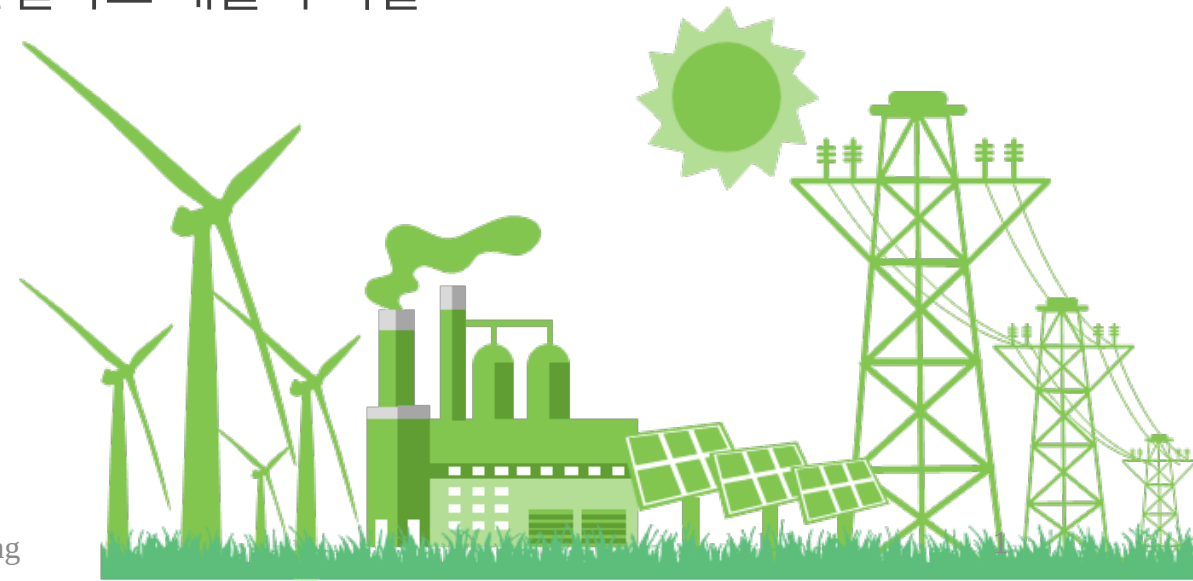


*The Association Between **Climate Change** and **Health**:* *The Role of **Food System-Related Greenhouse Gas Emissions***

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

한양대학교 의과대학 예방의학교실
홍지연 박사





홍지연 Postdoc. (martize333@gmail.com)

한양대학교 의과대학 예방의학교실 영양 역학 & 환경 역학 전공

서울대학교 법학전문대학원 ESG 컴플라이언스 과정 제2기(전문분야법학연구과정 제41기)

박사 학위 논문: Estimation of GHG emission related to daily food intake among Koreans and its association with the metabolic syndrome: based on the KNHANES (2016-2018) and the KoGES

박사

한양대학교 | 서울

2021.03 – 2024.02

의과대학 의학 연구원

의과대학 예방의학교실

석사

한양대학교 | 서울

2019.03 - 2021.02

의과대학 의학 연구원

생활과학대학 식품영양학과

학사

한양대학교 | 서울

2014.03 - 2019.02

생활과학대학 식품영양학과

- 연구책임자: 전체 푸드시스템의 온실가스배출에 근거한 한국인 상용 식품 녹색 분류체계 구축 및 한국인의 지속 가능한 식이 기준 개발 (2024-2029)
- 연구책임자: 식품으로부터 배출되는 온실가스와 심혈관대사질환의 연관성: 식품 온실가스 데이터베이스 개발 및 전향적 코호트 분석 (2022-2024)
- 연구책임자: 젊은 과학자 과정, 일일 식단 관련 온실 가스 배출과 만성 질환 발병 및 사망률 및 모든 원인 사망률의 연관성: 역학 연구의 체계적 검토 및 메타 분석. (2021-2022)
- 연구원(참여): 개인유전체정보학을 위한 인적자원개발(HRD)
- 연구원(참여): 데이터 기반 및 가설 기반 심혈관 대사 이상(대사 증후군, 산화 스트레스, 염증 스트레스, 동맥경화성 병변)이 확인됩니다: 전향적 코호트
- 연구원(참여): 전향적 게놈 코호트에서 게놈 차원의 상호작용 분석을 통해 심장 대사 건강 과 관련된 식이 요인 및 잠재적 메커니즘 발견
- 연구원(주무): 메타분석을 통한 비만 관련 식이요인 검증
- 연구원(참여): 전향적인 게놈 코호트에서 게놈 차원의 상호 작용 분석을 통해 심장 대사 건강 과 관련된 식이 요인 및 잠재적 메커니즘 발견

목차

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

- 1 기후변화의 건강 영향
- 2 식품 시스템에서의 온실가스 배출
- 3 DB의 개발 및 분석 (Hong et al.)
- 4 결론
- 5 질의

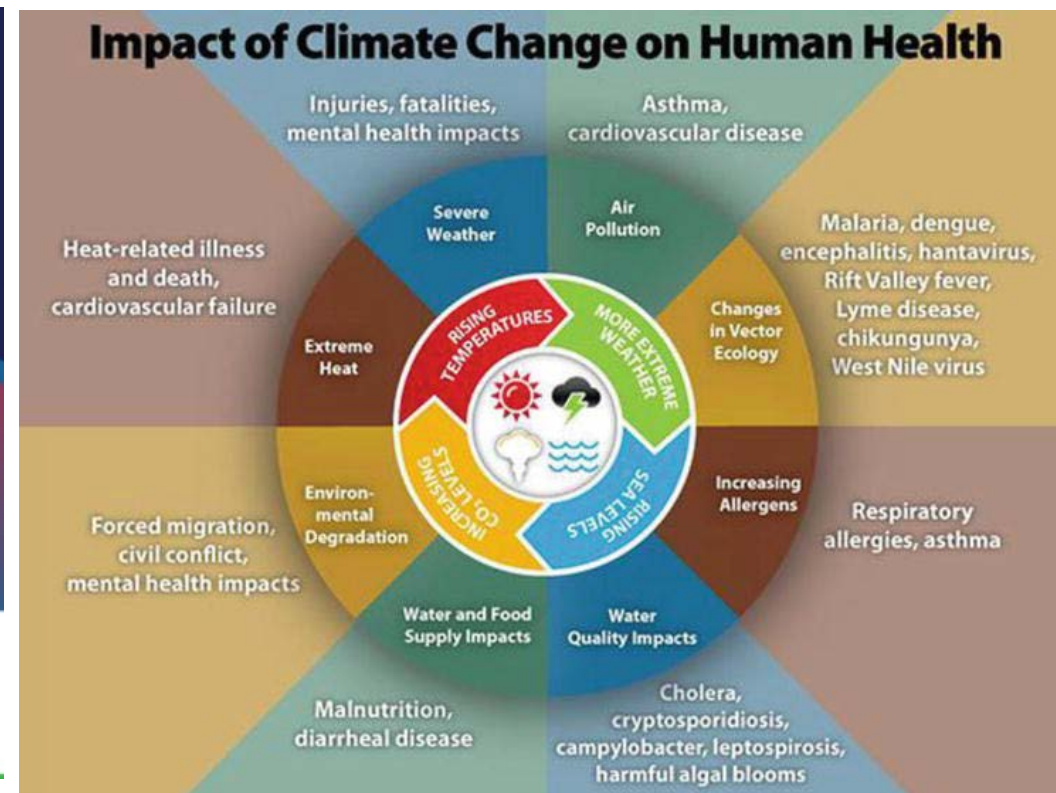




[1. 기후변화의 건강 영향]

1. 기후변화의 건강 영향

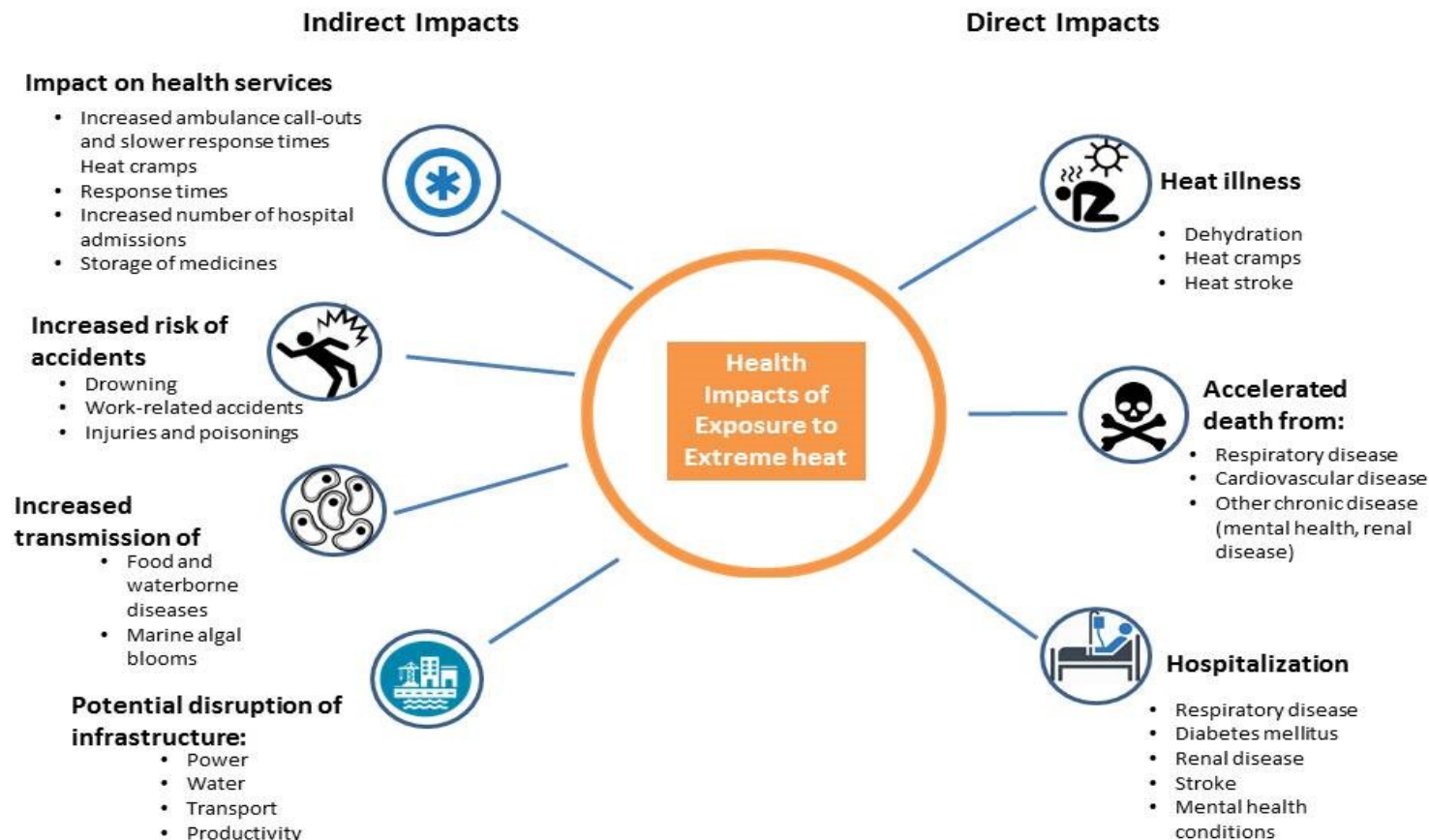
기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할



