



<Review>

출하 전 절식과 닭고기 안전성 및 품질

김동훈* · 채현석 · 장경만¹

농촌진흥청 축산연구소, ¹국립한경대학교 동물생명자원학과

Implications of Feed Withdrawal in Broiler Meat Safety and Quality

Dong-Hun Kim*, Hyun-Seok Chae and Kyung Man Chang¹

National Livestock Research Institute, RDA

¹Department of Animal Life and Resource, Han Kyong National University

Abstract

This review is summarized the importance of feed withdrawal treatment before slaughter based on the related recent research literature. Practical feed withdrawal program is required to prevent from carcass contamination when broilers are slaughtered. The feed withdrawal is more important in countries where regulate the microbial contamination. The feed withdrawal treatment for broiler has also advantage to reduce the carcass contamination from intestinal tract at slaughtering plant. Most researches were conducted to focus on proving the feed withdrawal effect on the efficiency of slaughtering and processing, proper duration and safety of broiler carcass. However, it is pointed out that the feed withdrawal programs are different depending on the production capability, feeding and slaughtering methods, inspection regulation of each country.

Key words : broiler, feed withdrawal, quality, safety

중요성

절식은 출하 직전 일정 시간 동안 사료급여를 중지하는 것을 말한다. 절식 목적은 장 내의 소화되지 않은 사료를 가급적 적게 하여 향후 출하, 도축공정에서 배설물 및 장 내용물 유출에 의한 도체 오염을 최소화하는 데에 있다(Bigili, 2002).

도축공정에서의 도체 오염은 근위와 장 내용물에 의하거나 자동 내장 꺼내기 공정에서 소화기관 또는 그 외의 내장(특히 쓸개)이 파열되어 발생한다. 특히 육계는 소, 돼지와 달리 내장꺼내기 공정이 완전히 기계화되어 있다. 절식하지 않은 닭을 도축할 경우 복강 내의 내장 부피가 커 기계적 손상을 입을 확률이 높다. 반면, 지나친 절식 또한 내장 특히 소

장의 강도가 약해져 파열될 가능성이 높다.

이미 잘 알려진 바와 같이 닭고기와 관련된 식품 안전사고의 주요 원인은 살모넬라에 의한 식중독이다. 살모넬라는 닭의 근위 및 모이주머니에 주로 존재하며 소화기 전체에 널리 퍼져 있다(Corrier et al., 1999). 따라서 장 내용물은 사육에서 도축에 이르기까지 살모넬라를 오염시키는 주요 원인으로 간주되고 있다.

미국의 경우 식중독과 관련된 의료비용이 연간 약 67억 달러에 이르며 식중독 사고의 26%는 가금육과 직접적으로 관련되어 있다. 우리나라도 살모넬라는 전체 식중독 사고의 9%를 점하고 있어 단일 원인균으로는 가장 높은 비율이다(Table 1).

살모넬라에 의한 식중독 사고를 예방하기 위해 세계적으로 장 내용물에 의한 도체오염을 규제하는 법령이 강화되고 있다. 미국의 가금검사법은 도체검사 시 장 내용물에 오염된 도체가 확인되면 그 계군에 대해 한 마리, 한 마리 확인하도

* Corresponding author : Dong-Hun Kim, National Livestock Research Institute, RDA. Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1684, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: kd8485@rda.go.kr

Table 1. Outbreaks of food poisoning incidence and associated organisms in Korea

	'96	'98	'01
Outbreaks	78	119	93
(person)	(2,676)	(4,577)	(6,406)
<i>Salmonella</i>	44%	20%	9%
<i>Staphylococcus</i>	13	31	6
<i>Vibrio</i>	11	30	4
Others	15	-	29
Unidentified	17	19	52

(Korea Food and Drug Administration, 2002)

를 규정하고 있다. 또한, 오염된 도체는 내장꺼내기 공정에서 제거하여 다른 장소에서 오염된 부분을 도려내거나 진공을 걸어 오염물을 제거 또는 세척하며 심한 경우 폐기한다 (USDA, 1989). 캐나다의 경우도 이와 유사한 제도를 운영하고 있다. 절식은 도체수율 및 닭고기 품질에 영향을 미친다. 지나친 절식은 감량이 커 계열업체에 경제적 손실을 초래하고 (Veerkamp, 1986), 근육 내 글리코젠 고갈에 의한 비정상육 발생의 한 원인으로 지적되고 있다 (Lyon and Buhr, 1999).

