

## Astaxanthin을 생성하는 *Phaffia rhodozyma*를 포함한 미생물제제의 급여가 오리의 성장과 육질에 미치는 영향

김경수<sup>1,\*</sup> · 이준훈<sup>1</sup> · 신명수<sup>2</sup> · 조미선<sup>2</sup> · 김영필<sup>1</sup> · 조성구<sup>3</sup> · 강연중<sup>4</sup>

<sup>1</sup>㈜Organic Bio Tech 한국생명과학연구소, <sup>2</sup>충북대학교 수의과대학, <sup>3</sup>충북대학교 농업생명환경과학대학, <sup>4</sup>㈜주원산오리

### Effect of Dietary Probiotics Supplementation Contained with Astaxanthin Produced by *Phaffia rhodozyma* on the Productivity and Meat Quality of Ducks

K. S. Kim<sup>1,\*</sup>, J. H. Lee<sup>1</sup>, M. S. Shin<sup>2</sup>, M. S. Cho<sup>2</sup>, Y. P.<sup>1</sup> Kim, S. K. Cho<sup>3</sup> and Y. J. Kang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Life Science Institute, Organic Bio Tech Ltd.

<sup>2</sup>College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University

<sup>3</sup>College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Chungbuk National University

<sup>4</sup>Joowonori Ltd.

**ABSTRACT** This study was carried out to investigate the influence of dietary probiotics supplementation contained with astaxanthin synthesizing microorganism "*Phaffia rhodozyma*" on the productivity and meat quality of ducks. Growth performance carried out during 45 days for day-old ducks offered in Joowonori incorporated. A total of 150 day-old ducks(cheribery) of mixed sex(M:F=1:1) were allotted into 5 groups. The basal diets were added with four levels of astaxanthin containing probiotics. We investigated mortality, bodyweight, and feed conversion used by growth performance. 45day-old ducks were butchered and carried out nutrients composition analysis, meat quality test, organoleptic examination, fatty acid analysis, cholesterol analysis, storage test, and astaxanthin concentration analysis. Control showed 3.7% mortality and treatments showed 0% mortality. These results showed improvement of immunity, for influence of dietary probiotics supplementation contained with astaxanthin. The control gained 2.68 kg and treatment gained 2.84 kg. The control was 2.15 and treatment was 1.83 for feed conversion. Treatment was increased feed conversion than control as significantly. The results of meat quality test showed that treatment was tender and taste more than control. The results of nutrients composition analysis showed that treatment was produced low fat and high protein meat. Ducks meat of treatments contained higher unsaturated fatty acid and lower cholesterol than control. The case of carotenoids confirmed that astaxanthin and  $\beta$ -carotein were accumulated in duck meat.

(Key words: astaxanthin, probiotics, caroteinoids, growth performance)

## 서 론

오늘날 국민소득이 향상되면서 식품에 대한 소비자들의 선호가 기존의 단순한 에너지 위주에서 영양중심으로 변화되면서 최근 세계의 육류 소비 추세 또한 건강에 대한 관심을 반영하여, 고단백 저칼로리의 가금육 소비가 확대되어 가고 있다.

닭고기와 함께 대표적 가금육 중의 하나인 오리고기는 동의보감, 본초강목, 민속신약, 향약집성방, 본초구진 등의 문헌

에 따르면 고혈압, 동맥경화, 당뇨병, 신경통, 허약체질, 병후 회복, 정력증강, 위장병 등의 성인병에 특히 효과적이며 피부와 모발을 윤택하게 하고 탈모를 방지하며, 몸 안의 독을 풀어주고 혈액순환을 돕는 기능성 식품으로 한방의학과 민간요법에서 여러 가지 병증 치료와 예방에 폭넓게 활용되어 왔다.

또한 최근 오리고기는 리놀산, 리놀레인산 등 불포화 지방산이 다량 함유되어 인체에 필요한 지방산을 공급할 수 있고, 인체 내에 콜레스테롤 형성을 억제하고 혈액순환을 원활하게 하기 때문에 동맥경화나 고혈압 같은 성인병 예방에 효과

\* To whom correspondence should be addressed : kskim@obtkorea.com

가 있으며, 다른 육류와 달리 알칼리성 식품이므로 우수한 단백질 및 지방의 공급원이라는 사실이 여러 실험 결과에서 입증되었다. 그러나 오리고기는 독특한 냄새와 단단한 육질로 인하여 닭에 비하여 활발한 소비가 이루어지지 못하고 있는 것이 사실이다.

