

사료내 *Agariemycetes* 첨가 급여가 산란계의 계란 품질 및 분내 유해 가스 농도에 미치는 영향

정지홍 · 김효진 · 왕건평 · 김채현¹ · 정청환¹ · 김인호[†]

단국대학교 동물자원학과, ¹(주)고려비엔피 기술연구소

Effect of *Agariemycetes* Supplementation on Egg Quality and Fecal Noxious Gas Concentration in Laying Hens

Ji Hong Jung, Hyo Jin Kim, Jian Ping Wang, Chae Hyun Kim¹, Cheong Hwan Jung¹ and In Ho Kim[†]

Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

¹KBNP Technology Institute, KBNP Inc., Yesan 340-861, Korea

ABSTRACT This study was conducted to evaluate effects of dietary *Agariemycetes* on egg quality and fecal noxious gas concentration in laying hens. A total of two hundred forty laying hens were randomly allocated to four treatments with five replicates of twelve chicks per pen. The experiment lasted 42 days with a 7-day adjustment period. Dietary treatments were as follows: 1) CON (basal diet), 2) A1 (basal diet + *Agariemycetes* 0.1%), 3) A3 (basal diet + *Agariemycetes* 0.3%) and 4) A5 (basal diet + *Agariemycetes* 0.5%). There was no significant difference in egg production and egg weight between CON and *Agariemycetes* treatments. During the second week of the experiment, eggshell breaking strength was higher in A3 and A5 treatments than that in CON treatment ($P<0.05$). Besides, eggshell breaking strength in P5 treatment was higher when compared with that in CON treatment ($P<0.05$) in the sixth week. During the second week of the experiment, eggshell thickness was higher in *Agariemycetes* treatments than CON treatment ($P<0.05$). Also, A5 treatment was higher than other treatments in the fourth week of the experiment ($P<0.05$). At the end of the second week, yolk color unit in A5 treatment was lower compared with CON treatment ($P<0.05$). During the fourth week of the experiment, CON treatment was higher than A3 treatment ($P<0.05$). During the second week of the experiment, Haugh unit in A3 treatment was greater than that in CON treatment ($P<0.05$). At the end of six weeks, Haugh unit in CON treatment was lower than other treatments ($P<0.05$). Fecal ammonia and hydrogen sulfide were increased in *Agariemycetes* treatments when compared with CON treatment ($P<0.05$). Compared with CON and A5 treatments, fecal mercaptans was higher than in other treatments in first of the experiment ($P<0.05$). In conclusion, this study indicated that the addition of *Agariemycetes* in the diet improved the egg quality and decreased the fecal noxious gas concentration in laying hens.

(Key words : probiotics, *Agariemycetes*, egg quality, ammonia, hydrogen sulfide, laying hens)

서 론

양계 산업이 대규모 산업화되면서 생산성 향상을 위해 사료내 항생제와 화학적 치료제 등을 사용하고 있다. 항생제는 가축에 단순히 질병 치료 목적이 아닌 성장 촉진제로 널리 사용되고 있지만, 항생제 잔류 및 내성 문제가 제기되고(Witte, 2000), 전 세계적으로 항생제 규제가 강화되어 사용이 힘들어지고 있는 실정이다. 현재 유럽 등지에서는 항생제를 치료용으로만 사용하도록 되어 있다. 따라서, 다양한 문제점을 지

니고 있는 항생제를 대체할 수 있는 대체 물질을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

생균제는 1980년대 후반부터 단위 가축의 생산성을 개선시킬 목적으로 *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis* 등이 주로 이용되어 왔고(Fuller and Cole, 1989; Martin et al., 1995). 이러한 생균제는 가축의 장내 미생물 균형을 개선함으로써(Fuller, 1989) 여러 가지 스트레스로 인하여 발생할 수 있는 장내 미생물총의 불균형을 방지하는 역할을 한다. 또한, 비타민을 합성하고(Coates and Fuller, 1977),

[†] To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

면역 체계를 자극하여(Conway and Kjelleberg, 1989) 가축의 생산성을 극대화시키는 역할을 한다.

