


Original Article

푸드서비스시설의 주방 설비 산정 매뉴얼 개발: 설렁탕 전문 식당 사례 적용

최경기¹  · 장혜자^{2,*} 

¹에프에프엔이, ²단국대학교 과학기술대학 식품영양학과

Development of a Design Manual for Kitchen Facility in Foodservice Outlets: A Case Study on a *Seolleongtang* Specialized Restaurant

Gyeong-Gy Choi¹, Hye-Ja Chang^{2,*}

¹FFNE (Foodservice Facility & Equipment) Cooperation

²Department of Food Science and Nutrition, College of Technology and Natural Science, Dankook University

Abstract: Concerns regarding work and food safety in foodservice operations are growing. The purpose of the study is to suggest guidelines for designing foodservice facilities, including school foodservices and Korean restaurants. A case of a franchise restaurant specializing in a Korean food item, *Seolleongtang*, was used to explain the facility design. The contents of the manual included ways to determine space allocation, calculate the application of utilities and the diameters of supply utility pipelines, and suggestions on how to decide on air conditioning equipment. The standards of the American Gas Association and the Japan Foodservice Equipment Association (JFEA) were applied to design the restaurant space. The JFEA standards and knowledge based on experience and statistics were applied to calculate the usage of utilities like fuel and water. The standards of JFEA and the Society of Heating, Air-Conditioning, and Sanitary Engineers of Japan were applied to calculate the diameters of the water supply and drainage pipelines. For the setting of the heating, ventilation, and air conditioning systems, three ways to carry out the calculation of effective ventilation were explained, as well as options to decide the standard parameters of the duct and ventilation fans. This manual can contribute to the design of effective and efficient foodservice facilities and help secure the work safety of foodservice employees thereby ensuring food safety.

Key words: kitchen facility, space criteria, HVAC (heating, ventilation, air conditioning), flow rate

I. 서 론

식중독 사고와 작업 안전 사고의 피해가 증가함에 따라 음식점의 위생관리와 작업안전관리를 동시에 확보할 수 있는 식품서비스 시설에 관한 관심이 증가하고 있다(Lee et al. 2019). 종래에는 식중독 예방을 위한 음식점 위생관리 방안에 관한 연구가 활발히 진행되었다(Park et al. 2007; Kim et al. 2008). 그러나 최근 인건비 증가, 노동시장에서 전문 인력 확보에 어려움, 노동 강도 높은 작업 회피, 급식시설의

산업재해 사고 발생건수 증가 등으로 종사자의 작업안전을 확보할 수 있는 작업디자인 설계가 강조되고 있다.

음식점의 위생관리와 작업 안전관리를 확보하기 위해서는 주방 면적 공간의 적정 크기 확보, 합리적인 기기 배치, 적절한 환기시설의 확보, 급수·급탕·하수를 위한 적정 용량 확보가 선행되어야 한다(Chang & Jang 2011; Kwak et al. 2020). 특히 주방에서 전개되는 작업 기능별 공간을 구획화하여 교차오염을 방지하고, 가열처리공정과 비가열처리공정을 구분하고, 안전한 배식관리를 위한 최소한의 공간 확보(Chang et al. 2009)가 필수적이지만 국내 일반음식점은 영세한 규모이고, 최근에는 임대료 상승으로 적정한 주방면적 확보가 어려운 상황이다. 다행히 학교급식의 경우 주방현대화 사업 지원에 따라 적정 크기의 주방 면적과 설비가 확보되고 있다(Chang & Jang 2011; Park & Moon 2012;

*Corresponding author: Hyeja Chang, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea
 Tel: +82-41-550-3478, Fax: +82-41-559-7567
 E-mail: hjc10@dankook.ac.kr

Received June 26, 2021; accepted June 28, 2021

Park & Moon 2017). 그러나 여전히 주방 설계시 기본 가이 드라인 부족으로 합리적인 주방 크기와 후드 설비의 용량, 급수 및 배수 설비에 관한 전문적 이해가 부족한 실정이다.

최근에는 주방 후드에서 발생하는 유기물질에 의한 산업 재해 인정 사례가 보고되고 있어서(Lee et al. 2019) 작업안 전을 확보할 수 있는 주방 디자인이 더욱 강조되고 있는 실 정이다. 국내 식품접객업소의 시설기준은 식품위생법 36조에 의거하여 식품위생법 시행규칙 별표 14 (KML 2021)에 제 시되어 있으나, 식당, 조리장에 관한 기본 요건만 요구하고 있어서 현장에서 작업 안전, 식품 위생 확보에 어려움이 많 다. 예를 들어, 조리원 작업안전, 식품위생 확보 및 식당 쾌 적감 유지를 위해서는 주방의 공조시스템의 적정 용량 확보 가 필요하지만(Kim et al. 2004; Chang et al. 2012) 식품 위생법에는 관련 정보를 찾을 수 없다. 주방의 배기능력이 부족하면 조리 중 발생하는 습증기와 열기 및 가열조리구의 폐가스인 이산화탄소와 일산화탄소 등이 주방외부로 배 출되지 못하였고 체류하게 되어 심한 경우 하절기 주방 내 의 온도가 50°C에 이르고 상대습도가 90%인 찜통주방의 원 인이 되기도 하며 가스중독 사고가 발생될 수도 있다. 한편 호텔, 식품접객업소, 학교급식소를 대상으로 한 주방 시설 관 련 선행연구에서 주방 환기설비의 강화 필요성(Heo & Ban 2005; Cho et al. 2014), 환기시설 부족한 공간과 곰팡이 및 낙하균 연관성(Kim & Chang 2017), 조리구역에 열화상카메 라를 이용한 조리구역의 열측정 및 적정배기속도 제안(Chang et al. 2015)에 관한 연구가 진행된 바 있으나 환기의 적정 기준 제시나, 적정성 평가 연구는 거의 없는 실정이다. 미국의 식품의약품안전청(US FDA 2013; US FDA 2016)에는 음 식점을 설계할 때 식품위생 확보를 위한 Food Establishment Plan Review Guideline을 제공하여 장비와 급식시설들의 세 부적인 기준을 제시하고, 식품위생검열 시 이 지침에 따라 음식점의 시설계획을 지도하고 있다. 이에 반해, 국내의 식 품접객업의 시설기준은 구체성이 떨어지며, 시설규모의 적정 한 지침도 없으며, 주방내의 시설규모를 산정하는 방법도 제 시하지 않고 있다(KMFDS 2009). 더욱이 위생과 안전관리를 확보하는데 필수적인 급수, 배수관리 기준과 그 활용 지 침을 제시하고 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 학교급식을 포함하는 식음서비스 시 설을 계획할 때 식품 안전과 작업 안전을 확보하면서 작업 효율성을 높일 수 있는 주방 설비 산정 매뉴얼을 제시하고 자 한다. 특히 식음서비스시설의 적정 면적 크기, 급수·급 탕·배수 설비 기준, 공조시설의 기준에 관한 지침을 제시하 고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

본 연구의 개발 과정은 문헌조사를 통한 각종 기준 조사 와 전문가 미팅을 통해 푸드서비스 시설의 설비 매뉴얼을 완

성하였다.

