

Food Choice Index (FCI)

식량안보 다음의 측정체계

버전 0.1 --- 연구 제안서

기준일: 2026년 9월 3일

방법론적 고지: FCI는 FAO, WHO, World Bank 또는 UN이 현재 공식 채택한 국제지표가 아니다. 기존 식량안보·영양·식품시스템 지표 위에 인간의 음식 선택권을 추가로 측정하기 위한 연구 프레임워크다. "50가지 음식" 역시 현재 국제적으로 검증된 기준이 아니며 연구 가설로만 다룬다.

1. 연구의 출발점

FAO의 식량안보 개념은 모든 사람이 언제나 충분하고 안전하며 영양가 있는 음식에 물리적·사회적·경제적으로 접근하고, 그 음식이 식생활상의 필요와 선호를 충족해야 한다고 설명한다. 전통적으로 availability, access, utilization, stability가 핵심 차원이었고, FAO의 최신 개념 설명은 agency와 sustainability의 중요성도 인정한다.

출처: - FAO Food Security Concepts:

https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/docs/concepts_guide.pdf -

FAO AGROVOC:

https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/page/?clang=en&uri=c_10967

그럼에도 실제 정책지표는 기아, 식량불안, 건강한 식단 비용, 영양, 식품가격, 식품손실 등을 중심으로 구성된다.

이 연구는 다음 질문을 추가한다.

한 개인이 실제로 선택할 수 있는 음식의 집합은 얼마나 넓은가?

2. 연구 질문

1. 개인 또는 가구가 실제로 접근할 수 있는 음식 선택지는 몇 개인가?
2. 그중 건강한 식단에 기여하는 선택은 얼마나 되는가?
3. 선택지는 소득 대비 얼마나 감당 가능한가?
4. 물리적·시간적 접근성은 어떠한가?

5. 선택지는 계절·가격·공급망 충격에 얼마나 안정적인가?
6. 문화적·개인적 선호를 얼마나 반영하는가?
7. 지역의 선택권을 제한하는 가장 큰 병목은 무엇인가?

3. 왜 기존 지표만으로 충분하지 않은가

2025년 약 6억 4,500만 명이 기아를 경험했다. 세계 인구의 약 7.8%다.

약 21억 명, 25.8%는 중등도 또는 심각한 식량불안을 경험했다.

약 26.9억 명, 32.7%는 건강한 식단을 감당하지 못했다.

출처: - FAO SOFI 2026:

<https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report--global-hunger-levels-ease-for-third-consecutive-year-as-regional-disparities-persist/en> -

FAO hunger statistics: <https://www.fao.org/hunger/en/> - FAO SDG 2.1.2:

<https://www.fao.org/sustainable-development-goals-data-portal/data/indicators/212-prevalence-of-moderate-or-severe-food-insecurity-in-the-population-based-on-the-food-insecurity-experience-scale/>

이 지표들은 서로 다른 현실을 보여준다. FCI는 여기에 **실질적인 선택집합의 폭**을 추가한다.

4. FCI 개념 정의

Food Choice란 개인이 특정 생활권과 시간 범위에서 자신의 경제적·물리적 조건 안에서 건강·안전·문화·개인적 선호를 고려하여 실제로 선택할 수 있는 음식 또는 식사의 실질적 집합이다.

따라서 음식이 지역에 존재한다는 사실만으로 선택지가 되는 것은 아니다.

가격이 지나치게 높다면 실질적인 선택지가 아니다.

50km 떨어져 있다면 일상적인 선택지가 아닐 수 있다.

오늘만 존재하고 내일 사라진다면 reliability가 낮다.

5. 선택집합의 수학적 정의

개인 (i), 생활권 (l), 시점 (t)에서 이용 가능한 음식 집합:

$[A_{\{i,l,t\}} = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}]$

실제 선택집합:

$$[C_{\{i,l,t\}} = \{f \mid A_{\{i,l,t\}} \mid B_{\{i,f,t\}} \leq D_{\{i,f\}} \leq D_{\{i,f\}}; T_{\{i,f\}} \leq T_{\{i,f\}}; S_f \geq S_{\min}\}]$$

여기서:

- (P): 가격
- (B): 지불 가능한 예산
- (D): 거리
- (T): 접근시간
- (S): 안전·영양·품질 기준

핵심은 존재하는 음식과 실제로 선택 가능한 음식을 구분하는 것이다.

6.FCI 7개 차원

6.1 Availability

음식이 존재하는가?

측정 후보:

- 1인당 공급량
- 지역별 재고
- 시장별 SKU
- 식품군별 availability
- 계절별 availability
- 공급 안정성

6.2 Affordability

음식이 실제 구매 가능한가?

단순 가격보다 중요한 것은 가격 대비 소득이다.