Nahashon et al.(1992, 1993)은 옥수수-대두박 위주의 산란계 사료에 *Lactobacillus*를 첨가한 사양 시험에서 계란 크기와 산란율, 그리고 난중이 증가하였음을 보고하였다. 또한, Mohan et al.(1995)은 생균제 첨가가 산란율을 향상시켰으며, 혈청 내 콜레스테롤 농도를 감소시켰다고 보고하였다. 또한, Santoso et al.(1999)과 김재황 등(2001)은 육계에 생균제의 급여가 영양소 소화율과 이용률을 높이고, 질소 배설량을 감소시켜, 결과적으로는 암모니아 발생량을 줄이는 효과가 있다고 하였다. 그러나, 산란계에서는 생균제 급여시 분내 유해 가스 발생에 대한 연구가 많이 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 산란계 사료 내 *Agariemycetes*의 수준별 첨가가 계란 품질 및 분내 유해 가스 함량에 미치는 영향에 대해 알아보려고 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

55주령 ISA Brown 240수를 공시하였으며, 사료에 대한 7일의 적응 기간 후 6주간 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 1) CON(basal diet), 2) A1(basal diet + *Agariemycetes* 0.1%), 3) A3(basal diet + *Agariemycetes* 0.3%) 및 4) A5(basal diet + *Agariemycetes* 0.5%)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 12수씩 완전 임의배치하였다.

2. 시험 사료와 사양 관리

사양 시험은 단국대학교 시험 농장에서 실시하였다. 시험 사료는 NRC(1998) 요구량에 따라 배합한 옥수수-대두박 위주의 가루 사료(Table 1)로 자유채식시켰으며, 물은 자동 급수기를 이용하여 자유음수도록 하였다.

본 시험에서 사용한 생균제는 *Agariemycetes* 1.0×10^7 CFU/g를 함유하였다. *Agariemycetes*은 일본의 아가리에 유키노부에 의해 발견되었고, 아가리에 유키노부는 본 균이 악취 발생 감소에 있어 효과적이라고 저서를 통하여 발표하였다(東江幸信, 1998).

3. 조사 항목 및 방법

1) 생산성

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 집란하여 처리구별로 총

Table 1. Formula and chemical composition of basal diet (as-fed basis)

Ingredient	%
Corn	50.36
Soybean meal (CP 46%)	18.70
Wheat grain	10.00
Limestone	7.50
Wheat bran	5.00
Animal fat	4.44
Corn gluten meal	2.00
Tricalcium phosphate	1.40
Salt	0.30
DL-methionine	0.10
Mineral premix ¹	0.10
Vitamin premix ²	0.10
Chemical composition ³	
ME (kcal/kg)	2,904
Crude protein (%)	15.45
Lysine (%)	0.70
Methionine (%)	0.32
Calcium (%)	3.23
Phosphorus (%)	0.61
Available P (%)	0.35

¹Provided per kg of premix: 25,000 mg Cu, 40,000 mg Fe, 60,000 mg Zn, 80,000 mg Mn, 1,500 mg I, 300 mg Co and 150 mg Se.

²Provided per kg of premix: 12,500,000 IU vitamin A, 2,500,000 IU vitamin D₃, 10,000 mg vitamin E, 2,000 mg vitamin K₃, 50 mg biotin, 500 mg folic acid, 35,000 mg niacin, 10,000 mg Ca pantothenate, 1,000 mg vitamin B₆, 5,000 mg vitamin B₂, 1,000 mg vitamin B₁ and 15 mg vitamin B₁₂.

³Calculated values.

산란수를 사육수수로 나누어 백분율로 표시하였다. 난중은 집란한 계란을 전자저울을 이용하여 측정하였다.

2) 계란 품질

난각 강도는 난각 강도계(Egg shell force gauge model II; Robotmation Co. Ltd., Japan)를 이용하였으며, 난각 두께는 dial pipe gauge(Ozaki MFG. Co. Ltd., Japan)를 이용하여 난각의

예단부, 중앙부 및 둔단부를 측정하였다. 난중, 난황색 및 Haugh unit은 계란 품질 검사기(Egg multi tester; Touhoku Rhythm Co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다.

