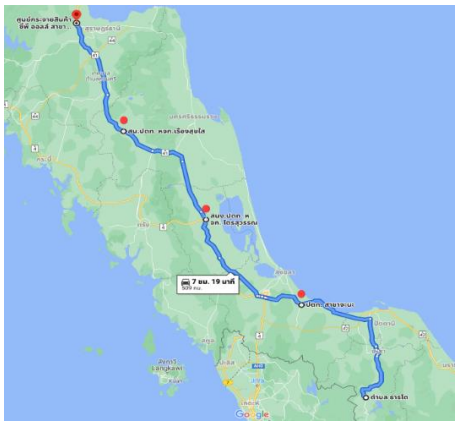


รูปที่ 4.7 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 3

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 3

ตำแหน่งจุดเติมน้ำแข็ง	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จุดเริ่มต้น โรงงานแปรรูป จังหวัดยะลา	0.00	0
จุดที่ 1 พิกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา	2.28	151
จุดที่ 2 พิกัด อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง	1.90	129
จุดที่ 3 พิกัด อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช	1.67	116
จุดที่ 4 พิกัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร	2.33	176
จุดที่ 5 พิกัด อำเภอเมืองปะทิว จังหวัดชุมพร	2.12	150
จุดที่ 6 พิกัด อำเภอเมืองกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	1.98	154
จุดที่ 7 พิกัด อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี	2.02	155
จุดที่ 8 พิกัด อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	1.93	144
จุดที่ 9 พิกัด อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	2.13	162
จุดที่ 10 พิกัด อำเภอสีดา จังหวัดนครราชสีมา	1.75	130
จุดปลายทาง ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัดขอนแก่น	1.40	98
รวม	**21.51**	**1,565**

4) เส้นทางที่ 4 มีต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบล ธารโต อำเภอ ธารโต จังหวัด ยะลา และปลายทางเป็นศูนย์กระจายสินค้า ซีพี ออลล์ สาขา สุราษฎร์ธานี อำเภอท่าฉาง จังหวัด สุราษฎร์ธานี



รูปที่ 4.8 จุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 4

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเส้นทางที่ 4

ตำแหน่งจุดเติมน้ำแข็ง	**ระยะเวลา (ชั่วโมง)**	**ระยะทาง (กิโลเมตร)**
จุดเริ่มต้น โรงงานแปรรูป จังหวัดยะลา	0	0
จุดที่ 1 พิกัด อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา	2.28	151
จุดที่ 2 พิกัด อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง	1.90	129
จุดที่ 3 พิกัด อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช	1.67	116
จุดปลายทาง ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัดสุราษฎร์ธานี	1.47	113
รวม	**7.32**	**509**

4.3.2.2 ต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการนำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็งมาใช้

ต้นทุนรวมค่าขนส่งสำหรับการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้จะคิดต้นทุนรวมจากต้นทุนค่าน้ำแข็ง และต้นทุนค่าน้ำมัน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้รายละเอียดต้นทุนตามตารางที่ 4.10 เป็นรายละเอียดอ้างอิงสำหรับการคำนวณต้นทุนในแต่ละเส้นทาง

ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลต้นทุนค่าน้ำแข็ง และต้นทุนค่าน้ำมันสำหรับรูปแบบที่ 2

รายละเอียด	**รายละเอียด**	**หน่วย**
ต้นทุนค่าน้ำแข็ง[1]	11.09	บาทต่อกิโลกรัม
จำนวนน้ำมันเชื้อเพลิง[2]	4	กิโลเมตรต่อลิตร
ราคาน้ำมัน (ณ วันที่ 23-10-64)[3]	29.74	บาทต่อลิตร

[1] โครงการ“การพัฒนาระบบโซ่อุปทานความเย็นของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งและสารเคลือบผิวรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์”, 2564 [29]

[2] งานอาคารสถานที่และยานพาหนะ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2564 [44]

[3] บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน), 2564 [43]

4.3.2.3 เงื่อนไขในการขนส่งและการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับการขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้

ในการขนส่งทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ จะใช้รถยนต์ 4 ล้อแบบควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งเช่นกันเดียวกันกับรูปแบบที่ 1 ในหัวข้อ 4.3.1.3 ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 – 4.9 มาคำนวณร่วมกับต้นทุนในตารางที่ 4.10 จะสามารถแสดงต้นทุนรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 2 ได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 2

เส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 1 ภาคกลาง	แหล่งตลาดที่ 2 ภาคเหนือ	แหล่งตลาดที่ 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	แหล่งตลาดที่ 4 ภาคใต้
จำนวน (กล่อง)	54.00	54.00	54.00	54.00
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	372.60	372.60	372.60	372.60
ระยะเวลาก่อนเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง (ชั่วโมง)	16.13	24.70	21.52	7.32
จำนวนจุดเติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง (จุด)	7.00	11.00	10.00	3.00
ระยะเวลาที่ใช้เติมน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง (ชั่วโมง)	2.33	3.67	3.33	1.00
ต้นทุนค่าน้ำมัน (บาทต่อเที่ยว)	8,661.78	13,449.92	11,635.78	3,784.42
ต้นทุนค่าน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็ง(บาท)	28,924.94	45,453.47	41,321.34	12,396.40
ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)	1,165.00	1,809.00	1,565.00	509.00
ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	18.46	28.37	24.85	8.32
ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาท)	37,586.72	58,903.39	52,957.12	16,180.82

4.3.3 การออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 3 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีการศึกษาการขนส่งแบบหลายรูปแบบด้วยการนำการขนส่งรูปแบบที่ 1 และ รูปแบบที่ 2 มาบูรณาการและประยุกต์ใช้ให้เข้ากับสถานการณ์ โดยการขนส่งในช่วงแรกจะนำระบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ ต่อมาในช่วงที่ 2 จะเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยาน และช่วงที่ 3 จะเป็นการขนส่งทางบกโดยผู้ให้บริการเอกชน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง และเพื่อให้การขนส่งเป็นไปตามรูปแบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ โดยสามารถแสดงลักษณะกระจายได้ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 3

4.3.3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

1) ช่วงแรกของการขนส่ง ทำการขนส่งโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง มาประยุกต์ใช้ อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 2 ในหัวข้อที่ 4.3.2 เป็นการขนส่งโดยมีต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา และปลายทางเป็นท่าอากาศยานหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลาจะ โดยมีระยะทางโดยประมาณในการขนส่งอยู่ที่ 199 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 3 ชั่วโมง ต่อจากนั้นจะส่งทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับคลังสินค้าของท่าอากาศยานเพื่อทำการขนส่งต่อไปในช่วงที่ 2

2) ช่วงที่ 2 ของการขนส่ง เป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยาน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนค่าขนส่ง และน้ำหนักของสินค้นโดยมีต้นทางเป็นท่าอากาศยานหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ไปยังปลายทางที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ รวมถึงการขนส่งแบบต่อเที่ยวบินไปยังภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ เมื่อต้นทางเป็นท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และปลายทางเป็นท่าอากาศยานเชียงใหม่ ท่าอากาศยานขอนแก่น และท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี ด้วยเหตุนี้เองทำให้เวลาที่ใช้ในการขนส่งและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งของรูปแบบที่ 3 จะแตกต่างจากรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 โดยระยะทางจะคิดจากระยะทางทางอากาศ และเวลาที่ใช้ในการขนส่งจะคิดจากระยะเวลาจากท่าอากาศยานต้นทางถึงท่าอากาศยานปลายทางโดยใช้การขนส่นทางอากาศยาน โดยต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.12 [37, 38]

ตารางที่ 4.12 รายละเอียดต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศ

ปลายทาง	ระยะทางทางอากาศ (กิโลเมตร)	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ต้นทุนค่าขนส่ง (บาทต่อกิโลกรัม) ณ ต้นทางท่าอากาศยานหาดใหญ่					
			6 - 44 kg	45 - 99 kg	100 - 249 kg	250 - 499 kg	500 - 999 kg	>= 1000 kg
กรุงเทพ	776	4.42	23	17	11	10	9	8
เชียงใหม่	1,345	8.08	24	20	13	12	11	
ขอนแก่น	1,146	10.75	20	16	12	11		
สุราษฎร์ธานี[4]	1,331	8.50	24	20	13	12	11	
ค่าธรรมเนียมน้ำมัน				กิโลกรัมละ 1 บาท				
ค่า Terminal Charge (TC)				0.1 - 1 kg	2 - 30 kg	31 - 100 kg	101 - 500 kg	>= 501 kg
				30 บาท	40 บาท	50 บาท	100 บาท	200 บาท
ค่าคลังสินค้าภายในประเทศ				20 บาท				
ค่าธรรมเนียมเอกสาร				30 บาท				

[4] อ้างอิงจากต้นทุนค่าขนส่งไปท่าอากาศยานเชียงใหม่ เนื่องจากระยะทางทางอากาศจากท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ท่าอากาศยานเชียงใหม่ใกล้เคียงกับระยะทางทางอากาศจากท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ท่าอากาศยานสุราษร์ธานี

3) ช่วงที่ 3 หรือ ช่วงสุดท้ายของการขนส่ง เป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชน อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 1 หัวข้อที่ 4.4.1 โดยจะมีทั้งหมด 3 เส้นทางขนส่งคือ

i) เส้นทางที่ 1 การกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในภาคกลาง มีต้นทางจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และปลายทางที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร) โดยมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 11.10 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาทีในการส่งทุเรียนแปรรูปตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่

ii) เส้นทางที่ 2 การกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในภาคเหนือ มีต้นทางจากท่าอากาศยานเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และปลายทางที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) โดยมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 11 กิโลเมตร ใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาทีในการขนส่งทุเรียนแปรรูปตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่

iii) เส้นทางที่ 3 การกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีต้นทางจากท่าอากาศยานขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และปลายทางที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) โดยมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 25.60 กิโลเมตร ใช้ระยะเวลาประมาณ 25 นาทีในการขนส่งทุเรียนแปรรูปตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่

iv) เส้นทางที่ 4 การกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในภาคใต้ มีต้นทางจากท่าอากาศสุราษฎร์ธานี อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี และปลายทางที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี) โดยมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 9 กิโลเมตร ใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาทีในการขนส่งทุเรียนแปรรูปตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่

4.3.3.2 เงื่อนไขในการขนส่งและการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 1 และ 2 ในหัวข้อที่ 4.3.1.3 และ 4.3.2.4 เกี่ยวกับเงื่อนไขในการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากความสามารถในการบรรทุกของรถ 4 ล้อแบบควบคุมอุณหภูมิของทั้ง 2 รูปแบบ มีลักษณะเดียวกัน ดังนั้นในรูปแบบที่ 3 นี้จะอ้างอิงขนาดของกล่องโฟม และน้ำหนักรวมในการบรรจุเพื่อนำมาคิดต้นทุนการขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 3 กล่าวคือ ในการขนส่งหนึ่งเที่ยวจะสามารถขนส่ง

ทุเรียนสดตัดแต่งได้ทั้งหมด 54 กล่อง หรือเท่ากับ 372.60 กิโลกรัม และจากตารางที่ 4.4 4.10 และ 4.12 จะสามารถคำนวณค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 3 ได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 3

