



Multiple Probiotics 급여가 백세미의 생산성 및 분변내 암모니아 질소 함량에 미치는 영향

성하균[†]

상지대학교 동물자원과학과 교수

Effect of Multiple Probiotics on Performance and Fecal Ammonia Nitrogen in White Semi Broiler

Ha Guyn Sung[†]

Professor, Department of Animal Science, Sangji University, Wonju 26339, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the multiple probiotics prepared based on lactic acid bacteria, *Bacillus subtilis*, and photosynthetic bacteria for the efficient production of Baeksemi (white semi broiler) for Samgyetang. The experimental groups were LacBacil group (1.0×10^7 CFU/g *Bacillus subtilis* and 1.0×10^7 CFU/g *Lactobacillus acidophilus*), LacBacilPho group (1.0×10^7 CFU/mL *Bacillus subtilis*, 1.0×10^7 CFU/mL *Lactobacillus acidophilus* and 1.0×10^7 Cell/mL *Rhodospseudomonas* sp.), and a control group (non-addition). The LacBacilPho group had the highest body weight and total weight gain at the end of experiment, followed by the LacBal group which was higher than the control group, significantly ($P < 0.05$). Feed intake and feed conversion rate of the multiple probiotic groups showed no significant difference compared to the control group. $\text{NH}_4\text{-N}$ concentration was lower in all groups of multiple probiotics than in control group after 3 weeks of testing ($P < 0.05$). At the end of the test, the levels of $\text{NH}_4\text{-N}$ were lower in the following order: LacBacil group, LacBacilPho group, and control group ($P < 0.05$). *Salmonella* sp. population of manure showed the lowest level in LacBacilPho group at 3 weeks of testing ($P < 0.05$). At the end of the test, *Salmonella* sp. showed a lower population in the following order: LacBacilPho group, LacBacil group, and control group ($P < 0.05$). Therefore, based on the above results, it is expected that multiple probiotics using lactic acid bacteria, *Bacillus subtilis*, and photosynthetic bacteria will function as a probiotic for improving growth and intestinal environment in Baeksemi.

(Key words: Baeksemi, white semi broiler, probiotics, photosynthetic bacteria)

서 론

가금의 경우, 갓 부화한 건강한 병아리의 장내 환경은 무균 상태지만, 혐기성균(대장균과 연쇄상 구균)이 빠르게 균락을 형성하기 시작하고, 7~10일령에 호흡, 음수, 사료 등 환경으로부터 유래된 미생물이 정착된다(Fuller, 1989). 정상적으로 형성된 장 내 미생물 균락이 숙주에 미치는 영향에 따라 유익 또는 유해(병원성) 미생물로 분류되어진다.

Latobacilli, *Bifidobacterium*, *Bacilli*, *Streptococci* 등과 같은 유익 미생물들의 우세 균락 형성은 사료 이용 증진, 병원성 미생물 억제, 면역 증가 등 숙주에게 유익한 영향을 준다(Patterson and Burkholder, 2003). 이들을 활용한 probiotics의

기능적 가치와 급여 효과는 수많은 연구자들에 의하여 입증되어 왔다(Paterson and Burkholder, 2003; Jadhav et al., 2015; Rhayat et al., 2017). Probiotics는 가축의 성장촉진, 장내 유익균 증가 및 유해균 억제, 영양소 이용성 개선, 암모니아 생성 억제 및 콜레스테롤 감소와 같은 효과가 입증되고 있다(Jin et al., 1996; Mohan et al., 1996; Andriani et al., 2020; Krysiak et al., 2021). 그러나 일부 연구에서는 이들 급여에 의한 효과를 발견하지 못하였다는 보고도 있다(Watkins et al., 1982; Dizaji et al., 2012; Kim et al., 2020). 이는 환경 요소, 미생물 종류, 가축 품종 등의 차이에 따른 숙주 특이성과 사용 방법에 따라 다르게 나타날 수 있다. 또한 쾌적한 환경에서 건강한 가축에서는 그 차이가 미비하거나 나타나지 않을 수도 있

[†] To whom correspondence should be addressed : haguyn@hanmail.net

다. 그러므로 적합한 probiotics의 개발, 효율적 이용 및 기능에 대한 연구와 관심은 지속적으로 이어지고 있다.

삼계(삼계탕용 영계)의 종류는 전용육계 삼계, 백세미(교잡종 영계) 삼계, 산란계 웅추 삼계, 토종 삼계 등으로 나눌 수 있으며, 이들 닭의 원료 특징에 따라 맛에 차이가 있다. 백세미(Baeksemi; white semi broiler)는 실용 산란계 암컷과 육용종계 수컷을 교배하여 생산한 교배종으로 대량생산이 가능하고 쫄깃한 육질을 가지고 있어서 국내 삼계탕의 원료육(시장 점유율 60~70%)으로 주로 사용되고 있다(Cho et al., 2007; Jeong et al., 2020). 그러나 종계에서 생산되지 않으므로 정식 계종으로는 공인되어 있지 않고 농장의 환경 및 방역관리 문제가 야기되어 왔고(Ahm et al., 2009), 건강한 백세미의 효율적 생산을 위한 연구도 여전히 요구되는 상황이다.

