

육계 사료 내 클로렐라의 첨가·급여가 생산성, 장내미생물 및 면역력에 미치는 영향

강환구, 최희철, 김동운, 황보 중, 나재천, 방한태, 김동욱, 김민지, 하룬 무스타크, 라나 파빈, 김지혁[†]
농촌진흥청 국립축산과학원 가금과

Effect of Dietary Chlorella Supplementation on Growth Performance, Immune Response, and Intestinal Micro Flora Concentration of Broiler Chickens

Hwan Ku Kang, Hee Chul Choi, Dong Woon Kim, Jong Hwangbo, Jae Cheon Na, Han Tae Bang,
Dong Wook Kim, Min Ji Kim, M.M.H. Mushtaq, Rana Parvin and Ji Hyuk Kim[†]

¹Poultry Science Division, Livestock Resource Development, National Institute of Animal Science, Seonghwan 330-801, South Korea

ABSTRACT A study was conducted to investigate the effect of dietary supplementation of feedstuff of Chlorella (*Chlorella vulgaris*) to replace of antibiotic in the diets of broiler chickens. A total of 720 1-d-old straight run broiler chicks (Ross × Ross) was randomly assigned into six treatments with four replicate pens (30 birds/replicate pen) for 5-wk. A corn-soy bean meal basal diet was formulated, the treatment groups were negative group (NC, antibiotic-free diet) and 0.1% virginiamycin in as antibiotic growth promoters (PC), 1.0% fresh liquid Chlorella (T1), 1.0% dried Chlorella powder (T2), 1.0% commercial Chlorella product and 1.0% (T3) and commercial Chlorella product 0.5% (T4) were added to the basal diet to form six dietary treatments. No significant differences were found among the treatments for feed intake and feed conversion of broiler chickens during the whole experimental period, but the BW gain was significantly higher ($P<0.05$) in commercial Chlorella product supplemental groups than the control group (NC and PC groups). Dietary supplementation of Chlorella significantly ($P<0.05$) increased the plasma IgA, IgM and IgG concentration of chicks compared to NC and PC groups. Supplemental AGPs and commercial chlorella product did not affect the *E. coli* and *Salmonella* concentration in the intestinal microflora of broiler chicks; however, the population of *Lactobacillus* was significantly increased ($P<0.05$) when birds were fed commercial Chlorella product groups. It is concluded that commercial Chlorella product supplementation could be used as an alternative of antibiotics to promote growth and immune response by increasing the production of lactic acid bacteria in the intestinal microflora of broiler chickens.

(Key words : antibiotics, broiler chickens, chlorella, lactic acid bacteria, performance)

서 론

최근 육계는 경제적 이익 창출을 위해 단 기간 고도로 성장하도록 개량되어졌으나, 체지방 증가, 대사성 질병 및 높은 폐사율 등의 문제가 제기되고 있다(Portsmouth and Hand, 1987). 따라서 이러한 문제들을 사전에 예방하고자 사료 내 첨가 혹은 수의사 처방 등에 의하여 항생제가 사용되어 왔으나, 안전성 및 친환경 축산물에 대한 국민적 관심과 정부의 노력으로 2011년 7월부터 가축 사료 내 성장 촉진용 항생제의 사용이 전면 금지되었다.

가축 사료 내 항생제 사용 금지는 안전 축산물 생산에 대

한 발판을 마련하였으나, 생산성 저하, 질병 예방 및 가축 생산비 증가라는 문제에 대한 해결 방안이 필요한 실정이며, 이에 대한 대안으로 현재 다양한 항생제 대체제가 연구되고 상품화 되고 있으나, 아직까지 효과면에서는 미흡한 실정이다.

클로렐라가 처음 발견된 것은 1890년 네덜란드의 바이어 니크가 처음 발견하여 그리스어로 ‘녹색’을 뜻하는 크로로스과 작은 것을 의미하는 ‘에라’를 붙여서 ‘클로렐라’로 명명하였다. 담수에서 생육하며, 직경이 2~10 μm 로 엽록소를 다량 함유하고, 세포 표면은 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 세포막으로 이루어져 있다(이명천, 2007; 강민숙 등, 2004). 또한 세포 분열 속도가 매우 빨라 하루 만에 최대 16배까지

[†]To whom correspondence should be addressed : magic100@rda.go.kr

증식하는 것으로 알려져 있다.

