pISSN 1229-1153 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 30, No. 3, pp. 227~235 (2015)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2015.30.3.227

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

우리나라 식품안전보건지표를 활용한 사례연구: 다양한 통합지수 산출을 통한 주요 지표 확인 및 사회경제적 지위와의 상관성 파악

최지혜[1] · 변가람[1] · 이종태[1,2]*

[1]고려대학교 대학원 보건과학과, [2]고려대학교 보건과학대학 보건정책관리학부

A Case Study for the Utilization of Food Safety Health Indicators in Korea: Computation of Composite Indices to Verify Important Indicators and Understand Correlations with Socioeconomic Status

Giehae Choi[1], Garam Byun[1], and Jong-Tae Lee[1,2]*

[1]*Department of Public Health Sciences, Graduate School, Korea University, Seoul, Korea*
[2]*Division of Health Policy & Management, College of Health Science, Korea University, Seoul, Korea*
(Received April 7, 2015/Revised May 20, 2015/Accepted July 6, 2015)

ABSTRACT - Food-Health indicators have been developed and utilized internationally in the 'Food' domain of environment and health indicators. In Korea, however, Food Safety Health Indicators which are in the introductory stage had been developed separately from Environmental Health Indicators. The aim of the current study is to suggest feasible applications of the domestic Food Safety Health Indicators as a case study. We introduced 3 possible applications which are as follows: 1) production of two types of Integrated Food Safety Health Index; 2) conduction of correlation analysis between the Integrated Food Safety Health Index and Food Safety Health Indicators; 3) conduction of regression analysis to evaluate the relationship between the Integrated Food Safety Health Index and socioeconomic status. As a result, we provided the calculated Integrated Food Safety Health Index I and Integrated Food Safety Health Index II, which represents the regional food safety level in relative and absolute terms, respectively. Integrated Food Safety Health Index I was significantly correlated with the outbreaks of food-borne diseases (caused by *Campylobacter jejuni, Bacillus cereus, Salmonella spp.* and unknown cause) and incidence of *E.coli* infections. Integrated Food Safety Health Index II significantly decreased as the proportion of foreigners and women increased, and increased as the population density increased. Utilization of such Integrated Food Safety Health Indicators may be helpful in understanding the overall domestic food safety level and identifying the indicators which must be considered with priorities to enhance the food safety levels regionally and domestically. Furthermore, analyzing the association between Integrated Food Safety Health Index and factors other than food safety could be useful in conducting risk management and identifying susceptible populations. Food Safety Health Indicators can be useful in other applications, and may serve as a supporting material in establishing or modifying policy plans to enhance food safety. Therefore, keen interests by researchers accompanied by further studies on food safety health indicators are needed.

Key words : food safety health indicator, integrated food safety health index, risk management, socioeconomic status

식품은 다양한 경로를 통해 위해 요인에 오염될 수 있으며, 오염된 식품의 섭취를 통해 식중독 및 장염 등 건강영향이 발생할 수 있다. 즉, farm-to-fork의 관점에서 서술하자면, 식품이 생산되어 섭취되기까지의 복잡한 과정을 거치는 동안 여러 지점에서 오염이 될 수 있고, 이로 인해 질병 등을 유발할 수 있다는 것이다. 따라서 식품이 오염되는 부분을 정확히 파악하고 문제가 되는 부분을 관리하는 것이 오염된 식품으로 인한 건강영향을 줄일 수 있는 효율적인 방안이다. 이러한 일련의 과정을 원할하게 하기 위하여 지표를 활용한 관리 시스템이 대두되고 있다[1]. 식품안전보건지표는 지표개발 모형을 적용하여 식품의 생산에서 섭취까지의 경로를 driving force, pressure, state, exposure, effect, action 등 세부 영역으로 구분하고, 각 영

*Correspondence to: Jong-Tae Lee, Division of Health Policy & Management, College of Health Science, Korea University, Anam-dong 5-ga, Seongbuk-gu, Seoul 136-713, Korea
Tel: 82-3290-5668, Fax: 82-2298-0248
E-mail: jtlee@korea.ac.kr

역에 해당하는 식품안전보건 정보를 활용하여 개발된다[2]. 이는 식품안전을 증진시키기 위한 명확한 정책적 개입지점 파악 및 현 식품안전 상태에 대한 대중의 이해도 재고를 가능하게 하는 장점이 있다. 현재 식품안전보건지표는 WHO[3], 미국[4], 벨기에[5]를 비롯한 국제기구와 해외국가에서 환경보건지표 내 식품영역에 포함되는 지표로 사용되고 있다. 국내에서도 식품안전보건지표의 개발과정이 정립되었으며, 사례의 형태로 식품안전보건지표가 개발되어 도입단계에 있다[6].

현재까지 국내에서는 관련지표에 대한 법적 요소의 미비 등으로 정책적 활용이 이루어지고 있지 않으나, 이를 효과적으로 활용하기 위한 방안들을 재고할 필요가 있다. 국외에서 현재 가장 흔히 활용되고 있는 방안은 전체 지표를 영역에 따라 분류하고 해당되는 값을 지역별, 연도별로 모니터링 하여 공표하는 것이다[7]. 개별적인 지표 값을 지역과 연도에 따라 구분하여 제공하는 것은 각 지표에 대한 세부적인 정보를 파악할 수 있게 하지만, 전반적인 식품안전보건상태를 한 눈에 파악하기 어렵게 한다. 이에 따라 벨기에의 Federal Agency for the Safety of the Food Chain에서는 식품안전보건지표를 통합하는 food safety barometer를 개발하여 전반적인 식품안전보건상태를 확인할 수 있게 하였다[8]. Food safety barometer와 같은 통합식품안전보건지수는 복잡한 정보를 단일 값으로 축약하기 때문에 식품안전보건에 대한 전반적인 이해와 해석을 도울 수 있게 된다[9].