เส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 1 ภาคกลาง			แหล่งตลาดที่ 2 ภาคเหนือ		
รายละเอียด	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานหาดใหญ่	ท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานหาดใหญ่	ท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ท่าอากาศยานเชียงใหม่	ท่าอากาศยานเชียงใหม่-ศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ
รูปแบบ	รูปแบบที่ 1	เครื่องบิน	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	เครื่องบิน	รูปแบบที่ 1
จำนวน (กล่อง)	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60
ระยะทาง (กิโลเมตร)	199.00	776.00	11.10	199.00	1,345.00	11.00
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	3.02	4.42	0.25	3.02	8.08	0.25
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)	5,611.70	4,248.60	7,560.00	5,611.70	4,993.80	7,560.00
ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)	986.10			1,555.00		
ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	7.69			11.35		
ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาท)	17,420.30			18,165.50		

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 3 (ต่อ)

เส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			แหล่งตลาดที่ 4 ภาคใต้		
รายละเอียด	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานหาดใหญ่	ท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมี-ท่าอากาศยานขอนแก่น	ท่าอากาศยานขอนแก่น-ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานหาดใหญ่	ท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมี-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมี	ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี-ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้
รูปแบบ	รูปแบบที่ 2	เครื่องบิน	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	เครื่องบิน	รูปแบบที่ 1
จำนวน (กล่อง)	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00	54.00
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60
ระยะทาง (กิโลเมตร)	199.00	1,146.00	25.60	199.00	1,331.00	9.00
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	3.02	10.75	0.42	4.02	8.50	0.25
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)	5,611.70	4,621.20	7,560.00	5,611.70	4,993.80	7,560.00
ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)	1,370.60			1,539.00		
ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	14.19			12.77		
ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาท)	17,792.90			18,165.50		

4.3.4 สรุปต้นทุนรวม

ต้นทุนรวมในการขนส่ง ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง และ เวลาที่ใช้ในการขนส่ง คือ ปัจจัยสำคัญในอุตสาหกรรมการขนส่ง โดยรูปแบบการขนส่ง และเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง มีผลต่อเวลาที่ใช้และต้นทุนการขนส่ง ปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดรูปแบบการขนส่งหลากหลายรูปแบบที่สามารถตรวจสอบและแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขได้

จากงานวิจัยนี้พบว่าเวลาที่ใช้ในการขนส่งต่ำที่สุด อาจไม่ได้เป็นผลทำให้ต้นทุนการขนส่งสูงที่สุด ตัวอย่างเช่น การขนส่งรูปแบบที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ในตารางนี้ได้แสดงให้เห็นข้อมูล

เกี่ยวกับระยะทางรวม เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และต้นทุนการขนส่งรวม โดยแยกเส้นทาง และรูปแบบการขนส่งออกเป็น 4 เส้นทาง 3 รูปแบบ

ตารางที่ 4.14 ระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ

แหล่งตลาด	รูปแบบ	ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)	ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาท)
แหล่งตลาดที่ 1 ภาคกลาง	1	1,165.00	16.13	17,820.00
	2	1,165.00	18.46	37,586.72
	3	986.10	7.69	17,420.30
แหล่งตลาดที่ 2 ภาคเหนือ	1	1,809.00	24.70	20,520.00
	2	1,809.00	28.37	58,903.39
	3	1,555.00	11.35	18,165.50
แหล่งตลาดที่ 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1	1,565.00	21.52	20,520.00
	2	1,565.00	24.85	52,957.12
	3	1,370.60	14.19	17,792.90
แหล่งตลาดที่ 4 ภาคใต้	1	509.00	7.32	17,820.00
	2	509.00	8.32	16,180.82
	3	1,539.00	12.77	18,165.50

หมายเหตุ:

รูปแบบที่ 1 รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชน

รูปแบบที่ 2 รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง (Ice Slurry) มาประยุกต์ใช้

รูปแบบที่ 3 รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

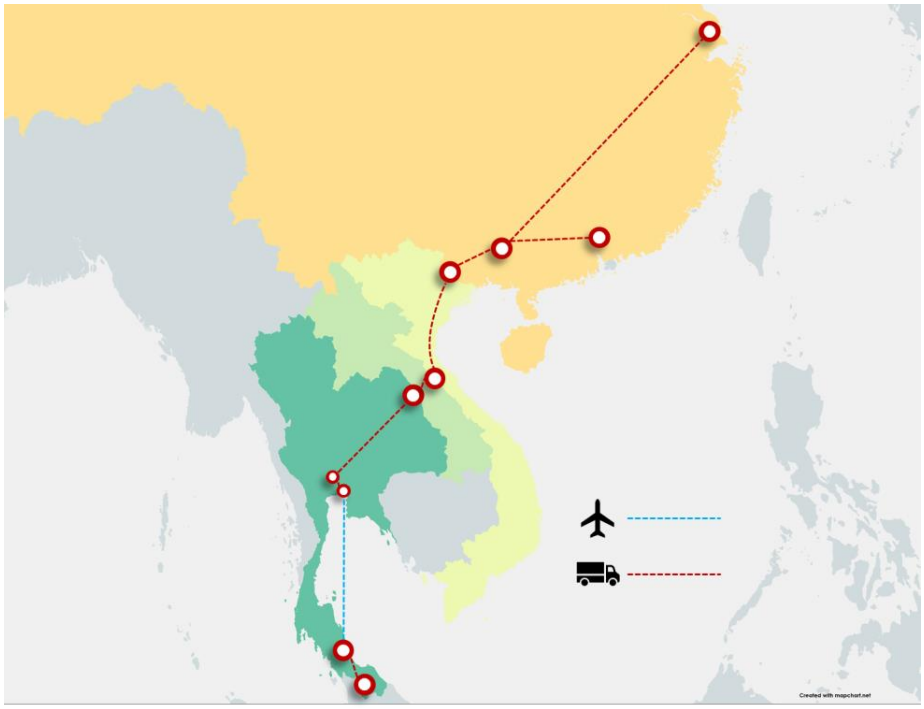
4.4 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศ

4.4.1 การออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 1 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านเส้นทาง R12

งานวิจัยนี้เลือกใช้การขนส่งไปยังประเทศจีนผ่านเส้นทาง R12 เนื่องจากเส้นทาง R12 เป็นเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดและใช้เวลาน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเส้นทาง R8 และเส้นทาง R9 [34] โดย

เส้นทาง R12 ส่วนใหญ่จะผ่านประเทศไทยและสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม อีกทั้งเส้นทางนี้ยังเป็นเส้นทางที่มีความน่าเชื่อถือและมีคุณภาพของถนนดีกว่าเส้นทาง R9 ด้วย

สืบเนื่องจากในข้อที่ 4.3.1 สรุปต้นทุนรวมสำหรับการกระจายไปยังตลาดเป้าหมายภายในประเทศ พบว่ารูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งโดยใช้การขนส่งแบบหลายรูปแบบให้ระยะทางที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ และต้นทุนค่าขนส่งรวมน้อยที่สุด ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งและเพื่อให้การขนส่งเป็นไปตามรูปแบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิสอดคล้องกับจุดประสงค์ของงานวิจัย การขนส่งรูปแบบที่ 3 จะถูกนำมาบูรณาการในการออกแบบกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศ โดยการขนส่งในช่วงแรกจะนำระบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ ต่อมาในช่วงที่ 2 จะเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยาน ช่วงที่ 3 จะเป็นการขนส่งทางบกโดยผู้ให้บริการเอกชนภายในประเทศไทย ในส่วนของช่วงที่ 4 จะเป็นการขนส่งโดยใช้การขนส่งทางบกจากผู้ให้บริการเอกชนระหว่างประเทศโดยอ้างอิงข้อมูลจาก บุญทรัพย์ พานิชการ และคณะ [34] และช่วงที่ 5 จะเป็นการขนส่งทางบกโดยผู้ให้บริการขนส่งเอกชนภายในประเทศจีนซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์ FedEx [39] โดยสามารถแสดงลักษณะการกระจายได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 1

4.4.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

1) ช่วงแรกของการขนส่งจะทำการขนส่งโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 2 ในหัวข้อที่ 4.3.2 ซึ่งมีต้นทางการขนส่งอยู่ที่โรงงานแปรรูป ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา และปลายทางเป็นท่าอากาศยานหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา มีระยะทางในการขนส่งโดยประมาณ 199 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 3 ชั่วโมง ต่อจากนั้นจะส่งทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับคลังสินค้าของท่าอากาศยานเพื่อทำการขนส่งต่อไปในช่วงที่ 2

2) ช่วงที่ 2 ของการขนส่งเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยาน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนค่าขนส่ง และน้ำหนักของสินค้นโดยมีต้นทางเป็นท่าอากาศยานหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ไปยังปลายทางที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศ อ้างอิงจากหัวข้อ 4.3.3

3) ช่วงที่ 3 เป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชน อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 1 หัวข้อที่ 4.3.1 โดยมีต้นทางจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และปลายทางตลาดไท อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยมีระยะทางในการขนส่งประมาณ 69 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงในการส่งทุเรียนแปรรูปตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังตลาดไท ซึ่งเป็นจุดรวบรวมสำหรับส่งออกผลไม้สดในประเทศไทย

4) ช่วงที่ 4 เป็นการขนส่งโดยใช้การขนส่งทางบกจากผู้ให้บริการเอกชนระหว่างประเทศจากตลาดไท อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ไปยังปลายทางเมืองหนานหนิงของเขต ปกครองตนเองกว่างซีจ้วงผ่านเส้น R12 ด่านนครพนม [34] จากการศึกษาพบว่า ผู้ให้บริการขนส่งเอกชนระหว่างประเทศจะใช้ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต ที่เป็นตู้เย็นสำหรับบรรจุสินค้าแช่แข็งหรือของสดเสียง่าย โดยมีเงื่อนไขในการขนส่ง คือ รถหนึ่งคันสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 29 ตัน โดยพื้นที่บรรจุของของตู้คอนเทนเนอร์ที่เป็นตู้เย็นขนาด 40 ฟุต มีขนาดความกว้าง 228 เซนติเมตร ความยาว 1,159 เซนติเมตร และความสูง 254 เซนติเมตร และผู้ใช้บริการจะต้องบรรจุสินค้าในลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ทางผู้ให้บริการกำหนด เช่น กล่องควบคุมความเย็น หรือกล่องโฟม เป็นต้น [40]

อ้างอิงจาก 4.2.1 ขนาดของกล่องโฟมที่ทางผู้วิจัยใช้มีขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร และความสูง 35.5 เซนติเมตร มีน้ำหนักต่อ 1 กล่องอยู่ที่ 6.9 กิโลกรัม เมื่อทำการคำนวณพบว่าสามารถบรรจุกล่องโฟมในตู้คอนเทนเนอร์ที่เป็นตู้เย็นขนาด 40 ฟุต 1,008 กล่อง คิด

เป็นน้ำหนักโดยประมาณของทุเรียนทั้งหมดที่ขนส่งต่อหนึ่งตู้ได้เท่ากับ 6,955.2 กิโลกรัม แต่ในงานวิจัยนี้จะยังคงใช้เงื่อนไขเดียวกับหัวข้อ 4.3 กล่าวคือจะคำนวณด้วยกล่องโฟม 54 กล่อง และน้ำหนักโดยประมาณ 372.60 กิโลกรัม ซึ่งจะสามารถได้ต้นทุนการขนส่งทั้งหมดต่อ 1 กล่องโฟมที่ 193 บาทต่อกล่อง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 รายละเอียดต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งในช่วงที่ 4