클로렐라에는 단백질, 필수 아미노산과 비타민 및 미네랄과 같은 미량 필수 영양소와 핵산을 다량 함유하고 있는 (Geoghengan, 1953) 알칼리도가 높은 영양원이며, 엽록소 A ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)와 엽록소 B($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$)와 함께 케로틴과 크산토펜이 풍부하게 함유되어 있다(강민숙 등, 2004). 클로렐라의 특성으로 단백질 함량이 60% 이상이며(Lipstein and Hurwitz, 1980; Becker, 1986; Ventura et al., 1994), 다량의 필수 아미노산과 더불어 CGF(chlorella growth factor)와 같은 생리 활성 물질을 함유하고 있어, 발견 이후 우주인 식품과 미래 식량원으로 많은 연구가 진행 중이다. 클로렐라 내 함유되어 있는 CGF(chlorella growth factor)는 성장 촉진 물질로서, 항암효과(Justo, 2001; Noda et al., 1996), 성인병 예방 효과(Hasegawa et al., 1995) 및 골다공증의 예방에 효과적인 것으로 보고된 바 있다(Jung, 2003; Kim et al., 2003).

Kim et al.(2010)은 클로렐라 추출물을 실험동물에 급여한 연구에서 항피로 효과와 IFN- γ 및 IL-2와 같은 cytokine의 생산이 증가했다고 보고하였으며, Hasegawa et al.(2000)은 클로렐라 추출물의 투여한 후에 스트레스를 부가한 동물 실험에서 혈청 코티코스테롤 수준의 증가가 억제되어 항 스트레스 효과가 있음을 보고하였다. 이와 같이 클로렐라의 다양한 효과가 보고되었음에도 불구하고, 현재까지 가금에 있어 클로렐라에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 실험에서는 클로렐라를 함유한 사료첨가제를 육계 사료 내 첨가·급여하였을 때 생산성, 장내 미생물 및 면역력에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

재료 및 방법

1) 생산성 조사

본 실험의 공시 동물로는 육계(Ross) 초생주 총 720수를 공시하여 6처리 4반복, 반복 당 30수씩 공시하여 5주간 시험을 실시하였다. 시험 사료는 Table 1에서 나타난 바와 같이 NRC 사양 표준(1994)에 근거하여 단백질과 에너지 함량을 동일하게 배합하여 실험에 이용하였다. 실험에 사용된 클로렐라는 배양 직후의 액상제품, 배양된 액상 클로렐라를 분말화한 제품 그리고 사료첨가제 형태로 제조된 클로렐라를 이용하였다.

처리는 항생제를 첨가하지 않은 처리구(negative control, NC), 항생제 처리구(positive control, PC), 액상 클로렐라(fresh liquid Chlorella) 1.0% 첨가구, 클로렐라 분말 첨가구(dried Chlorella powder) 1.0%, 클로렐라 사료 첨가제(com-

Table 1. Formula and chemical composition of the basal diet

Ingredients	Starter (0~3wk)	Grower (4~5wk)
	%	
Yellow corn	53.44	61.64
Soybean meal	33.65	26.70
Corn gluten meal	4.16	4.00
Soybean oil	4.68	3.06
Limestone	1.02	1.08
Tricalcium phosphate	2.01	1.50
Salts	0.25	1.23
DL-Methionine(99%)	0.27	0.04
Lysine-HCl(98%)	0.02	0.25
Vitamin-Mineral mixture ¹⁾	0.50	0.50
Total	100.0	99.5
Calculated value		
ME(kcal/kg)	3,100	3,100
Crude protein(%)	22.0	20.0
Lysine(%)	1.10	1.00
Methionine(%)	0.50	0.38
Methionine + cystine(%)	0.87	0.72
Ca(%)	1.00	0.90
Available P(%)	0.50	0.35

¹⁾ Vitamin-mineral mixture provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 15,000 IU : vitamin D₃, 1,500 IU : vitamin E, 20.0 mg : vitamin K₃, 0.70 mg : vitamin B₁₂, 0.02 mg : niacin, 22.5 mg : thiamin, 5.0 mg : folic acid, 0.70 mg : pyridoxin, 1.3 mg : riboflavin, 5 mg : pantothenic acid, 25 mg : choline chloride, 175 mg : Mn, 60 mg : Zn, 45 mg : I, 1.25 mg : Cu, 10.0 mg : Fe, 72 mg : Co, 2.5 mg.