Vector-Borne Diseases and Climate Change in the Environmental Context in Haiti
Ketty Balthazard-Accou, Max François Millien, Daphnée Michel, Gaston Jean, David Telcy and Evens Emmanuel

1. 기후변화의 건강 영향

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할



Multiple vulnerabilities increase the risk of health impacts:



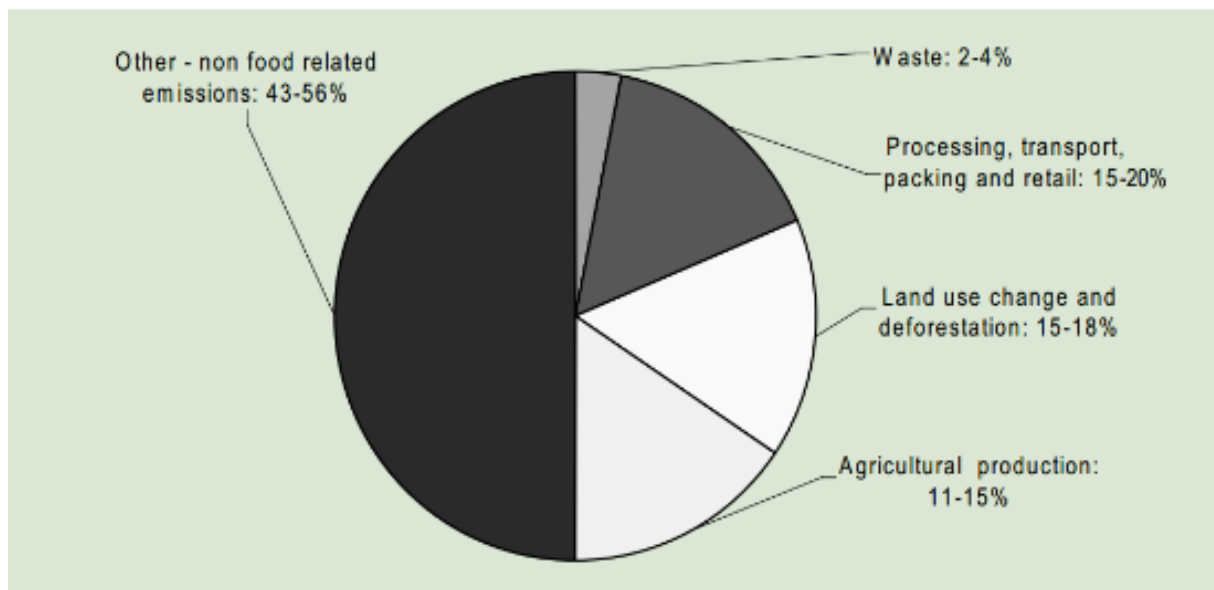


[2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출]

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

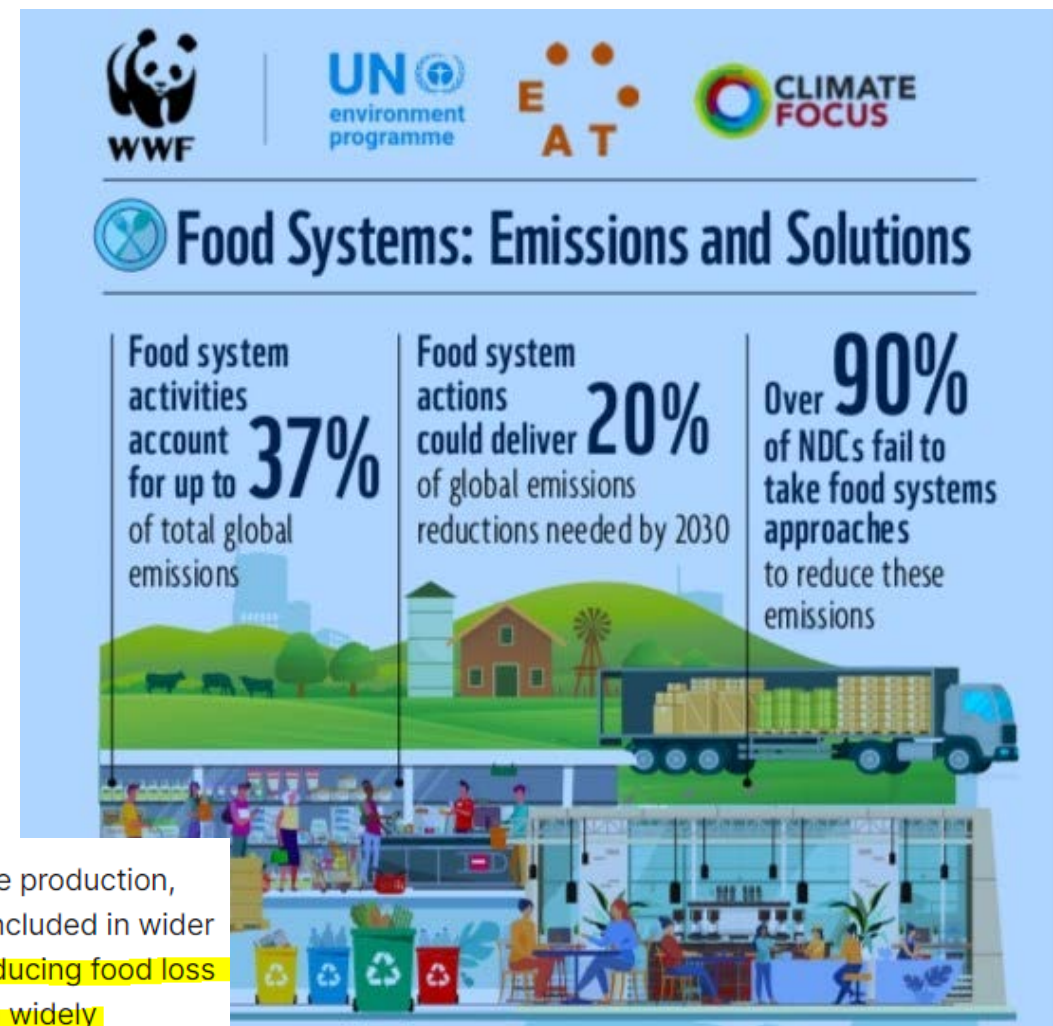
기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

Figure 9: Contribution of the global food production system to total GHG emissions



Source: GRAIN

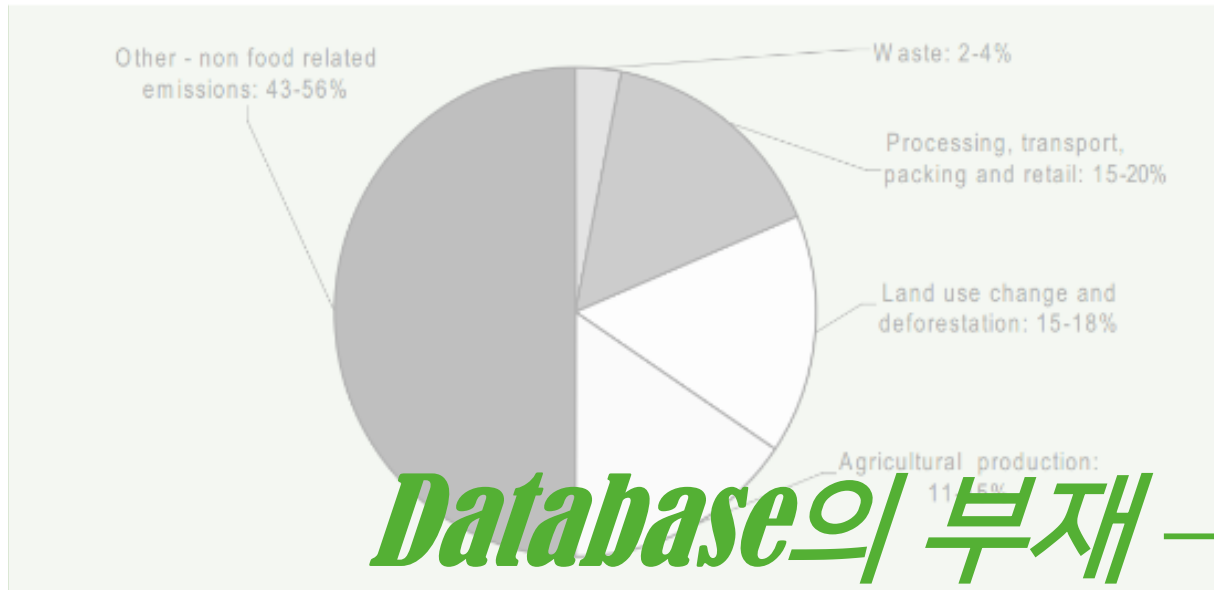
It claims that while 89% of NDCs mention agriculture production, agriculture emissions reduction targets are mainly included in wider land-use targets. It states other actions, such as reducing food loss and waste, or shifting to more sustainable diets, are widely ignored.



