

活性酵母 및 酵母培養物の 添加가
肉鷄의 生産性에 미치는 影響
-肉鷄에 있어서 酵母製品의 添加效果-

유종석 · 남궁 환 · 백인기
中央大學校 産業大學 畜産學科
(1991. 9. 21 接受)

The Effects of Live Yeast and Yeast Culture Supplementation
on the Performance of Broiler Chickens
- Effects of Yeast Products on the Broiler Chickens -

J.S. Yoo, H. Namkung and I.K. Paik
Department of Animal Science, Chung-Ang University
(Received September 21, 1991)

SUMMARY

In order to study the effects of dietary yeast(*Saccharomyces cerevisiae*) products on the performance of broiler chickens, tow feeding trial using Arbor Acres strain were conducted. In experiment 1, 200 hatched male broiler chickens were divided into groups of 10 birds each and four groups were given each of the five dietary treatments: control, 0.25% yeast culture supplemented (YC-0.25%), 2.5% yeast culture supplemented(YC-2.5%), 0.05% live yeast supplemented(LY-0.05%) and 0.1% live yeast supplemented(LY-0.1%). In experiment 2, 240 hatched broiler chickens(120 birds in each sex) were assigned to 2×3(sex×feed) factorial design. Dietary treatments were control, 0.1% live yeast supplementation in finisher diet(LY-Finisher), and 0.1% live yeast supplementation in whole period(LY-Whole).

Results of experiment 1 showed that weight gain, feed intake and mortality were not significantly different among treatments. However, weight gain of YC-0.25% and LY-0.1% tended to be greater than other treatments after 3wks of age. Feed efficiency of LY-0.05% was poorer than those of control, YC-0.25% and LY-0.1%. Although nutrients availabilities were not significantly different among treatments, availabilities of Ca and P were greater in yeast products supplemented groups than in control group. The number of *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp. and yeast in small intestine tended to be greater in supplemented groups while that of *Coliforms* bacteria tended to be greater in control group. In experiment 2, there were significant effects of factors(feed and sex) and interaction on growth rate.

LY-Whole groups showed best weight gain in male while LY-Finisher groups did best in

female broiler chickens. Feed intake and mortality were significantly higher in male broiler chickens. Feed×sex interaction had a significant effect on feed efficiency. LY-Whole groups showed best feed efficiency in male while LY-Finisher did best in female broiler chickens. Availabilities of dry matter, Ca and P were higher in male than in female broiler chickens. Availabilities of Ca and P were higher in live yeast supplemented groups than in control groups. Live yeast supplemented groups tended to have greater number of *Lactobacillus* spp. and yeast in the small intestine and *Streptococcus* spp. in the small intestine and cecum, and lesser number of *Coliforms* bacteria in the small intestine. The pH of small intestinal contents tended to be higher in live yeast supplemented groups.

(Key words : live yeast, yeast culture, broiler, sex, performance)

I. 緒 論

家畜의 生産性 향상을 위하여 抗生劑가 널리 사용되어 왔으나 畜産物內의 殘留나 병원균의 내성 증가 등의 우려 때문에 抗生劑를 대체할 수 있는 성장 촉진제로써 생균제에 대한 관심이 점증하고 있다. 생균제의 일종으로 볼 수 있는 酵母製品으로는 活性酵母(active live yeast)와 酵母培養物(yeast culture)이 사료산업에서 이용되고 있다. 活性酵母는 통상적으로 製品 1g 당 酵母細胞(*Saccharomyces cerevisiae*)가 150억개 이상이며 活力이 살아 있도록 冷凍乾燥한 製品을 말한다.

酵母培養物에 대한 AAFCO(1986)의 정의는 “酵母와 酵母를 배양한 배지를 酵母의 발효능력이 보존되는 방법으로서 乾燥시킨 물질을 말하며 그 배지의 이름을 명시해야 한다”라고 되어 있다. Pepler(1982)에 의하면 yeast culture를 家畜飼料에 첨가하면 기호성이 향상되는데 이는 *Saccharomyces cerevisiae*가 核酸을 함유하며 배지에서 酵母 細胞成長中 放出된 核酸鹽과 글루타민산과 같은 것이 존재하기 때문인 것으로 알려져 있다.

Brenner(1981)에 의하면 酵母는 성장을 위해 Zn, Mg 과 같은 金屬 이온이 필요한데 배지에서 0.2~1.0ppm 의 Zn로 培養했을 때 yeast kg 당 40~100 ppm 의 Zn을 축적할 수 있다고 하였다. 이들 鑛物質은 chelate로 되어 있어 家畜에서 이용율이 높은 것으로 알려져 있다. Lyons(1986)에 의하면 酵母의 세포벽은 전체 무게의 약 30%를 차지하고 두께가

100~200 nm로서 β -glucans, α -mannans 등의 비교적 치밀한 물질로 되어 있으며 酵母培養物에는 이 물질들을 분해하는 데 필요한 여러 가지 酵素(protease, amylase 등)들이 배설되어 있다고 한다.

Thayer와 Jackson(1975)은 live yeast culture를 급여하면 家禽에 있어서 phytate phosphorous의 이용성이 개선되었다고 하였고, Chapple(1981)은 돼지와 家禽의 사료에 yeast culture를 첨가하면 사료효율과 鑛物質 이용이 증가한다고 보고하였다. 또한 yeast culture는 非反芻家畜에 있어서는 纖維素 消化와 鑛物質 이용을 촉진한다고 하였다(Glade와 Sist, 1989; Pagan, 1989).

김과 김(1988)은 육계사료에 活性酵母 첨가수준이 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4%로 첨가했을 때 0.1첨가구에서 증체량이 높았으며 사료효율도 개선되었다고 보고하였고, Krueger 등(1990)은 육계사료에 活性酵母를 사료 ton 당 454g, 908g으로 급여하였던 바 사료효율이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 유와 백(1990)은 活性酵母를 産卵鷄와 種鷄飼料에 0.05 또는 0.1% 첨가했을 때 産卵率과 孵化率이 개선된다고 보고하였다.

本 試驗에서는 活性酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)와 酵母培養物(yeast culture)을 肉鷄飼料에 첨가했을 때 肉鷄의 生産性에 미치는 影響과 活性酵母의 添加時期와 性이 肉鷄의 生産性과 腸內菌叢에 미치는 影響을 조사하기 위해 실시하였다.

4반복, 反覆當 10수씩 要因別로 배치하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗設計 및 試驗動物

實驗 1은 갓 부화한 broiler 숫병아리 (Arbor Acres種) 200수를 公試하여 對照區, yeast culture 첨가수준 0.25% (YC-0.25%) 및 2.5% (YC-2.5%), 그리고 活性酵母 첨가수준 0.05% (LY-0.05%) 및 0.1% (LY-0.1%)의 5처리에 4反覆으로 反覆當 10수씩 完全任意配置하였다.