mercial Chlorella product) 1.0% 그리고 클로렐라 사료 첨가제(commercial Chlorella product) 0.5% 첨가구로 나누어 실험하였다. 실험에 사용된 분말 및 액상 클로렐라는 (주)대상으로부터 제공받아 실험에 이용하였다. 공시계는 반복 당 30수씩 floor pen에서 사육하였고, 사료 급여기 및 급수기의 숫자는 처리구 별 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유 채식 및 자유음수 시켰으며, 사양 실험 전 기간 동안 24시간 종일 점등을 실시하였다.

시험 종료 시 체중을 측정하여, 개체별 증체량을 산출하였으며, 사료섭취량은 전기(0~3주), 후기(4~5주) 반복별로 사료 잔량을 측정하였으며, 최종적으로 전 기간 평균 섭취량을 구하였다. 조사된 사료 섭취량과 증체량을 통해 사료 요구율을 계산하였다.

Table 3. Effect of supplementation of Chlorella powder, fluid of Chlorella and commercial Chlorella product on cecum microflora in broiler chickens

	NC	PC	T1	T2	T3	T4
	----- cfu/g -----					
<i>Lactobacillus</i>	6.58 ^e	6.95 ^{bc}	7.48 ^b	7.67 ^a	7.65 ^{ab}	7.49 ^b
<i>E. coli</i>	5.36	5.28	5.21	5.32	5.28	5.25
<i>Salmonella</i>	5.49	5.65	5.33	5.14	5.29	5.11

NC : negative control, PC : positive control, T1 : Chlorella liquid 1.0%, T2 : Chlorella powder 1.0%, T3 : feedstuff of Chlorella 1.0%, T4 : feedstuff of Chlorella 0.5%.

¹⁾ SEM : standard error mean. ^{a-c} Means with different superscripts within a row differ at $p < 0.05$.

2) 장내 미생물

장내 미생물은 맹장 내용물에 대하여 종료 시에 6처리 4 반복 반복 당 5수씩 총 120수를 희생하여 조사하였다. 조사한 개체는 평균 체중과 비슷하고, 건강한 상태의 육계를 선발하였으며, 맹장 내용물은 두 개의 맹장 내용물 모두를 채취하여 조사하였다. 내용물은 채취 직후 멸균 생리수를 이용하여 10⁸으로 계단 희석하여 Rogosa SL agar(유산균; Difco 2011001), Anaerobic agar(혐기성균; Difco 1283000), McConkey plate(*E. coli*; Difco 1262002), SS agar(*Salmonella*; Difco 1354006)에 접종하였다. Rogosa SL agar와 Anaerobic agar plate는 CO₂ incubator(Forma 311, USA)에서 37℃로 48시간 배양하였으며, MacConkey와 SS agar는 37℃로 조정된 호기적 incubator(Jisico-MIC2, Korea)에서 24시간 배양 후 colony를 계수하였다.

3) 혈액 IgA, IgM 및 IgG

혈청의 면역 글로블린(IgA, IgM 및 IgG) 분석은 Chicken IgA, IgM 및 IgG ELISA Quantitation Kit(BETHYL Laboratories, Inc., USA)을 이용하여 분석을 실시하였다.

4) 통계처리

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS release ver 9.1, 2000)의 General Linear Model(GLM) procedure를 이용하여 분산 분석을 실시하였고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test (Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1) 생산성

육계 사료 내 클로렐라 액상, 분말 및 클로렐라 사료첨가제를 5주간 첨가급여하였을 때 육계 생산성 결과는 Table 2에서 나타내었다.