3) 분내 유해 가스 함량

분내 발생하는 유해 가스 물질 측정은 시험 종료시 각 처리구에서 동일한 시간 동안 배설된 분을 처리당 12마리로부터 채취한 후, 신선한 분 100 g을 취하여 1,000 mL의 밀봉된 플라스틱 용기에 넣고 실온에서 24시간 동안 발효시킨 후, 7일 동안 실온에 보관하면서 Gastec(Model GV-100, GASTEC, Japan)을 사용하여 총 암모니아, 황화수소 및 Mercaptans 발생량을 측정하였다.

4) 통계 처리

모든 자료는 SAS(1996)는 General Linear Model procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리구간의 유의성 검정은 Duncan's new multiple range test(1955)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 생산성

Agariemycetes 급여시 산란율과 난중에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 산란율에 있어서는 시험 기간 동안 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 난중에 있어서는 시험기간 동안 처리간에 유의적인 차이가 없었다.

이는 생균제의 급여가 산란율을 개선시켰다는 류경선 등(1999), Nahashon et al.(1994), Abdulrahim et al.(1996) 및 Haddadin et al.(1996)의 보고와는 차이가 있었다. 그러나, 홍중욱 등(2002)은 생균제를 첨가한 처리구의 산란율이 대조구와 비교하여 유의적인 차이가 없다고 보고하였다. 그밖에 Watkins and Kratzer(1984), Goodling et al.(1987) 및 Nahashon et al.(1996a)도 생균제의 첨가가 산란율에 영향을 미치지 않는다고 보고하여 본 시험의 결과와 일치하였다.

Jin et al.(1998)은 여러 생균제의 첨가에 따른 생산성에 미치는 영향의 차이는 첨가된 균의 수 차이 때문이라고 하였고, 첨가하는 균의 종류에 따라 결과가 다양하게 나오는 것으로 나타났다. 이처럼 산란계 사료 내 생균제의 첨가가 생산성에 미치는 영향이 연구자에 따라 다르게 관찰되는 경우가 빈번하게 나타나고 있다. 이는 다양한 종류의 생균과 특성 및 첨가 수준에 따라서도 산란계에 미치는 영향이 다양한 것으로 사료된다. 그러므로 생균제를 가축 사료에 이용할

Table 2. Effects of dietary *Agariemycetes* on egg production and egg weight in laying hens

Items	CON ¹	A1 ¹	A3 ¹	A5 ¹	SE ²
Egg production (%)					
Initial	84.14	84.09	85.72	86.90	1.28
2 week	84.29	85.62	86.00	87.14	1.36
4 week	85.81	85.71	85.29	86.91	1.58
6 week	86.90	87.38	87.71	88.33	1.49
Egg weight (g)					
Initial	54.89	54.68	54.76	54.56	0.41
2 week	54.45	55.60	56.07	56.17	0.59
4 week	57.87	58.96	58.41	58.26	0.68
6 week	60.73	58.73	59.54	59.87	0.71

¹Abbreviations : CON, basal diet; A1, basal diet + *Agariemycetes* 0.1%; A3, basal diet + *Agariemycetes* 0.3%; A5, basal diet + *Agariemycetes* 0.5%.

²Pooled standard error.

때에는 그 생균제가 대상 축종에 적합한지 여부와 적정 급여 수준에 대한 검증이 선행되어야 유익한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

2. 계란 품질

Agariemycetes 급여시 계란 품질에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 난각 강도에 있어서는 2주차에 A3와 A5 처리구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고($P < 0.05$), 6주차에 A5 처리구가 CON구보다 유의적으로 높게 나타났고($P < 0.05$). 난각 두께에 있어서는 2주차에는 생균제 첨가 처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며($P < 0.05$), 4주차에는 A5 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고($P < 0.05$). 난황색은 2주차에 A5 처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 높았으며($P < 0.05$), 4주차에는 A3 처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). Haugh unit에 있어서는 2주차에 A3 처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 높았으며($P < 0.05$), 6주차에는 모든 *Agariemycetes* 처리구가 CON 구에 비해 유의적으로 높게 나타났고($P < 0.05$).