식품안전보건지표의 또 다른 활용방안으로 지역의 식품보건상태와 식품보건 외적인 요인들의 관련성을 분석하는 연구가 있다. 분석에 활용되는 식품 외 요인으로는 사회경제적 지위나 인구특성과 같이 식품안전에 영향을 줄 수 있는 요소, 또는 사망률과 같이 식품안전으로부터 영향을 받을 수 있는 요소가 있다. Broner 등, Chang 등의 연구에 따르면 사회경제적 지위는 살모넬라, 리스테리아, 대장균 등의 감염성 식품매개질환에 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났다[10,11]. 그러나 현재까지 진행된 관련 연구들은 식품안전상태를 나타내는 변수가 개별 질환의 발생률 또는 일부 질환의 총 발생률에 한정되어 있으며, 통합적인 식품안전보건상태와 사회경제적 지위와의 상관관계를 파악한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 통합식품안전보건지수는 살모넬라증 발생률과 같은 개별지표만으로는 나타내기 힘든 종합적인 식품안전보건상태를 대변할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 통합식품안전보건지수와 사회경제적 지위의 상관관계를 분석하는 것은 국내에서 전반적인 식품안전보건상태에 영향을 주는 사회경제적 요인을 파악하고, 이를 재고함으로써 식품안전보건을 증진시킬 수 있는 적절한 정책을 수립하는데 유용하게 활용될 수 있다.

본 연구에서는 식품안전보건지표의 활용을 통해 수행할 수 있는 사례로서 다음과 같은 내용을 제시하고자 한다. 먼저, 식품안전보건지표를 이해하기 쉽고 전반적인 식품안전보건수준을 파악할 수 있는 통합식품안전보건지수로 변환하는 방법을 소개하고 결과를 제시하였다. 또한, 식품안전보건수준을 증진시키기 위해 우선적으로 개입해야 할 지점을 파악하기 위하여, 통합식품안전보건지수와 이를 구성하는 식품안전보건지표와의 상관성을 분석하였다. 마지막으로, 통합식품안전보건지수와 사회경제적 지위와의 상관성을 살펴봄으로써 식품 위해 요인으로 인한 건강영향의 취약 집단 파악을 목적으로 하는 사례 결과를 제시하였다.

Materials and Methods

연구대상

본 연구는 『식품 중 유해물질 관리를 위한 식품보건지표 선정 및 평가 방법 개발』[6]에서 사례로 개발된 식품안전보건지표의 정보를 활용하여 진행되었다. 개발된 식품안전보건지표는 자료의 공표단위(해상도)에 따라 전국, 시도, 시군구 수준으로 산출이 가능하며, 본 연구에서는 시도 수준의 해상도에 해당하는 지표를 연구에 활용하였다. 위 사업에서 최종 선정된 지표는 '국산 과일/채소류 내 잔류농약/제초제 잔류량 적합판정비율', '식품매개질환사고 발생 수', '식품매개 법정감염병의 발생률', '살모넬라 식중독 발생률'로 총 4개이다[6,12]. 선정된 4개 지표는 국내 식품안전보건상태를 전국 또는 시도단위에서 나타낼 수 있는 지표이다. 본 연구에서 분석은 2010년과 2011년의 전국 16개 시도(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주) 수준으로 산출 가능한 지표를 대상으로 하였다. 기 개발된 지표를 종합하여 국내의 전반적인 식품안전보건상태를 대표하는 지수로 산출할 때에는 전체 지표 중 해상도가 동일하고 의미가 중복되지 않는 지표만으로 한정하는 절차가 필요하다. 이에따라 전체 4개 지표 중 2개 지표가 제외되었다. '국산 과일/채소류 내 잔류농약/제초제 잔류량 적합판정비율' 산출에 필요한 자료가 전국단위의 해상도로만 제공되어 시도단위의 해상도 지표 산출이 불가능하였으며, '살모넬라 식중독 발생률'은 '식품매개질환사고 발생 수'의 세부지표인 '살모넬라에 의한 식품매개질환 사고 발생 수'와 그 의미가 중복되기 때문에 해당 지표는 지수산출과정에서 제외되었다. 최종적으로 분석에 사용된 지표는 '식품매개질환사고 발생 수'(식중독통계시스템, 식품의약품안전처)와 '식품매개 법정감염병의 발생률'(감염병 웹통계 시스템, 질병관리본부)에 속한 16개 세부지표[6,12]로 한정했다.

통합식품안전보건지수의 산출

통합식품안전보건지수는 식품안전보건지표의 세부지표를 비율차(percent difference)와 Z-score의 두 가지 방법으

로 표준화한 뒤 통합하는 방식으로 산출하였다. 국내에서 사례로 개발된 식품안전보건지표가 식품매개질환 발생률 또는 발생 수로 구성되기 때문에, 지표 값의 증가는 식품안전보건상태의 악화를 의미한다. 그러나 지수 값이 클 수록 전반적인 식품안전보건상태가 양호하다고 해석되게 하기위해 일반적인 비율차와 Z-score 산출 방법에 –1을 곱하여 표준화를 하였다. 비율차의 경우 과거 대비 현재의 상대적 지표 변화량을 나타내는데 용이하며, 이를 통해 산출된 지수(이하 통합식품안전보건지수I)는 식품안전보건상태의 변화와 세부 지표간의 관계를 보는데 사용되었다. Z-score의 경우 현재의 절대적 지표 값을 나타내는데 용이하며, 이를 통해 산출된 지수(이하 통합식품안전보건지수II)는 통합식품안전보건지수와 지역의 사회경제적 수준의 연관성을 분석하는데 사용되었다.

통합식품안전보건지수I의 산출을 위해 개별 세부지표에 대해 비율차를 계산하였다. 계산된 각 세부지표의 비율차에는 가중치를 부여하였다. '식품매개질환사고 발생 수'와 '식품매개 법정감염병의 발생률'에 같은 가중치를 두고, 각 지표 내의 가중치는 세부지표의 개수만큼 나누어 한 지표 내의 세부지표끼리는 같은 정도의 가중치를 가지도록 하였다. 일반적으로 지표의 가중치를 결정할 때에는 전문가를 활용한 델파이기법 등으로 지표의 경중에 따라 가중치를 다르게 할당한다. 그러나, 전문가의 수와 특성에 따라 가중치가 크게 달라질 수 있기 때문에 대표성 있는 전문가 섭외 및 분석방법 적용이 어려울 경우 동일가중치를 할당하는 것이 권고되고 있다. 사용된 가중치는 각 세부지표 별 비율차와 곱하여 '연간 가중 비율차'를 산출하였고, 전체 세부지표의 '연간 가중 비율차'를 평균 내어 통합식품안전보건지수I로 산정하였다(식 (1)). 지역 별로 산출 된 통합식품안전보건지수I는 지도에 도식화하였다.