따라서 본 연구는 가금용 probiotics로 많이 사용되는 유산균과 고초균을 기초로 광합성균을 포함하는 복합생균제가 백세미의 효율적 생산과 사육환경관련 인자에 미치는 영향을 평가하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험설계

공시동물로는 Broiler P. S. Ross 208(♂)과 Layer C. C. Lohmann Brown(♀)을 교잡한 백세미를 사용하였다. 공시동물은 갓 부화된 45 g 정도의 병아리를 구입하여 일주일의 적응 기간을 거친 후 8일령이 되었을 때 시험군을 배치하여 4주간 사양 시험을 실시하였다. 이때 체중은 평균 100~105 g이었다. 본 시험은 3개 처리구(450수)로 각 처리구는 3개의 계군(150수) 그리고 각 계군은 50수의 병아리를 갖도록 설계하였다. 이때 각 실험구의 공시 동물은 완전임의 배치법에 의하여 배치하였다.

각 처리구는 생균제 급여 방법에 따라 유산균과 LacBacil 급여구(고초균 혼합구)는 *Bacillus subtilis*(1.0×10^7 CFU/g)과 *Lactobacillus acidophilus*(1.0×10^7 CFU/g)의 혼합 생균제를 기초사료에 0.2%를 혼합 급여하였으며, LacBacilPho 급여구(유산균, 고초균과 광합성 혼합구)는 *Bacillus subtilis*(1.0×10^7 CFU/mL), *Lactobacillus acidophilus*(1.0×10^7 CFU/mL)과 *Rhodospseudomonas* sp.(1.0×10^7 Cell/mL)의 혼합 생균제를 음수에 30 ppm 혼합하여 급여하였다. 그리고 대조구(Con)는 기초사료만을 급여하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

본 연구에서는 한국가축사양표준(가금, 2012)에 기초하여

옥수수, 대두박 위주로 배합한 사료로 적응을 위한 처음 1주간(1주령)은 육계 초이사료를 준비하여 급여하였고, 실험 1주차(2주령)부터는 육계 전기사료를 준비하여 사용하였다(Table 1). 시험 기간 동안 공시 동물의 사육은 왕겨 깔짚이 있는 평사에서 이루어 졌으며, 1.5 m × 3.3 m 철제칸에 칸당 50수씩 사육하였다. 음수는 자유로이 먹을 수 있도록 신선한 물을 공급하였다. 점등관리는 시험 동안 23시간 점등하고, 계사 온도는 33℃에서 22℃까지 육계 사육실 온도관리 프로그램에 따라 조절하였다.

3. 조사항목 및 분석 방법

1) 사료 섭취량, 체중 및 사료 요구율

각 처리구별 사료 섭취량, 체중 변화 및 사료 요구율을 조사하기 위하여 사료섭취량은 일주일간 누적된 각 계군별 섭취한 사료량을 측정하여 주간별 사료섭취량을 기록하였다. 체중은 시험 첫날과 시험 시작 후 1주 단위로 측정하여 계군별 전체 체중을 개체수로 나누어 개체 체중을 산정하였으며, 주간 단위로 기록하였다. 그리고 사료요구율은 시험 전 기간 동안의 처리구별 섭취한 사료량을 증체량에 대한 비율로 계산하였다.

2) 계분의 ammonia nitrogen 및 *Salmonella* sp.

처리구별 백세미의 분변 내 ammonia nitrogen(NH₄-N)과 *Salmonella* sp.를 조사하기 위한 분 샘플은 실험 기간동안 일주일 간격으로 임의로 각 처리구의 계군별로 10수씩 무작위로 선택하여 신선한 상태의 분을 채취하여 분석하였다.

계분의 NH₄-N 농도를 측정하기 위하여 신선한 상태로 분 샘플을 균질화하여 암모니아 이온(NH₄⁺)이 하이포아염소산 이온과 공존할 때 페놀과 반응하여 생기는 인도페놀 청색의 흡광도를 측정하여 그 양을 정하는 인도페놀법으로 측정하였다(Chaney and Marbach, 1962).

Table 1. Chemical composition of basal experimental diet (Unit: as-fed basis %)

Chemical composition	Starter	Grower
Dry matter (%)	90.2331	90.2221
Crude ash (%)	5.9548	6.2239
Crude protein (%)	22.6949	18.7184
Crude fat (%)	7.6469	7.9363
Crude fiber (%)	2.7965	2.2372
N.F.E (%)	51.1400	55.1063

계분 내 *Salmolnella* sp. 균체 수를 측정하기 위하여 균질화하여 신선한 상태의 분 샘플을 0.85% 생리식염수를 이용하여 10^{-11} 까지 계단 희석한 후 MacConKey Agar(Becton, Dickinson and Company, USA)를 사용하여 plate count medium을 준비하여 35~37°C에서 1~2일간 배양하며 배지에 형성된 콜로니 수(CFU/g)를 측정하였다.

