

十、 日本生鮮農產品輸出擴大實行戰略及冷鍊物流策略之探討

郭曉怡¹

摘要

近年來日本政府為擴大農林水產及食品外銷出口，在 2020 年實施了「農林水產物及食品輸出促進法」，並於 2021 年及 2022 年初制訂了「農林水產物及產品輸出擴大實行戰略」，明訂了各類具競爭優勢農產品輸出的實行策略。受惠於本國零售商店銷售及電子商務（EC）交易強勁，美國及中國之食品服務需求恢復等因素，2021 年日本農林水產品及食品出口總額達到 1 兆 2,385 億日圓，比前一年增加 26%，為近年出口額首次突破 1 兆日圓（日本通訊基金會，2022），初步見到日本政府在農產品出口方面之商機掌握及整備工作的成效。為借鏡日本在農林水產品之輸出及物流系統的整備與執行措施，本研究將分別探討日本在重點農林水產品輸出方面的策略重點及物流體系的安排與做法，並以生鮮農產品冷鍊物流體系作為探討的主要重點，再援引目前國際上冷鍊物流及保鮮技術的發展趨勢，作為我國未來在制訂生鮮農產品外銷及物流運銷政策時的參考。

¹ 朝陽科技大學銀髮產業管理系 助理教授

一、前言

日本以往在農產品的產銷方面多以國內市場為主，外銷出口政策思維侷限於國內剩餘之農產品的輸出，而非專為海外市場生產所需的農產品。因此，外銷數量長年維持在較低水準，造成農產品出口規模難以大幅成長，外貿出口產業鏈未能全面發展的困境(蔡淳瑩，2021)。為扭轉此一發展困境，日本政府於2016年實施了「加強農林水產品出口戰略」以推展海外出口工作；此外，2019年4月召開了部長級會議，處理進口國擴大農林水產品和食品出口的相關規定，並制訂了「農林水產品及食品輸出促進法」，並於2020年正式實施。之後，又在2021年及2022年初期間制訂了「農林水產品及食品輸出擴大實行戰略」，明訂了各類具競爭優勢農產品輸出的實行策略，以擴大農林水產及食品的外銷出口。從2022年5月20日最新版的「農林水產品及食品輸出擴大實行戰略」可以看出，本次農產品擴大出口政策不只著重在農業部門相關政策之調整(例如，優勢產品與銷售市場的認定、專責組織設立、海外市場資訊蒐集、物流基礎設施的強化、認證制度的革新與調整、運營資金貸款的支持等)，更同時搭配財政、稅賦以及外交政策的調整，多方面推進農產品擴大出口與市場開發之整備工作，希望到2025年時日本農林水產及食物的出口總額能達到2兆日元以及2030年達到5兆日元的出口目標。

二、日本農林水產品及食品輸出擴大實行戰略概述

(一)基本概念與思維

1.扭轉以國內市場為主的產銷模式

日本的農林水產品和食品長期依賴國內市場，出口比例低於其他國家，且主流的商業模式為向有消費能力的國家出口農產品，以致於海外市場對於日本農產品的認知程度偏低。再加上外國人與日本人的口味不同，且農產品規格(數量、價格、質量、標準)未能符合當地消費市場要求的規格，使得日本產的農產品即便品質優良也仍然無法大幅拓展海外市場。此外，礙於產品未能符合出口目的國或地區的衛生檢疫法規和標準，許多農產品即使有潛在海外需求存在也無法順利出口。因此，該實行戰略的基本精神首重在扭轉過往以國內市場為主，海外市場為輔的傳統產銷思維。

2.生產價值鏈從「產品輸出」轉變為「市場輸入」

面對全球農產品貿易市場的持續擴大，日本政府看到了發展農產品出口的市場潛力，但即將面對的市場競爭也勢必會日益加劇。日本政府在該實行戰略中也意識到，除非能夠在海外市場成功打通銷售通路，否則很難持續且廣泛地滲透海外市場。於是，該實行戰略提及，為了加快和擴大日本農產品的出口，未來最重要的工作將是專業化生產符合市場規格(數量、價格、質量、標準)的產品，並

依照海外市場的需求建立和發展各種形式的商業流通體系。亦即，從傳統生產導向的「產品輸出(Product Out)」思維，徹底轉變為市場需求導向的「市場輸入(Market in)」思維，依據全球消費市場的需求來建立產銷體系與市場通路。

(二)策略方向與重點

1.發揮日本產品的優勢

(1) 成立專責機構負責海外推廣工作

在大量採購日本農產品的出口目的地國及地區設置專責機構，負責統籌具優勢之農產品的各種支援及推廣工作(例如，行業聯合、重點農產項目出口、宣傳推廣、品牌推廣、產品質量改進標準的制訂等)，並在這些國家及地區的大使館或海外辦事處派駐專家，為農產品銷售提供持續性的支持。

(2) 選定 28 個優先出口項目並集中政策資源加以推廣

為了加快及擴大日本農產品的出口規模，日本政府規劃集中政策資源，優先支持原本在海外已獲得高度評價且具有日本優勢的商品。初步選定了 28 個優先出口的農林水產項目，並為每個項目設定了主要的出口目的地和出口目標額，再據以盤點相關的產銷準備工作。上述的優先農產項目涵蓋了肉品(牛肉、豬肉、雞肉)、雞蛋、牛乳及乳製品、蔬果(蘋果、葡萄、柑橘、水蜜桃、柿子、草莓、甘藷等)、水產品(鯽魚、鰻魚、扇貝、珍珠)、木材(雪松及柏木板)、合板、花卉、茶葉(煎茶、抹茶)、米類(白米、米粉)、酒類(清酒、威士忌、燒酎/泡盛)、調味品(味噌、醬油)、飲料以及零食等類別，共計 28 個品項。

(3) 扶植國內專責組織負責統籌出口事務及制訂物流標準

在國內生產端方面，為了方便統籌和協調各項農業產銷問題，日本政府乃依據「農林水產品和食品出口促進法」，針對每個優先出口的農產品項目，扶植具有代表性的項目組織(或稱，農林水產品/食品出口促進機構)。該組織的任務主要是全國的範圍內，負責統籌專責農產品項目的出口事務，並對出口目的地國家和地區的市場狀況等進行調查。此外，藉由參加全國性的商務會議和交易會，推廣日本農產品牌，也為新加入出口市場的企業提供是市場訊息和建議。另一方面，該組織也負責協助建立行業標準，向組織成員推廣及示範物流標準程序，以提高運輸效率及減少農產品損耗。