2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

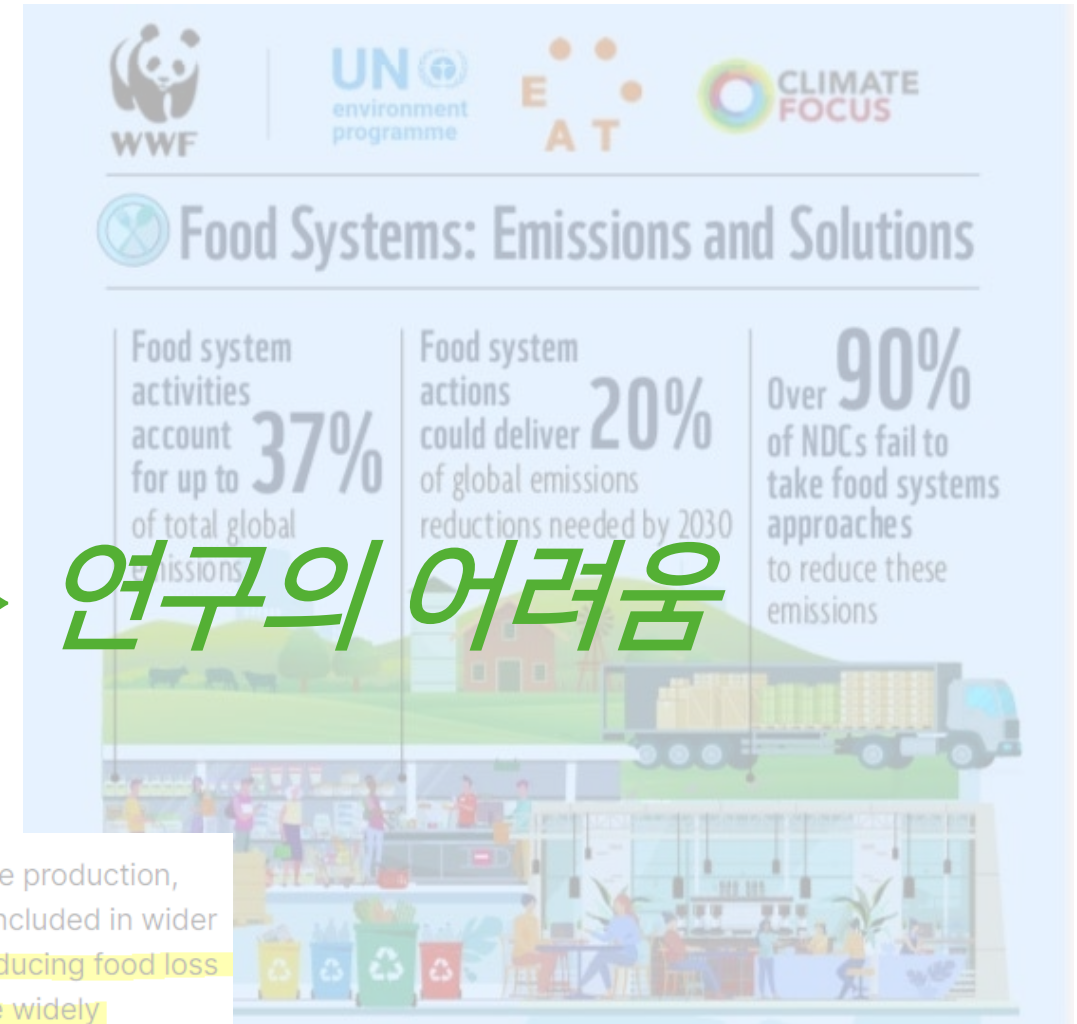
기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

Figure 9: Contribution of the global food production system to total GHG emissions



Source: GRAIN

It claims that while 89% of NDCs mention agriculture production, agriculture emissions reduction targets are mainly included in wider land-use targets. It states other actions, such as reducing food loss and waste, or shifting to more sustainable diets, are widely ignored.



2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

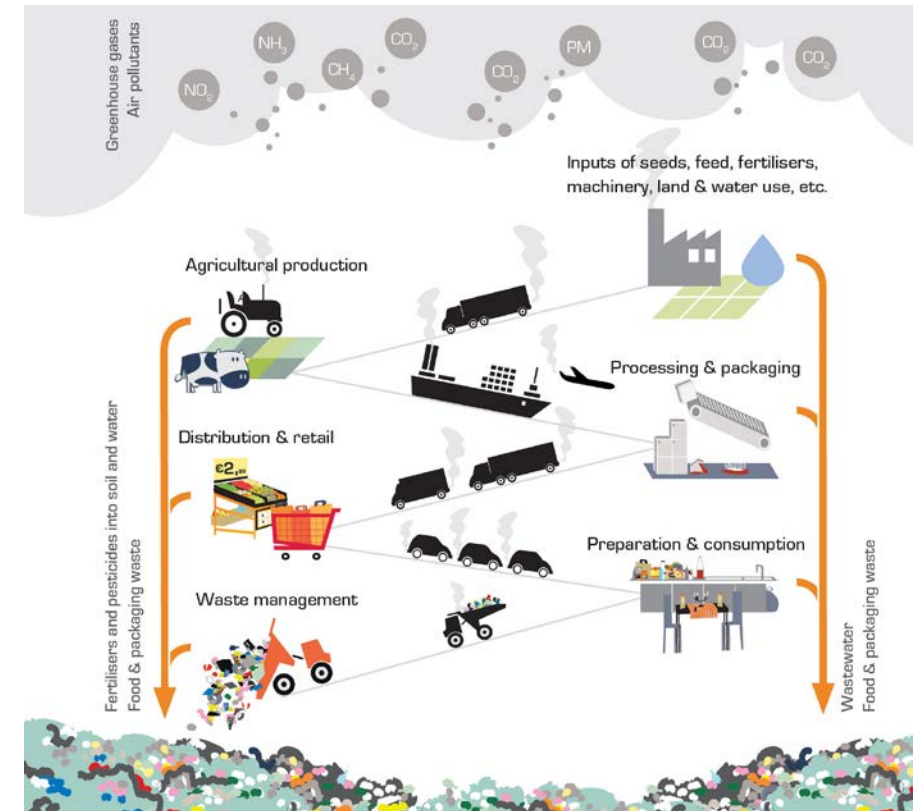
기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“Life Cycle Assessment (LCA)”

제품이나 서비스에 대한 환경적 영향을 측정하는 수단, 요람에서부터 무덤까지의 단계

보통 5개의 System Boundaries에서의 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O) 등의 온실가스 산정 (CO₂eq)

1. 생산 단계 (over 50%)
 - 농업 활동: 작물 재배 및 가축 사육 과정에서 발생하는 배출량 측정 (예를 들어, 비료 사용, 경작 활동, 메탄 배출 등)
 - 에너지 사용: 농업 기계 및 시설에서 소비되는 에너지로 인한 배출량 포함
2. 가공 및 제조 (Approximately 18 - 19 %)
 - 식품 가공: 식품을 가공하는 과정에서 발생하는 에너지 사용과 배출량 측정
 - 포장: 포장재 생산 및 포장 과정에서 발생하는 배출량 포함
3. 유통 (Approximately 15 - 16 %)
 - 운송: 식품을 생산지에서 소비지로 운송하는 과정에서 발생하는 배출량 측정 (이는 운송 수단에 따라 다름)
 - 저장 및 냉장: 유통 과정에서 저장 및 냉장 시설에서 소비되는 에너지 포함
4. 소비 (Approximately 15 - 16 %)
 - 가정 내 준비: 식품을 조리하는 과정에서 발생하는 에너지 사용과 배출량 측정
 - 소비 패턴: 소비자의 식습관에 따른 배출량 포함
5. 폐기 (Approximately 0 - 4 %)
 - 음식물 쓰레기: 폐기된 음식물의 처리 과정에서 발생하는 배출량 측정
 - 재활용 및 처리: 음식물 쓰레기의 재활용 또는 처리 방법에 따른 배출량 포함

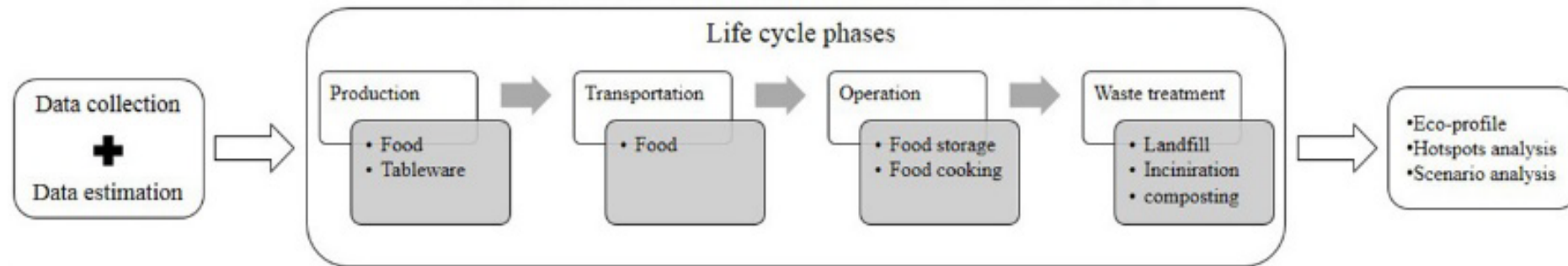


>> 모든 과정의 비율은 기준에 따라 달라질 수 있음. 즉, 연구들 마다 조금씩 차이가 있음.