4. 통계처리

백세미의 체중, 사료 요구율 및 계분 분석 항목관련 결과들은 SAS(2019) 프로그램의 generation Liner Model(GLM) procedur을 이용하였으며, Duncan의 다중 검정을 이용하여 각 처리구 간의 평균값을 95% 신뢰수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 백세미의 체중 변화

시험 기간동안 두 가지 형태의 복합생균제를 백세미에 급여하였을 때 체중 변화는 Table 2와 같았다. 시험 초기(1주령)의 각 처리구별 평균 개체 체중은 101.66±2.94~103.19±0.77 g으로 유사하였다. 시험 1주차(2주령)는 LacBalcilPho 첨가구가 다른 시험구보다 더 큰 성장을 하였으며($P<0.05$), 시험 2주차(3주령)에는 복합 생균제 급여구 모두 대조구보다 더 높은 체중을 보였다($P<0.05$). 시험 3 주차에는 LacBalcilPho 급여구가 가장 큰 성장을 하였고, 다음으로 LacBal 급여구가 대조구보다 더 큰 성장을 보였다($P<0.05$). 시험 종료시에도 LacBalcil-

Table 2. Effect of multiple probiotics additive on body weight changes in White Semi broiler (Unit: g/bird)

Experiment period (weeks)	Con	LacBacil	LacBalcilPho
0 (Initial)	102.58±2.48 ^a	101.66±2.94 ^a	103.19±0.77 ^a
1	246.29±11.87 ^b	249.17±4.33 ^b	250.77±14.76 ^a
2	409.08±14.74 ^b	414.20±15.77 ^a	413.46±15.13 ^a
3	628.93±26.76 ^c	639.75±29.51 ^b	646.71±28.66 ^a
4	762.19±33.58 ^c	767.75±43.93 ^b	791.60±37.87 ^a

^{a-c} Means in same rows with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

Con, non-addition; LacBacil, *Bacillus subtilis* (1.0×10^7 CFU/g) and *Lactobacillus acidophilus* (1.0×10^7 CFU/g); LacBalcilPho, *Bacillus subtilis* (1.0×10^7 CFU/mL), *Lactobacillus acidophilus* (1.0×10^7 CFU/mL) and *Rhodopseudomonas* sp. (1.0×10^7 Cell/mL).

Pho 급여구의 체중이 791.60±37.87 g으로 가장 높았고, 다음으로 LacBal 급여구(767.75±43.93 g)가 대조구보다 유의적으로 높았다($P<0.05$).

생균제의 긍정적 기능에 대한 선진 연구들은 유익균 공급으로 장내 환경을 개선하여 소화 대사 및 면역작용을 증가시키고, 궁극적으로 생산성 증진에 기여하는 것으로 보고하고 있다(Wang et al., 2016; Andriani et al., 2020; Mirsalami and Mirsalami, 2024). 본 연구도 복합 생균제 급여가 시험 기간이 지남에 따라 체중 개선에 긍정적 영향을 주었고(Table 1), 시험 4주간 백세미 수당 총 증체량도 Table 3과 같이 LacBalcilPho 급여구가 688.41±37.87 g으로 가장 높았고($P<0.05$), 다음으로 LacBal 급여구도 666.09±43.93 g으로 대조구(659.61±33.58 g)보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 이와 유사 결과로 생균제를 급여한 육계에 대한 여러 연구에서도 성장이 현저히 개선되었다고 보고된 바 있다(Jin et al., 1998; Ko et al., 2003; Wang et al., 2016). Andriani et al.(2020)는 *L. casei*와 *L. rhamnosus*를 음수 급여하여 체중이 유의적으로 증가함을 보고하였고, Mirsalami and Mirsalami(2024)도 *E. faecium*와 *S. thermophilus*를 급여하여 육계 성장에 긍정적 영향을 주었음을 확인하였다. 그리고 *Rhodopseudomonas palustris*(Xu et al., 2014)를 음수 급여 및 *Bacillus subtilis*(Gao et al., 2017)를 사용하였을 때도 체중이 현저하게 증가하였다. 반면, 생균제 급여 시 육계의 증체와 사료 이용성 등 생산성이 개선되지 않았다는 연구 결과도 있었다(Lee et al., 2014; Kim et al., 2020).