$$\text{통합식품안전보건지수I} = \frac{\Sigma \frac{(\text{2011년도 지표값} - \text{2010년도 지표값})}{(\text{2010년도와 2011년도 지표값의 평균})} \times (\text{세부지표 가중치})}{16} \quad (1)$$

통합식품안전보건지수II의 산출을 위해 z-score를 활용하여 개별 세부지표를 표준화하였다. 산출된 세부지표 표준화 값은 지역별, 연도별로 평균 내어 통합식품안전보건지수II로 산정하였다(식 (2)). 지역별로 산출된 통합식품 안전보건지수II는 지도에 도식화하였다

$$\text{통합식품안전보건지수II} = \frac{\Sigma \frac{(\text{해당년도 전 지역 지표값의 평균} - \text{해당년도 지표값})}{(\text{해당년도 전 지역 지표값의 표준편차})} \times (\text{세부지표 가중치})}{16} \quad (2)$$

통합식품안전보건지수I과 이를 구성하는 지표의 상관성 분석

통합식품안전보건지수I은 지역간 식품안전보건상태 변화의 차이를 비교하는 데 용이하며, 이를 구성하는 세부지표와의 관계를 통해 각 지역 내에서 식품안전보건상태의 변화에 어떠한 지표가 중요한 역할을 했는지 파악할 수 있다. 따라서 지역의 식품안전보건상태 변화에 주요한 영향을 끼친 지표를 확인하기 위해 통합식품안전보건지수I와 이를 구성하는 세부지표 값들간의 상관성을 분석하였다. 통합식품안전보건지수I과 상관성이 높았던 세부지표에 대해서는 지표끼리 상호 연관되어 통합식품안전보건지수I에 공통적으로 작용하는지를 확인하기 위해 요인분석을 추가적으로 실시하였다.

통합식품안전보건지수II와 사회경제적 지위와의 상관성 분석

통합식품안전보건지수와 인구통계학적 및 사회경제적 요소들과의 관계에 대한 정보는 식품매개질환에 취약한 집단을 파악하는 데 도움을 줄 수 있다. 이에 따라 기존 문헌에 기초하여 식품매개질환과 관련이 있을 것으로 생각되는 사회경제적 지표를 선정하고, 이 중 국내 가용자료가 있는 지표와 통합식품안전보건지수II의 관련성을 분석하였다. 분석에 사용된 사회경제적 지표는 통계청에서 제공되는 65세이상 인구비율, 5세 미만 인구비율, 여성 인구비율, 실업률, 1인당 지역 총소득, 기초생활수급자수 비율, 천명당 범죄발생건수, 1인당 진료비, 인구밀도, 평균가구원수, 외국인 비율, 수도보급율, 도시화율이다.

통합식품안전보건지수II와 지역의 사회경제적 수준 사이의 연관성을 알아보기 위해 회귀분석을 실시하였다. 이를 위해 통합식품안전보건지수II를 종속변수로, 선정된 사회경제적 지표를 설명변수로 하였다. 모형 선정은 전향적 선택방법을 실시하였다. 종속변수와 가장 상관성이 높은 지표를 시작으로 사회경제적 지표를 추가하여 VIF가 10을 초과하지 않으면서 adjusted R^2 값이 가장 큰는 모형을 최종 모형으로 선택하였다.

모든 분석은 SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina)와 ArcGIS 10.0 (ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute)을 사용하였다.

Results

기술통계

연구기간 동안 발생한 식품매개질환사고 건수와 식품매개 법정감염병 발생률은 Table 1과 같았다. 식품매개질환사고 발생건수는 2010년 총 270건에서 2011년에는 247건으로 감소하였으며, 원인불명(2010년 105건; 2011년 108건), 노로바이러스(2010년 31건; 2011년 31건), 병원성 대장균(2010년 28건; 2011년 32건)으로 인한 질환발생이 가

Table 1. Food safety health indicators and integrated food safety indices by region, Korea, 2010-2011

Districts	Outbreaks of food-borne disease		Incidence of food-borne legal communicable disease (/100,000 persons)		Integrated food safety health indexI	Integrated food safety health indexII	
	2010	2011	2010	2011		2010	2011
Seoul	39	33	0.99	0.93	19.19	-0.39	-0.61
Busan	21	18	1.27	0.70	25.90	0.06	0.18
Daegu	3	4	0.72	0.64	–9.70	0.42	0.62
Incheon	12	9	1.43	0.72	–9.39	0.07	0.08
Gwangju	21	2	1.18	1.10	60.71	–0.18	0.43
Daejeon	8	16	0.54	0.33	–10.36	0.40	0.28
Ulsan	7	13	0.98	1.15	–16.34	0.27	–0.16
Gyeonggi-do	69	62	0.72	0.71	16.59	–1.31	–1.18
Gangwon-do	11	15	0.79	0.26	20.79	0.19	0.15
Chungcheongbuk-do	7	8	0.58	0.84	–40.03	0.40	0.21
Chungcheongnam-do	19	15	0.83	1.68	–14.39	–0.29	–0.21
Jeollabuk-do	7	12	0.43	0.32	–27.01	0.50	–0.09
Jeollanam-do	8	19	1.30	1.83	–49.09	0.12	–0.14
Gyeongsangbuk-do	28	4	0.82	0.74	83.95	–0.44	0.24
Gyeongsangnam-do	4	11	1.68	1.79	–41.09	–0.03	–0.17
Jeju	6	6	1.41	0.35	29.03	0.20	0.36
Average	17	15	0.98	0.88	2.42	0	0

장 많았다. 식품매개질환사고 발생건수가 가장 많은 지역은 경기도(2010년 69건; 2011년 62건)였으며, 가장 적은 지역은 대구(2010년 3건)와 광주(2011년 2건)였다. 식품매개질환 발생건수가 가장 많았던 경기도에서는 전체 발생건수 중 불명, 노로바이러스, 살모넬라로 인한 발생건수가 가장 많았다.

식품매개 법정감염병 발생률도 2010년 10만명당 15.67명에서 2011년 10만명당 14.08명으로 감소하는 경향을 보였다. 2010년에는 세균성 이질 발생률이 7.40로 가장 높고 콜레라 발생률이 0.14로 가장 낮았고, 2011년에도 세균성 이질 발생률이 5.09로 가장 높고 콜레라 발생률이 0.03으로 가장 낮았다. 식품매개 법정감염병 발생률이 가장 높은 지역은 2010년의 경우 경상남도(1.68), 2011년에는 전라남도(1.83) 였으며, 발생률이 가장 낮은 지역은 2010년 전라북도(0.43), 2011년 강원도(0.26)였다. 2010년 경상남도에서는 장티푸스 발생률(0.83)이, 2011년 전라남도에서는 세균성 이질 발생률(1.36)이 가장 높았다.

