pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 31, No. 4, pp. 250~257 (2016)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2016.31.4.250

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

고등학교 급식식단의 엽경채류 식재료 사용 빈도 및 조리방법 분석 연구

민지현[1] · 이종경[2]* · 김현정[3] · 윤기선[1]
[1]경희대학교 식품영양학과, [2]한양여자대학교 식품영양과, [3]한국식품연구원

Analysis Study on the use of Frequency and the Cooking Method of Leaf and Stem Vegetables in High School Foodservice

Ji-Hyeon Min[1], Jong-Kyung Lee[2]*, Hyun-Jung Kim[3], and Ki-Sun Yoon[1]
[1]Dept. of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea
[2]Dept. of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, Seoul 04763, Korea
[3]Korea Food Research Institute, Gyeonggi-do 13539 Korea
(Received December 22, 2015/Revised March 5, 2016/Accepted August 3, 2016)

ABSTRACT - This study was conducted to extract the factors affecting the microbial safety of leaf and stem vegetables in the high school foodservice and to provide information for supplying the safe foodservice menu. The lunch and dinner menu (1,945 data) of the total 6 high schools at the Central and the South Region in March, June, September, and December were collected. The frequency analysis and the multiple correspondence analysis (MCA) based on the 3 factors (potentially hazardous food (PHF), leafy and stem vegetables in the menu, the cooking methods) were conducted. The most frequent PHF was the menu of blanched vegetables, salads, seaweeds and fried chicken. The most frequent consumed leaf and stem vegetables were spinach, chive, lettuce, Western cabbage, perilla leaf, iceberg lettuce, chicory, leek and broccoli. MCA based on the leaf and stem vegetables, the region, and the cooking method (cooked/non-cooked) showed that garlic stem and spinach were more used in the Central Region, while water dropwort were more used in the South Region. Iceberg lettuce, Bok choy and leek were included frequently in the PHF menu. Plant products frequently used in PHF menu requires the food safety system such as Good Agricultural Practice (GAP) to reduce the microbial risk. The menu database according to raw materials based on cooking methods (heating or mixing) as well as the development and verification of menu based on the microbial safety will be contributed to provide the safer foodservice menu.

Key words : Potentially hazardous foods, leaf and stem vegetables, high school foodservice

최근 과일과 채소에 의한 식중독 발생 사례가 국내·외에서 보고되고 있고 일반적으로 과일, 채소류는 가열처리 없이 섭취하기 때문에 병원성 미생물에 오염되어 있을 경우 식품 안전에 위협이 될 수 있다. 특히 채소는 생산과정에서 오염된 토양이나 관개수에 의해 식중독 원인균에 오염될 가능성이 있고, 퇴비나 가축의 분변에 의해 오염될 수 있어 위생관리 중요성이 대두되고 있다[1].

학교급식을 포함한 단체급식소에서는 조리과정의 단축 및 편리성, 조리인력 절감효과를 위하여 전처리 농산물과 신선편이채소의 사용이 증가하고 있다[2]. 그러나 사용량이 급증하는 것에 비해 그에 대한 미생물학적 수준 및 안전성에 대한 정보가 필요하다. 단체급식소에서 사용하는 농산물의 미생물학적 수준에 관한 보고에 따르면, 총균수 6 log CFU/g 이상인 경우가 양파보다는 부추가, 부추보다는 마늘에서 높은 수준으로 나타났다[3]. 무침류(생채, 숙채)의 경우, 시료 중 40%에서 총균수 5 log CFU/g 이상으로 보고되어 미생물학적 관리가 필요한 메뉴 유형으로 지목되기도 하였다[3]. 샐러드와 새싹채소에서 일반세균은 각각 6.7 log CFU/g, 8.0 log CFU/g, 대장균군은 각각 5.4 log CFU/g, 6.7 log CFU/g의 수준이었다. 특히 대장균의 경우 샐러드의 26.7%에서 2.2 log CFU/g, 새싹채소 중 32%에서 2.4 log CFU/g가 검출되기도 하였다[4]. 이와 비교하여 가열조리식품 중 밥, 국, 찌개, 찜, 구이, 조림, 부침, 튀김, 국수에서 대부분인 95% 이상 샘플에서 대장균군은 2 log CFU/g 이하[3]로 나타나서 가열조리의 중요성을 보여주었다. 샐러드

*Correspondence to: Jong-Kyung Lee, Dept. of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, 200 Salgoji-gil, Seongdong-gu, Seoul 04763, Korea
Tel: 82-2-2290-2183, Fax: 82-2-2290-2199
E-mail: jklee@hywoman.ac.kr

