



3단계 DEA 모형을 이용한 중국 전자상거래

신선식품 콜드체인 물류 효율성 분석

Analysis on Logistics Efficiency of E-commerce Fresh Food Cold Chain in China

Based on Three-stage DEA Model

발표자: 진쯔웨이 (한양대학교 대학원 석사과정)

지도 교수: 최성용(한양대학교 경영학부)

오민정(연세대학교 글로벌엘리트학부)

CONTENTS

01 서론

02 이론적 배경

03 연구 설계

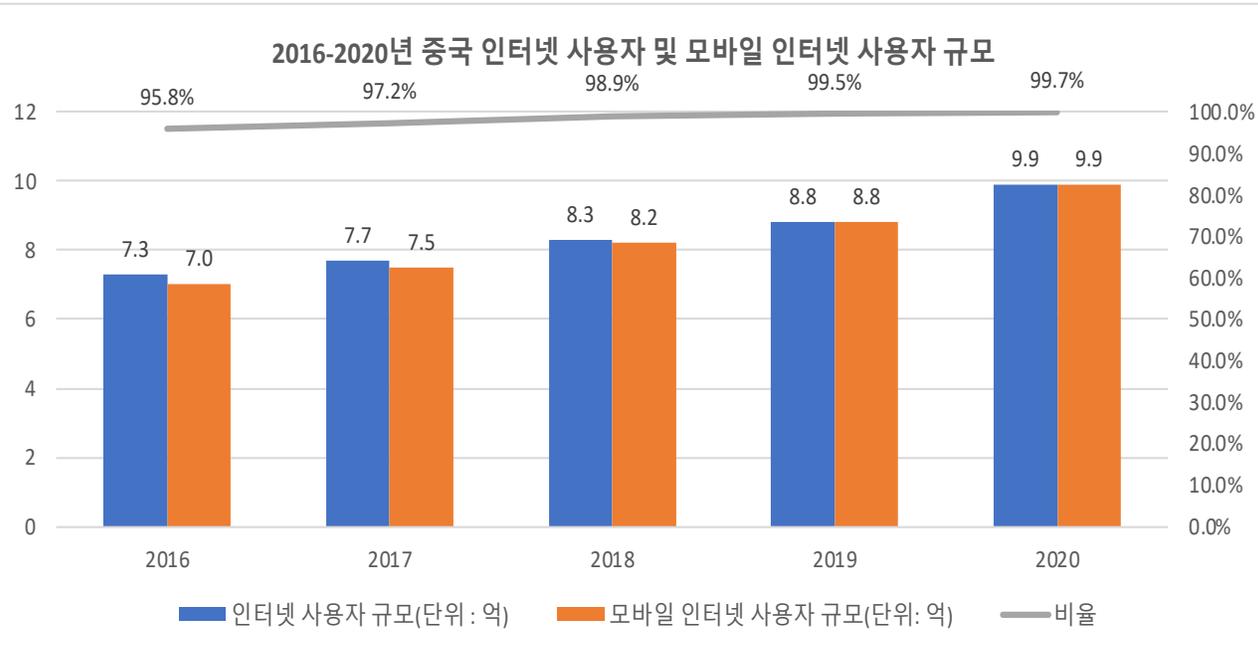
04 실증 분석

05 결론

01 서론

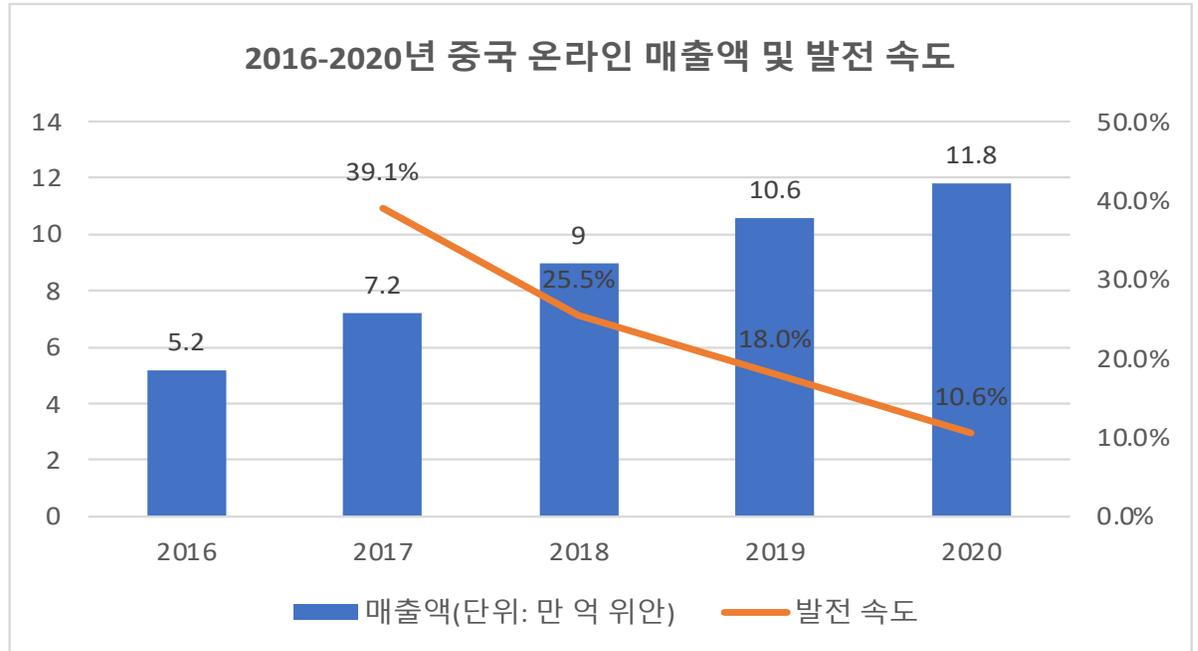
- 연구의 필요성 및 목적
- 연구의 방법 및 구성

1.1 연구배경 및 필요성



Source: CNNIC (China Internet Network Information Center)

- ◆ 2020년 중국의 온라인 매출액은 11조 8000억 원안으로 꾸준한 성장을 이어갔다.



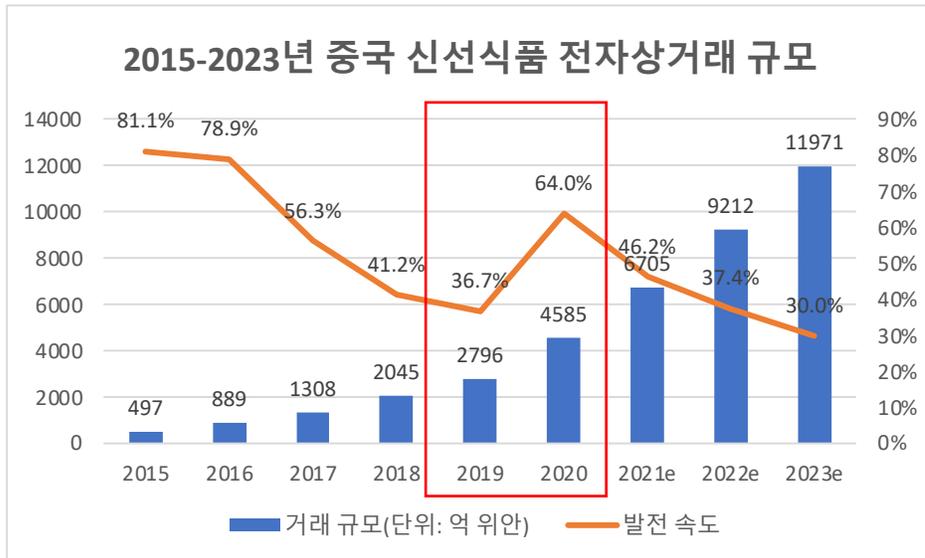
Source: 중국 국가통계국

- ◆ 2020년까지 중국의 인터넷 사용자 규모는 9.9억 명, 인터넷 보급률은 70.4%, 모바일 인터넷 사용자는 9.85억 명으로 전체 사용자 규모의 99.67%를 차지한다.

최근 몇 년간 급속히 발전한 인터넷 기술은 사람들의 생활 방식을 변화시키고, 소비자들은 점차 온라인 쇼핑 플랫폼을 이용하여 소비하는 경향이 있어 신선식품 전자상거래 산업은 경제가 발전될 수 있는 계기가 되었다.

특히 코로나19로 인한 언택트 소비 증가로 인해 중국 신선식품 전자상거래 시장의 급속한 발전을 이끌고 있다.

1.1 연구배경 및 필요성



- 코로나19의 영향으로 2020년 중국 신선식품 전자상거래 시장이 빠르게 성장하여 신선식품 전자상거래 규모는 4585억 위안으로 2019년보다 64% 성장하였다.
- 신선식품 전자 상거래의 발전과 모델의 성숙과 함께 신선 식품에 대한 사용자의 온라인 쇼핑 습관, 신선 식품 전자 상거래 사용자 수가 더욱 광범위해지고 기술이 더욱 성숙해질 것으로 예상된다. 신선식품 전자상거래는 계속해서 급속한 성장을 유지할 것이며 2023년 신선식품 전자상거래 산업 규모는 1조 위안을 초과할 것이다.