통합식품안전보건지수의 산출

식품안전보건지표를 비율차와 Z-score로 표준화하고 통합하여 통합식품안전보건지수I, II를 산출하였다(Table 1). 통합식품안전보건지수I의 값이 0보다 작으면 식품안전보건상태가 전년보다 악화되었다는 것을 의미한다. 16개 시도의 평균 통합식품안전보건지수I값은 2.42로, 2010년 대비 2011년의 평균적인 식품안전보건상태가 호전되었음을 알 수 있었다. 전년 대비 식품안전보건상태가 가장 악화된 지역은 전라남도(–49.09)였다. 반면 경상북도는 통합식품안전보건지수I의 값이 83.95로, 전년 대비 식품안전보건상태가 가장 호전된 것으로 나타났다.

통합식품안전보건지수II는 Z-score를 활용하여 표준화하였기 때문에 특정 지역의 식품안전상태가 전국의 평균 식품안전상태보다 높을 경우 0보다 큰 지수 값을 가지며, 값이 클수록 해당지역의 식품안전보건상태가 양호함을 의미한다. 2010년과 2011년 모두 통합식품안전보건지수II 값이 가장 높은 지역은 전라북도(2010년 0.50)와 대구(2011년 0.62)였으며, 가장 낮은 지역은 경기도(2010년 –1.31; 2011년 –1.18)로 나타났다.

산출된 통합식품안전보건지수I, II는 ArcGIS 10.0을 이용하여 도식화하였다. 통합식품안전보건지수는 4단계로 분류하였으며, 식품안전보건상태가 나쁠 수록 진한 색으로 나타내었다(Fig. 1, 2).

통합식품안전보건지수과 이를 구성하는 지표의 상관성 분석

통합식품안전보건지수I와 통계적으로 유의한 상관관계가 있는 식품안전보건지표는, 상관성이 큰 순서대로 나열하자면 원인미상($r = –0.76$ $p = 0.001$), *Bacillus cereus* ($r = –0.64$ $p = 0.01$), 살모넬라($r = –0.54$ $p = 0.03$)로 인한 식품관련매개질환 발생건수, 장출혈성대장균감염증 발생률($r = –0.51$ $p = 0.04$), *Campylobacter jejuni* ($r = –0.46$ $p = 0.08$)로 인한 식품관련매개질환 발생건수였다(Table 2). 세부지표간의 상관분석을 시행한 결과 *Campylobacter jejuni*, 살모넬라, 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수가 높은 상관관계를 보였으며, 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수와 장출혈성 대장균감염증 발생률도 높은 상

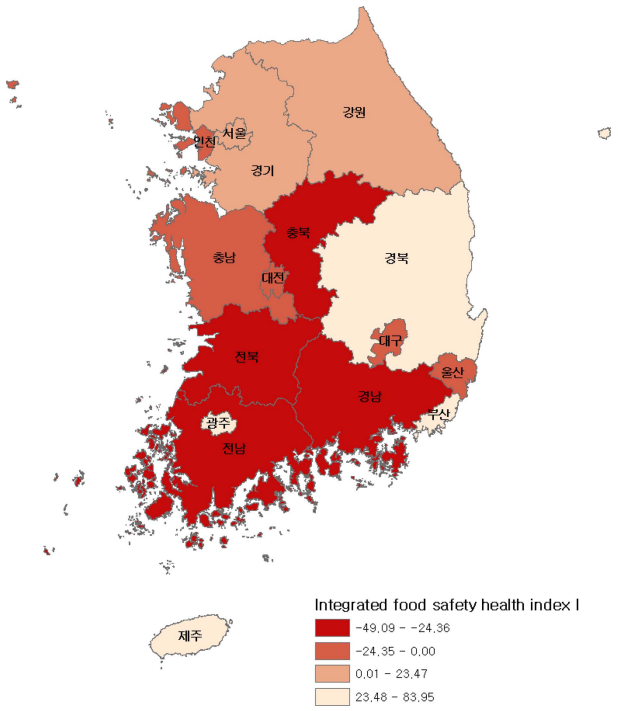

Fig. 1. Distribution of the integrated food safety health index I by region.

관관계를 나타냈다.

통합식품안전보건지수II와 사회경제적 지위와의 상관성 분석

분석에 사용된 사회경제적 지표의 특성은 Table 3과 같다. Adjusted R^2과 통계적 유의성을 고려한 전향적 변수선택 과정을 거친 결과, 외국인 비율, 인구밀도, 여성 비율, 기초수급자 비율이 최종 모형에 포함되었다. 최종 모형에서 VIF가 5를 초과하는 변수는 없어, 독립변수들간의 다중공선성은 없는 것으로 간주된다. 최종모형 분석결과 외국인 비율(%)이 1단위 증가함에 따라 통합식품안전보건지수II 값이 0.50단위 감소하였으며($p < 0.001$), 여성 비율(%)이 1단위 증가함에 따라 통합식품안전보건지수II 값이 0.51단위 감소하였다($p = 0.04$). 반면, 인구밀도(명/km^2)가 1단위 증가함에 따라 통합식품안전보건지수II 값은 0.0000601만큼 증가하였고($p = 0.02$), 기초수급자의 비율이 통합식품안전보건지수II와 통계적으로 유의한 연관성을 보이지 않았다(Table 4).

Discussion

본 연구에서는 국내 식품안전보건지표를 활용할 수 있는 세 가지 방안을 2010년~2011년 동안 국내 16개 시도의 자료를 이용하여 사례연구의 형태로 제시하였다. 첫 번째 방안으로 통합식품안전보건지수를 두 가지 방법으로 산출하여 지역의 종합적인 식품안전보건상태 변화 및 수준을 나타내었다. 나아가 지역 내 식품안전보건상태의 변화를 나타내는 통합식품안전보건지수I를 이용하여 해당 지수를 구성하는 세부지표와의 상관관계를 분석하였고, 해당 년도의 식품안전수준을 나타내는 통합식품안전보건지수II와 지역의 사회경제적 지위를 나타내는 변수들 사이의 연관성을 분석하였다.