따라서 오리고기의 육질 개선에 따른 기호도를 향상시키고 영양성분을 높이기 위해서 기능성 물질을 사료에 첨가 급여하는 연구가 증가하였다. 이미 보고된 연구로는 김 등(2003)에 의한 게르마늄 급여, 송 등(2004)에 의한 양파 급여 등이 있다. 김 등(2003)은 게르마늄을 급여한 오리고기가 급여하지않은 오리고기보다 불포화지방산 함량이 높고 육색과 연도가 개선되고 저장성이 향상되었다고 보고하였으며, 송 등(2004)은 양파의 첨가수준이 증가함에 따라 오리고기의 보수력과 단백질, 필수지방산 함량이 높아졌다고 보고하였다.

본 논문에서 연구하고자 하는 Astaxanthin 물질은 vitamin A의 전구체이며 carotenoids 중 xanthophyll에 속하는 색소로 자연계에 널리 분포되어 있다(Fang and Cheng, 1993). Astaxanthin을 포함한 carotenoids는 활성산소를 불활성화시키는 항산화 효과 및 항암 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 이 색소들은 주홍색을 띠고 있으며 향미를 제공할 뿐 아니라 동물은 물론 사람에게도 영양상 중요한 역할을 하나 포유동물의 경우 체내 합성이 불가능하므로 음식물로 섭취하여야 한다. 이런 carotenoids 물질들은 그들이 지니는 황색이나 적색의 독특한 색과 강력한 항산화능, 자가면역 촉진 등의 기능을 가지고 있으므로, 식품산업 분야에서 착색제로 널리 사용되고 있으며 의약분야에서 노화방지제, 항산화제, 항스트레스제, 항암제로의 사용이 확대되고 있는 생리활성 물질이다. 그 중에서도 astaxanthin은 *in vitro* 실험에서 singlet oxy-

gen에 대한 포획 능력이 상당히 강하여 a-tocopherol의 activity에 비해 80배 정도 강한 것으로 보고되었다(Mascio 등, 1989). Astaxanthin은 singlet oxygen뿐만 아니라 peroxy radical을 제거하는 효율성도 높으며(Lim 등, 1992), 그 밖에 Blakeman 등(1995)은 astaxanthin이 지단백, 세포, 동물모델에서도 free radical을 효율적으로 제거한다고 보고하였다.

Astaxanthin이 식이원으로 연구되어온 것으로는 1970년대 초반 발견되어 산업적으로 주목을 받아 온 red yeast(*Phaffia rhodozyma*)가 대표적인 것으로 다른 carotenoids 합성효모와 비교하여 매우 호기성이고, 단백질, 지질, 비타민 B 등 필수 영양분이 풍부하며, 주 carotenoids로 astaxanthin을 합성할 뿐 아니라 효모 자체가 가축의 영양원이 되므로 효모로부터 색소를 추출할 필요가 없으며 astaxanthin을 생성하는 조류에 비해 성장속도가 빠르다는 장점이 있다(Johnson 등, 1980).

본 연구는 갓 부화한 오리에게 astaxanthin을 포함하는 여러 종류의 carotenoids를 생성하는 미생물인 *Phaffia rhodozyma*가 포함된 기능성 미생물 제제를 섭취시켰을 때 오리의 성장 효과와 오리고기의 육질에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험설계

실험설계는 2개 처리구에 총 60수, 처리구당 30두를 공시하였다. 대조구는 일반 배합사료만 급여하였고, 처리구는 0.1% 수준으로 쥐오비티의 기능성 미생물 첨가제를 섞어 급여하였으며 각 처리구별로 3반복 처리구를 두었다(Table 1).

Table 1. Microbial composition and dietary supplementation level of the probiotics

	No. of replication	No. of Ducks		Additive	Composition of test products	
		R	T		Other microorganisms	Astaxanthin microorganisms
Control	3	10	30	-	-	-
Treatment	3	10	30	0.10%	<i>Saccharomyces</i> spp.	<i>Phaffia</i> spp.
					1×10 <sup>9</sup> cfu/g	
					<i>Enterococcus faecalis</i>	
					1×10 <sup>7</sup> cfu/g	
					Photosynthetic bacteria	
1×10 <sup>6</sup> cfu/g						
<i>Bacillus</i> spp.						
1×10 <sup>8</sup> cfu/g						

## 2. 공시동물, 급여사료 및 사양관리

시험사료는 Table 2와 같고, 시험에 이용한 오리는 (주)주원 산오리에서 제공한 1일령 육용오리(체리베리)로 개시체중은 평균 52 g이었다.