Panda et al.(2003)은 산란계에 생균제를 급여하였을 때 난각 두께 등 난각질을 개선시킨다고 보고하였으며, Nahashon et al.(1996b)은 사료 내 생균제의 급여시 난각질과 난황색이

유의적으로 증가한다고 보고하였다. Rovinson(1997)은 *Lactobacillus* 첨가시 분비된 lactic acid가 Ca과 P의 흡수를 증진시켜 난각질의 개선 효과가 있다고 하였다. 윤지연 등(2008)은 *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum* 및 *Aspergillus oryzae*의 급여가 Haugh unit에 유의적인 영향을 미치나, 난황색에 있어서는 생균제의 첨가 처리구가 감소하였다고 보고하였다. 홍종욱 등(2002)은 *Lactobacillus acidophilus*의 첨가가 난황색이 증가한다고 보고하였다. 또 다른 연구에서는 김찬호 등(2009)은 oligosaccharides 계열 생균제의 첨가 급여가 난황

색에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 본 시험 결과, 시험 4주차부터 종료시까지 생균제 첨가 처리구에 있어 난황색이 증가하는 결과가 나타났다. 생균제의 첨가에 따른 계란 품질에 미치는 영향이 다양한 이유는 시험에서 사용한 균의 종류에 각 종의 특징에 따라 결과가 다양한 것으로 판단된다. 따라서, 본 시험에서 사용한 생균제인 *Agariemycetes*는 생균제로 널리 사용되지 않은 균이기 때문에 아직까지 많은 연구들이 이루어지지 않았다. 따라서, *Agariemycetes*와 다른 생균제에 대한 비교 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of dietary *Agariemycetes* on egg quality parameters in laying hens

Items	CON ¹	A1 ¹	A3 ¹	A5 ¹	SE ²
Eggshell breaking strength (kg/cm ²)					
Initial	3.71	3.77	3.70	3.67	0.139
2week	3.78 ^b	3.96 ^{ab}	4.15 ^a	4.10 ^a	0.095
4week	4.12	4.12	4.09	4.30	0.116
6week	4.05 ^b	4.16 ^{ab}	4.18 ^{ab}	4.45 ^a	0.100
Eggshell thickness (10 ⁻² mm)					
Initial	33.47	33.80	34.14	34.56	0.095
2week	34.92 ^b	36.82 ^a	36.30 ^a	36.65 ^a	0.385
4week	37.70 ^c	38.90 ^{bc}	39.93 ^b	41.40 ^a	0.455
6week	38.42	39.07	39.35	39.77	0.494
Yolk color unit					
Initial	7.07	7.13	6.86	6.94	0.299
2week	6.35 ^b	6.75 ^{ab}	6.85 ^{ab}	7.05 ^a	0.193
4week	8.90 ^a	8.40 ^b	8.00 ^c	8.65 ^{ab}	0.134
6week	8.88	9.00	9.05	9.25	0.130
Haugh unit					
Initial	95.47	93.06	93.49	93.98	1.592
2week	88.13 ^c	91.98 ^b	96.28 ^a	95.14 ^{ab}	1.195
4week	91.09	91.09	90.66	91.32	1.013
6week	83.83 ^b	91.00 ^a	91.75 ^a	92.37 ^a	2.047

¹Abbreviations : CON, basal diet; A1, basal diet + *Agariemycetes* 0.1%; A3, basal diet + *Agariemycetes* 0.3%; A5, basal diet + *Agariemycetes* 0.5%

²Pooled standard error.

^{a~c}Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

3. 분내 유해 가스 함량

Agariemycetes 급여시 분내 유해 가스 함량에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. Ammonia 함량에 있어서는 *Agariemycetes* 첨가구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 낮게 나타났다($P < 0.05$). H₂S 함량은 *Agariemycetes* 첨가구가 CON구와 비교하여 유의적으로 낮게 나타났다($P < 0.05$). Mercaptans 함량에서는 CON구와 A5 처리구가 A3 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다($P < 0.05$).

암모니아는 장관 내로 분비된 요소가 요소 분해 효소에 의해서 암모니아로 분해되며(Wrong, 1981), 이러한 암모니아는 가축의 성장을 저해하는 역할을 한다(Lin and Visea, 1991). Headson and Walsh(1994)는 10 ppm의 암모니아 가스는 가축의 성장을 감소시켰으며, 15 ppm의 암모니아 가스는 호흡기 계통의 질병을 일으킬 수 있다고 보고하였다. 홍종욱 등(2002)은 배설물내 암모니아태 질소 함량에 있어서 생균제를 0.6% 첨가한 처리구가 다른 처리구와 비교하여 감소하였다고 보고하였다.