Source: Iresearch (2021.5)

중국 콜드체인 유통율과 선진국의 비교

	중국	선진국
과채류	10%	95%
육류	15%	100%
수산물	23%	100%

중국 신선식품의 부패율과 선진국의 비교

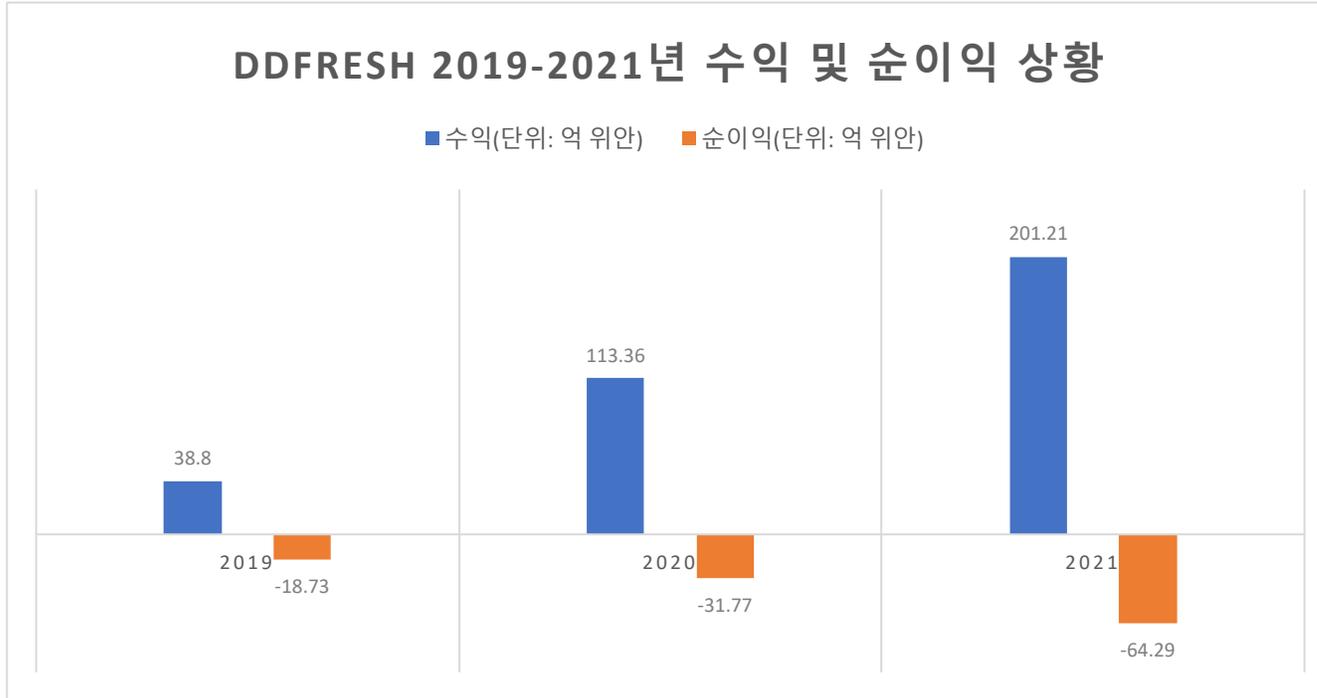
	중국	선진국
과채류	31%	5%
육류	8%	2%
수산물	10%	1%

Source: CCLC (2021)

중국 신선식품 전자상거래의 발전 속도는 빠르지만 많은 문제에 직면해 있다.

중국 콜드체인 산업의 늦은 발전으로 인해 기술 측면에서 국제 선진 수준과 여전히 큰 격차가 있다. 신선식품의 콜드체인 유통율이 95% 이상인 선진국에 비해 중국의 신선식품 종류별 콜드체인 유통율은 여전히 낮은 수준이다. 또한 과일, 채소, 육류, 수산물의 부패율은 31%, 8%, 10%로 일반적으로 선진국의 평균 5% 미만의 부패율에 비해 콜드체인 기술에서 선진국과 여전히 큰 격차가 있다

1.1 연구배경 및 필요성



Source: DDFresh 재무 보고서 (2021)

- ◆ 재무 보고서에 따르면 DDFresh는 약 120억 위안의 총 손실을 축적했다.
- ◆ 2019년부터 2021년까지 DDFresh의 순손실은 각각 18억 7300만 위안, 31억 7700만 위안, 64억 3000만 위안이었다. 올해 6월 15일 저녁 DDFresh는 보고 기간 동안 4억 7,740만 위안의 순손실을 기록한 2022년 1분기 재무 보고서를 발표했다.

- ‘2018~2023년 중국 신선식품 전자상거래 시장 규모 및 발전 전망’에 대한 분석 보고서에 따르면 2018년 신선식품 전자상거래 시장 거래액은 2,158억 위안에 달했지만 4,000개 이상의 중국의 신선 식품 전자 상거래 플랫폼 기업은 1%만 수익을 올렸다. 따라서 공급망 건설과 신선 식품 전자 상거래 및 유통 물류의 개선이 이 분야에서 경쟁의 초점이 되었다. 그러므로 신선식품 O2O 전자상거래의 물류 효율성에 대한 연구는 매우 중요한 의미가 있다.

1.2 Research Gap and differences

Research Gap

- 현재 콜드체인 물류의 효율성 평가에 관한 선행 연구는 대부분 전통적인 콜드체인 물류에 관한 것이며 날로 발전하는 신선식품 전자상거래에 관한 연구는 거의 없다.
- 3단계 dea법을 이용하여 신선식품 전자상거래의 콜드체인 물류 효율을 평가한 연구는 아직 미비하다.

Research Differences

지역을 단위로 중국 30개 성.시의 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류산업의 효율성 평가하였다

3단계 DEA를 이용하여 환경요인의 영향을 제거하면 각 성, 시의 신선식품 전자상거래 콜드체인 물류의 효율을 보다 객관적으로 평가할 수 있으며, Malmquist 지수의 도입은 매년 효율 상황을 동적으로 비교할 수 있다

1.3 연구목적

- 연구목적

본 연구에서는 3단계 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)과 맘퀴스트(Malmquist) 생산성 지수를 이용하여 중국 총 30개 성.시의 2017-2021년 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류업태와 관련된 데이터를 선택하여,콜드체인 물류업의 효율성을 분석하고, 업계 전체의 투입과 생산수준을 고려하며, 각 지표의 관계와 영향을 심층적으로 분석하였다. 이에 따라 중국 각 성.시 물류업의 발전 상황을 종합적으로 평가하여 물류 효율에 유익한 비전과 건의를 제시하여 중국 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 효율성을 높이고자 한다.

02 이론적 배경

- 신선식품 전자상거래
- 콜드체인 물류
- 물류 효율성
- DEA 모형

신선식품 전자상거래에 관한 선행연구

연구자	내용
Zhu Zijiang et al. (2021)	농산물 전자상들의 품질과 안전성이 농업의 지속 가능한 발전과 밀접한 관련이 있다고 지적하며, 전자상 플랫폼을 통해 농산물을 판매하고, 5G 사물인터넷 기술을 이용하여 농산물의 품질 추적 기능을 실현할 수 있으며, 어느 정도 농산물의 품질을 보장하고, 전자상 농산물의 영업수입을 높일 수 있다고 지적하였다
Fecke Wilm et al. (2018)	연구를 통해 인터넷이 농업 발전에서 점점 더 큰 역할을 하고 있는 것으로 밝혀졌으며, 독일 농민을 연구 대상으로, 단편적인 선택 실험 결과 독일 농민들이 전자상거래를 통해 수입을 올리고, 거래비용을 낮추고, 전자상거래를 받아들여 판매 채널을 넓힐 의향이 있음을 알 수 있다
Lin Jiabao et al. (2020)	농산물 공급망의 관점에서 농산물의 상품화에 대한 이해에는 공급망의 여러 부분이 포함되며, 전자상거래 플랫폼을 통해 거래비용을 낮추는 것을 바탕으로 모델 측정과 검사를 통해 전자상거래를 통해 소비자의 선호도를 잘 이해할 수 있다는 것을 보여 농산물 생산품 판매 조정을 더 잘 할 수 있도록 하였다.
Chen Shan et al. (2021)	신선식품 전자상거래의 특징을 결합하여 SERVQUAL 계량표와 LSQ 모델에 기반한 신선식품 물류서비스 품질평가 체계를 구축하고, 소비자를 위한 과학적이고 전면적인 신선식품 물류서비스 품질평가 시스템을 개발하여 신선식품 물류관리 서비스 수준을 향상시키기 위한 몇 가지 제안을 제공하였다

콜드체인 물류 효율성에 관한 선행연구

연구자	내용
Qiuyan Ma (2016)	농산물 콜드체인 물류 관련 투입과 산출 지표를 선정하고, 기본 DEA 모델을 이용하여 허난성 농산물 콜드체인 물류의 발전을 분석하였으며, 전자상거래의 관점에서 허난성 콜드체인 물류 발전의 문제점을 관련 대책과 건의하였다.
Sun Jian et al. (2016)	2단계 DEA 모델을 사용한 기초에 그리드 DEA 모델을 넣어 동북지방 농산물 콜드체인을 분석하고, 본문은 동북지방 농산물 콜드체인을 4가지 모델로 나누어 분석하고, 또 다른 모델의 생산방식 부분과정을 DEA 분석하여 각 문제에 대한 맞춤형 대책을 제시하였으며, 공급망 효율 연구에 경험을 참고하였다.
Li Jing(2014)	수산물 콜드체인 물류의 효율평가 연구를 수행하고, 고객가치와 공급망가치의 두 가지 관점에서 효율평가지표체계를 구축하고, 모회사의 수산물 콜드체인 물류의 성과를 종합하여 효능계수법과 계층분석법을 적용하여 평가하였다.
Luo Rong et al. (2014)	단계적 분석법과 모호성 종합평가법을 적용하여 신선농산물 콜드체인 물류의 효율성을 평가하였으며, 기업자본, 창고관리, 콜드체인 물류운송, 정보화관리 및 고객관리 등 5개 방면의 평가지표를 선정하고 전자상거래 배경을 결합하여 농산물 콜드체인 물류성과를 평가하였다.