지역별로 산출된 통합식품안전보건지수I은 해당 지역의 식품안전보건상태를 전년 대비 당해년의 호전정도로 상대적인 수준으로 나타낸다. 이에 비해, 연도에 따라 지역별로 산출된 통합식품안전보건지수II는 해당 지역의 식품안전보건상태를 절대적인 수준으로 나타낸다. 식품안전보건

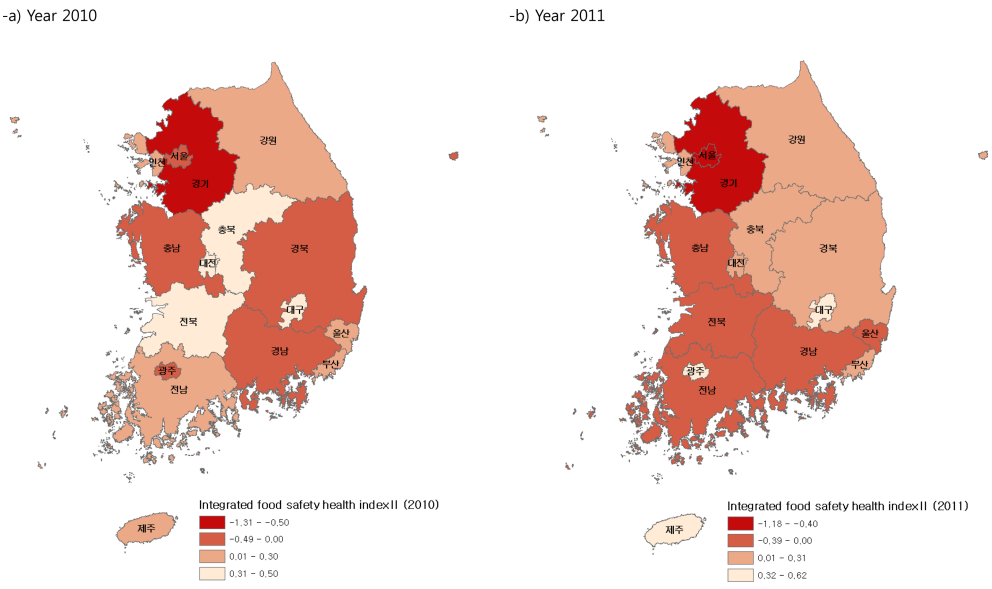

Fig. 2. Distribution of the integrated food safety health index II by region in 2010 and 2011.

Table 2. Correlation analysis between integrated FSHI I and the constituent indicators

		Number of incident of infectious diseases cases										Legal infectious diseases incidence rate					FSHI I
		Bac	Eco	Unk	Sal	Nat	Vib	Cam	Clo	Sta	Oth	Shi	Eco	Typ	Cho	Par	
Nor	β	0.1	−0.13	0.01	−0.08	−0.13	−0.46	0.24	−0.04	−0.06	−0.41	0.03	−0.06	−0.12	0.50	−0.03	−0.08
	p	0.72	0.64	0.97	0.76	0.64	0.07	0.38	0.89	0.82	0.12	0.92	0.82	0.66	0.05	0.92	0.77
Bac	β		−0.06	0.31	0.38	0.32	0.08	0.42	0.48	0.11	0.25	−0.41	0.34	−0.39	0.39	0.001	−0.64
	p		0.82	0.25	0.15	0.23	0.76	0.11	0.06	0.68	0.35	0.12	0.20	0.13	0.13	0.998	0.01
Eco	β			−0.13	0.16	0.18	−0.22	−0.13	−0.02	0.08	0.26	−0.01	0.03	0.02	−0.55	0.18	−0.13
	p			0.63	0.54	0.50	0.41	0.64	0.94	0.76	0.34	0.97	0.92	0.94	0.03	0.52	0.63
Unk	β				0.64	0.26	0.07	0.48	−0.05	0.13	0.23	−0.01	0.49	−0.15	0.13	0.10	−0.76
	p				0.01	0.34	0.80	0.06	0.87	0.64	0.39	0.96	0.05	0.58	0.63	0.71	0.001
Sal	β					0.12	0.07	0.42	0.44	0.17	0.18	−0.44	0.10	−0.41	0.14	0.07	−0.54
	p					0.65	0.80	0.10	0.09	0.54	0.49	0.09	0.71	0.12	0.59	0.81	0.03
Nat	β						0.30	0.20	−0.19	−0.08	0.58	−0.43	0.02	−0.16	−0.19	−0.07	−0.20
	p						0.27	0.45	0.49	0.78	0.02	0.09	0.95	0.56	0.49	0.80	0.46
Vib	β							−0.27	−0.09	−0.39	0.17	0.004	0.09	0.16	−0.03	−0.21	0.005
	p							0.30	0.73	0.14	0.53	0.99	0.73	0.56	0.91	0.43	0.99
Cam	β								0.50	0.13	0.12	−0.10	0.06	−0.18	0.37	−0.42	−0.46
	p								0.05	0.63	0.66	0.72	0.81	0.51	0.15	0.11	0.08
Clo	β									0.28	−0.02	−0.28	−0.29	−0.21	0.48	−0.18	−0.27
	p									0.30	0.94	0.29	0.27	0.43	0.06	0.52	0.32
Sta	β										0.07	−0.17	0.13	0.26	0.01	−0.14	−0.25
	p										0.80	0.52	0.63	0.34	0.97	0.61	0.34
Oth	β											−0.28	0.05	−0.02	−0.36	−0.03	−0.23
	p											0.29	0.86	0.95	0.17	0.92	0.39
Shi	β												0.25	0.63	−0.14	−0.05	−0.10
	p												0.35	0.01	0.61	0.86	0.71
Eco	β													0.001	−0.26	−0.10	−0.51
	p													0.997	0.33	0.73	0.04
Typ	β														−0.15	−0.39	0.03
	p														0.59	0.14	0.92
Cho	β															−0.08	−0.23
	p															0.76	0.39
Par	β																−0.15
	p																0.57

*Abbreviations: Noro virus (Nor), *Bacillus cereus* (Bac), *Escherichia coli* (Eco), unknown (Unk), Salmonella spp. (Sal), Natural poison (Nat), *Vibrio Parahaemolyticus* (Vib), *Campylobacter jejuni* (Cam), *Clostridium perfringens* (Clo), *Staphylococcus aureus* (Sta), other (Oth), Shigellosis (Shi), Thyphoid (Typ), Cholera (cho), Paratyphoid fever (par), FSHI (Food Safety Health Index)