등 농산물에서의 미생물학적 수준 및 저감화 필요성이 보고되면서 미생물학적 위해요소에 대한 안전성 확보를 위한 연구로 생산 및 유통단계에서의 안전관리에 대한 Good Agricultural Practice (GAP) 연구 및 농산물 소독 후 저감화 효과에 관한 연구[5,6]가 활발히 진행되고 있다. 2014년 질병관리본부 역학조사 결과[7]에 따르면 전체 409건 중 식중독 감염원 확정이 27건, 추정이 49건으로, 불명으로 나타나는 비율이 높아 학교급식에서는 영양(교)사가 식단 작성 시 위험식품군에 대한 정보가 부족한 실정이다[8]. 일반적으로 잠재적 위해 식품(Potentially Hazardous Food, PHF)이란 “육류 및 식육 가공제품, 해산물, 유제품, 절단된 과일 및 야채와 같이 주로 단백질과 탄수화물이 주된 구성성분이며 식품의 내적인 요소(Intrinsic factor)인 pH와 수분활성도(Aw) 등이 미생물 성장에 적당하여 온도 및 시간관리가 필요한 제품”으로 정의하고 있다[8,9,10,11,12]. 또한 학교급식 위생관리 지침서에 따르면, 잠재적 위해 식품은 병원성 미생물의 증식이나 독소 형성을 막기 위해 시간 또는 온도관리가 필요한 식품으로 pH 4.6 이상, Aw 0.85 이상인 식품이 해당되며, 상온에서 쉽게 상하는 식품으로 정의하고 있다[13]. 이에 해당하는 잠재적으로 위해한 식품(시간 또는 온도 관리가 필요한 식품)은 생 혹은 익힌 동물성 식품, 익힌 식물성 식품(숙채류), 병원성 미생물의 증식과 독소형성을 억제하도록 조절되지 않은 새싹식품이나 자른 메론(산도가 낮은 과일류), 자른 엽채류, 자른 토마토가 혼합된 채소, 채친 채소(오이채, 양배추채 등) 등이 예로 제시되었다[10,11,12,13,14]. 2016년도 개정된 학교급식 위생관리 지침서에서는 PHF의 경우, Aw와 pH 기준으로 판단해야 하기 때문에 혼돈할 수 있는 식단의 사례가 있어 포괄적인 개념의 안전을 위해 시간·온도관리가 필요한 식단(Time/Temperature Control for Safety Food, TCS Food)으로 최근 용어를 변경하였다[14].

따라서 PHF는 병원성 식중독균에 오염되고 미생물 증식조건에 노출이 되면 식중독을 유발할 수 있으므로 관리가 매우 중요하다[9]. 또한 Park 등의 연구[9]에서는 우리나라에서 주요 식중독 원인이 될 수 있는 채소류 및 신선편의식품, 즉석섭취식품, 수산물 및 가공품, 육류 및 가공품, 기타 등 5개의 군으로 분류하여 PHF 50 품목을 선정한 바 있다.

학교급식에서는 PHF를 관리하기 위해 HACCP 시스템을 운영하고 있다. CCP 1에서는 식단 구성 시 PHF 여부를 확인한 후 57ºC 이상으로 제공되지 않는 PHF에 대해서는 조리과정에서 살균과정이 없는 동물성 식품과 위해도가 높은 식품은 식단에서 배제하는 것을 원칙으로 하나, 위해도가 높지만 배제할 수 없는 식품은 별도(CCP 2)의 공정관리가 될 수 있도록 하고 있다[13]. 가열조리 후 익히지 않은 식재료를 첨가하거나 뜨거운 음식과 찬 음식의 혼합, 생채소와 동물성 식품을 혼합하는 메뉴의 경우엔 CCP 2의 공정관리 대상이 되는데, 이 단계에서는 조리공정 시 완료시간과 배식 시작 시간을 지정하고 확인한다[13]. 개정된 학교급식 HACCP에서는 냉장(5ºC 이하) 또는 열장(57ºC 이상) 제공되지 않는 TCS Food이면서 생식재료 첨가, 식은 음식과 뜨거운 음식 혼합, 생채소와 단백질류 혹은 전분질류가 혼합되는 식단은 CCP 2의 공정관리 대상으로 개정 전과 거의 유사한 것을 알 수 있다[14]. 이와 같이 학교급식에서는 가능한 메뉴에 잠재적 위해 식품이 포함되지 않도록 노력하고 있으나 실질적으로 급식 메뉴 선정에 있어 미생물학적 위험성을 낮출 수 있는 메뉴관리에 대한 연구는 충분하지 않다.

따라서 본 연구에서는 학교급식에서 식중독 발생 위험이 높은 PHF의 사용 빈도를 파악하고, 특히 단체급식에서 주로 가열하지 않고 제공되는 사용빈도가 높은 엽경채류(갓, 꽃양배추, 미나리, 배추, 부추, 브로콜리, 상추, 샐러리, 시금치, 양배추, 양상추 등[15])의 조리방법을 분석하여 단체급식에서의 안전한 식단이 되도록 미생물학적 관리가 필요한 엽경채류를 파악하고 조리방법 제안에 활용하고자 한다.

Materials and Methods

급식 메뉴 분석을 위한 대상 학교 선정 절차

식품의약품안전처 식중독 통계자료[16]에 따르면, 전국에서 중부 수도권 지역과 부산·경남 지역이 식중독 발생건수 및 발생 환자수가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 이들의 차이를 비교하고자 중부 수도권 내륙 지역과 남부 영남 해안 지역을 선정하였다. 경기도 교육청 자료에 따르면, 1일 2식 이상 급식하는 고등학교에서 발생하는 식중독이 초등학교의 5배 이상으로 보고된 바 있다[17]. 따라서 학교급식 중 식중독 사고에 가장 취약한 ‘고등학교’ 중 교육청 홈페이지에서 정보 공개가 가장 잘 된 학교를 선정하였다. 고등학교의 계절별 중·석식 식단 전체를 분석하기 위하여 메뉴 유형을 1식 4찬과 1식 3찬으로 구분하였다. 교육부의 나이스(NEIS) 홈페이지[18]에서 중부와 남부지역에서 각각 3개의 학교 (1식 4찬 1개교, 1식 3찬 2개교), 총 6개 고교를 선택하였다. 또한 계절의 차이여부를 파악하기 위하여 3, 6, 9, 12월의 중식 및 석식 식단을 분석하였다.

급식 식단의 식재료 및 조리방법에서 미생물학적 위험성에 영향을 주는 인자 선정

식단의 식재료 및 조리방법은 미생물학적 위험성에 영향을 주는 인자로 작용할 수 있다. 따라서 각 학교별 식단에서 농산물 중 잠재적 위험성이 높은 주반찬과 특식(비빔밥, 볶음우동 등)을 분류하였다. 이후 잠재적으로 위험한 식재료 중 엽경채류가 포함된 식단을 파악하기 위하여 주

반찬 메뉴를 중심으로 시기(월), 중/석식, 메뉴명, PHF 해당 여부, 원재료, 세부재료, 식재료 가열여부, 식재료 혼합여부에 대하여 빈도 분석을 실시하였다.

