

Yeast Culture(*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*)가 육계의 생산성, 소장내 미생물 균총 및 혈청 IgG 농도에 미치는 영향

박대영 · 남궁환 · 백인기

중앙대학교 산업과학대학 동물자원과학과

Effects of Supplementary Yeast Culture(*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*) on the Performance, Small Intestinal Microflora and Serum IgG Concentration in Broiler Chickens

D. Y. Park, H. Namkung and I. K. Paik

Department of Animal Science and Technology, College of Industrial Science, Chung-Ang University

ABSTRACT

A broiler experiment was conducted to investigate the effect of supplementing yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*) on the growth performance, small intestinal microflora and immune response in broiler chickens. One thousand hatched broiler chickens(Ross®) were assigned to 6 treatments: control (basal diet), CTC; chlorotetracycline 100ppm, YC-SC; yeast culture(*Saccharomyces cerevisiae*) 0.3%, YC-PP; yeast culture(*Pichia pastoris*) 0.3%, RPPC-0.1; refined *Pichia pastoris* culture 0.1%, RPPC-0.3; refined *Pichia pastoris* culture 0.3%. There were no significant differences in growth, feed intake, feed efficiency and mortality among the treatments. However, chickens fed diets with yeast cultures showed numerically higher weight gain than those fed the control diets. Supplementation of yeast cultures and CTC improved feed efficiency and decreased mortality compared to control.

Nutrient digestibilities were not affected by the dietary treatments. Total number of *Lactobacilli* in small intestine was higher while that of *Cl. perfringens* was lower with yeast culture treatments than control. Small intestine *E. coli* population of RPPC-0.3 treatment was significantly lower than that of the control. The serum IgG concentration tended to be higher in broilers fed yeast cultures than those fed the control and CTC diet. In conclusion, the supplementation of yeast culture products showed, although not significant but, numerical advantages in productivity and profile of microbial flora and serum IgG compared to the control and CTC supplementation.

(Key words : Yeast culture, *S. cerevisiae*, *Pichia pastoris*, Performance, Small intestinal microorganism, serum IgG, Broiler)

본 실험은 (주) 이지바이오시스템의 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

Corresponding author : In Kee Paik, Dept. of Animal Science and Technology, College of Industrial Science, Chung-Ang Univ. Ansong-Si, Kyonggi-Do 456-756, Korea ikpaik@cau.ac.kr

I. 서 론

가축의 성장과 사료효율을 개선하기 위해 항생제가 가장 널리 사용되어 왔으나 최근 항생제의 사용에 많은 문제점이 제기되고 있으며 특히 EU를 위시한 일부국가에서는 항생제를 급여한 가축의 고기수입을 규제하고 있어 항생제의 사용이 제한되고 있다. 따라서 항생제 대체제로써 효소제(enzymes), 생균제(probiotics), 효모제(yeast culture) 및 천연항균물질 등이 관심을 받고 있다.

이들중 yeast culture는 아미노산 조성이 우수하며 닭에 대한 아미노산 소화율이 98%로 매우 높다(Allen, 1991). Yeast는 Zn과 Fe을 이용율이 높은 유기태로 전환함으로써 이들 유기태 광물질공급원(Brenner, 1981)으로써 뿐만 아니라 비타민의 공급원으로서 가축의 영양과 장내 미생물의 성장에 좋은 조건을 만들어 준다(Wu, 1987). 효모의 세포벽은 β -glucans, α -mannans 등의 고단위 화합물로 되어 있는데 효모배양물에는 이 물질들을 분해하는 효소(protease, amylase)들이 분비된다(Lyons, 1986). Bradley 등(1994)은 효모배양물을 육계에 급여시 증체율과 사료효율을 개선시킨다고 하였으며 Kumar와 Dingle(1996)도 보리와 밀을 함유한 사료에 효모배양물을 첨가시 생산성을 개선시킨다고 하였다.