Table 3. Effect of multiple probiotics on feed conversion in White Semi broiler

Item	Con	LacBacil	LacBalcilPho
Initial weight (g/bird)	102.58±2.48 ^a	101.66±2.94 ^a	103.19±0.77 ^a
Final weight (g/bird)	762.19±26.76 ^{bc}	767.75±43.93 ^b	791.60±37.87 ^a
Total weight gain (g/bird)	659.61±33.58 ^c	666.09±43.93 ^b	688.41±37.87 ^a
Total feed intake (g/bird)	1,401.37±44.12 ^a	1,408.91±72.86 ^a	1,459.48±30.86 ^a
Feed/gain ratio	2.13±0.11 ^a	2.12±0.14 ^a	2.12±0.12 ^a

^{a-c} Means in same rows with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

Con, non-addition; LacBacil, *Bacillus subtilis* (1.0×10^7 CFU/g) and *Lactobacillus acidophilus* (1.0×10^7 CFU/g); LacBalcilPho, *Bacillus subtilis* (1.0×10^7 CFU/mL), *Lactobacillus acidophilus* (1.0×10^7 CFU/mL) and *Rhodopseudomonas* sp. (1.0×10^7 Cell/mL).

2. 사료 섭취량 및 요구율에 미치는 영향

복합생균제 급여에 따른 섭취량 및 사료 요구율은 Table 3과 같다. 시험기간 4주동안 백세미 수당 총 사료섭취량(g/bird)은 LacBalcilPho 급여구가 1,459.48±30.86으로 다른 시험구보다 높았고, LacBalcil 급여구가 1,408.91±72.86으로 대조구의 1,401.37±44.12보다 높았으나 유의적 차이는 보이지 않았다. 또한 시험 기간동안 시험 주차에 따른 사료 섭취량의 변화는 있었으나 주차별 수당 평균 사료 섭취량(g/week/bird)에서도 유의적 차이는 발견하지 못하였다.

본 연구의 결과는 생균제 급여가 육계의 사료 섭취량 개선에 좋은 영향을 주었다는 보고(Rehman et al., 2020)와는 상이 하였지만, Kim et al.(2020)은 복합생균제를 농도별로 육계에게 급여하였을 때 처리구간 섭취량에 차이를 발견하지 못하였다. 또한 Rodjan et al.(2018)이 생균제(0.2%)를 육계에게 35일령까지 급여한 실험에서도 사료 섭취량에서 차이가 없는 것으로 나타나 본 결과와 일치한다. 그리고 다른 연구자도 혼합 생균제를 육계(Yoon et al., 2004) 및 유산균을 산란계(Kim et al., 2000)에 급여하였을 때 비급여구와 차이가 없었다.

백세미에 시험 4주 동안 두가지 형태의 복합 생균제 급여하였을 때 사료 요구율에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 사료 요구율은 대조구의 2.13에 비하여 복합생균제 급여구(LacBalcilPho 급여구 및 LacBalcil 급여구) 모두가 2.12로 낮은 값을 보였으나 시험구간 통계적 유의적 차이는 없었다.

본 연구의 결과는 생균제 급여가 사료 요구율 및 사료 효율 개선에 큰 영향을 주지 않았다는 선행 연구 결과의 경향과 유사하였다(Shon et al., 2004; O' Dea et al., 2006; Chen et al., 2009; Lee et al., 2014). 최근 Kim et al.(2020)은 복합생균제(*L. plantarum*, *B. subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*)를 0, 0.25 및 0.5% 수준으로 육계전기(4~21일령)에 급여하였을 때 모든 군에서 비슷한 수준의 체중, 증체, 사료섭취량 및 사료요구율을 보였다고 보고하였다. 또한 Sabiha et al.(2005)도 복합생균제(*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Yeasacc 1026*)를 여러 수준으로 사용한 처리구간 사료요구율의 차이를 발견하지 못하였다. 그러나 Khaksefidi and Rahimi(2005)는 6종의 복합 생균제를 급여하여 사료 요구율 및 체중의 현저하게 개선되었다고 보고하였다. 이와 같은 사료요구율 개선 효과는 여러 연구에서 보고된 바 있다(Khaksefidi and Rahimi 2005; Gao et al., 2017; Andriani et al., 2020). 이러한 다양한 결과는 생균제 구성 균주 특성 및 배합 비율, 숙주의 특이성 및 사육 환경, 사료 구성, 성분 및 사용 방법 등 다양한 요인과 복합적 상호 작용에 기인한다고 사료된다.

3. 계분 내 Ammonia Nitrogen 및 *Salmonella* sp. 변화

복합생균제 급여 2주 후 백세미 계분의 NH₄-N(ammonia nitrogen) 농도 및 *Salmonella* sp. 분포 변화는 각각 Table 4 및 Fig. 1과 같다. 시험 2주경과 후 NH₄-N 농도는 대조구와 LacBalcil 급여구는 유사하였으나, LacBalcilPho 급여구는 3,919.52±368.78 ppm으로 다른 시험구에 비하여 낮았다($P<0.05$). 시험3 및 4주 후의 NH₄-N 농도는 대조구보다 복합생균제 급여구 모두 낮았고($P<0.05$), 시험 5주 후에는 LacBalcil 급여구, LacBalcilPho 급여구 및 대조구 순으로 낮은 수준을 나타냈다($P<0.05$).

