

## 키토산의 급여량과 급여 방법에 따른 육계의 성장 및 닭 다리육의 품질에 미치는 영향

김 영 직<sup>1</sup> · 김 병 기<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 생명자원학부, <sup>2</sup>경상북도 축산기술연구소

### Effects of Dietary Chitosan Supplementation with Chitosan Feeding Levels and Feeding Forms on Growth Performance and Carcass Characteristics of Thigh Muscular in Broiler

Y. J. Kim<sup>1</sup> and B. K. Kim<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Life Resources, Daegu University, <sup>2</sup>Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute

**ABSTRACT** This study was conducted to determine the effects of dietary supplementation with chitosan feeding levels and feeding forms on the performance, proximate composition, pH, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), water holding capacity (WHC), shear force, meat color, and fatty acid of chicken thigh meat. Two hundred broilers (Arbor Acre Broiler, male) were randomly assigned to five groups and were fed for five weeks and slaughtered. Thigh muscle was evaluated in this experiment. The amounts of proximate composition, crude fat of control and T3 for the chitosan-treated groups were significantly higher as compared with T2 ( $P<0.05$ ), but no significant effects were detected on moisture, crude protein, and crude ash. By comparison, pH was significantly increased when chitosan was included at 2% into diet or more than 1% into drinking water. TBARS was significantly lower at chitosan treated groups it was decreased with increasing chitosan level in the diets ( $P<0.05$ ). Therefore, chitosan had the possibility to improve shelf life of chicken meat. Higher chitosan levels and feeding additive increased high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and reduced total cholesterol and low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ( $P<0.05$ ).  $L^*$  and  $a^*$  of chitosan treated group was higher than the control. As the dietary chitosan levels increase, the composition of palmitic acid and oleic acid levels was increased, however, those but the rates of linoleic acid and arachidonic acid were decreased. It is concluded that dietary chitosan has a positive effect on increasing HDL-C and oleic acid and decreasing total-C, LDL-C and TBARS values. Therefore, the treatment with the most significant effects in the current study was the high level of chitosan.

(Key words : chitosan, thigh muscle, meat color, fatty acid, broiler)

## 서 론

최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 여러 가지 생체 조절 기능을 갖고 있는 기능성이 강화된 식품들이 크게 주목을 받고 있다. 기능성이 있는 소재로는 많이 소개되고 있는데, 그 중 키토산 및 키토산도 기능성이 있는 물질로 관심을 받고 있는 대상 중의 하나이다. 키토산은 1811년 Branconot에 의해 버섯에서 최초로 발견되었으며, 1832년 Orider에 의해 생물의 외피를 이루는 물질이란 뜻의 그리스어인 키토인이라 명명되었다. 또한 키토산은 1894년에 Hoppe-Seyler에 의해 명명되었다(Muzzarelli, 1997). 키토산 및 키토산은 천연에 존재하는 다당류로서 키토산은 N-아세틸-글루코사민이 B-1,4-글리

코시드 결합한 점질 다당류의 일종으로서 셀룰로오스의 글루코오스잔기 중 C-2의 수산기가 아세틸아미노기로 치환된 화학 구조식이고, 키토산은 키토인에 존재하는 아세틸기가 제거된 구조식을 갖고 있는데, 키토산은 키토인을 강알칼리로 탈아세틸화하여 제조되며, 젖산 및 초산과 같은 유기산과 약한 염산 및 질산 등과 같은 무기산에 용해되는 물질로서 키토산 용액은 점도가 높고, 독특한 짙은 맛을 가지고 있다(Ikeyama and Morton, 1995). 이러한 키토산은 초기에는 폐수처리제나 중금속 흡착제(Gordon and Williford, 1983; Seo and Kinemura, 1998) 및 고분자 소재 등의 환경 분야에 이용하였으며(Muzzarelli et al., 1976; Luong et al., 1987), 식품, 화장품, 섬유, 농축산 분야, 의약품 재료 등 응용 범위가 날로 넓어지