콜드체인 물류 효율성에 관한 선행연구

연구자	내용
Hokey (2006)	고정자산, 콜드체인 차량, 콜드라이브러리 등을 투입지표로 선정해 DEA 모델을 사용해 선진국의 대표적인 콜드체인 물류업체들의 기술효율성을 분석한 결과 미국의 콜드체인 물류업체들이 다른 선진국들보다 기술효율성이 높은 것으로 나타났다.
Zhou (2008)	이단법으로 중국 내 대형 콜드체인 물류기업의 기술 효율을 분석해 총이익 등 기업 이익지표를 산출지표로 채택하고 거시적 차원에서 조정안을 제시했다.
Gunasekaran et al. (2001)	계획활동, 물류운영, 물류활동 특성 및 성과목표의 4단계 지표체계를 구축하여 콜드체인 물류의 효율수준을 평가하고 가치체인 관점에서 제3자 콜드체인 물류기업의 성과수준을 평가한다.
Joshi et al.(2011)	다양한 방법(델피법, 계층분석법 및 TOPSIS법)을 사용하여 한 회사의 콜드체인 물류 효율을 평가하고 동종 업계의 다른 회사와의 비교 분석을 통해 콜드체인 성능 개선 방안을 제시합니다.

2.3 물류 효율성

물류 효율성에 관한 선행연구

연구자	내용
김창범(2015)	- 한국 물류산업에 대해 DEA기법을 적용하여 효율성과 생산성을 분석하고, 패널 SFA기법과 Tobit모형을 적용하여 규모의 수익 패턴과 효율성의 결정요인을 분석하였다.
강다연 & 최영로 (2020)	- 종합물류서비스업의 경영효율성을 분석하기 위해 투입변수와 산출변수를 BCC-I모형과CCR-I모형을 적용하여 재무데이터를 토대로 분석하였다. 다중투입과 산출변수에 대한 데이터를 이용하여 재무적인 데이터를 경영효율성에 적용할 수 있는 DEA기법을 활용하여 효율성을 확인하였다.
김규원 et al. (2021)	- 유통산업의 급격한 성장과 함께 온라인 유통 부문의 주도권이 물류 서비스의 질(Quality)에 따라 변화되고 있는 현 흐름에 맞추어 유통기업 H사의 4개 그룹 유형별 총 69개의 유통사업장에 대한 물류 효율성을 DEA 모델(CCR, BCC, 규모의 효율성,초효율성)을 통해 분석하였다.
김재윤 et al., (2021)	- 한국 국내 물류기업의 매출액 기준 상위 140위에 속하는 기업들을 대상으로, 자료포락분석과 맘퀴스트분석을 통해 2009년부터 2018년까지의 정태적 효율성과 동태적 생산성을 분석하였다.
마진희 & 안영호 (2022)	- 한국에서 사업을 하고 있는 대표적인 물류기업들의 효율성과 생산성을 DEA 모델을 이용하여 Malmquist 생산성지수를 이용하여 물류기업들의 다기간 생산성의 변화 추이를 분석하고, 어떤 영향으로 생산성이 변화하였는지 파악한다

물류 효율성에 관한 선행연구

연구자	내용
Tian et al. (2018)	- 중국 54개 신선식품 전자상거래 기업을 대상으로 개선된 비시선방향, 비각도에 기반한 초효율 DEA 방법(Super-SBM 모델)을 적용해 신선식품 전자상거래 기업의 기술효율을 측정하고 기술-조직-환경(TOE) 분석틀에 기반해 기술효율의 영향요인을 추출한 후 Tobit 모델을 채택해 실증분석한 결과 대다수 기업은 자본, 인원, 시간 등 투입요소에 큰 낭비가 있으며 생산량 측면에서도 개선의 여지가 있었다..
Tian et al. (2018)	- 3단계 DEA 방법을 사용하여 환경 요인 및 랜덤 오차를 제어한 후 수직형 신선식품 전자상거래 상점의 경영 효율을 측정하였다.연구에 따르면 수직형 신선식품 전자상거래 기업의 효율은 전반적으로 낮고 보편적 규모의 효율이 낮을 뿐만 아니라 관리수준도 상대적으로 낮다. 환경요인은 수직형 신선전자 상인의 효율에 뚜렷한 영향을 끼친다. 그중 물류인프라 수준과 인구자질이 효율에 현저한 긍정적인 영향을 끼친다. 정보화 수준과 1인당 소득으로 대표되는 지역 경제 발전 수준은 효율에 현저한 부정적인 영향을 미친다..
Guoping et al., (2019)	- 중국 화동지역을 연구지역으로 선정하여 물류산업 중 물류창고, 우편 및 교통수송 등 산업의 투입산출 지표를 연구대상으로 하여 지역내 물류산업 투입산출 및 환경의 평균지표치를 명확히 하고, 3단계 DEA 모델을 구축하여 지역물류산업 효율을 측정하고, SFA 모델을 통해 관련 영향인자를 제거함으로써 비교적 정확한 지역물류산업 효율 측정 결과를 도출하였다.
Huihong et al., (2021)	- SBM에 기반한 3단계 DEA 방법을 사용하여 물류산업 효율 평가모델을 구축하고, 38개 공급망 시범도시의 2009-2018년 패널데이터에 대해 투입산출 효율측정을 실시하고, SFA 회귀모델을 사용하여 환경요인과 무작위 오차의 영향을 제거하고, 마지막으로 조정된 투입과 원래 생산량을 재측산합니다.실증 결과: 현재 공급망 시범도시 물류산업의 종합효율은 전반적으로 낮은 상태를 나타내고 있으며, 경제발전수준, 정부지원정도, 정부영향력 등 환경요인은 물류산업의 효율에 현저한 영향을 미치고 있다..

01

물류 효율성에 관한 연구방법:

연구방법	장점	단점
ABC법 (Activity Based Costing)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ -비용 요인은 코스트의 영향이 더욱 정확하다 ➤ 간접비 문제를 고려하였다 ➤ 쉽게 구할 수 없는 지표는 다른 지표끼리 사용해도 된다 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 단요소 분석법으로, 다투입 다출산 문제에 대해서는 처리하기 어렵다. ➤ 비용에 대한 연구, 비용의 합리적인 배분 방법이다.
Index System Method	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 방법이 간단하여, 이해하기 쉽다. ➤ 수형 시스템, 명료하고 명료하다. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 물류과정 중 어느 한 부분 계산에 적합하지만 전체 물류과정 계산에 적합하지 않음 ➤ 지표가 너무 많으면 계산하기 어렵다. 지표가 너무 적으면 계산 오차가 커서 완벽한 지표 시스템을 구축하기 쉽다
SFA법 (Stochastic Frontier Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 표적성이 강하여, 서로 다른 대상에 대해 서로 다른 생산 함수를 선택할 수 있다. ➤ 파라미터의 선정은 측정 결과를 더욱 정확하게 할 것이다. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 전형적인 파라미터 분석법은, 파라미터를 선택하기 어렵다. ➤ 단산을 많이 투입한 경우에만 사용한다. ➤ 계산 결과는 상대적인 유효와 상대적인 무효를 쉽게 구분할 수 있다
AHP법 (Analytic Hierarchy Process)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 비교적 강한 계통성을 가지고 있다 ➤ 필요한 정량 데이터가 적으며 복잡하고 어려운 수학 연산을 피하다 ➤ 목표가 명확하고 조작이 간단하다.계량화가 잘 안 되는 문제를 해결하기 쉽다 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 지표의 가중치는 확정하기 어렵다. ➤ 정량정보보다 정성정보가 많으며,주관성이 비교적 강하다 ➤ 대안 중에서 가장 나은 것을 선택할 수 있고 더 좋고 새로운 방안을 제공할 수 없다.
DEA법 (Data Envelopment Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 다투입 다산출 문제 해결에 적합하다 ➤ 미리 지표를 설정할 필요가 없는 가중치, 회피주관적인 영향은 더욱 객관성을 갖는다. ➤ 상대유효와 상대유효 단위를 쉽게 구분할 수 있다 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 마이너스 값 등의 결과는 처리하기 어렵다 ➤ 충분한 데이터가 필요하다

02

3단계 DEA(The Three-Stage DEA Model)에 관한 연구:

Fried(1999,2002)는 DEA 모델을 발견하여 효율평가를 실시함에 있어 통계적 소음(statistical noise)와 환경요인(environmental effects)의 영향을 고려하지 않고 환경요인과 통계적 소음을 DEA 모델에 도입하는 방법을 검토하는 논문 두 편을 발표하였으며, 첫 번째 글은 Tobit 모델을 사용하여 환경요인을 제거하였으나 통계적 소음을 분리하지 않고 두 번째 글은 SFA와 결합하여 환경요인과 통계적 소음의 영향을 제거하여 3단계 DEA 모델로 불린다.

1. Fried, H. O., Schmidt, S. S., & Yaisawarng, S. (1999). Incorporating the operating environment into a nonparametric measure of technical efficiency. *Journal of productivity Analysis*, 12(3), 249-267.
2. Fried, H. O., Lovell, C. K., Schmidt, S. S., & Yaisawarng, S. (2002). Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis. *Journal of productivity Analysis*, 17(1), 157-174.

