11. 조리중에 고기에 생성되는 유해물질 다환성 방향족 탄화수소 (Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)

식육식품은 저장, 가공 및 조리 중에 지속적으로 화학적 변화가 일어나므로 여러 가지 물질이 생성되지만 생성되는 대부분의 물질들은 크게 중요하지 않거나 혹은 풍미(맛이나 고기의 연도 등)나 저장성 향상 등 바람직한 특성을 가져다주기도 한다. 그러나 생성되는 몇 가지의 성분은 실험동물에 그것들을 많은 양을 투여했을 때 암이나 돌연변이를 일으키는 바람직하지 않은 생물학적 특성을 보여줌으로써 소비자 안전에 심각한 위협으로 인식되고 있다. 이러한 바람직하지 못한 물질 중에서 다환 방향족 탄화수소(PAHs, Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbons)라는 물질이 있다.

"탄 고기를 먹으면 암에 걸린다."라는 말이 있는데 이들 발암물질의 하나로 다환 방향족탄화수소(PAHs)류가 알려져 있다. 다환 방향족탄화수소(PAHs)는 직접 암을 유발하는 물질이 아니고 섭취된 후 체내 대사과정에서 생성되는 diol epoxide가 발암성을 가지는 것으로 보고된다.

불에 구울 때 탄 고기 속의 발암물질은 유기물이 불완전 연소되며 생성되는 다환 방향족 탄화수소(PAHs), 헤테로사이클릭 아민 등을 지칭하는 것으로 100여 종의 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 중에서 독성이 심한 물질은 벤조[a]피렌 등 10여종으로 알려져 있으며(표 1), 다환 방향족 탄화수소(PAHs)는 유기물을 열 분해시켰을 때 생성되는 물질이기 때문에 연기, 타르, 검댕, 석탄, 담배연기, 석유 혹은 연소 배기가스에 존재한다.

결국 다환 방향족 탄화수소(PAHs)는 고기를 불 위에서 굽거나, 훈연을 하거나 또는 유기물(모든 식품들)이 열분해 되는 환경에 고기를 노출시킬 때 발생되어 오염되거나 식품자체가 부분적으로 열분해 될 때 직접 생성되기도 한다. 따라서 식육의 다환 방향족 탄화수소(PAHs)농도는 숯불구이나, 불로 구울 때 열원에서의 거리, 지방이 불에 떨어져 타는 연기와 접촉되는 정도에 따라 영향을 받는다(표 2). 또한 가열온도가 400도 이상으로 증가하면 다환 방향족 탄화수소(PAHs)의 생성은 직선적으로 계속 증가한다.

표 1. 미국 EPA에 따른 B2로 분류된 발암성 다환 방향족 탄화수소.

구분	발암성 다환 방향족 탄화수소(PAHs).
B2	Benzo[a]pyrene, Benzo[a]anthracene, Benzo[b]fluoran-thene, Benzo(j)fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene, Chrysene, Cyclopenta(c,d)pyrene, Dibenzo(a,e)fluoranthene, Dibenzo(a,e)pyrene, Dibenzo(a,h)pyrene, Dibenzo(a,i)-pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene, Dibenz[a,h]anthracene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene

※ B2 : 발암성 물질(probable human carcinogens)

이러한 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 물질들은 육류 조리 시에 생성될 수 있는데 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 생성량은 조리기구·열원 등 조리조건에 따라 변화될 수 있는 것으로 발표되고 있다.

표 2. 실험상 조리육의 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 농도.(단위:ppb)

종 류	BaA	BaP	F	BaF
목탄구이				
햄버거(지방 21%), 열원에서 7㎝	2.7	2.	13.3	-
햄버거(지방 21%), 열원에서 25㎝	-	-	6.4	-
햄버거(지방 7%), 열원에서 7㎝	-	-	0.3	-
햄버거(지방 7%), 열원에서 25㎝	-	-	1.3	-
햄버거(냉동), 열원에서 7㎝	4.5	11.2	4.9	-
폭찹, 열원에서 7㎝	8.2	7.9	22.5	-
닭고기, 열원에서 7㎝	3.2	3.7	1.1	-
등심, 열원에서 7㎝	10.3	11.1	12.6	4.3
T-bone 스테익, 열원에서 7㎝ 불 구이	31.0	50.4	19.8	5.7
T-bone 스테익, 열원에서 7㎝	3.9	4.4	19.0	-

육류 종류에 따른 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 생성량에 차이가 있었으며, 특히 지방함량이 높은 고기를 조리할 때 다량의 PAHs가 검출되었는데 표 3에 볼 수 있는 결과와 같이 분석 대상 육류 중 상대적으로 기름기가 많은 돼지 목심 부위의 경우 다른 3종에 비해 3~6배 많은 PAHs가 검출되었다.