시험사료에 첨가한 미생물제제의 미생물 조성과 사료내 첨가수준은 Table 1과 같다. 사양관리는 천하제일사료의 육용오리 전용사료를 사용하여 1일령에서 7일령까지는 1호 C 사료를, 8일령에서 21일령까지는 1호 P 사료를, 21일령에서 44일령까지는 2호 P 사료를 급여하였다. 육용오리의 사육은 1일령에서 21일령까지는 (주)오비티의 동물사육실에서 배터리 사육하고 22일령부터는 충북 진천군 문백면 도하리의 농장에서 평사사육하였다. 특히 32일령부터는 야간 점등하고 사육하였다.

일반성분 검사, 지방산 조성 분석, 전단력, 보수력, 가열감량, 관능검사, 지방 산패도, 단백질 변패도 등 육질에 관한 사항은 농촌진흥청 축산연구소에서 실시하였고, 콜레스테롤 분석은 한국식품연구원, astaxanthin 함량은 (주)오비티 부설 한국생명과학연구소에서 분석하였다. 각각의 분석방법은 다음과 같다.

### 1) 일반성분검사

단백질, 지방, 수분 및 회분은 AOAC(1998) 방법에 따라 분석하였다.

### 2) 콜레스테롤 분석

콜레스테롤 분석을 위한 지질의 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 준하였고 추출된 지질내에 함유된 총 콜레스테롤 함량은 Sale 등(1984)의 효소방법에 의하여 정량하였다.

### 3) 지방산 조성

Tube에 시료를 넣고 Folch 방법(1957)으로 총 지질 추출을 하였다. Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 100℃의 water bath에서 1시간 methylation시키고 냉각후 여기에 hexane을 첨가하여 층이 분리된 후 상층을 취하였다. 그런 다음 capillary column(100m × 0.25mm i.d. × 0.20 μm film thickness)을 장착한 gas chromatograph(HP 5890II, Hewlett Packard Co.)을 이용하여 분석하였는데, 이때 carrier gas로 질소를 이용하였으며 column의 초기온도는 180℃로, 그리고 최종온도는 240℃(2℃/min)로 하였다. Injector와 detector의 온도는 250℃로 설정하였다.

### 4) 전단력

가슴살을 스테이크 모양으로 절단(평균중량 61 g)하여 은

Table 2. Calculated analysis of the experimental diets

Included	Duck phase 1	Duck phase 2
Corn 8%	39.23	42.63
Wheat	23.00	22.00
Rice polishing	3.00	3.00
Soy bean meal	24.75	23.54
Rapeseed	4.00	4.00
Tallow	1.00	-
Molasses	1.50	1.50
Lysin-HCl	0.51	0.39
DL-methionine	0.23	0.20
Salt	0.35	0.35
Calcium carbonate	0.27	0.07
Tricalcium phosphate	1.78	1.95
Minemix <sup>1)</sup>	0.20	0.20
Vitamix <sup>2)</sup>	0.05	0.05
Choline-Cl	0.10	0.08
Antibiotics	0.03	0.05
Total	100.00	100.00
Calculated analysis		
DM(%)	88.34	88.37
Crude protein(%)	20.00	18.00
Ether Extract	3.60	3.75
Crude fiber(%)	2.74	2.49
Crude ash(%)	5.69	4.85
Calcium(%)	0.98	0.80
Available phosphorus(%)	0.40	0.38
TME(kcal/kg)	2,900.00	3,000.00

<sup>1,2)</sup> Provides per kg of diet : Vitamin A, 8,000 IU; Vitamin D, 1,600 IU; Vitamin E, 10 mg; Vitamin K, 2 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 1.5 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 4 mg; Pantothenic acid, 5 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 2 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.01 mg; Niacin, 20 mg; Folic acid, 0.4 mg; Choline, 500 mg; Cobalt, 0.3 mg; Copper, 6 mg; Iron, 50 mg; Iodine, 0.6 mg; Manganese, 30 mg; Selenium, 0.15 mg; Zinc, 40 mg.