실험 종료에 따른 육계 체중을 조사한 결과, 클로렐라 사료첨가제 0.5%(T4) 및 1.0% 급여구(T3)에서 각각 1,670 g, 1,672 g 으로 대조구 및 다른 처리구와 비교 시 유의적으로 높게 나타났으며($P < 0.05$), 증체량 역시 클로렐라 사료첨가제 급여 처리구(T3 및 T4)에서 유의적인 개선 효과를 나타내었다($P < 0.05$). 사료 섭취량 및 사료 요구율은 처리구간

Table 2. Effect of supplementation of Chlorella powder, fluid of Chlorella and commercial Chlorella product on performance in broiler chickens

	Treatments						SEM
	NC	PC	T1	T2	T3	T4	
Initial body weight (g)	45	45	45	45	45	45	0.01
Final body weight (g)	1,635 ^c	1,655 ^b	1,654 ^b	1,653 ^b	1,672 ^a	1,670 ^a	14.02
weight gain (g)	1,590 ^c	1,610 ^b	1,609 ^b	1,608 ^b	1,627 ^a	1,625 ^a	13.21
Feed intake (g)	2,658	2,657	2,656	2,658	2,657	2,656	47.25
Feed conversion rate	1.67	1.65	1.65	1.65	1.63	1.63	0.02

NC : negative control, PC : positive control, T1 : Chlorella liquid 1.0%, T2 : Chlorella powder 1.0%, T3 : feedstuff of Chlorella 1.0%, T4 : feedstuff of Chlorella 0.5%.

¹⁾ SEM : standard error mean. ^{a-c} Means with different superscripts within a row differ at $p < 0.05$.

차이는 나타나지 않았다.

Han et al.(2002)은 클로렐라 추출물을 생후 1~8개월 된 유아에게 섭취토록 하였을 때, 섭취하지 않은 유아와 비교 시 체중이 63% 증가하였다고 보고하였으며, 강민숙 등(2004)은 클로렐라에 성장촉진 물질인 CGF(*Chlorella growth factor*)가 함유되어 있으며, 이는 핵산 관련 물질로서 동식물의 성장 촉진, 뇌졸중 개선 및 세포 재생 등의 효과가 있다고 보고한 바, 본 실험에서 사용된 클로렐라 및 클로렐라 사료 첨가제 내 다양한 생리 활성 물질이 육계 체중을 개선시키는데 영향을 미치는 것으로 사료된다.

2) 장내 미생물

육계 사료 내 클로렐라 액상, 분말 및 클로렐라 사료 첨가제를 5주간 첨가·급여한 후 장내 미생물 변화는 Table 3에서 나타내었다.

장 내 유산균수는 클로렐라 사료 첨가제 처리구에서 유의적으로 높거나 높게 나타났으며, 무항생제 처리구(NC)에서 낮게 나타났($P<0.05$).

대장균 및 살모넬라는 처리구간 유의적인 차이는 없었으나, 무항생제 대비 클로렐라 함유 처리구 및 클로렐라 사료 첨가제에서 다소 낮거나 낮은 경향을 나타냈다.

성운미 등(2005)은 요구르트 제조 시 클로렐라를 0.2% 첨가하였을 때 대조구 대비 유기산 및 젖산균의 함량이 증가하여 클로렐라가 유산균 증식에 관여한다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 생체에 대한 연구이나, 육계 장 내 미생물 중 유산균 수가 증가하였으며, 결과적으로 클로렐라가 생체 내외적으로 유산균 생산에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 하지만 아직까지 클로렐라를 가축의 사료 내 이용한 사례나 연구가 많지 않고, 더욱이 가축의 생체 내 대사 과정 중 일어나는 대사 기전에 대한 연구가 전무하다는 점을 감안할 때 향후 가축 산업에서 클로렐라의 활용 가능성에 대한 더

많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3) 혈액 내 IgA, IgM 및 IgG 변화

5주간 육계 사료 내 액상 클로렐라, 분말 클로렐라 및 클로렐라 사료 첨가제 첨가 급여에 따른 혈액 내 gA, IgM 및 IgG 변화에 대한 결과는 Table 4에서 나타내었다.

Table 4에서는 혈액 내 IgG를 나타낸 결과로서, 클로렐라 사료 첨가제 첨가구 1.0%에서 782.85 $\mu\text{g/mL}$ 로 다른 처리구와 비교 시 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 무첨가구에서 521.42 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 낮게 나타났다. 또한 IgM과 IgA에 대해서는 무첨가구에서 각각 66.97, 315.41 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 낮게 나타났으며, IgM은 클로렐라 분말 1.0% 첨가구(T2)와 클로렐라 사료 첨가제 1.0%(T3) 및 0.5% 첨가구(T4)에서 각각 73.17, 73.12 및 72.97 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타나, 무첨가구(NC) 및 항생제 첨가구(PC) 대비 유의적인 개선 효과를 나타냈다.