\* To whom correspondence should be addressed : kimbk@gb.go.kr

고 있다(Yong et al., 2000). 생물학적 응용에 있어서 키토산 용액은 항균성과 항곰팡이성을 갖고 있으며(Moon et al., 2007; Soutos et al., 2008), 이러한 성질은 식품의 보존성을 향상시킨다. 키토산은 안전성이 높고 생체 내에서 콜레스테롤을 저하시키며(LeHoux and Grondin, 1993), 지방을 흡착 배출시켜서 비만을 제어시킨다(Guha et al., 2005; Hossain et al., 2007). 뿐만 아니라 천식, 당뇨병, 관절염, 암, 골다공증 등과 같은 가벼운 질병을 치료하는 기능을 갖고 있다(Gross and Siegel, 1983; Asaoka, 1996). 이와 같이 면역 증강 작용, 고혈압 억제 작용 등의 생리활성이 있음이 밝혀짐으로서 기능성 신소재로서 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다. 남기달 등(2008)은 토종닭에게 키토산을 급여하면 증체가 향상되고, 폐사율 감소로 출하율이 높아진다고 하였으며, 정병윤 등(2004)은 육계의 증체량은 차이가 없으나, 혈액을 분석한 결과 총 콜레스테롤의 함량이 낮아지고, HDL-C 함량이 증가한다고 보고하였으며, 김종원 등(2003)은 키토산이 첨가된 발효 사료를 돼지에 급여한 결과 증체량이 증가되며 포화지방산의 함량이 많아진다고 하였다. 또한, 성형철과 성용길(2002)은 산란계의 경우 키토산 투여구의 산란율이 대조구보다 4% 이상 개선되고, 연파란율이 낮아진다고 보고하였다. 이처럼 축산 분야에서 키토산에 대한 연구 보고는 많지 않으며, 대부분 생산성에 관한 연구가 주로 발표되었다. 키토산은 축산 분야에서도 동물의 면역력을 증가시키고, 생리기능을 활성화시켜 안전하고 질 좋은 축산물의 생산에 기여할 것으로 사료된다. 그러나 키토산이 계육의 육질에 미치는 효과에 관한 연구 보고는 아직 미흡한 실정이다. 그러므로 산업적 활용도가 높고 부가가치가 향상될 수 있는 계육을 생산하기 위해 키토산의 사료 내 첨가량과 급여 방법을 찾고, 키토산을 급여하여 생산된 육계의 생산성과 닭 다리육의 일반 성분, 콜레스테롤 함량, pH, TBARS, WHC, 전단력, 육색 및 지방산 함량을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 동물 및 사료

본 실험은 1일령의 Arbor Acre Broiler 숫병아리 200수를 톱밥을 깔짚으로 사용한 유창계사에서 사육하였고, 사양시험을 5주간 실시하였다. 사료와 물을 자유 채식토록 하였고, 점등은 24시간 실시하였다. 전기 3주 동안 사료 내 영양소 함량은 조단백질 21.5%로 ME는 3,100 kcal/kg 수준이었고,

후기는 조단백질 19%, ME 3,100 kcal/kg이었다(Table 1). 처리구는 키토산의 무첨가구를 대조구로 하고, 사료에 키토산 제제(유니믹스파워, 자광(주), 한국)를 사료에 1% 첨가구를 T1, 2% 첨가구를 T2, 그리고 1일 음수량에 대해 1% 첨가구를 T3, 2% 첨가구를 T4 등 5개 처리구로 부가가치가 향상된 계육을 생산하고, 합리적인 급여 방법을 찾기 위해 사료에 첨가하거나 음수에 첨가하는 방법으로 나누어 사양하였다. 각 처리구당 10수씩 4반복 수행하였으며, 계육 품질을 조사하기 위해 각 처리구별로 체중이 비슷한 개체를 20수씩 선발하여 경동맥 절단 방법으로 도계한 후 겹질과 과도한 지방을 제거한 다리 부위 근육 중 복체 부위를 이용하여 분석하였다.

**Table 1.** Basic diet composition

Ingredients (%)	Starter (to 3 wks)	Finisher (to 5 wks)
Corn	59.66	63.55
Soybean meal	27.02	30.11
Wheat bran	10.00	3.50
Dicalcium phosphate	1.19	1.12
Limestone	1.40	1.07
Salt	0.40	0.40
DL-methionine	0.13	0.05
Vitamin premix <sup>1)</sup>	0.10	0.10
Mineral premix <sup>2)</sup>	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated values		
ME (kcal/kg)	3,100	3,100
CP (%)	21.50	19.00
Methionine (%)	0.50	0.38
Lysine (%)	1.10	1.00
Ca (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.45	0.35

<sup>1)</sup>Vitamin premix provides the following (mg) per kg of diet : Vitamin A, 5,500 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 1,100 ICU; vitamin E, 10 IU; riboflavin, 4.4; vitamin B<sub>12</sub>, 12; nicotinic acid 44; menadione, 1.1; biotin 0.11; thiamin 2.2; chthoxyiuin 125.

<sup>2)</sup>Provided in mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min: 150, max: 180.

## 2. 조사 항목 및 방법

### 1) 체중, 사료 섭취량 및 사료 요구율

체중은 시험 개시 시부터 종료 시까지 매주 정해진 시간에 일정하게 체중을 측정하였다. 증체량은 종료 시 체중에서 개시 시 체중을 감하여 구하였다. 사료 섭취량은 매주 체중 측정 직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였다. 그리고 사료 요구율은 총 사료 섭취량을 총 증체량으로 나누어 계산하였다.

### 2) 일반 성분

다리 부위 근육의 일반 성분은 AOAC의 방법(1998)에 따라 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량을 측정하였다.

### 3) 혈청 콜레스테롤

혈청 총 콜레스테롤, high density lipoprotein cholesterol (HDL-C)은 아산제약의 효소 비색법을 이용한 kit로 측정하였고, low density lipoprotein cholesterol(LDL-C)은 Friedewald (1972)의 방법으로 계산하였다.