박지 포장 후 항온수조에서 고기의 내부온도를 80℃로 하여 1시간 동안 가열한 다음, 직경 0.5 inch의 코야로 근섬유 방향

으로 시료를 채취한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler shea force meter, USA)를 이용하여 측정하였다. 측정은 속이 비어 있는 마름모꼴의 칼날 안쪽 하단 부위에 수직으로 시료를 넣고, 기계를 작동시켜 시료를 아래로 내려가면서 잘려지게 되는데 이때 받는 힘을 전단력으로 측정하였다.

#### 5) 보수력

보수력은 Hofmann 등(1982)의 여과지 압착법에 따라 plexi-glass plate 중앙부에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고 세절한 시료 0.3 g을 취하여 그 위에 놓은 다음 다른 1개의 plexiglass plate를 덮고 5분간 압착시킨 후 planimeter(Super planix a, Tamaya, Japan)를 이용하여 여과지에 육조직이 묻어 있는 면적과 수분이 젖어있는 부위의 총면적을 계산하였다.

$$\text{보수력} = \frac{\text{육조직이 묻어 있는 면적}}{\text{수분이 젖어있는 면적}} \times 100$$

#### 6) 가열감량

가슴살의 피부를 제거하고 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정(평균중량 61 g)하고 온박지 포장 후 항온 수조에서 고기의 내부온도를 80°C로 하여 1시간 동안 가열한 다음, 상온에서 냉각시켜 감량된 무게를 측정하였다. 이때 감량은 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\text{가열 감량(\%)} = \frac{\text{시료의 무게(g)} - \text{가열 후 시료의 무게(g)}}{\text{가열 전 시료의 무게(g)}} \times 100$$

#### 7) 관능검사

시료는 electric pan에서 동일한 조건으로 가열한 다음 2.5 × 2.5 × 0.3 cm로 잘라 다즙성, 연도, 향미와 전반적인 기호도로 나누어 관능요원에 의하여 다즙성, 연도, 향미 및 전반적인 기호도(1=매우 싫다; 6=매우 좋다)를 6점법에 의하여 평가하였다.

#### 8) 지방 산패도(TBARS)

도압한 오리고기를 개체별로 비닐포장하여 4°C에서 7일간 저장하면서 0, 7일마다 지방 산패도와 단백질 변패도를 조사하였다.

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Sinnhuber와 Yu(1997)의 방법에 의해 시료 2 g을 취하여 3.86% perchloric acid 18 mL와 BHT 50 uL를 첨가하고 균질화한 다음

여과하여 여과액 2 mL를 취하여 TBA(thiobarbituric acid) 용액(TBA 2.883 g in 1L D.W.) 2 mL를 가하고 혼합한 뒤 실온에서 빛을 차단하여 15~17시간 동안 방치한다. 다시 531 nm에서 흡광도를 측정하고 아래 공식을 이용하여 구한다.

TBARS(mg of malonaldehyde /1,000 g of meat)

$$= \frac{(\text{시료흡광도} - \text{blank의 흡광도}) \times 46}{\text{시료무게} \times 5}$$

#### 9) 단백질 변패도(VBN)

Volatile Basic Nitrogen(VBN)의 측정은 고판(1975)의 방법을 이용하여 시료 10 g을 취해서 증류수 70 mL와 함께 혼합하고 100 mL volumetric flask로 옮겨 100 mL로 맞추었다. 다시 여과지를 사용하여 여과한 다음 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N boric acid 1 mL와 Conway reagent 50 uL(0.066% methyl red : bromocresol green / EtOH = 1 : 1)를 3방울 떨어뜨렸다. 뚜껑과 접착 부위에 글리세린을 바르고 뚜껑을 닫은 후 Potassium carbonate(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 50 g / D.W. 100 mL) 1 mL를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반시킨 다음 37°C에서 120분간 방치한 후 0.01 N sulfuric acid로 내실의 boric acid의 용액을 측정하였다.