รายละเอียด		**หน่วย**
ระยะทาง	1,694	กิโลเมตร
ระยะเวลาขนส่งที่ใช้	37.50	ชั่วโมง
ต้นทุนการขนส่งทั้งหมดต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์	194,000	บาทต่อเที่ยว
จำนวนกล่องใหญ่	1,008	กล่องต่อตู้
ต้นทุนการขนส่งทั้งหมดต่อ 1 กล่องโฟม	193	บาทต่อกล่องโฟม

5) ช่วงที่ 5 หรือ ช่วงสุดท้ายของการขนส่ง เป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชนภายในประเทศจีน ในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลจาก FedEx ประจำประเทศจีน โดยต้นทุนการขนส่งสำหรับการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคจากเมืองหนานหนิงของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วงไปยังแหล่งตลาดปลายทางสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.16 อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในหัวข้อที่ 4.3.2.2 ซึ่งจะมีทั้งหมด 2 แหล่งตลาดด้วยกันคือ

i) แหล่งตลาดที่ 1 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากการปักหมุดใน Google Map โดยปักหมุดต้นทางเป็นเมืองหนานหนิงของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง และปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน มีระยะทางโดยประมาณ 552 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 6 ชั่วโมง

ii) แหล่งตลาดที่ 2 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากการปักหมุดใน Google Map โดยปักหมุดต้นทางเป็นเมืองหนานหนิงของเขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง และปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน มีระยะทางโดยประมาณ 1,850 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 19 ชั่วโมง

จากข้อมูลในเว็ปไซต์ของ FedEx ประจำประเทศจีน จะกำหนดให้คำนวณน้ำหนักจากน้ำหนักจริงหรือน้ำหนักที่หนักกว่าในเชิงปริมาตร โดยกำหนดให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (กิโลกรัม) จะต้องเท่ากับผลคูณของความยาว (เซนติเมตร) ความกว้าง (เซนติเมตร) และความสูง (เซนติเมตร) หารด้วย 6,000 ถ้าหากน้ำหนักที่คำนวณมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักจริงให้ใช้น้ำหนักจริง และหากน้ำหนักที่คำนวณมีค่ามากกว่าน้ำหนักจริงให้ใช้น้ำหนักที่คำนวณได้ อ้างอิงจากขนาดกล่องโฟมใน

ข้อที่ 4.3.1 จะสามารถหาน้ำหนักที่คำนวณได้คือ 9.94 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าน้ำหนักจริง ดังนั้นจะใช้น้ำหนัก 9.94 กิโลกรัมในการคำนวณค่าขนส่งหรับการขนส่งในช่วงที่ 5 นี้

ตารางที่ 4.16 น้ำหนักพร้อมค่าขนส่งสำหรับการขนส่งในช่วงที่ 5

รายละเอียด	**ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)**	
	นครกว่างโจว	**นครเซี่ยงไฮ้**
น้ำหนักแรก 1 กิโลกรัม	115.56	147.07
น้ำหนักต่อเนื่อง 1.5-100 กิโลกรัม	21.01	44.65
น้ำหนักต่อเนื่อง 100.5+ กิโลกรัม	18.38	44.65
น้ำหนัก 10 กิโลกรัม	493.74	950.7

หมายเหตุ: อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ประจำวันที่ 3-05-65 คือ 5.2525 บาทต่อหนึ่งหยวนจีน [39, 41]

4.4.1.2 เงื่อนไขในการขนส่งและการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

อ้างอิงข้อมูลจากข้อที่ 4.3 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ ในหัวข้อที่ 4.3.1.3 4.3.2.4 และ 4.3.3.3 เกี่ยวกับเงื่อนไขในการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 3 ได้มีการอ้างอิงรูปแบบการขนส่งมาจากหัวข้อที่ 4.3 ดังนั้นเพื่อให้การคำนวณเป็นไปในลักษณะเดียวกัน จะอ้างอิงขนาดของกล่องโฟม และน้ำหนักรวมในการบรรจุเพื่อนำมาคิดต้นทุนการขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 3 กล่าวคือในการขนส่งหนึ่งเที่ยวจะสามารถขนส่งทุเรียนสดตัดแต่งได้ทั้งหมด 54 กล่อง หรือเท่ากับ 372.60 กิโลกรัม และจะอ้างอิงจากตารางต้นทุนตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.10 ตารางที่ 4.12 ตารางที่ 4.15 และตารางที่ 4.16 จะสามารถคำนวณค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 1 ได้ดังตารางที่ 4.17

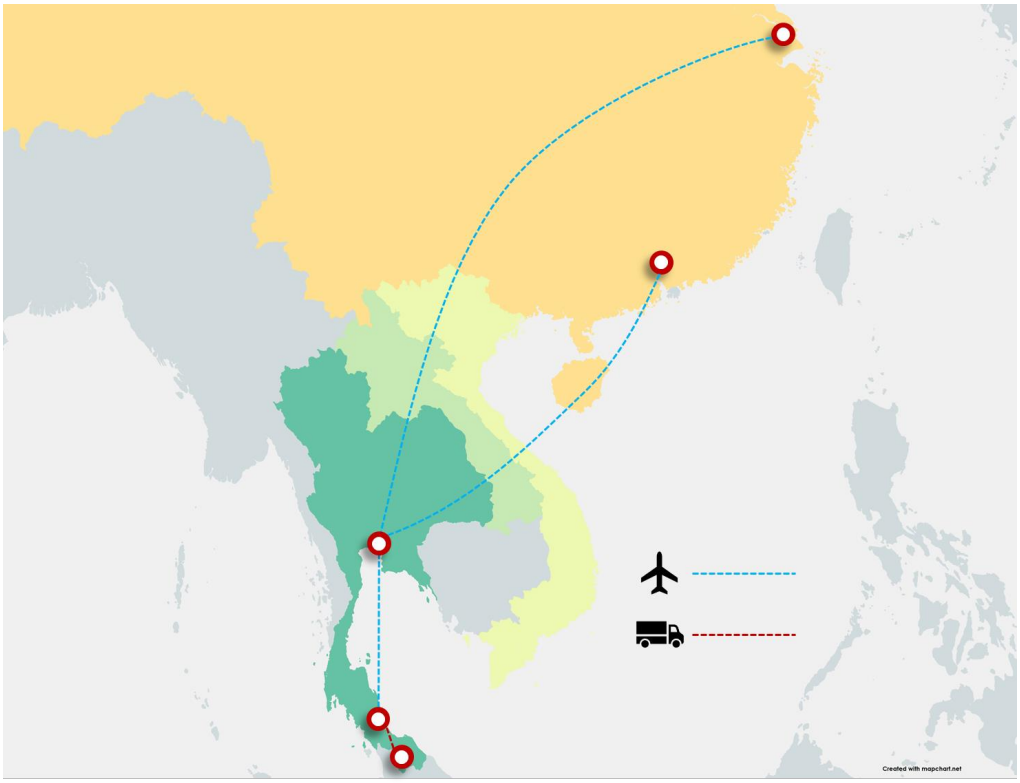
ตารางที่ 4.17 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 1

เส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 1 เมืองกว่างโจว ประเทศจีน					แหล่งตลาดที่ 2 เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน				
รายละเอียด	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานหาดใหญ่	ท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี	ตลาดไท-เมืองหนานหนิง ประเทศจีน ผ่านเส้นทาง R12	เมืองหนานหนิง-ตลาดผลไม้เจียงหนาน เมืองกว่างโจว ประเทศจีน	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานหาดใหญ่	ท่าอากาศยานหาดใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี	ตลาดไท-เมืองหนานหนิง ประเทศจีน ผ่านเส้นทาง R12	เมืองหนานหนิง-ตลาดผลไม้เจียซิง เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน
ลักษณะการเดินทาง	Ice Slurry	Air	3PL (TH)	Reefer Truck	3PL (CN)	Ice Slurry	Air	3PL (TH)	Reefer Truck	3PL (CN)
จำนวน (กล่อง)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60	372.60
ระยะทาง (กิโลเมตร)	199	776	69	1,694	552	199	776	69	1,694	1,850
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	3.02	4.42	1.00	37.50	6.00	3.02	4.42	1.00	37.50	19.00
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)	5,611.70	4,248.60	7,560.00	10,422.00	26,662.00	5,611.70	4,248.60	7,560.00	10,422.00	51,337.80
ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	3,290					4,588				
เวลาที่ใช้ทั้งหมด (ชั่วโมง)	51.94					64.94				
ต้นทุนค่าขนส่งทั้งหมด (บาท)	54,504.26					79,180.10				

4.4.2 การออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่าน การขนส่งทางอากาศ

การขนส่งไปยังประเทศจีนผ่านเส้นทางการขนส่งทางอากาศจัดว่าเป็นหนึ่งเส้นทางที่มีระยะเวลาในการขนส่งเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับการขนส่งทางรถและทางเรือ

สืบเนื่องจากในข้อที่ 4.4.1 สรุปต้นทุนรวมสำหรับการกระจายไปยังตลาดเป้าหมายภายในประเทศ พบว่ารูปแบบที่ 3 มีระยะทางที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ และต้นทุนค่าขนส่งรวมน้อยที่สุด ดังนั้นการขนส่งรูปแบบที่ 3 จะถูกนำมาบูรณาการสำหรับการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งในช่วงแรกจะนำระบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ ต่อมาในช่วงที่ 2 จะเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยานภายในประเทศไทย และช่วงที่ 3 หรือช่วงสุดท้าย จะเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยานระหว่างประเทศ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งตลอดเส้นทาง และเพื่อให้การขนส่งเป็นไปตามรูปแบบการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ โดยสามารถแสดงลักษณะการกระจายได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ลักษณะการกระจายของรูปแบบที่ 2

4.4.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

1) ช่วงแรกของการขนส่งเป็นการขนส่งโดยใช้รถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภครูปแบบที่ 2 ในหัวข้อที่ 4.3.2 เป็นการขนส่งโดยมีต้นทางเป็นโรงงานแปรรูป ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา และปลายทางเป็นท่าอากาศยานหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลาจะ โดยมีระยะทางโดยประมาณในการขนส่งอยู่ที่ 199 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 3 ชั่วโมง ต่อจากนั้นจะส่งทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคให้กับคลังสินค้าของท่าอากาศยานเพื่อทำการขนส่งต่อไปในช่วงที่ 2

2) ช่วงที่ 2 ของการขนส่งเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยาน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนค่าขนส่ง และน้ำหนักของสินค้า เมื่อมีต้นทางเป็นท่าอากาศยานหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ไปยังปลายทางที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.12

3) ช่วงที่ 3 จะเป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการอากาศยานระหว่างประเทศ ในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลจาก วุฒิภาค พูลบัว [12] จากการศึกษาพบว่าอัตราค่าระวางในการขนส่งผลไม้ไปยังประเทศจีนนั้นสายการบินทุกเที่ยวบินคิดค่าใช้จ่ายการขนส่งในอัตราเดียวกัน ประกอบด้วยค่าธรรมเนียมพิธีการศุลกากรทางอากาศประมาณ 2,500 บาทต่อเที่ยว ค่าขนส่ง 50 บาทต่อกิโลกรัม และค่าน้ำมัน 3 บาทต่อกิโลเมตร ดังตารางที่ 4.18 อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในหัวข้อที่ 4.3.2.2 โดยจะมีทั้งหมด 2 แหล่งตลาดด้วยกันคือ

i) แหล่งตลาดที่ 1 มีระยะเวลาในการขนส่งจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติกว่างโจวไป๋-ยุหวิน นครกว่างโจว ประมาณ 2 ชั่วโมง 50 นาที ด้วยระยะทางทางอากาศอยู่ที่ 1,712 กิโลเมตร

ii) แหล่งตลาดที่ 2 มีระยะเวลาในการขนส่งจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติเซี่ยงไฮ้ผู่ตง นครเซี่ยงไฮ้ ประมาณ 4 ชั่วโมง 15 นาที ด้วยระยะทางทางอากาศอยู่ที่ 2,907 กิโลเมตร

จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการคิดค่าขนส่งสินค้าทางอากาศ [42] จะกำหนดให้คำนวณน้ำหนักจากน้ำหนักจริงหรือน้ำหนักที่หนักกว่าในเชิงปริมาตร โดยกำหนดให้ว่าน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (กิโลกรัม) จะต้องเท่ากับผลคูณของความยาว (เซนติเมตร) ความกว้าง (เซนติเมตร) และความสูง (เซนติเมตร) หารด้วย 6,000 ถ้าหากน้ำหนักที่คำนวณมีค่าน้อยกว่าน้ำหนัก

จริง ให้ใช้น้ำหนักจริง และหากน้ำหนักที่คำนวณมีค่ามากกว่าน้ำหนักจริง ให้ใช้น้ำหนักที่คำนวณได้ อ้างอิงจากขนาดกล่องโฟมในข้อที่ 4.2.1 จะสามารถหาน้ำหนักที่คำนวณได้คือ 9.94 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าน้ำหนักจริง ดังนั้นจะใช้น้ำหนัก 9.94 กิโลกรัมในการหาค่าขนส่งสำหรับช่วงนี้ 3 นี้

ตารางที่ 4.18 รายละเอียดต้นทุนค่าขนส่งสำหรับการขนส่งทางอากาศช่วงที่ 3

รายละเอียด	**นครกว่างโจว**	**นครเซี่ยงไฮ้**	**หน่วย**
ระยะทางทางอากาศ	1,712	2,907	กิโลเมตร
ระยะเวลาขนส่งที่ใช้	2.83	4.25	ชั่วโมง
ค่าธรรมเนียมพิธีการศุลกากรทางอากาศ	2,500	2,500	บาทต่อเที่ยว
ค่าระวางการขนส่ง	50	50	บาทต่อกิโลกรัม
ค่าน้ำมัน	3	3	บาทต่อกิโลเมตร

4) ช่วงที่ 4 หรือ ช่วงสุดท้ายของการขนส่ง เป็นการขนส่งโดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชนภายในประเทศจีน ในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลจาก FedEx ประจำประเทศจีน โดยต้นทุนการขนส่งสำหรับการกระจายทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคจากท่าอากาศยานนานาชาติกว่างโจวไป๋-ยฺหวิน นครกว่างโจว ไปยังปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน และท่าอากาศยานนานาชาติเซี่ยงไฮ้ผู่ตง นครเซี่ยงไฮ้ ไปยังปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.19 โดย อ้างอิงข้อมูลจากการออกแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคในหัวข้อที่ 4.3.2.2 ซึ่งจะมีทั้งหมด 2 แหล่งตลาดด้วยกันคือ

i) แหล่งตลาดที่ 1 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากการปักหมุดใน Google Map โดยปักหมุดต้นทางเป็นท่าอากาศยานนานาชาติกว่างโจวไป๋-ยฺหวิน นครกว่างโจว และปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน มีระยะทางโดยประมาณ 33 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 30 นาที

ii) แหล่งตลาดที่ 2 มีระยะทางและระยะเวลาโดยประมาณจากการปักหมุดใน Google Map โดยปักหมุดต้นทางเป็นท่าอากาศยานนานาชาติเซี่ยงไฮ้ผู่ตง นครเซี่ยงไฮ้ และปลายทางเป็นตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน มีระยะทางโดยประมาณ 139 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาโดยประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที

จากข้อมูลในเว็ปไซต์ของ FedEx ประจำประเทศจีน จะกำหนดให้คำนวณน้ำหนักจากน้ำหนักจริงหรือน้ำหนักที่หนักกว่าในเชิงปริมาตร โดยกำหนดให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (กิโลกรัม) จะต้องเท่ากับผลคูณของความยาว (เซนติเมตร) ความกว้าง (เซนติเมตร) และความสูง (เซนติเมตร) หารด้วย 6000 ถ้าหากน้ำหนักที่คำนวณมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักจริงให้ใช้น้ำหนักจริง และหากน้ำหนักที่คำนวณมีค่ามากกว่าน้ำหนักจริงให้ใช้น้ำหนักที่คำนวณได้ อ้างอิงจากขนาดกล่องโฟมในข้อที่ 4.3.1 จะ

สามารถหาน้ำหนักที่คำนวณได้คือ 9.94 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าน้ำหนักจริง ดังนั้นจะใช้น้ำหนัก 9.94 กิโลกรัมในการคำนวณค่าขนส่งหรับการขนส่งในช่วงนี้ 5 นี้

ตารางที่ 4.19 น้ำหนักพร้อมค่าขนส่งสำหรับการขนส่งในช่วงที่ 5

รายละเอียด	**ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)**	
	นครกว่างโจว	**นครเซี่ยงไฮ้**
น้ำหนักแรก 1 กิโลกรัม	115.56	147.07
น้ำหนักต่อเนื่อง 1.5-100 กิโลกรัม	21.01	44.65
น้ำหนักต่อเนื่อง 100.5+ กิโลกรัม	18.38	44.65
น้ำหนัก 10 กิโลกรัม	493.74	950.7

หมายเหตุ: อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ประจำวันที่ 3-05-65 คือ 5.2525 บาทต่อหนึ่งหยวนจีน [39, 41]

4.4.2.2 เงื่อนไขในการขนส่งและการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

อ้างอิงข้อมูลจากข้อที่ 4.4 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ ในหัวข้อที่ 4.3.2.4 และ 4.3.3.3 เกี่ยวกับเงื่อนไขในการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 2 ได้มีการอ้างอิงรูปแบบการขนส่งมาจากหัวข้อที่ 4.3 ดังนั้นเพื่อให้การคำนวณเป็นไปในลักษณะเดียวกัน จะอ้างอิงขนาดของกล่องโฟมและน้ำหนักรวมในการบรรจุเพื่อนำมาคิดต้นทุนการขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 2 กล่าวคือ ในการขนส่งหนึ่งเที่ยวจะสามารถขนส่งทุเรียนสดตัดแต่งได้ทั้งหมด 54 กล่อง หรือเท่ากับ 372.60 กิโลกรัม และจะอ้างอิงจากตารางต้นทุนตารางที่ 4.10 ตารางที่ 4.12 ตารางที่ 4.18 และตารางที่ 4.19 จะสามารถคำนวณค่าขนส่งรวมสำหรับการขนส่งรูปแบบที่ 2 ได้ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ต้นทุนค่าขนส่งรวมสำหรับรูปแบบที่ 2

เส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 1 เมืองกว่างโจว ประเทศจีน				แหล่งตลาดที่ 2 เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน			
รายละเอียด	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานนานาชาติใหญ่	ท่าอากาศยานนานาชาติใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ท่าอากาศยานนานาชาติกว่างโจวไป๋-ยุนวิน	ท่าอากาศยานนานาชาติกว่างโจวไป๋-ยุนวิน-ตลาดผลไม้เฉียงหนาน เมืองกว่างโจว ประเทศจีน	โรงงานแปรรูป-ท่าอากาศยานนานาชาติใหญ่	ท่าอากาศยานนานาชาติใหญ่-ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-ท่าอากาศยานนานาชาติเซี่ยงไฮ้ผู่ตง	ท่าอากาศยานนานาชาติเซี่ยงไฮ้ผู่ตง-ตลาดผลไม้เฉียซิง เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน
ลักษณะการเดินทาง	Ice Slurry	Air	Air	3PL	Ice Slurry	Air	Air	3PL
จำนวน (กล่อง)	54	54	54	54	54	54	54	54
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6	372.6
ระยะทาง (กิโลเมตร)	199	776	1,712	33	199	776	2,907	139
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	3.02	4.42	9.25	0.50	3.02	4.42	7.17	1.50
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)	5,611.70	4,248.60	34,474.00	9,643.86	5,611.70	4,248.60	38,059.00	9,643.86
ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)	2,720				4,021			
ระยะเวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	17.19				16.11			
ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาท)	53,978.16				57,563.16			

4.4.3 สรุปต้นทุนรวม

ต้นทุนรวมในการขนส่ง ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง และ เวลาที่ใช้ในการขนส่ง คือ ปัจจัยสำคัญในอุตสาหกรรมการขนส่ง โดยรูปแบบการขนส่ง และเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง มีผลต่อเวลาที่ใช้และต้นทุนการขนส่ง ปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดรูปแบบการขนส่งหลากหลายรูปแบบที่สามารถตรวจสอบและแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขได้

จากงานวิจัยนี้พบว่าเวลาที่ใช้ในการขนส่งต่ำที่สุด อาจไม่ได้เป็นผลทำให้ต้นทุนการขนส่งสูงที่สุด ตัวอย่างเช่น การขนส่งรูปแบบที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.21 ในตารางนี้ได้แสดงให้เห็นข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางรวม เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และต้นทุนการขนส่งรวม โดยแยกเส้นทาง และรูปแบบการขนส่งออกเป็น 2 เส้นทาง 2 รูปแบบ

ตารางที่ 4.21 ระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ

เส้นทางที่	รูปแบบที่	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ต้นทุนค่าขนส่งรวม (บาทต่อเที่ยว)
แหล่งตลาดที่ 1 เมืองกว่างโจว ประเทศจีน	1	3,290.00	51.94	54,504.26
	2	2,720.00	17.19	53,978.16
แหล่งตลาดที่ 2 เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน	1	4,588.00	64.94	79,180.10
	2	4,021.00	16.11	57,563.16

หมายเหตุ:

รูปแบบที่ 1 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านเส้นทาง R12

รูปแบบที่ 2 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือ Weighted Goal Programming

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำ Weighted Goal Programming มาใช้ร่วมกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 เพื่อสร้างเครื่องมือในการคำนวณหารูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละเงื่อนไข เช่น รูปแบบการขนส่งที่ใช้ต้นทุนในการขนส่งน้อยที่สุด รูปแบบการขนส่งที่ใช้เวลาในการขนส่งน้อยที่สุด และรูปแบบการขนส่งที่ใช้ต้นทุนในการขนส่งและเวลาในการขนส่งน้อยที่สุด โดยกำหนดน้ำหนักลำดับความสำคัญให้แต่ละตัวแปรดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปรแบ่งตามสถานการณ์

สถานการณ์	น้ำหนักความสำคัญ		
	ต้นทุนค่าขนส่ง	เวลาที่ใช้	ระยะทาง
ต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด	0.6	0.3	0.1
เวลาในการขนส่งน้อยที่สุด	0.3	0.6	0.1
ระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด	0.3	0.1	0.6