1. 문헌조사를 통한 설비 기준 제시

푸드서비스 시설 설비 디자인 관련 문헌(Avery 1989; ASHRAE 2004; Kim et al. 2004; Birchfield 2007; Chang et al. 2009; US FDA 2016)을 기초로 탕류 음식점 의 면적 사정, 주방 설비 소모량 산정, 배관 구경 산정, 주방 공조설비 기준을 제시하였다. 식음서비스 시설 면적 산정은 예상 고객 수 및 회전을 기준 방법과 통계와 경험치 기준 방 법을 제안하였고 American Gas Association (Avery 1989) 와 일본주방공업회(JFEA 2001a)가 제시한 기준을 적용토록 하였다. 유틸리티의 사용량은 JFEA 기준(2001b)을, 급배수 관의 직경 결정은 JFEA (2001c)와 일본공기조화위생공학회 (The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan: SHASE 2010)가 제시한 배관균등표 등 의 기준을 적용하였다.

2. 전문가 미팅을 통한 의견 조사

전문 연구원 3명, 소유주 1명, 관리자 1명, 주방 설비업체 2명과 프랜차이즈 업체 시설 담당자 등 8명으로 구성된 전 문가그룹 회의에서 주방 설비에 관한 의견 검토를 받고 그 내용을 매뉴얼에 반영하였다.

3. 주방 시설산정 매뉴얼 제시

식당을 개점할 때 시설 면적과 설비 사용량 결정, 유틸리 티를 공급하는 배관 직경 및 주방 공조시설 산정 방법을 제 시하였다. 특히 한국음식점의 대표 메뉴인 설렁탕를 제공하 는 프랜차이즈 음식점을 대상으로 주방레이아웃을 개발한 선행연구의 주방 모델 사례(Choi 2015)이며, 이를 바탕으로 시 설 면적, 유틸리티 소요량 산출, 급배수 배관 선정, 공조를 위한 급배기설비 선정 방법을 구체적으로 제시하였다. 특히 공조시설에서 주방내의 유효환기량 결정법 3가지를 설명하 고, 각 방법에서 결정된 유효환기량 중에서 가장 큰 값을 선 정하도록 추천하였다. 또한, 닥트의 규격결정과 배기팬 선정 방법, 공조시설 결정 방법을 사례 연구를 통해 구체적으로 제시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식음서비스 시설의 면적 산정

식음서비스 시설의 공간을 설계할 때 고려할 요소는 제공 하는 음식의 유형, 적정 좌석 회전율, 배식 및 퇴식 동선 검 토를 통한 식사 공간 분리, 동선이 겹치지 않도록 퇴식 및 음수 공간 구획 등이다. 이 요소들을 고려하여 고객이 편안 하고, 청결함을 느낄 수 있도록 벽면과 천정 등의 색상을 선 정하고 평면 계획을 설계한다. 식음서비스 시설의 총 면적은 식당, 주방 면적을 산출하여 합산함으로써 결정된다.

1) 식당의 필요면적

식당 면적은 예상 고객 수, 회전율, 피크타임 지속시간을 기준으로 좌석수를 결정한 후에 좌석 당 필요면적을 곱해서 결정한다(수식 (1)).

$$\text{식당의 필요면적} = \frac{\text{예상 고객수} \times \text{객석당 면적}}{\text{회전율} \times \text{피크타임 지속시간}} \quad (1)$$

예를 들어 설령탕 전문 한식점에서 피크 시의 식사 고객 수는 200석, 회전율 2.0, 중식 영업시간 1.5시간 일 경우 식당의 면적은 다음과 같이 결정된다. 객석 당 면적을 <Table 1>의 디럭스형 웨이터 서비스 식당 기준 1.21~1.67 m²을 참조하여 1.7 m²으로 결정하면(Avery 1989), 식당 면적은 수식 (1)에 따라서 113.3 m²로 결정된다.

$$\text{식당의 필요면적} = \frac{(200 \text{ meal} \times 1.7 \text{ m}^2/\text{seat})}{(2.0 \times 1.5 \text{ hr})} = 113.3 \text{ m}^2$$

2) 주방의 면적 산정

주방 면적은 수식 (2)을 적용하여 결정한다.

주방 면적

$$= \frac{\text{식수} \times \text{객석당 주방면적}}{\text{회전율} \times \text{피크타임 지속시간}} + \text{조리인원} \times \text{필요면적/인} \quad (2)$$

이 때 <Table 2>의 JFEA(2001b)가 제시한 일반음식점 1 식당 주방 면적인 0.5~1.1 m²/석을 감안하여 0.8 m²/석과 조리원 1인 당 2.0~3.0을 감안하여 2.5 m²/석을 수식 (2)에 적

용하면 주방의 필요면적은 63.3 m²으로 결정된다.

주방 필요면적

$$= \frac{(200 \text{석} \times 0.8 \text{ m}^2)}{(2 \text{회}/\text{hr} \times 1.5 \text{ hr})} + 4 \text{인} \times 2.5 \text{ m}^2/\text{인} = 63.3 \text{ m}^2$$

3) 식음서비스 시설의 면적

식음서비스 시설의 총 면적은 수식 (3)과 같이 식당 면적과 주방 면적을 합치고 여유 면적을 더해 준다.

식음서비스 시설 총 면적

$$= (\text{식당면적} + \text{주방면적}) + \text{인조묘목 설치 면적} \quad (3)$$

식음서비스 시설의 총 면적은 수식 (3)을 적용하여 식당 면적과 주방 면적에 식당 분위기 조성을 위한 인조묘목 설치를 위한 면적 2 m²를 더해 주면

$$\text{식음서비스 시설 총 면적} = (113.3 \text{ m}^2 + 63 \text{ m}^2) + 2 \text{ m}^2 = 178.6 \text{ m}^2$$

이 산출된다.

따라서 프랜차이즈 설령탕 음식점의 총 면적을 약간의 여유를 두어 180 m²로 결정하였다.