(4) 強化海外貿易支援體系的專業化

日本政府規劃以駐外使領館、JETRO²駐外辦事處、以及 JFOODO³等組織，做為日本廠商在海外目標市場經商與貿易的主要支援平台，並規劃在這些組織中雇用當地熟悉食品行業的員工，為日本的農產品出口商提供全面、專業且持續的支持。此外，針對主要的出口目標市場(包括，美國、歐盟、新加坡、越南、泰國、中國、香港、台灣等)，該支援平台將聯合在當地經商的日本企業以及日本餐館業者一起成立「出口支援平台委員會」，合作搜集當地的法規、消費口味和需求等情報，彙編成「國家報告」作為出口企業的重要市場情報。另外，與當地廣告公司及法律事務所合作，協助日本企業的海外分公司在當地拓展業務，提供相關的法律諮詢，以及協助處理當地業者涉及侵權事件的法律程序。

(5) 國內外專責機構合作與協力

A. 由 JETRO 輔導國內專責機構經營與拓展海外市場

由 JETRO 與國內專責的農林水產品及食品出口促進機構協作，並提供以下支援服務:(1)出口目標國家及地區相關的商業情報(例如，消費者需求、商業慣例、法規等)；(2)以推廣團的方式加強開拓市場。例如，參加境外展銷會、舉辦境外商務會議、邀請外國採購商到日本參加商務會議或參訪產區等；(3)加強與目標國家及地區商業通路的合作，例如:日本食品原料商、進口貿易商、物流經紀人等；(4)提供經營輔導與諮詢服務，例如:出口診斷、個人諮詢、海外市場分析、網路搓合、以及電子商務經營建議等。

B、由 JFOODO 支援國內專責機構海外市場的推廣工作

由 JFOODO 與國內專責的農林水產品及食品出口促進機構協作，並提供以下支援服務:(1)輔導各機構制定行銷策略及協助實施；(2)向海外消費者推廣日本農林水產及食品的價值，藉由消費者正確的認識與理解產品價值，以合理價格進行交易；(2)針對優先出口的物品舉辦海外聯合促銷活動；(3)建構「日本食品入口網站」，推廣日本食品及文化。

(6) 對外傳播日本食品和飲食文化

近年來日本政府一直努力要向聯合國申請，希望能將日本的飲食文化認列為世界文化遺產。之後，再由外務省、農林水產省及國土資源省共同配合宣傳活動，向海外消費者大力宣傳日本料理的烹飪方法和飲食文化。另一方面，通過宣傳日

² JETRO 為「日本貿易振興機構(Japan External Trade Organization)」之簡稱，為日本政府設立之獨立行政法人機構，服務據點組成包含海外 70 處以上的辦事處以及國內 36 所貿易情報中心。主要業務為促進日本貿易振興之相關事業，同時對亞洲及周邊地區的經濟以及相關情勢進行基礎及綜合研究調查，藉以促進地區間貿易成長及經濟合作。

³ JFOODO 則是「日本食品海外推廣中心(The Japan Food Product Overseas Promotion Center)」的簡稱，由日本政府於 2017 年創立，並歸屬於 JETRO 之下。主要業務是透過舉辦展售商會、提供產品資訊以及舉辦日本食物相關之節慶活動，向海外消費者推廣日本的農林水產及食品，藉以提升產品之品牌及促進海外貿易。

本飲食與當地文化的連結，進而吸引到日本旅遊的外國人能夠對日本飲食和文化感興趣，逐漸擴大日本農產品和食品在海外市場的接受度。

2. 支持以出口市場為主的農林水產業經營者

為實現從「產品輸出」到「市場輸入」的出口目標轉換，日本政府預估企業經營者在從事產銷的過程中，由於生產規模不足以及物流基礎設施不完備等因素的影響，勢必將承擔許多的市場風險與挑戰。為了支持業者持續從事出口方面的生產與經營，日本政府規劃採取以下措施來協助業者應對市場可能出現的風險。

(1) 對承擔出口風險的經營者進行投資與支持

日本政府將依據 2002 年頒訂的「農業、林業和漁業公司投資便利化特別措施法」成立投資業務有限公司，組建有限責任企業（Limited partnership，LP，簡稱 LPS），並推動農商投資諮詢有限公司，對農業經營者的海外子公司進行投資。另一方面，對於獲得出口經營計劃認證的業者，提供低利貸款和債務擔保，確保其取得足夠且低成本的資金以進行長期經營、設備建置和海外擴張。此外，利用「額外折舊」的方式提供業者免稅誘因，並在日本出口投資保險（NEXI）於 2022 年 4 月放寬農林水產品和食品出口的「簡易申報綜合保險」的基礎上，進一步推進出口商貿易保險的適用與簡化程序。

(2) 在產區扶植以出口市場為主的經營者

在都道府縣和行業團體徵得各產地的合作意向之後，日本政府公佈了 28 個優先出口項目的 1,192 個產地和經營者。為了讓產品能夠符合出口目的地國家及地區的市場需求，以及法規要求的規格（數量、價格、質量、標準），日本政府除了大力支持這些產地和經營者發展必要的設施外，也將利用果園和水田改造的田地，培育和發展果樹及蔬菜等高經濟作物的出口生產專區。

至於出口產區和經營者的認定方面，日本政府則採用了以下三個標準：A. 未經加工的初級產品生產區（包括與生產區合作的出口商）；B. 與主要原料產區相關連的加工食品產區和出口商；C. 具有地域特色的加工食品生產地。此外，如果在主要原材料產區和製造區都有經營者在異地從事出口時，則將經營者定位為促進企業間合作出口的運營商或出口承擔者。此外，在扶植畜產品生產者方面，則是透過主要的產區來推動聯合組織的成立，透過聯合組織與專責的農林水產品和食品出口促進組織合作，共同建立品牌和擴大商業流通管道，同時利用產地特色和加工食品來促進出口銷售。