건강한 식단 비용 데이터는 FAO 및 관련 국제 데이터와 연결할 수 있다.

핵심 질문:

음식이 싸냐가 아니라 사람이 감당할 수 있느냐.

7. Accessibility

가격이 낮아도 물리적으로 접근할 수 없다면 실질적인 선택은 아니다.

측정 후보:

- 시장까지 거리
- 도보 시간
- 대중교통 시간
- 차량 접근성
- 배달 가능성
- 영업시간
- 장애 접근성
- 냉장시설 접근성

세계은행은 연결성이 낮은 지역에서 높은 운송비가 식량가격과 식량불안에 영향을 줄 수 있으며 일부 사례에서 물류가 최종 식품가격의 절반을 차지할 수 있다고 설명한다.

출처: - World Bank:

<https://www.worldbank.org/en/results/2024/04/11/increasing-connectivity-for-enhanced-food-supply-chain-resilience>

8. Diversity

Diversity는 FCI의 핵심적인 추가 축이다.

단순 SKU 개수는 충분하지 않다.

예를 들어 같은 과자 30종이 있다고 해서 건강한 음식 선택권이 높은 것은 아니다.

따라서:

Raw variety

식품·식재료 종류.

Nutritional variety

영양적으로 서로 다른 선택.

Meal variety

실제로 먹을 수 있는 독립적인 식사.

를 구분한다.

9. Healthy Choice Set

WHO는 건강한 식단의 핵심 원칙으로 다양성을 명시한다.

출처: - WHO Healthy Diet:

<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

따라서:

[$HCS_i = \{f \in C_i : Healthy(f) = 1\}$]

를 정의할 수 있다.

그러나 Healthy(f)는 이진값이 아니라 연속 점수일 수도 있다.

10. Reliability

선택권은 오늘날만 존재해서는 안 된다.

평소 100개의 음식이 있지만 위기 때 20개로 감소한다면 평균만으로는 취약성을 놓친다.

개념적으로:

[$Reliability_i = 1 - P(C_{i,t} < C_{\min})$]

계절 변동, 가격 변동, 공급망 장애, 기후재해, 분쟁, 수입의존도, 전력 안정성을 반영한다.

11. Agency

Agency는 단순한 음식 수가 아니다.

개인이 자신의 문화와 선호에 맞게 선택할 수 있는 실질적인 능력이다.

FAO AGROVOC는 식량안보 개념이 agency와 sustainability의 중심성을 인정하는 방향으로 발전하고 있음을 보여준다.

출처: - FAO AGROVOC:

https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/page/?clang=en&uri=c_10967

12. 기본 FCI

개념적으로:

[$FCI_i = w_{AA_i} + w_{FF_i} + w_{XX_i} + w_{DD_i} + w_{HH_i} + w_{RR_i} + w_{GG_i}$]

여기서:

- (A): Availability
- (F): Affordability
- (X): Accessibility
- (D): Diversity
- (H): Healthfulness
- (R): Reliability
- (G): Agency

가 된다.

실제 정책지표로 발전시키기 위해서는 가중치와 함수형태를 실증적으로 검증해야 한다.

13. Choice-set entropy

단순한 음식 개수보다 정보이론적 다양성을 고려할 수 있다.

$$[H(C) = - \sum_{j=1}^n p_j \log p_j]$$

100개의 음식이 존재해도 실제 선택이 한두 개에 몰린 경우를 구분할 수 있다.

그러나 관찰된 소비빈도는 순수한 선호와 동일하지 않다. 소득제약 때문에 한 음식만 먹을 수도 있기 때문이다.

따라서 revealed preference만으로 선택권을 측정해서는 안 된다.

14. 50개 가설

H50 Hypothesis

일정한 건강·영양·문화 기준을 충족하는 실질적 식사 선택지가 최소 50개 제공될 때, 더 작은 선택집합보다 식단 다양성·만족도·식량안정성이 유의하게 개선되는가?

비교:

- H10
- H25
- H50

- H100
- H250

결과:

- dietary diversity
- nutrient adequacy
- food satisfaction
- food insecurity
- expenditure burden
- food waste
- health outcomes

50은 결론이 아니라 **검증할 가설**이다.

15. 선택지의 단위

Level 1 --- Ingredient

쌀, 감자, 사과.

Level 2 --- Food product

빵, 두유, 냉동식품.

Level 3 --- Dish

김치찌개, 파스타, 카레.

Level 4 --- Meal

실제 식사.

Level 5 --- Nutritional option

영양적으로 독립된 조합.

FCI는 연구 목적상 Level 3~4의 실질적 선택을 중심으로 설계할 가능성이 높다.

16. Food Security와 FCI

FCI는 식량안보를 대체하지 않는다.