엽경채류 사용 빈도 및 조리방법 분석

급식 식단에서 잠재적 위해성이 높은 농산물 중 사용빈도가 높은 엽경채류를 선정하기 위하여 식단에서 엽경채류의 사용 빈도, 조리방법에서 가열 및 다른 식재료 혼합여부를 분석하였다. 단체급식소에서 생채소에 대한 미생물학적 위험성을 저감화 할 수 있는 방법으로 소독이 의무화되어 있으므로, 가열조리 및 다른 식재료 혼합 여부를 안전한 조리방법의 주요 지표로 설정하였다. 따라서 엽경채류의 조리방법을 단순히 가열여부에 따라 가열(cooked, C) 혹은 비가열(non-cooked, NC)로 분류하였다. 또한 조리과정 중 가열, 비가열 식재료 혼합여부에 따라 가열·가열 혼합(cooked + cooked, CC), 비가열·비가열 혼합(non-cooked + non-cooked, NCNC), 비가열·가열 혼합(non-cooked + cooked, NCC)으로 분류하였다.

지역에 따른 엽경채류 사용빈도 분석 및 다중대응분석(MCA)

본 연구에서는 지역적으로 학교급식에 활용되는 엽경채류의 품목에 차이가 있는지를 비교하기 위하여 지역, 엽경채류 품목 및 사용횟수, 가열여부 세 가지 변수에 대한 관계요인 및 정도를 분석하였다. Table 1의 자료를 이용해 XLstat™ 2015 (Addinsoft, Paris, France) 프로그램을 활용하여 다중대응분석(Multiple correspondence analysis, MCA)을 실시하였다. 다중대응분석은 범주를 나타내는 변수가 셋 이상인 다원분할표의 대응분석기법이며, 자료의 행과 열에 나타나는 범주를 공간상에 나타내고 이들 간의 관계를 알아보는 자료분석 기법이다. MCA를 통하여 범주간의 유

Table 1. The use of frequency and the number of PHF menu in leaf and stem vegetables in high school foodservice during 4 months (March, June, September and December)

Rank	Central region			South region		
	Type	Use of frequency	The number of PHF menu	Type	Use of frequency	The number of PHF menu
1	Spinach	43	23	Spinach	28	13
2	Garlic stem	16	10	Leek	25	25
3	Perilla leaf	15	6	Lettuce	23	15
4	Leek	14	14	Western cabbage	19	12
5	Lettuce	14	7	Water dropwort	14	7
6	Chicory	13	3	Iceberg lettuce	12	12
7	Western cabbage	13	2	Welsh onion	11	11
8	Broccoli	13	0	Winter grown cabbage	11	6
9	Iceberg lettuce	11	11	Perilla leaf	10	1
10	Welsh onion	10	10	Chicory	8	0
11	Winter grown cabbage	8	8	Broccoli	7	0
12	Korean pimpinella	7	6	Bok choy	6	6
13	Water dropwort	5	5	Young radish	5	3
14	Bok choy	5	3	Korean pimpinella	4	2

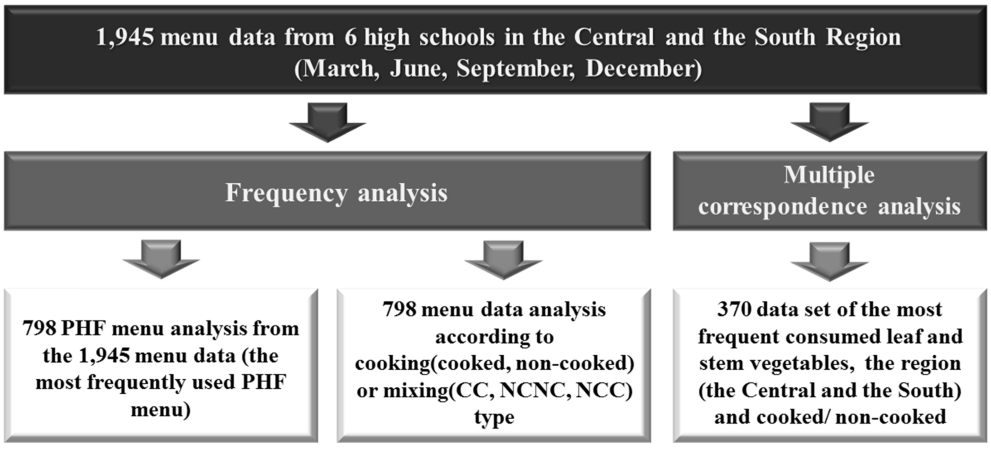


Fig. 1. The flow chart of this data analysis study.

