

가금육의 이용과 가공기술(Ⅱ)

지난호에 이어...

3) 닭고기에서의 중요한 품질문제

가. 핑크색 문제

비염지 조리육에서 핑크색으로의 변색이 일어나면 소비자들은 이를 오염되거나 조리가 덜된 제품으로 인식하여 품질에 결함이 있는 것으로 간주하므로 비염지 가금육에서 핑크색 문제는 그만큼 중요시된다.

핑크색으로의 색소침착은 피리딘, 니코틴아미드 그리고 단백질과 같은 결합유기물을 가진 혈색소로 특징지어질 수 있다. 조리시 가금육의 산화-환원 지수, pH 그리고 총 혈색소함량과 사이토크롬 C 등이 핑크색으로 발전하는데 가장 중요한 요인 중 하나이다.

그러나 변성이 일어난 마이오글로빈, 아질산염, 질산염과 관련된 오염도, 심한 스트레스 혹은 산화질소나 일산화탄소와 같은 연소가스의 흡수와 관련된 많은 중요한 여러 다른 요인들이 핑크색으로 유발되는 것과 관련되어 있다.

일반적으로 칠면조 가금육에서 아질산염이나 질산염의 일반적인 농도가 핑크색을 유발할 만큼 충분히 높지는 않을지라도 핑크색이 유발될 가능성은 사료나 음수공급, 높은 질산염 수준이나 많은 양의 미생물 수준 그리고 오랜 저장 상태와 같은 특별한 조건하에서 아질산염이나 질산염에 의해서 높아질 수 있다.

가스오븐에 조리할 때 0.4ppm 정도의 소량의 이산화질소 가스가 칠면조육 룰의 핑크색 침착이 일어나지만 고기표면에서 일산화질소 가스의 용해도가 이산화질소의 용해도보다 더 높다. 방사선조사를 통해 가금육의 핑크색이 더 증가하고 가금육에서의 핑크색 침착은 지방함량이 없는 탈지우유나 구연산과 같은 원료를 첨가함으로써 줄일 수 있다.

나. 지방산패와 이취

전자오븐에 구운 칠면조 가금육, 닭고기 너겟과 닭고기 안심과 같은 조리전 비염지

가금육은 산패취(warmed-over flavor)라고 불리는 품질의 결함에 매우 민감하다.

고기의 산화적인 변화를 결정하는 데에는 산화적인 변화가 주로 근육의 세포막 구성성분으로부터 전수됐기 때문에 지방산 조성, 특히 근육세포막내 인지질의 지방산 조성에 따라 고기가 산패되지 않고 안정을 유지하는 정도가 좌우된다고 할 수 있다. 철분이온은 살아있는 조직과 고기내에서 중요한 지방산화제이다.

그러나 살아있는 조직들은 지방의 과산화를 위해 유리된 철분이온을 이용할 수 없다.

지방의 과산화와 관련된 대부분의 철분은 느슨하게 붙어있고 특별한 조건에서만 분리된다. 삶은 고기는 생육보다 지방산화에 더욱 더 민감하다. 삶은 고기에서 지방산화가 잘 일어나는 데에는 적어도 다음 3가지에 기인한다.

첫째, 열에 의해 변성된 단백질을 함유하는 철분은 결합능력을 잃고 철분이온을 방출한다. 둘째, 산소를 섭취하는 조직내 호기성 대사와 관련된 효소와 방어 효소 시스템은 열에 의해 비활성을 띤다.

셋째, 세포막의 통합이 파괴되고 산소과 다가불포화지방산과 더 쉽게 결합할 수 있게끔 해준다. 또한 열변성은 지방산화를 가속화시키고 지방산화를 위해 중요한 것으로 알려진 heme색소의 작용범위를 산소에 노출시킨다.

이와 같은 문제는 소금과 같은 첨가제를 생육에 첨가시켰을 때 더 악화될 수 있다. 부가적으로 생육에 있어 지방산화의 정도가 지방산화의 유리기 연쇄반응 때문에 조리육에서 산화된 불쾌취의 발달을 가속화시킨다. 산패와 구린내 그리고 풍미지수와 연관되어 있거나 TBARS(지방산패도)가나 헥사날(hexanal) 그리고 리놀렌산과 같은 산화력이 있는 것들이 지방 산화의 정도를 나타내는 표시제로 사용된다.

조리육에 있어 지방산화는 항산화제나 포장을 이용

〈표 7〉 요리된 가금육의 저장기간별 지방산패도(TBARS) 변화에 대한 포장방법의 영향

포장방법	저장(일)			
	0	1	3	7
열 진공포장	0.70	0.89	0.89	1.02
냉 진공포장	0.75	1.24	1.52	2.01
호기성 포장	0.79	1.72	3.66	7.81

하여 예방할 수 있다. “열포장”은 조리후 여전히 뜨거운 상태에서 그 즉시 고기를 포장함으로써 산소와의 접촉을 최소한으로 줄일 수 있는 접근방법이다.