Table 4. Effect of dietary *Agariemycetes* on fecal noxious gas content in laying hens

Items	CON ¹	A1 ¹	A3 ¹	A5 ¹	SE ²
Ammonia (ppm)	95.6 ^a	50.9 ^b	40.0 ^b	48.7 ^b	9.12
Hydrogen sulfide (ppm)	129.8 ^a	84.0 ^b	61.8 ^b	60.9 ^b	14.90
Mercaptans (ppm)	55.2 ^a	41.6 ^{ab}	23.4 ^b	45.5 ^a	7.07

¹Abbreviations : CON, basal diet; A1, basal diet + *Agariemycetes* 0.1%; A3, basal diet + *Agariemycetes* 0.3%; A5, basal diet + *Agariemycetes* 0.5%

²Pooled standard error.

^{a,b}Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

본 시험에서 사용한 *Agariemycetes*는 축사내 악취를 제거하는 데 효과가 있다고 알려져 있다(東江幸信, 1998). 본 시험의 결과도 마찬가지로 *Agariemycetes*의 첨가로 인해 분내 암모니아 및 hydrogen sulfate의 농도가 감소함으로써 계사 내 환경뿐만 아니라 산란계의 건강도 개선될 것으로 기대된다.

결론적으로, 산란계 사료 내에 *Agariemycetes*의 첨가 급여는 계란 품질을 향상시키고, 분내 유해 가스의 농도를 낮춰주는 효과가 있다고 사료된다.

요 약

본 연구는 산란계에 *Agariemycetes* 첨가 급여에 따른 계란 품질 및 분내 유해 가스 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시험을 실시하였다. 사양 시험은 55주령 ISA Brown 240수를 공시하였으며, 사료에 대한 7일간의 적응 기간 후 6주간 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 1) CON(basal diet), 2) A1(basal diet + *Agariemycetes* 0.1%), 3) A3(basal diet + *Agariemycetes* 0.3%) 및 4) A5(basal diet + *Agariemycetes* 0.5%)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 12수씩 완전 임의 배치하였다. 산란율과 난중은 시험 기간 동안 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 난각 강도에 있어서는 2주차에 A3와 A5 처리구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$), 6주차에 A5 처리구가 CON구보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 난각 두께에 있어서는 2주차에는 생균제 첨가 처리구가 CON구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), 4주차에는 A5 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 난황색은 2주차에 A5처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 4주차에는 A3 처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 낮았다($P<0.05$). Haugh unit에 있어서는 2주차에 A3 처리구가 CON 구와 비교하여 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 6주차에는 모든 *Agariemycetes* 처리구가 CON구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). Ammonia 함량에 있어서는 *Agariemycetes* 첨가구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). H₂S 함량은 *Agariemycetes* 첨가구가 CON구와 비교하여 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). Mercaptans 함량에서는 CON구와 A5 처리구가 A3 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

(색인어: 생균제, *Agariemycetes*, 계란 품질, 암모니아, 황화수소, 산란계)

인용문헌

- Abdulrahim SM, Haddadin MSY, Hashlamoun EAR, Robinson RK 1996 The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. Br Poult Sci 37:341-346.
- Coates ME, Fuller R 1977 The gnotobiotics animals in the study of gut microbiology. In: Clarke RTJ and BauchopT (Eds.). Microbial Ecology of the Gut. Academic Press, London, pp 311-346.
- Conway PL, Kjelleberg S 1989 Protein mediated adhesion of *Lactobacillus fermentum* strain 737 to mouse stomach squamous epithelium. J Gen Microbiol 135:1175-1186.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. J Appl Bacteriol 66:365-378.
- Fuller R, Cole CB 1989 The scientific basis of probiotics concept. In probiotics: Theory and applications, BA Stark and JM Wilkinson (Eds.). Proceedings of conference held at the AFRC Institute of Grass Land and Animal Production, Hurley, U.K. 29 November, 1988. p 14.
- Goodling AC, Cerniglia GJ, Hebert JA 1987 Production performance of White Leghorn layers fed *Lactobacillus* fermentation products. Poultry Sci 66:480-486.
- Haddadin M, Abdulrahim SM, Hashlamoun EAR, Robinson RK 1996 The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of hen's eggs. Poultry Sci 75: 491-494.
- Headson DR, Walsh G 1994 Biological Control of Pollutants Principle of Pig Science. In: Cole, DJA, Wiseman, J and Varley MA(Eds.). Nottingham University Press. pp 375-384.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jalaudin S 1998 Effects of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and volatile fatty acids in broilers. J Anim Feed Sci Technol 70:197-209.
- Lin HC, Visea WJ 1991 Colon mucosal cell damage by ammonia in rats. J Nutr 121:887-893.
- Martin RG, Lyons TP, Jacques KA 1995 Probiotic feeding effect on performance and intestinal microflora of broiler chicks. In biotechnology in the Feed Industry, Proc. 11th Annual Symp Alltech Publ KY U.S.A. p 371.