### 4) pH

pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 pH meter(Model 520A, Orion, USA)로 측정하였다.

### 5) TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substance)

TBARS는 Witte 등(1970)의 방법에 따라 시료 20 g에 20% trichloroacetic acid(in 2M phosphate) 시약 50 mL를 넣어 균질한 뒤 증류수 50 mL를 첨가하여 Whatman No.1 여과지에 여과한 후 여액 5 mL를 취하여 2-TBA(0.005M in water) 용액 5 mL를 넣어 혼든 뒤 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도를 측정하여 malonaldehyde(MA) 함량을 구하였다. 그리고 측정된 흡광도에 5.2를 곱하여 TBARS값으로 나타내었다.

### 6) 보수성(Water Holding Capacity, WHC)

보수성은 이유방과 성삼경(1984)의 방법에 따라 세절육 10 g을 원심분리관에 넣고 70 °C water bath에서 30분간 가열하고 방냉하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고 그 다음 총 수분량을 측정하여 공식에 대입하여 계산하였다. 분리된 수분량(mL) × 0.951 × 100의 값을 총수분량으로 나누어 계산하였다. 이

때 0.951은 70 °C에서 분리된 육즙 중에 순수한 수분 함량을 나타낸다.

### 7) 전단력

전단력은 다리 부위 근육을 2 × 2 × 2 cm 두께로 절단하고 75 °C 항온 수조에서 가열 후 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료 채취기로 취하여 Rheometer(CR-311, Sun Scientific Co, Japan)로 측정하였으며, 하중량 5 kg, 기준 위치 40 mm, 작동 속도 30 mm/min으로 하였다.

### 8) 육색

육색은 다리 부위 근육 중 복채 부위의 과도한 지방과 껍질을 제거하고, 절단하여 공기중에 30분간 노출시켜 발색시킨 뒤 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 hunter 값(L\* = 명도, a\* = 적색도, b\* = 황색도)을 측정하였다. 이때 사용된 표준색판은 L\* = 96.16, a\* = 0.10, b\* = 1.90인 백색의 calibration plate를 이용하였고, 5회 반복하여 측정 후 평균값을 나타내었다.

### 9) 지방산 분석

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였으며, 메틸레이션은 Folch 방법으로 추출한 지질 80 mg과 0.4 mg의 tricosanoic acid methyl esters(0.4 mg/mL hexane, international standard)를 screw-capped test tube에 넣고 질소 충전 하에서 용매를 제거한 후 0.5N NaOH(in methanol) 1 mL를 넣고 90 °C에서 7분간 가수분해시킨 다음 실온에서 5분간 냉각시켰다. 유리지방산은 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL를 첨가하여 90 °C에서 10분간 methylation시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰다. Hexane 2 mL와 증류수 2 mL를 넣고 희석하여 상층에서 1 mL를 회수하여 분석전까지 냉동고에 보관하였다. 지방산의 함량을 구하기 위하여 회수한 시료 0.5 μL를 split injection port에 주입하였고, Gas Chromatography(GA-17A, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. 분석 조건으로 column의 초기 온도는 180 °C에서 시작하여 1.5 °C/min의 속도로 230 °C까지 상승시켜 2분간 유지하였다. 지방산 분석을 위해 사용한 column은 CP-Sil88이었으며, injector와 detector의 온도는 각각 240 °C와 260 °C로 하였고, 지방산은 표준품(Sigma chemical Co, St. Louis, USA)과 retention time을 비교 확인하였으며, 함량은 백분율로 환산하였다.

## 3. 통계 분석

자료 분석은 SAS 패키지 프로그램(1996)을 이용하여 자

료의 분산분석을 실시하였으며, 각 처리구 평균간의 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan's new multiple range test(1955)를 이용하여 실시였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

키토산의 급여량 및 급여 방법에 따라(사료 혹은 음수에 1, 2% 첨가 급여) 사료를 육계에 5주 동안 급여하였을 때 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 Table 2와 같다. 증체량은 대조구에 비해 키토산 급여구에서 통계적인 차이는 없었지만 수치적으로 높은 경향이였으며, 또한, 사료 섭취량과 사료 요구율도 처리구간의 유의성은 없었다( $P>0.05$ ). 키토산 급여량 및 급여 방법에 의한 육계의 생산성은 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 남기달 등(2008)은 닭에게 0.1%의 수용성 키토산을 급여한 결과 증체율이 약 18% 증가하였고, 사료효율이 향상되고, 폐사율이 감소되었다고 보고하였고, 정병윤 등(2004)은 키토산 제제를 물에 희석하여 급여한 실험에서 육계의 출하 체중이 키토산제제 첨가구가 대조구보다 다소 낮았으며, 폐사율이 키토산 첨가구에서 낮아 출하율이 13% 정도 향상됨을 보고하였다. 그러나 Moon 등(2007)은 키토산을 2%와 5%를 급여하였을 경우 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율의 유의성이 없었다( $P>0.05$ )는 보고와 본 실험의 결과는 같은 경향을 보이고 있다. 이와 같이 보고자마다 다른 결과를 발표하는 것은 키토산의 첨가량과 급여 방법이 다르기 때문이라 판단됨으로 생산성이 향상될 수 있는

적절한 첨가량에 대한 실험이 더욱 구체적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 키토산의 급여 방법에 의한 육계의 생산성은 처리구간에 유의성이 없었다( $P>0.05$ ).