따라서 본 시험은 육계에 시판되는 yeast culture제재들(*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*)의 첨가 효과를 측정하기 위해 성장촉진제로 많이 사용되어온 항생제와 비교시험을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사양실험 및 설계

시험사료는 옥수수-대두박 위주사료로 에너

지 함량과 조단백질 함량이 전기(1~21일)에는 3,150 kcal ME/kg, 22%이고, 후기(22~35일)에는 3,200 kcal ME/kg, 19%가 되도록 하였다(Table 1). 본 시험에서 처리구는 control(T1), chlorotetracycline 100ppm(T2; CTC), yeast culture

Table 1. Formula and composition of experimental diets

Ingredients	Starter Finisher	
 %	
Corn	55.88	65.26
Soybean meal (44% CP)	31.52	23.10
Corn gluten meal	3.57	3.20
Animal fat	4.00	3.00
Tricalcium phosphate	1.70	1.38
Rapeseed meal	1.30	2.00
Fish meal	1.00	1.00
Limestone	0.38	0.48
Vitamin premix ¹	0.15	0.12
Mineral premix ²	0.10	0.08
Salt	0.20	0.20
Methionine hydroxy analogue	0.13	0.07
Choline chloride	0.07	0.08
Lysine-HCl	--	0.03
Calculated composition		
Crude protein (%)	22.0	19.0
Calcium (%)	0.95	0.85
Phosphorus (%)	0.80	0.71
Lysine (%)	1.18	0.99
Methionine (%)	0.51	0.42
Methionine + Cystine (%)	0.89	0.76

¹ Vitamin premix contains the followings per kg: vitamin A, 10,000,000 IU; vitamin D₃, 2,500,000 IU; vitamin E, 25,000mg; vitamin K₃, 1,700mg; vitamin B₁, 2,000mg; vitamin B₂, 5,000mg; vitamin B₆, 3,000mg; vitamin B₁₂, 16,000 μ g; Niacin, 34,000mg; Folic acid, 1,000mg; Biotin, 84,000 μ g; Pantoic acid, 9,000mg.

² Mineral premix contains the followings per kg: Zn, 75,000mg; Mn, 75,000mg; Fe, 75,000mg; Cu, 7,500mg; I, 1,650mg; Se, 450mg; S, 125,000mg.

(*Saccharomyces cerevisiae*) 0.3%(T3; YC-SC), yeast culture(*Pichia pastoris*) 0.3%(T4; YC-PP), 정제된 *Pichia pastoris* culture 0.1%(T5; RPPC-0.1) 또는 0.3%(T6; RPPC-0.3)로 하였다.

시험동물은 Ross 종 육계 1000수(암·수 각각 500수)를 20개의 floor pen (가로:2.0m, 세로:2.4m)에 50수(암·수 각각 25수)씩 T1, T2, T3와 T5는 3반복으로 T4와 T6은 4반복으로 배치하였다.

사양시험은 35일간 실시하였다. 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시켰으며 24시간 조명해주었고 매주 group 별로 체중과 사료섭취량을 측정하였다. 영양소 이용율을 측정하기 위하여 28일령에 처리당 4수씩 개체별 대사 cage에 수용하여 전분채취법으로 3일 동안 대사시험을 실시하였다.

2. 조사항목

(1) 장내 미생물수

사양시험 종료후 36일령에 각 처리당 평균체중과 비슷한 10수씩을 선발하여 소장하부를 각각 같은부위 10cm씩 일정하게 절개하여 모든 내용물을 수집하여 -75°C 에서 냉동 보관하였다. 장 내용물의 미생물균총 검사를 위해 채취된 腸 내용물 1g에 증류수 9ml를 첨가해 희석시킨 후 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 선

택배지 평판에 각각의 희석된 샘플을 1ml씩 접종시키고 혐기적(GasPak[®] System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., Cockeysville, MD 21030, USA)으로 혹은 호기적으로 배양하였다. 선택배지 및 배양조건은 Table 2와 같다. 배양 후 세균의 수는 각 plate의 colony-forming unit(cfu)로 계산후 \log_{10} 으로 환산하였다.

(2) 혈청 IgG

시험 종료후 36일령에 각 처리당 평균체중과 비슷한 10수를 선발하여 심장에서 10ml씩 채혈한 후 상온에서 약 2시간 방치하여 혈액을 응고시킨 다음, 4°C 에서 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 얻어진 혈청을 바로 -50°C 에 냉동 보관하였다.

