J. Fd Hyg. Safety
Vol. 22, No. 4, pp. 306~310 (2007)

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

소스류 및 라면 스프에 의한 3-Monochloropropane-1,2-diol의 식이 노출

김현정* · 전향숙 · 하재호
한국식품연구원

Dietary Exposure to 3-Monochloropropane-1,2-diol from Sauces and Instant Fried Noodle (*Ramyun*) Seasoning

Hyun Jung Kim*, Hyang Sook Chun, and Jae Ho Ha
Korea Food Research Institute, Sungnam-si 463-746, Korea
(Received June 14, 2007/Accepted December 15, 2007)

ABSTRACT – As a preliminary study for risk assessment of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) from processed food, the levels of 3-MCPD in commercial sauces and instant fried noodle (*ramyun*) seasoning were analyzed with gas chromatography/mass spectrometry. In August and September 2005, twenty-five samples of commercial sauces and twenty-five samples of instant fried noodle (*ramyun*) seasoning were collected from retail outlets and markets in Seoul, Korea. Six out of twenty-five sauces contained 3-MCPD and the highest concentration was 0.045 mg/kg. On the basis of per capita consumption of sauces and mean concentration of 3-MCPD, the estimated daily exposure to 3-MCPD from sauces was 0.094 μg/person/day. None of the twenty-five instant fried noodle (*ramyun*) seasoning samples was contained 3-MCPD. Therefore consumption of instant fried noodle (*ramyun*) seasoning was estimated not to contribute dietary exposure to 3-MCPD.

Key words: 3-monochloropropane-1,2-diol, sauces, instant fried noodle (*ramyun*) seasoning

3-Monochloropropane-1,2-diol(3-MCPD)는 chloropropanols로 알려진 화학 오염물질군의 하나로 단백질을 고온에서 산가수분해하는 과정에서 단백질원으로 사용되는 원료에 함유된 지방 성분과 높은 농도의 염산이 반응하여 생성된다.[1] 발암유발 의심물질로 유전독성 및 발암성 문제가 제기된 바 있으나 2000년대 들어 동물시험에서 유전독성이 인정되지 않는 것으로 보고하고 있다.[2] 그러나 장기간 동물시험에서 만성 진행형 신장병, 세뇨관 증식(tubular hyperplasia) 및 선종(adenomas)이 관찰되었고 2001년 EC Scientific Committee on Food와 FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가위원회(JECFA)는 3-MCPD에 의해 유발되는 가장 민감한 부작용인 신장의 세뇨관 증식을 독성종말점으로 3-MCPD의 잠정 일일 최대섭취허용량(provisional maximum tolerable daily intake, PMTDI)으로 2 μg/kg body weight를 제안하였다.[3] 2001년 유럽에서는 40% 건물량(dry matter)을 기준으로 간장과 식물성 단백가수분해물(hydrolyzed vegetable protein, HVP)에 대해 3-MCPD 최대 허용치를 0.02 mg/kg으로 설정하였으며 호주와 뉴질랜드는 0.2 mg/kg, 우리나라의 경우는 2002년 0.3 mg/kg을 최대허용치로 설정하였다.[4-5]

3-MCPD 노출에 기여하는 주된 식품군(원료)으로는 산분해공정으로 생산하는 식물성 단백가수분해물(acid hydrolyzed vegetable protein, a-HVP)과 산분해간장을 들 수 있다. JECFA에서는 3-MCPD의 위해평가결과로 일본의 3-MCPD 식이노출량은 호주와 미국보다 2.7-3.8배 높다고 보고한 바 있다.[6] 우리나라의 경우 일본과 식습관이 유사하므로 식품 섭취로부터 3-MCPD에 노출될 가능성이 있으나 위해평가 결과는 보고되지 않았다. 가공식품섭취에 의한 3-MCPD 위해평가를 위해서는 오염가능성이 높은 식품에 대한 오염도 정보가 필수적이나 국내 식품 중 3-MCPD의 오염도 결과는 주로 간장에 집중되어 있다. 2002년과 2005년에 수집된 간장 제품을 대상으로 한 4건의 3-MCPD 오염도 분석 결과 0-8.3%의 제품에서 최대허용치를 초과하는 3-MCPD가 검출되었고 최대 오염도는 0.27-3.13 mg/kg으로 보고되고 있다.[5,7-9]