본 연구결과와 같이 생균제 급여에 의한 분 중 유해가스의 발생 억제 작용은 최근 여러 연구에서도 보고되고 있다. Mirsalami and Mirsalami(2024)는 *Enterococcus faecium*와 *Streptococcus thermophilus*를 함유한 생균제 급여로 H₂S, CO₂, NH₃ 및 CH₄의 감소를 보고하였고, Lu et al.(2023)은 *Bifidobacterium*와 *E. faecium* 혼합 생균제를 강화한 사료를 급여하여 H₂S, NH₃ 및 mercaptans 발생이 억제됨을 발견하였으며, An et al.(2023)은 *L. acidophilus*을 활용한 생균제를 통하여 NH₃의 현저한 감소를 확인하였다. 이외에도 생균제 급여로 분에서 NH₃와 H₂S의 발생량이 현저히 감소되었다(Ko et al., 2003; Park et al., 2003; O'Shea et al., 2012). 계분의 질소 성분은 주로 요산, 미생물체 단백질과 내생 질소로 구성되어 있는데, 생균제 급여로 단백질 소화흡수 및 nitrate 분해 촉진(Santoso et al., 1999), 암모니아 생성에 관련된 장내 유해 미생물 억제(Ahmed et al., 2014) 및 urease 생성 유해균 저감(Vissek, 1978) 등 복합적 작용에 의하여 계분 유래 유해 환경인자를 개선한 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of multiple probiotics additive on fecal NH₄-N concentrations in White Semi broiler (Unit: ppm)

Experiment period (weeks)	Con	LacBalcil	LacBalcilPho
2	4,511.82±317.77 ^a	4,647.84±118.07 ^a	3,919.52±368.78 ^b
3	2,952.17±1,320.07 ^a	2,464.46±479.12 ^b	2,459.40±739.83 ^b
4	4,667.44±1,186.18 ^a	3,383.09±1,537.85 ^c	4,135.96±681.00 ^b
Average	4,043.81±722.55 ^a	3,831.80±396.33 ^b	3,504.96±189.27 ^c

^{a-c} Means in same rows with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

Con, non-addition; LacBacil, *Bacillus subtilis* (1.0×10^7 CFU/g) and *Lactobacillus acidophilus* (1.0×10^7 CFU/g); LacBalcilPho, *Bacillus subtilis* (1.0×10^7 CFU/mL), *Lactobacillus acidophilus* (1.0×10^7 CFU/mL) and *Rhodopseudomonas* sp. (1.0×10^7 Cell/mL).

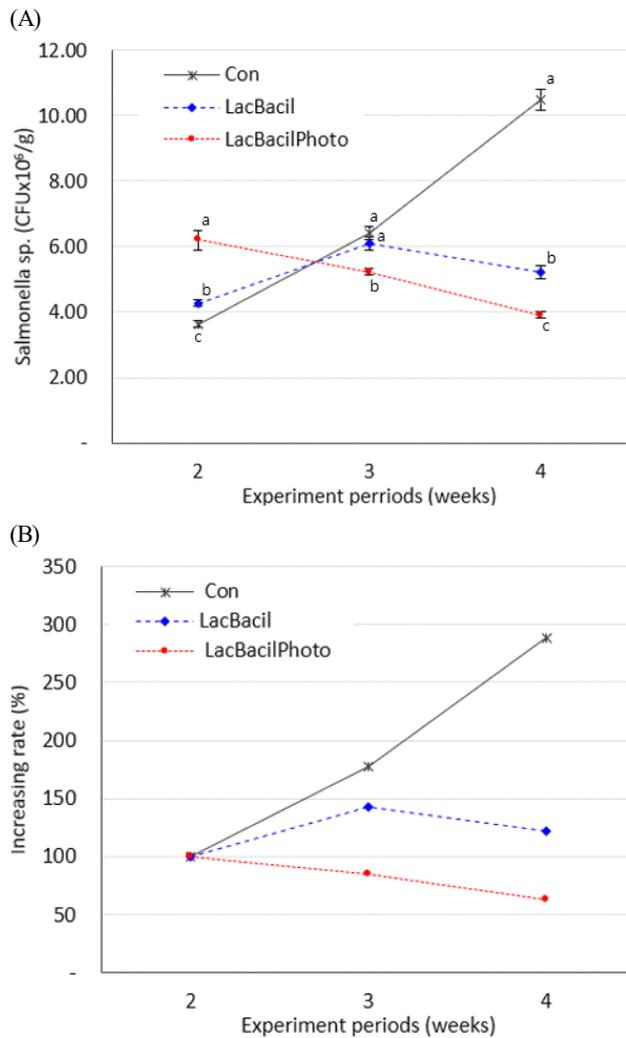


Fig. 1. The changes of *Salmonella* sp. population in feces of White Semi broiler. (A) *Salmonella* sp. CFU × 10⁶ per g of fecal sample (B) increasing rate (%) based on fecal sample in 3-week-old.