이 총설은 지금까지 연구된 육계 절식과 관련한 연구결과를 요약하고, 그 결과가 우리나라 육계업계에 시사하는 바를 기술하고자 한다.

관련 요인

절식과 관련하여 닭의 사료 섭취패턴 및 장내에서의 소화생리에 대한 이해는 매우 중요하다. 적절한 절식시간 추정은 이들 요인에 대한 지식이 수반되어야 가능하기 때문이다.

일반적으로 닭은 이상적인 환경에서 3~4 시간 간격으로 사료를 섭취한다. 따라서 사료 섭취 후 일정 시간 동안 닭은 굶이기를 찾지 않는다. 만약 이와 같은 질서가 어떤 원인에 의해 교란되면 닭들은 굶이기 주변에 한꺼번에 모여들어 과식하게 된다. 또한 닭은 장시간 동안 사료를 섭취하지 못한 상태에서 기회가 주어지면 더 많은 사료를 섭취하는 경향이 있다 (Savage, 1994).

이와 같은 닭의 사료섭취패턴은 체계적인 출하 전 절식시

행에 큰 영향을 미친다. 우리나라의 경우 도축장에서 출하 육계에 대한 절식 여부는 모이주머니를 손으로 만져 판단하고 있다. 만약 도축장에 출하된 육계가 사료섭취 1 시간 이후에 출하되었다면 이 방법에 의한 절식 여부 판단은 매우 어렵다. 즉, 대부분의 모이주머니 내용물은 근위로 내려가 있어 실제로는 절식되지 않았으나 절식한 것으로 판단할 가능성이 크다. 또한 출하가 결정된 이후에, 상당시간 사료급여를 중단하였다가 출하 직전에 급여, 닭이 과식하도록 유도하여 체중증량을 도모할 개연성도 배제할 수 없다. 닭의 사료섭취패턴에 비추어 볼 때 농가에서의 절식시간은 최소 주기적인 사료섭취 시간 이상이어야 할 것으로 추정된다.

도축 시 장내에 남아 있는 내용물의 양은 절식 전 섭취한 사료, 물 및 소화속도와 직접적인 관련이 있다. 도축 전 닭이 처해 있는 환경 온도 (Adams and Rogler, 1968; Charles et al., 1981), 제한 또는 자유채식 (May et al., 1988), 점등프로그램 (Leeson and Summers, 1997) 및 출하체중에서의 제한급여 등은 닭의 사료섭취 패턴에 영향을 준다.

정상적 환경 하에서는 육계가 섭취한 사료의 소화기 내 통과 속도는 매우 빠르다. 그러나 출하 후의 환경 즉 절식, 갈증 및 수송과 관련한 스트레스, 계사환경보다 높거나 낮은 온도, 좁은 공간에 갇힌 상태, 수송 또는 계류장에서의 조명상태 등은 사료의 장내통과를 정상 환경에서의 그것보다 느리게 한다 (Table 2).

방 법

외국 업계는 전형적으로 포획 4~5 시간 전에 절식을 실시하고 있다. 물은 모이주머니에 있는 사료가 빨리 없어지도록 포획 직전까지 급여한다 (Savage, 1995). 실험실 실험결과에 의하면 8~12 시간의 절식이 육계의 장 내용물을 제거하는데에 적당한 것으로 나타났다 (Papa, 1991). 만약 계사 내에서 사료를 급여하지 않은 채 시간이 오래 경과하면 깔짚을 먹거나 물을 지나치게 많이 먹는다. 이 경우 근위와 소장 내의 내용물이 묽어져 짧은 기간 절식한 닭에서와 같이 도체를 오염시킬 수 있다.