實驗 2에서는 活性酵母를 0.1% 첨가하였는데 性別 (암, 수), 活性酵母 添加 方法 (無添加, 後期만 添加, 全期間 添加)의 2×3 要因實驗으로 갓 부화한 broiler 감별추 (Arbor Acres種) 240수로 6처리에

2. 試驗飼料

實驗 1과 2에 사용한 試驗飼料의 基本配合表는 Table 1과 같으며 活性 酵母는 Loveland Industries Inc. 製品인 Procreatin-7 (150억개 活性酵母 細胞/g)과 yeast culture는 Diamond V Mills, Inc. 製品을 處理에 다른 수준별로 添加하였다. 活性 酵母 및 yeast culture의 化學的 組成은 Table 2에서 보는 바와 같다.

3. 飼養試驗 및 代謝試驗

公試 병아리들은 2단 철제 battery에 수용하여 實驗 1은 6주, 實驗 2는 7주간 사양하였으며, 사양 기간동안 물과 사료를 자유섭취케 하였고 매주 group 별로 체중과 사료 섭취량을 측정하였다. 飼養試驗이

Table 1. Formula and composition of the experimental diet (Exp. 1 and 2)

Ingredients (%)	Starter		Ingredients (%)	Finisher		
	(1~3wks)	(4~7wks)		(1~3wks)	(4~7wks)	
Corn, yellow	56.71	65.47	Chemical composition ²			
SBM-44	34.24	25.35		ME (kcal/kg)	3,000.00	3,100.00
Fish meal-60	3.09	3.42		C. protein (%)	22.0	19.0
Animal fat	3.00	3.00		Lysine (%)	1.26	1.04
Calphos-18	1.63	1.54		Meth+Cys (%)	0.87	0.75
Limestone	0.51	0.48		Ca (%)	1.00	0.95
Methionine-45%	0.38	0.29		P (%)	0.77	0.72
Salt	0.24	0.25				
Broiler Premix ¹	0.20	0.20				
Total	100.00	100.00				

¹Premix provides following amount of micronutrients per kg diet: Vit. A 10,000IU, Vit. D₂ 2,000IU, Vit. E 8IU, Vit. K 1mg, Vit. B₁ 0.5mg, Vit. B₂ 5mg, Vit. B₆ 0.5mg, Vit. B₁₂ 0.01mg, Niacin 25mg, Ca-pantothenate 10mg, Folic acid 0.5mg, Choline 300mg, Ethoxyquin 1mg, I 0.6mg, Zn 50mg, Mn 55mg, Cu 4mg, Co 0.3mg ²Calculated values

Table 2. Chemical composition of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and yeast culture (%)

	Yeast			Yeast culture	
	Yeast	Yeast culture		Yeast	Yeast culture
Moisture	6.33	9.91	Crude ash	5.30	4.10
Crude protein	39.88	14.82	Ca	0.07	0.51
Crude fat	2.35	6.62	P	0.93	0.69
Crude fiber	0.19	5.59	Yeast, cfu/g	13×10 ⁹	3.15×10 ⁴

종료된 후 체중이 비슷한 병아리를 처리당 3수씩 대사 cage에 수용한 후 3일간의 예비기간을 거쳐 3일간 全糞採取法으로 代謝實驗을 실시하였다.

4. 腸 內容物의 微生物 檢査

實驗 1에서 장 내용물 중의 微生物 檢사는 1, 3, 5, 7주에 처리당 4수씩 희생시켜 小腸 下部의 腸 內容物을 採取하여 檢査하였으며, 實驗 2에서는 1, 3, 5, 7주에 처리당 2수씩 희생시켜 筋胃, 小腸 上, 下部, 盲腸의 4개 부위에서 내용물을 채취하여 檢査하였고, pH 측정은 腸 內容物의 sample을 採取하여 증류수로 10배 稀釋하여 실시하였다. 장 내용물 중의 生菌數 측정을 위한 배지 및 배양조건은 Table 3과 같다.

5. 化學成分 및 統計分析

試驗飼料과 糞의 一般成分 分析은 AOAC(1984)方法에 準하여 실시하였으며, 實驗 1에서 얻어진 결과는 分散分析을 실시하여 유의성이 인정되는 부분을

Duncan's multiple range test(Steel과 Torrie, 1980)로, 實驗 2는 要因分析 (Steel과 Torrie, 1980; SAS User's Guide, 1985)으로 처리간의 유의차를 검정하였다.

III. 實驗 結果

1. 實驗 1

實驗 1에서 얻어진 결과는 Table 4와 같고 주령별 증체량은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 6주간의 증체량에 있어서는 YC-0.25%가 2,077.3g으로 가장 높았고 그 다음으로는 LY-0.1%가 2,053.4g으로 대조구의 1,991.0g에 비해서 상대적으로 높은 경향이 있었으며 YC-2.5%는 1,984.5g, LY-0.05%는 1,988.7g으로 대조구보다 약간 낮은 경향이 있었으나 모든 처리간에는 유의차가 없었다. 사료섭취량에 있어서는 대조구에 비해서 다른 처리구들이 높았으나

Table 3. The selective media and culturing condition for the enumeration of microbial organisms (Exp. 1 and 2)

Microorganisms	Medium	Culturing condition
<i>Coliforms</i>	EMB agar	Pour plate, 32°C for 24hr
<i>Lactobacillus</i> spp.	Rogosa sl agar	Surface plate, 37°C for 48hr, anaerobically
<i>Streptococcus</i> spp.	KF Streptococcus agar	Surface plate, 37°C for 48hr
Yeast	Potato Dextrose agar	Surface plate, 37°C for 48hr

Table 4. Overall weight gain, feed intake, feed efficiency and mortality of broiler chickens fed for 6wks(Exp. 1)

Treatment	Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed efficiency*	Mortality (%)
Control	1991.0	3472.1	1.74 ^a	5.0
YC-0.25%	2077.3	3543.2	1.71 ^a	7.5
YC-2.5%	1984.5	3571.2	1.80 ^{ab}	7.5
LY-0.05%	1988.7	3711.6	1.87 ^b	0
LY-0.1%	2053.4	3564.5	1.74 ^a	7.5
SEM	33.6	63.4	0.03	3.5

YC : yeast culture, LY : live yeast, ^{a,b} : Means in the same column with different superscript differ (p < 0.05)