จากสมการเป้าหมาย $Min\ Z = \sum_{k=1}^{K} w_k(d_k^+ + d_k^-) = w_1(d_1^+ + d_1^-) + w_2(d_2^+ + d_2^-) + w_3(d_3^+ + d_3^-) + \cdots + w_K(d_K^+ + d_K^-)$ ซึ่งเป็นสมการที่มีเป้าหมายเพื่อหาผลรวมจากการถ่วงน้ำหนักที่ให้ค่าน้อยที่สุดของตัวแปรเบี่ยงเบนเชิงบวกจากต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด ตัวแปรเบี่ยงเบนเชิงบวกจากระยะเวลาในการขนส่งที่ต่ำที่สุด และ ตัวแปรเบี่ยงเบนเชิงบวกจากระยะทางในการขนส่งที่ต่ำที่สุด (d_{ij}^+) ของแต่ละรูปแบบในแต่ละเส้นทาง โดยรูปแบบที่ให้ค่า $Min\ Z$ น้อยที่สุด และเป็นไปตามสมการเงื่อนไขดังต่อไปนี้ รูปแบบนั้นจะเป็นรูปแบบที่ถูกเลือก
ภายใต้เงื่อนไขว่า:

ต้นทุนรวมในการขนส่ง

$$\sum_{j=1}^{m} c_{ij}x_{ij} - (d_k^+ - d_k^-) = min\{c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{ij}\}\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (5)$$

ระยะเวลาในการขนส่ง

$$\sum_{j=1}^{m} t_{ij}x_{ij} - (d_k^+ - d_k^-) = min\{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ij}\}\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (6)$$

ระยะทางในการขนส่ง

$$\sum_{j=1}^{m} s_{ij}x_{ij} - (d_k^+ - d_k^-) = min\{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{ij}\}\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (7)$$

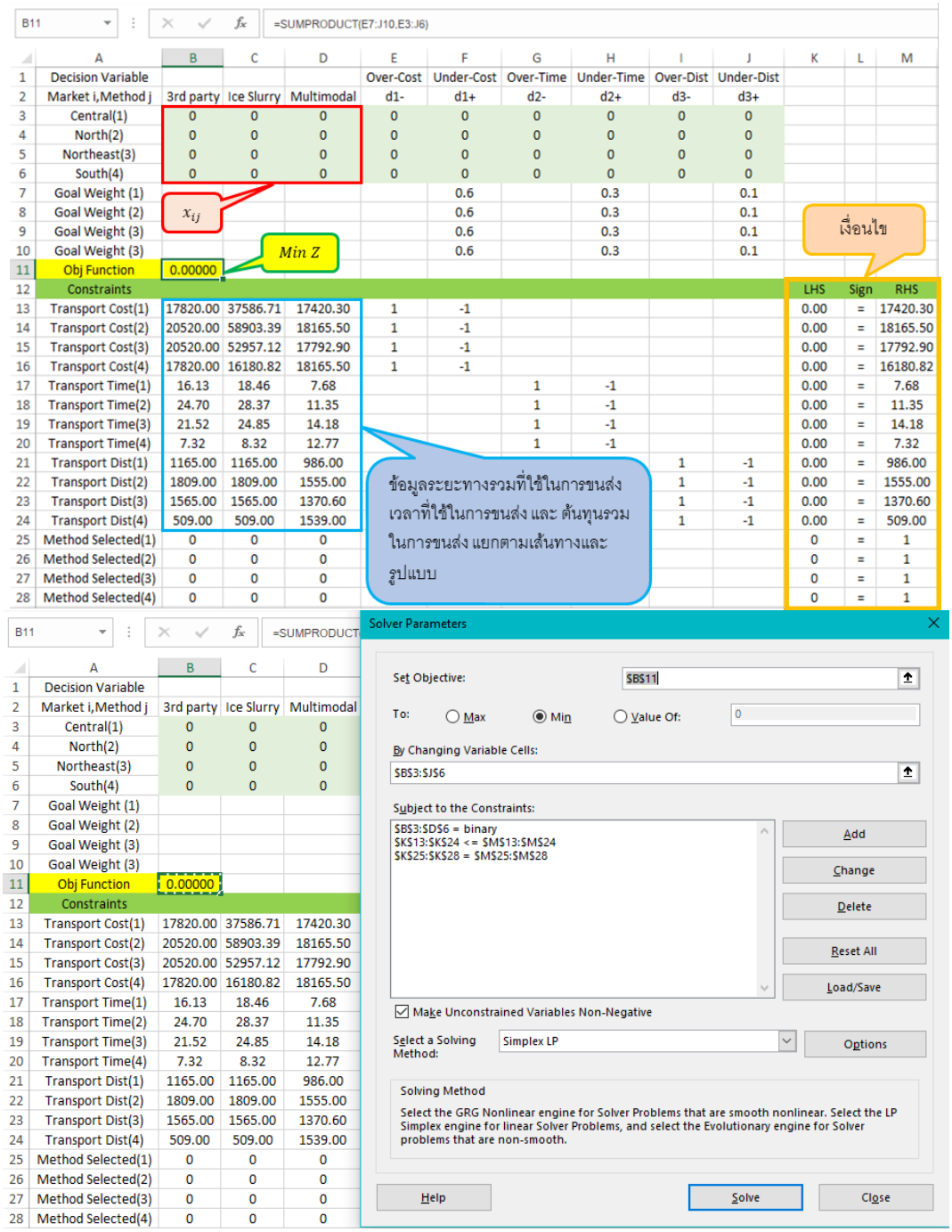
ตัดสินใจเลือกใช้เพียงหนึ่งรูปแบบ

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1\ ; i = 1,2,3, \dots, n \quad (8)$$

x_{ij} คือ ตัวแปรตัดสินใจ ซึ่งจะแทนรูปแบบแต่ละรูปแบบ โดยมีค่าเป็น 1 ในกรณีที่รูปแบบนั้นถูกเลือกให้เป็นรูปแบบที่ตรงกับเป้าหมาย และสถานการณ์ที่ได้ให้น้ำหนักลำดับความสำคัญไว้ และมีค่าเป็น 0 ในกรณีที่รูปแบบนั้นไม่ได้ถูกเลือกเนื่องจากไม่ตรงกับตรงกับเป้าหมาย และสถานการณ์ที่ได้ให้น้ำหนักลำดับความสำคัญไว้ กรณีที่รูปแบบที่ถูกเลือกที่เป็นลำดับแรกไม่สามารถนำไปใช้ต่อได้ รูปแบบนั้นก็จะถูกตัดออก และเครื่องมือจะทำการหารูปแบบที่ควรจะถูกเลือกในลำดับถัดไป

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นเมื่อนำ Weighted Goal Programming มาใช้ร่วมกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 จะสามารถแสดงภาพเครื่องมือ และวิธีการผูกสูตรใน Microsoft Excel 365 ได้ดังรูปที่ 4.12 จากนั้นเมื่อใส่ข้อมูลเข้าไปใน Microsoft Excel 365 เครื่องมือก็จะสามารถคำนวณหารูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละสถานการณ์

โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งสถานการณ์ออกเป็น 3 สถานการณ์ และในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วย 4 แหล่งตลาดย่อยสำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย และ 2 แหล่งตลาดย่อยสำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย แสดงดังรายละเอียดในข้อที่ 4.5.1 – 4.5.3



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Decision Variable				Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	3rd party	Ice Slurry	Multimodal	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Central(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	North(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	Northeast(3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	South(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	Goal Weight (1)					0.6		0.3		0.1			
8	Goal Weight (2)					0.6		0.3		0.1			
9	Goal Weight (3)					0.6		0.3		0.1			
10	Goal Weight (3)					0.6		0.3		0.1			
11	Obj Function	0.00000											
12	Constraints										LHS	Sign	RHS
13	Transport Cost(1)	17820.00	37586.71	17420.30	1	-1					0.00	=	17420.30
14	Transport Cost(2)	20520.00	58903.39	18165.50	1	-1					0.00	=	18165.50
15	Transport Cost(3)	20520.00	52957.12	17792.90	1	-1					0.00	=	17792.90
16	Transport Cost(4)	17820.00	16180.82	18165.50	1	-1					0.00	=	16180.82
17	Transport Time(1)	16.13	18.46	7.68			1	-1			0.00	=	7.68
18	Transport Time(2)	24.70	28.37	11.35			1	-1			0.00	=	11.35
19	Transport Time(3)	21.52	24.85	14.18			1	-1			0.00	=	14.18
20	Transport Time(4)	7.32	8.32	12.77			1	-1			0.00	=	7.32
21	Transport Dist(1)	1165.00	1165.00	986.00					1	-1	0.00	=	986.00
22	Transport Dist(2)	1809.00	1809.00	1555.00					1	-1	0.00	=	1555.00
23	Transport Dist(3)	1565.00	1565.00	1370.60					1	-1	0.00	=	1370.60
24	Transport Dist(4)	509.00	509.00	1539.00					1	-1	0.00	=	509.00
25	Method Selected(1)	0	0	0							0	=	1
26	Method Selected(2)	0	0	0							0	=	1
27	Method Selected(3)	0	0	0							0	=	1
28	Method Selected(4)	0	0	0							0	=	1

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างวิธีการผูกสูตรใน Microsoft Excel 365

4.5.1 สถานการณ์ที่ 1 หารูปแบบการขนส่งที่ให้ความสำคัญกับต้นทุนในการขนส่งน้อยที่สุด

ในสถานการณ์นี้จะให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่งมากที่สุด เนื่องจากต้องการหารูปแบบการขนส่งที่มีต้นทุนในการขนส่งน้อยที่สุดเป็นลำดับแรก โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านอื่นร่วมด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดน้ำหนักให้ปัจจัยด้านต้นทุนในการขนส่งสำหรับสถานการณ์นี้เท่ากับ 0.6 ส่วนปัจจัยเวลาที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ 0.3 และปัจจัยด้านระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 0.1

4.5.1.1 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ

เมื่อใส่ข้อมูลระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ พร้อมกับกำหนดน้ำหนักตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 ได้เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่ให้ความสำคัญกับต้นทุนที่น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.13 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

B11 | =SUMPRODUCT(E7:J10,E3:J6)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Decision Variable				Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	3rd party	Ice Slurry	Multimodal	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Central(1)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
4	North(2)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
5	Northeast(3)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
6	South(4)	0	1	0	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000			
7	Goal Weight (1)					0.6		0.3		0.1			
8	Goal Weight (2)					0.6		0.3		0.1			
9	Goal Weight (3)					0.6		0.3		0.1			
10	Goal Weight (3)					0.6		0.3		0.1			
11	Obj Function	0.30000											
12	Constraints										LHS	Sign	RHS
13	Transport Cost(1)	17820.00	37586.71	17420.30	1	-1					17420.30	=	17420.30
14	Transport Cost(2)	20520.00	58903.39	18165.50	1	-1					18165.50	=	18165.50
15	Transport Cost(3)	20520.00	52957.12	17792.90	1	-1					17792.90	=	17792.90
16	Transport Cost(4)	17820.00	16180.82	18165.50	1	-1					16180.82	=	16180.82
17	Transport Time(1)	16.13	18.46	7.68			1	-1			7.68	=	7.68
18	Transport Time(2)	24.70	28.37	11.35			1	-1			11.35	=	11.35
19	Transport Time(3)	21.52	24.85	14.18			1	-1			14.18	=	14.18
20	Transport Time(4)	7.32	8.32	12.77			1	-1			7.32	=	7.32
21	Transport Dist(1)	1165.00	1165.00	986.00					1	-1	986.00	=	986.00
22	Transport Dist(2)	1809.00	1809.00	1555.00					1	-1	1555.00	=	1555.00
23	Transport Dist(3)	1565.00	1565.00	1370.60					1	-1	1370.60	=	1370.60
24	Transport Dist(4)	509.00	509.00	1539.00					1	-1	509.00	=	509.00
25	Method Selected(1)	0	0	1							1	=	1
26	Method Selected(2)	0	0	1							1	=	1
27	Method Selected(3)	0	0	1							1	=	1
28	Method Selected(4)	0	1	0							1	=	1