2.4 3단계 DEA 모형

◆ 1단계: 기존 DEA 모델 분석 초기 효율

첫 번째 단계에서는 기존의 DEA 모델을 사용하여 원시 투입산출 데이터를 분석합니다. 구체적인 분석목적에 따라 적합한 투입 또는 산출지향 DEA 모델을 선택하고 3단계 DEA 모델을 활용하여 실증연구를 수행한 학자들은 대다수가 투입지향 BCC(규모별 보수 가변) 모델을 선택하였으며, 이 모델의 대우는 다음과 같다.

$$\begin{cases} \min \theta - \varepsilon (e^T S^- + e^T S^+) \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ S^+, S^-, \lambda_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

◆ 2단계: SFA 회귀 분석 환경요인과 랜덤 노이즈 제거함

2단계 주요 목표는 1단계 이완변수 $[X - X\lambda]$ 를 SFA 회귀를 통해 환경요인으로 분해하고 비효율과 통계적 소음을 관리하는 것이다. 1단계에서 투입지향으로 선택하면 1단계에서 이완변수를 회귀시킬 때 이완변수만 회귀분해한다. 투입지향 회귀함수의 형식은 다음과 같다.

$$S_{ni} = f(Z_i; \beta_n) + v_{ni} + \mu_{ni}, i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N$$

SFA를 이용하여 환경요인, 랜덤 간섭 및 관리 비효율항목을 분리한 후 투입변수를 조정하여 모든 DUM을 동일한 외부환경으로 조정하며, 조정식은 다음과 같습니다.

$$X_{ni}^* = X_{ni} + [\max(f(Z_i; \beta_n)) - f(Z_i; \beta_n)] + [\max(v_{ni}) - v_{ni}], i = 1, 2, \dots, N$$

◆ 3단계: 조정된 투입산출변수의 DEA 효율분석

조정된 투입변수 또는 산출변수 데이터를 다시 DEA를 이용하여 효율측정을 수행함으로써, 최종 효율값은 환경요인과 랜덤 간섭의 영향을 제거하는 것이 비교적 정확하다.

2.4 3단계 DEA

02

3단계 DEA(The Three-Stage DEA Model)에 관한 연구:

중국 내 학자들의 이 모델에 대한 소개는 2008년에 가장 먼저 나타났으며 Fang Yan, Bai Xianhua(2008)는 Fried et al.(2002)가 제시한 3단계 DEA 분석법을 이용하여 2001~2006년 중국 상업은행의 효율 체계를 실증적으로 연구하였다. 이후 이 모델에 대한 논문이 많아져 더 많은 업종에 적용됐지만 많은 학자들이 모델을 적용하는 데 이견을 보이고 있다.

이러한 차이점을 바탕으로 Luo Dengyue(2012)는 중국 학자들이 관리 비효율의 조건 추정 공식과 일부 학자들이 Jondrow et al.(1982)을 오용한 문제에 대해 JLMS 방법을 적용하여 도출한 3단계 DEA 모델 관리의 비효율성을 추정하는 정확한 공식을 제공합니다. CHEN Wei-wei 외(2014) 대 3단계 DEA 모델 2단계 이론 존재하는 불일치 및 문제를 연구하고, 관리 비효율 공식을 정리하고, 불일치가 있는 곳에서 도제를 진행하였으며, 도제 결과는 학자인 로댕댕의 도제와 일치한다. Meng Kui(2014)는 중국 중부 6개 성의 물류효율 평가에 대한 실증연구를 통해 3단계 DEA가 단일단계 DEA에 비해 분석과정에서 환경요인과 랜덤요인이 물류효율에 미치는 영향을 제거하여 보다 정확한 연구결과를 확인하였습니다. Li Songqing, He Qin(2016)은 3단계 DEA 모델을 사용하여 2013년 광둥성 21개 도시의 물류업 기술 효율을 측정하였으며, 그 결과 전통적인 DEA가 3단계 DEA에 비해 광둥성의 기술 효율과 규모 효율 값을 과대평가하고 순수 기술 효율 값을 과소평가하였다.

2.4 DEA-Malmquist법

Malmquist 전요소생산성지수는 금융, 의료, 산업 등의 부문에서 생산성 측정에 널리 활용되는 방법이다. DEA-Malmquist법은 DEA와 Malmquist 지수를 결합하여 거리함수를 기반으로 Malmquist 지수를 정의하고 이 방법은 인접한 두 개의 결정셀을 참조로 하여 분석효율이 향상되었는지 여부를 비교 분석합니다. t부터 t+1까지의 전요소생산성지수:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

3단계 DEA 방법은 여전히 정적 평가 모델에 속합니다. DMU에 대한 효율성 연구를 진행할 때 단일 기간의 효율성 수평적 비교 분석만 수행할 수 있습니다. 시간별 효율에 대한 종적 변동 분석은 불가능하며 생산 전선의 이동 상황은 더더욱 구현할 수 없습니다. DEA-Malmquist 지수법은 정적 모델 분석의 결함을 보완하여 효율 변동 상황의 분석과 생산 전선의 이동 상황을 모두 구현할 수 있습니다. 중국 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류효율 연구는 내부 각 지역 간의 효율 차이와 효율 동태 변화 상황에 주목해야 하기 때문에 3단계 DEA와 DEA-Malmquist법은 가로, 세로 효율 대비 연구를 진행한다.



03 연구 설계

3. 1 변수의 선정

■ 투입/산출 변수 선정:

변수 선정에 관한 선행연구

연구자	분석대상	투입 변수	산출 변수	환경 변수
Tian et al. (2018)	중국 신선식품 전자상거래 기업의 경영 효율성	<ul style="list-style-type: none"> 유통비용 인수 유통사간 	<ul style="list-style-type: none"> 매출액 	<ul style="list-style-type: none"> 물류 인프라 수준 정보화 수준 경제 발전 수준 인구자본
Huihong et al. (2021)	공급망 혁신 시범 도시의 물류 산업 효율성	<ul style="list-style-type: none"> 인력투입 재력투입 	<ul style="list-style-type: none"> 물류업 산출량 경제 산출량 	<ul style="list-style-type: none"> 경제 발전 수준 정부지원정도 정부의 영향력
Jian & Guo-bin (2011)	중국 물류 투입과 산출 효율성 분석	<ul style="list-style-type: none"> 수송 거리 물류인력 신규고정자산투입 	<ul style="list-style-type: none"> 화물회전량 화물수송량 지역총생산 	
Li-ying et al. (2018)	중국 장강 경제벨트의 물류 효율성 분석	<ul style="list-style-type: none"> 물류 인원수 물류고정자산투자액 탄소배출량 	<ul style="list-style-type: none"> 화물회전량 물류산업 총생산 	
김규원 et al. (2021)	유통사업장 물류 효율성 분석	<ul style="list-style-type: none"> 운송비 용역비 차량투입량 	<ul style="list-style-type: none"> 총 매출액 정상 매입율 Km당 매출액 	

변수 선정에 관한 선행연구

연구자	분석대상	투입 변수	산출 변수	환경 변수
Zhang Xu (2017)	광둥성 신선농산물 물류 효율	<ul style="list-style-type: none"> 물류 종사자 수 정보화 고정자산 투자 냉동창고 수량 운송원가 정부투자액 	<ul style="list-style-type: none"> 신선 농산물 화물 운송량 신선 농산물 회전량 이윤 총액 	<ul style="list-style-type: none"> GDP 인구수
Wang Bo et al. (2019)	지역물류효율	<ul style="list-style-type: none"> 물류업 취업자 임금총액 물류업 고정자산 투자 	<ul style="list-style-type: none"> 화물운송량 화물운송회전량 물류업 GDP 	<ul style="list-style-type: none"> 지역 사회 소비 소매 총액 지역 주민의 소비 수준
Ma Li-li et al. (2019)	중국 내륙 10개 성의 저탄소 물류 효율	<ul style="list-style-type: none"> 이산화탄소 배출량 물류 종사자 수 물류 고정자산 투입 	<ul style="list-style-type: none"> 물류 총생산액 화물운송량 	<ul style="list-style-type: none"> 대외무역액 교육경비 GDP
Wang Jingjing (2017)	지역택배효율	<ul style="list-style-type: none"> 택배점 밀도 택배 종사자 수 택배 고정자산 투자액 	<ul style="list-style-type: none"> 택배량 택배업무수입 	<ul style="list-style-type: none"> GDP 인터넷 발전 수준

3.1 변수의 선정

■ 투입/산출 변수 선정하는 이유:

- X1 인원수 (단위: 명)

Tian.등(2018)인터넷 기술의 발전은 정보화의 정도에 대한 요구가 점점 높아지고 있다. 신기술과 지능화물 물류설비의 효율적인 응용을 추진하기 위해서는 물류업에 있어서 물류업의 전문배경인재만이 이미 그 업계의 현재 인재에 대한 화상수요를 충족시킬 수 없다. 더욱이 물류업계와 인터넷업계의 융합에 의한 발전을 촉진하기 위해 인터넷기술을 겸비한 복합형인재가 필요하다.따라서 인적 요소는 투입 지표에서 반드시 주목해야 할 내용이다.

측정방법: 교통물류업자 총원* 콜드체인 인원의 비중

데이터 출처 : 중국 통계 연감 (비중 데이터: 중국 콜드체인 물류 발전 보고서)

- X2 유형자산투자 (단위: 억 위안)

Huihong등(2021)물류업의 생산 경영 과정에는 인재 방면의 자원 투입 외에 생산 수단의 투입이 필요하며, 물류업의 생산 경영 활동은 창고 저장, 운송, 배송 등의 전통적인 절차를 포함한다.

물류업 고정자산 총액과 정보화 고정자산 투자 총액을 합친 방식으로 고정자산 투자를 받는 것은 정보화 고정자산이 물류업 정보화 수준에 반영될 수 있다는 점을 감안한 것이다.