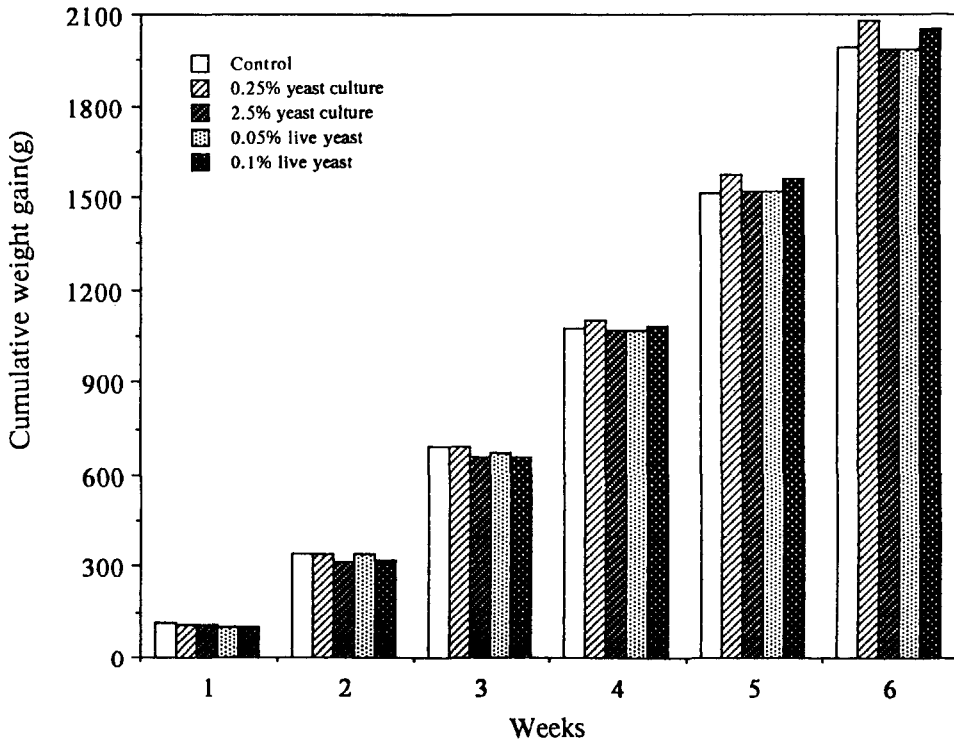


Fig. 1. Cumulative weight gain of male broiler chickens(Exp. 1)

Table 5. Nutrients availability of the experimental diets(Exp. 1)

Treatment	Dry metter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	N, F, E. (%)	Ca (%)	P (%)
Control	76.10	73.17	89.44	10.08	88.69	25.32	48.10
YC-0.25%	76.99	77.31	90.03	9.38	89.31	32.43	54.81
YC-2.5%	72.62	65.57	87.39	7.58	89.51	28.68	51.19
LY-0.05%	75.65	71.10	88.68	9.92	89.68	47.43	56.59
LY-0.1%	77.81	71.98	89.19	17.38	91.91	34.74	58.32
SEM	1.32	3.03	1.23	4.03	1.15	4.96	2.79

YC : yeast culture, LY : live yeast

유의차가 없었다. 사료효율은 LY-0.05%가 대조구, LY-0.25% 및 LY-0.1%에 비해서 유의하게 ($p < 0.05$) 떨어졌다. 사망율에서도 처리간에 유의차는 없었으나 LY-0.05%가 0%로 가장 낮았다.

實驗 1에서 급여한 시험사료의 영양소 이용율은 Table 5에서 보는 바와 같은데 처리간에 유의한 차이는 없었으나, 건물 이용율은 대조구에 비하여 LY

-0.1%와 YC-0.25%가 높은 반면 YC-2.5%와 LY-0.05%가 낮았다. Ca 과 P의 이용율은 活性 酵母나 yeast culture 첨가구들이 대조구에 비해서 높았으나 유의차는 나타나지 않았다.

實驗 1의 腸內菌叢數는 Table 6에서 보는 바와 같다. 대조구에 있어서 1주령의 균수가 3, 5, 7주령의 균수보다 높은 경향이 있었으나 다른 처리구들에서는

Table 6. The viable counts of microorganism in the small intestinal content of broiler chickens (cfu/g) (Exp. 1)

Species	Age, Wk	Treatments				
		Control	YC-0.25%	YC-2.5%	LY-0.05%	LY-0.1%
<i>Lactobacillus</i> spp.	1	3.25×10 ⁸	2.99×10 ⁸	9.15×10 ⁸	7.85×10 ⁷	1.05×10 ⁸
	3	3.33×10 ⁷	4.83×10 ⁸	7.20×10 ⁸	4.47×10 ⁷	5.43×10 ⁸
	5	1.54×10 ⁷	3.20×10 ⁷	2.60×10 ⁸	1.15×10 ⁸	1.20×10 ⁸
	7	2.50×10 ⁷	5.15×10 ⁸	8.38×10 ⁷	4.45×10 ⁷	4.09×10 ⁸
<i>Streptococcus</i> spp.	1	1.03×10 ⁷	5.20×10 ⁷	1.70×10 ⁸	7.38×10 ⁶	1.05×10 ⁷
	3	5.83×10 ⁶	8.47×10 ⁷	1.06×10 ⁸	7.07×10 ⁷	2.72×10 ⁸
	5	3.60×10 ⁶	9.60×10 ⁷	7.83×10 ⁶	4.20×10 ⁷	4.00×10 ⁷
<i>Coliforms</i>	1	1.23×10 ⁸	5.77×10 ⁷	5.30×10 ⁶	1.56×10 ⁷	1.04×10 ⁷
	3	1.06×10 ⁷	1.13×10 ⁷	4.33×10 ⁶	3.27×10 ⁶	3.77×10 ⁵
	5	6.20×10 ⁷	1.25×10 ⁸	5.50×10 ⁶	1.43×10 ⁷	1.20×10 ⁷
	7	2.30×10 ⁸	4.76×10 ⁷	6.56×10 ⁷	1.05×10 ⁸	5.16×10 ⁷
Yeast	1	3.00×10 ⁷	1.47×10 ⁸	2.33×10 ⁸	2.50×10 ⁷	1.23×10 ⁸
	3	3.67×10 ⁶	5.17×10 ⁷	3.90×10 ⁸	4.30×10 ⁸	5.60×10 ⁸
	5	3.23×10 ⁷	8.08×10 ⁷	2.00×10 ⁸	3.87×10 ⁷	2.15×10 ⁸
	7	1.16×10 ⁶	2.35×10 ⁸	2.36×10 ⁷	3.27×10 ⁷	2.05×10 ⁸

YC : yeast culture, LY : live yeast

일정한 경향이 없었다. 대체적으로 볼 때 *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp. 그리고 yeast의 수는 처리구들이 대조구에 비해 높은 경향을 보인 반면 *Coliforms*의 수는 낮은 경향을 나타내었다.