VBN mg %(mg/100 g sample)

$$= (a - b) \times f \times 0.01 \times 14.007 / S \times 100 \times 100$$

$$= (a - b) \times 1403.5 / S$$

S: sample wt., a: sample mL, b: blank mL, f: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> factor

#### 10) Astaxanthin 농도 분석

오리의 다리조직 시료 1 g을 100 mL volumetric flask에 넣고 증류수 80 mL, 암모니아수(1:1) 1 mL, 트립신/켄신(1:1) 100 mg을 넣고 혼합해 호일로 빛을 차단하여 마개를 막아 50°C ultrasonic waterbath에서 1시간 방치하였다. Waterbath에서 꺼내어 서서히 식힌 후 증류수로 250 mL가 되게 희석하여 혼합하였다. 희석한 추출액 10 mL를 250 mL volumetric flask로 옮기고 absolute ethanol 100 mL를 가하고 ether로 250 mL이 되게 희석하여 혼합하였다. 유리판 컬럼에 실리카겔 5 g을 균질하게 넣고 hexane/ether(1:1) 용액으로 포화시킨 후 희석한 추출액 25 mL를 넣어준 후 hexane/ether(1:1) 용액 150 mL로 용출시켜 250 mL 지방병에 받았다. 50°C에서 감압 건조 후 잔사에 14% acetone in hexane 용액 10 mL로 용해한 후 0.45 um membrane filter로 여과하여 측정에 이용하였다.

3. 통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였고, 각 실험군간의 유의성 검정은 Duncan의 multiple range test를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 육성율

본 실험은 (주)원산오리에서 제공한 육용오리 1일령 60마리를 대상으로 하여 각 30마리씩 대조구와 처리구로 나누어 실시하였다. 일반 사료만을 급여한 대조구에서 1마리가 자연 폐사하였고, 기능성 미생물제제를 사료에 섞어 급여한 처리구에서는 폐사가 발생하지 않았다(Table 3). 처리구의 경우, 항산화물질인 astaxanthin을 생성하는 *Phaffia rhodozyma*를 섭취하여 면역력이 향상되어 병에 대한 저항성이 증가하였기 때문이다.

2. 증체량 및 사료요구율

Table 4에서 도시된 바와 같이, 대조구의 경우 평균 2.68 kg, 처리구는 2.84 kg의 증체를 보였다. 이는 미생물제제에 첨가된 젖산균의 정장작용 유도 및 경쟁적 배제를 통한 질병 예방, 고초균의 역가 높은 분해효소 생성에 따른 성장촉진의 결과로 생각된다. 아울러 Table 4에 나타난 바와 같이 대조구와 비교하여 처리구의 사료효율이 현저히 높았다.

3. 일반 성분 및 콜레스테롤

Astaxanthin 급여에 따른 오리고기의 일반성분과 콜레스테

Table 3. Mortality

	Mortality	Survival ratio
Control	3.70%	96.30%
Asta duck	0%	100%

Table 4. Feed conversion

	Initial B. W.	Final B. W.	Increasing	Feed intake	Feed conversion
Control	52	2,740 <sup>b</sup>	2,688 <sup>b</sup>	5,769	2.15 <sup>a</sup>
Asta duck	52	2,893 <sup>a</sup>	2,841 <sup>a</sup>	5,185	1.83 <sup>b</sup>

Unit: g/1-duck.

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within a column significantly differ( $p < 0.05$ ).

Table 5. Analysis of nutrients composition

	Control	Asta Duck	
Nutrients composition(%)	Moisture	78.61±0.05	79.86±0.09
	Crude protein	16.96±0.11 <sup>b</sup>	18.67±0.14 <sup>a</sup>
	Crude fat	0.25±0.07	0.21±0.03
	Crude ash	1.01±0.02	1.02±0.02
Cholesterol(mg/100g)	54.23±0.15	51.78±0.07	

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within a row significantly differ( $p < 0.05$ ).

를 함량은 Table 5와 같다. 수분과 조단백질 함량은 대조구에 비해 Asta 오리가 높았고, 조지방은 대조구가 높은 결과를 보였다. 조회분에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았고 대조구가 Asta 오리에 비해 유의적으로 높은 콜레스테롤 함량을 보였다. 본 시험의 결과 Astaxanthin을 급여한 오리육은 일반 오리육에 비해 단백질은 10.1% 높고, 지방은 16% 적었으며 콜레스테롤은 5.5% 적은 것으로 나타나 Asta 오리가 고단백 저지방 건강식품으로 각광받을 수 있을 것으로 판단된다.