이상의 결과는 Avery(1989)가 제시한 주방면적 산출 방법과 비교해 보면 거의 일치한다. 테이블서비스 식당의 주방 면적은 1객석 당 0.93~1.1 m²을 제시하고 있는데, 0.93 m² 기준을 적용(Avery 1989)해서 계산해 보면,

Table 1. Dining room per person and turnover characteristics of various serving methods¹⁾

Service type		Seating space/person (m ²)	Turnover rate per seat per hour
Cafeterias not including serving counter	Industrial	1.11~1.49	2~3
	Commercial	1.21~1.67	1½~2½
	School	0.93~1.39	2~3
Lunch rooms and coffee shops	Counter and table service	1.39~1.58	2~3
	Counter service only (included counter & serving table)	1.67~2.42	2~3½
Waiter service restaurants	Deluxe type	1.21~1.67	½~1¼
	Medium price type	1.02~1.39	1~2½

¹⁾Avery 1989

Table 2. Criteria of kitchen area by service type of restaurant¹⁾

Kitchen type	A	B	C
	Kitchen area	Offices, welfare facilities, mechanical and electrical rooms, garages, etc.	Condition
Noncommercial foodservice	1/3~1/4 of dining room (m ²)	-	If turnover rate is 1 If numbers of users ≥100 If numbers of consumer ≥1000
	0.35 m ² per person		
	0.25 m ² per person		
Commercial foodservice	1/3 of dining room (m ²) 0.5 m ² ~1.1 m ² per person	2~3.0 m ² per employee	

¹⁾JFEA 2001b

Table 3. Estimation method for determining foodservice facility space

Classification		Formula	Summary	Sources
Seating number	Based on turnover	$S = \frac{M}{Cr \times Ho}$	S: Required number of seats M: Meals Cr: Turnover Ho: Peak time	
Dining area space	Based on dinning area	$A = \frac{M \times As}{Cr \times Ho}$	A: Dinning area M: Meals Cr: Turnover Ho: Peak time As: Dinning area/Meals	Avery 1989
	Applying a simple ratio	$A1 = \frac{Ad}{2}$ $A2 = \frac{Ad}{3}$	A1: Kitchen area (commercial restaurants) A2: Kitchen area (noncommercial foodservice) Ad: Dinning area	JFEA, 2001b
Kitchen space	Based on meals	$A = \frac{M \times Ak}{Cr \times Ho} + C \times E$	A: Kitchen area M: Meals Cr: Turnover Ho: Peak time Ak: Kitchen area/Meal C: Required area for employees E: Number of employees	JFEA, 2001b
	Based on seats	$A = S \times Ar$	A: Kitchen area S: Required number of seats Ar: Kitchen area/meals	Avery 1989

주방 면적=0.93 m²/좌석×70석=65.1 m²

이 산출되어 앞에서 추정했던 식당 면적과 거의 일치함을 알 수 있다. 한편, JFEA(2001b)는 일반음식점의 주방 면적 기준을 식음서비스 시설의 경우 총 면적의 1/3, 단체급식의 경우 1/3~1/4로 제시하였다. 이 기준을 앞에서 산정한 주방 면적 63.3 m²에 맞춰 63.3 m²×3=190.8 m²의 면적이 산출되어 근접한 값을 보였다.

이상의 내용을 토대로 식음서비스 시설의 면적을 산출하는 방법은 <Table 3>과 같이 정리될 수 있다.

2. 유틸리티 소모량 산정방법

급수, 급탕, 전기, 가스, 스팀 등 식당내의 필요한 에너지의 개략적 사용량은 수식 (4)를 적용하였다.

$$Ek = \frac{M \times Es}{Ho} \tag{4}$$

여기서

Ek: 필요한 에너지의 량

M: 피크타임 시 식수

Ho: 피크타임 지속시간

Es: 식수당 소요 에너지

음식점 운영에 필요한 물과 연료 등의 에너지의 사용량은 시설의 상세설계를 마친 후 알 수 있지만 JFEA(2001b)가 제시한 음식점의 시설별 용수와 에너지 사용량 기준<Table 4>

을 수식 (4)에 적용하면 피크타임에 사용량은 아래와 같이 추정된다.

1) 추정 급수필요량

$$= \frac{200 \text{식/hr} \times 25 \text{ L/식}}{1.5 \text{ hr}} = 3,333 \text{ L/hr}$$

2) 추정 급탕필요량

$$= \frac{200 \text{식/hr} \times 8 \text{ L/식}}{1.5 \text{ hr}} = 1,067 \text{ L/hr}$$

3) 추정 가스필요량

$$= \frac{200 \text{식/hr} \times 700 \text{ kcal/식}}{1.5 \text{ hr}} = 93,333 \text{ kcal/hr}$$

4) 추정 전기필요량

$$= \frac{200 \text{식/hr} \times 300 \text{ W/식}}{1.5 \text{ hr}} = 40,000 \text{ Wh} = 40 \text{ kWh}$$

5) 추정 스팀필요량

$$= \frac{200 \text{식/hr} \times 0.3 \text{ kg/식}}{1.5 \text{ hr}} = 40 \text{ kg/hr}$$

즉, 피크 시 제공 식수 200 식인 경우 유틸리티 소모량은 급수 3,333 L/hr, 급탕 1,067 L/hr, 가스 93,333 kcal/hr, 전기 40 kWh, 스팀 40 kg/hr이 필요하다.

Table 4. Estimated usage of water and energy by restaurant facilities (when gas is supplied)¹⁾

Type of energy	Restaurant	Hospital	School	Remarks
Cold water (L/meal)	25	16	10	Beware of the water pressure
Hot water (L/meal)	8	8	5	45~65°C
Gas (kcal/meal)	700	465	520	Be aware of the type of gas
Electric (W/meal)	300	350	300	Single phase, 3 phase
Steam (kg/meal)	0.3	0.7	0.5	Beware of the steam pressure

¹⁾JFEA 2001b

Table 5. Water usage by restaurant facilities¹⁾

Type of service	Factor	Usages		Time
		Water usage per meal (L/meal)	Kitchen operation per day (min/day)	
Commercial	Chinese food	80		720
	Western food	80		
	Japanese food	70		
	Noodle	50		
	Snack	45		
	Coffee shop	20		
Noncommercial cafeteria		45		600

¹⁾JFEA 2001a

Table 6. Piping equality

Diameter of pipe (A) ¹⁾	Diameter of pipe (A)								
	13	20	25	32	40				
13	1	-							
20	2.5	1	-						
25	5.1	2.1	1	-					
32	8.1	3.2	1.6	1	-				
40	15.3	6.1	3.0	1.9	1				
50	21.9	8.8	4.3	2.7	1.4				
White steel pipe (A) ²⁾	Diameter of pipe (A)								
	15	20	25	32	40	50	65	80	
15	1								
20	2	1							
25	2.7	1.8	1						
32	3.7	3.6	2	1					
40	7	5.3	2.9	1.5	1				
50	11	10	5.5	2.7	1.9	1			
65	20	16	8	4.3	2.9	1.6	1		
80	54	38	21	11	7	3.9	2.5	1	

¹⁾SHASE 2010

²⁾JFEA 2001a

3. 배관의 구경 선정

1) 급수 배관

배관의 규격을 선정하기 위해서는 사용량을 파악하고 <Table 5> 규격별 사용량을 반영해야 한다. 주방기기목록에 명기된 급수 수전의 규격과 수량을 파악하여 배관재질별 배관균등표<Table 6>를 참조하여 수용할 수 있는 직경의 배관

규격을 선정하였다.