2. 實驗 2

實驗 2에서 얻어진 증체량, 사료섭취량, 사료효율 및 사망율에 대한 결과는 Table 7 및 8과 같으며 주령별 증체량은 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 증체량에 있어서 飼料 ($p < 0.05$), 性別 ($p < 0.01$), 飼料×性別 상호작용 ($p < 0.05$) 모두 유의한 영향을 미쳤는데 숫 브로일러는 암 브로일러보다 무거웠고 전체적으로 活性酵母 첨가구는 무첨가 대조구에 비해 무거웠다. 숫 브로일러에서는 活性酵母를 全期間 첨가한 구가 後期만 첨가한 구보다 증체량이 높았으나 암 브로일러에서는 後期만 첨가한 구가 제일 높았으며 全期間 첨가구는 대조구보다 낮았다.

사료섭취량에 있어서는 性別만 유의한 ($p < 0.01$) 영향이 있었는데 숫 브로일러가 암 브로일러보다 많았

다. 사료효율에 있어서는 主要因들간에 유의한 차이는 없었으나 飼料×性別 상호작용이 유의 ($p < 0.05$) 하였는데 숫 브로일러에 있어서는 全期間 첨가구가 제일 좋았으나 암 브로일러에 있어서는 後期만 첨가한 구가 가장 좋고 全期間 첨가구가 가장 나빴다. 사망율에 있어서는 암 브로일러가 숫 브로일러보다 유의하게 ($p < 0.05$) 낮았다.

實驗 2에서 급여한 시험사료의 영양소 이용율은 Table 9와 10에서 보는 바와 같은데 건물의 이용율은 性別에 의해 유의한 ($p < 0.05$) 영향을 받아 숫 브로일러의 영양소 이용율이 암 브로일러보다 높았다. 그러나 飼料別 영향 또는 두 요인간의 상호작용은 유의하지 않았다. 칼슘의 이용율은 飼料 및 性別 ($p < 0.05$)에 의해 유의한 영향을 받았다. 전체적으로 活性酵母첨가구들이 대조구에 비해 칼슘 이용율이 높았으나 암 브로일러에 있어서는 全期間 첨가구가 가장 낮고 後期 첨가구가 가장 높았다. 숫 브로일러들은 암 브로일러보다 칼슘 이용율이 높았다. 磷의 이용율도

Table 7. Overall weight gain, feed intake, feed efficiency and mortality of broiler chickens fed for 7 wks(Exp. 2)

Supplementation	Sex		Mean
	Male	Female	
	Weight gain, g per bird		
Control	2283.1	2128.0	2205.6
LY-Finisher ¹	2314.5	2163.0	2238.6
LY-Whole ²	2381.6	2090.8	2236.2
Mean	2326.4	2127.3	2226.9
	Feed intake, g per bird		
Control	4450.3	4108.0	4329.1
LY-Finisher	4389.2	4134.8	4262.0
LY-Whole	4441.2	4120.8	4281.0
Mean	4460.2	4121.2	4190.1
	Feed efficiency, per bird		
Control	1.99	1.93	1.96
LY-Finisher	1.90	1.91	1.91
LY-Whole	1.87	1.97	1.92
Mean	1.92	1.94	1.93
	Mortality, %		
Control	17.5	10.0	13.8
LY-Finisher	12.5	2.5	7.5
LY-Whole	15.0	5.0	10.0
Mean	15.0	5.8	10.4

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only

²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet

Table 8. Treatment effects and interaction on weight gain, feed intake, feed efficiency and mortality, F-value(Exp. 2)

Source	Weight gain	Feed intake	Feed efficiency	Mortality
Feed (A)	5.56*	0.54	2.05	0.78
Sex (B)	482.48**	38.60**	0.56	4.99
A×B	25.60**	1.02	4.25*	0.04

*p<0.05 **p<0.01

飼料(p<0.05) 및 性別(p<0.01)에 의해 유의한 영향을 받았는데 칼슘의 이용율과 비슷한 경향을 나타내었다.

소화 장기 4개 부위에 있어서 장내용물의 균총수와

pH를 조사한 결과를 Table 11, 12, 13, 14 및 15에 요약하였다.

Table 11에서 *Lactobacillus* spp.수를 보면 성별, 사료별, 주령별로 유의한 차이나 일정한 경향을 나타

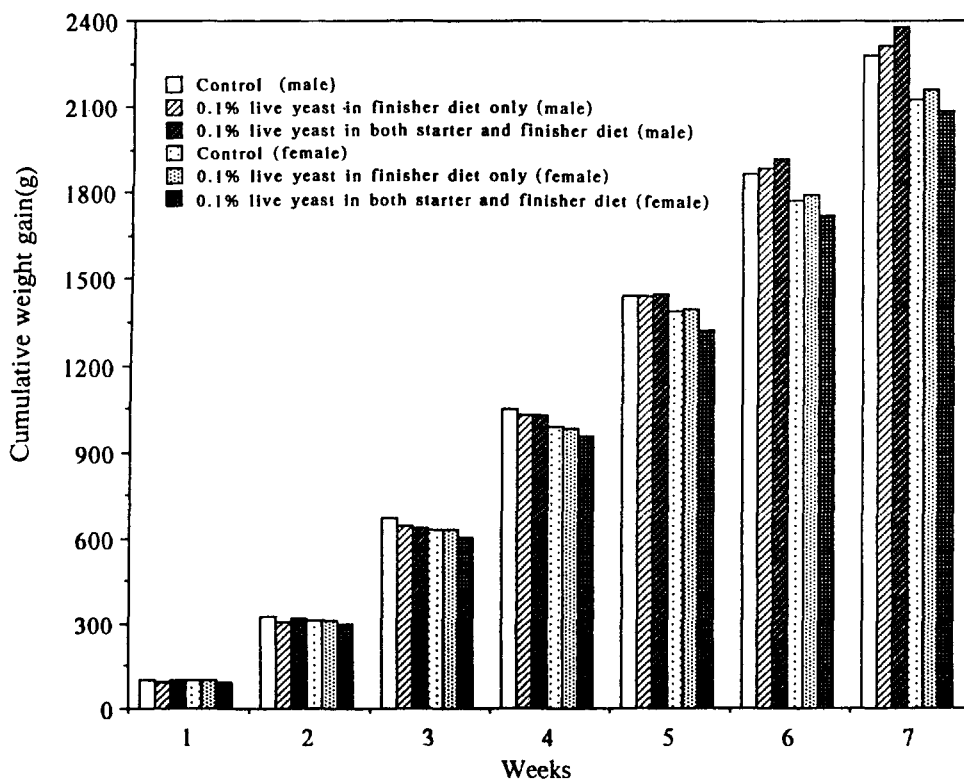


Fig. 2. Cumulative weight gain of male broiler chickens(Exp. 2)

Table 9. Nutrients availability of the experimental diets(Exp. 2)