4. 지방산 조성

Astaxanthin을 급여한 오리고기의 지방산 조성은 Table 6에서 보는 바와 같이 대조구에 비하여 포화지방산인 palmitic acid와 stearic acid가 약 1.5% 정도 감소하였고 반면 단가 불포화 지방산인 oleic acid가 4.5% 이상 증가한 결과를 보였다. 단일 불포화 지방산은 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤의 감소를 가져오므로 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있다고 하였고(Grundy 1987), 또한 식육의 맛과 관련하여 oleic acid 함량이 높으면 식육의 맛을 좋게 하고(Lunt and Smith, 1991), 관능평가에서 높은 점수를 얻는다는 보고가 있다(Dryden and Marçhello, 1972).

대조구에 비해 Asta 오리가 포화 지방산 함량은 유의적으로 적었고 불포화 지방산 함량에선 유의적으로 높게 나타났다.

**Table 6.** Analysis of essential fatty acid

	Control	Asta duck
Myristic acid(C14:0)	0.02±0.02	0.01±0.08
Palmitic acid(C16:0)	22.14±0.37	20.54±0.25
Palmitoleic acid(C16:1n7)	7.13±0.05	7.66±0.12
Stearic acid(C18:0)	5.00±0.10 <sup>a</sup>	3.47±0.05 <sup>b</sup>
Oleic acid(C18:1n9)	49.90±1.12 <sup>b</sup>	54.52±0.44 <sup>a</sup>
Linoleic acid(C18:2n6)	14.92±0.32	15.12±0.69
Linolenic acid(C18:3n3)	0.47±0.04	0.48±0.04
Eicosenoic acid(C20:1n9)	0.41±0.01 <sup>a</sup>	0.26±0.01 <sup>b</sup>
Eicosadienoic acid(C20:2n6)	0.07±0.04 <sup>b</sup>	0.26±0.03 <sup>a</sup>
Eicosatrienoic acid(C20:3n6)	0.07±0.02	0.09±0.05
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.15±0.02	0.16±0.01
Docosatetraenoic acid(C22:4n6)	0.00±0.01	0.12±0.02
Saturated fatty acid	27.16±0.19	22.33±0.20
Unsaturated fatty acid	73.12±0.68	78.67±0.49

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within a row significantly differ ( $p < 0.05$ ).

### 5. 일반 육질검사 및 관능검사

Asta 오리와 대조구의 전단력, 보수력 가열감량 및 관능검사 결과를 Table 7에 나타내었다. 전단력과 가열감량은 대조구가 Asta 오리에 비해 높은 결과를 보였다. 보수력에 있어선 대조구보다 Asta 오리가 3% 이상 높았다. 보수력은 식육이 이화학적 충격에도 견디는 물의 양으로 연도와 조직감, 맛과 밀접한 연관이 있다(Wierbicki and Deatherage, 1958). 이에 따

**Table 7.** Meat quality test

	Control	Asta duck	
Shear value(kg/0.5inch <sup>2</sup> )	2.67±0.10 <sup>a</sup>	2.08±0.07 <sup>b</sup>	
Water holding capacity(%)	44.73±4.42	48.19±3.10	
Cooking loss(%)	32.41±0.32	30.39±0.28	
Organoleptic examination	Juciness	3.8	4
	Tenderness	4	5
	Flavor	3.8	4.4

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within a row significantly differ ( $p < 0.05$ ).

라 관능검사 결과 Asta 오리가 대조구보다 다즙성과 연도, 그리고 향미 모두에서 높은 결과를 보여주었다. Wu와 Smith (1987)는 보수력은 단백질의 변성 및 이온 강도의 변화 등에 따라 달라진다고 하였는데, 본 연구에서는 Asta 오리의 단백질 함량이 대조구에 비해 높음에 따른 영향으로 보인다. 본 실험의 결과 astaxanthin 생성균주를 급여하는 것이 육즙이 풍부하고 부드러운 오리고기를 생산함을 보여주었으며, 지방산 조성의 변화 등에 기인하여 처리구의 고기가 좋은 맛을 낸 것이라 평가된다.

### 6. 저장시험

Table 8를 보면 astaxanthin 생성균주를 급여한 Asta 오리가 지방산패도와 단백질 변성도 검사 모두에서 대조구보다 우수함을 보였다. 본 시험의 결과는 astaxanthin이 가진 항산화능 때문인 것으로 풀이되며 Asta 오리가 대조구에 비해 지방산패와 단백질 변패가 느리게 진행되어 냉장저장시 신선도가 오래 유지됨을 알 수 있었다. Demeyer 등(1979)은 고기의 저장 중에 지방은 지방분해 효소에 의한 가수분해 변화와 미생물 대사에 의한 산화적 변화가 되면서 카보닐 화합물, 알코올, 케톤, 알데히드 등의 부산물로 분해되어 맛과 향에 영향을 미치게 되고 저장 기간이 경과함에 따라 TBARS 값이 증가한다고 보고하였다.