另一方面，日本政府打算利用 GFP⁴所擁有的豐富經營知識和輔導經驗，協

⁴ GFP 為 Global Farmers / Fishermen / Foresters / Food Manufacturers Project 的簡稱，由日本農林水產省籌劃以促進日本出口為目標的計畫。集結了農業、漁業、林業、食品加工業生產者以及相關聯的商社和物流業者。

助培育多角化的經營者，擴大對經營者的支持。最後，為解決農業合作社在出口業務上存在生產責任歸屬不明確的問題，日本政府也將支持個別合作社和合作社成員建立出口的生產體系和配銷通路。

(3) 建設大批量、高品質、高效率的出口物流體系

為符合出口目的地國和地區之進口法規，並建立高品質與高效率的物流體系，日本政府規劃由農林水產省及國土部合作，採取以下措施以落實出口物流體系的相關建設：A.促進資本投資：於出口業務中增加設施設備計畫、成立食品出口基金、以及積極宣傳所得稅和公司稅減免(額外折舊)措施；B.加強出口物流：相關措施包括推進航運配送網絡的建設、針對日式冷鏈配送服務開發適合碼垛的外部尺寸和編碼標準化、以及授權農林水產品和食品出口促進機構可以開發和實施包裝材料與儲存技術規範等，以提高流通效率和產品質量。

(4) 支持農產和食品事業在海外的出口擴張

在重點城市建立一個出口支持平台，用於支持配合政府出口政策的農林水產和食品企業在海外的擴張活動。該支持系統主要功能在於協助業者瞭解出口目的地國家和地區當地的商業習俗、法律法規等方面的專業知識。在資金取得方面，日本政府將根據「投資促進法」成立投資有限責任公司(LPS)，針對企業在海外從事出口業務的子公司進行投資，以協助業者取得海外擴張所需的資金。

3. 政府跨部會一體化運作，克服出口壁壘

(1) 爭取出口目標市場取消對日本農產品及食品的進口限制

以色列、新加坡和美國已於 2021 年取消對日本農林水產品以及福島核災後因關注放射性物質殘留之相關食品的進口限制，但仍有 14 個國家和地區仍然維持進口限制。日本政府規劃由外務省、厚生勞動省以及農林水產省共同積極爭取出口目的地國家和地區能進一步取消進口限制。此外，針對出口優先項目蒐集各國有關產品輸入的法規訊息，並在日本國內建立對應的生產體系，同時與各農林水產品及食品出口組織共同研討消除出口障礙的對策。特別是市場規模最大的中國，日本政府仍持續爭取中國政府能取消對日本農產品和食品的管制，恢復牛肉及白米的進口。

(2) 構建政府一體化系統以加快出口

為提升出口便利性及效率，將依據修訂後的「出口促進法」授權民營檢驗機構簽發出口證書，並考慮在港口和機場設立一站式的出口通關系統。關於出口證書電子化方面，鼓勵業者採用電子郵件方式向出口目的地國家和地區發送出口證明。證書發行費則可透過線上支付的方式進行繳費。此外，為了滿足出口商對於植物檢疫和檢驗工作的多樣化需求，將依照國際認可的標準及參考各國普遍的作法，利用第三方機構進行出口檢驗。此外，隨著國際間對於農藥殘留問題的關注，

日本政府除了依照標準規範實施害蟲防制外，也規劃朝有機農業發展，預計 2050 年將有機耕作比例提高到 25%（100 萬公頃）的耕地，增加有機產品供應。

(3) 支持符合出口目標市場法規與需求的加工食品

此方面的政策主要是推展 HACCP 相關設施的建制與認證、協助出口的加工食品業者取得資金以投資生產設備及產品溯源資訊的技術、協助小規模出口企業透過業界合作方式取得市場資訊及產品研發能力、食品添加劑法規的調整以及替代方案的研發、與歐盟及美國針對有機農產品的認定方式進行談判。

(4) 加強知識產權保護措施以維護日本的優勢

日本政府為保護農產品的技術與知識產權，將利用「不正當競爭防止法(1993 年)」的框架來保護商業秘密，並推出「農業部門商業秘密保護指引」藉以制定相關的商業秘密管理辦法。例如，在植物品種方面，育種者人可依據「種子和種苗法(1998 年)」中關於註冊品種的海外出口限制以及育種許可制度，對各種品種進行適當管理。關於和牛遺傳資源的管理則是根據「畜牧業育種法(1950 年)」，規劃在 2021 和 2022 年對於全國所有家畜人工授精中心是否進行合法育種進行調查，並落實現場檢查措施，確保能深入指導及推動配送管理的進一步優化。另外，為了防止品種流出到境外，日本政府也將支持育種者在境外的相關權利，以及擬定侵權對策以保障育種者在海外的知識產權，確保日本在海外的產品優勢能夠持續。

4. 加強國家組織結構

為了推動上述各項工作，將於農林水產省底下設置「出口暨國際局」(暫定名稱)，作為推動農林水產品及食品出口的總指揮中心，集中管理及審查農林水產省在出口業務方面相關的預算和政策措施，同時制定出口的具體實現目標，並於執行過程中不斷驗證與調整執行措施。

三、日本重點生鮮農產品之出口目標與策略規劃

日本政府在推動農林水產品及食品出口政策時，選定了 28 個具有日本優勢的項目做為優先出口的品項，並為每個項目設定了主要的出口目的地和出口目標，以及羅列了相關的產銷準備工作。由於內容涵蓋相當廣泛，本文將選取肉品(牛肉、豬肉、雞肉)、牛乳及乳製品、蔬果(蘋果、葡萄、柑橘、水蜜桃、柿子、草莓、甘藷等)、以及水產品(鯽魚、鰻魚、扇貝)等，共計 14 項生鮮農產品類進行出口目標、策略及物流整備工作的重點摘錄。相關內容概述如下。

(一) 肉品類出口目標與策略

在肉品方面主要的重點項目為牛肉、豬肉和雞肉，預設的出口目標市場(亦即，主要的消費國家)則有香港、台灣、新加坡、美國、中國、歐盟、越南和泰國。

其中，以牛肉的產值最高，其次為雞肉和豬肉；2019 年的產值分別為 297 億日圓、21 億日圓和 16 億日圓；預計到 2025 年分別要成長至 1600 億日圓(438.7%)、45 億日圓(114.3%)和 29 億日圓(81.25%)的規模。在加工及物流行銷方面，主要著重在改善肉品處理設施、增加目標市場的出口認證數、透國聯合組織舉辦海外商務會、以及對海外消費者進行廣告宣傳活動等面向。