Supplementation	Sex		Mean
	Male	Female	
Dry matter, %			
Control	74.84	75.46	75.15
LY-Finisher ¹	78.40	75.70	77.05
LY-Whole ²	80.27	66.00	73.13
Mean	77.84	72.39	75.11
Crude protein, %			
Control	52.63	57.30	54.97
LY-Finisher	60.40	52.97	56.68
LY-Whole	63.73	50.27	57.00
Mean	58.92	53.51	56.22
Crude fat, %			

Table 9. Continued

Supplementation	Sex		Mean
	Male	Female	
Control	92.93	95.13	94.03
LY-Finisher ¹	94.60	92.83	93.72
LY-Whole	93.23	92.73	92.98
Mean	93.59	93.57	93.58
	Crude fiber, %		
Control	16.11	18.47	17.29
LY-Finisher	20.65	20.31	20.48
LY-Whole	23.48	18.49	20.98
Mean	20.08	19.09	19.57
	N.F.E., %		
Control	90.68	89.50	90.09
LY-Finisher	91.03	91.87	91.45
LY-Whole	91.93	87.65	89.79
Mean	91.21	89.67	90.44
	Calcium, %		
Control	33.43	25.32	29.38
LY-Finisher	51.65	44.99	48.32
LY-Whole	53.29	19.77	36.53
Mean	46.13	30.03	38.08
	Phosphorous, %		
Control	31.94	26.41	29.18
LY-Finisher	51.03	41.27	46.15
LY-Whole	55.85	32.29	44.07
Mean	46.27	33.32	39.80

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet**Table 10.** Treatment effects and interaction on nutrients availability, F-value(Exp. 2)

Source	DM	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	N.F.E.	Ca	P
Feed(A)	0.85	0.10	0.53	2.43	0.78	5.44*	3.95*
Sex(B)	4.95*	1.84	0.00	0.45	1.78	11.55***	5.81*
A×B	3.39	1.79	1.87	2.10	1.66	3.39	1.02

*p<0.05 **p<0.01

Table 11. The viable counts of *Lactobacillus* spp. in contents of intestinal organs(cfu/g) (Exp. 2)

	Age, Wk	Male			Female		
		Control	LY-	LY-	Control	LY-	LY-
			Finisher ¹	Whole ²		Finisher ¹	Whole ²
Gizzard	1	4.01×10 ⁴		3.46×10 ³	3.59×10 ³		4.00×10 ⁴
	3	5.50×10 ⁴		8.60×10 ⁴	2.35×10 ⁴		3.12×10 ⁴
	5	3.14×10 ³	4.18×10 ³	6.78×10 ³	6.05×10 ³	8.13×10 ³	2.13×10 ⁴
	7	3.18×10 ⁴	1.86×10 ³	5.79×10 ⁴	3.15×10 ³	2.88×10 ⁴	1.19×10 ³
	Average	3.25×10 ⁴	3.02×10 ³	3.85×10 ⁴	9.07×10 ³	1.85×10 ⁴	2.34×10 ⁴
Upper small intestine	1	7.00×10 ⁶		3.90×10 ⁷	4.00×10 ⁸		9.50×10 ⁷
	3	2.50×10 ⁷		3.12×10 ⁷	2.85×10 ⁸		8.00×10 ⁷
	5	3.13×10 ⁷	4.11×10 ⁷	7.68×10 ⁷	8.94×10 ⁷	1.05×10 ⁸	4.12×10 ⁸
	7	4.00×10 ⁷	2.19×10 ⁸	1.00×10 ⁸	4.14×10 ⁷	1.06×10 ⁸	3.34×10 ⁸
	Average	2.58×10 ⁷	1.30×10 ⁸	6.18×10 ⁷	2.04×10 ⁸	1.06×10 ⁸	2.30×10 ⁸
Lower small intestine	1	1.25×10 ⁷		5.35×10 ⁷	3.60×10 ⁹		4.50×10 ⁸
	3	5.50×10 ⁷		5.00×10 ⁷	1.00×10 ⁷		8.00×10 ⁷
	5	8.76×10 ⁷	3.34×10 ⁸	5.98×10 ⁷	3.19×10 ⁷	9.15×10 ⁸	3.10×10 ⁸
	7	6.86×10 ⁶	7.69×10 ⁷	7.06×10 ⁸	3.14×10 ⁷	2.64×10 ⁸	6.64×10 ⁷
	Average	4.05×10 ⁷	2.06×10 ⁸	2.17×10 ⁸	9.18×10 ⁸	5.90×10 ⁸	2.27×10 ⁸
Cecum	1	8.20×10 ⁸		3.20×10 ⁸	2.50×10 ⁹		1.65×10 ⁹
	3	7.65×10 ⁷		7.86×10 ⁷	8.74×10 ⁸		1.60×10 ⁹
	5	8.94×10 ⁷	4.19×10 ⁷	8.15×10 ⁷	7.96×10 ⁷	1.18×10 ⁸	1.18×10 ⁸
	7	2.25×10 ⁷	3.19×10 ⁸	5.54×10 ⁸	3.39×10 ⁸	8.04×10 ⁸	5.16×10 ⁸
	Average	2.52×10 ⁸	1.81×10 ⁸	2.59×10 ⁸	9.48×10 ⁸	4.61×10 ⁸	9.71×10 ⁸

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only

²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet

Table 12. The viable counts of *Streptococcus* spp. in contents of intestinal organs(cfu/g) (Exp. 2)

	Age, Wk	Male			Female		
		Control	LY-	LY-	Control	LY-	LY-
			Finisher ¹	Whole ²		Finisher ¹	Whole ²
Gizzard	1	5.16×10 ³		2.12×10 ³	3.89×10 ³		6.12×10 ³
	3	3.00×10 ³		1.00×10 ³	1.70×10 ⁴		2.12×10 ⁴
	5	5.13×10 ³	4.13×10 ³	8.15×10 ³	2.50×10 ⁴	4.19×10 ³	6.57×10 ³
	7	2.19×10 ⁴	3.00×10 ³	1.86×10 ³	3.98×10 ³	1.16×10 ⁴	4.18×10 ⁴
	Average	8.91×10 ³	3.57×10 ³	3.28×10 ³	1.25×10 ⁴	7.90×10 ³	1.89×10 ⁴
Upper small intestine	1	2.50×10 ⁶		3.70×10 ⁷	3.05×10 ⁸		1.30×10 ⁸
	3	3.24×10 ⁷		4.21×10 ⁷	2.15×10 ⁷		2.32×10 ⁸
	5	4.13×10 ⁷	7.63×10 ⁷	3.89×10 ⁸	3.19×10 ⁷	2.16×10 ⁸	3.05×10 ⁸
	7	2.05×10 ⁷	4.08×10 ⁸	3.86×10 ⁸	6.76×10 ⁷	2.16×10 ⁸	3.19×10 ⁸
	Average	2.42×10 ⁷	2.42×10 ⁸	2.14×10 ⁸	1.07×10 ⁸	2.16×10 ⁸	2.47×10 ⁸