미국에서 실시한 현장실험 결과에 의하면 지나치게 짧거나 (<8 시간 이하), 긴 절식 (>12 시간 이상)은 도체를 오염시킬

Table 2. Factors affecting gastrointestinal contents at slaughter

Factors	Amount of content	References
Live weight	Heavier > Lighter	Duke et al., 1997
Temperature	Lower > Higher	May and Deaton, 1989
Stress	Transportation, restrained etc. > Normal	Duke et al., 1969; May and Deaton, 1989; Randall et al., 1994
Lighting	Dark > Light	May et al., 1990

가능성이 큰 것으로 나타났다. 단기간의 절식(6~7 시간)은 소화기관 특히 근위 및 모이주머니 내에 사료와 물이 가득 찬 상태로 복강 내에서 차지하는 부피가 커져 기계에 의한 내장 꺼내기 작업 시 손상을 입을 확률이 높고 지나치게 절식시간이 오래 경과할 경우(13~14 시간) 장내 점액이 묽어지고 전체적으로 내장이 약해져 도체 오염이 증가한다(Bilgili and Hess, 1997). 절식과 관련하여 내장이 약해지는 현상은 더운 날보다 추운 날에 더 심하다.

도축장에서는 닭 소화기관 상부(근위 및 모이주머니)의 소화되지 않은 사료량으로 절식 여부를 판단, 절식 및 음수시간을 조정하고 있다. 도체 오염 방지를 위한 절식 프로그램은 도축장의 여건에 따라 달라진다. 이와 같은 차이로 해서 농가(Savage, 1994) 또는 도축장(Bilgili, 1995)에서 일관되게 절식 프로그램을 시행하기가 어려운 면이 있다.

육계는 포획 후 도축장으로 수송하여 계류장에서 대기하게 된다. 따라서 전체적인 절식시간을 계산할 때에는 계사에서의 절식 시간, 수송시간 및 도축장 계류장에서의 대기시간을 고려하여야 한다. 우리나라의 경우, 닭고기 성수기인 여름철에 절식시간이 12 시간 넘게 걸리기도 한다. 도축장 작업능력을 초과한 출하물량으로 계류장에서의 대기시간이 길어져 미리 계획된 시간을 맞추기 어렵기 때문이다.

또한, 도축 당시의 섭취한 사료의 종류, 양, 균일성, 섭취 후 장내에서의 위치 및 소화관 내의 환경(소화관의 모양, 소장 내의 용모상태, 장내 가스 등) 등이 절식시간을 결정하는데에 고려할 사항으로 지적되고 있다(Savage, 1994; Baroll et al., 1997). 한편 Northcutt 등(1997)은 도축장에서 도축한 닭을 대상으로 절식 시간에 따라 장기의 모양 및 내용물을 분류하였다.

담즙에 의한 도체 오염은 지나치게 절식 시간이 길 경우 더 심하다. 절식이 진행되는 동안 담즙 분비가 계속되어 쓸개가 팽창한다. 팽창된 쓸개는 기계적 힘이 가해졌을 때 더 쉽게 파열되어 도체를 오염시킨다(Bilgili and Hess, 1997; Duke et al., 1997).

안전성

절식은 닭고기 안전성에 영향을 미친다. 닭고기와 관련된 주된 병원성 세균은 살모넬라이다. 인체감염과 직접 관련된 계통은 *S. enteritis* 및 *S. typhimurium* 으로 파라티푸스염, 폐혈증, 위염, 장염을 유발한다. 세계보건기구(WHO)는 이 병원균에 의한 감염증을 식품에서 유래하는 3 대 질병 중 하나로 규정하고 있다.

살모넬라는 주로 닭의 근위 및 모이주머니에 존재한다. 출하 전, 후에 계분과 함께 체외로 배설되어 사육, 수송 및 계류시에 교차오염을 일으킨다. 출하 전 닭의 살모넬라 양성율은 모이주머니 내용물을 기준으로 53%에 이른다(Hargis et al.,

1995). 출하 이후에도 계분 및 접촉에 의해 교차오염이 일어난다(Table 3).