表 10-1、肉品類產品出口目標及行銷策略一覽表

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
牛肉	香港、台灣、 美國、歐盟、 中國	1600 億日圓 (297 億日圓) (增幅 438.7%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改善屠宰設施以及在需求旺盛的歐洲、美國和亞洲等地區增加出口認證數量。 2. 對應目標市場的在家飲食需求，增加可供應切片肉之出口設施並獲得認定。 3. 透過產銷合作的「聯合組織」，辦理個別品項的商務會。 4. 對國外消費者訴求日本和牛，提高認知度:(1)透過日本畜產物輸出促進協議會，在出口目標國家加強辦理 B2B 及 B2C 的廣告宣傳活動;(2)透過 JFOODO 辦理產地及消費者之交流活動，開拓新外銷市場。
豬肉	香港、新加坡、 泰國、台灣	29 億日圓 (16 億日圓) (增幅 81.25%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經由整備肉品處理設施，以需求旺盛的亞洲地區為目標，增加出口認定數。 2. 應對目標市場的在家飲食需求，增加可供應切片肉之出口設施並獲得認證。 3. 透過產銷合作的「聯合組織」，辦理個別品項的商務會。 4. 對國外消費者訴求日本產豬肉，提高認知度:(1)透過日本畜產物輸出促進協議會，在出口目標國家加強辦理 B2B 及 B2C 的廣告宣傳活動;(2)透過 JFOODO 辦理產地及消費者之交流活動，開拓新

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
			外銷市場。
雞肉	香港、越南、 新加坡、歐盟	45 億日圓 (21 億日圓) (增幅 114.3%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 家禽屠宰場的整備，並以需求旺盛的亞洲及歐盟地區為目標，增加出口認定數。 2. 透過產銷合作的「聯合組織」，辦理個別品項的商務會。並以產地和品牌特色進行促銷。 3. 對國外消費者訴求日本產雞肉，提高認知度:(1)透過日本畜產物輸出促進協議會，在出口目標國家加強辦理 B2B 及 B2C 的廣告宣傳活動;(2)透過 JFOODO 辦理產地及消費者之交流活動，開拓新外銷市場。

(二) 雞蛋出口目標與策略

在雞蛋的出口方面，預設的出口目標市場有香港、台灣、新加坡、美國。2019 年的產值分別為 23 億日圓，預計到 2025 年要成長至 63 億日圓(173.9%)的規模。在加工及物流行銷方面，主要著重在應對目標市場的衛生規範、增加目標市場的出口認證數、透過聯合組織舉辦海外商務會、以及對海外消費者進行廣告宣傳活動等面向。

表 10-2、雞蛋產品出口目標及行銷策略一覽表

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
雞蛋	香港、台灣、 新加坡、美國	63 億日圓 (23 億日圓) (增幅 173.9%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經由對應目標國家之衛生規範，以需求旺盛的亞洲及待開發的美國作為主要目標，增加出口認證農場及設施數量。 2. 透過產銷合作的「聯合組織」，辦理個別品項的商務會。 3. 對國外消費者訴求日本產雞蛋，提高認知度:(1)透過日本畜產物輸出促進協議會，在出口目標國家加強辦理 B2B 及 B2C 的廣告宣

項目	主要目標市場	2025年目標 (2019年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
			傳活動，以及加強對外食消費者的推廣；(2)透過 JFOODO 辦理產地及消費者之連攜活動，開拓新外銷市場。

(三) 牛乳及乳製品出口目標與策略

在牛乳及乳製品方面的相關產品眾多，主要的重點項目為嬰兒奶粉、保久乳和乳酪，預設的出口目標市場有越南、台灣、香港、新加坡和泰國。其中，以嬰兒奶粉的產值最高，其次為保久乳和乳酪；2019年的產值分別為112億日圓、14億日圓和11億日圓；預計到2025年分別要成長至196億日圓(42.86%)、19億日圓(35.7%)和22億日圓(100%)的規模。在加工及物流行銷方面，主要著重在降低運輸成本、清真食品認證、成立聯合組織共同銷售、以及對海外消費者進行宣傳及推廣活動等面向。

表 10-3、牛乳及乳製品出口目標及行銷策略一覽表

項目	主要目標市場	2025年目標 (2019年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
嬰兒奶粉	越南、台灣、香港	196億日圓 (112億日圓) (增幅42.86%)	1. 促進技術開發以降低出口時的運輸成本，以及與其他項目混合裝載等措施。 2. 努力滿足出口目的地國家的要求(例如，清真食品認證等)。 3. 日本畜產物輸出促進協議會之「乳製品出口小組」下，以每一個乳製品項為中心個別設立一個協會。 4. 乳製品出口小組將負責總結每一個品項協會所審核完成的銷售策略。 5. 與 JFOODO 合作實施出口目標市場的行銷以及跨生產商和生產區域的促銷活動。
保久乳	香港、台灣、新加坡	19億日圓 (14億日圓) (增幅35.7%)	
乳酪	台灣、香港、泰國	22億日圓 (11億日圓) (增幅100%)	
全部產品	越南、香港、台灣	328億日圓 (184億日圓) (增幅78.26%)	

(四) 蔬果類出口目標與策略

在蔬果類產品方面，主要的重點項目為蘋果、葡萄、草莓、水蜜桃、柑橘、柿子及加工品和甘藷，預設的出口目標市場則有香港、台灣、新加坡、泰國、馬來西亞、美國、法國和加拿大。其中，以蘋果的產值最高，其次為葡萄、草莓、水蜜桃、甘藷、柑橘、柿子及加工品；2019 年的產值分別為 145 億日圓、32 億日圓、21 億日圓、19 億日圓、17 億日圓、6.7 億日圓、4.4 億日圓；預計到 2025 年分別要成長至 177 億日圓(22.07%)、125 億日圓(290.6%)、86 億日圓(309.5%)、61 億日圓(221.1%)、28 億日圓(64.7%)、39 億日圓(482%)、14.1 億日圓(220.5%) 的規模。在加工及物流行銷方面，主要著重在開發高階儲藏技術與設備、延長產品在物流過程的新鮮度、成立聯合組織共同銷售、以及對海外消費者進行宣傳及推廣活動等面向。