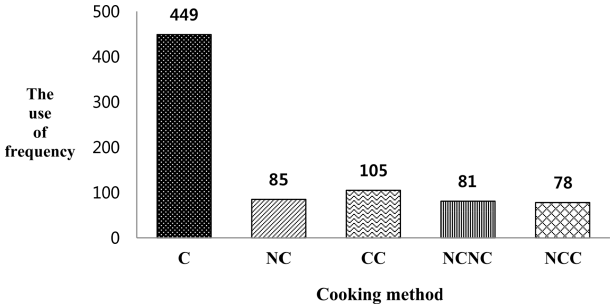
사성을 시각적으로 볼 수 있고 통상 2-D map 상에서 결과를 명확하고 단순하게 볼 수 있는 장점이 있다[19,20]. 본 연구에서는 지역, 다소비 엽경채류 및 사용횟수, PHF 여부를 3개의 범주로 설정하고 범주간의 상관성을 MCA 방법을 통하여 파악하였다. 엽경채류에 따라 지역적으로 활용되는 품목의 차이점이 있는지, PHF에 해당하는 메뉴와 관련한 엽경채류는 어떤 품목이 있는지 분석을 실시하였다. Table 1은 중·남부지역 고등학교 메뉴 중 사용빈도가 높은 엽경채류 순위에 대해 나타내었다. 이를 MCA 방법을 통하여 항목 간의 상호 연관성 파악을 통해 그 결과를 시각화하여 분석하였다. 본 연구의 방법을 도식화하고 전체 분석을 위하여 추출된 data의 수는 Fig. 1과 같다.

Results and Discussion

고등학교 급식식단의 잠재적 위해 식품(Potentially Hazardous Food: PHF) 및 식재료 분석

PHF와 관련된 연구결과[9,10,11,12]를 토대로 중부 및 남부지역 고등학교 급식 식단 1,945개를 분석한 결과, PHF에 해당하는 메뉴는 798개로 산출되었다. 중부·남부지역 고등학교 급식메뉴에서 이들을 빈도 분석한 결과 전체 메뉴 중 PHF에 해당하는 메뉴는 41%로 나타났다. 중부지역 고등학교 급식에서 PHF에 해당하는 메뉴는 샐러드, 데친 나물류, 부추, 파채, 해조류, 쌈야채, 오징어/쭈꾸미/낙지/문어, 해파리, 맛살/어묵, 햄버거, 핫도그, 잡채, 볶음밥, 비빔밥, 햄/소시지/베이컨, 동그랑땡, 계란지단/찜, 제육볶음, 편육, 닭튀김, 닭꼬치, 묵류, 오징어채, 냉면류 등으로 나타났다. 남부지역 고등학교 급식에서 PHF에 해당하는 메뉴는 샐러드, 새싹채소/무순, 데친 나물류, 부추, 파채, 해조류, 쌈야채, 홍합, 오징어/쭈꾸미/낙지/문어, 해파리, 날치알, 맛살/어묵, 주먹밥/유부초밥, 잡채, 볶음밥, 비빔밥, 햄/소시지/베이컨, 동그랑땡, 계란지단/찜, 제육볶음, 편육, 족발, 닭튀김, 닭꼬치, 묵류 등으로 나타났다. 계절별로는 중부·남부지역 모두 12월보다 3, 6, 9월에 PHF에 해당하는 메뉴의 수가 많았고, 중부지역은 3월(119건), 9월(116건), 6월(107건), 12월(27건) 순이었고 남부지역은 6월(106건), 3월(102건), 9월(100건), 12월(73건) 순으로 사용비중이 높았다. 이는 12월에는 방학으로 인해 전반적으로 급식 일수가 적기 때문인 것으로 사료된다.

또한 중/석식 식단을 구분하여 분석한 결과, 1,945개의 메뉴 중 798개 PHF 메뉴 중 중식에서는 426건, 석식에는 372건이 포함되었다. PHF에 해당하는 798개 식단에서 가열여부와 혼합여부의 조합을 살펴본 결과 가열 공정이 있는 메뉴(cooked, C)는 449건, 비가열 메뉴(non-cooked. NC)는 85건으로 나타났다. 조리 이후 혼합된 메뉴에서는 가열된 식재료와 가열된 식재료를 혼합한 메뉴(cooked + cooked, CC)는 105건, 비가열 식재료와 비가열 식재료를 혼합한 메뉴(non-cooked + non-cooked, NCNC)는 81건, 비가열 식재료와 가열 식재료를 혼합한 메뉴(non-cooked + cooked, NCC)는 78건으로 나타났다(Fig. 2). 혼합 메뉴 유형은 PHF 메뉴 중 33.1% 수준으로 나타나 조리 과정 중 혼합된 메뉴 유형에서 '배식시간 준수'와 같은 각별한 주의가 필요함을 알 수 있다.



C : cooked
NC : non-cooked
CC : cooked + cooked
NCNC : non-cooked + non-cooked
NCC : non-cooked + cooked

Fig. 2. Frequency of cooking method of 798 PHF menu in the 6 high school foodservice during 4 months.

PHF에 해당하는 메뉴 중 상위 3순위를 분석한 결과 중부 지역에서는 데친 나물류, 샐러드, 닭튀김이 주로 많이 활용되었고, 남부 지역에서는 데친 나물류, 샐러드, 해조류가 많이 활용되었다. 이 중 데친 나물류의 종류로는 중부·남부 지역 모두 콩나물, 시금치, 숙주가 가장 많이 사용하는 식재료로 나타났고, 마늘쫑, 미나리, 참나물, 청경채 등이 뒤를 이었다. 이외에도 햄버거, 핫도그 메뉴는 중부지역에서, 새싹채소/무순, 홍합, 날치알, 족발 메뉴는 남부지역에서 사용빈도가 상대적으로 높았다.

Lee 등의 연구[8]에 따르면 학교급식에서 사용되는 식재료 중 채소류, 어류, 육류, 가금류, 콩발아식품, 난류, 두부류를 잠재적 위해 식품으로 간주하였고, 이들의 연평균 사용빈도를 분석한 결과 '채소류'가 37.5%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, '숙채', '생채', '샐러드'가 포함된 것으로 나타났다. 이는 중부지역과 남부지역의 PHF에 해당하는 상위 3순위 메뉴 중 데친 나물류, 샐러드류가 포함된 본 연구결과와 유사하였다. 또한 Lee 등의 연구[8]에서 식단을 세 가지(가열, 비가열, 가열 후 혼합과정)조리공정으로 분류한 후 빈도 분석한 결과 가열 메뉴가 67%로 가장 높은 비율을 차지했는데, 이는 본 연구에서도 798건의 PHF 메뉴 중 가열공정이 있는 메뉴가 높은 비율을 차지한 것과 큰 차이가 없었다(Fig. 2).