시판 간장 제품 외에도 산분해간장이나 a-HVP를 원료로 사용하는 가공식품에 의한 노출 가능성을 배제할 수

*Correspondence to: Hyun Jung Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Sungnam-si, Gyeonggi-do, 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9271, Fax: 82-31-709-9876
E-mail: hjkim@kfri.re.kr

없다. 특히 식습관이 서구화되고 간편한 식생활을 추구함에 따라 a-HVP 또는 간장이 원료로 사용되는 소스류나 라면 제품의 생산 및 소비량이 증가되고 있어 이들 식품에 의한 3-MCPD 노출을 분석할 필요가 있다. 기존 연구 결과, 소스류 중 최대오염도는 0.43 mg/kg, 라면 스프 중 3-MCPD의 최대 오염도는 0.14 mg/kg과 0.66 mg/kg으로 보고되고 있으나[7,10] 모두 국내 최대허용치가 설정된 2002년 수집된 시료의 오염도 결과로 최근 오염 수준에 대해서는 보고되고 있지 않으며 소스류 및 라면 스프에 의한 3-MCPD 노출량 정보도 제공되고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 가공식품섭취에 의한 3-MCPD 위해평가를 위하여 시판되고 있는 소스류와 라면 스프를 수집하여 3-MCPD를 분석하고 식이노출량을 추정하였다.

재료 및 방법

재료

3-MCPD 오염도 분석을 위한 소스류 및 라면 시료는 2005년 8월-9월에 서울소재 대형 할인점, 백화점 및 재래시장에서 소매형태로 시판되는 제품을 수집하였다. 이때 제품의 브랜드가 중복되지 않도록 시료를 수집하였다.

시약

3-Monochloropropane-1,2-diol와 1,2-dibromo-3-chloropropane은 Wako사(Tokyp, Japan)에서, N-heptafluoro-n-butyryl imidazole은 Pierce사(Rockford, IL, USA)에서 Extrelut NT refill-packs은 Merck사(Darmstadt, Germany)에서 구입하였다. 그 외에 특별한 언급이 없는 경우 분석용 시약을 사용하였다.

3-MCPD 분석

구입한 시료는 균질하게 혼합한 후 일정량씩 취하여 분석하였으며 분석할 시료는 4ºC에서 보관하였다. 약 10 g의 시료를 2배의 3차 증류수로 10분간 추출한 후 3,000 rpm에서 15분간 4ºC를 유지하면서 원심 분리하여 시료로 사용하였다. 원심 분리된 시료에 15 g의 Extrelut 20을 혼합한 후 유리 컬럼에 충진하고 250 ml의 ethyl acetate로 용출시키고 감압 농축한 다음 질소를 이용하여 건고시켰다. 1 ml의 iso-octane으로 치환하고 50 μl의 N-heptafluoro-n-butyrylimidazole(HFBI)을 가하여 70ºC에서 30분간 반응 후, 증류수를 1 ml 첨가하고 수 초간 교반하여 층 분리를 하였다. Iso-octane 층을 취하여 sodium sulfate anhydrous를 이용하여 잔존하는 수분을 제거한 후 시료에 internal standard로 1,2-dibromo-3-chloropropane 2 μg을 첨가하여 분석용 시료를 제조한 다음 gas chromatography/mass spectrometry(GC/MS)를 이용하여 정량 분석하였다. 분석에 사용한 기기는 Agilent 6890 GC/5973N MSD, 컬럼은 DB-5MS(30 m × 0.25 mm id × 0.25 μm)이었으며 세부 분석조건은 다음과 같다. Carrier gas : Helium(1.0 ml/min), Inlet : Split ratio(10:1), 240ºC, Oven temp : 70ºC(2 min) - 10ºC/min - 150ºC(0 min). HFBI로 유도체화 된 3-MCPD는 mass spectra에서 m/z 169, 253, 289, 453과 같은 특징적인 이온들을 나타내었다(Fig. 1). 본 분석조건에서 검출한계는 0.005 mg/kg, 정량한계는 0.01 mg/kg이었으며 회수율은 평균 85.3 %이었다.