혈청 IgG의 농도는 Mancini (1965)의 single radial immuno-diffusion test (RID test)법에 준하여 측정하였다.

① Agar gel plate의 제작

Barbital buffer 20ml와 증류수 80ml를 250ml 삼각 플라스크에 넣은 뒤 Agarose(Sigma, A-6887) 1.5g을 첨가하여 1.5% agar gel을 제조하였으며, 이를 50°C 로 유지시키면서 1.5% agar gel과 anti-IgG serum을 혼합하여 크기가 $10 \times 20\text{cm}$ 인 유리판에 두께가 1.5mm가 되도록 붓

Table 2. Media and culturing conditions

Selective media	Microorganisms	Incubation method	Incubation time (days)
MRS agar ¹	<i>Lactobacilli</i>	Aerobic condition	2
TSC agar ²	<i>Cl. perfringens</i>	GasPak [®] system	1
MacConkey agar ³	<i>E. coli</i>	Aerobic condition	1

¹ Lactobacilli selective agar (Difco, USA)

² Tryptose Sulfite Cycloserine ager (Scharlau, Ref-1-278)

³ *E. coli* selective agar (Difco, USA)

고, agar gel이 굳은 다음 직경이 2.5mm인 punching 기구를 사용하여 welling하여 agar gel plate를 제작하였다.

② 표준 농도곡선의 작성

Chicken IgG를 20, 10, 5, 2.5, 1.25 mg/ml로 희석하여 standard reference를 작성하였으며 측정시간은 10시간으로 하였다. 이 때 회귀방정식은 $Y = 0.56 + 0.044X - 0.001X^2$ 로 결정계수 (R^2)는 0.98이었다.

3. 통계분석

시험사료와 분의 일반 조성분 분석은 AOAC (1990) 방법에 준하여 실시하고, 시험에서 얻어

진 자료의 통계처리는 SAS(1995)의 GLM (General Linear Model) Procedure를 이용하여 분석하였고, 처리 평균간의 유의성은 Duncan's multiple range test($P < 0.05$)와 contrast로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

사양시험기간 동안의 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율 및 폐사율은 Table 3에 나타났다. 증체량은 처리간의 유의성은 없었으나 *Saccharomyces cerevisiae* 효모배양물인 YC-SC구의 증체량이 항생제 첨가구나 대조구에 비해 약 2~3%가 개선되었다. *Pichia pastoris*의 배양물인 YS-PP구의 증체량은 항생제구에 비해 개선의

Table 3. Body weight gain, feed intake, feed/gain and mortality of broiler chickens fed experimental diets for 5 week

Item	week	Treatments ¹						SEM
		Control	CTC	YC-SC	YC-PP	RPPP-0.1	RPPC-0.3	
Weight gain (g/bird)	0~3	652.8	656.9	661.9	627.6	677.4	664.9	9.86
	4~5	805.8	828.0	850.7	854.6	856.0	858.3	11.01
	0~5	1458.6	1484.9	1512.6	1482.2	1533.4	1523.2	14.92
Feed intake (g/bird)	0~3	1070.9	1066.5	1071.1	1018.5	1093.3	1065.5	22.69
	4~5	1745.6	1714.7	1751.8	1732.8	1746.7	1738.9	14.7
	0~5	2816.5	2781.2	2822.8	2751.3	2840.0	2804.4	34.7
Feed/gain (g/bird)	0~3	1.64	1.62	1.62	1.62	1.61	1.60	0.03
	4~5	2.17	2.07	2.06	2.03	2.04	0.03	0.03
	0~5	1.93	1.87	1.87	1.86	1.85	1.84	0.02
Mortality (%)	0~3	2.67	1.33	0.67	0.50	0.67	1.0	0.55
	4~5	0.69	0.67	1.33	0.51	0.67	0.0	0.51
	0~5	3.33	2.0	2.0	1.0	1.33	1.0	0.73

¹ CTC; chlorotetracycline 100ppm, YC-SC; Yeast culture(*Saccharomyces cerevisiae*) 0.3%, YC-PP; Yeast culture(*Pichia pastoris*) 0.3%, RPPC-0.1; refined *Pichia pastoris* culture 0.1%. RPPC-0.3; refined *Pichia pastoris* culture 0.3%.