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“System boundary (시스템 경계)”



LCA에서 고려되는 단위 프로세스, 입력, 출력 및 영향을 결정하는 기준
생산, 가공, 운송, 사용 또는 폐기와 같은 제품 수명 주기의 개별 단계

시스템 경계는 공간적, 시간적, 기능적 측면을 정의하며, LCA의 목표와 범위에 따라 요구되는 세부 수준과 데이터 품질을
서로 다른 수준으로 도출할 수 있다

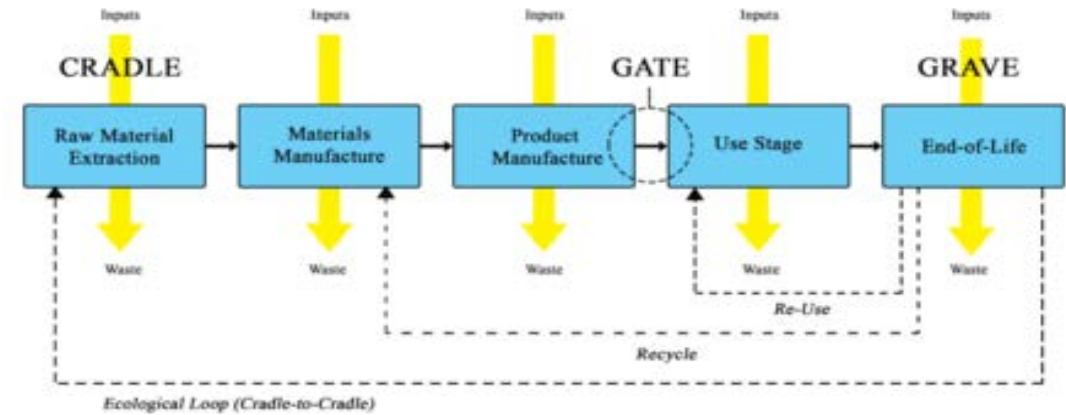
M. Mistretta, P. Caputo, M. Cellura, M. Anna
Environment energy and environmental life cycle assessment of an institutional catering service : an Italian case study
Sci. Total Environ., 657 (2019), pp. 1150-1160, 10.1016/j.scitotenv.2018.12.131

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“System boundary (시스템 경계)”

- 결과와 해석에 영향을 줌
- 완전성, 정확성, 관련성, 비교 가능성 및 투명성에 영향
(completeness, accuracy, relevance, comparability, and transparency)
- 불필요한 복잡성과 불확실성 (complexity and uncertainty)을 피하도록 해줌



Life Cycle Assessment: Principles and Practice. Cincinnati, Ohio: U.S. Environmental Protection Agency. 2006. pp. 3–9.

Table 1. Determined life cycle stages of food

Life Cycle Stage (system boundary)	Activities	Percentage Distribution
Production (=farm; inputs, agricultural production)	Land use, water consumption, energy inputs, fertilizer, pesticide use, farming, fishing, or raising livestock	Over 50 % (agricultural practices and farming)
Processing and Packaging	Processing, energy consumption, waste generation, use of additives and packaging materials	Approximately 18 - 19 %
Retail (transportation, storage)	Distribution from farms to markets, retailers, and consumers	Approximately 15 - 16 %
Cooking (preparation, consumption)	Preparation, cooking, consumption, waste generation	Approximately 15 - 16 %
End-of-life/Waste	Waste generation, disposal methods	Approximately 0 - 4 %

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“Functional unit (기능 단위)”

- LCA에 의해 영향이 계산되는 제품, 서비스 또는 시스템
- LCA 연구의 첫 번째 단계 – 목표 및 범위 정의 단계에서 정의
- food intake >> kgCO₂eq/kg

Author(s) (Year)	Issue	Functional Units	System Boundary	LCIA
Nienhuis and de Vreede (1996)	Greenhouse tomato production	1 ha and 1 kg tomatoes	Gate-to-gate	Midpoint
Hanegraaf <i>et al.</i> (1998)	Energy crops	1 GJ and 1 ha	Cradle-to-gate	Midpoint
Charles <i>et al.</i> (1998)	Optimum fertilization levels for wheat	1ha, 1 t grain, and 1t-eq.grain	Cradle-to-gate	Midpoint
Geier and Koepke (1998)	Agricultural region	1 livestock unit, 1 ha, and 1 product unit	Cradle-to-gate	Midpoint
Haas <i>et al.</i> (2001)	Grassland farming	1 ha and 1 t milk	Gate-to-gate	Midpoint
Nemecek <i>et al.</i> (2001)	Arable crop production	1 ha and 1 kg DM	Cradle-to-gate	Midpoint
van Woerden (2001)	Greenhouse tomato production	1 m ² and 1kg of tomatoes	Cradle-to-gate	Midpoint
Huguenin & Nemecek (2004)	Roughage production	1 ha and 1 mJ netto energy lactation (NEL)	Cradle-to-gate	Midpoint
Basset-Mens and van der Werf (2005)	Pig production	1 ha and 1 kg of pig	Cradle-to-gate	Midpoint
Hayashi (2005a)	Greenhouse tomato production	1 ha and 1 kg of tomatoes	Cradle-to-gate	Midpoint Endpoint
Rossier & Gaillard (2005)	Farms	1 ha, 1 MJ digestible energy and 1 franc gross product	Cradle-to-gate	Midpoint
Mouron <i>et al.</i> (2005)	Apple production	1 ha and total receipts	Cradle-to-gate	Midpoint

Life cycle assessment of agricultural production systems: Current issues and future perspectives, 2005, Kiyotada Hayashi, Gérard Gaillard, Thomas Nemecek

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“Functional unit (기능 단위)”

- LCA에 의해 영향이 계산되는 제품, 서비스 또는 시스템
- LCA 연구의 첫 번째 단계 – 목표 및 범위 정의 단계에서 정의
- food intake >> kgCO₂eq/kg

Database가 아예 없는 것은 아님

Author(s) (Year)	Issue	Functional Units	System Boundary	LCIA
Nienhuis and de Vreede (1996)	Greenhouse tomato production	1 ha and 1 kg tomatoes	Gate-to-gate	Midpoint
Hanegraaf <i>et al.</i> (1998)	Energy crops	1 GJ and 1 ha	Cradle-to-gate	Midpoint
Charles <i>et al.</i> (1998)	Optimum fertilization levels for wheat	1ha, 1 t grain, and 1t-eq.grain	Cradle-to-gate	Midpoint
Geier and Koepke (1998)	Agricultural region	1 livestock unit, 1 ha, and 1 product unit	Cradle-to-gate	Midpoint
Haas <i>et al.</i> (2001)	Grassland farming	1 ha and 1 t milk	Gate-to-gate	Midpoint
Nemecek <i>et al.</i> (2001)	Arable crop production	1 ha and 1 kg DM	Cradle-to-gate	Midpoint
van Weerden <i>et al.</i> (2001)	Greenhouse tomato production	1 m ² and 1kg of tomatoes	Cradle-to-gate	Midpoint
Legrasin & Nemecek (2004)	Roughage production	1 ha and 1 kg netto energy lactation (NEL)	Cradle-to-gate	Midpoint
Basset-Mens and van der Werf (2005)	Pig production	1 ha and 1 kg of pig	Cradle-to-gate	Midpoint
Hayashi (2005a)	Greenhouse tomato production	1 ha and 1 kg of tomatoes	Cradle-to-gate	Midpoint Endpoint
Rossier & Gaillard (2005)	Farms	1 ha, 1 MJ digestible energy and 1 franc gross product	Cradle-to-gate	Midpoint
Mouron <i>et al.</i> (2005)	Apple production	1 ha and total receipts	Cradle-to-gate	Midpoint

Life cycle assessment of agricultural production systems: Current issues and future perspectives, 2005, Kiyotada Hayashi, Gérard Gaillard, Thomas Nemecek

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“ 해외 국가 단위의 연구 ”

Table 2. National studies for conducting database

Database/Tool	Country	Number of Food Items	System Boundaries	Source	Method
AGRI-FOOTPRINT	Netherlands	200+	Cradle-to-gate (including agricultural production, processing, and transportation)	Blonk Consultants, Wageningen University	Life Cycle Assessment (LCA)
COMET-Farm	USA	N/A	Cradle-to-gate (full farm operation including crop and livestock production, land use)	USDA, Colorado State University	IPCC Tier 3 methodology, GHG accounting
EDGAR-FOOD	Global	N/A	Cradle-to-gate (agricultural production, land-use change, processing, transportation, consumption)	European Commission Joint Research Centre (JRC)	Life Cycle Assessment (LCA), emission factor databases
FOOTPRINTDATA	Netherlands	250	Cradle-to-gate (including agricultural production, processing, and some post-production processes)	RIVM (National Institute for Public Health and the Environment)	Life Cycle Assessment (LCA), environmental impact categories
The Big Climate Database	Denmark	500	Cradle-to-gate (including agricultural production, processing, and some post-production processes)	Danish Council on Climate Change, University of Copenhagen	Life Cycle Assessment (LCA), GHG emissions
RISE Food Climate Database	Sweden	800+	Cradle-to-gate (including agricultural production, processing, and some post-production processes)	RISE (Research Institutes of Sweden)	Life Cycle Assessment (LCA)

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“ 해외 연구팀 단위의 연구 – 대표적으로 사용되는 DB 연구 ”

Table 3. Studies for conducting database

Author, year	Country	Database	# of food items	System boundary	Source of data	Method
Cai, 2022	China	Chinese Food Life Cycle Assessment Database (CFLCAD)	80 food items	Cooking	Literature review (2005-2020, written in English or Chinese)	Gathered all farm gate values from articles for one food item and average them
Sugimoto, 2021	Japan	database of GHGE of Japanese food	163 food items	Retail	Literature review (conducted in 2018)	Selected one value
Mertens, 2019	Denmark, Czech Republic, Italy and France	SHARP Indicators Database (SHARP-ID)	944 food items	Cooking	Agri-footprint, Ecoinvent (conducted by gathering data until the farm gate in national institute)	Using one farm gate value for one food item, calculate with SimaPro software
Rose, 2019	United States	Database of Food Impacts on the Environment for Linking to Diets (dataFIELD)	332 food items	Farm	Literature review (2005-2016)	Gathered all farm gate values from articles for one food item and average them

해외 연구 사용의 한계점: 한국 식품(김치 등)의 온실가스 배출계수를 알 수 없음. 결국 matching하는 작업이 필요하게 됨.