Table 12. Continued

	Age, Wk	Male			Female		
		Control	LY-	LY-	Control	LY-	LY-
			Finisher ¹	Whole ²		Finisher ¹	Whole ²
Lower small intestine	1	1.30×10 ⁶		4.40×10 ⁷	3.05×10 ⁹		4.95×10 ⁸
	3	5.76×10 ⁶		4.86×10 ⁷	2.74×10 ⁸		3.36×10 ⁸
	5	4.94×10 ⁶	5.13×10 ⁷	4.21×10 ⁷	8.16×10 ⁷	4.12×10 ⁸	1.18×10 ⁸
	7	1.18×10 ⁷	1.14×10 ⁸	6.96×10 ⁷	3.00×10 ⁸	5.11×10 ⁸	4.14×10 ⁸
	Average	5.95×10 ⁶	8.27×10 ⁷	5.11×10 ⁷	9.27×10 ⁸	4.62×10 ⁸	3.41×10 ⁸
Cecum	1	6.00×10 ⁸		2.60×10 ⁸	1.03×10 ⁹		1.86×10 ⁹
	3	2.00×10 ⁷		2.16×10 ⁸	7.00×10 ⁷		8.35×10 ⁷
	5	3.12×10 ⁷	2.14×10 ⁸	5.13×10 ⁸	5.14×10 ⁷	5.18×10 ⁸	1.25×10 ⁷
	7	8.00×10 ⁷	4.14×10 ⁸	1.96×10 ⁸	6.84×10 ⁷	3.14×10 ⁸	7.76×10 ⁸
	Average	1.83×10 ⁸	3.14×10 ⁸	2.96×10 ⁸	3.05×10 ⁸	4.16×10 ⁸	6.83×10 ⁸

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only

²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet

Table 13. The viable counts of *Coliforms* spp. in contents of intestinal organs(cfu/g) (Exp. 2)

	Age, Wk	Male			Female		
		Control	LY-	LY-	Control	LY-	LY-
			Finisher ¹	Whole ²		Finisher ¹	Whole ²
Gizzard	1	3.05×10 ³		3.86×10 ³	2.96×10 ⁴		3.83×10 ⁴
	3	1.05×10 ⁴		9.00×10 ³	1.90×10 ⁴		5.00×10 ³
	5	2.35×10 ⁴	3.96×10 ³	4.15×10 ³	7.86×10 ³	5.96×10 ³	7.13×10 ³
	7	3.08×10 ³	2.93×10 ³	1.89×10 ³	2.86×10 ⁴	2.86×10 ³	4.84×10 ³
	Average	1.00×10 ⁴	3.45×10 ³	4.73×10 ³	2.13×10 ⁴	4.41×10 ³	1.38×10 ⁴
Upper small intestine	1	2.50×10 ⁶		3.00×10 ⁶	4.25×10 ⁸		1.30×10 ⁸
	3	2.00×10 ⁷		1.00×10 ⁷	4.30×10 ⁷		1.00×10 ⁸
	5	2.89×10 ⁷	3.56×10 ⁷	1.89×10 ⁷	3.15×10 ⁷	4.08×10 ⁷	3.15×10 ⁷
	7	3.19×10 ⁸	8.94×10 ⁷	4.15×10 ⁷	5.56×10 ⁷	7.86×10 ⁷	1.89×10 ⁷
	Average	9.26×10 ⁷	6.25×10 ⁷	1.84×10 ⁷	1.39×10 ⁸	5.97×10 ⁷	7.01×10 ⁷
Lower small intestine	1	2.76×10 ⁸		1.85×10 ⁸	2.10×10 ⁹		2.90×10 ⁸
	3	2.45×10 ⁸		3.00×10 ⁷	6.50×10 ⁹		1.15×10 ⁸
	5	3.12×10 ⁸	1.89×10 ⁸	4.15×10 ⁷	7.19×10 ⁸	6.76×10 ⁷	8.18×10 ⁸
	7	8.14×10 ⁷	9.14×10 ⁷	1.94×10 ⁸	4.88×10 ⁷	6.45×10 ⁶	3.25×10 ⁷
	Average	2.29×10 ⁸	1.40×10 ⁸	1.13×10 ⁸	2.34×10 ⁹	3.70×10 ⁷	2.85×10 ⁸
Cecum	1	4.10×10 ⁸		3.28×10 ⁸	5.50×10 ⁸		1.30×10 ⁹
	3	4.30×10 ⁷		4.83×10 ⁷	1.85×10 ⁹		1.00×10 ⁹
	5	7.11×10 ⁷	2.12×10 ⁸	3.19×10 ⁷	6.18×10 ⁸	1.13×10 ⁸	7.38×10 ⁸
	7	2.18×10 ⁸	3.28×10 ⁸	7.06×10 ⁸	3.44×10 ⁸	5.55×10 ⁸	6.56×10 ⁷
	Average	1.86×10 ⁸	1.65×10 ⁸	1.20×10 ⁸	8.41×10 ⁸	3.34×10 ⁸	7.76×10 ⁸

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only

²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet

내지 않았다. 그러나 근위의 *Lactobacillus* spp.의 수는 $10^3 \sim 10^4$ 으로 소장이나 맹장의 $10^7 \sim 10^8$ 에 비하여 약 만분의 1 수준으로 낮았으며 5주 및 7주령에서 소장 상·하부의 *Lactobacillus* spp.수는 活性酵母 첨가구들이 대조구에 비하여 높은 경향을 보여주었다.

Table 12에서 *Streptococcus* spp.의 수를 보면 근위에서는 $10^3 \sim 10^4$ 으로 소장이나 맹장의 $10^7 \sim 10^8$ 보다 약 만분의 1 수준으로 낮았으며 5주 및 7주령에서 소장 및 맹장의 *Streptococcus* spp.수는 活性酵母 첨가구들이 대조구에 비하여 높은 경향을 보여주었다.

Table 13에서 *Coliforms* 세균수를 보면 근위에서는 $10^3 \sim 10^4$ 이었으나 소장 및 맹장에서 $10^7 \sim 10^8$ 으로 큰 차이가 있었으며 소장 상·하부에서는 活性酵母

첨가구들이 대조구에 비하여 낮은 경향을 나타내었다.

Table 14에서 酵母數를 보면 근위에서는 $10^3 \sim 10^4$ 이었고 소장 및 맹장에서는 $10^6 \sim 10^8$ 으로 큰 차이가 있었다. 소장 상·하부에 있어서 活性酵母 첨가구들은 대조구에 비하여 酵母數가 많은 경향을 보여주었다.