รูปที่ 4.13 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 1 สำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย

1) แหล่งตลาดที่ เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางอยู่ที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 17,420.30 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 7.68 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 986.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 1

2) แหล่งตลาดที่ 2 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 2 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 18,165.50 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 11.35 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 1,555 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 1

3) แหล่งตลาดที่ 3 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 3 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 17,792.90 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 14.18 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 1,370.60 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 1

4) แหล่งตลาดที่ 4 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง (Ice Slurry) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 4 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 16,180.82 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 8.32 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 509 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 1

4.5.1.2 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่พื้นที่เป้าหมายภายนอกประเทศ ณ ประเทศจีน

เมื่อใส่ข้อมูลระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ พร้อมกับกำหนดน้ำหนักตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 ได้เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่ให้ความสำคัญกับต้นทุนที่น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.14 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

=SUMPRODUCT(D5:I6,D3:I4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Decision Variable			Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	Multi - Land	Multi - Air	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Guangzhou (1)	0	1	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000			
4	Shanghai (2)	0	1	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000			
5	Goal Weight (1)				0.6		0.3		0.1			
6	Goal Weight (2)				0.6		0.3		0.1			
7	Obj Function	0.00000										
8	Constraints									LHS	Sign	RHS
9	Transport Cost(1)	54,504.26	53,978.16	1	-1					53978.159	=	53,978.16
10	Transport Cost(2)	79,180.10	57,563.16	1	-1					57563.159	=	57,563.16
11	Transport Time(1)	51.94	17.19			1	-1			17.19	=	17.19
12	Transport Time(2)	64.94	16.11			1	-1			16.11	=	16.11
13	Transport Dist(1)	3,290.00	2,720.00					1	-1	2720	=	2,720.00
14	Transport Dist(2)	4,588.00	4,021.00					1	-1	4021	=	4,021.00
15	Method Selected(1)	0	1							1	=	1
16	Method Selected(2)	0	1							1	=	1

รูปที่ 4.14 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 1 สำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย

1) แหล่งตลาดที่ 1 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับตลาดที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 53,978.16 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 17.19 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 2,720.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 1

2) แหล่งตลาดที่ 2 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับตลาดที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 57,563.16 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 16.11 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 4,021.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 1

4.5.2 สถานการณ์ที่ 2 หารูปแบบการขนส่งที่ให้ความสำคัญกับระยะเวลาในการขนส่งน้อยที่สุด

ในสถานการณ์นี้จะให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยด้านระยะเวลาในการขนส่งมากที่สุด เนื่องจากต้องการหารูปแบบการขนส่งที่มีระยะเวลาในการขนส่งน้อยที่สุดเป็นลำดับแรก โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านอื่นร่วมด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดน้ำหนักให้ปัจจัยด้านระยะเวลาในการขนส่งเท่ากับ 0.6 ส่วนปัจจัยด้านต้นทุนในการขนส่งเท่ากับ 0.3 และปัจจัยด้านระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 0.1

4.5.2.1 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ

เมื่อใส่ข้อมูลระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ พร้อมกับกำหนดน้ำหนักตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วเครื่องมือ

ในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 ได้เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่ให้ความสำคัญกับระยะเวลาที่น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.15 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

B11 =SUMPRODUCT(E7:J10,E3:J6)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Decision Variable				Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	3rd party	Ice Slurry	Multimodal	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Central(1)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
4	North(2)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
5	Northeast(3)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
6	South(4)	0	1	0	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000			
7	Goal Weight (1)					0.3		0.6		0.1			
8	Goal Weight (2)					0.3		0.6		0.1			
9	Goal Weight (3)					0.3		0.6		0.1			
10	Goal Weight (3)					0.3		0.6		0.1			
11	Obj Function	0.60000											
12	Constraints										LHS	Sign	RHS
13	Transport Cost(1)	17820.00	37586.71	17420.30	1	-1					17420.30	=	17420.30
14	Transport Cost(2)	20520.00	58903.39	18165.50	1	-1					18165.50	=	18165.50
15	Transport Cost(3)	20520.00	52957.12	17792.90	1	-1					17792.90	=	17792.90
16	Transport Cost(4)	17820.00	16180.82	18165.50	1	-1					16180.82	=	16180.82
17	Transport Time(1)	16.13	18.46	7.68			1	-1			7.68	=	7.68
18	Transport Time(2)	24.70	28.37	11.35			1	-1			11.35	=	11.35
19	Transport Time(3)	21.52	24.85	14.18			1	-1			14.18	=	14.18
20	Transport Time(4)	7.32	8.32	12.77			1	-1			7.32	=	7.32
21	Transport Dist(1)	1165.00	1165.00	986.00					1	-1	986.00	=	986.00
22	Transport Dist(2)	1809.00	1809.00	1555.00					1	-1	1555.00	=	1555.00
23	Transport Dist(3)	1565.00	1565.00	1370.60					1	-1	1370.60	=	1370.60
24	Transport Dist(4)	509.00	509.00	1539.00					1	-1	509.00	=	509.00
25	Method Selected(1)	0	0	1							1	=	1
26	Method Selected(2)	0	0	1							1	=	1
27	Method Selected(3)	0	0	1							1	=	1
28	Method Selected(4)	0	1	0							1	=	1

รูปที่ 4.15 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 2 สำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย

1) แหล่งตลาดที่ 1 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางอยู่ที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 17,420.30 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 7.68 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 986.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 2

2) แหล่งตลาดที่ 2 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 2 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 18,165.50 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 11.35 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 1,555 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 2

3) แหล่งตลาดที่ 3 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบ

สมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 3 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 17,792.90 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 14.18 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 1,370.60 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 2

4) แหล่งตลาดที่ 4 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง (Ice Slurry) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 4 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 16,180.82 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 8.32 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 509 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 2

4.5.2.2 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่พื้นที่เป้าหมายภายนอกประเทศ ณ ประเทศจีน

เมื่อใส่ข้อมูลระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ พร้อมกับกำหนดน้ำหนักตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 ได้เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่ให้ความสำคัญกับระยะเวลาที่น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.16 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

B7 | =SUMPRODUCT(D5:I6,D3:I4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Decision Variable			Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	Multi - Land	Multi - Air	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Guangzhou (1)	0	1	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000			
4	Shanghai (2)	0	1	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000			
5	Goal Weight (1)				0.3		0.6		0.1			
6	Goal Weight (2)				0.3		0.6		0.1			
7	Obj Function	0.00000										
8	Constraints									LHS	Sign	RHS
9	Transport Cost(1)	54,504.26	53,978.16	1	-1					53978.159	=	53,978.16
10	Transport Cost(2)	79,180.10	57,563.16	1	-1					57563.159	=	57,563.16
11	Transport Time(1)	51.94	17.19			1	-1			17.19	=	17.19
12	Transport Time(2)	64.94	16.11			1	-1			16.11	=	16.11
13	Transport Dist(1)	3,290.00	2,720.00					1	-1	2720	=	2,720.00
14	Transport Dist(2)	4,588.00	4,021.00					1	-1	4021	=	4,021.00
15	Method Selected(1)	0	1							1	=	1
16	Method Selected(2)	0	1							1	=	1

รูปที่ 4.16 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 2 สำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย

1) แหล่งตลาดที่ 1 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับตลาดที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 53,978.16 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 17.19 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 2,720.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 2

2) แหล่งตลาดที่ 2 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับตลาดที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 57,563.16 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 16.11 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 4,021.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 2

4.5.3 สถานการณ์ที่ 3 หารูปแบบการขนส่งที่ให้ความสำคัญกับระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด

ในสถานการณ์นี้จะให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยด้านระยะทางในการขนส่งมากที่สุด เนื่องจากต้องการหารูปแบบการขนส่งที่มีระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุดเป็นลำดับแรก โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านอื่นร่วมด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดน้ำหนักให้ปัจจัยด้านระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 0.6 ส่วนปัจจัยด้านต้นทุนในการขนส่งเท่ากับ 0.3 และปัจจัยด้านระยะเวลาในการขนส่งเท่ากับ 0.1

4.5.3.1 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ

เมื่อใส่ข้อมูลระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ พร้อมกับกำหนดน้ำหนักตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 ได้เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่ให้ความสำคัญกับระยะทางที่น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.17 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

B11 | =SUMPRODUCT(E7:J10,E3:J6)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Decision Variable				Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	3rd party	Ice Slurry	Multimodal	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Central(1)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
4	North(2)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
5	Northeast(3)	0	0	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
6	South(4)	0	1	0	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000			
7	Goal Weight (1)					0.3		0.1		0.6			
8	Goal Weight (2)					0.3		0.1		0.6			
9	Goal Weight (3)					0.3		0.1		0.6			
10	Goal Weight (3)					0.3		0.1		0.6			
11	Obj Function	0.10000											
12	Constraints										LHS	Sign	RHS
13	Transport Cost(1)	17820.00	37586.71	17420.30	1	-1					17420.30	=	17420.30
14	Transport Cost(2)	20520.00	58903.39	18165.50	1	-1					18165.50	=	18165.50
15	Transport Cost(3)	20520.00	52957.12	17792.90	1	-1					17792.90	=	17792.90
16	Transport Cost(4)	17820.00	16180.82	18165.50	1	-1					16180.82	=	16180.82
17	Transport Time(1)	16.13	18.46	7.68			1	-1			7.68	=	7.68
18	Transport Time(2)	24.70	28.37	11.35			1	-1			11.35	=	11.35
19	Transport Time(3)	21.52	24.85	14.18			1	-1			14.18	=	14.18
20	Transport Time(4)	7.32	8.32	12.77			1	-1			7.32	=	7.32
21	Transport Dist(1)	1165.00	1165.00	986.00					1	-1	986.00	=	986.00
22	Transport Dist(2)	1809.00	1809.00	1555.00					1	-1	1555.00	=	1555.00
23	Transport Dist(3)	1565.00	1565.00	1370.60					1	-1	1370.60	=	1370.60
24	Transport Dist(4)	509.00	509.00	1539.00					1	-1	509.00	=	509.00
25	Method Selected(1)	0	0	1							1	=	1
26	Method Selected(2)	0	0	1							1	=	1
27	Method Selected(3)	0	0	1							1	=	1
28	Method Selected(4)	0	1	0							1	=	1

รูปที่ 4.17 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 3 สำหรับตลาดเป้าหมายภายในประเทศไทย

1) แหล่งตลาดที่ 1 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางอยู่ที่ศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 17,420.30 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 7.68 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 986.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 3

2) แหล่งตลาดที่ 2 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 2 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 18,165.50 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 11.35 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 1,555 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 3