### 2. 계육의 일반 성분

키토산의 급여량 및 급여 방법에 따라 생산된 닭 다리육의 일반 성분 분석 결과는 Table 3과 같다. 닭 다리육의 일반 성분 중에 조지방을 제외한 수분, 조단백질 및 조회분은 처리구간에 유의성이 없었다( $P>0.05$ ). 조지방은 대조구와 T3에서 가장 높았고, T2에서 가장 낮은 함량을 나타내었다( $P<0.05$ ). 지방 함량이 감소됨에 대해 Chiang 등(2000)은 5%의 고점도 키토산과 저점도 키토산을 급여하였을 경우 지방함량을 감소시킨다고 하였고, 남기달 등(2008)은 일반 사료를 급여한 구에서 지방 함량이 많고, 키토산을 사료 첨가제로 급여한 닭은 지방함량이 낮아, 키토산의 급여는 지방의 함량을 낮춘다는 보고와 본 실험의 결과는 같았다. 이처럼 키토산이 조지방의 함량을 낮추는 것은 키토산이 식이섬유로서 작용하기 때문으로 사료된다(Razdan and Pettersson, 1994).

### 3. 혈청콜레스테롤

키토산의 급여량 및 급여 방법에 따라 사육한 육계의 혈청콜레스테롤 함량 변화는 Table 4와 같다. 총 콜레스테롤 함량은 대조구와 T3에서 유의적으로 높은 함량을 보였으며, 키토산 함량이 증가할수록 총 콜레스테롤 함량은 감소하는 결과를 보였다( $P<0.05$ ). 즉 T2에서 가장 낮으며, T1과 T4는 같은 수준을 나타내었다. 음수에 1% 첨가구(T3)는 대조구와 같은 수준을 나타내어 총콜레스테롤의 감소에는 효과적이

Table 2. Effects of the dietary supplementation chitosan on performance in broiler chickens

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Initial body wt (at 1 day, g)	40.64 ± 0.12	40.51 ± 0.15	40.51 ± 0.04	40.52 ± 0.15	40.69 ± 0.13
Final body wt (at 35 day, g)	1,839.54 ± 8.93	1,846.43 ± 35.74	1,846.11 ± 13.32	1,847.53 ± 25.13	1,847.83 ± 17.62
Feed intake (1~35 days, g)	3,115.50 ± 25.26	3,085.13 ± 64.71	3,140.10 ± 30.38	3,143.09 ± 52.32	3,125.39 ± 41.18
Feed conversion (1~35 days)	1.70 ± 0.03	1.70 ± 0.07	1.71 ± 0.01	1.70 ± 0.04	1.69 ± 0.04

Means ± SD.

Control: Commercial diet only.

T1: Commercial diet with 1.0% chitosan additive in the diets.

T2: Commercial diet with 2.0% chitosan additive in the diets.

T3: Commercial diet with 1.0% chitosan additive in the water.

T4: Commercial diet with 2.0% chitosan additive in the water.

**Table 3.** Effects of the dietary supplementation chitosan on proximate composition in chicken thigh meat

Items (%)	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Moisture	73.78 ± 2.10	74.11 ± 1.13	74.23 ± 2.18	73.59 ± 1.10	73.89 ± 2.06
Crude protein	22.38 ± 0.06	22.32 ± 0.13	22.54 ± 0.23	22.62 ± 0.11	22.57 ± 0.30
Crude fat	2.75 ± 0.18 <sup>a</sup>	2.47 ± 0.31 <sup>ab</sup>	2.13 ± 0.12 <sup>b</sup>	2.70 ± 0.25 <sup>a</sup>	2.47 ± 0.05 <sup>ab</sup>
Crude ash	1.10 ± 0.05	1.10 ± 0.04	1.11 ± 0.02	1.11 ± 0.03	1.08 ± 0.03

<sup>1)</sup>Treatments are the same as in Table 2.

<sup>a,b</sup>Means ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

**Table 4.** Effects of the dietary supplementation chitosan on serum cholesterol in chicken thigh meat

Items (mg/dL)	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
Total-cholesterol	127.36 ± 1.41 <sup>a</sup>	124.35 ± 0.63 <sup>b</sup>	120.27 ± 1.88 <sup>c</sup>	127.44 ± 0.86 <sup>a</sup>	123.83 ± 0.38 <sup>b</sup>
HDL-cholesterol	53.28 ± 0.17 <sup>c</sup>	55.88 ± 0.85 <sup>b</sup>	58.12 ± 0.76 <sup>a</sup>	55.82 ± 0.39 <sup>b</sup>	56.81 ± 0.85 <sup>b</sup>
LDL-cholesterol	38.10 ± 0.63 <sup>a</sup>	36.63 ± 1.25 <sup>b</sup>	33.52 ± 0.26 <sup>c</sup>	36.58 ± 0.39 <sup>b</sup>	33.85 ± 0.64 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Treatments are the same as in Table 2.