Table 15에서 장내용물의 pH를 보면 근위에서는 pH 4 전후이고 소장 하부로 내려갈수록 pH 7이상으로 증가하였으며 맹장의 pH는 pH 6.12~7.00으로 다시 약간 감소하였다. 소장에서는 활성효모 첨가구들이 대조구에 비하여 pH가 높은 경향이 있었고 숯 브로일러가 암 브로일러보다 약간 높은 경향이 있었다.

Table 14. The viable counts of yeast in contents of intestinal organs(cfu/g) (Exp. 2)

	Age, Wk	Male			Female		
		Control	LY-Finisher ¹	LY-Whole ²	Control	LY-Finisher ¹	LY-Whole ²
Gizzard	1	4.36×10^4		4.61×10^4	6.23×10^3		7.20×10^3
	3	3.75×10^4		2.00×10^4	2.50×10^4		1.00×10^4
	5	4.36×10^4	5.78×10^3	3.86×10^3	2.15×10^4	9.12×10^3	1.15×10^4
	7	6.96×10^3	1.18×10^4	7.18×10^3	1.15×10^4	3.00×10^4	2.05×10^4
	Average	3.29×10^4	8.79×10^3	1.93×10^4	1.61×10^4	1.96×10^4	1.23×10^4
Upper small intestine	1	3.60×10^7		7.00×10^8	1.65×10^8		6.90×10^7
	3	3.85×10^6		4.00×10^6	1.00×10^6		1.10×10^6
	5	3.18×10^6	6.89×10^7	7.14×10^7	1.15×10^7	4.14×10^7	5.86×10^7
	7	9.06×10^6	3.68×10^7	1.13×10^7	2.25×10^7	1.36×10^8	3.66×10^7
	Average	1.30×10^7	5.29×10^7	1.97×10^8	5.00×10^6	8.87×10^7	4.13×10^7
Lower small intestine	1	3.75×10^7		7.75×10^7	1.30×10^9		1.15×10^8
	3	3.19×10^7		8.10×10^8	6.00×10^6		1.15×10^7
	5	3.13×10^8	4.96×10^8	6.56×10^8	2.96×10^7	3.19×10^8	3.96×10^7
	7	3.14×10^6	6.19×10^8	7.04×10^8	4.09×10^7	8.08×10^7	4.19×10^7
	Average	9.64×10^7	5.58×10^8	5.62×10^8	3.44×10^8	2.00×10^8	5.20×10^7
Cecum	1	9.20×10^8		1.11×10^9	5.05×10^8		7.00×10^8
	3	1.40×10^8		3.30×10^8	8.25×10^8		1.46×10^8
	5	4.15×10^8	3.86×10^8	7.63×10^8	4.25×10^8	8.19×10^8	6.78×10^8
	7	3.19×10^8	6.00×10^8	6.86×10^8	7.74×10^7	7.64×10^8	2.06×10^8
	Average	4.49×10^8	4.93×10^8	7.22×10^8	4.58×10^8	7.92×10^8	7.61×10^8

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only

²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet

Table 15. pH of contents of intestinal organs(Exp. 2)

	Age, Wk	Male			Female		
		Control	LY-	LY-	Control	LY-	LY-
			Finisher ¹	Whole ²		Finisher ¹	Whole ²
Gizzard	1	3.86		3.93	3.49		3.39
	3	4.51		3.78	4.17		3.63
	5	4.25	4.01	4.12	4.31	3.89	3.99
	7	4.08	4.38	4.46	3.96	4.15	4.07
	Average	4.18	4.20	4.07	3.98	4.02	3.77
Upper small intestine	1	6.05		7.00	6.42		6.35
	3	7.26		6.83	6.38		6.56
	5	6.65	6.81	6.98	6.67	6.86	7.08
	7	7.10	7.31	7.12	6.76	7.10	7.28
	Average	6.77	7.06	6.98	6.56	6.98	6.82
Lower small intestine	1	6.77		7.74	6.66		6.87
	3	7.19		8.14	7.19		7.92
	5	7.42	7.60	7.05	7.31	7.33	7.17
	7	7.25	7.70	7.68	6.96	7.70	7.36
	Average	7.16	7.65	7.65	7.03	7.52	7.33
Cecum	1	6.70		6.00	6.59		6.30
	3	5.60		5.47	6.25		7.12
	5	6.31	6.13	6.20	6.40	6.56	7.31
	7	6.80	6.85	6.80	6.73	7.43	6.95
	Average	6.35	6.49	6.12	6.49	7.00	6.92

¹Supplemented with 0.1% live yeast in finisher diet only

²Supplemented with 0.1% live yeast in both starter and finisher diet

IV. 考 察

實驗 1의 결과에 의하면 肉鷄(♂)에 있어서는 3주령까지는 yeast culture 나 live yeast의 급여가 성장율에 영향을 못미치거나 약간 억제하는 경향이 있었으며 4주 이후에는 첨가수준에 따라 증체량을 증가시켰다. 이러한 결과는 live yeast로 실시한 產卵鷄實驗(유와 백, 1990)에서 보여준 生産性 效果와는 달리 肉鷄에서는 약 3주간의 적응기간이 필요한 것으로 보이며 yeast culture 2.5%첨가는 과도하고 live yeast 0.05%는 과소하여 yeast 製品의 사용수준을 적절히 선택해야 한다는 것을 시사한다.

Live yeast를 0.1%사용한 實驗 2의 결과는 實驗

1의 결과와 유사하여 적응기간이 필요하다는 앞의 가설을 뒷받침해 주는데 性別間에는 반응에 차이가 있고 飼料와 상호작용이 있어 肉鷄는 全期間, 암 肉鷄는 後期에만 첨가하는 것이 증체율에 있어서나 사료효율면에 있어서 가장 바람직하였다. 이러한 결과는 특히 肉鷄를 암, 수 구별하여 飼育할 경우 酵母製品을 첨가하는 시기를 결정하는데 참고하여야 할 것이다.

酵母製品의 첨가는 영양소의 이용율을 개선시키는 경향이 있었는데 특히 Ca 과 P의 이용율을 크게 향상시켜 酵母製品의 첨가로 인한 生産性 향상효과는 주로 영양소 이용율의 증가에 인한 것으로 보여진다. 이러한 결과는 酵母製品을 사용함으로써 外生 消化酵素가 영양소 이용율을 높이고(Lyons, 1986),

phytate P의 이용율을 개선하였다는 Thayer와 Jackson(1975), 광물질 이용율을 증가시켰다는 Chapple(1981)과 Pagan (1989)의 보고와 일치한다. 腸內 微生物의 검사결과는 전체적으로 볼 때 酵母製品的 첨가구는 대조구에 비해 *Lactobacillus* spp.와 *Streptococcus* spp. 및 yeast의 수는 많고 *Coliforms*의 수는 적은 경향이 있었다.