또한 전제 과정을 산정한 연구가 없음. 따라서 underestimation의 가능성이 매우 큼.

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“국내 국가 단위의 연구”

1. 농림축산식품분야 온실가스 인벤토리

- 목적: 농림축산식품 분야의 온실가스 배출을 정확하게 파악하고 감축 목표를 지원.
- 내용: 이 시스템은 농업 활동, 가축 사육, 식품 가공 및 유통 전반에 걸쳐 발생하는 온실가스 배출량을 측정하고 데이터베이스로 관리. 또한, 배출량 모니터링 및 검증 시스템을 포함한 파일럿 시스템 개발.
- 참고 링크: <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201400011301>

2. 국립수산물품질관리원의 수산물 탄소표시제

- 목적: 수산업 부문에서 발생하는 온실가스를 관리하고, 탄소 배출량을 투명하게 공개.
- 내용: 주요 수산물의 탄소 배출량을 산정하여 체계적으로 관리하고, 수산업 전반의 탄소 배출량을 줄이는 데 기여.
- 참고 링크: <https://www.nifs.go.kr/contents/actionContentsCons0034.do>

>> 다른 식품 항목은 알 수 없음. 특히 수입이나 가공식품 등의 소비가 많아졌는데 이들에 대해 산정을 하지 않음. 식품 항목 보다는 식자재 위주의 산정.

2. 식품 시스템에서의 온실가스 배출

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“국내 국가 단위의 연구”

음식물의 에너지 소모량 및
온실가스 배출량 산정 연구

3. 음식물의 에너지 소모량 및 온실가스 배출량 산정 연구, 환경부, 2010.

- 목적: 32개 다소비식품에 대해서 식품으로 배출되는 온실가스 배출량을 산정하고자 함.
- 내용: 논문화된 자료가 아니며, 방법론적으로 여러 한계가 있음.
- 한계: 식품으로부터 온실가스 배출량을 산정하기 위해
 - 1) 32개 식품에서만 온실가스 배출량을 산정
 - 2) 생산단계는 하나의 데이터베이스에만 의존
 - 3) 수송단계의 경우 지상수송만을 고려
 - 4) 액화천연가스만을 사용하는 것을 기준으로 조리단계에서 단위중량/부피당 온실가스 배출량 계수를 산정
 - 5) 폐기물 단계에서의 온실가스 배출량 계수 무시

너무 적은 식품항목 개수로 코호트 등에 적용하기 어려우며 underestimation이 너무 큼.



3. DB의 개발 및 분석

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

Database의 부재로 연구가 어려움 -> DB 개발 완료

Food Systems-related Greenhouse Gas Emissions Factor Database (FS-GHGEF-D)

N_FCODE	N_FNAME	kg CO2-eq/1	Unit	Unit Value	GHG Unit	GHGE Unit Value	LCA Step	Country
15061	감잎차, 가루	0.85128158	kg	1	kg eq	0.851	Gate - cooking	United Kingdom
15061	감잎차, 가루	0.811	kg	100	100 g eq	81.1	Grave	France
15061	감잎차, 가루	1.4	kg	1	kg eq	1.4	Grave	United Kingdom
15061	감잎차, 가루	0.9	kg	1	kg eq	0.9	Gate - cooking	France
15061	감잎차, 가루	1.48	kg	1	kg eq	1.48	Gate - cooking	Global
15061	감잎차, 가루	1.4	kg	1	kg eq	1.4	Grave	United Kingdom
15061	감잎차, 가루	0.118	kg	1	kg eq	0.118	Gate - farm	Spain
15061	감잎차, 가루	0.94	kg	1	kg eq	0.94	Gate - farm	Spain
15061	감잎차, 가루	1.4	kg	1	kg eq	1.4	Grave	United Kingdom
15061	감잎차, 가루	1.4	kg	1	kg eq	1.4	Grave	Sweden
		1.4	kg	1	kg eq	1.4	Grave	Costa Rica
		1.4	kg	1	kg eq	1.4	Grave	France
		0.9	kg	1	kg eq	0.9	Grave	United Kingdom
		0.4358	kg	1	kg eq	0.4358	Grave	USA
		0.42	kg	1	kg eq	0.42	Grave	Lebanon
		0.8	kg	1	kg eq	0.8	Gate - cooking	Global
		0.306929455	kg	1	kg eq	0.306929455	Gate - farm	USA
		0.9	kg	1	kg eq	0.9	Gate - cooking	Japan
		2.1	kg	1	kg eq	2.1	Gate - cooking	Japan
		0.5	kg	1	kg eq	0.5	Gate - cooking	Europe
		0.3	kg	1	kg eq	0.3	Gate - cooking	Korea
		0.42	kg	1	kg eq	0.42	Grave	Lebanon
		1.63	kg	1	kg eq	1.63	NA	Europe

tunded research project, "[Linking Health and Environmental Outcomes to Dietary Behaviors in the United States](#)", by CSS and researchers at [Tulane University School of Public Health and Tropical Medicine](#). It aggregates data on the greenhouse gas emissions (GHGE) and cumulative energy demand (CED) associated with production of specific foods to facilitate linages with self-selected individual diets in the US National Health and Examination Survey (NHANES). This data represents generic "average" impact factors for the production of food commodities which, while not specific to the US, we feel is an appropriate representation of the production of food consumed in the US.

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

Food Systems–related Greenhouse Gas Emissions Factor Database (FS-GHGEF-D)

Table 4. 식품군별 식품시스템 관련 온실가스 배출계수(GHGEF, kgCO2 eq/kg) 데이터베이스(FS-GHGEF-D)의 커버리지 및 범위

Food groups (20 groups)	GHGEF database								
	Total # of food items	# of food items the GHGEF assigned	Coverage (%)	GHG emission factor (kgCO ₂ eq/kg)					
				Mean	Min	25th	50th	75th	Max
Total food items	3,894	3,763	96.6	4.21	0.04	1.83	2.34	4.14	36.07
Plant foods (11 groups)									
Cereals	681	678	99.6	2.59	0.78	1.84	1.96	2.34	33.37
Potatoes and Starches	68	67	98.5	1.45	0.35	0.62	0.90	2.46	3.12
Sugars and sweeteners	263	263	100	2.53	0.19	2.06	2.27	3.17	4.17
Pulses	137	137	100	2.06	1.14	1.41	1.41	3.00	3.35
Nuts and seeds	61	61	100	1.46	0.93	1.18	1.35	1.66	2.33
Vegetables	311	306	98.4	2.15	0.35	1.68	1.92	2.89	5.39
Mushrooms	33	32	97	2.81	1.92	2.04	2.62	3.65	3.65
Fruits	100	100	100	2.11	0.19	1.47	1.65	2.54	5.09
Seaweeds	128	20	15.6	0.59	0.04	0.04	0.39	0.39	3.12
Oils and fats (plants)	64	64	100	3.73	1.30	2.39	2.74	3.74	7.51
Others (plants)	12	12	100	2.55	1.55	1.87	2.7	3.22	3.27
Animal foods (6 groups)									
Meats	234	234	100	16.34	2.09	6.20	15.23	30.38	36.07
Eggs	13	13	100	4.08	4.02	4.08	4.08	4.09	4.09
Fishes	349	349	100	7.92	0.99	4.03	5.22	11.31	18.7
Milk and milk products	460	459	99.8	3.56	1.73	1.73	2.24	5.09	9.48
Oils and fats (animal)	13	13	100	11.1	7.8	11.02	11.02	11.02	15.39
Others (animal)	15	10	66.7	4.23	1.31	4.59	4.59	4.59	4.59
Seasonings	452	445	98.5	1.87	0.91	1.52	1.89	1.89	10.73
Beverages	398	398	100	5.71	0.21	2.64	4.17	8.83	11.73
Alcoholic beverages	102	102	100	2.06	0.80	0.80	2.40	2.80	4.17

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

Table 5. 불확실성이 높은 식품을 제외한 식품군별 식품시스템 관련 온실가스 배출계수(GHGEF, kgCO₂ eq/kg) 데이터베이스(FS-GHGEF-D)의 커버리지 및 평균값