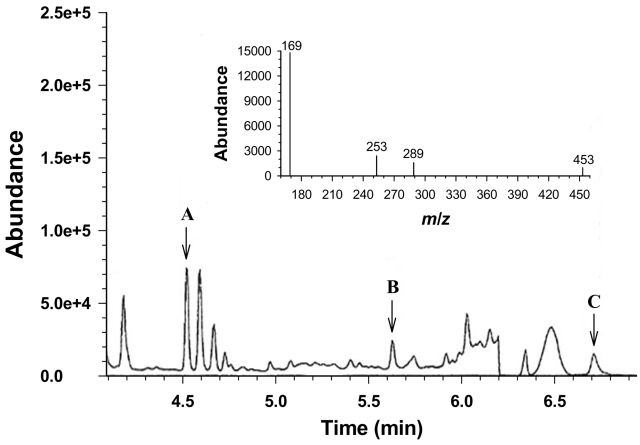

Fig. 1. Gas chromatography/mass spectrometry chromatogram of 3-MCPD in sample. Inlet figure showed SIM mass spectrum of 3-MCPD. A; 1,2-butanediol, B; 3-MCPD, C; 1,2-dibromo-3-chloropropane.

식이노출량 산출

소스류 및 라면에 의한 3-MCPD의 식이노출량 산출을 위한 소스류 및 라면의 1인당 1일 소비량은 2005년도 식품 및 식품첨가물 생산실적 중 소스류 및 라면 생산량[11]과 2005년도 수행된 인구주택총조사 결과[12]를 이용하여 다음과 같이 per capita 방식으로 산출하였다. 3-MCPD의 1일 식이노출량은 식품 중 3-MCPD 오염도 × 1인당 1일 소비량으로 추정하였으며 노출 기여도 분석을 위한 간장의 소비량 및 1일 식이노출량도 소스류 및 라면과 같은 방식으로 산출하였다.

$$\text{1인당 1일 소비량} = \frac{\text{연간 생산량(g)}}{\text{전체 인구(명)} \times 365\text{(일)}}$$

결과 및 고찰

소스류 및 라면 스프 중 3-MCPD 오염도

분석한 소스류는 총 25종으로 13개 시료는 국내산 제품이었으며 12개 시료는 수입 제품이었다. 국가별 시료 수는 호주 2점, 중국 1점, 홍콩 2점, 일본 2점, 말레이시아 2점, 태국 2점이었다. 분석된 시료 중 3-MCPD가 검출된 시료는 6개 시료로 검출율은 24%였고 최대 오염도는 0.045

Table 1. Occurrence of 3-MCPD in commercial sauces

Exporting/ Producing country	Incidence (%)	Range (mg/kg)	Lower bound average[a] (mg/kg)
Australia	0/2 (0)	ND[b]	0
China	0/1 (0)	ND	0
Hong Kong	0/2 (0)	ND	0
Japan	0/3 (0)	ND	0
Korea	6/13 (46.2)	ND-0.045	0.009
Malaysia	0/2 (0)	ND	0
Thailand	0/2 (0)	ND	0

[a] Lower bound average is the value calculated where not detected results were assigned a level of 0 mg/kg.
[b] Not detected (below limit of detection, 0.005 mg/kg).

Table. 3. Occurrence of 3-MCPD in instant fried noodle (*ramyun*) seasoning

Manufacturing company	Number of samples	Level of 3-MCPD (mg/kg)
A	4	ND[a]
B	2	ND
C	2	ND
D	6	ND
E	4	ND
F	3	ND
G	1	ND
H	3	ND

[a] Not detected (below limit of detection, 0.005 mg/kg)

mg/kg이었다(Table 1). 3-MCPD가 검출된 시료는 모두 국내산 제품이었고 국내산 소스류의 3-MCPD 평균 잔존량은 0.009 mg/kg이었다. 본 연구 결과 3-MCPD의 검출율은 2002년도 수집된 소스류의 3-MCPD 검출율인 5.8%보다는 높았으나 최대 오염도는 0.045 mg/kg으로 기존 보고결과[7]의 약 1/10수준으로 낮아 2002년도 3-MCPD 최대허용치가 설정된 이후 위해관리가 이루어진 결과로 생각된다. 수입 제품에서 3-MCPD가 검출되지 않았으나 수집된 시료의 수가 매우 제한적이므로 본 연구에서 분석된 결과가 수입 국가별 소스 제품 중 3-MCPD 안전성을 대표할 수는 없다. 한편 소스류 중 3-MCPD의 위해관리를 위한 위험요소를 파악하기 위하여 간장 사용여부를 기준으로 분류한 다음 3-MCPD 검출율을 분석하였다(Table 2). 3-MCPD가 검출된 시료는 모두 원료 중 간장이 포함되었고, 간장이 포함된 소스 제품 10개 중 6개 시료에서 3-MCPD가 검출되어 소스류에서 3-MCPD 검출은 원료로 사용된 간장과 관련이 있을 가능성을 보여주고 있다. 한편 식물성 단백가수분해물을 사용한 것으로 밝힌 시료는 수입 제품 중 1개 시료로 3-MCPD가 검출되지 않았다. Wong 등은 싱가포르의 시판 간장과 굴소스 제품 중 HVP 포함여부와 3-MCPD오염도간의 상관성을 분석한 결과 HVP가 포함된 시료에서 3-MCPD가 검출되지 않았거나 매우 낮은 수준으로 검출된 반면 HVP를 포함하지 않은 다수의 시료에서 3-MCPD가 검출되어 주된 오염원은 HVP가 아닌 콩 또는 밀의 산가수분해물일 가능성이 높다고 보고한 바 있다.[13]