고기에서의 산패는 가공과정 중이나 가공과정 후에 산소와 매우 밀접하게 관련되어 있기 때문에 육제품을 조리한 후나 저장 후에 산소와 접촉할 수 있는 기회를 줄임으로써 조리육에서 저장시 산화적인 변화를 막을 수 있다(표 7).

다. 연도

닭고기의 질감은 쇠고기와 같은 다른 종류의 고기에 비해서 심각한 문제는 아니다. 그러나 도계전 취급의 부주의는 닭고기를 질기게 만드는 요인이 될 수 있다. 적색육과 달리 저온단축은 가금육에서는 심각한 문제가 아니다. 그러나 고온단축은 닭고기를 질기게 만들 수 있다.

그렇기 때문에 내장적출 후 즉시 얼음물로 냉각시켜야 한다. 8~24시간의 숙성이 닭고기를 연하게 하기 위해 권장되었다. 전기자극을 통해 약 60% 정도의 숙성시간을 단축시킬 수 있다.

라. PSE

PSE는 대부분 돼지고기에서 일어나지만 닭과 칠면조에서도 빈번하게 일어난다. PSE는 급속한 사후해당작용 때문에 발생하고 지육의 온도는 높은데도 불구하고 근육내 pH는 급격히 저하하게 된다. 이처럼

낮은 pH와 높은 온도조건 하에서 근육내 단백질의 변성이 일어나는데 그 결과 육색이 창백하고 조직이 연화되며 보습성이 저하된다.

PSE 가축은 스트레스에 저항력이 낮다. 유전적인 요인 이외에 환경에서 오는 스트레스 그리고 도살전 취급과 같은 다양한 요인들에 의해 PSE가 발생한다.

스트레스에 민감한 동물들은 근육의 수축과 이완에 핵심기능을 하는 체내 Ca의 흐름을 조절 할 수 없는 것으로 잘 알려져 있다.

PSE 가축에 있어서는 특정단백질에 돌연변이가 일어나 근육내 칼슘이 저장상태에서 Ryanodine 수용체인 근원섬유로 흐름에 이상이 생겨 PSE현상이 일어난다. 근육세포내에 있는 Ca의 불균형은 에너지 대사와 근육의 활성을 가속화시키고 체온을 증가시킨다. PSE육은 좋지 않은 색이 발생되고 육제품 가공시 결합능력이 낮아지고 조리시 매우 높은 가열감량을 초래한다(표 8).

라. 식품의 안전성

병원성 식중독 세균의 식품과 관련된 질병은 어렵잡아 7,600백만 건이나 발생하고 325,000명이 병원에 입원 중이고 5,000명 정도 사망하였으며, 미국에서 한 해 의료적인 손실비용과 생산에 따르는 손해비용이 67억 \$에 이르고 있다고 한다.

식품과 관련된 발병원인의 약 26%는 오염된 가금

〈표 8〉 정상적인 계육 가슴살과 PSE육의 특성

포장방법	PSE	Normal
도살 2시간 후 pH	5.75	6.01
도살 2시간 후 명도	63.90	55.10
보수력	31.95	27.14
4°C에서 24시간 동안 수분감량(%)	4.87	3.80
가열감량(%)	31.95	26.99

※ sams, 1999

육과 관련되어 있고 캄필로박터, 살모넬라와 모노사이토젠균이 가금류에서는 주요한 병원균으로 알려져 있는데 가금육에서 이와 같은 병원균을 감소시키기 위해 다양한 조치와 방법들이 강구되어 왔다.

칠면조와 닭고기에서 캄필로박터, 살모넬라의 발생 및 전염은 계분, 사료, 음수 및 공기를 통해 육성기 동안에 쉽게 전파 될 수 있다. 그래서 이러한 세균성 미생물체들에 대한 예방을 위한 노력의 일환으로 농장관리를 수행하는데 좀더 많은 노력을 기울여왔고, 가금에서 식품과 관련된 전염병의 발병률을 낮출 수 있을 것이다.

이와 같은 농장관리의 수행은 엄격한 방역이나 설치류 및 해충방제 관리, 각각의 계사내 지정된 장화나 유니폼, 그리고 음수의 공급유지와 같은 것들이 포함된다. 농장에서 식이성 병원균을 방제하게 됨에 따라 닭고기와 관련된 질병발생이 감소하게 되었다.