An et al.(2008)은 일주일간 쥐에게 클로렐라를 경구투여했을 때 투여하지 않은 쥐보다 IFN- γ 의 수치가 유의적으로 증가하였다고 하였으며, Queiroz et al.(2008)는 스트레스에 의해 면역기능이 저하된 쥐에게 클로렐라를 급여하였을 때 IFN- γ 의 수준이 증가하며, IgM 형성이 유의적으로 높았다고 보고하였다. 결과적으로 본 연구 결과에서도 육계 사료 내 클로렐라 및 클로렐라 사료첨가제의 급여로 혈액 내 면역기능의 지표 중 하나로 측정되는 IgG, IgM 및 IgA의 수치가 개선되어 상기와 유사한 결과를 나타내었다.

적 요

본 실험은 액상 클로렐라, 분말 클로렐라 및 클로렐라 사료 첨가제 0.5%, 1.0%를 육계 사료 내 첨가·급여하였을 때 생산성, 혈액 성분 및 장내 미생물에 미치는 영향을 알아보고자 시험을 실시하였다. 육계(Ross) 초생추 총 720수를 공

Table 4. Effect of supplementation of *Chlorella* powder, fluid of *Chlorella* and commercial *Chlorella* product on IgG, IgM and IgA in broiler chickens

	NC	PC	T1	T2	T3	T4	SEM
	----- $\mu\text{g/mL}$ -----						
IgG	521.42 ^c	692.85 ^b	617.14 ^{bc}	672.85 ^b	782.85 ^a	721.85 ^b	15.42
IgM	66.97 ^c	71.80 ^b	68.82 ^{bc}	73.17 ^a	73.12 ^a	72.97 ^a	7.14
IgA	315.41 ^c	317.41 ^{bc}	324.58 ^b	330.75 ^b	331.41 ^a	327.33 ^{ab}	19.74

NC : negative control, PC : positive control, T1 : *Chlorella* liquid 1.0%, T2 : *Chlorella* powder 1.0%, T3 : feedstuff of *Chlorella* 1.0%, T4 : feedstuff of *Chlorella* 0.5%.

¹⁾ SEM : standard error mean. ^{a~c} Means with different superscripts within a row differ at $p<0.05$.

시하여 6처리 4반복, 반복 당 30수씩 공시하여 5주간 시험을 실시하였다. 처리구로는 항생제를 첨가하지 않은 처리구(NC, negative control), 항생제 처리구(PC, positive control), 액상 클로렐라 1.0% 첨가구 (T1), 분말 클로렐라 1.0% 첨가구 (T2), 클로렐라 사료 첨가제 1.0% 첨가구 (T3) 그리고 클로렐라 0.5%(T4)로 나누어 실험하였다. 종료 시 체중은 무항생제 처리구(NC, negative control)에서 1,635 g 항생제 처리구(positive control) 1,655 g, 액상 클로렐라 첨가구 1,654 g, 분말 클로렐라 첨가구 1,653 g 그리고 클로렐라 사료 첨가제 1.0% 및 0.5%에서 각각 1,672 g, 1,670 g으로 나타나, 클로렐라 사료 첨가제 처리구에서 무항생제 처리구와 비교 시 평균 2% 이상 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 장내 미생물 조사에서는 클로렐라 사료 첨가제 첨가구에서 유산균 수는 각각 7.65 CFU/g, 7.49 CFU/g으로 나타나 유의적으로 증가하였으나 *E. coli* 및 *Samonella* 함량은 차이가 없었다. 혈액 내 IgG, IgA 그리고 IgM 역시 클로렐라 함유 사료 첨가제에서 유의적으로 개선되었다($P<0.05$). 결과적으로 육계 사료 내 클로렐라 함유 사료첨가제의 첨가·급여는 장내 미생물 중 유산균 함량과 혈액 면역 물질을 유의적으로 증가 시킴으로써 육계 생산성을 개선시키는 것으로 나타났다. 하지만 국내·외적으로 가축 사료 내 클로렐라를 활용한 연구가 많지 않기 때문에, 앞으로 보다 진보적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