라면은 생산량 기준 국민 다소비 식품 순위에서 13위를 차지하고 있고 라면에 포함된 조미스프에는 HVP가 사용되어 3-MCPD가 검출될 가능성이 있을 것으로 예상하였다. 분석된 시료는 모두 국내산 제품이었으며 Table 3에 나타낸 바와 같이 8개사 25개 제품 모두 3-MCPD가 검출되지 않았다. 이는 라면 스프의 44.1%에서 3-MCPD가 검출되었고 최고 검출수준은 0.14 mg/kg이었다고 보고한 기존 연구 결과[7]와는 차이가 있는 것으로 본 연구결과는 라면에 의한 3-MCPD 노출 가능성은 낮음을 시사한다. 기존 보고된 라면 중 3-MCPD 오염도 결과는 국내 3-MCPD 최대허용치가 설정된 2002년 수집된 시료로 최대 허용치 설정 이후, 라면 스프 중 3-MCPD에 대한 위해관리가 이루어진 결과로 생각된다.

식이노출량 산출

본 연구에서는 소스류에 대한 1인당 섭취량 정보가 제공되지 않아 생산량 정보로부터 1인당 소비량을 추산하여 노출평가에 사용하였다. 라면 및 간장의 경우 1인당 섭취량 정보가 제공되나 노출량 산출기준을 동일하게 적용하기 위하여 소스류의 경우와 같은 방법으로 1인당 1일 소비량을 추정하였다. 2005년도 소스류 생산량[11]과 2005년도 수행된 인구주택총조사 결과[12]로부터 추정된 1인당 소스류 소비량은 10.4 g이었다. 식이노출량 산출에 사용된 소스류 1일 소비량이 국내 생산량 기준으로 계산되었으므로 소스류 중 3-MCPD 평균 오염도는 국내산 제품 중 3-MCPD 평균값인 0.009 mg/kg을 사용하였다. 그 결과 소스류 섭취에 의한 3-MCPD 노출량은 0.094 μg/person/day로 산출되었다(Table 4). 국민 평균 체중 55 kg[14]을 기준

Table 2. Occurrence of 3-MCPD in commercial sauces manufactured in Korea

Sauces	Incidence (%)	Number of samples in each range (mg/kg) of 3-MCPD		
		≤0.005[a]	>0.005-0.02	>0.02-0.05
Samples without declaration of soy sauces	0/3 (0)	3	-	-
Samples with declaration of soy sauces	6/10 (60)	4	5	1

[a] Below limit of detection (0.005 mg/kg)

Table 4. Estimated dietary intake of 3-MCPD from sauces and instant fried noodle (*ramyun*) seasoning

Product type	Average 3-MCPD level (mg/kg)	Consumption amount[a] (g/person/day)	Dietary exposure of 3-MCPD (μg/person/day)
Sauces	0.009[b]	10.4	0.094
Instant fried noodle (*ramyun*) seasoning	0	26.7	0
Soy sauces	0.080[c]	13.2	1.056
Total			1.150

[a] Consumption amounts were estimated based on annual production by per capita method.
[b] 3-MCPD levels in sauces that are produced in Korea were considered because daily intake of sauces were calculated using annual production of sauces in Korea based on per capita method.
[c] Average levels were adopted from our published data (Kim et al., Food Sci. Biotechnol., 15:768-772, 2006)

으로 계산했을 때의 노출량은 1.7×10^{-3} μg/kg body weight/day로 JECFA의 PMTDI인 2 μg/kg body weight/day보다 크게 낮은 수준이었다. 본 연구에서 분석된 라면 스프에서는 3-MCPD가 검출되지 않아 3-MCPD의 식이 노출에 라면 섭취는 기여하지 않는 것으로 추정하였다.