지표를 지수화한 결과, 통합식품안전보건지수I이 낮은 지역은 전라남도였으나, 통합식품안전보건지수II가 낮은 지역은 경기도로 서로 다르게 나타났다. 세부 지표를 살펴보면, 2010년 대비 2011년 전라남도에서 장출혈성 대장균 감염증 발생률, *Campylobacter jejuni*, 노로바이러스, 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수가 크게 증가하였기 때문에 통합식품안전보건지수I이 낮은 지역으로 전라남도가 선정된 것을 알 수 있다. 경기도의 경우, 2010년에 노로바이러스, *Campylobacter jejuni*로 인한 식품매개질환 발생건수가, 2011년에 노로바이러스, 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수가 크게 증가하여 두 년도의 통합식품안전보건지수II가 가장 낮은 지역으로 선정되었다. 즉, 두 통합식품안전보건지수를 활용하여 전년 대비 상대적인 변화 정도와 특정년도의 절대적인 수준을 모두 평가할 수 있다. 이러한 정보는 도식화를 하여 대중과 정책입안자의 이해를 높일 수 있으며, 전국의 16개 시도 중 식품안전보건의 취약지역을 선정하고 이를 개선하기 위한 정책을 수립하는 데 활용될 수 있다.

Table 3. Socioeconomic characteristics of the study regions

Variables*	2010				2011			
	Mean	Standard deviation	Min	Max	Mean	Standard deviation	Min	Max
Proportion of people aged ≥ 65 years (%)	11.79	3.25	6.82	18.29	12.11	3.23	7.09	18.61
Proportion of people aged < 5 years (%)	4.54	0.46	3.61	5.24	4.58	0.45	3.71	5.24
Population density (persons/km^2)	2301.35	4177	91.64	17045.53	2299.37	4152	91.53	16941.62
Proportion of females (%)	49.82	0.45	48.59	50.44	49.84	0.46	48.58	50.5
Per capita gross regional income (100,000 won)	241.46	76.17	179.17	475.32	256	79.91	193.94	500.35
Unemployment rate (%)	3.22	0.95	1.8	5.1	2.96	0.93	1.7	4.8
Proportion of National Basic Livelihood recipients (%)	3.71	1.24	1.67	5.93	3.49	1.15	1.51	5.5
Crime rate (cases/1,000 persons)	36.13	3.83	30.42	44.35	34.43	4.25	29.58	43.51
Medical expenses per person (100,000 won)	10.18	1.53	8.16	13.51	10.62	1.25	8.98	13.45
Average number of household members (persons)	2.65	0.13	2.44	2.84	2.61	0.13	2.4	2.81
Proportion of foreigners registered as residents of Korea (%)	1.78	0.65	1.04	3.26	1.98	0.72	1.12	3.57
Water supply ratio (%)	89.74	9.92	69.37	100	90.63	9.13	72.23	100
Urbanization rate (%)	88.24	12.23	64.17	100	88.49	11.88	65	100

*Data obtained from Statistics Korea

Table 4. Results of simple and multiple regression model of Food Safety Health Index II and socioeconomic variables

Variables	Simple regression*		Multiple regression*	
	Estimate	p-value	Estimate	p-value
Proportion of foreigners registered as residents of Korea (%)	–0.48	< 0.0001	–0.50	< 0.0001
Population density (persons/km^2)	–0.000024	0.23	0.000060	0.02
Proportion of female (%)	0.09	0.61	–0.51	0.04
Proportion of National Basic Livelihood recipients (%)	0.19	0.004	0.18	0.06

*Adjusted for year

통합식품안전보건지수I과 이를 구성하는 지표의 상관성을 분석한 결과, *Campylobacter jejuni*, 살모넬라, 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수가 서로 관련되어 통합식품안전보건지수I에 영향을 주었다. 특히, 통합식품안전보건지수I은 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수와 상관관계가 가장 높았다($r = -0.76$ $p = 0.001$). 그러나 원인미상에 해당하는 원인물질이 무엇인지 알 수 없기 때문에, 해당 정보는 향후 활용이 어렵다. 따라서 국내 식중독 통계시스템에서 원인물질별 통계를 공표할 때, 원인물질의 종류를 세분화하고 보다 정확한 역학조사를 실시하여 실질적 원인에 대한 파악이 가능하게 할 필요성이 있다. 식중독통계시스템에서 보다 세분화되고 정확한 자료를 제시한다면, 이를 지표화하여 실질적으로 국내 식품안전보건을 증진시키기위한 구체적인 계획을 세우는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

통합식품안전보건지수I과 이를 구성하는 지표의 상관성 분석에 추가적으로 요인분석을 실시하였을 때, *Campylobacter jejuni*, *Bacillus cereus,* 살모넬라가 서로 관련성이 있는 것으로 나타났다. *Campylobacter jejuni*와 살모넬라가 흔한 식품매개질환으로, 조리되지 않은 가금류 제품을 취급하거나 섭취할 때 감염되기 쉽고[13], *Campylobacter jejuni*, *Bacillus cereus,* 살모넬라가 모두 육류[14]와 비전처리 식품에서 검출율이 높다[15,16]는 공통점 때문인 것으로 해석할 수 있다. 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수는 장출혈성 대장균감염증 발생률과 서로 관련되어 통합식품안전보건지수I에 영향을 주었다. 이와 같이 세부지표와 통합식품안전보건지수I의 관계를 분석함으로서 전반적인 식품안전보건상태의 전년 대비 당해년의 변화량에 가장 큰 부분을 차지하는 지표를 파악하고, 중점적인 관리가 필요한 지표와 정책적 개입지점을 파악하는데 활용될 수 있다.