측정방법: 교통물류 고정자산 투자액+ 정보통신 고정자산 투자액

데이터 출처: 중국 투자 통계 연감

3.1 변수의 선정

■ 투입/산출 변수 선정하는 이유:

- Y1 판매액 (단위: 억 위안)

Tian.등(2018)&김규원 등(2021)

측정방법: 전자상거래 거래액* 신선식품의 비중

데이터 출처 : 중국 통계 연감 (비중 데이터: CNNIC 중국 인터넷 정보 센터)

- Y2 화물유통량 (단위: 만 톤)

Zhang Xu(2017)화물 운송량은 물류 산업의 운송 생산 과정에서의 피드백을 반영하여, 물류업의 운송 업무가 국민 경제의 서비스에 기여하는 상황을 나타내며, 물량으로부터 물류업의 산출량을 반영한다.

측정방법: 교통물류 화물유통량* 신선식품의 비중

데이터 출처: 중국 통계 연감(비중: 중국 물류 연감)

3.1 변수의 선정

■ 투입/산출 변수 선정:

구분	변수	단위	정의	
투입	X1	인원수	명	콜드체인 물류 당업자 인원수
	X2	유형자산투자	억 위안	콜드체인물류 고정 자산의 투자액
	X3	냉장창고 용량	m ³	냉장창고 저장 가능한 공간
산출	Y1	매출액	만 위안	신선식품 전자상거래 매출 금액
	Y2	화물 유통량	만 톤	전자상거래 신선식품 유통의 중량
환경	Z1	물류 인프라 수준	km	기업이 위치한 지역의 고속도로 주행거리
	Z2	정보화 수준	개	기업 지역 백 인당 인터넷 광대역 접속 포트 수
	Z3	경제 발전 수준(GDP)	만 위안	기업소지 1인당 국민소득
	Z4	인구수	명	인구의 수량

■ 데이터:

- 중국 30개 성의 식선식품 전자상거래 콜드체인 물류 효율성 분석한다.
- 기간:
2017~2021년 총 5년



04 결과 분석

4.1 1단계 실증 결과 분석

순수 기술 효율은 DMU가 일정(최적 규모일 때) 투입하는 요소의 생산성을 반영한다.

규모 효율성은 실제 규모와 최적 생산 규모의 차이를 반영한다.

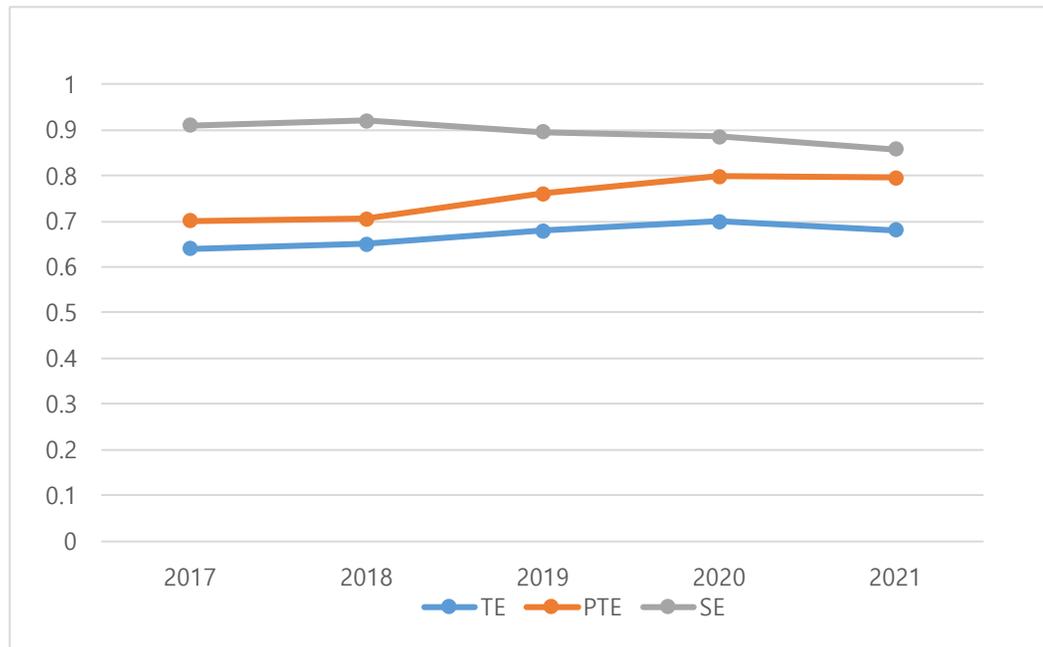
일반적으로 종합기술효율(TE)=순수기술효율(PTE)×규모효율(SE)로 본다.

종합기술효율은 의사결정단위의 자원배분능력, 자원사용효율 등 다방면의 능력을 종합적으로 측정하고 평가하는 것이다.

순수 기술 효율은 기업의 관리 및 기술 등의 요인으로 인해 영향을 받는 생산 효율이며, 규모 효율은 기업의 규모 요인에 의해 영향을 받는 생산 효율이다.

포괄적인 기술 효율은 1이며 의사 결정 단위의 투입 및 산출이 포괄적이고 효과적, 즉 기술적 효과와 규모적 효과임을 나타낸다.

순수기술효율은 1로 현재 기술수준에서 투입자원의 사용이 효율적이라는 것을 의미하며 종합적 유효성에 도달하지 못한 근본원인은 규모가 비효율적이기 때문에 개혁의 초점은 규모효율을 어떻게 더 잘 발휘하느냐에 있다.



2017-2021년 중국 전국 평균 효율값 결과

1단계 분석에서 모델 연산을 위한 외부 환경 요인을 제거하지 않고 중국 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 산업의 효율은 일반적으로 [0.6, 0.93]에서 변동하는 비교적 높은 수준이지만 콜드체인 물류 효율은 전반적으로 하향 추세를 보이고 있으며 TE는 2017년 0.64에서 2020년 0.70으로 23.5%, PTE는 2017년 0.701에서 2020년 0.799로 15.2% 증가하였다. SE는 2017년부터 2021년까지 모두 감소하여 2017년 0.91에서 2021년 0.858로 감소했으며 전체적으로 16.3% 소폭 감소하였다. TE와 PTE의 변화 경향은 유사하므로 조정 전 TE 값은 PTE의 영향을 크게 받으며 세 가지 효율 값은 연구 기간 후반에 전반적으로 감소하는 경향을 보인다.

4.1 1단계 실증 결과 분석



DMU	2017			2018			2019			2020			2021		
	TE	PTE	SE												
Beijing	0.92	0.968	0.95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.98	1	0.98
Shanghai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tianjin	0.304	0.309	0.985	0.305	0.32	0.954	0.355	0.396	0.896	0.457	0.548	0.833	0.475	0.535	0.888
Hebei	0.642	0.768	0.836	0.758	0.758	0.999	0.815	0.816	1	0.783	0.892	0.878	0.756	0.867	0.871
Jiangsu	0.501	0.556	0.902	0.486	0.607	0.802	0.573	0.637	0.899	0.63	0.734	0.859	0.676	0.765	0.884
Zhejiang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fujian	0.515	0.516	0.997	0.525	0.53	0.991	0.539	0.546	0.989	0.545	0.548	0.994	0.591	0.6	0.986
Guangdong	0.945	1	0.945	0.902	1	0.902	1	1	1	1	1	1	0.96	1	0.96
Shandong	0.509	0.97	0.525	0.601	1	0.601	0.624	1	0.624	0.689	1	0.689	0.535	1	0.535
Hainan	0.23	0.289	0.795	0.18	0.241	0.747	0.199	0.453	0.44	0.158	1	0.158	0.149	0.65	0.229
Shanxi	0.446	0.458	0.973	0.577	0.601	0.96	0.697	0.732	0.952	0.794	0.881	0.901	1	1	1
Anhui	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jiangxi	0.631	0.638	0.989	0.815	0.874	0.932	0.951	1	0.951	0.928	0.972	0.955	1	1	1
Hunan	0.706	0.73	0.966	0.739	0.741	0.998	0.816	0.823	0.992	0.646	0.694	0.931	0.59	0.719	0.821
Hubei	0.376	0.5	0.752	0.43	0.524	0.819	0.504	0.573	0.881	0.544	0.62	0.878	0.417	0.478	0.874
Henan	0.548	0.735	0.745	0.646	0.734	0.88	0.643	0.801	0.802	0.647	0.792	0.817	0.521	0.768	0.678
Inner Mongolia	0.715	0.771	0.928	0.603	0.609	0.992	0.688	0.706	0.975	0.655	0.67	0.977	0.631	0.68	0.928
Guangxi	0.666	0.67	0.994	0.846	0.865	0.978	0.943	0.991	0.951	0.887	0.89	0.997	0.94	1	0.94
Chongqing	0.334	0.363	0.919	0.365	0.366	0.997	0.425	0.427	0.994	0.464	0.471	0.985	0.498	0.509	0.977
Sichuan	0.492	0.632	0.778	0.583	0.608	0.96	0.629	0.646	0.974	0.756	0.846	0.893	0.762	0.773	0.987
Guizhou	0.643	0.696	0.924	0.635	0.726	0.875	0.693	0.766	0.905	0.591	0.641	0.921	0.573	0.628	0.913
Yunnan	1	1	1	0.6	0.624	0.961	0.683	0.719	0.949	0.724	0.757	0.957	0.697	0.736	0.948
Shaanxi	0.878	0.884	0.993	0.697	0.699	0.997	0.61	0.619	0.985	0.655	0.687	0.954	0.829	0.901	0.92
Gansu	0.468	0.557	0.841	0.572	0.577	0.99	0.597	0.681	0.876	1	1	1	0.575	0.718	0.802
Qinghai	1	1	1	1	1	1	0.447	1	0.447	0.29	1	0.29	0.31	1	0.31
Ningxia	0.955	1	0.955	0.73	1	0.73	0.71	1	0.71	0.902	1	0.902	0.786	1	0.786
Xinjiang	0.468	0.48	0.975	0.483	0.505	0.956	0.441	0.47	0.939	0.57	0.64	0.89	0.267	0.286	0.934
Liaoning	0.473	0.708	0.668	0.447	0.65	0.688	0.732	0.738	0.992	1	1	1	1	1	1
Jilin	0.502	0.52	0.966	0.718	0.734	0.979	0.829	1	0.829	0.407	0.409	0.996	0.66	1	0.66
Heilongjiang	0.319	0.324	0.987	0.257	0.278	0.924	0.234	0.259	0.901	0.265	0.285	0.927	0.218	0.238	0.918

1단계 DEA 모델 결과 2017년부터 2021년까지 모두 최적 효율 값에 도달한 성은 상하이, 저장, 안후이였으며, 이는 신선 식품 전자상거래 콜드체인 물류에 대한 이 3개 성 및 도시의 투입이 최상의 생산량에 도달했음을 나타낸다. 하이난성의 효율 값이 너무 낮기 때문에, 앞으로 기술 수준을 높일 뿐만 아니라, 규모 방면에서도 증대를 진행해야 한다.