(색인어 : 항생제, 육계, 클로렐라, 유산균, 생산성)

인용문헌

- An HJ, Rim HK, Lee JH, Seo MJ, Hong JW, Kim NH, Myung NY, Moon PD, Choi IY, Na HJ, Kim SJ, Jeong HJ, Park Hs, Han JG, Um JY, Hong SH, Kim HM 2008 Effect of *Chlorella vulgaris* on immune-enhancement and cytokine production *in vivo* and *in vitro*. Food Sci and Biotechnol 17(5):953-958.
- Becker EW 1986 Nutritional properties of microalgae: potential and constraints. In: CRC Hand Book of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 339-421.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Geoghegan MJ 1953. Unicellular algae as a source of food. Nature 168:426-427.
- Han JG, Kang GG, Kim JK, Kim SH 2002 The present status and future of Chlorella. Food Sci Ind 6:64-69.
- Hasegawa TM, Okuda K, Nomoto 1995 Hot water extracts of *Chlorella vulgaris* reduce oppotunic infection with *Listeria monocytogenes* in C57BL/6 mice infected with LP-BM5 murine leukemia viruses. Int J Immunopharmacol 17(6):505-512.
- Hasegawa T, Noda K, Kumamoto S, Ando Y, Yamada A, Yoshikai Y 2000 *Chlorella vulgaris* culture supernatant (CV5) reduces psychological stress-induced apoptosis in thymocytes of mice. Int J Immunopharmacol 22:877-885.
- Justo GZ, Silva MR, Queiroz ML 2001 Effects of the green algae *Chlorella vulgaris* on the response of the host hematopoi- etic system to ntraperitoneal enrlich ascites tumor transplan- tation in mice. Immunopharmacol Immunotoxicol 23(1):119-132.
- Jung JH 2003 Studies on anticancer activity of organic cultured Chlorella complex using tumorigenic cells implant technique. Inje Univ 6:1-59.
- Kim YH, Hwang JM, Seong HK, Kim DU 2003 Effects of Chlorella dietary supplementation on bone biochemical markers of turnover in postmenopausal women. J Biomed Lad Sci 9:9-13.
- Kim NY, Kim KY, Jeong HJ, Kim HM, Hong SH, Um JY 2010 Effects of hydrolyzed *chlorella vulgaris* by malted barley on the immunomodulatory response in ICR mice and in Molt-4 cells. J Sci Food Agric 90:1551-1556.
- Lipsetin B, Hurwitz S 1980 The nutrition and economic value of algae for poultry. Algae Biomass/North-Holland Biomedical press, Amsterdam, pp. 667-685.
- National Research Council 1994 Nutrients Requirements of Poultry. 9th rev. National Academy Press, Washington DC.
- Noda K, Ohno N, Tanaka K 1996 A water soluble antitumor glycoprotein from *Chlorella vulgaris*. Planta Med 62(5): 423-426.
- Portsmouth JI, Hand P 1987 Trends and developments in breeding hens 1. Energy and protein utilization. Inter Hatchery Prac 2:1-10.
- Queiroz Jde S, Torello CO, Palermo-Neto J, Valadares MC, Queiroz ML 2008 Hematopoietic response of rats exposed to the impact of an acute psychophysiological stressor on responsiveness to an *in vivo* challenge with *Listeria monocytogenes*: modulation by *Chlorella vulgaris* prophylactic treatment. Brain Behav Immun 22(7):1056-65.

SAS Institute. 2000 SAS[®] User's Guide: Statistics. Version 8 edition SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Ventura MR, Castanon JIR, McNab JM 1994 Nutrition value of seaweed *Ulva rigida*. Anim Feed Sci Technol 49:87-92.

강민숙 심상준 채희정 2004 기능성소재로서의 클로렐라. 한국생물공학회지 19(1):1-11.

이명천 2007 클로렐라 섭취가 인체에 미치는 영향. 코칭능력개발지 9:31-40.

성윤미 조자래 오남순 김동청 인만진 2005 클로렐라를 첨가한 요구르트의 제조와 품질특성. 한국응용생명학회지 48(1):60-64.

(접수: 2013. 9. 3 수정: 2013. 9. 24, 채택: 2013. 9. 24)