(1) 급수 필요량 결정

사례 연구에서 급수 필요량은 점포에서 직접 육수를 만드는 것을 감안하여 12시간 동안 운영하는 중식당 기준 80 L를 적용하여 <Table 5> 수식 (4)에 대입한다.

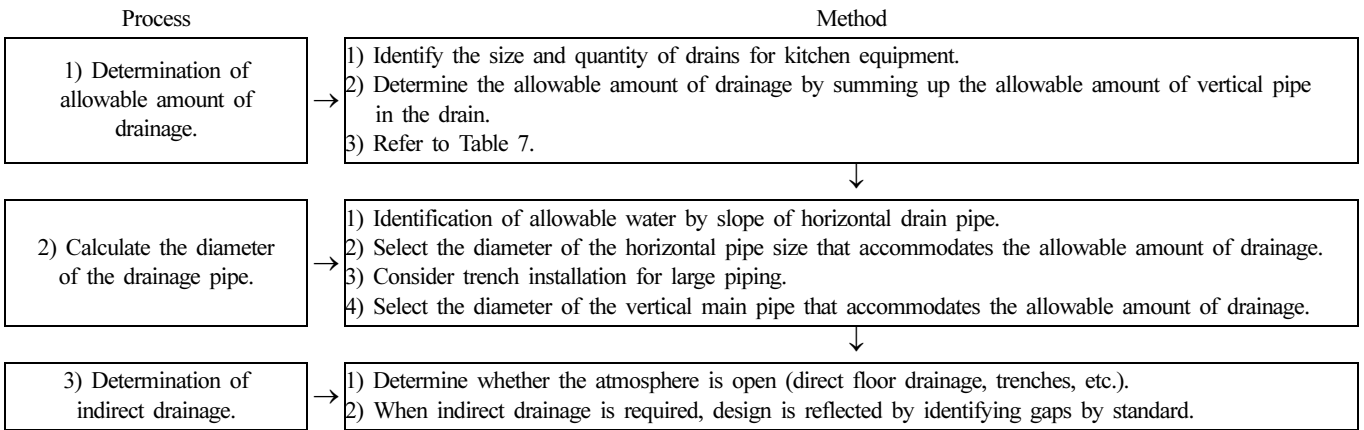


Figure 1. Calculation method of drainage facilities

$$E_k = \frac{(350 \text{식} \times 80 \text{ L})}{12 \text{ hr}} = 2,333 \text{ L/hr}$$

시간당 급수 필요량은 위 2,333 L/hr에 여유율 20%를 적용하면 2,799.6 L/hr가 산출된다. 그러나 앞의 ‘유틸리티 소요량 산정방법’에서 피크타임에 필요한 급수량(3,332.5 L/hr)이 더 높게 산정되었으므로 설령탕전문점의 급수 필요량은 3400 L/hr으로 결정한다.

(2)인입 배관경 결정

급수전이 필요한 설비는 주방에 설치하는 기기의 종류와 수에 따라 달라진다. 선행연구에서 제시된 설령탕 음식점표준 모델에서 급수전이 필요한 기구 및 기기는 컵세정대, 담금세정대 등 8대이고 필요한 배관의 구경은 13A이었다(Choi 2015). <Table 6>의 스테인레스 스틸 배관균등표에서 25 A 배관은 5.1개의 13 A 배관을 수용할 수 있고, 32 A 배관이 8.1개의 13 A 배관을 수용할 수 있으므로 주방의 메인 급수 배관은 32 A로 결정하였다.

2) 급탕배관

급탕 배관의 필요량도 급수 배관과 동일한 방법으로 산출된다. 예를 들어, 설령탕 전문점에서 하루 14시간 운영, 2.8톤의 온수를 사용한다고 가정하고, 온수를 공급할 기기는 1조세정대 2대, 2조세정대 1대 등 총 7개의 수전이 필요하고 각 수전은 13 A로 가정할 경우 <Table 6>의 스테인레스 스틸 배관균등표를 보면 32 A는 13 A 8.1개를 수용할 수 있으므로 주방 메인온수배관은 32 A를 적용하도록 하였다.

3) 배수배관

배수배관은 <Figure 1>의 흐름과 같이 배수허용수량을 산출한 다음 산출된 배수허용수량이 배출 가능한 수평 수직배수관의 직경을 선정하고 간접배수 여부를 검토하여 결정한다. 이 때 배수배관의 배수허용수량은 SHASE(2010)에서 제

시한 <Table 7>의 기준을 적용한다.

(1) 배수허용수량 결정

배수를 해야 하는 기기는 1조세정대 2대, 2조세정대 1대, 컵세정대 1대, 세척기와 담금용 2개소, 손세정대 1대이며 2조싱크대 배수구가 2개이므로 배수구의 총 수량은 8개가 된다. 배수구가 50 A의 구경이므로 <Table 7>에서 수직관 50 mm의 SHASE(2010)의 허용유량 1.41 L/s를 적용하면 이 주방의 허용유량은 1.41 L/s×8개소=11.28 L/s가 된다.

(2) 배수 배관경 결정

수평배수관은 기울기에 따라 허용유량이 달라진다. <Table 7>에 제시된 바와 같이 배수관 기울기를 125A의 최소 기울기인 1/150로 결정할 경우 125A의 SHASE(2010)의 허용유량은 8.3 L/s, 150 A의 경우 13.5 L/s가 되므로 싱크대용 수평배관은 기울기 1/150을 적용한 150 A로 결정하였다. 그러나 수평배관 150 A를 주방바닥에 매립하는 것은 어려우므로 150 A 이상의 면적을 가지고 1/150의 기울기를 갖는 트렌치를 설치하였다. 이때 125 A의 수직관 허용유량이 16.3 L/s이므로 본 주방의 배수구 메인 수직관은 125 A를 반영한다.

(3) 간접배수구 결정

트렌치를 매립한 후 배수구를 연결하므로 대기에 개방되어 있어 간접배수 불필요하나 트렌치를 시공하지 않고 직접 배관을 할 때에는 간접배수관이 필요하고 이때 배수구 공간은 100 mm 이상 유지하는 것이 바람직하다.