Food groups (20 groups)	# of food items with high uncertainty by the MCMC*	After excluding food items with high uncertainty			Difference from before the exclusion		
		# of food items	Coverage (%)	Mean value of the GHGEF	# of food items	Coverage (%)	GHGEF
Total food items	265 (131) [†]	3,629	93.2		-134	-3.4	
Plant foods (11 groups)							
Cereals	15 (3)	666	97.8	2.43	-12	-1.8	-0.16
Potatoes and Starches	2 (1)	66	97.1	1.45	-1	-1.4	0
Sugars and sweeteners	0	263	100	2.53	0	0	0
Pulses	0	137	100	2.06	0	0	0
Nuts and seeds	0	61	100	1.46	0	0	0
Vegetables	5 (5)	306	98.4	2.15	0	0	0
Mushrooms	1 (1)	32	97.0	2.81	0	0	0
Fruits	0	100	100	2.11	0	0	0
Seaweeds	108 (108)	20	15.6	0.59		0	0
Oil and fats (plants)	0	64	100	3.73	0	0	0
Others (plants)	4 (0)	8	66.7	2.21	-4	-33.3	-0.34
Animal foods (6 groups)							
Meats	1 (0)	233	99.6	16.21	0	-0.4	-0.13
Eggs	0	13	100	4.08	-1	0	0
Fishes	0	349	100	7.76	0	0	-0.16
Milk and milk products	1 (1)	459	99.8	3.56	0	0	0
Oil and fats (animal)	0	13	100	11.10	0	0	0
Others (animal)	5 (5)	10	66.7	4.23	0	0	0
Seasoning	17 (7)	435	96.2	1.85	-10	-2.3	-0.02
Beverages	70 (0)	328	82.4	5.20	-70	-17.6	-0.51
Alcoholic beverages	36 (0)	66	64.7	1.87	-36	-35.3	-0.19

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

“Food items of KNHANES”

Table 6. 국민건강영양조사 24시간 식이조사 식품항목

Food groups	# of food items
Grains	681
Potatoes and Starch	68
Sugars	263
Legumes	137
Seeds	61
Vegetables	311
Mushrooms	33
Fruits	100
Seaweeds	128
Seasoning	452
Oil and fats (plants)	64
Others (plants)	12
Meats	226
Eggs	13
Fish and Shellfish	357
Milk products	460
Oil and fats (animal)	13
Others (animal)	15
Beverages	398
Alcoholic beverages	102
Total	3,894

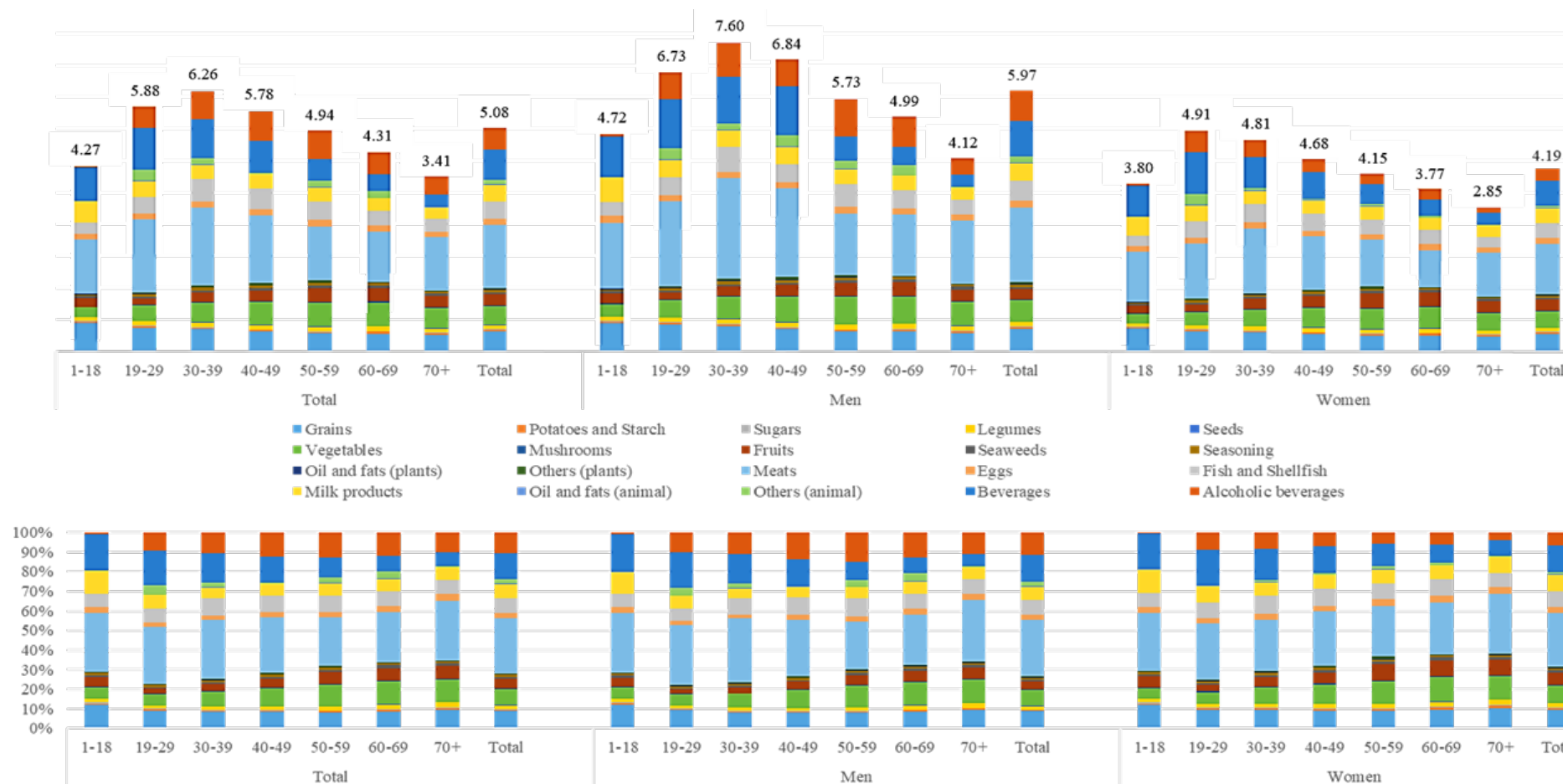
- 2016~2018년 국민건강영양조사를 이용하여 코로나 이전의 전형적인 식단에서 배출되는 양을 파악
- 21,271명의 24시간 식이조사로 총 3894개 식품, 20개 식품군

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

<국민건강영양조사>

21,271명 대상으로 계산



3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

<식사구성안>

한국영양학회가 제안한 다양한 생애주기 단계의 식이계획, 6개 식품군별 (곡류/육류,생선류,난류,두류/채소류/과일류/우유및 유제품류/유지류)식사 구성

| 표 44 | 곡류의 주요 식품, 1인 1회 분량에 해당하는 횟수

	품목	식품명	1회 분량(g)	횟수 ¹⁾
곡류 (300kcal)	곡류	백미, 보리, 찰쌀, 현미, 조, 수수, 기장, 팥, 귀리, 울무	90	1회
		옥수수	70	0.3회
		쌀밥	210	1회
	면류	국수/메밀국수/냉면국수(말린 것)	90	1회
		우동/칼국수(생면)	200	1회
		당면	30	0.3회
		라면사리	120	1회
	떡류	가래떡/백설기	150	1회
	빵류	식빵	35	0.3회
	시리얼류	시리얼	30	0.3회
	감자류	감자	140	0.3회
		고구마	70	0.3회
	기타	묵	200	0.3회
		밤	60	0.3회
		밀가루, 전분, 빵가루, 부침가루, 튀김가루(혼합)	30	0.3회
	과자류	과자(비스킷, 쿠키)	30	0.3회
		과자(스낵)	30	0.3회

삭제한 식품: 빵(기타), 케이크, 초코파이, 샌드위치, 미숫가루/선식/생식

빵(기타) 및 빵(팜빵, 팔빵 등)의 경우 2015 KDRIs 1회 분량은 80g으로 제시됨

¹⁾ 곡류 300kcal에 해당하는 분량을 1회라고 간주하였을 때, 1회 분량에 해당하는 횟수

2020년 새로 추가된 식품(빨간색 표시), 2020년 1인 1회 분량 변동 식품(파란색 표시).

01001	귀리, 칼귀리, 도정, 생것	1.1107692	*(	90	/1000	0.099969231
01002	귀리, 칼귀리, 도정, 생것	1.1107692	*(	90	/1000	0.099969231
01003	귀리, 오트밀	1.1107692	*(	90	/1000	0.099969231
01004	기장, 도정, 생것	0.9283333	*(	90	/1000	0.08355
01005	메밀, 도정, 생것	0.9385385	*(	90	/1000	0.084468462
01006	메밀, 도정, 가루	1.1628571	*(	90	/1000	0.104657143
01007	메밀 국수, 생것	2.6525	*(	90	/1000	0.238725
01008	메밀 국수, 생것, 삶은것	2.6525	*(	90	/1000	0.238725
01009	메밀 국수, 말린것	2.6525	*(	90	/1000	0.238725
01010	메밀 국수, 말린것, 삶은것	2.6525	*(	90	/1000	0.238725
01011	메밀 냉면, 말린것	2.6525	*(	90	/1000	0.238725
01012	메밀묵, 생것	1.298	*(	666.666667	/1000	0.865333333
01013	밀, 통밀, 생것	0.8649088	*(	90	/1000	0.077841792
01014	밀, 도정, 생것	0.8649088	*(	90	/1000	0.077841792
01019	밀, 중력밀가루	0.8649088	*(	100	/1000	0.08649088
01020	밀, 통밀가루	0.8649088	*(	100	/1000	0.08649088
01021	밀, 강력밀가루	0.8649088	*(	100	/1000	0.08649088
01025	밀, 부침가루	0.8649088	*(	100	/1000	0.08649088
01026	밀, 빵가루	0.8649088	*(	100	/1000	0.08649088
01027	밀, 튀김가루	0.7813997	*(	100	/1000	0.078139968
01028	밀, 팬케이크가루	1.8466667	*(	100	/1000	0.184666667
01031	라면, 말린것	1.962	*(	120	/1000	0.23544
01032	라면, 면, 조리후	1.962	*(	120	/1000	0.23544
01033	파스타, 마카로니, 말린것	1.32	*(	90	/1000	0.1188

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

<식사구성안>

Table 8. Greenhouse gas (GHG) emission factors of individual food groups for 1 serving

Food Groups	GHG emission factor for 1 serving (kgCO ₂ eq)
Grains	0.3016
Meats, Fish, Eggs, Beans	0.4811
Vegetables	0.0952
Fruits	0.2087
Milk, Dairy Products	0.3980
Oils, Sugars	0.0161

- 하루 2인분의 우유 또는 유제품 섭취를 권장하는 식이 패턴을 보면, 이는 Lancet(유제품 평균 소비량은 250ml)이 제안한 지속 가능한 식단과 더 유사하며, 다른 식이 패턴(하루 1인분의 우유 또는 유제품)에 비해 약간 낮은 온실가스 배출량을 보여줌
- 한국영양학회가 제공하는 일일 권장 섭취량은 0세에서 75세 이상의 한국인의 영양소 섭취 기준을 제시하고, 여기서 성인 남성의 경우 하루 약 2,400kcal, 성인 여성의 경우 하루 1,900kcal를 섭취할 것을 권장
- 하루에 두 번 유제품을 섭취할 때 온실가스 배출량은 남성 5.74kgCO₂eq/day, 여성 4.34kgCO₂eq/day
- WWF에서 식이섭취로 일일 배출하는 온실가스는 4.09kgCO₂eq/day로 줄여야한다고 제시. 식품구성을 조정하여 식사구성안을 새로 제시할 필요가 있음.