表 10-4、蔬果類產品出口目標及行銷策略一覽表

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
蘋果	台灣、香港、 泰國	177 億日圓 (145 億日圓) (增幅 22.07%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發氣調儲存等新技術及整備相關儲藏設備，延長產品在物流過程的保鮮度。 2. 為了加強日本青果物輸出促進協議會的機能，考慮在該組織中聯合出口商、蘋果產地、縣協議會及流通業者，共同成立一個蘋果部會。 3. 經由蘋果部會討論後提出之輸出戰略，交由日本青果物輸出促進協議會進行物流實驗以及廣宣活動。 4. 透過 JRTR0 和 JFOODO 共同於目標市場國家舉辦行銷推廣活動。
葡萄	香港、台 灣、泰國、 新加坡	125 億日圓 (32 億日圓) (增幅 290.6%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發氣調儲存等新技術及整備相關儲藏設備，延長產品在物流過程的保鮮度，滿足春節運輸需求。 2. 為了加強日本青果物輸出促進協議會的機能，考慮在該組織中聯合出口商、葡萄產地、縣協議會及流通業者，共同成立一個葡萄

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
			<p>部會。</p> <p>3. 經由葡萄部會討論後提出之輸出戰略，交由日本青果物輸出促進協議會進行物流實驗以及廣宣活動。</p> <p>4. 透過 JRTRRO 和 JFOODO 共同於目標市場國家舉辦行銷推廣活動。</p>
草莓	香港、新加坡、泰國、台灣、美國	86 億日圓 (21 億日圓) (增幅 309.5%)	<p>1. 採用產地的初級儲存、能確保每批產品安全和穩定裝運的設施、以及延長新鮮度的存儲設施和出口包裝。</p> <p>2. 為了加強日本青果物輸出促進協議會的機能，考慮在該組織中聯合出口商、草莓產地、縣協議會及流通業者，共同成立一個草莓部會。</p> <p>3. 經由草莓部會討論後提出之輸出戰略，交由日本青果物輸出促進協議會進行物流實驗以及廣宣活動。</p> <p>5. 透過 JRTRRO 和 JFOODO 共同於目標市場國家舉辦行銷推廣活動。</p>
水蜜桃	香港、台灣、新加坡	61 億日圓 (19 億日圓) (增幅 221.1%)	<p>1. 依照出口目的地國的要求精心挑選及裝運的高品質水果，以及採用省力化的高性能選果設施。</p> <p>2. 為了加強日本青果物輸出促進協議會的機能，考慮在該組織中聯合出口商、水蜜桃產地、縣協議會及流通業者，共同成立一個水蜜桃部會。</p> <p>3. 經由水蜜桃部會討論後提出之輸出戰略，交由日本青果物輸出促進協議會進行物流實驗以及廣宣</p>

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
			<p>活動。</p> <p>4. 透過 JRTR0 和 JFOODO 共同於目標市場國家舉辦行銷推廣活動。</p>
甘藷	香港、新加坡、泰國、台灣、馬來西亞、加拿大	28 億日圓 (17 億日圓) (增幅 64.7%)	<p>1. 建構無病毒種苗繁殖體系，開發具有固化設備的收集和運輸存儲設施。</p> <p>2. 新設或改建符合 HACCP 規範之加工設備，以擴大出口。</p> <p>3. 於日系商店、食材店及超市等量販通路，充分訴求日本產甘藷的特性以及美味。</p> <p>5. 在日本甘藷品牌化過程中，聽取產地、出口業者及進口業者的意見並據以檢討改進。</p>
柑橘	香港、台灣、新加坡、馬來西亞、加拿大、法國(歐盟)	39 億日圓 (6.7 億日圓) (增幅 482%)	<p>1. 選果作業省力化及效率化、採用搭載人工智慧之高興能選果及儲藏設施。</p> <p>2. 為了加強日本青果物輸出促進協議會的機能，考慮在該組織中聯合出口商、柑橘產地、縣協議會及流通業者，共同成立一個柑橘部會。</p> <p>3. 經由柑橘部會討論後提出之輸出戰略，交由日本青果物輸出促進協議會進行物流實驗以及廣宣活動。</p> <p>4. 透過 JRTR0 和 JFOODO 共同於目標市場國家舉辦行銷推廣活動。</p>
柿子及柿子加工品	香港、泰國、新加坡、馬來西亞	14.1 億日圓 (4.4 億日圓) (增幅 220.5%)	<p>1. 開發高性能水果分選/包裝設備，可選擇性的分選出口目的地所需的優質水果。</p> <p>2. 開發符合 HACCP 等國際標準的加工設備，擴大柿子乾的出口</p>

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
			3. 為了加強日本青果物輸出促進協議會的機能，考慮在該組織中聯合出口商、柿子產地、縣協議會及流通業者，共同成立一個柿子部會。 4. 經由柿子部會討論後提出之輸出戰略，交由日本青果物輸出促進協議會進行物流實驗以及廣宣活動。 5. 透過 JRTO 和 JFOODO 共同於目標市場國家舉辦行銷推廣活動。

(五) 水產品類出口目標與策略

在水產品方面，主要的重點項目為鰻魚、鯛魚和扇貝，預設的出口目標市場有美國、中國、香港、台灣、韓國。其中，以扇貝的產值最高，其次為鰻魚和鯛魚；2019 年的產值分別為 447 億日圓、229 億日圓和 35 億日圓；預計到 2025 年分別要成長至 656 億日圓 (46.76%)、542 億日圓 (136.7%) 和 193 億日圓 (451.4%) 的規模。在加工及物流行銷方面，主要著重在建置符合 HACCP 規範的設施、因應高端客戶需求的設施和設備、開發長距離活魚運輸及儲存物流技術、以及透過共同組織或合作組織開拓海外市場等面向。