^{ab} Means in same age with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

복합생균제 급여에 따른 계분 내 *Salmonella* sp. 균총에 미치는 영향은 Fig. 1과 같다. Fig. 1A와 같이 복합생균제 급여구의 계분 내 *Salmonella* sp. 분포는 시험 2주 때 대조구에 비하여 높았으나($P < 0.05$), 이후에는 감소를 하여 시험 4주 후에는 LacBacilPho 급여구가 가장 낮은 수치를 보였다($P < 0.05$). 그리고 시험 종료시 *Salmonella* sp.는 LacBacilPho 급여구, LacBacil 급여구 및 대조구 순으로 낮은 분포를 나타냈다($P < 0.05$). Fig. 1B에서와 같이 시험 2주를 100%로 하여 균수 변화를 백분율로 비교하였을 때 시험 4주에 대조구는 289%까지 확연히 증가함을 확인하였고, LacBacil 급여구는 122% 수준을 나타냈고, LacBacilPho 급여구는

63%까지 감소함을 발견하였다.

생균제의 기능은 생균제 종류, 첨가수준, 사육환경 등에 따라 다를 수 있지만(Huyghebaert et al., 2011), 장관 내 유익균총을 형성하여 유해균으로부터 숙주를 방어하는 것이다(Nurmi and Rantala, 1973). 유익 미생물이 장내에 다량 존재할 경우, *Salmonella*, *Clostridium*, *E. coli* 등 유해 미생물의 정착을 억제하여 독소생성 저하, 면역작용 증진 및 질병 방어작용 등과 같은 광범위한 효과를 나타낸다고 보고되었다(Fuller, 1989; Nava et al., 2005; Shang et al., 2016). 본 연구 결과에서도 복합생균제 급여구 모두에서 *Salmonella* sp. 증식 억제 효과를 발견하였으며, LacBacilPho 급여구에서 가장 좋은 억제 효과를 나타냈다. 다른 선행 연구에서도 *lactobacilli*(Al-Khalaifa et al., 2019) 및 *Bacillus subtilis*(Gao et al., 2017)를 첨가하여 *E. coli* 및 *Salmonella* 가 비급여에 비하여 억제되었다고 보고하고 있다. 이와 같이 생균제 급여에 따른 유해균 억제는 장관내 균총의 균형 유지와 환경 개선뿐만 아니라 숙주의 건강과 생산성 증진에 크게 기여할 것으로 사료된다(Wu et al., 2011; Gheorghiea et al., 2020; Krysiak et al., 2021).

적 요

본 연구는 삼계탕용 백세미의 효율적 생산을 위한 유산균, 고초균 및 광합성균을 기초로 조제한 복합생균제의 효능을 평가하기 위하여 실시하였다. 실험구는 LacBacil 급여구(유산균과 고초균 혼합구, 1.0×10^7 CFU/g *Bacillus subtilis*와 1.0×10^7 CFU/g *Lactobacillus acidophilus*), LacBacilPho 급여구(유산균, 고초균과 광합성 혼합구, 1.0×10^7 CFU/mL *Bacillus subtilis*, 1.0×10^7 CFU/mL *Lactobacillus acidophilus*와 1.0×10^7 Cell/mL *Rhodospseudomonas* sp.), 그리고 대조구(비급여구)를 두어 시험하였다. LacBacilPho 급여구가 시험 종료시 체중뿐만 아니라 총 증체량은 가장 높았고, 다음으로 LacBal 급여구가 대조구보다 유의적으로 높았다($P < 0.05$). 복합생균제 급여에 의한 사료 섭취량 및 사료 요구율은 대조구에 비하여 유의적 차이를 보이지 않았다. NH₄-N 농도는 시험 3주 이후부터 대조구보다 복합생균제 급여구 모두 낮았고($P < 0.05$), 시험 종료시에는 LacBacil 급여구, LacBacilPho 급여구 및 대조구 순으로 낮은 수준을 나타냈다($P < 0.05$). 계분 내 *Salmonella* sp. 분포는 시험 3주에 LacBacilPho 급여구가 가장 낮은 수치를 보였다($P < 0.05$). 그리고 시험 종료시 *Salmonella* sp.는 LacBacilPho 급여구, LacBacil 급여구 및 대조구 순으로 낮은 분포를 나타냈다($P < 0.05$). 따라서 이상의

연구 결과를 통하여 유산균, 고초균 및 광합성균을 사용한 복합생균제가 백세미 성장 및 장내 환경 개선을 위한 생균제로서 기능을 기대할 수 있다고 사료된다.