한편 산분해 간장 및 a-HVP가 포함된 식품에 의한 3-MCPD 노출기여도를 분석하기 위하여 기존 보고된 간장 중 3-MCPD 오염도를 이용하여 간장 섭취에 의한 3-MCPD 노출량을 산출하고 소스류 및 라면 스프에 의한 노출량과 비교하였다. 김 등[8]이 보고한 간장 중 3-MCPD의 평균 오염도인 0.080 mg/kg을 이용하여 산출한 3-MCPD 노출량은 1.056 μg/person/day로 간장, 소스류 및 라면 섭취에 의한 3-MCPD 노출량합인 1.150 μg/person/day의 약 92%를 차지하고 있어 3-MCPD 노출에 대한 간장의 기여도가 매우 높음을 보여주고 있다(Table 4). 소스류 섭취에 의한 3-MCPD 노출기여도는 간장보다 매우 낮게 조사되었다. 소스류에는 우스타소스, 타타르소스, 돈까스소스, 스테이크소스 등 서양식 소스는 물론이고 불고기양념 등과 같은 전통 양념장류도 포함되어 제품범위가 매우 넓다.[15] 본 연구의 결과는 매우 제한된 시료에 대한 오염도를 이용한 것으로 보다 정확한 노출평가를 위해서는 소스류 그룹별 오염도를 분석하여 노출평가에 반영할 필요가 있다.

JECFA에서는 간장 외에 관련 식품 섭취에 의한 3-MCPD 섭취량을 평가하기 위하여 하루 식이의 1/8에 해당하는 180 g의 식품에 3-MCPD가 평균농도 0.012 mg/kg 잔존하고 있다고 간주하고 일인당 하루 평균 2 μg의 3-MCPD에 노출되고 있는 것으로 가정하고 있다.[6] 그러나 동서양의 식습관의 차이로 JECFA의 가정을 직접적으로 우리나라의 3-MCPD 노출량 평가에 이용하기 어려우므로 3-MCPD의 위해평가를 위해서는 향후 보다 광범위한 식품에 대한 모니터링 정보가 제공되어야 할 것으로 사료된다. a-HVP, 간장 및 관련 식품 외에 여러 식품군에서 3-MCPD가 존재하는 것으로 보고되고 있는데 주로 육류, 유제품, 곡류 제품이며 특히 고온에서 가공된 비스킷, 빵류 등 곡류 제품에서 3-MCPD 잔존량이 높은 것으로 보고되고 있다.[16,17] 최근 연구결과 고온으로 전 처리한 후 제조하는 유지류에 지방산과 에스터 결합 형태의 3-MCPD가 최대 2.5 mg/kg 수준으로 검출되었다고 보고된 바 있다. 결합형태의 3-MCPD는 지방가수분해효소 또는 열에 의하여 분해되어 3-MCPD를 유리시키므로 3-MCPD에 대한 안전성 연구를 위하여 이에 대한 추가적으로 연구되어야 하는 것으로 제안하고 있다.[18]

본 연구에서 산출된 3-MCPD 식이노출량은 소스류, 라면 및 간장의 노출기여도를 비교하고자 일괄적으로 평균농도와 인구 전체에 대한 평균 소비량을 기준으로 단순 추정된 것이다. 이 결과는 가공식품섭취에 의한 3-MCPD의 위해평가 결과를 대별할 수 없으므로 향후 보다 광범위한 3-MCPD 오염도정보와 정확한 식품섭취량 정보를 바탕으로 가공식품 섭취에 의한 3-MCPD 위해평가가 수행되어 할 것이다. 아울러 본 결과는 평균오염도를 사용하여 노출량을 추정한 것으로 고위험군에 대한 위험은 고려되지 않았다. 기존 보고된 간장의 최대오염도는 0.27-3.13 mg/kg로[5,7-9] 오염도가 높은 제품을 반복적으로 섭취했을 경우 3-MCPD의 식이노출량은 본 연구에서 제시된 노출량보다 높아질 것이다. 따라서 단위체중당 식품 섭취량이 많고 생리적으로 미성숙한 12세 이하 어린이 그룹과 같은 고위험군[19]의 노출에 대해서는 보다 세부적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