<sup>a-c</sup>Means ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

지 않았다. HDL-cholesterol은 대조구보다 키토산 급여구에서 증가하는 경향이고, 특히 2%를 급여한 T2에서 현저히 증가하였다( $P < 0.05$ ). 한편, LDL-cholesterol은 키토산 급여구에서 대조구보다 감소하였는데, 키토산을 급여하면 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol은 감소하고 HDL-cholesterol은 증가하는 결과이었다. 이러한 결과로 볼 때 키토산을 사료 첨가제로 이용할 경우 음수 급여보다는 사료에 직접 첨가 급여하는 것이 효과적인 방법이라 생각된다. 콜레스테롤의 체내 저하 효과는 장내에서 주로 내인성, 외인성 콜레스테롤의 흡수를 방해함으로써 이루어진다. 즉, 키토산은 소화관내에서 주로 micelle로 콜레스테롤이 통합되는 것을 방해함으로써 체내 콜레스테롤을 저하시킨다(Jean and Kim 2001a; Razdan and Pettersson, 1994). 또 키토산은  $-NH_2$ 가 되면 polyanions와 겔을 형성해 점성이 높은 성질을 갖게 된다(Jean and Kim, 2001b). 장내 점성이 높을수록 식이섬유는 micelle에서 mucosa로의 콜레스테롤 확산을 늦추고, 담즙산 대사를 방해하고, micelle 형성을 늦추며, gastric emptying을 지연시켜 장내에서 콜레스테롤의 흡수를 저하시킴으로써 혈청 중 콜레스테롤 수준을 낮춘다는 보고로 미루어 볼 때 키토산이 콜레스테롤의 흡수에 영향을 주어 혈청 중의 콜레스테롤 함량

을 낮추는 것으로 판단된다(Johnson and Gee, 1981; Furda, 1990).

#### 4. pH, TBARS, WHC 및 전단력

키토산의 급여량 및 급여 방법에 따라 생산된 닭 다리육의 pH, TBARS, WHC 및 전단력 변화는 Table 5와 같다. pH는 대조구보다 키토산 급여구에서 높았는데 특히 T2에서 가장 높았고, 그 다음은 T4과 T3순이었으며, T1은 대조구와 비슷한 결과이었다( $P < 0.05$ ). 키토산을 사료에 첨가 급여구에서 높았고, 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 증가하는 결과로 키토산을 급여하면 pH가 상승하였다. 이는 김종원 등(2003)이 돼지에 키토산을 급여하면 pH가 상승한다는 보고와 같은 결과이었다.

TBARS는 키토산을 급여함에 따라 대조구보다 키토산 급여구에서 유의적으로 낮았다( $P < 0.05$ ). 키토산 급여구중에서도 T2와 T4에서 유의적으로 낮은 경향을 보여 키토산을 사료 혹은 음수에 첨가하여 급여할 때 급여 방법에 의한 차이보다는 첨가량이 많을수록 TBARS는 더욱 낮아지는 효과가 있었다. 이와 같은 결과는 김길남 등(2005)의 보고와 같은 결과로 키토산을 급여하였을 때 대조구에 비하여 키토산 급

**Table 5.** Effects of the dietary supplementation chitosan on pH, TBARS, WHC and shear force in chicken thigh meat

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
pH	5.81 ± 0.04 <sup>c</sup>	5.82 ± 0.07 <sup>c</sup>	6.02 ± 0.04 <sup>a</sup>	5.91 ± 0.01 <sup>b</sup>	5.99 ± 0.03 <sup>a</sup>
TBARS (mgMA/kg)	0.047 ± 0.002 <sup>a</sup>	0.039 ± 0.002 <sup>b</sup>	0.027 ± 0.003 <sup>c</sup>	0.038 ± 0.003 <sup>b</sup>	0.028 ± 0.003 <sup>c</sup>
WHC (%)	57.82 ± 0.62	56.84 ± 0.63	57.32 ± 1.09	56.42 ± 1.30	57.29 ± 1.13
Shear force (kg/cm <sup>2</sup> )	3.80 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.69 ± 0.18 <sup>ab</sup>	3.46 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.48 ± 0.17 <sup>b</sup>	3.44 ± 0.07 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Treatments are the same as in Table 2.

<sup>a-c</sup>Means ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

여구가 유의적으로 낮은 TBARS 값을 보였고, 키토산 급여량이 증가할수록 유의적으로 낮은 값을 보인다고 하였다 ( $P < 0.05$ ). 일반적으로 지질과산화물은 생체 내에서 퇴행성 과정을 유발하여 암, 노화, 생체막의 변화 등을 유발하여 각종 질환을 일으킨다(Bidlack and Tappel, 1973; Saito, 1988). 따라서 키토산을 급여함으로써 TBARS가 감소되는 것은 키토산에 항산화능이 있어 계육의 저장성 향상에 도움이 되리라 생각된다.