도축과정에서의 도체오염은 자동 내장 꺼내기 공정에서 소화기관 파열로 인해 내용물이 유출되어 발생한다. 도축 시 이를 통제하기 위한 법과 규칙은 나라에 따라 다르다. 미국의 경우 병원균의 주요 오염경로로 추정되는 배설물 오염을 도축공정 개선의 지표로 활용하고 있다(USDA, 1996). 육안에 의해 오염된 것으로 판단되는 도체가 지나치게 많으면 검사관은 그 원인을 분석하기 위해 도축라인의 속도를 줄이도록 명령할 수 있다. 배설물 오염 방지는 도축장 HACCP의 중점 관리포인트(CCP)이다.

지나친 절식은 살모넬라, 캄필로박터 등과 같은 병원성 미생물의 전파를 증가시키므로 바람직하지 않다(Moran and Bilgili, 1990; Ramirez et al., 1997). 절식시간 연장은 근위 내용물의 캄필로박터 양성율을 25~62 % 증가시키는 것으로 나타났다(Byrd et al., 1998). Stern 등(1995)도 16~18 시간 동안 절식한 브로일러와 절식하지 않은 것을 비교한 결과 장시간 절식한 것이 그렇지 않은 것에 비해 캄필로박터에 오염된 도체가 5 배 정도 높은 것으로 보고하였다.

이와 같은 결과는 절식이 근위 내 미생물 조성 특히 유산을 생성하는 유산균을 약화시켜 살모넬라, 캄필로박터 등과 같은 유해세균 증가에 영향을 미친다는 것을 시사하고 있다(Humphrey et al., 1993). 또한 지나친 절식에 따른 근위의 pH 상승(절식하지 않을 시 5.5, 절식 12 시간 후 6.5)은 병원성 박테리아 성장에 좋은 환경을 제공한다(Hinton et al., 1998).

수율 및 품질

절식 감량은 절식 후 도축까지의 기간동안 발생하는 체중 감소를 말한다. 절식은 소화관내 내용물이 완전히 배출되도록 그 시간이 충분하여야 한다. 그러나 절식 감량은 최소화하는 것이 좋다. 절식 감량은 사육농장 또는 도축장에서 경제적으로 매우 중요하다(Salmon, 1979; Lyon et al., 1991). 육계의 경우 절식 후 5~6 시간 동안의 체중 감소는 소화기관 내의 내용물 배출에 기인한다(Northcutt and Savage, 1996). 이 때의 체중 감소는 시간당 0.3~0.6 %이나 사료의 종류, 절식 개시

Table 3. Incidence of *Salmonella* cross-contamination on broiler at slaughter

Location sampled		Incidence (%)
Feather	Breast	75
	Thigh	53
Skin	Breast	45
	Thigh	30

(Kathryn and Yoga Pandya, 1995)

시간 등에 따라 차이가 있다.

육계는 소, 돼지에 비해 제한된 양의 글리코젠을 보유하고 있어 절식 후 6 시간이면 고갈된다(Warriss et al., 1988). 만약 절식시간이 6 시간 이상이면 체내의 지방을 분해하고 gluconeogenesis(Reisenfeld et al., 1981)를 한다. 따라서 이 기간 동안 발생하는 체중감량은 수분 및 체조직 손실을 수반한다.

출하 닭을 대상으로 절식시간을 4 시간 단축(13 시간에서 9 시간으로 단축)한 결과 그렇지 않은 닭에 비해 수당 20 g 감량이 감소하였다. 이 결과를 주당 125 백만수를 도축하는 도축장에 적용하면 매주 약 25 t의 감량 발생을 방지할 수 있는 것으로 추정되었다(Bilgili, 2002).