Rose(1980)에 의하면 *Saccharomyces cerevisiae*는 산소에 대한 친화성이 강하기 때문에 장내의 산소를 제거하여 嫌氣性 細菌의 증식을 도운다고 하였다. 따라서 嫌氣性 細菌인 *Lactobacillus* spp.가 이러한 영향을 받아 증식하였고 결과적으로 *Streptococcus* spp.와 *Coliforms*수에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

Cartwright 등(1986)은 酵母세포벽은 여러가지 물질을 흡착하는 능력이 있어 pH 완충제 역할을 한다고 하였는데 本 試驗의 결과 酵母의 첨가로 인하여 小腸 內容物의 pH가 증가하는 것과 연관이 있는 것으로 보여진다.

實驗結果를 종합적으로 고찰해 보면 酵母製品 특히 活性酵母를 肉鷄飼料에 0.1%수준에서 사용하면 生産性이 향상되는데 이러한 결과는 주로 영양소 특히 광물질 이용율의 개선에 따른 것으로 보이며 腸內 微生物 菌叢과 pH의 변화도 영향을 미친 것으로 보인다. 특히 肉鷄에서는 添加酵母에 대한 3주 정도의 적응기간이 필요하며 性別에 따라 반응이 다르기 때문에 숫 肉鷄는 全期間, 암 肉鷄에 있어서는 後期飼料에만 첨가하는 것이 바람직하다고 사료된다.

IV. 摘 要

酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)제품의 添加가 肉鷄의 生産성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Arbor Acres種으로 2차에 걸친 飼養試驗을 실시하였다.

實驗 1은 肉鷄 숫 병아리 200수를 무첨가 대조구, yeast culture 0.25%구(YC-0.25%) 및 2.5%구(YC-2.5%), 活性酵母 0.05%구(LY-0.05%) 및 0.1%구(LY-0.1%)의 5처리에 4반복으로 반복당 10수씩 battery에 完全任意配置하여 6주간의 사양시험

을 실시하였다.

實驗 2는 肉鷄 감별주 암, 수 각 120수씩을 性別로 무첨가대조구, 後期(4~6주)에만 0.1% 활성효모첨가구 그리고 全期間 0.1% 활성효모첨가구를 2×3 要因 배치하고 각 처리당 4반복, 반복당 10수씩 公試하여 7주간 사양하였다. 실험 1의 결과는 증체율과 사료섭취량 및 폐사율에 있어서 처리간에 유의한 차이가 없었으나 YC-0.25%와 LY-0.1%가 대조구나 他 處理區에 비해 3주 이후부터 증체율이 높아지는 경향이 있었다. 사료효율은 LY-0.05%가 대조구, YC-0.25% 및 LY-0.1%에 비해 유의하게 낮았다. 영양소 이용율은 처리간에 유의한 차이가 없었으나 Ca 및 P의 이용율은 첨가구들이 대조구에 비하여 높은 경향을 보여주었다. 小腸內의 미생물총군은 *Lactobacilli* spp., *Streptococcus* spp. 그리고 yeast 수는 첨가구들에서 높고 *Coliforms* 세균수는 대조구에서 높은 경향을 보였다.

실험 2의 결과는 飼料, 性別, 飼料×性別 相互作用이 증체량에 모두 유의한 영향을 미쳤는데 특히 숫 肉鷄에서는 活性酵母를 全期間 첨가한 구가 증체량이 가장 높은 반면 암 肉鷄에서는 後期만 첨가한 구가 가장 높았다. 사료섭취량과 폐사율은 숫 肉鷄가 유의하게 높았으며 사료효율은 飼料×性別 相互作用이 유의하여 숫 肉鷄에서는 活性효모 全期間 첨가구가 그리고 암 肉鷄에서는 後期만 첨가한 구가 가장 높았다.

영양소 이용율에 있어서 숫 肉鷄는 암 肉鷄보다 乾物, Ca 및 P의 이용율이 유의하게 높았고 活性효모 첨가구들은 Ca 및 P의 이용율이 대조구에 비하여 유의하게 높았다. 筋胃, 小腸 上, 下部 및 盲腸의 세균수를 조사한 결과 *Lactobacillus* spp.와 yeast는 소장 상, 하부 그리고 *Streptococcus* spp.는 소장과 맹장에서 활성효모첨가구가 대조구에 비하여 높은 경향이 있었으며 *Coliforms* 세균수는 소장 상, 하부에서 대조구가 첨가구보다 높은 경향이 있었다. 또한 소장의 pH는 활성효모첨가구들이 대조구에 비하여 높은 경향이 있었다.

(색인: 활성효모, 효모배양물, 육계, 성별, 생산성)

V. 引用文獻

1. A.O.C. 1984. Official Method of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
2. AAFCO. 1986. Official Publication of the Association of American Feed Control Officials Incorporated.
3. Brenner, M. 1981. Institute of Brewing, 87.
4. Cartwright, C.P., J.R. Juroszek, M.J. Beavan, F.M.S. Ruby, S.M.F. de Moris and A.H. Rose. 1986. Ethanol dissipates the proton-motive force across the plasma membrane of *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of General Microbiology 132, 369-377.
5. Chapple, R.P., 1981. Effect of Calcium Phosphorus Ratios, Phosphorus Levels and Live Yeast Culture on Phosphorus Utilization of Grown/Finishing Swine. M.S. Thesis, University of Missouri, Columbia, Mo.
6. Glade, M.J. and M.D. Sist. 1988. Dietary yeast culture supplementation enhances urea recycling in the equine large intestine. Nutr. Rept. Int'l. 37 : 11.
7. Krueger, W.F., A. Kassogue and R.C. Ganguy. 1990. Effect of yeast added to the diet of broiler on performance to 28 and 49 days of age. Poultry Sci. 69 : 75 (Abstr.).
8. Lyons, P. 1986. Yeast: Out of the black box. Feed management. vol. 37(10) : 8-14.
9. Pagan, J.P. 1989. Calcium, hindgut function affect phosphorus need. Feed stuffs. August 21, 1989.
10. Pepler, H.J. 1982. Yeast extracts. In : A.H. Rose (Ed.). Fermented Foods. Academic Press, London. pp 293.
11. Rose, A.H. 1980. Recent research 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.
12. SAS Institute Inc., 1985. SAS User's Guide. Version 6th ed. Cary, NC, USA.
13. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y.
14. Thayer, R.H., and C.D. Jackson. 1975. Improving phytate phosphorus utilization by poultry with live yeast culture. Bulletin MP-94. Oklahoma State Univ., Stillwater, OK.
15. 김인호, 김춘수. 1988. 活性酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 브로일러의 육성효과에 미치는 영향. 家禽誌 15(4) : 277-280.
16. 유종석, 백인기. 1990. 活性酵母 添加가 産卵鷄의 生産성에 미치는 影響. 家禽誌 17(3) : 179-191.