(색인어 : 백세미, 생균제, 광합성균)

사 사

본 논문은 2022년 상지대학교 교내연구비지원사업에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

ORCID

Ha Guyn Sung <https://orcid.org/0000-0002-5083-4164>

REFERENCES

- Ahmed ST, Islam M, Mun HS, Sim HJ, Kim YJ, Yang CJ 2014 Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* as a probiotic strain on growth performance, cecal microflora, and fecal noxious gas emissions of broiler chickens. *Poult Sci* 93(8):1963-1971.
- Ahn BK, Kim JY, Kim JS, Lee BK, Lee SY, Lee WS, Oh ST, Kim JD, Kim EJ, Hyun Y, Kim HS, Kang CW 2009 Comparisons of the carcass characteristics of male white mini broilers, ross broilers and hy-line brown chicks under the identical rearing condition. *Korean J Poult Sci* 36:149-155.
- Al-Khalaifa H, Al-Nasser A, Al-Surayee T, Al-Kandari S, Al-Enzi N, Al-Sharrah T, Ragheb G, Al-Qalaf S, Mohammed A 2019 Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens. *Poult Sci* 98:4465-4479.
- An SH, Lee B, Choi YM, Kong C 2023 Standardized ileal digestible lysine requirements based on growth performance and histochemical characteristics of male broilers from 10 to 21 d of age. *Anim Nutr* 12:145-150.
- Andriani AD Lokapimasari WP, Karimah B, Hidanah S, Al-Arif MA. 2020 Potency of probiotic on broiler growth performance and economics analysis. *Indian J Anim Sci* 90:1140-1145.
- AOAC 1995 Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC USA.
- Chen KL, Kho WL, You SH, Yeh RH, Tang SW, Hsieh CW 2009 Effects of *Bacillus subtilis* var. *natto* and *Saccharomyces cerevisiae* mixed fermented feed on the enhanced growth performance of broilers. *Poult Sci* 88(2):309-315.
- Dizaji BR, Hejazi S, Zakeri A 2012 Effects of dietary supplementations of prebiotics, probiotics, synbiotics and acidifiers on growth performance and organs weights of broiler chicken. *European J Experimental Biol* 2:2125-2129.
- Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. a review. *J Appl Bacteriol* 66:365-378.
- Gao Z, Wu H, Shi L, Zhang X, Sheng R, Yin F, Gooneratne R 2017 Study of *Bacillus subtilis* on growth performance, nutrition metabolism and intestinal microflora of 1 to 42 d broiler chickens. *Anim Nutr* 3:109-113.
- Gheorghiea A, Leftera NA, Idriceanu L, Ropota M, Habeanua M 2020 Effects of dietary extruded linseed and *Lactobacillus acidophilus* on growth performance, carcass traits, plasma lipoprotein response, and caecal bacterial populations in broiler chicks. *Italian J of Anim Sci* 19:822-832.
- Huyghebaert G, Ducatelle R, Van Immerseel F 2011 An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *Vet J* 187(2):182-188.
- Jadhav K, Sharma KS, Katoch S, Sharma VK, Mane BG 2015 Probiotics in broiler poultry feeds: A review. *Intern J Anim Veterin Sci* 2:4-16.
- Jin LZ, Ho YW, Abdulah N, Jalaludin S 1996 Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacilli* cultures on intestinal microflora and performance in broilers. *Asian-Australian J Anim Sci* 9:397-403.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Jalaludin S 1998 Growth performance, intestinal microbial population, and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* culture. *Poult Sci* 77:1259-1265.
- Jeong HS, Utama DT, Kim J, Barido FH, Lee SK 2020 Quality comparison of retorted Samgyetang made from white semi-broilers, commercial broilers, Korean native chickens, and old laying hens. *Asian-Australas J Anim Sci* 33:139-147.
- Khaksefidi A, Rahimi S 2005 Effect of probiotic inclusion in the diet of broiler chickens on performance, feed efficiency and carcass quality. *Asian-Australas J Anim Sci*