表 10-5、水產類產品出口目標及行銷策略一覽表

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
鰻魚	美國、中國、香港	542 億日圓 (229 億日圓) (增幅 136.7%)	1. 在養殖場附近建立七個符合 HACCP 的設施，以應付增加的鰻魚產量 (產能：每年 5,000 噸/設施)。 2. 擁有必要的設施和設備來生產滿足高端客戶需求的加工產品。 3. 為了擴大活魚的運輸，將研究及開發物流與商業通路的儲存條件。例如，遠距離和長時間活魚運輸所需的技術，以及在出口目的

項目	主要目標市場	2025 年目標 (2019 年實績) (目標增幅%)	加工及物流之整備工作
			地臨時儲存所需的魚缸。 4. 由「水產物及水產品加工輸出促進協議會」與 JSI ⁵ （日本 Seriola 水產養殖倡議）有限公司共同合作推廣與擴大鰺魚產品的出口。
鯛魚	韓國、美國、台灣	193 億日圓 (35 億日圓) (增幅 451.4%)	1. 在養殖場附近建立了一個符合美國 HACCP 標準的設施，作為增加鯛魚產量的必要對策。 2. 擁有必要的設施和設備來生產滿足高端客戶需求的加工產品。 3. 為了擴大活魚運輸，將使用貨船來進行長途和長時間活魚運輸，改善物流配送條件。 4. 考慮建立一個允許產區貿易公司和水產養殖公司共同合作並致力於出口的組織。
扇貝	中國、台灣、美國	656 億日圓 (447 億日圓) (增幅 46.76%)	1. 在日本國內加工製造冷凍扇貝，導入省工機械，整備相關設施增加冷凍扇貝產量。 2. 擴大船運輸送、降低活貝出口成本，提高外銷出口產量。

四、生鮮農產品冷鏈物流體系發展趨勢探討

(一) 生鮮農產品冷鏈物流技術發展趨勢

1. 生鮮農產品與冷鏈物流的關聯性

新鮮農產品的「冷鏈物流(cold chain logistics，簡稱 CCL)」指的是，利用冷凍或冷藏技術將易腐食物（例如，水果、蔬菜、乳酪、肉品或魚類等產品）維持在適當的溫度與溼度條件中，以保持產品的新鮮度及延長保存期限(Mercier et al., 2017; Ndraha et al., 2018；Han et al., 2021)。而冷鏈物流的成敗決定於產品從產地（或集散點）配送到消費者手中的過程，皆能持續維持在預設的溫度與濕度環境。在這個物流配送鏈中，假如有任何一個環節超出了預設的溫度與濕度，則有可能

⁵日本 Seriola 倡議 (JSI) 於 2019 年 1 月 15 日啟動，旨在通過五個鰺魚生產者團體和八個相關公司之間的合作與合作，促進和擴大對環境和社會負責的鰺魚養殖，並推動 ASC(Aquaculture Stewardship Council) 認證以減少水產養殖對海洋環境和社會的影響。

導致運送的生鮮農產品或食物出現變質或腐壞進而減損產品價值，造成產品浪費及損失，甚至因為食品安全問題而衍生公共衛生方面的爭議。因此，冷鏈物流的完整性對於減少食材耗損與浪費相當重要，且有賴於冷鏈物流點之間的妥善整合與銜接，以及相關企業或關係人之間的資料共享和透明化(Han et al., 2021)。

在物流配送的過程中，由於新鮮農產品的物理、化學及生物特性往往容易受到內在因子（例如，農產品的散熱與散濕條件、氣候或非氣候因素等）以及外在因子（例如，擠壓、撞擊、震動、溫度、或乙烯、氧氣和二氧化碳等氣體濃度等）的影響，導致產品變質、腐爛或孳生病菌。在所有的影響因子當中，「溫度」乃為最重要的環境因子，對於生鮮農產品的變質率以及採收後的保存期限影響甚大(Han et al., 2018a)。因此，生鮮農產品從產地收穫、屠宰及捕撈之後，可透過冷藏或冷凍保存技術來進行低溫保存，維持產品本身的新鮮度和品質，並延長保存期限以及避免腐敗而引發食安問題。就冷鏈物流體系而言，大致可分成以下四個主要的鏈結系統(linked system)：

(1) 預冷(Precooling)

「預冷」為生鮮農產品進入冷鏈系統前相當重要的第一步，通常在生鮮農產品(如，蔬果、肉類、魚類等)採收、屠宰及捕撈後，利用冷藏設備快速移除農產品的熱度，以達到抑制病菌孳生、減緩外觀特質變化或減少營養成份流失等目的(Brosnan & Sun, 2001)。常見的預冷技術有「導熱冷卻(heat-conduction cooling)」以及「相變冷卻(phase-transition cooling)」兩種。然而，預冷技術的選擇與應用並無單一最適的方法存在，而需根據農產品的種類、包裝類型、冷藏溫度、冷卻率、對水的敏感度以及成熟度(蔬菜和水果)等因素來做綜合考量與選擇(Duan et al., 2020)。關於此階段的冷鏈作業，近年來較受關注的發展面向包括：如何強化生鮮農產品快速且均勻冷卻的效率、減少預冷所需的能源消耗、以及避免食物耗損等議題(Han et al., 2018b；Wu et al., 2019；Tagliavini et al., 2019；Han et al., 2021)。

(2) 冷藏倉儲(Refrigerated Warehouse)

在生鮮農產品預冷之後，藉由冷藏倉儲可提供一個穩定、合適且長時間的低溫環境，以維持產品的品質。冷藏倉儲主要是由大型冷藏或冷凍設備所組成，提供產品集中管理與低溫保鮮儲藏，有利於調節市場上供需的平衡(Han et al., 2021)。常見的冷藏技術包括「冷氣儲存(cold air storage)」和「氣調儲存(modified atmosphere storage)」兩種，且不同的生鮮農產品適合不同的儲藏溫度以及冷藏技術(Bideau et al., 2018)。值得注意的是，超低溫儲藏雖可延長農產品的保存時間，但所耗費的能源也會更大，且容易破壞肉品原本的品質(例如，水分、口感、解凍速度等)。關於此階段的冷鏈作業，近年來較受關注的發展面向包括：如何在減少冷藏的能源損耗以及維持產品品質之間取得平衡、何種冷藏技術和包裝設計最能維持產品的品質、以及如何減少冷藏設備的能源消耗等議題(Azmi et al., 2017；Tian et al., 2018；Akerma et al., 2020；Han et al., 2021)。