[FoodSecurity $\rightarrow$ MinimumAccess]

[FoodChoice↔ Quality, Diversity, Agency]

들은 연결되어 있다.

[
FCI=f(FoodSecurity,Income,Prices,Infrastructure,Culture,Geography, \ldots {=tex})
]

연구에서는 FCI가 기존 식량안보 지표에 얼마나 추가적인 설명력을 제공하는지 검증해야 한다.

17. 공급망과 FCI

식량 공급망:

[Farm↔ Postharvest↔ Storage↔ ColdChain↔ Processing↔ Transport↔ Wholesale↔ Retail↔ Household]

FAO에 따르면 2023년 수확 후 농장·운송·저장·도매·가공 단계의 글로벌 식품손실률은 약 13.3%였고, 과일·채소는 약 25.4%였다.

출처: - FAO:

<https://www.fao.org/sustainable-development-goals-data-portal/data/indicators/1231-global-food-losses/en>

냉장 부족으로 약 5억 2,600만 톤의 식량이 손실 또는 폐기될 수 있다.

출처: - FAO:

<https://www.fao.org/energy/news-and-events/news/news-details/cooling-the-chain--cutting-the-waste/en>

따라서:

Cold Chain → Loss Reduction → Availability → Price → Choice

라는 경로를 실증할 수 있다.

18. 음식물 폐기와 FCI

UNEP은 2022년 음식물 폐기를 약 10억 5,000만 톤으로 추정했다.

출처: - UNEP:

<https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/world-squanders-over-1-billion-meals-day-un-report>

폐기는:

- 공급 감소

- 가격 상승
- 계절 변동
- 신선식품 접근 감소

와 연결될 수 있다.

그러나 모든 폐기물을 재분배 가능한 식량으로 간주해서는 안 된다.

19. AI Food System Optimizer

AI가 통합할 데이터:

Supply

생산량, 수확, 재고

Logistics

도로, 항만, 창고, 냉장

Markets

가격, 수요, 공급, 경쟁

People

인구, 소득, 소비

Nutrition

영양, 건강한 식단 비용, 다양성

Environment

토지, 물, 탄소, 기후

AI는:

1. Measure
2. Diagnose
3. Predict
4. Simulate
5. Optimize

를 수행한다.

20. 병목 분류

Type A --- Production constrained

생산 부족.

Type B --- Infrastructure constrained

저장·냉장·전력 부족.

Type C --- Logistics constrained

시장 연결 부족.

Type D --- Income constrained

구매력 부족.

Type E --- Nutrition constrained

건강한 선택지 부족.

Type F --- Reliability constrained

충격에 취약.

Type G --- Agency constrained

문화적·사회적·경제적 조건으로 실질적 선택권 제한.

21. 정책 ROI

각 개입 (j):

$$[ROI_j = \frac{\Delta FCI_j}{Cost_j}]$$

환경비용까지:

$$[AdjustedROI_j = \frac{\Delta FCI_j}{Cost_j + EnvironmentalCost_j}]$$

정책 목표를:

가장 적은 비용으로 가장 많은 인간의 선택권을 증가시키는 개입

으로 바꾼다.

22. Food Choice Digital Twin

지역별:

[$FCI(x,t)$]

를 추정한다.

입력:

- 농업
- 가격
- 소득
- 물류
- 냉장
- 재고
- 기후
- 소비
- 영양

출력:

- 현재 FCI
- 병목
- 개입효과
- 충격 시나리오
- 투자 우선순위

23. 연구 설계

Phase 1 --- Concept validation

100~1,000명 규모 조사.

측정:

- 선택지 수
- 식량불안
- 식단 다양성
- 가격부담
- 만족도

Phase 2 --- Market mapping

도시의:

- 슈퍼마켓
- 시장
- 편의점
- 식당
- 온라인 식품점

데이터 구축.

Phase 3 --- Spatial FCI

GIS 기반:

[$FCI(x,y,t)$]

Phase 4 --- Causal analysis

소득, 도로, 냉장, 가격, 전력과 FCI의 관계 분석.

Phase 5 --- Intervention simulation

냉장 +20%, 가격 -10%, 구매력 +10% 등의 효과 비교.

24. 검증해야 할 가설

1. FCI는 기존 식량불안 지표에 추가적인 설명력을 갖는가?
 2. FCI와 식단 다양성은 관계가 있는가?
 3. FCI와 건강한 식단 affordability는 어떤 관계인가?
 4. 소득 증가의 FCI 탄력성은 얼마인가?
 5. 식품가격 감소의 FCI 탄력성은 얼마인가?
 6. 냉장 인프라의 한계효과는 얼마인가?
 7. 농촌과 도시의 FCI 차이는 얼마인가?
 8. FCI가 위기 이후 얼마나 빨리 회복되는가?
 9. FCI와 음식물 폐기는 어떤 관계인가?
 10. 어떤 정책이 가장 높은 FCI/달러를 만드는가?
-

25. 환경 제약

FAO에 따르면 2023년 농식품 시스템은 약 165억 톤 CO₂e를 배출했고 전 세계 배출의 약 32%를 차지했다.