보수성은 처리구간에 유의성이 없었으며 ( $P > 0.05$ ), 전단력은 대조구보다 키토산 급여구에서 낮은 값을 나타내었으며 ( $P < 0.05$ ), 특히 T2, T3 및 T4에서 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 값을 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 닭 가슴살의 미세구조를 관찰한 결과, 키토산 급여 닭이 일반 사료 급여 닭보다 근원 섬유질이 가느다란 가닥 형태로 섬유상 사이의 넓은 간격으로 분포되어 있기 때문으로 판단된다(남기달 등, 2008).

## 5. 육색의 변화

키토산의 급여량 및 급여 방법에 따라 생산된 닭 다리육의 육색 변화는 Table 6과 같다. 명도를 나타내는 L\* 값은 T2에서 다른 처리구에 비해 높았고, 대조구와 다른 처리구는

유의성이 없었다. 적색도를 나타내는 a\* 값은 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그리고 황색도를 나타내는 b\* 값은 T2가 제일 높고, 대조구가 가장 낮아 키토산의 급여는 b\* 값을 높여주었다 ( $P < 0.05$ ). 본 실험은 김종원 등(2003)이 키토산 발효 사료를 급여한 결과 L\* 값은 처리구에서 유의하게 낮지만, a\* 값과 b\* 값은 처리구에서 낮은 경향이나 처리구간에 유의성이 없었다는 보고와 같은 결과이었다. 육색은 눈으로 감지하는 것으로 몇몇 요인에 의해 복합적으로 이루어지며, 소비자들의 식육 구매 조건이 되므로 계육 본래의 신선한 육색을 유지하는 것이 매우 중요한데(Adams and Huffman, 1972). 본 실험에서 키토산을 급여함에 따라 L\* 값과 b\* 값이 높아져 닭 다리육이 밝은 색을 유지하는 결과로 백색인 계육을 선호하는 소비자들의 식육 구매 욕구를 충족시켜 줄 것으로 사료된다.

## 6. 지방산 조성의 변화

키토산의 급여량 및 급여 방법에 따라 생산된 닭 다리육의 지방산 조성 변화는 Table 7과 같다. Palmitic acid와 oleic acid는 키토산 급여구에서 증가하였고, linoleic acid 및 arachidonic acid는 감소하였다 ( $P < 0.05$ ). 다시 말해 단일불포화 지

**Table 6.** Effects of the dietary supplementation chitosan on meat color in chicken thigh meat

Items	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
CIE L*	55.11 ± 0.09 <sup>b</sup>	55.84 ± 0.04 <sup>b</sup>	57.07 ± 0.81 <sup>a</sup>	55.28 ± 0.18 <sup>b</sup>	55.56 ± 0.41 <sup>b</sup>
CIE a*	5.79 ± 0.07	5.69 ± 0.09	5.71 ± 0.30	5.73 ± 0.14	5.81 ± 0.10
CIE b*	3.39 ± 0.18 <sup>c</sup>	3.66 ± 0.19 <sup>b</sup>	3.96 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.45 ± 0.05 <sup>bc</sup>	3.70 ± 0.20 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Treatments are the same as in Table 2.

<sup>a-c</sup>Means ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

**Table 7.** Effects of the dietary supplementation chitosan on muscular fatty acid composition in chicken thigh meat

Fatty acids (%)	Treatments <sup>1)</sup>				
	Control	T1	T2	T3	T4
14:0	0.72 ± 0.01	0.73 ± 0.01	0.73 ± 0.02	0.72 ± 0.02	0.73 ± 0.03
16:0	23.55 ± 0.03	23.54 ± 0.15	23.71 ± 0.20	23.60 ± 0.11	23.52 ± 0.16
16:1	6.11 ± 0.02 <sup>ab</sup>	6.05 ± 0.04 <sup>b</sup>	6.16 ± 0.09 <sup>a</sup>	6.14 ± 0.04 <sup>a</sup>	6.11 ± 0.05 <sup>ab</sup>
18:0	8.55 ± 0.21	8.50 ± 0.21	8.35 ± 0.22	8.44 ± 0.32	8.45 ± 0.06
18:1 ω9	40.23 ± 0.12 <sup>d</sup>	40.80 ± 0.19 <sup>e</sup>	41.79 ± 0.12 <sup>a</sup>	340.78 ± 0.29 <sup>c</sup>	41.39 ± 0.08 <sup>b</sup>
18:2 ω6	18.24 ± 0.18 <sup>a</sup>	18.15 ± 0.16 <sup>a</sup>	17.10 ± 0.21	18.09 ± 0.11 <sup>a</sup>	17.58 ± 0.34 <sup>b</sup>
18:3 ω3	1.29 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.18 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.19 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.20 ± 0.05 <sup>b</sup>
20:4 ω6	1.05 ± 0.02	1.03 ± 0.02	1.03 ± 0.01	1.06 ± 0.03	1.04 ± 0.03
TS <sup>2)</sup>	32.82 ± 0.25	32.76 ± 0.07	32.78 ± 0.02	32.75 ± 0.23	32.69 ± 0.19
TU <sup>3)</sup>	67.18 ± 0.25	67.24 ± 0.07	67.23 ± 0.02	67.26 ± 0.23	67.32 ± 0.19
TU/TS	2.05 ± 0.03	2.06 ± 0.01	2.05 ± 0.01	2.05 ± 0.02	2.06 ± 0.02

<sup>1)</sup>Treatments are the same as in Table 2.