순수 기술 효율의 관점에서 중국 30개 성 및 도시의 신선 식품 전자 상거래 콜드 체인 물류 효율성을 관찰하면 상하이, 베이징, 저장, 안후이, 윈난, 칭하이, 닝샤, 지린, 랴오닝의 순수 기술 효율이 2017-2021년 효율의 최전선에 도달했음을 알 수 있다. 천진, 흑룡강, 신장의 순수 기술 효율은 비교적 떨어진다. 이 세 곳의 종합 기술 효율은 주로 순수 기술 효율의 영향을 받는다. 콜드 체인 물류 기술의 향상에 주의를 기울여야 한다. 인터넷 기술, 물류 설비, 과학 기술 수준, 관리 수준 등 다방면에서 실력을 높여야 한다.

4.1 1단계 실증 결과 분석

DMU	2017	2018	2019	2020	2021
Beijing	irs	-	-	-	irs
Shanghai	-	-	-	-	-
Tianjin	irs	irs	irs	irs	irs
Hebei	drs	-	-	drs	drs
Jiangsu	drs	drs	drs	drs	drs
Zhejiang	-	-	-	-	-
Fujian	irs	irs	irs	irs	irs
Guangdong	drs	drs	-	-	drs
Shandong	drs	drs	drs	drs	drs
Hainan	irs	irs	irs	irs	irs
Shanxi	drs	irs	irs	irs	-
Anhui	-	-	-	-	-
Jiangxi	irs	irs	irs	irs	-
Hunan	drs	irs	irs	drs	drs
Hubei	drs	drs	drs	drs	drs
Henan	drs	drs	drs	drs	drs
Inner Mongolia	drs	irs	irs	irs	irs
Guangxi	irs	drs	irs	irs	irs
Chongqing	drs	drs	irs	irs	irs
Sichuan	drs	drs	drs	drs	irs
Guizhou	irs	irs	irs	irs	irs
Yunnan	-	irs	irs	irs	irs
Shaanxi	drs	drs	irs	drs	irs
Gansu	irs	drs	irs	-	irs
Qinghai	-	-	irs	irs	irs
Ningxia	irs	irs	irs	irs	irs
Xinjiang	irs	irs	irs	irs	irs
Liaoning	drs	drs	irs	-	-
Jilin	irs	drs	irs	drs	irs
Heilongjiang	irs	irs	irs	irs	irs

규모 효율성 값 중 베이징, 상하이, 저장, 광둥, 안후이는 2017-2021년 대부분의 기간 동안 규모 보수를 변경하지 않았으며, 이는 이러한 성 및 도시의 물류 규모 요소 배치가 비교적 합리적임을 나타낸다.

텐진, 푸젠, 산시, 장시, 광시, 구이저우, 닝샤, 신장, 흑룡강은 규모 효율이 증가하는 수준에 있어 각종 자원의 투입을 늘리고 규모 효율의 증가를 통해 규모 효율을 높여야 한다.

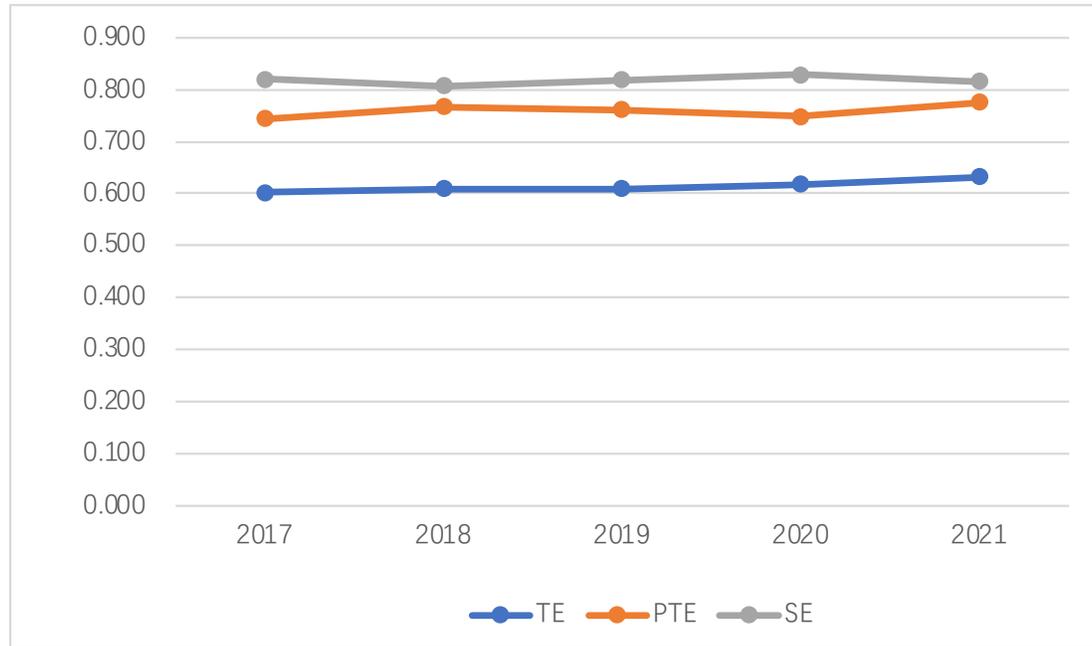
규모 보수가 체감하는 상태를 보이는 장쑤와 허베이도 있는데, 규모 배치가 불합리해 자원 투입 후 얻은 생산량이 적정 수익보다 낮아 앞으로 신선식품 전자상거래 콜드체인 물류 산업을 더욱 자세히 계획해야 한다.

4.1 2단계 실증 결과 분석



	인원수		유형자산투자		냉동창고 용적	
	회귀계수	T값	회귀계수	T값	회귀계수	T값
상수항	-1740	-1.98	-1623	-1.25	185759	2.33
물류 인프라 수준	-0.0648	-4.33	-0.129	-3.21	-25.339	-2.59
정보화 수준	59.3188	9.55	52.23	4.61	-1791.54	-9.65
경제 발전 수준(GDP)	-0.039	-3.67	-0.018	-2.45	6.57609	4.67
인구수	0.3029	4.66	0.3145	3.47	0.4341	2.89
σ^2	1.98E+08	6.55	1.34E+07	4.23	1.98E+08	7.52
γ	0.993	9.55	0.992	3.68	0.83	3.23
likelihood function	-12E+05		-1.66E+07		5.6E+04	

판단기준은 T검정의 절대값이 2.05보다 크면 $p=0.05$ 의 유의수준에서 유의하며, T값은 양(+)의 영향을, T값은 음(-)의 영향을 나타낸다.



3단계: 2017-2021년 중국 전국 평균 효율값 결과

3단계 DEA 모델의 결과, 2단계 SFA 회귀분석 및 조정 후 3단계 종합효율값은 해마다 증가하는 경향을 보였으나 값은 1단계보다 약간 낮았으나 콜드체인 물류 효율 변동 수준은 상대적으로 작아 정보화 수준, 경제 발전 등 외부 환경 요인이 신선식품 전자상거래 콜드체인 물류의 발전에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 변화추세의 관점에서 SE와 PTE의 변화추세는 반대상황에 속하므로 조정전의 TE값은 PTE의 영향을 크게 받아 환경요인을 제거한 후 SE효율값과 PTE는 상호제한관계에 있음을 알 수 있다.