체중 감소는 보통 절식시간에 비례한다. Veerkamp(1978) 및 Fletcher와 Rahn(1982)은 절식 감량 방정식을 개발하여 절식 24, 12 시간까지 체중감량을 예측할 수 있도록 하였다. 절식에 따른 체중 감량은 여러 요인의 지배를 받는 관계로 현장에서 사용하는 예측모델은 표준화된 조건에서 개발하여야 한다. 절식 감량에 영향을 미치는 요인들로는 출하축의 일령, 성, 사료의 에너지가, 절식시간, 환경온도, 수송 및 계류 등이 있으며 이들과 감량과의 관계는 Table 4에 정리하였다.

절식이 육의 조성 및 조직감에 미치는 영향에 대한 연구결과는 다양하게 나타나고 있다. Bartov(1996)는 육계를 대상으로 24 시간 절식한 결과 체지방, 다리 및 가슴육의 지방산 조성에 영향이 없었다고 하였다. Ang과 Hamm(1985)은 8, 20, 32 시간 절식한 결과 가슴육 내의 미량물질 및 비타민 함량에 영향이 없었다고 하였다. Wood와 Richards(1975) 및 Rasmussen과 Mast(1989)도 절식시간은 조리감량 및 전단력에 영향을 미치지 않았다고 하였다.

그러나 대체로 절식시간 연장은 근육 내 글리코젠 함량이 감소하고 강직 시간이 짧아지며 사후 2~4시간에 발골 시 근육단축이 발생하는 것으로 나타났다(Lyon and Buhr, 1999). Kotula와 Wang(1994)은 절식 시간이 36 시간 이상으로 길어짐에 따라 가슴육 및 간의 pH와 글리코젠 수준이 현저히 감소하였다고 하였다. 전단력은 다리, 가슴육 모두에서 절식시간이 길어짐에 따라 증가하였다.

시사점

닭고기 산업은 육류산업 중 가장 역동적인 성장산업이다. 지난 10년간 세계적으로는 59%, 우리나라는 69%가 성장하여 타 육류의 성장율을 앞지르고 있다.

그러나 닭고기에서 유래한 살모넬라 식중독 사고는 성장에 장애 요인으로 작용하고 있다. 따라서 세계적으로 이에 대한 규제가 강화되고 있다. 선진국에서는 이미 살모넬라 제어범위를 출하 전 단계까지 확대하고 있다. EU는 '92년부터 전 회원국을 대상으로 살모넬라가 없는 종계를 생산하도록 의무화하였으며 주요 오염원으로 추정되는 사료, 물 및 사육환경에 대해 물리, 화학적 제어방법을 법에 정하여 권장하고 있다. 미국은 '96년부터 전국 단위로 종계장에서 도축에 이르기까지 가금류의 살모넬라 오염 실태 조사 및 오염원 제어방법을 연구해 왔다. 우리나라도 2000년에 양계농장 살모넬라 종합대책을 수립하여 수직, 수평 감염을 차단하고 수송차량 및 수송용 어리장 소독을 의무화하였다. 또한 살모넬라에 대한 규제를 신설하여 닭 2만 2천수 당 1 회 이상 검사하고 26 회 검사 당 1 건 이상 검출 시 영업정지 등의 처분을 하도록 하고 있다.

국내에서의 출하 육계에 대한 절식은 농가 단계에서 거의 이루어지고 있지 않다. 계열업체 또는 농가가 절식은 수송, 계류 중에 자연히 이루어지는 것으로 인식하고 있기 때문이다. 또한 생체중을 기준한 사육대금 정산방식을 택하고 있어 농가가 절식을 기피하는 구조적인 문제도 이를 어렵게 하고 있다. 농가에서의 출하 전 육계에 대한 절식을 유도하는 가장 좋은 방법은 도체중에 근거하여 사육대금을 정산하는 것이다. 그러나 1 초에 한 마리 이상이 도축되는 고도로 자동화한 공정에서 농가를 구분하여 작업하기가 쉽지 않다. 특히 우리나라는 모든 닭 도축장에서 수조형 도체냉각방식을 채택하고 있어 한꺼번에 연속적으로 수 백수의 닭이 2~3 단계의 냉각 수조를 거치는 이 공정에서의 농가구분이 거의 불가능한 실정이다. 물론 이 공정에서 농가구분에 소요되는 농가당 7~8 분간의 작업량 감소를 감수한다면 전혀 불가능한 것은