사용빈도가 높은 엽경채류 순위 및 잠재적 위험 조리방법 분석

사용빈도가 높은 엽경채류 분석을 위해 1,945개의 고등학교 급식 식단자료 중 사용빈도가 높은 14종의 엽경채류

370개 메뉴를 분석한 결과, 지역별로는 중부지역과 남부지역에서의 사용빈도가 높은 엽경채류 종류는 Table 1과 같다.

중부지역 고등학교 급식식단 중 시금치, 마늘쫑, 깻잎, 부추, 상추, 치커리, 양배추, 브로콜리 등이 사용빈도가 높은 엽경채류 순서로 나타났다(Table 1). 이들 중 부추, 상추, 치커리, 양배추, 상추는 단순 비가열 식단이 많아 식재료로부터 유입되는 미생물 수준이 높을 것으로 사료된다. 남부지역 고등학교 급식식단의 경우 시금치, 부추, 상추, 양배추, 미나리, 양상추, 파, 단배추 등이 사용빈도가 높은 엽경채류 순위로 나타났다(Table 1). 남부지역도 중부지역과 마찬가지로 부추, 상추, 양배추, 양상추, 치커리가 대부분 단순 비가열 혹은 비가열 식재료와 비가열 식재료의 혼합 식단으로 이루어져 원재료로부터 최종단계에 이를 때까지 미생물 유입이 높은 식재료에 해당된다. 중·남부지역 고등학교 급식식단을 종합한 결과, 공통적으로 가장 사용빈도가 높은 엽경채류는 시금치, 부추, 상추, 양배추, 깻잎, 양상추, 치커리, 파, 브로콜리 순으로 나타났다(Table 1).

농림부 연구보고서[21]에 따르면 학교급식에서 사용빈도가 높은 채소류 26종 중 파가 '매일' 사용하는 비율이 87.8%로 사용빈도가 가장 높았고, 시금치, 배추, 양배추, 부추 또한 '주 1회' 이상 사용하는 것으로 나타났다. 특히 배추, 양배추, 부추는 '매일', '주 2~3회' 및 '주 1회' 사용하는 비율이 모두 높은 편에 속했고, 상추, 깻잎, 미나리도 '주 1회' 이상 사용하는 비율이 10% 이상으로 나타나 실제 학교급식에서 엽경채류의 사용빈도가 높음을 알 수 있다.

중·남부지역 고등학교 급식식단을 조리방법별로 분석한 결과, 가열조리에 비해 잠재적 위험성이 높은 조리방법은 비가열 식재료와 가열 식재료를 혼합, 비가열 식재료와 비가열 식재료의 혼합, 단순 비가열 순으로 나타났다. Lee 등의 연구[8]에 따르면, 가열 후 혼합과정이 있는 메뉴를 잠재적 위험 식단으로 간주하였는데, 이는 본 연구에서 가열 후 혼합과정 및 비가열 혼합과정이 있는 메뉴를 잠재적 위험 식단으로 간주한 결과와 유사하였다.

Table 2는 사용빈도별 엽경채류를 순위화하고, 엽경채류별 조리방법에서 가열여부와 식재료 혼합여부에 따른 차이를 파악하였다. 단순 비가열 조리방법에 사용된 엽경채류로는 상추, 양배추, 양상추, 부추 등이 높은 비중을 차지했다. 비가열 식재료와 비가열 식재료를 혼합한 조리방법은 다양한 야채를 혼합하는 부추, 치커리, 양상추 등이 사용 빈도가 높은 것으로 나타났다. 마지막으로 비가열 식재료와 가열 식재료를 혼합한 조리방법은 가장 위험성이 높은 것으로 파, 부추, 양상추 등이 해당되었다. 특히 농수산물을 혼합한 잡채(예: 콩나물어묵잡채), 샐러드(예: 꽃맛살메추리알샐러드), 숙회(예: 오징어브로콜리숙회)같은 농축수산물의 재료 혼합, 특히 가열한 식재료와 비가열한 식재료를 혼합한 조리방법을 이용한 식단을 작성하고 조리할 때 주의가 필요한 것으로 나타났다.

Table 2. The variety of cooking method by using leaf and stem vegetables in high school foodservice

Rank	Type	Number of Cooking method				
		Heating		Mixing		
		C	NC	CC	NCNC	NCC
1	Spinach	33		38		
2	Leek	9	10		18	2
3	Lettuce		36		1	
4	Western cabbage	14	15		3	
5	Perilla leaf	19	6			
6	Iceberg lettuce		14		8	1
7	Chicory		7		14	
8	Welsh onion	1			3	17
9	Broccoli	15		5		
10	Water dropwort	4	2	13		

C : cooked
NC : non-cooked
CC : cooked + cooked
NCNC : non-cooked + non-cooked
NCC : non-cooked + cooked

엽경채류 중에서도 세 가지 조리방법(CC, NCNC, NCC)에 공통적으로 해당하는 식재료는 조리방법 선정 시 안전한 조리방법이 되도록 주의가 필요할 것으로 사료된다. Park 등의 연구[5]에 따르면 부추를 재배단계와 수확단계로 구분하여 미생물 오염도를 확인한 결과, 일반세균이 4.6-5.1 log CFU/g, 대장균군이 4.8-5.0 log CFU/g 수준으로 검출되었고, 재배단계보다 수확단계에서 교차오염 확률이 높아 미생물 오염도가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 부추처럼 재배과정에서 퇴비가 혼합된 토양에 직접 접촉하는 작물은 토양과의 직접적인 접촉이 적은 토마토, 고추 등에 비해 재배단계부터 유통단계까지 교차오염에 취약하여 미생물 관리가 필요한 엽경채류로 사료된다.