VBN은 고기의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산과 그 외 무기태 질소로 분해되는 과정을 측정하는 것으로 Crespo 등(1978)에 의하면 단백질 chain의 일부가 절단되면서 유리아미노산, 핵산 관련 물질, 아민류, 암모니아 크레아틴 등 비단백태 질소화합물이 증가되어 고기의 독특한 맛과 향을 나타내는 것으로 알려져 있다.

### 7. Astaxanthin 농도 분석

도입한 오리고기의 다리 조직 1 g을 취해  $\beta$ -carotene과

**Table 8.** Storage test

	Control	Asta duck
Lipid rancidity (11 days) (MA/kg)	0.38±0.03 <sup>a</sup>	0.33±0.04 <sup>b</sup>
Protein deterioration (11 days) (%/mg)	18.66±1.15 <sup>a</sup>	15.27±2.12 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within a row significantly differ ( $p < 0.05$ ).

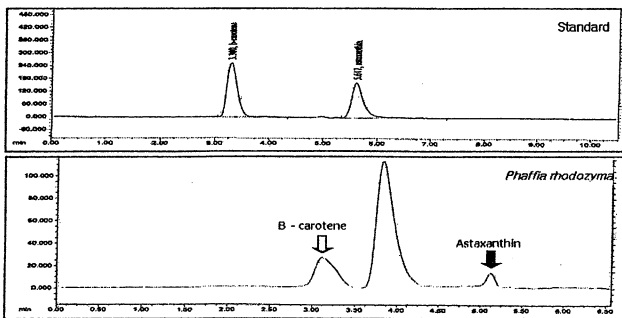
**Table 9.** Antioxidants contented of 1 g in leg tissue

	Control	Asta duck
β-carotein	0	0.98
Astaxanthin	0	2.2

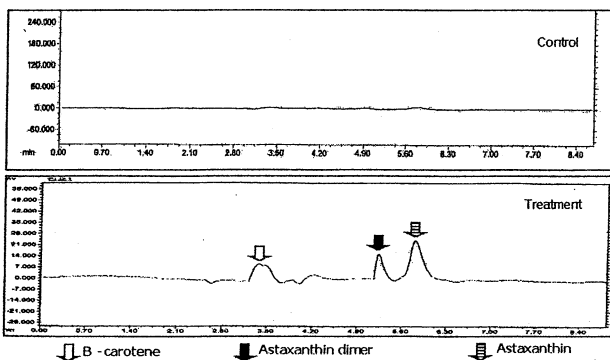
astaxanthin 함량을 HPLC를 이용하여 측정한 결과 Table 9에서 보는 바와 같이 astaxanthin 생성균주가 함유된 미생물제제를 급여한 처리구의 오리고기에서만 β-carotein과 astaxanthin이 각각 0.98, 2.2 ppm 들어있는 것으로 나타났다.

Fig. 1에서 본 시험에 첨가한, 항산화물질 생성균주인 *Phaffia rhodozyma*가 carotenoids 생성능이 있음을 HPLC를 통해 확인하였고, Fig. 2에서 처리구의 오리고기에 β-carotein과 astaxanthin 등 carotenoids 계열의 항산화제가 축적되어 있음을 확인하였다.

본 시험의 결과 항산화제인 astaxanthin이 오리 체내에 축적되어 오리 고기를 섭취하는 사람에게 항균 작용 및 성인병 예방이 기대되며, 오리 사육시에 면역체계를 강화시켜 다양한 질병으로부터 보호하여 폐사율이 감소되는 효과가 예상된다.