출처: - FAO:

<https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/greenhouse-gas-emissions-from-agrifood-systems.-global--regional-and-country-trends--2001-2023/en>

따라서:

[Maximize FCI]

만이 아니라:

[Maximize $\text{rac}\{\text{FCI}\}\{\text{EnvironmentalCost}\}$]

도 중요하다.

26. Food Choice Inequality

평균 FCI만 보면 안 된다.

측정:

- Bottom 10%
- Bottom 20%
- Median
- Mean
- 90th percentile

그리고:

[$\text{FCI}_{\{90\}} - \text{FCI}_{\{10\}}$]

을 Food Choice Inequality의 후보로 사용할 수 있다.

27. 도시와 농촌

FAO의 2025년 식량불안 데이터에서는 세계적으로 중등도 또는 심각한 식량불안이 rural areas에서 peri-urban areas보다 높고 urban areas에서 가장 낮은 경향이 보고된다.

출처: - FAO SDG 2.1.2:

<https://www.fao.org/sustainable-development-goals-data-portal/data/indicators/212-prevalence-of-moderate-or-severe-food-insecurity-in-the-population-based-on-the-food-insecurity-experience-scale/>

FCI에서도 도시 평균보다 micro-geography가 중요할 수 있다.

28. 정책 적용

정부:

- 투자 우선순위
- 사회보호
- 식품정책
- 물류정책

기업:

- 시장 진입
- 유통
- 재고
- 가격
- 건강식품 공급

농부:

- 생산계획
- 시장 예측
- 작물 선택

소비자:

- 개인 예산·영양·선호에 따른 선택 지원

단, AI는 개인의 선택을 대신하지 않는다.

29. 핵심 윤리 원칙

AI optimizes the conditions of choice, not the individual's choice itself.

목표는:

One Diet

가 아니라

Many Healthy Choices

다.

30. 최종 연구 프레임

[INPUT ightarrow SYSTEM ightarrow ACCESS ightarrow CHOICE SET
ightarrow QUALITY ightarrow FCI ightarrow HUMAN OUTCOMES]

즉:

농업 + 소득 + 인프라 + 물류 + 시장 + 환경 + 정책

↓

생산 → 저장 → 냉장 → 가공 → 운송 → 유통

↓

가격 + 거리 + 시간 + 안정성

↓

실제로 선택 가능한 음식

↓

건강 + 영양 + 다양성 + 문화적 적합성

↓

Food Choice

↓

건강 + 만족 + 식량안보 + 회복력

31. 최종 명제

Food Security는:

Can people eat?

Healthy Diet Affordability는:

Can people afford to eat healthily?

Food Choice는:

Can people meaningfully choose what to eat?

Can every person reliably access a sufficiently diverse, healthy, affordable and culturally appropriate set of foods?

이것이 연구의 최종 질문이다.

참고문헌

- FAO SOFI 2026:
<https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report--global-hunger-levels-ease-for-third-consecutive-year-as-regional-disparities-persist/en>
- FAO hunger statistics: <https://www.fao.org/hunger/en/>
- FAO Food Security Concepts:
https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/docs/concepts_guide.pdf
- FAO AGROVOC:
https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/page/?clang=en&uri=c_10967
- FAO Food Security Measurement:
<https://www.fao.org/4/y4671e/y4671e06.htm>
- FAO SDG 2.1.2:
<https://www.fao.org/sustainable-development-goals-data-portal/data/indicators/212-prevalence-of-moderate-or-severe-food-insecurity-in-the-population-based-on-the-food-insecurity-experience-scale/>
- FAO Food Loss:
<https://www.fao.org/sustainable-development-goals-data-portal/data/indicators/1231-global-food-losses/en>
- FAO Cold Chain:
<https://www.fao.org/energy/news-and-events/news/news-details/cooling-the-chain--cutting-the-waste/en>
- WHO Healthy Diet:
<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- WHO Europe:
<https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/nutrition---maintaining-a-healthy-lifestyle>
- World Bank Food Supply Chains:
<https://www.worldbank.org/en/results/2024/04/11/increasing-connectivity-for-enhanced-food-supply-chain-resilience>

- UNEP Food Waste:

<https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/world-squanders-over-1-billion-meals-day-un-report>

- FAO Agrifood Emissions:

<https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/greenhouse-gas-emissions-from-agrifood-systems.-global--regional-and-country-trends--2001-2023/en>