사회경제적 지표와 통합식품안전보건지수II의 관계를 분석한 결과, 최종 모형에 선택된 변수는 외국인비율, 인구밀도, 여성인구 비율, 기초수급자수 비율이었다. 이 중 통합식품안전보건지수II와 가장 유의하게 연관된 변수는 외국인 비율로, 지역의 외국인 비율이 증가할수록 식품안전상태가 나빠지는 경향을 보였다($\beta = -0.49$, $p < 0.0001$). 이는 살모넬라 감염률과 사회경제적 요인의 상관관계를 분석한 과거문헌[10,17]에서도 유사한 결과를 나타낸다. Chang 등[10]의 연구에서는 흑인/아프리카계 미국인의 비율, 히스패닉/라틴아메리카계 인구 비율이 높은 지역일수록 살모넬라증, 세균성이질 발생률이 높았다. Varga 등[17]의 연구에서도 소수집단의 비율이 중간인 지역보다 높은 지역에

서 살모넬라 감염률이 유의하게 낮았다. 이러한 결과에 대해 Varga 등은 해당 집단의 문화적인 특성, 식품안전에 대한 지식, 개인위생, 식품 조리방법의 차이 등을 원인으로 추정하였다. 국내의 경우 외국인을 대상으로 한 식품안전 연구는 많지 않다. 이는 외국과는 다르게 국내의 외국인 거주비율이 전체 인구의 2%를 초과하지 않는 적은 수준 때문인 것으로 생각된다. 국내 거주 외국인 구성 비율은 93.36%가 아시아인, 34.61%가 한국계 중국인, 16.28%가 중국인[18]으로, 국내에서 거주 외국인 비율이 높은 지역은 취약계층이 많은 지역으로서의 함의를 갖는다고 할 수 있다. 따라서 과거 문헌에서 언급한 소수인종의 문화적 특성 등에 추가적으로 사회경제적 지위, 의료접근성의 제약 등이 본 연구 결과의 원인으로 작용하였을 수 있다. 외국인 비율과 마찬가지로, 여성 비율 또한 통합식품안전보건지수II을 감소시키는 요인으로 작용하였다($\beta = -0.50$, $p = 0.04$). Broner 등[11]의 연구는 여성의 비율이 높은 지역에서 식품매개질환의 발생률이 감소하였는데, 이는 여성의 식품 소비 및 조리에 대한 인식 수준이 남성에 비해 높기 때문일 수 있다[19,20]. 이와 반대로 Bless 등[21]의 연구에서는 이와 반대로 여성의 비율이 높을 수록 캄필로박터균감염증의 발생위험이 더 높았는데, 이는 여성이 남성에 비해 생물학적으로 취약성을 지녔기 때문일 수 있다. 이와 같이 성별에 따른 식품매개질환 발생양상은 일관된 방향을 나타내지 않기 때문에 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 본 연구에서 인구밀도는 통합식품안전보건지수II와 양의 상관관계를 나타냈다($\beta = 6.01*10^{-5}$, $p = 0.02$). 기존 연구[22,23]에서는 인구밀도가 식품매개질환에 유의한 영향을 미치지 않았다. 그러나, 본 연구에서 인구밀도는 도시화율($r = 0.5$, $p = 0.05$)과 수도보급율($r = -0.5$, $p = 0.07$)과 높은 상관관계를 보여, 단순히 인구가 밀집된 지역을 가리키기보다 도시화가 진행된 지역을 나타내는 surrogate measure로서의 의미가 있는 것으로 보인다. Pardhan-Ali 등[22]의 연구에서는 일차의료기관이 많은 지역일수록 편모충증 발생의 위험이 높아지는 것으로 나타났는데, 지역 내 의료기관수 역시 도시화 정도를 반영할 수 있다. 즉, 도시화가 진행된 지역일 수록 수도보급율이 낮고, 주거의 질(housing quality) 이 좋으며 교통이 편리해 쉽게 의료 서비스를 이용할 수 있을 가능성이 더 높기 때문에 인구밀도가 높을수록 식품안전보건수준이 높을 수 있다.

본 연구가 지니는 장점은, 국내에서 도입단계에 있는 식품안전보건지표를 현재 단계에서 활용할 수 있는 현실적인 방안에 대해 고찰하였다는 것이다. 그 사례로서 본 연구는 단일 질환의 발생이 아니라 전반적인 식품안전수준을 나타내는 지수와 세부지표 및 사회경제적 변수들과의 연관성을 분석했다. 기존의 식품안전과 사회경제적 지표 사이의 연관성에 대한 연구들은 대부분 단일, 혹은 일부의 질환에 대한 것 이었으며, 일부 연구만이[11,24] 전체 식품매개질환 사고나 감염성 질환을 다루고 있었다. 본 연구에서는 여러 식품매개질환을 포괄하는 식품안전보건지수를 산출하고 이를 연구에 활용하여 식품안전분야의 연구에 새로운 틀을 제시하였다. 이러한 연구 결과는 식품안전보건에 대한 전반적인 이해와 해석을 돕고, 취약집단 파악 등을 통한 구체적인 식품안전 개선정책 수립에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에 사용된 지표의 개수가 2개에 불과하고, 분석에 사용된 지표의 해상도가 시도수준이었기 때문에 전국을 포괄하여도 sample size가 16개로 작다는 한계점이 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 사례연구는 향후 식품안전보건지표사업이 국가주도로 본격적으로 시행될 경우 본 사업을 통하여 획득되는 국가단위의 지표결과의 추가 활용에 관한 사전조사연구의 의미가 있다.

식품보건지표의 활용을 통해 전반적인 국내 식품안전보건상태를 파악하고, 연도별 식품안전보건상태의 변화원인을 파악할 수 있으며, 이를 식품보건 외의 식품안전과 관련이 있을 것으로 예상되는 기타 요인과의 상관성을 분석하여 추가적인 추론을 할 수 있다. 이와 같이 식품안전보건지표는 다양한 방면으로 활용이 가능하고, 정책적 기준 설정 및 방향성 제시의 근거자료로도 활용 가능하므로 앞으로 더욱 활발한 연구와 지속적인 관심이 필요된다.