- 5(8):1153-1156.
- Kim MJ, Jeon DG, Ahn HS, Yoon IG, Moon ES, Lee CH, Lim Y, Jang IS 2020 Effects of probiotic complex on performance, blood biochemical and immune parameters, digestive enzyme activity, fecal microbial population. Korean J Poult Sci 47(3):169-180.
- Kim SH, Park SY, Yu DJ, Lee SJ, Kang BS, Choi CH, Ryu KS 2000 Effect of supplemental *Lactobacillus* on laying performance, intestinal microflora and egg quality. Korean J Poult Sci 27(3):235-242.
- Ko YD, Sin JH, Kim SC, Kim YM, Park KD, Kim JH 2003 Effects of dietary probiotics on performance, noxious gas emission and microflora population on the cecum in broiler. J Anim Sci Technol 45(4):559-568.
- Krysiak K, Damian Konkol D, Korczyński M 2021 Overview of the use of probiotics in poultry production. Animals 11:1620.
- Lee KW, Lillehoj HS, Jang SI, Lee SH 2014 Effects of salinomycin and *Bacillus subtilis* on growth performance and immune responses in broiler chickens. Res Vet Sci 97(2):304-308.
- Lu MH, Ding KN, Liang SS, Guo YN, He YM, Tang LP 2023 Resveratrol inhibits oxidative damage in lungs of heat-stressed broilers by activating Nrf2 signaling pathway and autophagy. Ecotoxic Environ Safety 258:114949.
- Mirsalami SM, Mirsalami M 2024 Effects of duo-strain probiotics on growth, digestion, and gut health in broiler chickens. Veterin Anim Sci 24:100343.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotic supplementation on growth nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. Br Poultry Sci 37:395-401.
- Nava GM, Bielke LR, Callaway TR, Castaneda MP 2005 Probiotic alternatives to reduce gastrointestinal infections: the poultry experience. Anim Health Res Rev 6(1):105-118.
- Nurmi E, Rantala M 1973 New aspects of Salmonella infection in broiler production. Nature 241:210.
- O'Dea EE, Fasenko GM, Allison GE, Korver DR, Tannock GW, Guan LL 2006. Investigating the effects of commercial probiotics on broiler chick quality and production efficiency. Poult Sci 85:1855-1863.
- O'Shea CJ, Sweeney T, Bahar B, Ryan MT, Thornton K, O'Doherty JV 2012 Indices of gastrointestinal fermentation and manure emissions of growing-finishing pigs as influenced through singular or combined consumption of *Lactobacillus plantarum* and inulin. J Anim Sci 90(11):3848-3857.
- Park JH, Ryu MS, Kim JS, Kim SH, Lee DH, Li HL, Ryu KS 2003 Impact of feeding multiple probiotics on productivity, intestinal microflora and fecal noxious gas emission in broiler chicks. Korean J Poult Sci 30:203-209.
- Patterson JA, Burkholder KM 2003 Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poult Sci 82:627-631.
- Rehman A, Arif M, Sajjad N, Al-Ghadi MQ, Alagawany MME, Abd El-Hack ME, Alhimaidi AR, Elnesr SS, Almutairi BO, Amran RA, Hussein EOS, Swelum AA 2020 Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. Poult Sci 99:6946-6953.
- Rhayat L, Jacquier V, Brinch KS, Nielsen P, Nelson A, Geraert PA, Devillard E 2017 *Bacillus subtilis* strain specificity affects performance improvement in broilers. Poult Sci 96:22742280.
- Rodjan P, Soisuwan K, Thongprajukaew K, Theapparat Y, Khongthong S, Jeekeawpieam J, Salaeharae T 2018 Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. J Anim Physiol Anim Nutr 102(2):e931-e940.
- Sabiha MKA, Elizabeth VK, Jalaludeen A 2005 Effect of supplementation of probiotic on the growth performance of broiler chicken. Indian J Poult Sci 40(1):73-75.
- Santoso U, Ohtani S, Tanaka K, Sakaida M 1999. Dried *Bacillus subtilis* culture reduced ammonia gas release in poultry house. Asian-Australasian J Anim 12:(5)806-809.
- Shang QH, Yang ZB, Yang WR, Li Z, Zhang GG, Jiang SZ 2016 Toxicity of mycotoxins from contaminated corn with or without yeast cell wall adsorbent on broiler chickens. Asian-Aust J Anim Sci 29(5):674-680.
- Shon KS, Hong JW, Kwon OS, Min BJ, Lee WB, Kim IH, Park YH, Lee IS, Han YK 2004 Effects of complex direct-fed microbial supplementation on growth performance and nutrient digestibility for broilers. Korean J Poult Sci 31(2):85-91.
- Visek WJ 1978 The mode of growth promotion by antibiotics.

- J Anim Sci 46(5):1447-1453.
- Wakins BA, Kratzer FH, Neil DH 1982 *In vivo* effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in gnotobiotic chicks. Poultry Sci 61:1298-1308.
- Wang X, Farnell YZ, Peebles ED, Kiess AS, Wamsley KG, Zhai W 2016 Effects of prebiotics, probiotics, and their combination on growth performance, small intestine morphology, and resident *Lactobacillus* of male broilers. Poultry Sci 95(6):1332-1340.
- Wu BQ, Zhang T, Guo LQ, Lin JF 2011 Effects of *Bacillus subtilis* KD1 on broiler intestinal flora. Poultry Sci 90:2493-2499.
- Xu QQ, Yan UH, Liu XL, Lv L, Yin CH, Wang P 2024 Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Rhodopseudomonas palustris* in drinking water. British Poultry Sci 55(3):360-366.
- Yoon C, Na CS, Park JH, Han SK, Nam YM, Kwon JT 2004 Effect of feeding multiple probiotics on performance and fecal noxious gas emission in broiler chicks. Korean J Poultry Sci 31(4):229-235.

Received Oct. 22, 2024, Revised Nov. 25, 2024, Accepted Nov. 27, 2024