(3) 冷藏運輸(Refrigerated Transport)

冷藏運輸主要用以聯結生鮮農產品的上游以及下游，使用的運輸方式相當多元，包括路運、海運、空運及鐵路運輸等。而最適的運輸方式則需視產品的保存期限、經濟價值、成本以及消費者的需求而定(Yavas & Ozkan-Ozen, 2020)。然而，最廣為使用的冷藏運輸工具則為路運的冷凍車(refrigerated vehicles)。關於此階段的冷鏈作業，近年來較受關注的發展面向包括:改善冷藏運送的容量、冷藏集裝箱內部結構配置的最佳化、以及新型態冷媒的使用等議題(Artuso et al., 2019; Pandya et al., 2020; Han et al., 2021)。

(4) 市場銷售(Marketing)

市場銷售是生鮮農產品交到消費者手上前最後的冷鏈階段，也是最接近消費市場的階段。在此階段，生鮮農產品通常會放置在零售商店的冷凍展示櫃中陳列，等待消費者選購。然而，許多生鮮農產品常常因為零售商未能準確控制冷藏設備的溫度與溼度以及遵守正確的保存方式，導致產品品質下降、腐壞甚至出現交叉污染等問題，造成冷鏈物流的成果功虧一簣(Derens-Bertheau et al., 2015)。此外，零售商店的冷藏展示設備每年消耗相當大的能源，也成為近年來學術上關注的重要議題之一。關於此階段的冷鏈作業，近年來較受關注的發展面向包括:冷藏設備保存環境的監控以及能源效率的改善等議題(Chaomuang et al., 2017; Lindberg et al., 2020; Han et al., 2021)。

2.冷鏈物流的未來發展趨勢：

在冷鏈物流技術的發展方面，Han et al.(2021)在回顧了近年來關於冷鏈物流技術發展的相關文獻後，彙整出三個廣受關注的重要議題，茲將其內容概述如下：

(1)改善冷鏈物流的效率

關注不同種類生鮮產品的冷卻效率、冷卻的均勻度與穩定度、以及包裝設計對於冷卻效率和產品品質的影響。

(2)確保冷鏈物流的完整性和精準控制

關注如何讓每個冷鏈環節能夠更妥善的整合與銜接，並全程準確監控生鮮產品運送過程中的溫度與溼度條件，於冷藏條件偏離設定值時立即介入處置，維持整體冷鏈物流體系的效率。其中，物聯網(IoT)、雲端運算(cloud computing)、大數據(big data)、

區塊鏈(blockchain)以及人工智慧(AI)等新技術的應用則受到相當大的關注。

(3) 追求冷鏈物流的生態及永續發展

由於冷鏈物流涉及大量冷凍設施和設備的使用(如，冷凍倉儲設備、冷凍車、賣場的冷凍展示櫃、冰箱等)，將消耗相當可觀的能源，且大量使用的包裝材料也會產生許多廢棄物，進而造成環境生態的負擔與衝擊。因應全球低碳永續的概念逐漸受到社會大眾的重視，冷鏈物流體系的發展也開始追求生態永續發展，透

過包裝材料的重新設計、採用可重複使用的配送容器、或最適運送路線的規劃等做法，減少能源消耗以及廢棄物的產生，同時可減少物流成本的花費，創造經濟與環境的雙贏。

綜上所述，隨著物聯網、雲端運算、大數據、區塊鏈、人工智慧等技術逐漸被廣泛應用在提升冷鏈物流服務的效率之際，冷鏈物流體系與技術的發展趨勢已逐漸朝向數位化(digital)、智慧化(intelligent)、效率(efficient)以及生態永續(ecosystem)等四個方向前進。該發展趨勢與方向值得國內未來在發展冷鏈物流體系時作為重要的參考及借鏡。

(二) 日本冷鏈物流體系發展現況概述

在亞洲國家當中，日本、新加坡以及香港的冷鏈發展已進入成熟階段，普及率高達 80%~90%。近年來日本冷鏈系統的發展著重於防止產品損害，關注在溫度、溼度、氧氣量、二氧化碳量以及農產品自體揮發之乙烯濃度的控制等方面，並研發能有效防止產品損害的包裝與運送資材。另一方面，升級農畜水產品冷鏈設備和系統，並導入物聯網(Internet of Things, 簡稱 IoT)、AI 人工智慧(Artificial Intelligence) 等技術，維護生鮮農產品的品質、提高物流配送效率以及資訊透明度，以改善勞動條件即建構可因應災害風險的物流體系。此外，日本也開始重視對於環境友善物流體系之建構，透過標準化之農產品裝載容器的應用，以落實廢棄物減量及資材循環再利用的目標，減少對環境產生不利的外部性，邁向永續發展目標(李仁耀、吳芝茜，2021)。

另一方面，日本為了配合農林水產品及食品擴大外銷政策，也積極整備農產品出口外銷的相關配套措施。在出口市場的冷鏈物流體系方面，主要採取以下三個面向的政策措施(李仁耀、吳芝茜，2021)：

1. 建構國際冷鏈供應鏈

將國際機場周邊的拍賣市場(例如，成田公設地方拍賣市場、東京都中央拍賣市場大田市場)納入國際冷鏈物流體系，且為了加快外銷導向產品的檢驗作業以及滿足冷鏈物流需求，直接在拍賣市場內提供植物檢疫、申請外銷證明等一站式服務，並設置了符合 HACCP 規範的低溫管理設備。此外，還提供其他多項有助於提升物流效率的配套措施，諸如：(1) 建構配送、庫存管理、生產履歷等物流管理系統；(2) 提供多品項、多品種的外銷蔬果混載配套措施；(3) 活用多溫層裝箱等鮮度維持技術；(4) 與其他市場及產地合作，達成全年供貨之目標。