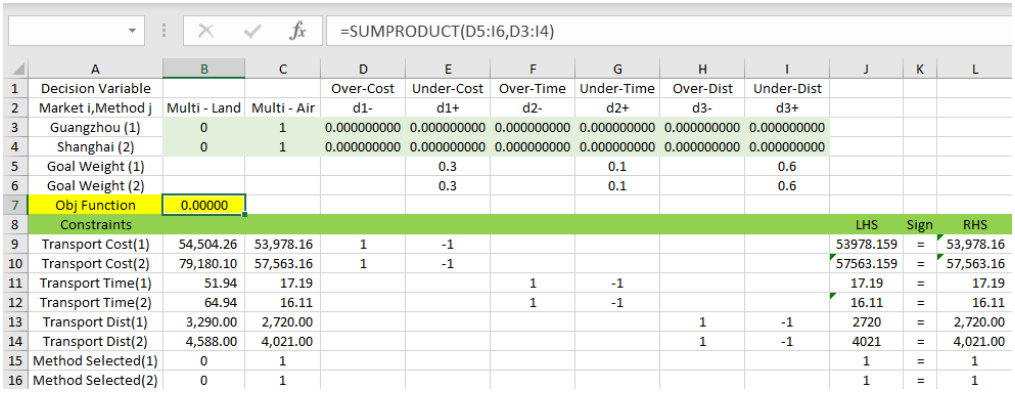
3) แหล่งตลาดที่ 3 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 3 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 17,792.90 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 14.18 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 1,370.60 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 3

4) แหล่งตลาดที่ 4 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี) พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง (Ice Slurry) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับเส้นทางที่ 4 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 16,180.82 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 8.32 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 509 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 3

4.5.3.2 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่พื้นที่เป้าหมายภายนอกประเทศ ณ ประเทศจีน

เมื่อใส่ข้อมูลระยะทางรวมที่ใช้ในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และ ต้นทุนรวมในการขนส่ง แยกตามเส้นทางและรูปแบบ พร้อมกับกำหนดน้ำหนักตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วเครื่องมือ

ในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 ได้เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีที่ให้ความสำคัญกับระยะเวลาที่น้อยที่สุดดังรูปที่ 4.18 และสามารถอธิบายได้ดังนี้



=SUMPRODUCT(D5:I6,D3:I4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Decision Variable			Over-Cost	Under-Cost	Over-Time	Under-Time	Over-Dist	Under-Dist			
2	Market i,Method j	Multi - Land	Multi - Air	d1-	d1+	d2-	d2+	d3-	d3+			
3	Guangzhou (1)	0	1	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000			
4	Shanghai (2)	0	1	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000			
5	Goal Weight (1)				0.3		0.1		0.6			
6	Goal Weight (2)				0.3		0.1		0.6			
7	Obj Function	0.00000										
8	Constraints									LHS	Sign	RHS
9	Transport Cost(1)	54,504.26	53,978.16	1	-1					53978.159	=	53,978.16
10	Transport Cost(2)	79,180.10	57,563.16	1	-1					57563.159	=	57,563.16
11	Transport Time(1)	51.94	17.19			1	-1			17.19	=	17.19
12	Transport Time(2)	64.94	16.11			1	-1			16.11	=	16.11
13	Transport Dist(1)	3,290.00	2,720.00					1	-1	2720	=	2,720.00
14	Transport Dist(2)	4,588.00	4,021.00					1	-1	4021	=	4,021.00
15	Method Selected(1)	0	1							1	=	1
16	Method Selected(2)	0	1							1	=	1

รูปที่ 4.18 ผลการคำนวณสถาณการณ์ที่ 3 สำหรับตลาดเป้าหมายภายนอกประเทศไทย

1) แหล่งตลาดที่ 1 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับตลาดที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 53,978.16 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 17.19 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 2,720.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 3

2) แหล่งตลาดที่ 2 เมื่อต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน พบว่าแบบจำลองเลือกรูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ ซึ่งรูปแบบนี้ สำหรับตลาดที่ 1 ต้นทุนการขนส่งจะอยู่ที่ 57,563.16 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 16.11 ชั่วโมง และมีระยะทางในการขนส่งทั้งสิ้น 4,021.0 กิโลเมตร ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถานการณ์ที่ 3

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่เป้าหมายภายในประเทศ

จากการนำ Weighted Goal Programming มาใช้ร่วมกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 เพื่อสร้างเครื่องมือในการคำนวณหารูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละสถานการณ์ โดยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านต้นทุนในการขนส่ง ระยะเวลาในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่งแตกต่างกันทำให้ได้ผลลัพธ์สำหรับประกอบการตัดสินใจเลือกรูปแบบของแต่ละเส้นทางในแต่ละสถานการณ์ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการเลือกรูปแบบจาก Weighted Goal Programming จำแนกตามสถานการณ์และเส้นทางในการขนส่ง

รายละเอียด \ สถานการณ์		เน้นต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด	เน้นเวลาในการขนส่งน้อยที่สุด	เน้นระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด
น้ำหนักความสำคัญ	ต้นทุนค่าขนส่ง	0.6	0.3	0.3
	เวลาที่ใช้	0.3	0.6	0.1
	ระยะทาง	0.1	0.1	0.6
รูปแบบที่ถูกเลือกในแต่ละเส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 1	3	3	3
	แหล่งตลาดที่ 2	3	3	3
	แหล่งตลาดที่ 3	3	3	3
	แหล่งตลาดที่ 4	2	2	2
$Min\ Z$		0.3	0.6	0.1

หมายเหตุ:

รูปแบบที่ 1 รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่โดยใช้บริการผู้ให้บริการขนส่งเอกชน

รูปแบบที่ 2 รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีเกล็ดน้ำแข็ง (Ice Slurry) มาประยุกต์ใช้

รูปแบบที่ 3 รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปไปถึงจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

จากกรณีศึกษาพบว่าสำหรับเส้นทางที่ 1 หรือ เส้นทางจากโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลาไปยังศูนย์กระจายสินค้าภาคกลาง (จังหวัดกรุงเทพมหานคร) เส้นทางที่ 2 หรือ เส้นทางจากโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลาไปยังศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) และเส้นทางที่ 3 หรือเส้นทางจากโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลาไปยังศูนย์กระจายสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) ควรเลือกรูปแบบการขนส่งรูปแบบที่ 3 หรือ รูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เนื่องจากการขนส่งรูปแบบนี้จะใช้ต้นทุนในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด สำหรับ 3 เส้นทางข้างต้น นอกจากนี้เมื่อนำค่าจากตารางที่ 4.14 มาทดสอบใน Weighted Goal Programming ภายใต้สถานการณ์ทั้ง 3 แล้ว พบว่าให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หมายความว่าหากขนส่งโดยใช้รูปแบบที่ 3 ผู้บริโภคมีโอกาสที่จะได้รับทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ยังคงคุณภาพใกล้เคียงกับทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ออกจากโรงงานแปรรูปมากกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การขนส่งรูปแบบที่ 3 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับเส้นทางทั้ง 3

สำหรับเส้นทางที่ 4 หรือเส้นทางจากโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลาไปยังศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ (จังหวัดสุราษฎร์ธานี) ควรเลือกรูปแบบที่ 2 หรือรูปแบบการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงศูนย์กระจายสินค้าของตลาดในการค้าขายปลีกแบบสมัยใหม่ โดยรถขนส่งที่นำเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากรูปแบบที่ 2 สำหรับเส้นทางที่ 4 มีต้นทุนการขนส่งและระยะทางที่น้อยที่สุดถึงแม้ว่าระยะเวลาในการขนส่งจะไม่น้อยที่สุดก็ตาม

5.1.2 การออกแบบรูปแบบการกระจายของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคไปยังพื้นที่พื้นที่เป้าหมายภายนอกประเทศ ณ ประเทศจีน

จากการนำ Weighted Goal Programming มาใช้ร่วมกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Solver Tools) ใน Microsoft Excel 365 เพื่อสร้างเครื่องมือในการคำนวณหารูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละสถานการณ์ โดยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านต้นทุนในการขนส่ง ระยะเวลาในการขนส่งและระยะทางในการขนส่งแตกต่างกันทำให้ได้ผลลัพธ์สำหรับประกอบการตัดสินใจเลือกรูปแบบของแต่ละเส้นทางในแต่ละสถานการณ์ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการเลือกรูปแบบจาก Weighted Goal Programming จำแนกตามสถานการณ์และเส้นทางในการขนส่ง

รายละเอียด \ สถานการณ์		เน้นต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด	เน้นเวลาในการขนส่งน้อยที่สุด	เน้นระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด
น้ำหนักความสำคัญ	ต้นทุนค่าขนส่ง	0.6	0.3	0.1
	เวลาที่ใช้	0.3	0.6	0.1
	ระยะทาง	0.3	0.1	0.6
รูปแบบที่ถูกเลือกในแต่ละเส้นทาง	แหล่งตลาดที่ 1	2	2	2
	แหล่งตลาดที่ 2	2	2	2
$Min\ Z$		0.0	0.0	0.0

หมายเหตุ:

รูปแบบที่ 1 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านเส้นทาง R12

รูปแบบที่ 2 การขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ

จากกรณีศึกษาพบว่าทั้งแหล่งตลาดที่ 1 หรือแหล่งตลาดที่ต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียงหนาน นครกว่างโจว ประเทศจีน และแหล่งตลาดที่ 2 หรือแหล่งตลาดที่ต้นทางคือโรงงานแปรรูปจังหวัดยะลา และปลายทางคือตลาดผลไม้เจียซิง นครเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน ควรเลือกใช้รูปแบบที่ 2 หรือการขนส่งจากโรงงานแปรรูปจนถึงตลาดเป้าหมายในประเทศจีน โดยการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบผ่านการขนส่งทางอากาศ เนื่องจากการขนส่งรูปแบบนี้จะใช้ต้นทุนในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด สำหรับทั้ง 2 แหล่งตลาดข้างต้น นอกจากนี้เมื่อนำค่าจากตารางที่ 4.21 มาทดสอบใน Weighted Goal Programming ภายใต้สถานการณ์ทั้ง 3 แล้ว พบว่าให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หมายความว่าหากขนส่งโดยใช้รูปแบบที่ 2 ผู้บริโภคมีโอกาสที่จะได้รับทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ยังคงคุณภาพใกล้เคียงกับทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ออกจากโรงงานแปรรูปมากกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การขนส่งรูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับแหล่งตลาดทั้ง 2 แหล่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องจากงานวิจัยนี้จัดทำในช่วงที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถลงพื้นที่เพื่อทำการศึกษาได้ ส่งผลให้ข้อมูลต้นทุนการขนส่ง และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง เป็นตัวเลขโดยประมาณการจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น สำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้จริง และผู้ที่จะนำงานวิจัยฉบับนี้ไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิง ควรทำการทบทวนข้อมูล และผลการศึกษาอีกครั้ง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผลการศึกษายังคงเหมาะสมกับสถานการณ์ในขณะนั้นหรือไม่ หากสถานการณ์ในขณะนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปแล้วอาจทำให้ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้คลาดเคลื่อนได้

5.2.2 งานวิจัยนี้เป็นเพียงกรณีศึกษา ซึ่งไม่ใช่เหตุการณ์จริง จึงควรทำการทบทวนข้อมูลด้านต้นทุนในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง ก่อนที่จะทำไปใช้ในสถานการณ์จริง เพื่อยืนยันว่าผลการวิจัยยังคงเหมือนเดิมหรือไม่ เมื่อสถานการณ์เปลี่ยนไปและข้อมูลที่ทันสมัยมากขึ้น

บรรณานุกรม

[1] Q. Ma, W. Wang, Y. Peng and X. Song, "An optimization approach to the intermodal transportation network in fruit cold chain, considering cost, quality degradation and carbon dioxide footprint," *POLISH MARITIME RESEARCH 1 (97),* vol. 25, pp. 61-69, 2018.