비타민 E나 셀레늄 그리고 CLA와 같은 사료첨가제를 통해 생칠면조내 면역반응을 증진시키는 효과와 소장내 이런 전염병을 말끔히 세척하는데 효과가 있는지 현재 시험 중에 있다. 만약 이것이 효과가 있다면 이와 같은 사료적 첨가를 통해 도계장에서 오는 지육의 오염을 감소시키고 식품과 관련되어 있는 세균성 질병을 감소시키는 결과를 나타낼 수 있을 것이다.

도계장에서 인산나트륨, 아염소산염 및 전해질 용액 등과 같은 다양한 미생물제제가 냉수에서 사용될 수 있고 전염병을 죽일 수 있는 세척제로도 사용될 수 있다.

모노사이토젠균은 생계에 약간만 감염되어 도계장에 유입되어도 도계장에서 잘 살아남아 있다가 가공된 식품을 오염시킨다.

다른 병원균과 달리 이 균은 냉장상태에서도 생존할 수 있고 염에 저항성이 있다. 비록 그것이 쉽게 조리 중에 파괴된다 할지라도 조리된 제품이 재포장이

나 취급처리시 다시 오염이 되면 냉장저장 기간 중 다시 증식하게 된다. 따라서 모노사이토크균은 조리육 제품에 매우 위협적인 존재이므로 안전한 육제품을 생산하기 위해서는 항미생물 제제의 첨가, 뜨거운 물에 담그기, 방사선 조사 등과 같은 조치를 취할 필요가 있다. 방사선 조사는 신선육에서 병원성 미생물을 억제하는데 가장 잘 알려진 방법이지만(표 9), 방사선 조사를 한 닭고기에 대한 품질이나 건강에 대한 우려 때문에 제한적으로 사용되어 왔던 것은 사실이다.

육류의 방사선조사는 육의 풍미와 색조에 변화를 가져오게 되므로 소비자들의 선호도에 영향을 미치게 된다. 고기에서 방사선조사를 행하였을 때 가장 문제가 되는 것은 불쾌한 냄새와 핑크색이 유발된다는 것이다.

왜냐하면 소비자들이 닭고기를 구입할 때 문제가 되는 것은 오염되거나 조리전에 신선육이나 조리된 닭 가슴육에서 핑크색이 유발된다거나 화학적인 반응을 일으켜 불쾌취가 발생하는 것들을 중요하게 여기기 때문이다.

이런 소비자들의 인식 때문에 가금산업은 식품의 안전성에 좋은 영향을 끼치는 방사선 조사를 사용하는데 많은 어려움에 봉착해 있다.

최근 연구 결과 이취에 잘 반응하는 휘발성 물질은 황아미노산의 방사선 분해를 통해 발생하는 methanethiol, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide와 같은 황화합물들이 존재하기 때문이라고 보고하고 있다(표 10). 방사선

〈표 9〉 방사선 조사에 의한 신선육의 식품미생물 감수성

병원균	D value (kGy)
Listeria monocytogenes	0.40 - 0.60
Salmonella	0.40 - 0.60
E. coli O157H7	0.25 - 0.35
Campylobacter	0.14 - 0.32

※ Radomyski et al. 1994

조사를 받은 백색육에서 핑크색으로 색소의 침착이 이루어지는 것은 미오글로빈과 일산화탄소의 결합(CO-Mb) 때문인데, 방사선 조사를 받은 고기에서 ORP(산화-환원가)가 변하는 것은 CO-Mb 형성에 중요한 역할을 하기 때문이다.

방사선 조사 닭고기에서 지방산화는 호기성 상태에 서만 오직 문제가 될 수 있고 지방산화에 의해 생성된 휘발성 물질은 방사선 조사를 받은 고기에서 불쾌취와는 전혀 상관관계가 없다(표 11). 최근 연구에 따르면 가금이나 다른 육류제품에서 방사선 조사를 통해 품질의 변화를 막거나 최소화 시킬 수 있는 방법이 연구 중에 있다.

그러나 대부분의 방사선 조사에 관련된 연구를 신선육에서만 있어왔고 향후 조리육 제품에 대한 방사선 조사에 관련된 연구가 필요하다.

가금육 제품에서 외부 이물질이나 뼈조각의 검출 또한 중요한 식품안전성에 영향을 미치는 요인이다.