4. 주방 공조설비

공조설비를 결정하는 과정은 <Figure 2>와 같다. 먼저 배출해야 할 유효환기량을 산출하고, 이 환기량을 배출할 수 있는 덕트의 크기를 산출한 후에 배기 팬 규격을 설정하는 단계로 진행된다. 유효환기량을 정한 다음 덕트의 크기와 길

Table 7. Allowable flow rate and allowable velocity by slope of horizontal drain piping¹⁾

Diameter of pipe D	Allowable flow rate and allowable velocity of drainage horizontal branch pipe and main pipe								Vertical drainage pipe Qp1
	I=1/25		I=1/50		I=1/100		I=1/150		
	Qp3 ²⁾	v ³⁾	Qp3	v	Qp3	v	Qp3	v	
30 mm	0.45	0.64	- ⁴⁾	-	-	-	-	-	0.36
40 mm	0.97	0.77	0.69	0.55	-	-	-	-	0.78
50 mm	1.76	0.90	1.25	0.63	-	-	-	-	1.41
65 mm	3.50	1.10	2.50	0.76	-	-	-	-	2.80
75 mm	5.20	1.18	3.70	0.83	2.62	0.59	-	-	4.20
100 mm	11.2	1.43	7.90	1.00	5.60	0.71	-	-	9.00
125 mm	-	-	14.3	1.17	10.1	0.83	8.30	0.68	16.3
150 mm	-	-	23.3	1.32	16.5	0.93	13.5	0.76	26.5

¹⁾SHASE 2010

²⁾Qp1 and Qp3 are the allowable flow rates (L/s), assuming the drain load of the facilities

³⁾v is the flow velocity (m/s).

⁴⁾The blank (-) is when the flow velocity (v) is less than 0.6 m/s or more than 1.5 m/s

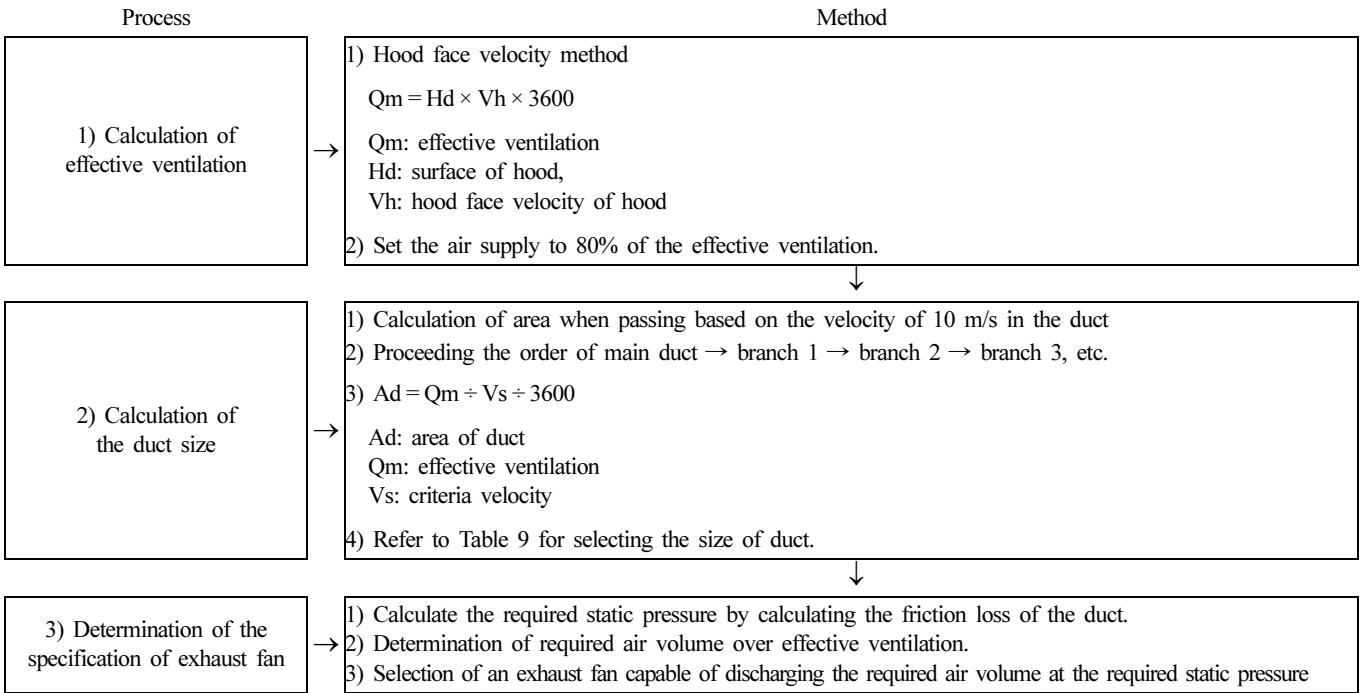


Figure 2. Calculation method of kitchen air conditioning facilities

이에 의해 공기가 배출되면서 생기는 손실수두를 산출하고 유효환기량을 배출할 수 있는 능력을 가진 배기팬을 선정하는 순서로 선정한다.

1) 유효환기량 산출

주방내의 유효환기량을 결정할 때 열량환산법, 후드 면풍속법, 환기회수법의 3가지 방법이 많이 사용된다. 후드의 면풍속 기준은 일본전열협회(JEHC 2005)에서 유연과 발열량의 크기에 따라 제시한 기준을 적용하였다. 선행 연구(Choi 2015)의 조건 하에서 산출된 유효환기량은 면풍속법 수식 (5), 열량환산법 수식 (6), 환기회수법 수식 (7)에 따라 아래

와 같이 각 10,108 (Cubic meter per hour: CMH), 5,968.7 CMH, 8,230 CMH으로 결정되었다. 따라서, 유효환기량은 가장 높은 값 10,108 CMH을 보인 면풍속법으로 결정하였다.

(1) 면풍속법

$$V=3600 \times v_f \times A_f \tag{5}$$

V: 유효환기량 (m³/h)

v_f: 후드 하부면에서의 면풍속(m/s) (국술 등은 유연량이 적으므로 <Table 8>의 0.3 m/s를 반영함)

A_f: 후드 하부면의 유효 수평 투영 면적(m²) 9.36 m² (환

Table 8. Recommended hood face velocities according to grease, vapor and heat of equipment¹⁾

Types	Hood face velocities (m/s)	Applicable cooking equipment
General cooking equipment	0.3	All electric cooking equipment, range, and oven
Cooking equipment generating a large amount of grease, vapor, or heat	0.5	Overall gas cooking equipment Chinese cooking range and fryer, etc.

