大韓獸醫學會誌(2010) 第50卷 第4號
Korean J Vet Res(2010) 50(4) : 297~302

<원 저>

박테리오신 OR-7을 생산하는 항균 효모의 양돈에서의 사양시험 효과

조동인[1,*] · 강상모[1,2] · 이재화[3] · 이상현[3] · 장민경[3] · 김기석[4]

건국대학교 [1]생물공학과, [2]미생물공학과, [3]신라대학교 생명공학과, [4]경북대학교 수의학과

(게재승인: 2010년 9월 18일)

Efficacy of antibacteriocidal yeast that producing bacteriocin OR-7 in pig

Dong-In Cho[1,*], Sang-Mo Kang[1,2], Jae-Hwa Lee[3], Sang-Hyeon Lee[3], Min-Kyung Jang[3], Ki-seuk Kim[4]

Departments of [1]Biological Engineering, and
[2]Micrological Engineering, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea
[3]Department of Bioscience and Biotechnology, Silla University, Busan 617-736, Korea
[4]Department of Veterinary Public Health, College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

(Accepted: September 18, 2010)

Abstract : This study was conducted to investigate the effects of feeding probiotics (gene modified yeast) on the growth performances in pigs. In pigs, this study investigated the effects of dietary probiotics which contained antibacterial probiotics (OR-7, bacteriocin, gene modified yeast) on growth performances and feed efficiency in pig farm. A total of 150 pigs were studied. The treatments are probiotics yeast (PY) 0.3% (basal diet + 0.3% plasmid modified probiotics), PY 0.5% (basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics), yeast (Y) 0.3% (basal diet + 0.3% probiotics), Y 0.5% (basal diet + 0.5% probiotics) and control (basal diet). Weight gain, feed intake and feed efficiency were periodically recorded for 90 days. The treatment group trended higher weight gain, feed intake and feed efficiency than control. And, the PY group trended higher weight gain, feed intake and feed efficiency than Y group.

Keywords : daily gain body weight, dietary probiotics, feed efficiency, pig feed test, *Saccharomyces cerevisiae*

서 론

가축의 생산성 향상을 목적으로 항생물질, 합성 항균제 등이 광범위하게 사용되고 있다는 점은 잘 알려져 있으며, 가축의 성장을 촉진하고 설사 등의 질병을 예방, 치료하기 위해 이용하고 있는 사료 첨가제 중에서 일반적으로 항생제가 가장 많이 이용되고 있다 [6]. 하지만 항생제는 장기간 사용하거나, 남용하게 되면 가축에게 항생제 내성이 생기고 또한 축산물의 항생제 잔류 문제를 초래하게 된다 [6]. 이러한 부작용으로 인해 최근에는 축산물 내 항생제 잔류 문제와 내성균이 증가할 수 있다는 문제 등으로 EU, 미국 등 선진국에서는 항생물질 사용을 규제 및 관리를 강화하고 있으며, 유럽 일부 국가에서는 육성돈, 비육돈 등에 대한 항생제의 사용을 금지하는 등 가축에 대해 항생물질 이용의 규제가 심화되고 있다 [2]. 또한 축산물의 항생제 잔류 및 전이 [20]와 항생제에 내성을 가진 슈퍼박테리아의 등장 등 여러 문제점이 대두되어 사용이 금지 및 제한되고 있다. 우리나라도 농림수산식품부고시(농림수산식품부고시 제 2010-30호, 2010. 3. 19, 전부개정)로 정해져 있는 사료 내(공장에서) 혼합가능 동물 의약품(항생물질) 종류는 현재는 18종으로 계속 줄여왔다.

여러 가지 이유로 항생제와 달리 섭취에 따른 내성이 없는 항생제 대체제로서 생균제에 관한 연구가 오랜 기

*Corresponding author
Tel: +82-2-450-3524, Fax: +82-2-3437-8360
E-mail: cdijdi@hanmail.net

간 진행되어 왔으며 [21], 국내에서 개발된 항생제 대체제로는 캡슐화된 유산균 [16] 및 효모 그리고 세균으로 구성된 복합 생균제 [17] 등이 있으며, 이들은 장내에서 유해 세균의 정착을 억제하고 장내 균총을 안정화하는데 목적을 두고 있다. 또한 닭의 살모넬라감염증 예방을 위한 한방사료 첨가제나 양돈의 대장균성 설사증을 유발시키는 대장균 항원을 이용한 난황항체도 보고되고 있다 [13, 15].