2. 推動日本-東協冷鏈物流計畫

近年來東協國家經濟成長帶動了冷凍及冷藏食品消費量的增加，且重視農產品的安全與品質，推升了冷鏈市場需求大幅增加。日本政府及業者為了積極參與東協地區低溫物流市場的發展契機，乃藉由合作方式支援東協各國低溫物流的基礎建設，相關措施包括：促進當地低溫物流符合國際規格、協助當地培養冷鏈物

流人才、展開新興國家物流前瞻事業、促進日本物流業者與設備業者，與當地政府及業者交流合作等。

3. 引進外資興建大型專業物流設施

外資倉庫業者陸續進入日本市場，帶來不動產證券化（Real Estate Investment Trust，簡稱 REITS）的概念，也引進低廉的金融資本，投資興建完全符合國際物流與電商物流的現代化倉庫。這些物流倉儲設施具有有更大的作業面積，高跨距的柱間，以及迴旋式車道讓高樓層都能擁有獨立的碼頭作業空間，以因應配送速度更快且流通量巨大的市場要求。

五、日本經驗與國際冷鏈物流趨勢值得借鏡之處

(一) 集中資源聚焦具市場優勢的生鮮農產品

日本政府為了集中政策資源大力擴大國內農林水產品及食品的出口規模，盤點在海外市場具有日本優勢的農產品，最終選定 28 項農產品做為優先出口的項目，並為每一種產品項目設定主要的出口目標市場、出口目標、以及擬定在國、內外的產銷策略。此種善用本國農產品在海外市場所具有的競爭優勢，讓政府有限的資源能夠發揮最大的政策效益，是值得學習的做法之一。

(二) 掌握出口目標市場的需求與貿易規範

日本為了擴大農產品出口，乃決定要扭轉國內長久以來「國內市場為主，國外市場為輔」的產銷思維，轉而以全球市場需求作為制定產銷政策的主要思維。此種思維在「農林水產品及食品輸出擴大實行戰略」中的許多策略措施也不斷反覆出現，例如：依據目標市場的貿易規範來調整農產品包裝規格及衛生規範、設立符合 HACCP 規範的生產設備、調查目標市場的消費習慣等。

(三) 成立產地及產業組織專責執行農產項目的產銷活動

日本政府為了強化各項優先出口項目的產銷工作效率，乃透過成立產地聯合組織或產業協會（亦即，農林水產品和食品出口促進機構）作為國內專責機構，負責執行農產項目的產銷活動，同時參與農產品包裝以及物流標準的制定。此外，該專責機構也代表各自專責的農產項目，與 JETRO 和 JFOOD 等半官方組織共同在海外市場推展日本農產品。

(四) 由政府提供海內外的產銷及資金面的支援服務

在「農林水產品及食品輸出擴大實行戰略」中，日本政府為了協助國內業者能夠順利地從事出口業務，乃指定 JETRO 和 JFOOD 等半官方組織擔任海外的貿易支援平台，協助提供貿易商情、支援行銷推廣活動、舉辦商業媒合活動、智

慧財產權的法律協助等。此外，為了支持國內業者因應出口產銷過程可能出現的市場風險，也提供低利貸、稅賦減免以及成立投資基金對農企業在海外子公司進行投資，協助業者取得所需的營運資金。

(五) 建構數位化、智慧化、效率化和生態永續的冷鏈物流體系

綜合文獻中關於冷鏈物流技術的發展趨勢以及日本冷鏈物流發展現況可以發現，冷鏈物流體系的運作與設計已開始導入物聯網、雲端運算、大數據、區塊鏈、人工智慧等技術。藉由數位化與智慧化的過程來提升整體物流的效率，同時降低能源的消耗以及廢棄物的產生，以較為環境友善的方式來確保生鮮農產品的品質，最終提升農產品的市場價值，增進農業經營者的經濟保障。

參考文獻

- 日本通訊基金會(2022)，2021年日本食品出口首次突破「兆」(<https://www.nippon.com/hk/japan-data/h01185/>)。
- 日本農林水產省(2022)，農林水產物・食品の輸出拡大実行戦略。
- 李仁耀、吳芝茜(2021)，美日冷鏈生鮮物流發展現況與產業趨勢。110年度強化農業政策決策訊息蒐集分析，台灣農村經濟學會出版。
- 蔡淳瑩(2021)，日本農林水產食品促進出口實行戰略摘要。農政與農情，pp.67-74，行政院農業委員會出版。
- Bideau, P. L., Noel, H., Yassine, H., & Glouannec, P. (2018). Experimental and numerical studies for the air cooling of fresh cauliflowers. *Applied Thermal Engineering*, 137, 238–247.
- Brosnan, T., & Sun, D. W. (2001). Precooling techniques and applications for horticultural products - a review. *International Journal of Refrigeration*, 24, 154–170.
- Duan, Y., Wang, G. B., Fawole, O. A., Verboven, P., Zhang, X. R., Wu, D., et al. (2020). Postharvest precooling of fruit and vegetables: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 278–291.
- Han, J. W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J. W., & Yang, X. T. (2018a). Food packaging: A comprehensive review and future trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 860–877.
- Han, J. W., Zhao, C. J., Qian, J. P., Ruiz-Garcia, L., & Zhang, X. (2018b). Numerical modeling of forced-air cooling of palletized apple: Integral evaluation of cooling efficiency. *International Journal of Refrigeration*, 89, 131–141.
- Han, J.W., Zuo, M., Zhu, W.Y., Zuo, J.H., Lü, E.L., & Yang, X.T.(2021). A comprehensive review of cold chain logistics for fresh agricultural products: Current status, challenges, and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 536-551.

- Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time-temperature management along the food cold chain: A review of recent developments. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 647–667.
- Ndraha, N., Hsiao, H. I., Vlajic, J., Yang, M. F., & Lin, H. T. V. (2018). Time-temperature abuse in the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations. *Food Control*, 89, 12–21.
- Tagliavini, G., Defraeye, T., & Carmeliet, J. (2019). Multiphysics modeling of convective cooling of non-spherical, multi-material fruit to unveil its quality evolution throughout the cold chain. *Food and Bioproducts Processing*, 117, 310–320.
- Wu, W., Beretta, C., Cronje, P., Hellweg, S., & Defraeye, T. (2019). Environmental tradeoffs in fresh-fruit cold chains by combining virtual cold chains with life cycle assessment. *Applied Energy*, 254, 113586.