4.1 3단계 실증 결과 분석



DMU	2017			2018			2019			2020			2021		
	TE	PTE	SE												
Beijing	0.506	0.555	0.911	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shanghai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tianjin	0.232	0.262	0.887	0.249	0.285	0.875	0.259	0.302	0.858	0.275	0.31	0.889	0.252	0.286	0.88
Hebei	0.874	0.892	0.98	0.841	0.897	0.938	0.965	1	0.965	1	1	1	1	1	1
Jiangsu	0.457	0.54	0.846	0.649	0.681	0.953	0.577	0.641	0.901	0.587	0.738	0.796	0.599	0.757	0.792
Zhejiang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fujian	0.431	0.439	0.982	0.464	0.468	0.992	0.481	0.488	0.985	0.482	0.491	0.983	0.521	0.539	0.968
Guangdong	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shandong	0.739	0.971	0.761	0.787	1	0.787	0.8	1	0.8	0.789	1	0.789	0.699	1	0.699
Hainan	0.129	0.272	0.475	0.137	0.254	0.537	0.147	0.295	0.498	0.107	0.342	0.314	0.103	0.264	0.39
Shanxi	0.558	0.588	0.949	0.696	0.904	0.771	0.781	0.972	0.804	0.745	1	0.745	0.972	1	0.972
Anhui	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jiangxi	0.701	0.747	0.939	0.742	0.892	0.831	0.856	0.987	0.867	0.817	1	0.818	0.925	1	0.925
Hunan	0.723	0.731	0.99	0.749	0.771	0.972	0.815	0.839	0.971	0.7	0.713	0.982	0.692	0.721	0.96
Hubei	0.465	0.5	0.931	0.497	0.525	0.948	0.55	0.573	0.959	0.581	0.619	0.938	0.441	0.478	0.923
Henan	0.847	0.864	0.98	0.844	0.885	0.954	0.854	0.858	0.995	0.785	0.846	0.928	0.721	0.79	0.913
Inner Mongolia	0.645	0.833	0.774	0.566	0.577	0.981	0.644	0.692	0.931	0.59	0.62	0.951	0.544	0.659	0.826
Guangxi	0.813	0.888	0.916	0.768	0.934	0.822	0.821	1	0.821	0.849	0.971	0.874	0.804	1	0.804
Chongqing	0.316	0.362	0.872	0.309	0.338	0.916	0.397	0.4	0.993	0.455	0.473	0.962	0.478	0.542	0.882
Sichuan	0.611	0.623	0.98	0.576	0.597	0.963	0.613	0.634	0.967	0.799	0.817	0.978	0.71	0.737	0.964
Guizhou	0.687	1	0.687	0.569	1	0.569	0.618	1	0.618	0.539	0.828	0.652	0.478	0.615	0.777
Yunnan	0.794	1	0.794	0.655	0.788	0.83	0.693	0.873	0.794	0.694	0.755	0.92	0.596	0.646	0.922
Shaanxi	0.645	0.938	0.688	0.546	0.655	0.833	0.504	0.553	0.911	0.612	0.651	0.94	0.64	0.851	0.752
Gansu	0.685	1	0.685	0.525	1	0.525	0.587	1	0.587	0.669	1	0.669	0.626	1	0.626
Qinghai	0.163	1	0.163	0.175	1	0.175	0.195	1	0.195	0.156	1	0.156	0.127	1	0.127
Ningxia	0.418	1	0.418	0.386	1	0.386	0.403	1	0.403	0.503	1	0.503	0.446	1	0.446
Xinjiang	0.412	0.485	0.85	0.418	0.592	0.706	0.455	0.564	0.806	0.485	0.605	0.801	0.22	0.289	0.759
Liaoning	0.659	0.714	0.923	0.579	0.651	0.89	0.735	0.754	0.974	0.816	0.908	0.899	0.828	0.833	0.993
Jilin	0.249	0.786	0.317	0.267	0.935	0.285	0.294	1	0.294	0.311	0.385	0.807	0.311	1	0.311
Heilongjiang	0.289	0.322	0.897	0.278	0.369	0.753	0.266	0.326	0.816	0.254	0.325	0.782	0.213	0.247	0.862

3단계 조정 후 중국 30개 성 및 도시의 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 효율성 분석 결과는 다음과 같다. 상하이와 안후이의 조정 전후의 종합 기술 효율은 모두 1이다. 즉, 종합 환경 교란 종합 기술 효율을 고려하든 고려하지 않든 물류 효율을 실현한다.

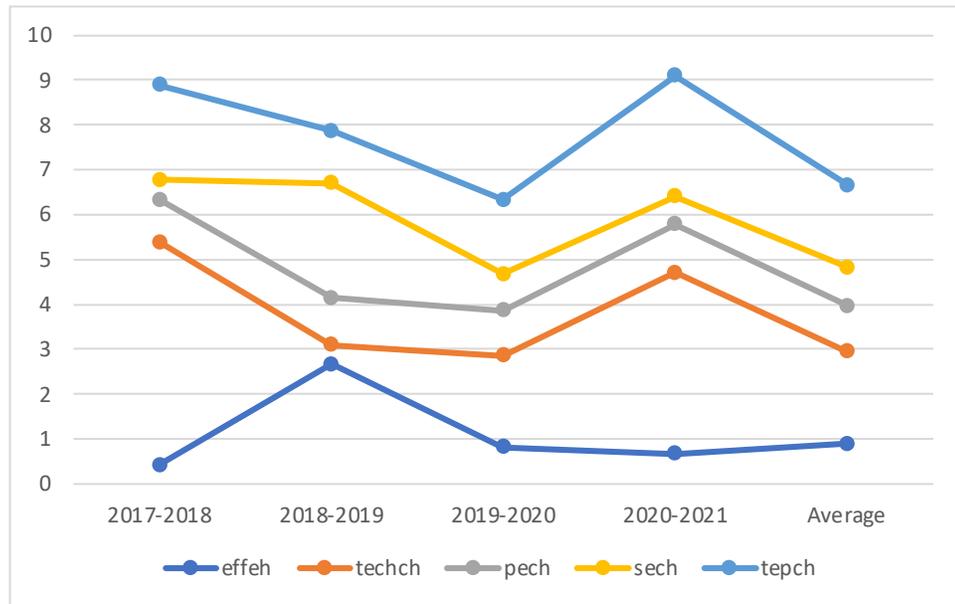
베이징, 저장, 광둥, 랴오닝은 1단계 평균 효율이 크게 향상되었으며 전체 평균 수준이 0.016 증가하여 환경 요인을 제거한 후 신선 식품 전자 상거래 콜드 체인 운송이 교통이 편리하고 경제가 고도로 발달한 지역에 더 큰 이점이 있음을 나타냅니다.

4.1 3단계 실증 결과 분석

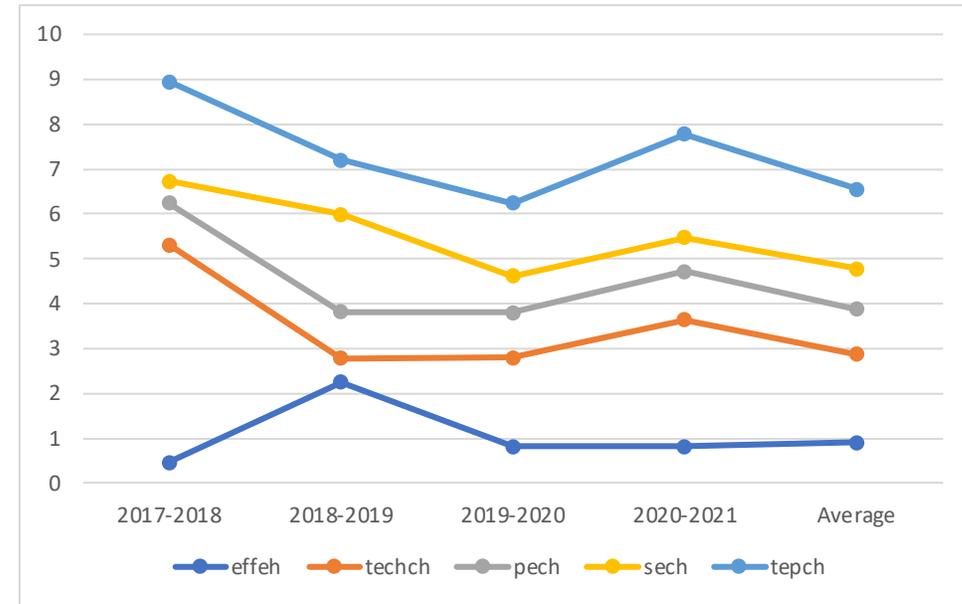
DMU	2017	2018	2019	2020	2021
Beijing	drs	-	-	-	-
Shanghai	-	-	-	-	-
Tianjin	irs	irs	irs	irs	irs
Hebei	irs	irs	irs	-	-
Jiangsu	drs	drs	drs	drs	drs
Zhejiang	-	-	-	-	-
Fujian	drs	irs	irs	irs	irs
Guangdong	-	-	-	-	-
Shandong	drs	drs	drs	drs	drs
Hainan	irs	irs	irs	irs	irs
Shanxi	irs	irs	irs	irs	irs
Anhui	-	-	-	-	-
Jiangxi	irs	irs	irs	irs	irs
Hunan	drs	irs	irs	drs	drs
Hubei	drs	drs	drs	drs	drs
Henan	irs	irs	irs	drs	drs
Inner Mongolia	irs	irs	irs	irs	irs
Guangxi	irs	irs	irs	irs	irs
Chongqing	drs	drs	irs	irs	irs
Sichuan	drs	drs	drs	irs	irs
Guizhou	irs	irs	irs	irs	irs
Yunnan	irs	irs	irs	irs	irs
Shaanxi	irs	irs	irs	irs	irs
Gansu	irs	irs	irs	irs	irs
Qinghai	irs	irs	irs	irs	irs
Ningxia	irs	irs	irs	irs	irs
Xinjiang	irs	irs	irs	irs	irs
Liaoning	drs	drs	irs	irs	irs
Jilin	irs	irs	irs	irs	irs
Heilongjiang	irs	irs	irs	irs	irs

베이징, 상하이, 저장, 광둥, 안후이는 연구연도의 대부분 기간 동안 규모효율을 그대로 유지하였고, 장쑤와 산둥은 규모효율이 감소하였다. 2단계 조정을 거친 후, 1단계 물류효율보다 최적의 최전선에 더 가까워졌지만, 물류업의 규모요소의 투입강도는 최상에 도달하지 못하여 물류업에 일정자원을 투입하였으나 최종적으로 얻은 생산량은 당연히 가져와야 할 수익보다 훨씬 낮아 각종 자원의 투입을 증가시켜야 하며, 규모효율을 증가시켜 규모효율을 높여야 한다.