<sup>2)</sup>Total saturated fatty acid.

<sup>3)</sup>Total unsaturated fatty acid.

<sup>a-d</sup>Means ± SD with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

방산은 증가하고 다가불포화 지방산은 감소하는 경향이있다. 남기달 등(2008)은 키토산 사료 첨가구에서 oleic acid는 증가하고 고도불포화 지방산은 감소한다고 하였으며, 김중원 등(2003)은 포화 지방산의 비율이 높아진 반면 불포화 지방산은 다소 낮아진다고 하였다.

일반적으로 포화 지방산보다는 불포화 지방산이 인체에 유익한 것으로 보고되고 있으며(Grundy, 1986), 특히 oleic acid의 함량이 높으면 식육의 맛을 좋게 한다(Lunt and Smith, 1991). 닭, 돼지 등과 같은 단위 동물의 지방산 조성은 급여되는 사료의 지방산 조성에 영향을 받는다고 보고한 바 있는데(Hood, 1984), 본 실험에서도 급여된 키토산에 의해서 닭 다리육 지방산 조성이 변한 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 키토산을 육계 사료에 첨가하지 않은 무첨가구를 대조구로 하고, 사료에 1% 첨가구를 T1, 2% 첨가구를 T2, 음수에 1% 첨가구를 T3, 2% 첨가구를 T4로 첨가 급여하면서 육계의 생산성을 조사하였고, 키토산을 급여한 계육의 일반 성분, 혈청콜레스테롤, pH, TBARS, WHC, 전단력,

육색 및 지방산 조성의 변화를 검토하고자 육계 200수(Arbor Acre Broiler, male)를 공시하여 사양한 후 다리 부위 근육을 이용하여 분석하였다. 육계의 증체량, 사료 요구율 등의 생산성은 차이가 없었다. 계육의 일반 성분 중에 조지방 함량은 대조구와 T3에서 유의적으로 높은 함량을 보였고 ( $P < 0.05$ ), 수분, 조단백질 및 조회분은 키토산 급여에 의한 영향은 없었다. pH는 대조구보다 키토산 급여구에서 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). TBARS는 키토산 급여구에서 유의적으로 낮은 결과를 보였고, 음수에 첨가하는 방법보다는 사료에 첨가하는 방법이 효과적이었다. 키토산 급여량이 증가할수록 낮은 TBARS값을 나타내어( $P < 0.05$ ), 키토산은 계육의 저장성의 향상 가능성이 보였다. 혈청콜레스테롤은 키토산을 급여함으로써 총콜레스테롤, LDL-C은 감소하고, HDL-C은 증가하고, 첨가량이 많을수록 그리고 음수보다는 사료에 첨가하는 방법이 효과적이었다. 육색은 키토산 급여구에서 L\*값과 b\*값은 높았고, 지방산은 palmitic acid, oleic acid 등은 증가하고, linoleic acid 및 arachidonic acid는 감소하였다 ( $P < 0.05$ ). 결론적으로 키토산을 사료에 첨가 급여함으로써 총콜레스테롤, LDL-C은 감소하고, HDL-C은 증가하며, TBARS값을 낮추는 효과가 있다. 이와 같은 결과는 음수보다는 사료에 첨가하는 방법이 유리하며 첨가량이 많을수록

좋았다.

(색인어 : 키토산, 닭 다리육, 육색, 지방산, 브로일러)