효과가 없었으나 정제된 *Pichia pastoris*를 0.1% 과 0.3% 첨가한 구(RPPC-0.1과 RPPC-0.3)들의 증체량은 항생제첨가구나 정제하지 않은 *Pichia pastoris*의 배양물을 첨가한 구(YS-PP)보다 높은 경향을 보였다.

사료 섭취량은 처리간에 유의한 차이는 없었지만 YC-SC구의 사료섭취량은 항생제 첨가구보다 높으며 정제된 *Pichia pastoris*를 첨가한 구(RPPC-0.1과 RPPC-0.3)들의 사료섭취량이 정제하지 않은 *Pichia pastoris*의 배양물을 첨가한 구(YC-PP)보다 높은 경향이 있었다.

사료 요구율과 폐사율은 항생제와 효모제를 첨가한 구가 대조구보다 낮은 경향을 나타냈다.

영양소 이용율은 처리간에 유의한 차이는 없었지만 조지방 및 가용무질소물의 이용율은 control구가 낮은 경향이 있었으며 효모배양물이나 정제된 효모배양물을 첨가한 구보다 낮은 경향이 있었다(Table 4).

소장하부 내용물의 미생물 검사결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 효모배양물과 정제한 효모배양물 급여구에서 소장하부의 *Lactobacilli*

Table 4. Nutrients utilizability of the experimental diets

	Treatments ¹ (%)						SEM
	Control	CTC	YC-SC	YC-PP	RPPP-0.1	RPPC-0.3	
DM	74.8	75.8	75.5	76.8	75.8	76.5	0.81
Crude protein	68.7	67.5	70.8	71.9	67.4	68.8	3.13
Crude fat	77.7	80.4	79.3	81.5	80.8	81.1	1.84
Crude ash	35.8	32.5	30.7	34.2	31.3	34.0	2.66
NFE	81.0	83.0	82.0	82.5	83.2	83.5	0.98

¹ CTC; Chlorotetracycline 100ppm, YC-SC; Yeast culture(*Saccharomyces cerevisiae*) 0.3%, YC-PP; Yeast culture(*Pichia pastoris*) 0.3%, RPPC-0.1; refined *Pichia pastoris* culture 0.1%. RPPC-0.3; refined *Pichia pastoris* culture 0.3%.

Table 5. Microbial population in the lower small intestinal content of broiler chickens at 5 wk of age

	Treatments ¹ (cfu in log ₁₀ /g)						SEM
	Control	CTC	YC-SC	YC-PP	RPPP-0.1	RPPC-0.3	
<i>Lactobacilli</i>	7.83	8.16	8.09	8.20	8.22	8.31	0.20
<i>Cl. perfringens</i>	1.16	0.51	0.83	0.91	0.51	0.65	0.59
<i>E. Coli</i>	4.91*	4.98	4.51	5.06	4.33	3.30*	0.37
IgG(mg/ml serum)	7.22	7.81	9.31	8.94	9.07	9.09	0.806

¹ CTC; Chlorotetracycline 100ppm, YC-SC; Yeast culture(*Saccharomyces cerevisiae*) 0.3%, YC-PP; Yeast culture(*Pichia pastoris*) 0.3%, RPPC-0.1; refined *Pichia pastoris* culture 0.1%. RPPC-0.3; refined *Pichia pastoris* culture 0.3%.

* Contrast for control vs RPPC-0.3 P < 0.02.

수는 대조구보다 다소 높은 경향을 보였다. *Cl. perfringens*의 수는 CTC와 정제된 *Pichia pastoris* culture의 첨가에 의해 뚜렷이 저하되었다. *E. coli*의 수는 정제된 *Pichia pastoris* culture 처리구는 대조구에 비해 유의하게 ($P < 0.02$) 낮았다.

혈청 IgG 농도는 처리간에 유의한 차이는 없었으나 control구나 항생제구에 비해 효모배양물 급여구에서 높은 경향을 나타내었다.