4.2 DEA-Malmquist 실증 결과 분석



1단계 결과



3단계 결과

1단계에서 환경변수를 제거하지 않은 생산성 함수의 향상은 주로 기술 진보와 순수 기술 효율의 향상에 기인한다. 3단계 환경변수 제거의 생산성 함수의 향상도 주로 기술 진보, 순수 기술 효율의 향상에 기인하며, 주로 규모 효율과 기술 진보 방면에 영향을 준다.

4.2 DEA-Malmquist 실증 결과 분석

	effh	techh	pech	sech	tepch
Beijing	1.177	2.677	1	1.177	3.15
Shanghai	1.099	2.175	0.998	1.101	2.39
Tianjin	1.056	1.878	1	1.056	1.984
Hebei	1.047	1.78	1.03	1.016	1.864
Jiangsu	1	1.664	1	1	1.664
Zhejiang	1.17	2.531	1.127	1.038	2.962
Fujian	1.148	2.127	1.129	1.017	2.441
Guangdong	1.139	1.851	1.122	1.015	2.107
Shandong	1.209	1.57	1.057	1.143	1.899
Hainan	1.124	1.464	1	1.124	1.646
Shanxi	0.827	2.347	1	0.827	1.941
Anhui	0.797	2.132	1.003	0.795	1.699
Jiangxi	0.79	1.841	0.998	0.792	1.454
Hunan	0.803	1.727	0.999	0.804	1.388
Hubei	0.797	1.591	1	0.797	1.269
Henan	0.727	1.883	0.983	0.739	1.368
Inner Mongolia	0.696	1.722	0.985	0.706	1.198
Guangxi	0.709	1.624	0.992	0.714	1.151
Chongqing	0.724	1.506	0.985	0.735	1.09
Sichuan	0.734	1.391	1	0.734	1.02
Guizhou	0.954	2.726	1	0.954	2.601
Yunnan	0.957	2.364	1.017	0.941	2.262
Shaanxi	0.972	2.14	1.017	0.955	2.079
Gansu	0.977	2.065	1.008	0.969	2.018
Qinghai	0.963	1.899	1	0.963	1.829
Ningxia	0.804	2.36	1	0.804	1.898
Xinjiang	0.816	2.297	1	0.816	1.874
Liaoning	0.817	2.225	1	0.817	1.818
Jilin	0.817	2.076	1	0.817	1.697

1단계

	effh	techh	pech	sech	tepch
Beijing	1.177	2.744	1	1.177	3.229
Shanghai	1.099	2.175	0.998	1.101	2.39
Tianjin	1.044	1.876	1	1.044	1.96
Hebei	1.047	1.775	1.03	1.016	1.859
Jiangsu	1	1.674	1	1	1.674
Zhejiang	1.17	2.633	1.127	1.038	3.08
Fujian	1.138	2.175	1.129	1.008	2.475
Guangdong	1.122	1.911	1.123	1	2.145
Shandong	1.209	1.664	1.057	1.143	2.012
Hainan	1.127	1.615	1	1.127	1.821
Shanxi	0.723	2.561	1	0.723	1.852
Anhui	0.737	2.166	1.003	0.735	1.596
Jiangxi	0.729	1.883	0.998	0.731	1.373
Hunan	0.754	1.74	0.999	0.755	1.313
Hubei	0.752	1.603	1	0.752	1.205
Henan	0.6	2.207	0.983	0.61	1.324
Inner Mongolia	0.62	1.93	0.985	0.629	1.196
Guangxi	0.663	1.768	0.992	0.669	1.173
Chongqing	0.679	1.65	0.985	0.689	1.12
Sichuan	0.698	1.511	1	0.698	1.055
Guizhou	0.938	3.117	1	0.938	2.922
Yunnan	0.935	2.654	1.02	0.917	2.482
Shaanxi	0.944	2.384	1.019	0.926	2.249
Gansu	0.98	2.234	1.009	0.972	2.19
Qinghai	0.946	2.073	1	0.946	1.962
Ningxia	0.789	2.67	1	0.789	2.106
Xinjiang	0.851	2.301	1	0.851	1.958
Liaoning	0.841	2.204	1	0.841	1.853
Jilin	0.849	2.025	1	0.849	1.72
Heilongjiang	0.902	1.873	1	0.902	1.689

3단계

기술효율지수(effh)를 보면 베이징, 상하이, 텐진, 허베이, 저장, 푸젠, 광둥, 산둥, 하이난은 5년간 기술효율지수가 1보다 커 이들 성의 기술효율이 증가하고 있음을 알 수 있다.

기술변화지수(tech)를 보면 전국 평균 기술변화지수는 0.9315로 기술변화율이 6.85%포인트 낮아져 1단계보다 0.7%포인트 높아졌다.

총요소생산성(tpch)을 보면 환경요인을 제거한 후 총요소생산성이 5% 높아져 기술진보와 기술효율이 높아져 물류산업 발전수준에 뚜렷한 향상효과가 있음을 알 수 있다.



05 결론

1. 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 산업의 규모와 효율성을 향상시킨다.
2. 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 인프라 건설을 강화한다.
3. 기술 혁신을 통해 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류의 정보화 수준을 높인다.
4. 관련 정책을 개선하고 지역 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 산업의 조화로운 발전을 촉진합니다.
5. 물류 효율 최전방 성 및 지역의 경쟁 우위를 활용하여 전자상거래 신선식품 콜드체인 물류 산업의 시너지 효과를 강화한다.

5.연구의 한계점 및 향후 연구 방향

(1) 데이터 선택의 한계.

물류업계는 다산업 연동에 관련되어 있기 때문에, 특히 인터넷의 급속한 발전과 관련 네트워크 기술의 추진 하에, 물류업계는 갈수록 지능화되고, 정보 교환도 갈수록 편리해진다.그러나 관련 세부자료는 통계연감이나 관보에 성장률로 나타나는 경우가 많아 관련자료 수집에 한계가 있고, 연감은 일반적으로 전년도 통계자료를 수록하고 있어 시효상 지연이 있다.따라서 본 연구의 데이터 선정은 물류효율 평가의 정확도에 영향을 미칠 수 있으므로 향후 연구에서 더욱 최적화할 필요가 있다.

(2)지표구축의 단편성

본 연구에서는 평가지표 체계를 구축할 때 다른 학자들의 관련 연구를 많이 읽고, 그들이 선택한 지표를 분석 및 요약하고, 본 연구의 연구 문제를 결합하여 최종 평가지표 체계를 확정한다.그러나 데이터의 가용성을 고려하여 물류 분야에 관련된 모든 데이터를 포함할 수 없으며, 얻을 수 있는 교통, 운송 및 창고 유형의 데이터만 물류 산업의 구체적인 발전 상황을 대체할 수 있다.따라서 앞으로 지표를 선택할 때 더욱 전면적으로 고려해야 하며, 물류 효율에 대한 평가는 통일된 평가지표 체계를 형성하는 것이 앞으로 심도 있게 논의할 수 있는 분야이다.

- Battese George Edward & Coelli Tim J. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical economics*, 20(2), 325-332.
- Cang Ying-mei & Wang Du-chun. (2021). A comparative study on the online shopping willingness of fresh agricultural products between experienced consumers and potential consumers. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 30, 100493.
- Caves Douglas W, Christensen Laurits R, & Diewert W Erwin. (1982). Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers. *The economic journal*, 92(365), 73-86.
- Charnes Abraham, Cooper William W, & Rhodes Edwardo. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- CHEN Ji-ming, LIU Fang, HE Zhong-wei, & WANG Chen. (2017). Study on the Efficiency and Influencing Factors of Cold Chain Logistics of Dairy Products in Beijing-Tianjin-Hebei Region. *Chinese Journal of Animal Science*, 53(11), 123-128+143.
- Chen Jihong, et al. (2016). Operational efficiency evaluation of iron ore logistics at the ports of Bohai Bay in China: Based on the PCA-DEA Model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016.
- Chen L. M., et al. (2021). Determinants of Consumer's Purchase Intention on Fresh E-Commerce Platform: Perspective of UTAUT Model. *Sage Open*, 11(2).
- Chen Shan, Wang Yibing, Han Shuihua, & Lim Ming K. (2021). Evaluation of fresh food logistics service quality using online customer reviews. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-17.
- CHEN Wei-wei, ZHANG Lei, MA Tie-hu, & LIU Qiu-ling. (2014). Research on Three-stage DEA Model. *Systems Engineering*, 32(09), 144-149.
- Chen Zhensheng, et al. (2020). Technical efficiency of regional public hospitals in China based on the three-stage DEA. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9383.
- Ciasullo Maria, Cosimato Silvia, & Troisi Orlando. (2015). How to Keep the Cold Chain Safe, Secure and Competitive. An Italian Case Study of a Fruit and Vegetables Cold Chain.
- Fecke Wilm, Danne Michael, & Musshoff Oliver. (2018). E-commerce in agriculture—The case of crop protection product purchases in a discrete choice experiment. *Computers and electronics in agriculture*, 151, 126-135.

- 김규원, 외. (2021). DEA 모형을 활용한 유통사업장 물류 효율성 분석 -유통기업 H사 사례를 중심으로. 물류학회지, 31, 31-42
- 김재윤, 외. (2021). 국내 물류기업의 효율성과 생산성 분석. 한국생산관리학회지, 32, 199-216
- 김창범. (2015). 한국 물류산업의 효율성과 생산성: 비모수적 기법과 모수적 기법의 적용. 해운물류연구, 31, 587-620
- 마진희 & 안영효. (2022). 한국 물류기업들의 경영효율성 및 다기간 생산성 분석. 물류학회지, 32, 43-52
- 이동원 & 전정환. (2019). 3단계 DEA를 이용한 농업기계산업의 효율성 분석. 산업혁신연구, 35, 31-55



THANK YOU TO LISTEN AND
HOPE FOR CRITICISM
GUIDANCE