¹⁾JEHC 2005

기용 후드는 0.9 m×0.9 m 1대, 1 m×1 m 2대, 1.45 m×0.8 m 1대, 2.1 m×0.85 m 1대, 2.4 m×1.5 m 1대로 총 6대로 가정하였고 이에 따라 후드 총면적은 9.36 m²임)

$$\therefore V=3600 \times 0.3 \times 9.36=10,108 \text{ CMH}$$

(2) 열량환산법

$$V=N \times K \times QV \tag{6}$$

V: 유효환기량 (m³/h)

N: 배기후드의 형상에 따른 계수: 샷갓형이므로 20 (m³/h) (JFEA(2001a)에서 배기후드의 형태가 각형이면 30 m³/h, 샷갓형이면 20 m³/h를 적용함)

K: 연료의 단위연소량당 이론폐가스량 (m³/kWh) (연료 1 kW당 0.93 m³/kWh)

Q: 화기를 사용하는 설비의 실제 연료소비량(kW/m³) 320.9 kW (사례연구에서 가열조리기기는 가스국술 2대, 1구형 낮은레인지 4대, 2구 낮은레인지 1대, 높은레인지 1대, 가스밥솥 1대로 가정함. 연소소비량은 32,000*2 (가스국술)+24,000*4 (1구 낮은레인지)+48,000*1 (2구 낮은레인지) 56,000*1+12,000*1 (가스밥솥)=276,000 Kcal/hr 이며 이를 kW로 환산하면 320.9 kWh임)

$$\therefore V=20 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.93 \text{ m}^3/\text{kWh} \times 320.9 \text{ kW/kg}=5,968.7 \text{ CMH}$$

(3) 환기회수법

$$V=N \times vr \tag{7}$$

V: 유효환기량(m³/h)

N: 환기횟수(회/hr) (JFEA(2001a)의 50회를 적용함)

vr: 환기대상 주방의 실용적(m³) (주방 면적은 63.3 m², 천정고 2.6 m를 곱하면 164.6 m³ 산출됨)

$$\therefore V=164.6 \text{ m}^2 \times 50\text{회}/\text{hr}=8,230 \text{ CMH}$$

2) 덕트 규격 결정

공조설비의 배기덕트는 통과하는 공기의 유속을 기준으로 다음 수식 (8)을 이용하여 주관과 지관 덕트의 필요 면적을 산출하고 산출값 이상의 면적을 가진 규격으로 결정한다.

$$A=\frac{V}{3600 \times vs} \tag{8}$$

A: 덕트의 필요면적(m²)

V: 유효환기량(m³/hr)

vs: 덕트 내의 기준 유속(m/sec) 10 m/sec

선행연구에서 본 설령탕음식점에는 6개의 후드가 설치되게 되는데 덕트의 계통은 메인덕트(10,108 CMH)←국술의 후드(6,220 CMH)←가스스테이블 후드(4,277 CMH)←낮은레인지 후드(2,333 CMH)←가스취반기 후드 (1,955 CMH)←식기세척기 후드(875 CMH)의 순서로 계통을 형성하게 되었다.

(1) 메인관의 규격

메인덕트 내의 유속을 10 m/s로 설정하고 유효환기량 10,108 CMH (m³/hr)를 CMS (m³/s)로 변환하여 수식 (8)에 대입하면 메인관 덕트의 필요면적은 0.281 m²이다. 큰 원형 600 mm 직경의 원형덕트의 면적이 0.292 m² <Table 9>이므로 직경 600 mm의 원형덕트로 메인덕트의 규격을 결정하였다.

$$A=\frac{10,108\text{CMH}}{3600\text{s}/\text{hr} \times 10\text{m}/\text{sec}}=0.28 \text{ m}^2$$

(2) 지관의 규격

400 mm 원형 덕트의 면적이 0.13 m²이고 250 mm 원형 덕트의 면적이 0.05 m²이므로 산출결과 보다 크거나 유사한 400 mm 원형 덕트와 250 mm 원형 덕트로 지관덕트의 규격을 결정하였다.

$$A1=\frac{4,288\text{CMH}}{3600\text{s}/\text{hr} \times 10\text{m}/\text{sec}}=0.12 \text{ m}^2$$

$$A2=\frac{1,928\text{CMH}}{3600\text{s}/\text{hr} \times 10\text{m}/\text{sec}}=0.054 \text{ m}^2$$

위 결과 값에 따라 메인관은 0.28 m² 이상의 면적을 가지는 600 mm 원형 덕트, 지관은 0.12 m² 이상의 면적을 가진 400 mm 원형덕트, 0.05 m² 이상의 면적을 가진 250 mm 원형덕트로 결정되었다. 이를 인치로 환산하면 10인치→16인치→24 인치의 경로로 덕트의 규격을 결정하였다<Table 9>.

Table 9. Duct friction loss at 10 m/s velocity and equivalent length of long bend¹⁾

Diameter of round duct		Duct area m ²	Friction loss per m mmH ₂ O	Equivalent length of long bend	
Inch	mm			90° long bend m	45° long bend m
10	254.0	0.051	0.483	3.05	1.52
12	304.8	0.073	0.392	4.57	2.74
14	355.6	0.103	0.325	5.33	3.20
16	406.4	0.130	0.275	6.10	3.66
18	457.2	0.164	0.242	6.86	4.11
20	508.0	0.203	0.208	7.62	4.57
22	558.8	0.245	0.192	8.38	5.03
24	609.6	0.292	0.167	9.14	5.49
26	660.4	0.343	0.150	9.91	5.94
28	711.2	0.397	0.133	10.67	6.40
30	762.0	0.456	0.125	11.43	6.86

¹⁾Avery 1989

3) 배기팬 선정

배기팬의 크기는 덕트의 마찰손실에 의한 손실수두인 정압에서 유효환기량의 풍량을 낼 수 있는 것으로 결정되어야 한다. 덕트의 마찰손실을 산출하여 필요정압을 산정하고 나서 유효환기량 이상의 필요 풍량을 결정한다. 그리고 나서 최대풍량과 최대정압이 아닌 필요정압에서 필요풍량을 배출할 수 있는 배기팬을 선정하게 된다.

정압 산출은 수식 (9)과 같다.

$$\text{정압} = (\text{① 덕트 전체의 마찰손실} + \text{② 필터의 마찰손실} + \text{③ 후드와 단말부의 마찰손실}) \times \text{④안전율} \quad (9)$$

(1) 덕트의 마찰 손실

덕트 전체의 마찰손실은 각 덕트별로 산출한 마찰손실의 총합이며 각 덕트의 마찰손실은 수식 (10)과 같다. 각 덕트의 규격별 마찰손실은 Avery(1989)가 제시한 10 m/s에서의 덕트손실과 벤드의 직관 상당길이를 <Table 9>에서 찾아서 적용하였다. 덕트전체의 마찰손실은 수식 (10)을 통해서 9.50 mmH₂O로 결정하였다.

$$\text{덕트의 마찰손실} = (\text{엘보우의 직관상당길이} + \text{직관길이}) \times \text{규격별 마찰손실} \quad (10)$$

24인치 메인덕트는 직관 4m, 16인치 덕트는 직관 3m에 벤드 1개, 10인치 덕트는 7m 직관에 벤드 2개로 연결한다면 각각의 마찰손실은 다음과 같으며, 덕트 전체의 마찰손실은 9.5 mmH₂O로 결정되었다.

$$\text{메인덕트의 마찰손실} = 4 \text{ m} \times 0.167 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 0.67 \text{ mmH}_2\text{O}$$

지관 A1의 마찰손실

$$= (6.1 \text{ m} \times 1 + 3 \text{ m}) \times 0.275 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 2.5 \text{ mmH}_2\text{O}$$

지관 A2의 마찰손실

$$= (3.05 \text{ m} \times 2 + 7 \text{ m}) \times 0.483 \text{ mmH}_2\text{O/m} = 6.3 \text{ mmH}_2\text{O}$$