다중대응분석(MCA)을 이용한 지역에 따른 급식에서의 엽경채류 사용빈도 분석 결과

XLStat를 이용한 다중대응분석(Multiple correspondence analysis, MCA)을 실시한 결과는 Fig. 3과 같다. 각 도형은 변수를 나타내고, 변수와 분석대상의 거리가 가까울수록 상호 연관성이 높음을 의미한다. 본 연구에서 관성(inertia) 누적비율은 75.92% 수준으로 나타났으며 이는 2차원으로 설명할 수 있는 비율로서, 결과는 70% 이상으로 나타나 설명력이 높다고 볼 수 있다.

지역별로는 오른쪽 상단 중부지역의 경우 시금치와 마늘쫑 등이 자주 사용되는 엽경채류에 해당되었고, 왼쪽 하단 남부지역의 사용빈도가 높은 엽경채류로 미나리, 상추, 부추 등으로 나타났다. 이는 지역별로 급식에서 많이 사용하는 엽경채류에 큰 차이는 없으나 이들 몇 가지 품목에

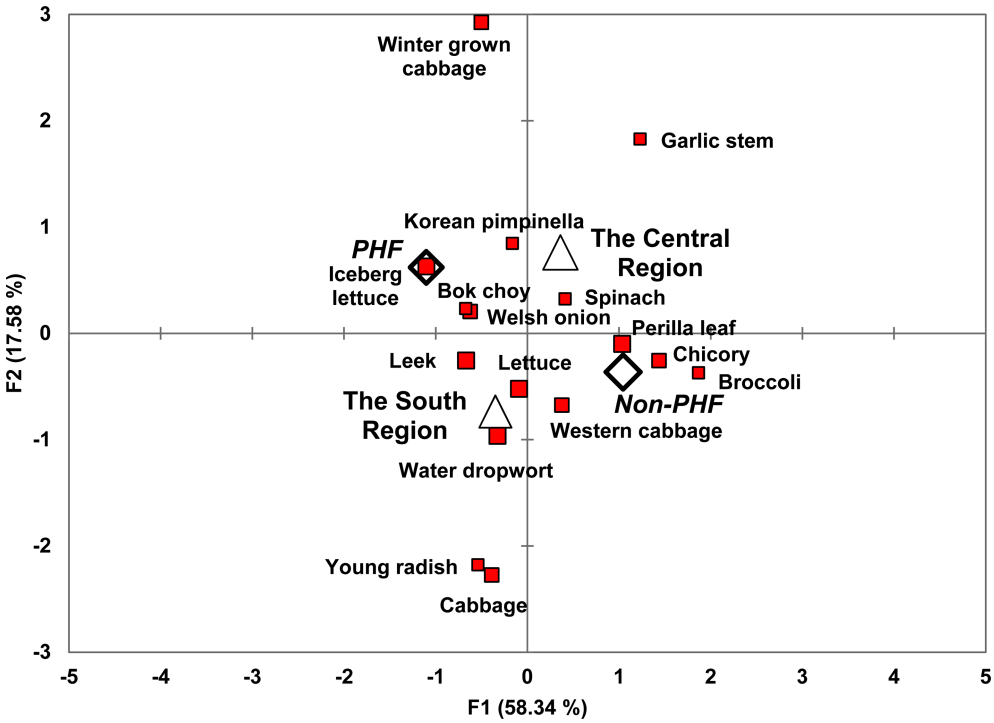


Fig. 3. 2-D Map plot based on multiple correspondence analysis (MCA) of the leafy and stem, the region, and PHF/Non-PHF. The relative position of the region in the map represents PHF or Non-PHF (diamonds), The Central or the South Region (triangles), and the major Leaf and Stem vegetables (squares).

대해서는 차이가 있음을 나타낸다.

왼쪽 상단 2D-map 상에서 잠재적 위해 식품 및 식재료를 나타내는 'PHF'와 가까운 지점의 엽경채류는 양상추, 청경채, 참나물, 파로 나타났다. 이는 양상추의 경우 대부분 비가열 조리방법을 이용한 '샐러드'로 이용되기 때문에 PHF 쪽에 위치하였는데 이처럼 가열 조리법을 실제 적용하기 어려운 농산물은 오염원이 유입되지 않도록 GAP 인증 제도와 같이 생산부터 미생물학적 오염원 차단 등 관리를 하는 것이 중요하다. 따라서 PHF 메뉴에 많이 활용되는 농산물의 경우는 농산물의 GAP 인증제도를 우선적으로 적용할 필요가 있다. 참나물과 청경채는 '데친 나물류'에 활용이 많이 되었으며 파는 "파닭"처럼 '파채'와 '튀김닭'이 혼합되어 메뉴에 활용되었다. 반면 오른쪽 하단 'Non-PHF' 부근에 브로콜리, 깻잎, 양배추가 위치해 있는데 본 메뉴 분석프로그램 분석 결과 다른 엽경채류에 비해서 상대적으로 가열조리 방식으로 활용되고 있는 품목이 많았다. 치커리는 '생채'라는 메뉴명이 많아서 Non-PHF에 가깝게 분류되었다. 그러나 샐러드와 생채의 경우 사용되는 농산물 원재료는 동일하고, 조리 시 첨가되는 소스류 혹은 양념류에 따라서 메뉴의 유형이 구분되기도 한다. 따라서 PHF 여부 외에도 가열 혹은 비가열, 그리고 이들 재료의 혼합(CC, NCNC, NCC) 같은 기준이 조리메뉴의 미생물학적 안전관리 측면에서는 향후 종합적으로 적용되어야 할 필요가 있다고 사료된다.