〈표 10〉 방사선 조사에 의한 함유량 oligomers 유래 휘발성 물질 생산량

휘발성 물질	0kGy	5kGy
	전체이온갯수×10 ⁴	
<i>Glutathione (-Glu-Cys-Gly)</i>		
Carbon disulfide	0 ^a	589 ^a
Dimethyl disulfide	0 ^a	214 ^a
<i>Met-Gly-Met-Met</i>		
Mercaptomethane	0 ^a	17,325 ^a
Dimethyl sulfide	0 ^a	201,541 ^a
(Methylthio) ethane	0 ^a	2,053 ^a
1-Heptanethiol	0 ^a	94 ^a
3-(Methylthio)-1-propene	0 ^a	122 ^a
Ethanthioic acid, S-methyl ester	0 ^a	170 ^a
2-Methyl-2-(methylthio) propane	92 ^b	149 ^a
Dimethyl disulfide	1,430 ^b	351,320 ^a
Methyl ethyl disulfide	0 ^a	1,935 ^a

※ ^a ^b 유의차가 크지 않음(P(0.05), n=4)

〈표 11〉 조리된 돈육편의 지방산화에 대한 원료육 포장, 방사선 조사 미 조리된 고기 포장의 효과

	A-C-A	A-C-V	A-IR-A	A-IR-V	V-IR-A	V-IR-V
	지방산패도 (mg MDA/kg meat)					
조리 직후 ²						
조사직후 ³	0.26 ^b	0.19 ^b	0.34 ^b	0.26 ^b	0.32 ^b	0.20 ^b
조사후 3일차	0.61 ^a	0.61 ^a	0.67 ^a	0.67 ^a	0.59 ^a	0.59 ^a
조리 후 3일						
조사직후	2.46 ^{bx}	0.32 ^{bz}	2.83 ^{bx}	0.34 ^{bz}	1.68 ^{by}	0.36 ^{bz}
조사후 3일차	5.34 ^{ax}	0.71 ^{ax}	4.85 ^{ax}	0.66 ^{az}	4.11 ^{ay}	0.79 ^{az}
조리 후 7일						
조사직후	3.48 ^{bx}	0.44 ^{bz}	3.44 ^{bx}	0.39 ^{bz}	2.44 ^{by}	0.45 ^{bz}
조사후 3일차	5.46 ^{ax}	0.81 ^{ay}	5.88 ^{ax}	0.79 ^{ay}	5.47 ^{ax}	0.75 ^{ay}

¹ 원료육은 0 또는 4.5kGy dose에서 조사되었음. ² 샘플은 조리 후 1시간 이내 분석되었음.

³ 조리된 원료육의 저장·조사직후 IR 샘플은 조사후 2시간 동안 저장

^{xz} 횡간의 유의적 차이(P<0.05) ^{ab} 종간의 유의적 차이(P<0.05). n=12

* A : 호기성 포장, V : 진공포장, C : 대조구, IR : 4.5kGy에서 조사됨.

가금육 제품에서 금속물질, 오염물질, 그리고 뼈조각과 같은 것들은 현재 X-ray 기술을 통해 찾아내어지고 골라내어진다.

다. 포장

포장의 중요한 기능은 저장기간의 연장과 오염방지이지만 가공업자들은 포장기술을 부가 가치 창출의 한 가지 방법으로 활용하기 시작했다.

과거 몇 년 사이에 다양한 새로운 포장방법이 가금육 제품에 도입되었다. 비록 두루마리포장, 진공포장, 가스충전, 그리고 개조시킨 포장과 같은 기본적인 포장기술은 변하지 않았지만 컨테이너, 포장재료, 그리고 크기나 모양에서의 다양한 변화가 시도되고 있다. 적절한 포장재료와 방법의 이용은 우리의 시선을 끌기에 충분할 뿐만 아니라 식품으로서의 육제품 품질을 향상시키는 데에도 중요한 역할을 한다.

3. 가금육 가공의 전망

첨가제, 방사선 조사 그리고 고압처리 방법과 같은

새로운 가공기술을 이용한 닭고기의 신선육과 조리육 제품의 품질과 안전성을 높이려는 연구와 개발이 앞으로 중요한 과제가 될 것이다.

특히 닭고기의 신선육과 조리육 제품을 이용한 방사선 조사의 활용은 향후 5년 이내 급격히 증가할 것이다.

이와 같은 기술을 이용하여 식품의 안전성을 보증하는데 한 가지 중요한 문제는 소비자의 입맛에 맞는 닭고기 제품을 생산하는 것을 유지하는 일인데 안전성이 아무리 높다고 하더라도 만약 소비자가 제품에 대해 만족하지 않으면 이와 같은 기술이나 방법들이 육가공에 활용되기는 어려울 것이기 때문이다.

한편 가금육의 유통에서 볼 때 구이용이나 인스턴트 제품 형태 그리고 냉동육 제품의 시장 점유율이 증가하게 될 것이다.

아울러 다양한 포장기술을 이용한 엄격하게 관리된 완전육 제품이 더욱 더 도입될 것이다. 또한 적색육 제품, 유기농이나 지역특산 제품이 급격히 확대될 것이다. C