국민건강영양조사 (실제 값): 5.08 kgCO₂eq/day, 2093.93 kcal

Table 9. Recommended Dietary Patterns
2 servings of Milk, Dairy products

Energy (kcal)	Grains	Meats, Fish, Eggs, Beans	Vegetables	Fruits	Milk, Dairy products	Oils, Sugars	Total GHG emission
900	0.3016	0.7217	0.3809	0.2087	0.7960	0.0322	2.4411
1000	0.3016	0.7217	0.3809	0.2087	0.7960	0.0483	2.4573
1100	0.4524	0.7217	0.3809	0.2087	0.7960	0.0483	2.6080
1200	0.4524	0.9623	0.4761	0.2087	0.7960	0.0483	2.9438
1300	0.4524	0.9623	0.5713	0.2087	0.7960	0.0645	3.0552
1400	0.6032	0.9623	0.5713	0.2087	0.7960	0.0645	3.2060
1500	0.6032	1.2029	0.5713	0.2087	0.7960	0.0806	3.4627
1600	0.7540	1.2029	0.5713	0.2087	0.7960	0.0806	3.6135
1700	0.7540	1.4434	0.5713	0.2087	0.7960	0.0806	3.8540
1800	0.9048	1.4434	0.5713	0.2087	0.7960	0.0806	4.0048
1900	0.9048	1.6840	0.6665	0.2087	0.7960	0.0806	4.3406
2000	0.9048	1.6840	0.6665	0.4174	0.7960	0.0967	4.5654
2100	0.9048	1.9246	0.7618	0.4174	0.7960	0.0967	4.9012
2200	1.0556	1.9246	0.7618	0.4174	0.7960	0.0967	5.0520
2300	1.0556	2.4057	0.7618	0.4174	0.7960	0.0967	5.5332
2400	1.0556	2.4057	0.7618	0.6261	0.7960	0.0967	5.7419
2500	1.0556	2.6463	0.7618	0.6261	0.7960	0.1128	5.9986
2600	1.0556	2.6463	0.7618	0.8348	0.7960	0.1289	6.2234
2700	1.2064	2.6463	0.7618	0.8348	0.7960	0.1289	6.3742
2800	1.2064	2.8869	0.7618	0.8348	0.7960	0.1289	6.6148

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

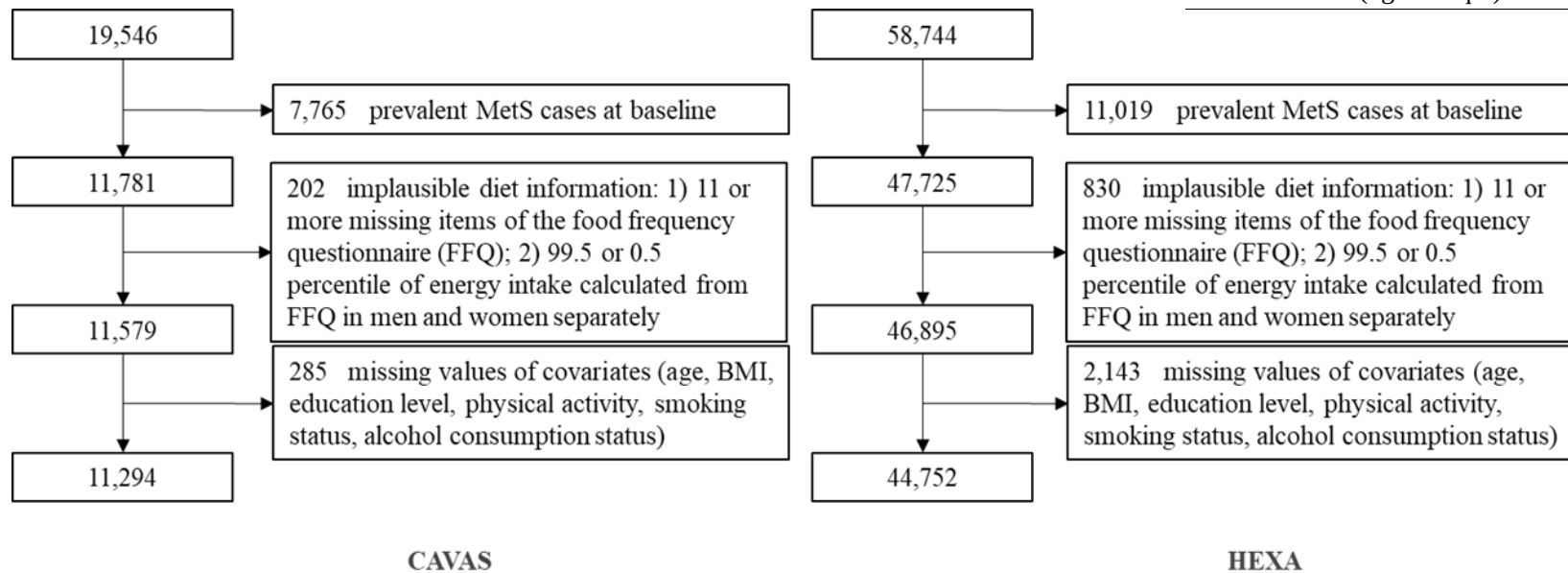
<한국인유전체역학조사>

Cardiovascular Disease Association Study (CAVAS), 농촌지역 대상자
Health Examinees study (HEXA), 도시지역 대상자

>> 대사증후군의 발생과 연관성 분석

Table 10. CAVAS와 HEXA 대상자 기본 특성

	CAVAS	HEXA
N	11,294	44,752
Cases (n)	2,398	5,922
Person-years	58,245	227,117
Age (years)	57.6 ± 0.09	52.73 ± 0.04
Sex (% of men)	38.69	31.14
Body mass index (kg/m ²)	23.38 ± 0.03	23.36 ± 0.01
Education level (%)	30.74	70.77
Physical activity (%)	22.37	39.67
Current smoking status (%)	15.95	9.62
Alcohol consumption (g/d)	12.11 ± 0.34	7.75 ± 0.12
GHG emission (kgCO ₂ eq/d)	3.69 ± 0.02	4.07 ± 0.01



3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

<한국인유전체역학조사>

FFQ (식이섭취빈도조사)

106개 식품항목, 39개 식품군

106 FOODGROUP	06 FOODGROUP	475 FOODNAME	%	Grave
콩밥		대두, 검정콩, 흑태	2.894961571	2.2466964
		쌀, 멍쌀, 논벼, 쌀밥, 백미	87.10503843	1.9581001
		대두, 검정콩, 녹색자엽콩 서리태	0.261228231	2.1957873
		쌀, 멍쌀, 논벼, 쌀밥, 백미	9.738771769	1.9581001
콩밥	Rice with bean			1.9670757

Table 11. CAVAS와 HEXA에서 식품군 별 온실가스 배출계수

Food groups	GHG emission factor (kgCO ₂ eq)		
Unprocessed Red Meat	151.4246	Poultry	5.6141
Seafood	46.4643	Rice Cakes	4.6761
Coffee	31.2167	Breads	4.2068
Processed Red Meat	30.3275	Coffee Additives	4.1589
Fish	27.1876	Eggs	4.0917
Pizza/Hamburger	26.6883	Mushrooms	3.9644
Shellfish	24.1736	Legumes	3.8963
Dairy Products	22.8176	Dessert	3.4153
Green Vegetables	22.0066	Pickled Vegetables, Other Pickles (<i>jang-ajji</i>)	3.3843
Seaweeds	12.8050	Potatoes and Starch	2.9188
Fruit	11.9449	Spreads	1.8381
Processed Seafood	11.3718	Milk	1.6902
Salted Seafood	11.1780	Tomatoes	0.9851
Noodles	10.9472	Carbonated Beverages	0.6536
Total Rice	9.2744	Dark Yellow Vegetables	0.6265
Other beverages	7.6297	Soy Milk	0.5766
Pickled Vegetables, <i>Kimchi</i> , Green Leaf	7.4133	Nuts	0.5295
Pickled Vegetables, <i>Kimchi</i> , White Root	7.4133	Grain Powder	0.2015
Other Vegetables	5.7647	Tea	0.1913
Cornflake	5.740		