Table 4. Factors affecting weight loss in preslaughter fasting period

Factors	Weight loss	References
Age	Younger > Older	Veerkamp, 1986
Sex	Male > Female	Buhr et al., 1998
Feed energy	High > Low	Chen et al., 1983; Bilgili and Mohan, 1995
Fasting time	Long > Short	Buhr et al., 1998
Temperature	High > Low	Chen et al., 1983; Veerkamp, 1986
Transportation	Transported > None	Moran and Bilgili, 1990
Holding environment		Shackleford et al., 1984; Benibo and Farr, 1985

아니나 업계의 경제적 손실이 너무 커 어렵다.

최근 들어 계열업체를 중심으로 절식을 강조하고 있으나 우리나라와 출하체중 및 환경이 다른 외국의 기준과 방법을 원용하고 있어 이에 대한 적절한 연구 수행이 절실한 실정이다.

외국에서 수행된 연구결과들에서 알 수 있듯이 출하 전 절식은 선택의 문제가 아니다. 조류독감 등 악성질병의 여파로 닭고기의 소비급감을 경험한 요즘의 현실은 관련업계에 시사하는 바가 크다. 닭고기 산업의 안정적인 성장을 위해서는 기본적인 것부터 해결해 가는 지혜가 필요하다.

요 약

이 총설은 출하 전 절식에 관한 문헌을 요약 정리한 것이다. 도축 시 도체 오염 방지는 효과적인 절식 프로그램을 실시할 때만이 가능하다. 특별히 법으로 외견 또는 미생물적 오염을 규제하는 나라의 경우 절식은 매우 중요하다. 육계에 대한 절식은 도축 시 장 내용물로부터 도체 오염을 줄일 수 있어 이를 권장하고 있다. 대부분의 연구가 적절한 절식 시간, 도축, 가공의 효율성 유지 및 닭고기 안전성을 확보하기 위한 수단으로서의 절식 효과에 대해 초점을 두고 진행되었다. 실제적인 절식 프로그램은 생축생산 능력과 사육방식, 도축방법, 도축검사 및 도축관련 규정이 달라 나라마다 다르다는 점을 지적한다.