이러한 결과로 효모배양물 첨가로 처리구간에 통계적인 차이는 없었으며 일관성은 없었지만 생산성은 대조구에 비하여 개선되는 경향을 보였고 항생제 처리구와 비슷하거나(YC-PP, YC-SC) 우수한 (RPPC-0.1과 RPPC-0.3) 결과를 나타냈다.

이러한 결과는 육계에 효모배양물을 첨가한 사료를 급여시 성장율에 있어 유의한 차이는 없지만 성장율이 개선되었다고 보고한 유 등(1991)의 결과 유사하다. 한편 Atherton과 Robbins(1987), 김과 김(1988), Shin 등(1990), Lim(1992) 등도 효모배양물을 급여시 증체량과 사료효율을 개선시킨다고 하였다. 이들 효모배양물의 처리구의 증체량 개선효과는 사료섭취량의 증가에 관계가 있는 것으로 보아 효모배양물이 사료의 풍미를 개선시키는 것으로 보인다. 항생제 급여구의 생산성은 대조구와 비교해 유의한 차이가 없었는데 이러한 원인은 본 실험의 조건이 양호하였기 때문으로 사료되며, 실험실하에서 실시되었으며 기초사료의 영양소 함량이 양호하여 처리구간에 큰 차이가 나타나지 않았던 것으로 사료된다. Bird (1969)는 기초사료가 양호할 때에는 항생제 첨가효과가 잘 나타나지 않는다고 하였다.

효모배양물을 급여시 소장내 *Lactobacilli*를 증가시키고 *Cl. perfringens*수 *E. coli*를 억제시키는 경향이 있었는데 Shin 등(1990)은 효모 배양물은 가금의 장내 유해 세균수를 감소시켜

장내 환경을 양호하게 해주므로써 육계의 증체량과 사료효율을 개선시켰다고 하였다. Rose (1980)는 효모가 산소에 대한 친화성이 강하기 때문에 장내의 산소를 제거하여 *E. coli* 등이 이용할 산소를 제거하여 혐기성균(*Lactobacilli*)의 증식을 돕는다고 하였다. 특히 RPPC-0.1과 RPPC-0.3에서 *Cl. perfringens*와 *E. coli*의 억제 효과가 컸는데 이는 *P. pastoris*가 형질전환에 의해 항균효과를 가진 lactoferrin을 생산분비하기 때문인 것으로 사료된다.

혈청 IgG 농도는 yeast culture 숲처리구가 무첨가구와 항생제 첨가구보다 높은 경향을 보여 yeast culture가 면역기능에 영향을 주는 것으로 사료된다.

결론적으로 효모제 첨가구에서 생산성, 소장내 미생물 균총과 혈청내 IgG가 유의한 차이는 없었으나 항생제 첨가구보다 다소 개선 효과가 있었으므로 성장촉진제로서 항생제를 대용하는 차원에서 중요한 의미가 있는 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 시험은 yeast culture제제들(*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*)의 첨가가 육계의 성장, 장내 미생물균총 및 혈청 IgG농도에 미치는 영향을 측정하기 위하여 기초사료(control)에 chlorotetracycline 100ppm(CTC), *Saccharomyces cerevisiae* 0.3%(YC-SC), *Pichia pastoris* 0.3%(YC-PP), 정제된 *Pichia pastoris* culture 0.1%(RPPC-0.1) 및 0.3%(RPPC-0.3)를 각각 첨가하였다. Ross 종 육계 1000수(암·수 각각 500수)를 20개의 floor pen에 50수(암·수 각 25수)씩 수용하여 control, CTC, YC-SC와 RPPC-0.1구는 3반복으로 YC-PP와 RPPC-0.3구는 4반복으로 배치하였다. 증체량은 처리간에 유의한 차이가 없었으나 대조구나 항생제첨가구에 비해 효모