- Mohan B, Kadirvel R, Bhaskaran M, Natarajan A 1995 Effect of probiotic supplementation on serum/yolk cholesterol and on egg shell thickness in layers. *Br Poult Sci* 36:799-803.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1992 Effect of direct-fed microbials on nutrient retention and productive parameters of laying pullets. *Poultry Sci* 71 (Suppl.):111 (Abstr.).
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1993 Effect of direct-fed microbials on nutrient retention and productive parameters of Single Comb Leghorn pullets. *Poultry Sci* 72 (Suppl.): 87 (Abstr.).
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1994 Phytase activity, phosphorus and calcium retention, and performance of Single Comb White Leghorn layers fed diets containing two levels of available phosphorus and supplemented with direct-fed microbials. *Poult Sci* 73:1552-1562.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1996a Nutrient retention and production parameters of Single White Leghorn layers fed directly with varying crude protein levels and supplemented with direct-fed microbials. *J Anim Feed Sci Technol* 61:17-26.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1996b Performance of Comb White Leghorn layers fed a diet with a live microbial during the growth and egg laying phases. *J Anim Feed Sci Technol* 57:25-38.
- NRC 1998 Nutrient Requirements of Swine. National Research Council, Academy press.
- Panda AK, Reddy MR, Rama Rao SV, Praharaj NK 2003 Production performance, serum/yolk cholesterol and immune competence of white Leghorn layer as influenced by dietary supplementation. *J Trop Anim Health Prod* 35:85-94.
- Rovinson RK 1997 Yogurt and health. *Br Nutr Foundation Bull* 21:191-194.
- Santoso U, Ohtani S, Tanaka K, Sakaida M 1999 Dried *Bacillus subtilis* culture ammonia gas release in poultry house. *Asian-Aus J Anim Sci* 12:806.
- SAS 1996 SAS User's Guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Watkins BA, Kratzer FA 1984 Drinking water treatment with commercial preparation of a concentrated *Lactobacillus* culture for broiler chickens. *Poultry Sci* 63:1671-1673.
- Wrong OM 1981 Nitrogen compounds In: Wrong OM, Edmonds CJ and Chadwick VS (Eds.) *The Large Intestine: Its Role in Mammalian Nitrogen and Homeostasis*. John Wiley and Sons. New York. p 133.
- 김재황 김영민 김삼철 하홍민 고영두 김창현 2001 복합 생균제의 사료내 첨가가 육계의 생산성 및 계사내 유해 가스 감소에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 43:349-360.
- 김찬호 신광석 우경천 백인기 2009 Oligosaccharides 계열 생균제가 산란계의 생산성, 장내 미생물 및 혈청 면역 글로불린 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 36:125-131.
- 류경선 박홍석 류명선 박수영 김상호 김상호 송희중 1999 생균제의 급여가 산란계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. *한국가금학회지* 26:253-259.
- 윤지연 김재영 김지숙 이보근 안병기 황용배 강성기 김동건 강창원 2008 생균제 및 Colistin 복합 첨가제의 급여가 산란계의 생산성과 계란의 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 35:153-162.
- 홍종욱 김인호 권오석 한영근 이상환 2002 산란계에 있어 생균제의 첨가가 계란 품질 및 배설물내 유해 가스 함량에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 44:213-220.
- 東江幸信 1998 *アガリエ菌が地球を救う*. ビジネス社. 東京, 日本.

(접수: 2010. 4. 22, 수정: 2010. 5. 24, 채택: 2010. 5. 31)