참고문헌

- Adams, R. L. and Rogler, J. C. (1968) The effects of environmental temperature on the protein requirements and response to energy in slow and growing chicks. *Poultry Science* **47**, 579-586.
- Ang, C. Y. W. and Hamm, D. (1985) Influence of length of feed withdrawal times on proximate composition and levels of selected vitamins and minerals in broiler breast meat. *Poultry Science* **64**, 1491-1493.
- Baroll, D., Pignatelli, P., Mingardo, M., and Cavalchini, L. G. (1997) Effect of feed withdrawal on amount and content of gastrointestinal segments in broiler chickens. Proceed. XII European Symposium on the Quality of poultry Meat Poznan, Poland, pp. 405-411.
- Bartov, I. (1996) Interrelationship between the effects of dietary factors and feed withdrawal on the content and composition of liver fat in broiler chicks. *Poultry Science* **75**, 632-641.
- Benibo, B. S. and Farr, A. J. (1985) The effects of feed and water withdrawal and holding shed treatments on broiler yield parameters. *Poultry Science* **64**, 920-924.
- Bilgili, S. F. (1995) Minimizing broiler reprocessing in the plant. Proceed. 30th National Meeting on Poultry and Processing, Ocean City, MD, pp. 13-15.
- Bilgili, S. F. and Mohan, E. T. Jr (1995) Processing losses of broilers as affected by diet density and inclusion of glucose in water prior to crating. Proceed. World's Poultry Congress, Amsterdam, Volume 3. pp. 200-204.
- Bilgili, S. F. and Hess, J. B. (1997) Tensile strength of broiler intestines as influenced by age and feed withdrawal. *Journal of Applied Poultry Research* **6**, 279-283.
- Bilgili, S. F. (2002) Slaughter quality as influenced by feed withdrawal. *World's Poultry Science Journal* **58**, 123-131.
- Buhr, R. J., Northcutt, J. K., Lyon, C. E., and Rowland, G. N. (1998) Influence of time-off feed on broiler viscera weight, diameter, and shear. *Poultry Science* **77**, 758-764.
- Byrd, J. A., Corrier, D. E., Hume, M. E., Bailey, R. H., Stanker, L. H., and Hargis, B. M. (1998) Incidence of *Campylobacter* in crops of preharvest market-aged broiler chickens. *Poultry Science* **77**, 1303-1305.
- Charles, D. R., Croom, C. M., and Bray, T. S. (1981) The effects of temperature on broilers: Interaction between temperature and feeding regime. *British Poultry Science* **22**, 475-481.
- Chen, T. C., Schultz, C. D., Reece, F. N., Lott, B. D., and Mcnaughton, J. L. (1983) The effects of extended holding time, temperature, and dietary energy on yields of broilers. *Poultry Science* **62**, 1566-1571.
- Corrier, D. E., Byrd, J. A., Hargis, B. M., Hume, M. E., Bailey, R. H., and Stanker, L. H. (1999) Presence of *salmonella* in the crop and ceca of broiler chickens before and after preslaughter feed withdrawal. *Poultry Science* **78**, 45-49.
- Duke, G. E., Dziuk, H. E., and Hawkins, L. (1969) Gastrointestinal transit-times in normal and bluecomb diseased turkeys. *Poultry Science* **49**, 835-842.
- Duke, G. E., Maureen, B., and Noll, S. (1997) Optimum duration of feed and water removal prior to processing in order to reduce the potential for fecal contamination in turkeys. *Poultry Science* **76**, 516-522.
- Fletcher, D. L. and Rahn, A. P. (1982) The effect environmentally modified and conventional housing types on broiler