Acknowledgement

본 연구는 2012-2013년도 식품의약품안전처의 연구개발비(12162MFDS762)로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

국문요약

식품안전보건지표는 그 활용성이 높아 국외에서는 종합적인 환경보건지표 내 세부영역에서 개발되어 활용되고 있으나, 국내의 경우 환경보건지표와 독자적으로 개발되어 도입단계에 있다. 본 연구에서는 기 개발된 식품안전보건지표를 활용할 수 있는 방안을 사례연구의 형태로 제시하였다. 본 연구에서 선정하여 제시한 활용방안으로는 지수화를 통한 통합식품안전보건지수 산출, 통합식품안전보건지수와 이를 구성하는 식품안전보건지표간의 상관성 평가, 통합식품안전보건지수와 사회경제적 지위와의 상관성평가가 있다. 지역 내에서 식품안전보건상태의 변화를 나타내는 통합식품안전보건지수I과 해당 년도의 지역별 식품안전보건수준을 나타내는 통합식품안전보건지수II가 산출되었다. 통합식품안전보건지수I은 *Campylobacter jejuni*, *Bacillus cereus*, 살모넬라, 원인미상으로 인한 식품매개질환 발생건수, 식품매개 법정감염병 발생률 중 장출혈성 대장균 발생률와 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다. 통합식품안전보건지수II는 외국인 비율과 여성 비율이 증가

할수록 통계적으로 유의하게 감소하였고, 인구밀도가 증가할 수록 통계적으로 유의하게 증가하였다. 제시된 활용방안을 통해 전반적인 국내 식품안전보건상태와 지역별 연도별 식품안전보건상태의 변화원인을 파악할 수 있으며, 식품안전과 관련이 있을 것으로 예상되는 기타 요인과의 연관성을 분석하여 추가적인 추론을 할 수 있다. 이 외에도 식품안전보건지표는 다양한 방면으로 활용이 가능하고, 정책적 기준 설정 및 방향성 제시의 근거자료로도 활용할 수 있으므로 향후 더욱 활발한 연구와 지속적인 관심이 필요하다.

References

1. Kjellström, T., Corvalán, C.: Framework for the development of environmental health indicators. *World Health Statistics Quarterly*, **48**(2), 144-154 (1994).
2. Briggs, D.J.: Environmental health indicators: Framework and methodologies. Geneva: WHO (1999).
3. Briggs, D., Corvalán, C., Nurminen, M. eds.: Linkage methods for environment and health analysis, general guidelines. Geneva: WHO (1996).
4. CDC. National environmental public health tracking network 2015 [cited 2015 06.03]. Available from: http://ephtracking.cdc.gov/showHome.action.
5. Van Steertegem, M., Bossuyt, M., Brouwers, J., De Geest, C., Dewolf, N., Overloop, S. et al.: MIRA Indicator report 2012. Vlaamse Milieumaatschappij (2012).
6. Lee, J.-T.: The study of the selection and the evaluation of health indicators for management of hazardous substances in food. Korean Ministry of Food and Drug Safety (2013).
7. WHO. Environment and Health Information System (ENHIS) 2014 [cited 2015 02.23]. Available from: http://data.euro.who.int/eceh-enhis/Default2.aspx.
8. Baert, K., Van Huffel, X., Wilmart, O., Jacxsens, L., Berkvens, D., Diricks, H. et al.: Measuring the safety of the food chain in Belgium: Development of a barometer. *Food Research International*, **44**(4), 940-950 (2011).
9. Bruno, F., Cocchi, D.: Recovering information from synthetic air quality indices. *Environmetrics*, **18**(3), 345-359 (2007).
10. Chang, M., Groseclose, S., Zaidi, A., Braden, C.: An ecological analysis of sociodemographic factors associated with the incidence of salmonellosis, shigellosis, and *E. coli* O157: H7 infections in US counties. *Epidemiology and Infection*, **137**(06), 810-820 (2009).
11. Broner, S., Torner, N., Dominguez, A., Martínez, A., Godoy, P.: The Working Group for the Study of Outbreaks of Acute Gastroenteritis in Cataloniathe. Sociodemographic inequalities and outbreaks of foodborne diseases: An ecologic study. *Food Control*, **21**(6), 947-951 (2010).
12. Byun, G., Choi, G., Lee, J.-T.: A standardized process for developing food safety health indicators in Korea. Journal of Food Hygiene and Safety. (2015); under review.
13. Thakur, S., Brake, J., Keelara, S., Zou, M., Susick, E.: Farm and environmental distribution of Campylobacter and Salmonella in broiler flocks. *Research in Veterinary Science*, **94**(1), 33-42 (2013).
14. Dhama, K., Rajagunalan, S., Chakraborty, S., Verma, A.K., Kumar, A., Tiwari, R. et al.: Food-borne pathogens of animal origin-diagnosis, prevention, control and their zoonotic significance: A review. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **16**(20), 1076-185 (2013).
15. Bae, Y., Hong, Y., Kang, D., Heu, S., Lee, S.: Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat fresh vegetables in Korea. *Korean Journal of Food Science and Technology*. (2011).
16. Francis, G.A., Thomas, C., O'beirne, D.: The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, **34**(1), 1-22 (1999).
17. Varga C, Pearl DL, McEwen SA, Sargeant JM, Pollari F, Guerin MT. Evaluating area-level spatial clustering of Salmonella Enteritidis infections and their socioeconomic determinants in the greater Toronto area, Ontario, Canada (2007-2009): a retrospective population-based ecological study. *Biomed Central Public Health*, **13**(1), 1078 (2013).
18. KOSIS. Statistical database-Number of registered foreigners by administrative district/sex: Statistics Korea; 2014 [cited 2015. 03.05.]. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=111&tblId=DT_1B040A4&conn_path=I2
19. Patil, S.R., Cates, S., Morales, R.: Consumer food safety knowledge, practices, and demographic differences: findings from a meta-analysis. *Journal of Food Protection*, **68**(9), 1884-1894 (2005).
20. Dosman DM, Adamowicz WL, Hrudey SE. Socioeconomic determinants of health-and food safety-related risk perceptions. *Risk Analysis*, **21**(2), 307-318 (2001).
21. Bless, P.J., Schmutz, C., Suter, K., Jost, M., Hattendorf, J., Mäusezahl-Feuz, M. et al.: A tradition and an epidemic: determinants of the campylobacteriosis winter peak in Switzerland. *European Journal of Epidemiology*, **29**(7), 527-537 (2014).
22. Pardhan-Ali, A., Wilson, J., Edge, V.L., Furgal, C., Reid-Smith, R., Santos, M. et al.: Community-level risk factors for notifiable gastrointestinal illness in the Northwest Territories, Canada, 1991-2008. *Biomed Central Public Health*, **13**(1), 63 (2013).
23. Simonsen, J., Frisch, M., Ethelberg, S.: Socioeconomic risk factors for bacterial gastrointestinal infections. *Epidemiology*, **19**(2), 282-290 (2008).
24. Semenza, J.: Strategies to intervene on social determinants of infectious diseases. *Eurosurveillance*, **15**(27), 32-39 (2010).