[2] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, “สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย - กระทรวงพาณิชย์,” 20 มิถุนายน 2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://tradereport.moc.go.th/TradeThai.aspx.

[3] กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, “สินค้าทุเรียนและผลิตภัณฑ์,” กุมภาพันธ์ 2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://คิดค้า.com/wp-content/uploads/2022/02/Product-Profile-ทุรียน-ณ-16-ก.พ.-65-rev1-1.pdf.

[4] โครงการเกษตรผลิต พาณิชย์ตลาด, “Dashboard ข้อมูลเศรษฐกิจการค้า,” 16 กุมภาพันธ์ 2565. [ออนไลน์]. Available: https://xn--42ca1c5gh2k.com/. [วันที่เข้าถึง 31 สิงหาคม 2565].

[5] สร้อย โชติแฉล้มสกุลชัย, “ผักและผลไม้สดตัดแต่งแช่เย็น...โอกาสเติบโตมาแรงรับเทรนด์สุขภาพ,” Food Focus Thailand, 2561.

[6] R. Hodges, J. C. Buzby และ B. Bennett, “Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: Opportunities to improve resource use,” *The Journal of Agricultural Science,* เล่มที่ 149(S1), pp. 37 - 45, February 2011.

[7] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, “โครงการศึกษาวิจัยระบบ Logistics และ Supply chain สินค้าเกษตรเพื่อขยายตลาดส่งออกไปประเทศในเอเชีย ปี 2551 (กรณีศึกษาการส่งออกผลไม้และผลิตภัณฑ์ไปสาธารณรัฐประชาชนจีนตามเส้นทางสาย R9 และ R12),” สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552.

[8] ศศินภา บุญพิทักษ์, กรณ์ปภพ รัตนวิจิตร และ สำราญ ชำโสม, “การศึกษาและหาแนวทางการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ผลไม้มังคุดในเขตจังหวัดจันทบุรี,” *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง,* เล่มที่ 9 (1), หน้า 101-115, 2016.

[9] IFPA (International Fresh-cut Produce Association), "Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry," International Freshcut Produce Association Alexandria, 1996.

[10] G. A. Gonzalez-Aguilar, "Fresh-cut tropical and subtropical fruit products," Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, 2011, pp. 381-418.

[11] B. Yousuf, V. Deshi, B. Ozturk and W. M. Siddiqui, "Fresh-cut fruits and vegetables: Quality issues and safety concerns," *Fresh-Cut Fruits and Vegetables,* pp. 1-15, 2020.

[12] วุฒิภาค พูลบัว, “การพัฒนาแบบจำลองรูปแบบการส่งออกผลไม้จากประเทศไทยไปประเทศจีนภายใต้นโยบายหนึ่งแถบหนึ่งเส้นทาง : กรณีศึกษาการส่งออกทุเรียน,” สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2561.

[13] R. Volpe, E. Roeger and E. Leibtag, "How Transportation Costs Affect Fresh Fruit and Vegetable Prices," *United States Department of Agriculture, Economic Research Service,* Vols. ERR-160, November 2013.

[14] M. Edna, N. Dimoso and S. A. Tassou, "Precooling and Cold Storage Methods for Fruits and Vegetables in Sub-Saharan Africa—A Review," *Horticulturae,* vol. 8, no. 9, p. 776, 26 August 2022.

[15] M. Bogataj, L. Bogataj and R. Vodopivec, "Stability of perishable goods in cold logistic chains," *International Journal of Production Economics,* Vols. 93-94, no. 1, pp. 345-356, January 2005.

[16] M. Tamimi , B. Sundarakani and P. Vel, "Study of cold chain logistics implementation strategies: insights from UAE," 2010.

[17] กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์, การพัฒนาระบบโซ่ความเย็นในประเทศไทย, เล่มที่ 4, กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564.

[18] Cold Chain Federation Ltd, "WHAT IS THE COLD CHAIN?," Cold Chain Federation Ltd, 2020. [Online]. Available: https://www.coldchainfederation.org.uk/what-is-the-cold-chain/. [Accessed 2 September 2022].

[19] สำนักพัฒนาและส่งเสริมธุรกิจบริการ, “ทำไมต้องใช้ ! COLD CHAIN LOGISTICS,” 9 ธันวาคม 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://tradelogistics.go.th/th/article/บทความเจาะลึก/ทำไมต้องใช้-cold-chain-logistics-2.

[20] S. Kanchanasuwan, "Consolidated cold chain design for fresh fruit supply chains in developing countries: A simulation study," RMIT University, 2018.

[21] A. K. Beresford, "Modelling Freight Transport Costs: A Case Study of the UK-Greece Corridor," *International Journal of Logistics Research and Applications,* vol. 2, pp. 229-246, 1999.

[22] A. K. Beresford and R. Dubey, Handbook on the Management and Operation of, Geneva: UNCTAD, 1990.

[23] R. Banomyong, Multimodal transport corridors in South East Asia : a case study approach, Philosophiae Doctor Thesis of the University of Wales, Logistics & Operations Management Section, Cardiff Business School, Cardiff University, 2000.

[24] H. Omrani, M. Valipour and A. Emrouznejad, “Using Weighted Goal Programming Model for Planning Regional Sustainable Development to Optimal Workforce Allocation: An Application for Provinces of Iran,” *Social Indicators Research, Vol.* 141, p. 1007–1035, 2019.

[25] มนตรี สิงหะวาระ, “การจัดสรรปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสมเพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย,” มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2556.

[26] X. Yang, J. M. Low and L. C. Tang, “Analysis of intermodal freight from China to Indian Ocean: A goal programming approach,” *Journal of Transport Geography, Vol.* 19 (14), pp. 515-527, July 2011.

[27] วรพจน์ มีถม และ สมชาย พรชัยวิวัฒน์, “การออกแบบระบบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างไทยกับเวียดนาม,” ใน *วิศวกรรมสาร มข.*, เมษายน - มิถุนายน 2554.

[28] สมเกียรติ สหประภา และ กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒ, “การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากประเทศไทยไปสหภาพยุโรป,” *จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์,* เล่มที่ 35, หน้า 29-47, 2556.

[29] *โครงการ“การพัฒนาระบบโซ่อุปทานความเย็นของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีน้ำผสมเกล็ดน้ำแข็งและสารเคลือบผิวรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์”,* 2565.

[30] บริษัท ไทย อินซูโฟม อุตสาหกรรม จำกัด, “กล่องโฟม,” อินซูโฟม, 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.insufoam.co.th/.

[31] ศูนย์รวมข้อมูลการขนส่งด้วยรถบรรทุก, “โครงการศึกษาระบบมาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตรและอาหารด้วยรถบรรทุก (Q Cold Chain),” ใน *เสริมศักยภาพการขนส่งไทย ด้วยมาตรฐานการขนส่งสินค้าแบบควบคุมอุณหภูมิ*, กรุงเทพมหานคร, 2562.

[32] ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในจีน, “ตลาดเจียงหนานกวางตุ้งรุกตั้ง “ตลาดสินค้าเกษตร(ผลไม้)” ที่เมืองผิงเสียงของกว่างซี,” 12 สิงหาคม 2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://thaibizchina.com/ตลาดเจียงหนานรุกคืบตั้/.

[33] ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในจีน, ““ตลาดผลไม้เจียซิง” เร่งพัฒนา... ตั้งเป้ายอดขายปีหน้าทะลุ 50,000 ล้านหยวน,” 27 พฤศจิกายน 2563. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://thaibizchina.com/jiaxingmarket2020/.

[34] พานิชการ บุญทรัพย์, กุลภา โสรัตน์ และ นัทธ์หทัย หลงสะ, โครงการวิเคราะห์และเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ท่าเรือรอบอ่าวเป่ยปู้ เขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง, สถานกงสุลใหญ่ ณ นครหนานหนิง กระทรวงการต่างประเทศ, 2560.

[35] บริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัด, “บริการขนส่งควบคุมอุณหภูมิ,” บริษัท อินเตอร์ เอ็กซ์เพรส โลจิสติกส์ จำกัด, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://iel.co.th/temperature-control/. [วันที่เข้าถึง2564 พฤศจิกายน 28].

[36] Deliveree, “รถและบริการ,” 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.deliveree.com/th/whole-vehicle-fleet-price/other/.

[37] Thai Smile, Interviewee, *การดำเนินการขนส่งสินค้าผ่านอากาศยาน.* [บทสัมภาษณ์]. 17 พฤศจิกายน 2564.

[38] Thai Smile Airways Company Limited, “Thai Smile Airways,” 2020. [Online]. Available: https://www.thaismileair.com/.

[39] FedEx, "FedEx | Tracking, Shipping, and Location," 2022. [Online]. Available: https://cndxp.apac.fedex.com/ratequote/20100224001.html.

[40] SmartFreight Inter Logistics, “Container Size : ขนาดตู้คอนเทนเนอร์,” 2022. [Online]. Available: https://www.smartfreight.co.th/container-size/.

[41] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “อัตราแลกเปลี่ยน,” 3 พฤษภาคม 2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.bot.or.th/thai/statistics/financialmarkets/exchangerate/_layouts/application/exchangerate/exchangerate.aspx.

[42] บริษัท เคทีซี โกลบอลโลจิสติกส์ จำกัด, “การคิดค่าขนส่งสินค้าทางอากาศ (Air Freight),” 2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.ktclogistics.co.th/calculate-airfreight/.

[43] บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน), “ราคาน้ำมัน,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pttor.com/th/oil_price. [วันที่เข้าถึง2564 ตุลาคม 23].

[44] งานอาคารสถานที่และยานพาหนะ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, “ประมาณการค่าน้ำมันเชื้อเพลิง,” 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://iw.libarts.psu.ac.th/building/index.php/ar3/car-2.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวอุษณีษ์ สหะวิริยะ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6310120012

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
บริหารธุรกิจบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2560

ทุนการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้รับการอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณด้าน ววน. ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) รหัสโครงการ 1464402

การเผยแพร่ในรูปของบทความวารสาร

ชื่อผู้เขียน	อุษณีษ์ สหะวิริยะ, นิกร ศิริวงศ์ไพศาล, ศรัณยู กาญจนสุวรรณ, กันยา อัครอารีย์ และ พัลลภัช เพ็ญจำรัส
ชื่อบทความ	การออกแบบระบบการกระจายสินค้าสำหรับโซ่อุปทานความเย็นของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้
ชื่อวารสาร	วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย
ปีที่:ฉบับที่:พิมพ์ปี:หน้า	ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2565) หน้า 52 - 61
เป็นวารสารระดับ	ชาติ (ฐาน TCI กลุ่ม 2)
สภานภาพของบทความ	ตีพิมพ์

การเผยแพร่ในรูปการประชุมวิชาการ

ชื่อผู้เขียน/ผู้นำเสนอ	อุษณีษ์ สหะวิริยะ
ชื่อบทความ	การออกแบบระบบการกระจายสินค้าสำหรับโซ่อุปทานความเย็นของทุเรียนสดตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้
ชื่อการประชุม	การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ครั้งที่ 19
วันเดือนปีที่จัดประชุม	16 มีนาคม พ.ศ. 2565 ถึง 18 มีนาคม พ.ศ. 2565
ชื่อหน่วยงานที่จัดประชุม	เครือข่ายด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ
วันที่นำเสนอผลงาน	18 มีนาคม พ.ศ. 2565
เป็นการประชุมระดับ	ชาติ
รูปแบบผลงาน	Abstract ประเภทผลงาน Poster