- shrinkage. *Poultry Science* **61**, 67-74.
18. Hargis, B. M., Caldwell, D. J., Brewer, R. L., Corrier, D. E., and Deloach, J. R. (1995) Evaluation of the chicken crop as a source of *Salmonella* contamination for broiler carcasses. *Poultry Science* **74**, 1548-1552.
 19. Hinton, A. Jr., Bujr, R. J., and Ingram, K. (1998) Feed withdrawal and carcass microbiological counts. Proc. Georgia Poultry Conference, Athens, GA.
 20. Humphrey, T. J., Baskerville, A., Witehead, A., Rowe, B., and Henley, A. (1993) Influence of feeding patterns on the artificial infection of laying hens with *Salmonella enteritidis* phage type 4. *Veterinary Record* **132**, 407-409.
 21. Kathryn, L. K. and Yoga Pandya (1995) Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. *Journal of Food Protection* **58**, 1326-1329.
 22. Korea Food and Drug Administration (2002) Annual report.
 23. Kotula, K. L. and Wang, Y. (1994) Characterization of broiler meat quality factors as influenced by feed withdrawal time. *Journal of Applied Poultry Research* **3**, 103-110.
 24. Leeson, S. and Summers, J. D. (1997) Feeding programs for broilers. In *Commercial Poultry Nutrition*, University Books, Guelph, pp. 222-224.
 25. Lyon, C. E. and Buhr, R. J. (1999) Biochemical basis of meat texture. In *Poultry Meat Science*, Richardson, R. I. and Mead, G. C.(eds.), CAB International, Oxfordshire, England, pp. 99-126.
 26. Lyon, C. E., Papa, C. M., and Wilson, R. L. Jr (1991) Effect of feed withdrawal on yields, muscle pH and texture of broiler breast meat. *Poultry Science* **70**, 1020-1025.
 27. May, J. D. and Deaton, J. W. (1989) Digestive tract clearance of broilers cooped or deprived of water. *Poultry Science* **68**, 627-630.
 28. May, J. D., Lott B. D., and Deaton, J. W. (1990) The effect of light and environmental temperature on broiler digestive tract contents after feed withdrawal. *Poultry Science* **69**, 1681-1684.
 29. May, J. D., Branton, S. L., Deaton, J. W., and Simmons, J. D. (1988) Effect of environmental temperature and feeding regimen on quantity of digestive tract contents of broilers. *Poultry Science* **67**, 64-71.
 30. Moran, E. T. Jr. and Bilgili, S. F. (1990) Influence of feeding and fasting broilers prior to marketing on cecal access of orally administered *Salmonella*. *Journal of Food Protection* **53**, 205-207.
 31. Northcutt, J. K. and Savage, S. (1996) Managing feed withdrawal: The broiler's last meal. *Broiler Industry*, September, pp. 24-27.
 32. Northcutt, J. K., Savage, S. I., and Vest, L. R. (1997) Relationship between feed withdrawal and viscera condition of broilers. *Poultry Science* **76**, 410-414.
 33. Papa, C. M. (1991) Lower gut contents of broiler chickens withdrawn from feed and held in cages. *Poultry Science* **70**, 375-380.
 34. Ramirez, G. A., Sarlin, L. L., Caldwell, D. J., Yezak, C. R. JR., Hume, M. E., Corrier, D. E., Deloach, J. R., and Hargis, B. M. (1997) Effect of feed withdrawal on the incidence of *Salmonella* in the crops and ceca of market age broiler chickens. *Poultry Science* **76**, 654-656.
 35. Randall, J. M., Sreeder, W. V., and Meehan, A. M. (1994) Vibration on poultry transporters. *Worlds Poultry Science Journal* **50**, 64-65.
 36. Rasmussen, A. L. and Mast, M. G. (1989) Effect of feed withdrawal on composition and quality of broiler meat. *Poultry Science* **68**, 1109-1113.
 37. Reisenfeld, G., Berman, A., and Hurmitz, S. (1981) Glucose kinetics and respiratory metabolism in fed and fasted chickens. *Comparative Biochemistry and Physiology* **70A**, 223-227.
 38. Salmon, R. E. (1979) Effect of food water deprivation on live weight shrinkage, eviscerated carcass yield and water absorption during chilling of turkey carcasses. *British Poultry Science* **20**, 303-306.
 39. Savage, S. (1994) The effect of feed withdrawal on yield. Proceedings of the Southeastern Poultry and Egg Association Poultry processor Workshop, Atlanta, GA, pp. 1-4.
 40. Savage, S. (1995) Preparing broilers to minimize reprocessing. In Proceed. 30th National Meeting on Poultry Health and Processing, Ocean City, MD, pp. 109-112.
 41. Shackelford, A. D., Whitehead, W. F., Dickens, J. A., Thomson, J. E., and Wilson, R. L. (1984) Evaporative cooling of broilers during preslaughter holding. *Poultry Science* **63**, 927-931.
 42. Stern, N. J., Clavero, M. R. S., Bailey, J. S., Cox, N. A., and Robach, M. C. (1995) *Campylobacter* spp. in broilers on the farm and after transport. *Poultry Science* **74**, 937-941.
 43. United States Department of Agriculture (1989) Poultry Inspection Regulations. Code of Federal Regulations, Title 9, Chapter III Section 381.91. Washington, DC.

44. United States Department of Agriculture (1996) Pathogen Reduction: Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems: Final Rule. Code of Federal Regulations. 9 CFR Part 304, Washington, DC.
 45. Veerkamp, C. H. (1986) Fasting and yields of broilers. *Poultry Science* **65**, 1299-1304.
 46. Veerkamp, C. H. (1986) Fasting and yields of broilers. *Poultry Science* **65**, 1299-1304.
 47. Warriss, P. D., Kestin, S. C., Brown, S. N., and Bevis, E. A. (1988) Depletion of glycogen reserves in fasting broiler chickens. *British Poultry Science* **29**, 149-154.
 48. Wood, D. F. and Richards, J. F. (1975) Effect of some antemortem stressors on post-mortem aspects of chicken broiler pectoralis muscle. *Poultry Science* **54**, 528-531.
-

(2004. 3. 17. 접수 ; 2004. 6. 15. 채택)