∴ 덕트전체의 마찰손실

$$= 0.67 \text{ mmH}_2\text{O} + 2.5 \text{ mmH}_2\text{O} + 6.3 \text{ mmH}_2\text{O} = 9.5 \text{ mmH}_2\text{O}$$

(2) 필터의 마찰 손실

각 후드에는 흡입공기에 포함된 유분을 포착해서 제거해주는 필터가 부착되어야 한다. 필터의 개수는 후드를 통과하는 공기의 양에 필터의 규격별 능력을 적용하여 산정한다. <Table 10>과 같이 후드를 통한 흡입공기가 필터를 통과할 때 발생하는 압력손실은 필터부착 후드 1개소 당 1.27 mmH₂O 이고 이를 수식 (11)에 적용하면 후드 필터의 마찰손실은 7.42 mmH₂O가 된다.

$$\text{필터의 마찰손실} = \text{후드 갯수} \times \text{압력손실 mmH}_2\text{O/개소} \quad (11)$$

∴ 필터의 마찰손실

$$= \text{후드 6개소} \times 1.27 \text{ mmH}_2\text{O/개소} = 7.42 \text{ mmH}_2\text{O}$$

(3) 후드와 단말부의 마찰 손실

후드와 덕트 단말부의 마찰손실은 지관의 덕트인입부의 마찰손실과 개구부의 압력손실을 합산하여 산출된다(수식 (12)). <Table 11>에서 30°의 각도로 인입될 경우 지관의 덕트인입부의 마찰손실은 1개소 당 1.27 mmH₂O이고, 후드 6개소를 적용하면 7.42 mmH₂O가 된다. Avery(1989)는 정압 계산 시 (㉠) 필터의 통과 저항(5 mmH₂O) (㉡) 배기덕트의 후드부착 시 입구손실(2.5 mmH₂O) (㉢) 덕트개구부의 저항손실

Table 10. Filter capacity table at 2m/s velocity¹⁾

Filter size (mm)	Clean resistance (mmH ₂ O)	Rating (CMM) ²⁾
400×500	1.27	19.8
500×500	1.27	25.5

¹⁾Avery 1989²⁾Cubic meter per minuteTable 11. Blanch entrance loss at 10 m/s velocity¹⁾

Angle of entry	Blanch entrance loss (mmH ₂ O)
Angle of entrance 30°	1.27 mmH ₂ O
Angle of entrance 45°	1.78 mmH ₂ O

¹⁾Avery 1989

(3.8 mmH₂O) (㉔) 닥트 진입 시 저속에서 고속으로 가속되는 가속압(5 mmH₂O) (㉔) 닥트의 직관길이의 마찰손실(0.0021 mmH₂O)을 고려하여 산정하도록 하고 있으므로 닥트 개구부의 압력손실 3.8 mmH₂O를 수식 (12)에 적용하면 단말부의 마찰손실은 11.12 mmH₂O가 된다.

후드와 단말부의 마찰손실

$$= \text{지관 닥트인입부 마찰손실(mmH}_2\text{O)} \\ + \text{개구부 압력손실 (mmH}_2\text{O)} \quad (12) \\ = (\text{후드 } 6\text{개소} \times 1.27 \text{ mmH}_2\text{O/개소}) + 3.8 \text{ mmH}_2\text{O} = 11.12 \text{ mmH}_2\text{O}$$

(4) 안전을 적용

배기팬에 필요한 정압은 안전을 15%를 적용하여 수식(9)에 대입하면 33 mmH₂O가 된다. 일반적으로 배기팬 정압의 단위는 5단위이므로 배기팬 정압은 35 mmH₂O으로 결정하였다.

배기팬의 정압

$$= (9.50 + 7.42 + 11.12) \times 1.15 = 32.25 \text{ mmH}_2\text{O} \approx 33 \text{ mmH}_2\text{O}$$

이상의 결과에 따라서 배기팬의 규격은 유효환기량 10.108 CMH (분당 계산하면 168.5 (Cubic meter per minute: CMM) (=10,108/60))의 풍량을 낼 수 있는 170 CMM×35 mmH₂O으로 선정하였다.

IV. 요약 및 결론

푸드서비스 산업에서 주방 면적과 설비를 표준화하는 것은 많은 전제조건을 필요로 하므로 쉽지 않다. 그럼에도 불구하고 조리종사원의 작업 안전을 확보하고 동시에 식품 안전을 확보하기 위해서는 주방 면적과 주요 설비에 대한 표준화를 위한 노력은 계속되어야 한다. 국내 단체급식소와 외식업소를 대상으로 진행된 시설 설계에 대한 대부분의 연구

들이 위생교육이나 개인위생, 공정관리에 통한 위생관리에 집중되고 있으며, 주방설계안을 제시한 연구는 거의 없다. 다행히 학교급식을 대상으로 주방설계 시 기본 원칙을 제시하고 설계한 연구가 진행된 바 있으나 여전히 푸드서비스 설비, 특히 공조시스템, 급수 및 하수 배관, 주방 면적에 관한 기준 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서 식품서비스 시설의 개점에 필요한 시설 면적, 유틸리티의 예상 사용량, 유틸리티를 공급하는 배관들의 직경 및 주방 내 적정온도와 쾌적성을 유지하기 위한 공조시설을 산정 방법과 관련 기준을 매뉴얼로 제시하였다. 선행 연구인 설령탕 한식 전문음식점의 합리적인 주방 모델에서 제시하는 1일 이용자수, 기구 설치 조건을 예시로 적용하여 구체적인 방법을 제시함으로써 매뉴얼 이용자들이 쉽게 이해할 수 있도록 제작하였다. 푸드서비스시설의 면적은 예상 고객 수, 좌석 회전율을 기초로 Avery(1989)와 JFEA(2001b)가 제시한 기준을 적용할 것을 제안하였다. 또한 운영에 필요한 연료와 물 등의 유틸리티의 사용량은 JFEA(1989b)의 기준을 적용하여 계산법을 제시하였다. 급배수관의 직경 결정은 JFEA(1989a)와 SHASE(2010)가 제시한 배관균등표 등의 기준을 적용하고 주방내의 쾌적한 환경 유지를 위해 습도는 80%, 온도는 25°C 이하로 유지할 것을 제안하였다. 공조설비 기준에서는 주방 내의 유효환기량을 결정하는 3가지 방법을 설명하였고 면풍속법의 의한 유효환기량을 결정하는 것을 추천하였으며, 닥트의 규격과 배기팬 결정 방법도 구체적으로 제시하였다.