학교급식에서 미생물학적 안전성 확보에 미치는 영향인자는 다양하다. 중·고등학생은 학교급식에 대한 개선사항에서 식단의 다양성, 식단 작성 시 학생의 의견반영 등에 대한 불만족이 높고[22], 외식의 증가와 더불어 청소년의 육류 선호도가 높았으며[23], 신메뉴에 대한 요구도가 증가하고 있다. 때문에 영양(교)사들은 식단작성에 있어서 안전성을 가장 많이 고려하지만 '다양성' 때문에 잠재적 위해식품이라고 생각하고 있음에도 식단에 반영할 수 밖에 없다는 응답이 높은 것으로 나타났다[8]. 또한 잠재적 위해 식품은 HACCP에 의해 관리되고 있지만 '체크 기준의 애매함'과 '시간 관리의 어려움'이 안전성이 확보에 어려움으로 나타났다[8]. 영양(교)사가 바라는 정보 제공 측면에서 위험식품군 정보에 대한 요구도가 높았고, 이들 정보는 메뉴 편성 및 조리방법 변경 등에 도움이 된다는 응답이 높았다[8]. 따라서 안전한 식재료 선택과 대체 가능한 식품군의 정보를 제공하고, 잠재적 위험이 낮은 조리방법의 제안이 필요할 것으로 사료된다.

제 4차 학교급식 위생관리 지침서에서 '잠재적 위해 식품'이 '안전을 위해 시간·온도 관리가 필요한 식품(TCS Food)'으로 개정되면서 기존의 정의인 "pH 4.6 이상, Aw 0.85 이상인 식품이 해당되며, 상온에서 쉽게 상하는 식품" 대신 "식품의 수분활성도(Aw)와 pH의 상관관계에 의해 식품평가가 필요한 식품"[14]으로 정의하고 있다. 이에 해당하는 TCS Food의 예시로 'Aw 0.88-0.90이면서 pH 5.0 이상',

'Aw 0.90-0.92이면서 pH 4.6 이상', 'Aw 0.92 이상이면서 pH 4.2 이상'인 식품은 시간·온도 관리가 필요한 식품 여부 판단을 위해 제품 평가가 필요하다고 제시하였다[14]. 실제 급식 현장에서 영양사가 PHF 여부를 판단 하기 위해서는 최종 제품에 대한 pH와 Aw 등 미생물 성장 인자를 고려하고 조리의 순서 등 미생물학적 안전성을 확보할 수 있도록 설계하는 것이 중요하다.

본 연구는 농산물 중 엽경채류 활용 현황에 대한 정보 수집 및 메뉴 데이터 분석을 실시하였으며, 향후 위해도 순위에 따른 농산물 사용 및 잠재적 위험이 낮은 조리방법을 이용하여 미생물학적으로 안전한 학교급식 식단 제공 및 메뉴 개발에 활용할 수 있다. 본 연구의 한계점으로는 교육부의 나이스(NEIS) 홈페이지[18]메뉴명으로부터 단체급식에 활용되는 일반적인 조리법을 기준으로 분류하였기 때문에 단체급식소별 조리방법의 차이는 반영되지 못하였다. 또한 기존에 없던 신메뉴의 경우 메뉴 정보를 제공하는 사이트[24,25,26]의 정보를 활용하였기 때문에 개별 단체급식소 현장의 식재료, 조리순서, 조리 후 혼합여부에서는 실제와 다소 차이가 있을 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 한국식품연구원의 지원에 의해 수행된 연구개발 사업으로 이에 감사 드립니다.

국문요약

본 연구는 지역별, 학교별, 계절별 고등학교 급식 식단의 미생물학적 안전성 관련 주요 영향 인자를 도출하고자 식단 데이터를 수집하고 요인을 분석하여 향후 안전관리 방향을 설정하기 위해 실시하였다.

급식식단 중 PHF(Potentially Hazardous Food) 해당여부, 사용빈도가 높은 엽경채류, 식단 조리방법에 관하여 빈도분석과 다중대응분석(Multiple correspondence analysis, MCA)을 실시하였다. 중부지역과 남부지역의 각각 3개 고교, 총 6개 고등학교의 3, 6, 9, 12월 제공된 총 1,945개 식단의 빈도분석 결과, PHF에 해당하는 식단은 데친 나물류, 샐러드, 해조류, 닭튀김 등이 사용빈도가 높았다.

조리방법은 가열 여부에 따라 단순 가열, 단순 비가열, 혼합 여부에 따라 가열한 식재료와 가열한 식재료의 혼합, 비가열한 식재료와 비가열한 식재료의 혼합, 가열한 식재료와 비가열한 식재료의 혼합으로 구분하였는데, PHF 제품 내 단순 비가열과 가열한 식재료와 비가열한 식재료의 혼합과 같은 메뉴 유형도 33.1% 수준으로 나타났다.

사용빈도가 높은 엽경채류는 시금치, 부추, 상추, 양배추, 깻잎, 양상추, 치커리, 파, 브로콜리 순서로 나타났다. 전체 식단 중 사용빈도가 높은 엽경채류 14종 370개의 데이터에 대한 MCA 결과 PHF에 해당하는 엽경채류에는 양상추, 청경채가, Non-PHF에 해당하는 엽경채류에는 브로콜리, 양배추, 치커리, 깻잎이 주로 사용되었다. 지역별로는 중부지역에서는 마늘쫑과 시금치가, 남부지역에는 미나리 사용빈도가 상대적으로 높았다.