## 인용문헌

- Adams JR, Huffman D 1972 Effect of controlled gas atmosphere and temperature on quality of packed pork. *J Food Sci* 37:1869-1875.
- AOAC 1998 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA.
- Asaoka K 1996 Chitin-chitosan. The choice food supplement for over 10,000 physicians in Japan, Vantage Press, Inc. New York, NY USA.
- Bidlack WR, Tappel AL 1973 Damage to microsomal membrane by lipid peroxidation. *Lipids* 8:177-178.
- Chiang MT, Yao HT, Chen HC 2000 Effect of dietary chitosans with different viscosity on plasma lipids and lipid peroxidation in rats fed on a diet enriched with cholesterol. *Biosci Biotechnol Biochem* 64:965-971.
- Duncan DB 1955 Multiple range test. *Biometric* 11:1-6.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497-507.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS 1972 Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18:1163-1170.
- Furda I 1990 Interaction of dietary fiber with lipids: mechanistic theories and limitation. In *New Developments in Dietary Fiber*. Plenum Press, New York. pp. 67-82.
- Gordon DT, Williford CB 1983 Chitin and chitosan; influence on element absorption in rats, *ACS Symposium Series* 214, Unconventional Source of Dietary Fibers 156-184.
- Gross WB, Siegel HS 1983 Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as measure of stress in chickens. *Avian Dis* 27:972-979.
- Grundy SM 1986 Comparison of monounsaturated fatty acid and carbohydrate for lowering plasma cholesterol. *Engl J Med* 316:745-751.
- Guha S, Pal SK, Chatterjee N, Sarker G, Pal S, Basu AK, Banerjee R 2005 Effect of chitosan on lipid levels when administered concurrently with atorvastatin-a placebo controlled study. *J Indian Med Assoc* 103:418-421.
- Hood RL 1984 Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. *Poult Sci* 40:160-164.
- Hossain S, Rahman A, Kahir Y, Shams AA, Atros F, Iwashimoto M 2007 Effects of shrimp-derived chitosan on plasma lipid profile and liver lipid peroxide levels in hypercholesterolaemic rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 34:170-176.
- Ikeyama H, Morton RJ 1995 Chitosan-healing powder from the sea. Los Angeles, CA, Will Productions.
- Jean YJ, Kim SK 2001a Effect of antimicrobial activity by chitosan oligosaccharides N-conjugated with asparagine. *J Microbiol Biotechnol* 11:281-286.
- Jean YJ, Kim SK 2001b Potential immuno-stimulating effect of antitumoral fraction of chitosan oligosaccharides. *J Chitin Chitosan* 6:163-167.
- Johnson IT, Gee JM 1981 Effect of gel forming gums in the intestinal unstirred layer and sugar transport *in vitro*. *Gut* 22:398-403.
- LeHoux JG, Grondin F 1993 Some effects of chitosan on liver function in the rat. *Endocrinology* 132:1078-1084.
- Lunt K, Smith SB 1991 Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feed lot. *Feedstuff* 19:18-22.
- Luong JHT, Nguyen AL, Male KB 1987 Recent developments in downstream processing based on affinity interaction. *Trends in Biotechnol* 5:281-286.
- Moon MS, Lee MS, Kim CT, Kim YH 2007 Dietary chitosan enhances hepatic CYP7A1 activity and reduces plasma and liver cholesterol concentration in diet-induced hypercholesterolemia in rats. *Nutrition Research and Practice* 1(3):175-179.
- Muzzarelli RA 1997 Human enzymatic activities related to the therapeutic administration of chitin derivatives. *Cell Mol Life Sci* 53:131-140.
- Muzzarelli RA, Barontini G, Rocchetti R 1976 Immobilized enzymes on chitosan columns;  $\alpha$ -chymotrypsin and phosphatase. *Biotechnol Bioeng* 18:1445-1454.
- Razdan A, Pettersson D 1994 Effect of chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentration in broiler chicken. *Br J Nutr* 72:277-288.
- Saito M 1988 Relationship between lipid peroxide formation and nutritional status. *Jpn Soc Nutr Food Sci* 41:343-349.

- SAS Institute Inc 1996 SAS/STAT User's Guide: Version 6. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Seo H, Kinemura Y 1998 Preparation and properties of chitosan porous beads, in Proceeding of chitosan porous beads, in Proceeding from the 4th International Conference on Chitin and Chitosan. Vol. 4. pp. 585-588.
- Soultos N, Tzikas Z, Abraham A, Georgantelis D, Ambrosiadis I 2008 Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausage. *Meat Sci* 80:1150-1156.
- Witte VC, Krause F, Baile ME 1970 A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35:352-358.
- Yong KS, Han SO, Mahato RI, Kim SW 2000 Development of biomaterials for gene therapy. *Molecular Therapy* 2(4):302-317.
- 김길남 조은숙 김규일 김세권 양현필 전유진 2005 고콜레스테롤식이에 있어 키토산 올리고당이 체내 콜레스테롤 농도 및 황산화 효소 활성에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* 34(1):36-41.
- 김종원 김종덕 성기성 강석남 2003 키토산 발효 사료의 첨가가 비육돈의 도체특성 및 육질에 미치는 영향. *동물자원지* 45(3):463-472.
- 남기달 한효규 조승주 박길현 김종대 2008 닭 성장 및 육질 개선을 위한 수용성 키토산의 사료 첨가 급이 효과. *J Chitin Chitosan* 13(1):14-22.
- 성형철 성용길 2002 키토산의 농축산 분야에의 응용. *한국키토산학회지* 7:179-184.
- 이유방 성삼경 1984 식육과 육제품의 분석실험. 선진문화사. 서울 pp.129.
- 정병윤 백인기 이동명 서상봉 2004 키토산 제제 첨가가 육용 종계, 육계, 돼지 및 젓소의 생산성에 미치는 영향. *J Chitin Chitosan* 9(4):168-174.
- (접수: 2009. 2. 18, 수정: 2009. 3. 18, 채택: 2009. 3. 22)