이상의 내용으로 구성된 본 매뉴얼은 일반 운영자들이 주방시설 설계 시에 주방 설비에 필요한 주요 사항을 쉽게 인지하고, 주방 설계에 관한 정확한 의사결정을 내리는데 도움이 될 것이다. 또한, 푸드서비스 운영자들이 주방설계에 관한 전문적인 지식이 없어도 설비를 선정하고 레이아웃을 검토하며 시설계획을 하는 데 크게 도움이 될 것이다. 이를 통해 식품서비스 시설의 작업 안전을 확보하고 식품 위생 안전을 지키는데 크게 기여할 것으로 기대한다.

본 연구는 작업 안전, 식품 안전을 확보할 수 있는 주방설비 매뉴얼을 합리적 기준과 전문적 경험을 토대로 선도적으로 제시하였지만, 여전히 연구 제한점을 갖고 있다. 이 매뉴얼이 보편성과 객관성을 갖추기 위해서는 실증 연구를 통해 매뉴얼에서 제안한 방법을 적용하고 실제 검증을 통해 장점, 문제점을 분석하고 보완하는 연구가 필요하다. 즉 본 연구에서 제안한 기준과 방법을 일반음식점, 학교급식을 대상으로 시설을 개점하거나 레노베이션 할 때 적용하는 사례연구 개발이 필요하다. 이러한 객관적인 검증을 통해 급식종사자의 작업 안전, 경제성, 식품 위생에 미치는 효과 분석이 미래 연구로 진행될 때 관련 분야의 발전에 크게 기여할 것으로 판단된다.

이해 관계의 글

No potential conflict of interest relevant this article was reported.

References

- (社)日本廚房工業會編輯委員會(JFEA). 2001a. 廚房設備工學入門-基礎-, 日本廚房工業會.
- (社)日本廚房工業會編輯委員會(JFEA). 2001b. 廚房設備工學入門-實務-, 日本廚房工業會.
- (社)日本廚房工業會編輯委員會(JFEA). 2001c. 廚房設備工學入門-法規-, 日本廚房工業會.
- 日本空氣調和·衛生工學會(SHASE). 2010. 第14版 空氣調和·衛生工學便覽 4.給排水衛生設備編. 空氣調和·衛生工學會.
- 電化廚房技術委員會(JEHC). 2005. 人にやさしい廚房計劃. 日本電熱協會.
- ASHRAE. 2004. ANSI/ASHRAE Model 62.1-2004: Ventilation for acceptable indoor air quality. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Avery AC. 1989. Principles of Kitchen Design, Foodservice Layouts. Commercial Kitchens 7th Edition. American Gas Association
- Birchfield JC. 2007. Design and Layout of Foodservice Facilities. 3th Edition. John Wiley & Sons Inc.
- Chang HJ, Choi GG, Wang TH, Kwak TK. 2015. Survey on the ratio of kitchen to total space and ventilation system capacity of kitchens through case studies in Korean foods restaurants. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 31(1):33-40.
- Chang HJ, Jang SH. 2011. A facility design model for 1300 capacity school foodservice with adjacency and bubble diagrams. *Korean J. Community Nutr.*, 16(1):98-112.
- Chang HJ, Kim JW, Ju SY, Go ES. 2012. How do the work environment and work safety differ between the dry and wet kitchen foodservice facilities? *Nutr. Res. Pract.*, 6(3):366-374.
- Chang HJ, Kwak TK, Demicco FJ, Knebel SJ. 2005. A case study for developing a model for a HACCP-Compliant kitchen in the foodservice industry. *J. ARAHE*, 12(3):179-189.
- Chang HJ, Son HJ, Choi GG. 2009. Current status of functional areas' space and suggestion of their equipment requirements for school foodservices in Gyeonggi Province. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 25(4):474-487.
- Cho HA, Lee YE, Park EH. 2014. Actual conditions and perception of safety accidents by school foodservice employees in Chungbuk. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 43(10):1594-1606.
- Choi GG. 2015. Modelling of kitchen facility for franchise restaurant of seollungtang and boxed lunch. Doctoral degree thesis, Dankook University, Korea.
- Heo J, Ban JW. 2005. A study on the recognition of cooks about the kitchen ventilation. *Korean J. Culinary Res.*, 11(4):228-244.
- Kim JR, Chang HJ. 2017. Relationship between air quality of functional areas and hygiene safety management performance in high school foodservices in Gyeonggi Province. *J. Korean Diet. Assoc.* 23(4):350-362.
- Kim SJ, Lee NY, Chang HJ, Kwak TK. 2008. Current status of sanitation management performance in Korean-food restaurants and development of the sanitary training posters based on their risk factors. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 23(5):582-594.
- Kim TH, Chang HJ, Yoon JH. 2004. Design and Layout of Foodservice Facilities. Sigmappress. Seoul.
- Korea Ministry of Food and Drug Safety. 2009. Development of sanitation management manual and contents by foodservice facility types for preventing foodborne illness. Korea Ministry of Food and Drug Safety.
- Kwak TK, Ryu ES, Lee HS, Ryu K, Choi SK, Hong WS, Jang MR, Moon HK, Chang HJ, Choi EH, Lee KE, Choi JH, Lee NY. 2020. Understanding of Institutional Foodservice. Shinkwang Publisher, Seoul.
- Lee YJ, Lee SJ, Seo HK, Choi BH, Choi JH. 2019. Effect of hazardous materials generated from air during cooking on respiratory health during cooking: focused on school foodservice employee. *J Safety and Health at Work. Occupational Safety and Health Research Institute.*
- Park SH, Moon HK. 2012. Compliance with GMP and SSOP in college foodservices by comparison of elementary and middle & high school food services. *J. Korean Diet. Assoc.*, 18(3):248-265.
- Park SH, Moon HK. 2017. Investigation of microbial contamination and working environment in university foodservices. *J. Korean Diet. Assoc.*, 23(2):180-191.
- Park SH, No JM, Chang HJ, Kang YJ, Kwak TK. 2007. Risk factor analysis for preventing foodborne illness in restaurants and the development of food safety training. *Korean J. Food & Cook Sci.*, 23(5):589-600.
- Korea Ministry of Legislation. 2021. Annex 14 of the Enforcement Rules of the Food Sanitation Act, Available from: <https://www.law.go.kr/LSW/lsBylInfoPLinkR.do?lsiSeq=200653&lsNm=%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9C%84%EC%83%9D%EB%B2%95+%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B7%9C%EC%B9%99&bylNo=0015&bylBrNo=00&bylCls=BE&bylEfYd=20171229&bylEfYdYn=Y>, [cited Jun 2021]
- U.S. Food and Drug Administration. 2013. Food Code 2013, Available from: <https://www.fda.gov/food/fda-food-code/food-code-2013>, [cited April 2019]
- U.S. Food and Drug Administration. 2016. Plan review for food establishment 2016, Available from: <http://www.foodprotect.org/guides-documents/plan-review-for-food-establishments-2016/>, [cited April 2021]

저자 정보

최경기(에프에프엔이, 대표, 0000-0002-4266-3094)
장혜자(단국대학교, 교수, 0000-0003-4871-3053)