향후 단체급식에서 농산물의 미생물학적 안전성을 높일 수 있도록 생산단계에서 오염원 차단(GAP 인증), 저감 및 세척 공정 개발, 식재료별 조리방법에 따른 메뉴 데이터베이스화, 미생물학적 안전성이 확보되는 조리방법을 활용한 식단 개발 및 검증이 필요하다.

References

1. Hong C.K., Seo Y.H., Choi C.M., Hwang I.S., Kim M.S.: Microbial Quality of Fresh Vegetables and Fruits In Seoul, Korea. *J. Fd Hyg. Safety*, **27**(1), 24-29 (2012).
2. Kim Y.H., Jun S.Y., Ryu K., Lee Y.K.: Microbiological Quality and Safety During Delivery of Food Ingredients Supplied to Elementary Schools: Vegetables and Processed Food. *Korean J. Food Preserv.*, **17**(5), 586-594 (2010).
3. Cho S.K., Park J.H.: Microbial Contamination Analysis for Drinking Water, Foodstuff, and Cooked Food for Foodservice Operation. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **44**(4), 478-483 (2012).
4. Cho S.K.: Evaluation of Foodservice HACCP System and Microbial Management for High Risk Menu. Doctor of Philosophy Thesis Kyungwon University (2009).
5. Park S.G., Choi Y.D., Jeong M.J., Kim J.S., Chung D.H., Shim W.B.: Investigation of Microbiological Hazard from Korean Leeks and Cultivation Area to Establish the GAP Model. *J. Fd Hyg. Safety*, **30**(1), 28-34 (2015).
6. Leonardo P.S., Vasco C., Ursula G.B., Ana Carolina B.R., Anderson S.S.: Meta-analysis of the Effects of Sanitizing Treatments on *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Listeria monocytogenes* Inactivation in Fresh Produce. *Applied and Environmental Microbiology,* **81**(23), 8008-8021(2015).
7. Centers for Disease Control and Prevention. http://www.cdc.go.kr/CDC/info/CdcKrInfo0519.jsp?menuIds=HOME001-MNU1132-MNU0072-MNU0073 (2014).
8. Lee J.E.: Perception of Nutritionist for Food Safety and Frequency of Potentially Hazardous Food in Meal Services of Elementary Schools. Master of Science Thesis Chung-Ang University (2010).
9. Park H.J., Min K.J., Park N.Y., Cho J.I., Lee S.H., Hwang I.G., Heo J.J., Yoon K.S.: Estimation on the Consumption Patterns of Potentially Hazardous Foods with High Consumer Risk Perception. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **45**(1), 59-69 (2013).
10. United States Department of Agriculture. Food Code 2013. Available from : http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm0 94141.htm. Accessed Dec. 1, 2015.
11. Chun H.Y., Choi J.H., Kwak T.K.: Management of Critical

Control Points to Improve Microbiological Quality of Potentially Hazardous Foods Prepared by Restaurant Operations. *Korean J. Food Cook. Sci.,* **30**(6), 774-784 (2014).
12. Chung M.O., Seo S.H.: School Dietitians' Perceptions of Potentially Hazardous Food and Inspection of Food Safety and Sanitation. *J Korean Diet Assoc.,* **14**(2), 176-185 (2008).
13. Ministry Of Education(2010). Available from : http://www.moe.go.kr/web/100066/ko/board/view.do?bbsId=318&boardSeq=2189 Accessed Nov. 15, 2014.
14. Ministry Of Education(2016). Available from : http://www.schoolhealth.kr/shnhome/bbs/bbs01002v.php?LstNum1=2269&GbnCode=0202&purl=bbs01001l Accessed Jun. 30, 2016.
15. Ministry of Food and Drug Safety. Available from : http://foodnara.go.kr/foodnara/diclist.do?boardId=dictionary&mid=S07_04_02&seq=5285&searchType=5&searchKey=%A4%B7&page=42 Accessed Feb. 22, 2015.
16. Ministry of Food and Drug Safety_food poisoning statistics. Available from : http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu_no=519&menu_grp=MENU_GRP02 Accessed Dec. 18, 2014.
17. Gyeonggi Provincial Office of Education. Consulting report for school foodservice food poisoning prevention (2014).
18. National Education Information System. Available from : http://hes.gne.go.kr/sts_sci_md00_001.do. Accessed Oct. 25, 2014.
19. Abdi, H., Valentin, D.: Multiple correspondence analysis, In N. Salkind(Ed.), Encyclopedia of measurement and statistics. Thousand Oaks, CA : SAGE Publications, pp. 652-658 (2007).
20. Noh H.J.: Theory and practice of SPSS correspondence analysis, 1st Ed. Hanol Publishing Company, Seoul, Korea (2008).
21. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs : Development and Support Strategies of the Food Supply System in School Food Service (2003).
22. Kim Y.H., Cho Y.B.: A Study on the Perception and Satisfaction with School Food Service among High School Students in the Busan and Kyungnam Area. *The Korean Journal of Culinary Research*, **15**(2), 338-347 (2009).
23. Lee K.H., Park E.S.: School Food Service Satisfaction and Menu Preferences of High School Students - Focused on Iksan, Cheonbuk -. *Korean J Community Nutrition*, **15**(1), 108-123 (2010).
24. National Institute of Agricultural Science. Available from : http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/mgnmenudiaKcalnnutri/list Accessed Mar. 16, 2015.
25. The Korean Dietetic Association. Available from : https://www.dietitian.or.kr/work/archive/ka_recipe.do Accessed Mar. 27, 2015.
26. Korean Dietitian Assistant inc. Available from : http://www.kdclub.com/ Accessed May. 9, 2015.