3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

<한국인유전체역학조사>

Table 11. 요인분석을 통해 추출한 네 가지 고유한 GHG 식이 패턴

CAVAS								HEXA							
Factor 1		Factor 2		Factor 3		Factor 4		Factor 1		Factor 2		Factor 3		Factor 4	
Vegetables/legumes/fish		Lacto		Meat		Coffee		Vegetables/legumes/fish		Meat		Lacto		Coffee	
Other vegetables	0.66	Fruit	0.60	Unprocessed red meat	0.58	Coffee additives	0.90	Green vegetables	0.74	Seafood	0.59	Breads	0.62	Coffee additives	0.79
Green vegetables	0.65	Tomatoes	0.52	Processed red meat	0.53	Coffee	0.89	Other vegetables	0.68	Shellfish	0.57	Spreads	0.52	Coffee	0.77
Kimchi, white root ed	0.59	Dairy products	0.44	Poultry	0.49			Mushrooms	0.59	Processed red meat	0.50	Dessert	0.44		
Kimchi, green leafy	0.56	Milk	0.44	Breads	0.45			Seaweeds	0.54	Unprocessed red meat	0.49	Fruit	0.40		
Other Pickles (jang -ajji)	0.48	Nuts	0.38	Noodles	0.44			Legumes	0.51	Salted seafood	0.46	Dairy products	0.40		
Seaweeds	0.46	Seaweeds	0.35	Shellfish	0.38			Fish	0.51	Poultry	0.44	Nuts	0.33		
Fish	0.45	Potatoes and Star ch	0.31	Processed seafood	0.38			Dark yellow vegetables	0.50	Processed seafood	0.39	Milk	0.33		
Legumes	0.45	Total rice	-0.37	Seafood	0.35			Potatoes and Star ch	0.47	Fish	0.38	Tomatoes	0.32		
Mushrooms	0.45							Kimchi, white root ed	0.45	Noodles	0.33	Cornflake	0.32		
Potatoes and Star ch	0.40							Kimchi, green leafy	0.42						
Dark yellow vegetables	0.35							Fruit	0.42						
								Tomatoes	0.36						
								Other Pickles (jang -ajji)	0.35						
Variance explained (%)	3.35		2.49		2.42		1.72		4.00		2.45		2.33		1.73

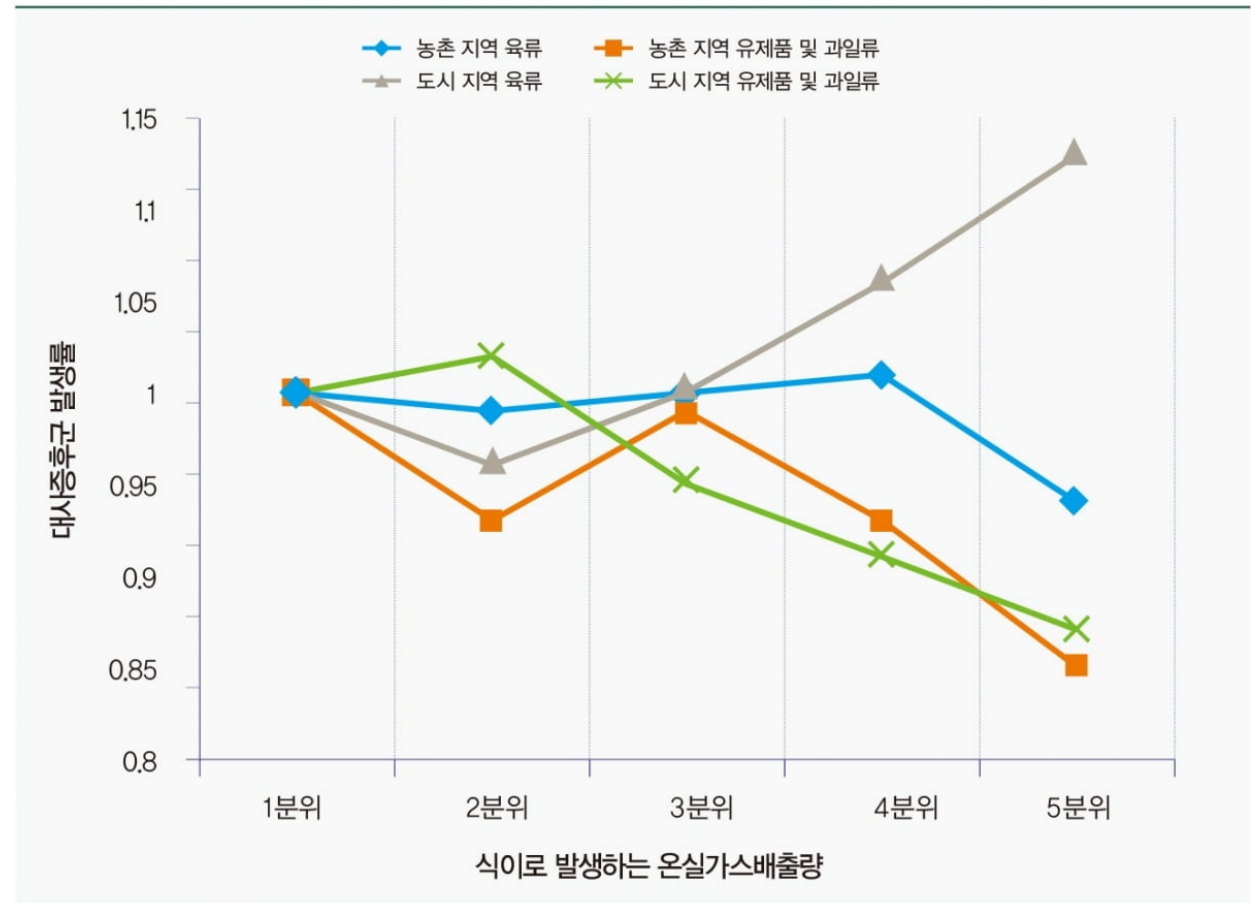
3. DB의 개발 및 분석

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

<한국인유전체역학조사>

- 특정 식이 패턴에 따른 온실가스배출량이 많을수록 대사증후군이 증가 또는 감소
- 육류 자체를 적게 섭취하는 농촌 지역 사람들은 육류를 자주 섭취하더라도 대사증후군 발병 위험이 증가하지 않음
- 하지만 상대적으로 육류 섭취가 많은 도시인은 육류를 자주 섭취할 경우 대사증후군 발병 위험이 13% 증가
- 나아가 농촌과 도시 두 지역에서 고기 섭취는 적게, 유제품과 과일을 많이 섭취하면 대사증후군 발병 위험이 각각 13%와 15% 감소

식이에 따른 온실가스 배출량과 대사증후군 발생 비율



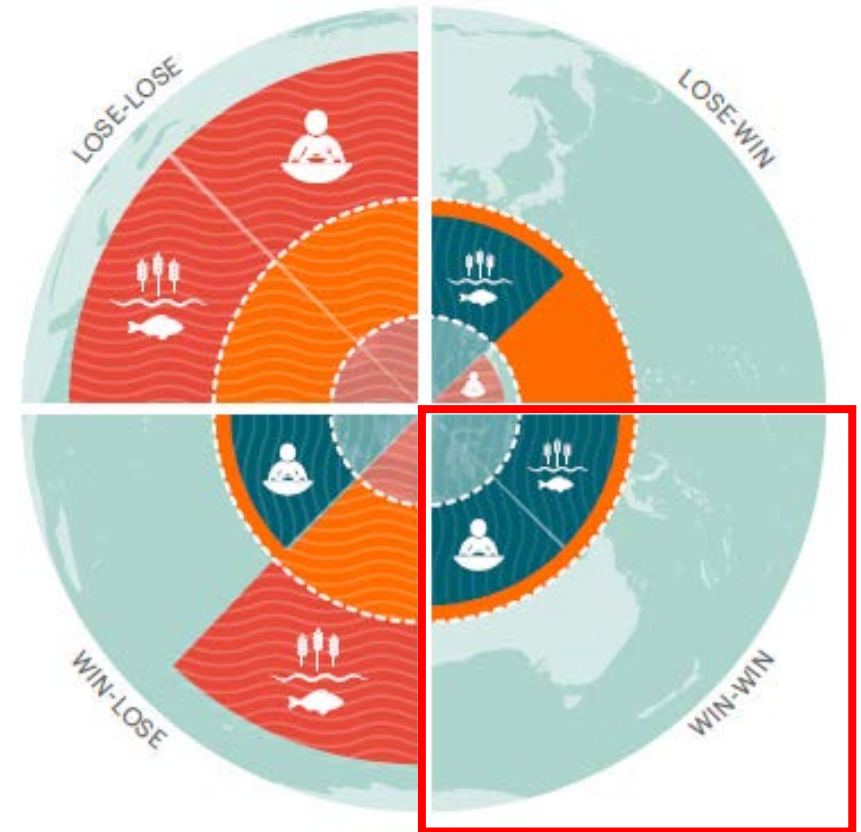


[4. 결론]

4. 결론

기후변화와 건강의 상관관계: 식품 시스템에서의 온실가스 배출의 역할

- 단백질 공급원을 온실가스배출량이 비교적 높은 육류에서 배출량이 낮은 유제품으로 일정량 대체해 섭취하면 질병 위험이 낮아지고 온실가스배출도 줄일 수 있다는 의미
 - >> 지속가능한 식이 패턴 정립의 기초 마련 (건강과 환경에 모두 **win-win**하는 식이 패턴)
 - >> 무조건적인 육류의 감소보다, 대상에 대한 적절한 식생활 패턴 마련이 필요
- 하지만, 다른 매커니즘을 항상 염두에 두어야...
 - 추적기간 약 4-5년동안 식이로 배출된 온실가스로 인해 기온이 상승하여 사람들의 질환 발생률이 증가한 것인지
 - 식이로 배출된 온실가스로 인해 기온이 상승하여 작물의 영양성분에 영향을 주어 그걸 섭취한 사람들의 질환 발생률이 증가한 것인지



출처: Eat Lancet



[5. 질의]

감사합니다