**Fig. 1.** Analysis of antioxidants in *Phaffia rhodozyma*.



**Fig. 2.** Analysis of antioxidants in duck leg tissue.

**적 요**

본 연구는 갓 부화한 오리에게 astaxanthin 생성균주인 *phaffia rhodozyma*를 포함한 미생물제제를 사료에 첨가하여 급여시킴으로써 오리의 성장에 미치는 효과와 오리고기 육질에 미치는 영향을 규명하기 위해 실시하였다. 암수 동수의 1일령 오리 150수를 공시하여 배합사료에 미생물제제를 첨가하지 않은 대조구(C)와 *Phaffia rhodozyma*를 포함한 미생물제제를 첨가한 처리구(T)를 두었다. 처리구는 *Phaffia rhodozyma*가 제제에  $1 \times 10^8$  cfu/g이 함유되도록 제조하여 사료에 0.1%씩 혼합하여 급여하였다. 사양실험을 통하여 폐사율과 증체량, 사료효율을 조사하였고 45일령 때 도압하여 고기에 대한 일반성분조사, 육질검사, 관능검사, 지방산 분석, 콜레스테롤 분석, 저장시험, astaxanthin 함량 분석 등을 실시하였다. 그 결과, 미생물제제를 첨가하지 않은 대조구는 3.7%의 폐사율을, 처리구에선 0%의 폐사율을 보여 병에 대한 저항성이 증가하였음을 보였다. 대조구의 경우 평균 2.68 kg의 증체를, 처리구는 2.84 kg의 증체를 보였다. 사료요구율도 대조구 2.15, 처리구 1.83으로 처리구의 효율이 유의성있게 개선되었다. 오리고기에 대한 육질검사 결과 대조구와 비교하여 처리구의 육질이 부드럽고 고소하였다. 일반성분검사 결과 처리구의 오리가 대조구에 비해 지방은 줄고 단백질함량은 높아졌으며, 콜레스테롤은 줄고 불포화 지방산의 함량이 높은 고품질의 고기임을 알 수 있었다. 오리 조직내의 카로티노이드 함량의 경우 처리구의 오리 조직 내에 astaxanthin과 β-carotein이 축적되어 있음을 확인하였다.

**인용문헌**

AOAC 1998 Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC USA.  
 Blakeman DP, Ryan TP, Jolly RA, Petry TW 1995 Diquat-dependent protein carbonyl formation. *Biochem Pharmacol* 50:929.  
 Crespo FI, Millan R, Moreno AS 1978 Chemical changes during ripening of Spanish dry sausage III. Changes in water soluble N-compounds. *Ax Archivos de Zootechia* 27:105-109.  
 Demyer DI, Vanderkerckhove P 1979 Compounds determining

- pH in dry sausage. Meat Sci 3:161-165.
- Dryden FD, Marchello JA 1972 Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. J Anim Sci 31:36-40.
- Fang TJ, Cheng YS 1993 Improvement of astaxanthin production by *Phaffia rhodozyma* through mutation and optimization of culture conditions. J Ferment Bioengin 75:466-469.
- Folch J, Lee M, Stanley GHS 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem 226:497-500.
- Grundy SM 1987 Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. Am J Clin Nutr 45:1168-1172.
- Hofmann K, Hamm R, Bluchel E 1982 Neuesuber die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mit Hilfe der Filterpapierpressmethode. Fleischwirtschaft 62(1):87-92.
- Johnson EAm, Villa tG, Lewis MJ 1980 *Phaffia rhodozyma* as an astaxanthin source in salmonid diets. Aquaculture 20:123.
- Lim BP, Nagao A, Terao J, Tanaka K, Suzuki T, Takama K 1992 Antioxidant activity of xanthophylls on peroxy radical-mediated phospholipids peroxidation. BBA 1126:178.
- Lunt Dk, Smith SB 1991 Wagyu beefs holds profit potential for U.S. feed lot Feedstuffs 19:18-19, 23-24.
- Mascio PD, Kaiser S, Sies H 1989 Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. Arch Biochem Biophy 274:532.
- Sale FO, Marchesini S, Fishman PH, Berra B 1984 A sensitive enzymatic assay for determination of cholesterol in lipid extracts. Anal Biochem 142:347-350.
- SAS 1999 SAS/STAT Software for PC. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sinnhuber RO, Yu TC 1979 The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. J Jap Soc Fish Sci 26:259-267.
- Wierbicki E, Deangerage FE 1958 Determination of water holding capacity of fresh meat. J Agr Food Chem 6:389-394.
- Wu FY, Smith SB 1987 Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. J Anim Sci 165:597-602.
- 김혜정 양성운 주명규 이규호 조수현 이성기 2003 게르마늄 급여가 오리의 육질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 23(3):200-208.
- 송영민 진상근 김일석 조용조 김희윤 하경희 남기윤 2004 양파의 급여가 오리고기의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 24(1):66-72.
- 高坂知久 1975 肉製品の鮮度保持と測定. 食品工業 18(4):105-108.