표 3. 석쇠로 조리하는 경우의 PAHs의 평균 잔류량

		양념 소갈비	소의 등심	양념 돼지갈비	돼지 목심
총 PAHs(16성분) [ppb]	조리 후	92.5	151.7	78.3	490.6
	조리 전	5.1	3.7	5.5	3.4
총 발암성 PAHs (7성분)[ppb]	조리 후	8.8	15.0	9.6	70.6
	조리 전	0.21	0.39	0.47	0.14

(2002 소비자보호원)

고기를 굽는 방법 간에 비교에서도 불판에서 고기를 굽는 조리방법이 석쇠 위에서 고기를 굽는 조리방법에 비하여 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 물질들이 고기에 잔류하는 량이 1/70 정도로 현저히 적게 나타났다. 특히 불판 위에서 고기를 굽는 방법을 이용한 조리에서 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 물질들의 증가는 미미한 수준이었다. 그러나 석쇠위에서 고기를 굽는 방법을 이용하면 고기를 익히는 과정에서 고기의 지방성분이 녹아 불에 떨어져 타면서 발생하는 연기가 발생하여 조리 전에 비해 총 PAHs 잔류량이 14~144배 증가하는 것으로 나타났다.(표 4)

표 4. 돼지목심을 석쇠 및 불판으로 조리하는 경우 PAHs 평균 잔류량.

		불판	석쇠
총 PAHs(16성분) [ppb]	조리후	7.0(2배)	490.6(144배)
	조리전	3.4	
총 발암성PAHs (7성분)[ppb]	조리후	0.4(3배)	70.6(504배)
	조리전	0.14	

※ 석쇠구이 후 다량의 PAHs가 검출된 돼지 목심 부위에 대해서 실시.
※ 조리후의 '검출배수'는 조리 전에 대한 값임.(2002 소비자보호원)

앞에서 살펴본 결과들은 우리가 통상 알고 있는 "고기를 태우면 발암물질이 생긴다. 또는 탄 고기를 먹으면 암에 걸린다."는 상식과는 다소 차이가 있는 것으로, 적어도 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 생성은 고기의 탄 정도보다는 지방이 녹아 숯불에 떨어져 타면서 발생하는 연기가 고기와 접촉하여 어느 정도 흡착되는 지가 영향을 크게 미치는 것을 알 수 있다. 조리 시 발생하는 연기와의 접촉이 많은 조리 음식에서 다량의 PAHs가 검출된 이유로는 PAHs 성분이 연기를 통해 전달되기 때문이여, 연기가 조리 음식의 표면에 흡착되면서 잔류되는 것으로 알려지고 있다.

이러한 결과들을 고려할 때 고기의 이용 즉 요리방법에서 특히 석쇠나 불

판 등을 이용한 ‘구이문화’가 발달한 우리나라에서는 다환 방향족 탄화수소(PAHs) 섭취에 따른 소비자 안전문제를 고려하여 PAHs 생성을 줄일 수 있는 요리 조건 모색이 필요함을 알 수 있다.

‘발암성 다환 방향족 탄화수소(PAHs)’는 조리조건과 관계없이 ’총 PAHs' 생성량에 비례하는 것으로 나타나 고기를 구워먹을 때 발암성 PAHs 섭취를 줄이기 위해서는 조리 시 발생하는 연기를 효과적으로 차단하는 것이 중요함을 알 수 있다.

고기를 구울 때 “다환 방향족 탄화수소(PAHs)에 고기의 노출 저감 방법”을 간단하게 설명하면 다음과 같다.

① 가능한 한 ‘석쇠’보다는 돌구이판, 솟뚜껑, 후라이팬 등과 같은 ‘불판’을 이용하여 고기를 굽는 방법을 이용한다.

- 특히 지방함량이 많은 고기를 구울 때는 석쇠의 사용을 지양한다.
- 석쇠를 사용하여 고기를 구울 때는 석쇠 위, 아래에서 불꽃이 일지 않을 정도로 불꽃의 크기를 조절하여 적절한 화력을 유지할 수 있도록 한다.

② 고기를 구울 때 발생되는 연기가 고기와 접촉되어지는 것을 방지할 수 있거나 줄일 수 있도록 고기의 구이설비에 특별하게 고안된 배연(排煙)장치 등을 설치한다.

③ 지방함량이 많은 고기를 구울 때는 고기의 지방질이 불꽃에 직접 떨어져 연소됨으로써 연기가 발생하지 않게 한다.

- 불꽃에 지방성분이 떨어져 연소되어 발생되는 연기 속에는 많은 양의 다환 방향족 탄화수소(PAHs)가 들어있다.

④ 고기를 구이 등의 방법으로 요리하여 맛있게 드실 때에는 일시에 많은 량을 굽지 말고 고기가 타지 않을 정도로 적당량을 알맞게 구워 먹는다.