가공식품 섭취에 의한 3-MCPD 위해평가를 위하여 시판 소스류와 라면 스프 중 3-MCPD 오염도를 분석하고 식이 노출량을 산출하였다. 2005년 8월에서 9월사이 서울에서 유통되고 있는 소스류와 라면 제품을 각 25개씩 수집하고 GC/MS를 이용하여 3-MCPD 잔존량을 분석하였다. 6개 소스 시료에서 3-MCPD가 검출되었고 최대검출수준은 0.045 mg/kg이었으며 3-MCPD 최대허용치인 0.3 mg/kg을 초과하는 제품은 없었다. 생산량 기준 1인당 소스 소비량을 이용하여 추정한 3-MCPD의 식이노출량은 0.094 μg/person/day이었다. 분석된 라면 스프에서 3-MCPD가 검출되지 않아 3-MCPD 식이노출에 라면 스프의 섭취

는 기여하지 않는 것으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 한국식품연구원의 연구비지원에 의해 수행된 연구결과의 일부이며 (주)랩프런티어에서 분석에 도움을 주셨습니다.

참고문헌

1. Hamlet, C.G., Jayaratne, S.M., and Matthews, W.: 3-Monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in food ingredients from UK food products and ingredients suppliers. *Food Addit. Contam.*, **19**, 15-21 (2002).
2. Hamlet, C.G., Sadd, P.A., Crews, C., Velek, J., and Baxter, D.E.: Occurrence of 3-chloro-propane-1,2-diol (3-MCPD) and related compounds in foods: a review. *Food Addit. Contam.*, **19**, 619-631 (2002)
3. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Prepared by the 57th meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Food Additives Series, No. 48. WHO, Geneva, Switzerland, pp. 401-432 (2002)
4. Joint FAO/WHO Food Standard Programme Codex Committee on Food Additives and Contaminants. 2003. Position paper on chloropropanols. Thirty-fifth Session. (ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac35/fa03_34e.pdf)
5. 송현수, 이병무: 국내 시판 간장에서의 3-monochloro-1,2-propanediol (3-MCPD) 분석평가, 한국독성학회지, **18**, 191-194 (2002).
6. Tritscher, A.M.: Human health risk assessment of processing-related compounds in food. *Toxicol. Lett.*, **149**, 177-188 (2004)
7. 이희덕, 오창환: 식품 중 3-MCPD (3-monochloropropane-1,2-diol)의 분석법확립 및 오염도 조사, 국립독성연구원 보고서, pp. 45-48 (2002)
8. Kim, H.J., Ha, J.H., Chun, H. S. and Cho, E.J.: Estimation of daily exposure to 3-monochloropropane-1,2-diol from commercial soy sauces in Korea. *Food Sci. Biotechnol.*, **15**, 768-772 (2006).
9. 김명길, 김영숙, 이명진, 김재관, 김경아, 박은미, 고환욱, 손진숙: GC/MSD를 이용한 간장 중 3-MCPD와 1,3-DCP의 오염도 조사, 한국식품위생안전성학회지, **21**, 153-158 (2006).
10. 심유신: GC-MSD를 사용한 3-MCPD의 분석법 확립 및 라면스프에서의 오염도 조사, 중앙대학교 의약식품대학원 석사학위 논문 (2002).
11. 식품의약품안전청, 2005년도 식품 및 식품첨가물 생산실적, pp. 76-82 (2006) (www.kfda.go.kr).
12. 통계정보시스템, 총조사인구 전수부문 (2005) (http://kosis.nso.go.kr).
13. Wong, K.O., Cheong, Y.H., and Seah, H.L.: 3-Monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in soy and oyster sauces: Occurrence and dietary intake assessment. *Food Control*, **17**, 408-413 (2006).
14. Lee, S.R.: Korean average body weight. *Food Science and Industry, 32*, 65-66 (1999).
15. 한국식품연감, 농수축산신문, pp. 261-264 (2005).
16. Crews, C., Hough, P., Brereton, P., Harvey, D., Macarthur, R. and Matthews, W.: Survey of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in selected food groups, 1999-2000. *Food Addit. Contam.*, **19**, 22-27 (2002).
17. UK Food Standard Agency: Food surveillance information sheets. Number 12/01 and 14/01 (2001).
18. Zelinkov, Z., Svejkovsk, B., Velek, J. and Doleal.: Fatty acid esters of 3-chloropropane-1,2-diol in eible oils. *Food Addit. Contam.*, **23**, 1290-1298 (2006).
19. Renwick, A.G., Dorne, J.L., and Walton, K.: An analysis of the need for an additional uncertainty factor for infants and children. *Regul. Toxicol. Pharm.*, **31**, 286-296 (2000).