배양물의 첨가구(YC-SC, RPPC-0.1 및 RPPC-0.3)에서 증체량이 약 4-5% 개선되는 효과가 있었다. 항생제와 효모배양물은 첨가한 구가 대조구에 비해 사료효율이 개선되며 폐사율이 감소하는 경향이 있었다. 영양소 이용율은 yeast culture 첨가에 의해 유의한 영향을 받지 않았다. 소장하부 내용물의 *Lactobacilli*의 수는 효모배양물의 첨가구(YC-SC, RPPC-0.1 및 RPPC-0.3)에서 대조구보다 다소 높은 경향을 보였고, *Cl. perfringens*의 수는 CTC와 정제된 *Pichia pastoris* culture의 첨가에 의해 뚜렷이 저하되었다. *E. coli*의 수는 정제된 *Pichia pastoris* 구들이 낮았는데 특히 RPPC-0.3가 대조구보다 유의하게($P < 0.02$) 낮았다. 혈청 IgG 농도는 처간에 유의한 차이는 없었으나 효모배양물의 첨가구들에서 control구나 항생제 첨구에서보다 높은 경향을 나타내었다. 결론적으로 본시험에 사용된 yeast culture제제는 생산성, 소장내 미생물 균총과 혈청 IgG에 있어서 유의한 차이는 없었으나 항생제(CTC)와 같거나 그 이상의 개선효과를 나타내었다.

(색인 : yeast culture, *S. cerevisiae*, *Pichia pastoris*, 생산성, 소장내 미생물, 혈청 IgG, 육계)

V. 인 용 문 헌

- Allen, R. M. D. 1991. Ingredient analysis table: 1991 edition. Feedstuffs. 63(29):29.
- Atherton, D. and Robins. S. 1987. Probiotics a European perspective. In: T. P. Lyons, (ED.). Biotechnology in the Feed Industry. pp.167. Alltech Technical Publications, Nicholasvill, Kentucky.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington. D. C.
- Bradley, G. L., Savage, T. F. and Timm, K. I. 1994. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. bouldarii on male poult performance and ileal morphology. Poultry Sci. 73:1766-1771.
- Brenner, M. 1981. Institute of Brewing. 87.
- Bird, H. R. 1969. Biological basis for the use of antibiotics in poultry feeds. Proc Symp NAS Washington DC USA.
- Kumar, A. and Dingle, J. 1996. Australian experience with yeast culture in broiler diets. Biotechnology in the Feed Industry. pp.189. Alltech Technical Publications, Nicholasvill, Kentucky.
- Lim, D. V. M. 1992. Effect of diet quality and Yea-Sacc1026 on performance of commercial layers. Biotechnology in the Feed Industry. Alltech Publ, Ky. Page 412.
- Lyons, P. 1986. Yeast: out of the black box. feed management. Vol. 37(10):8-14.
- Mancini, G., Carbonara, A. O. and Heremans, J. F. 1965. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. Immunochemistry 2:235.
- Rose, A. H. 1980. Recent reearch on industrially important strains of *Saccharomyces cerevisiae*. In : F. A. Skinner, S. M. Passmore and R. R. Davenport(Ed). Biology and activities of yeasts. The Society for Applied Bacteriology Symposium Series No. 9. pp. 103-121. Academic Press, London.
- Rose, A. H. 1987. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. pp:113-115.
- SAS. Institute, Inc., 1995. SAS Users Guide: Statistics. Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shin, H. T., Bae, I. D., Chung, K. W., Kim, Y. K., Shon, J. H. and Lee, S. K. 1990. Evaluation of live yeast culture as source of probiotics for broiler. 5th AAAP 3:1.
- Wu, J. F. 1987. The microbiologists function in developing action-specific microorganisms. Altech

technical publications. pp:181-197.

16. 김인호, 김춘수. 1988. 활성효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 부로일러의 육성성장에 미치는 영향. 한국가금학회지 15(4):277.
 17. 유종석, 남궁환, 백인기. 1991. 활성효모 및 효모 배양물의 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. 한국가금학회지 18(3):167-181.
 18. 신형태, 김기원. 1994. 활성제 첨가가 육계의 생산성 및 장내 미생물 균총에 미치는 영향. 한국가금학회지. 18:322.
- (접수일자 : 2002. 2. 25 / 채택일자 : 2002. 5. 22)