Campylobacter(*C.*) *jejuni*는 소, 면양 등의 포유동물과 닭에서 장염을 일으키는 병원균으로 알려져 있으며 [12], 이 균의 보균자들과 접촉 혹은 오염된 음식물의 섭취에 의해 감염이 발생한다 [25]. 최근, 대형화된 양계사육의 규모로 인해 이 세균의 감염증이 증가되고 있는 추세이다 [25].

OR-7은 *Lactobacillus salivarius*균주가 생산하는 항균활성 펩타이드로 *C. jejuni*에 대해 항균활성을 나타내며 [22], 또한 그람양성균인 고초균(*Bacillus subtilis*)과 그람음성균인 대장균(*Escherichia*(*E.*) *coli*), 농흉이나 중이염의 원인이 되는 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)에 대해서도 항균활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다 [5].

본 연구에서는 항균활성 효모가 첨가된 기능성 가축사료를 개발하기 위해 선행연구 [5]에서 얻어진 박테리오신 OR-7 유전자가 도입된 재조합 효모를 대량생산하여 사료를 제조하였으며, 돼지에 급여함으로써 질병억제 능력과 가축의 증체, 사료효율개선 등의 기능성을 평가하였다.

재료 및 방법

박테리오신 OR-7을 생산하는 효모의 대량생산

기존 연구 [5]에서 개발된 박테리오신 OR-7을 생산하는 재조합 효모를 YPD(glucose 20 g/L, peptone 20 g/L, yeast extract 10 g/L) 배지 100 mL에 aureobacidin A(Takara Korea, Korea) 최종농도가 0.2 μg/mL이 되게 첨가한 후 30°C에서 48시간 전배양을 행하고 pilot scale fermenter (Biotron, Korea)를 이용하여 30에서 2일간 배양한 후, 원심분리(15,000 rpm, 10분)하여 균체를 회수하여 건조 분말화 하였다.

실험동물 및 사양시험 설계

경남 양산시 소재의 양돈장에서 개시 체중 30 kg 전후의 10주령 3원교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc)을 각각 대조군 10두와 처리구 40두로 배치하여 90일간 동일한 환경조건하에서 사양시험을 실시하였다. 시험군은 일반 효모 0.3% 첨가한 사료(basal diet + 0.3% 일반효모, yeast), 일반 효모 0.5% 첨가한 사료(basal diet + 0.5% 일반효모, yeast), 활성 효모 0.3% 첨가한 사료(basal diet + 0.3% 유전자 변형 효모, probiotics yeast), 활성 효모 0.5% 첨가한 사료(basal diet + 0.5% 유전자 변형 효모, probiotics yeast)와 대조군으로 구성하였다. 각 시험군은 10두씩 사용하였으며 3반복하여 실험을 행하였다.

급여 사료 및 사양관리

시험사료는 3,490 cal/kg, crude protein 20.0%와 lysine 1.05%, calcium 0.80%, phosphorus 0.60%가 함유되도록 배합하였으며, 일령에 따라 육성돈 사료(40~110령). 비육돈 사료(110일~출하 시)로 구분하여 급여하였다. 시험사료는 가루형태로 아침, 저녁으로 충분히 공급하였으며, 물은 니플을 통하여 자유로이 섭취할 수 있게 하였다. 체중 측정은 시험개시 전, 후로 나누어 측정하였으며, 증체량은 종료 시 체중에서 개시체중을 뺀 값으로 총증체량 및 일당증체량을 구하였다. 사료효율은 시험기간 중 사료 급여량을 기간 중

늘어난 체중(종료 시 체중 - 개시 체중)으로 나누어 산출하였다.

생존율에 대한 효과

유전자 변형 효모를 첨가한 시험 군과 일반 효모를 첨가한 군과 대조군에서의 생존율에 대한 효과를 측정했다. 시험기간 동안 폐사유무와 질병 발생 유무를 관찰했다. 질병은 호흡기 및 위장관 질환 중 폐렴, 위축성 비염, 대장균성 설사, 장염 등을 기준으로 판단하였다.

결 과

총증체량

항균활성효모를 첨가하여 제조한 기능성사료를 양돈에 투여한 결과, 시험 종료 시 평균체중은 유전자변형 효모 0.3% 첨가군이 98.50 ± 0.89 kg, 유전자변형 0.5% 첨가군이 102.60 ± 1.18 kg, 일반효모 0.3% 첨가군이 96.40 ± 0.61 kg, 일반효모 0.5% 첨가군이 96.70 ± 0.75 kg, 대조군이 88.80 ± 0.66 kg으로 측정되었다(Fig. 1). 유전자 변형 효모 0.3% 첨가군이 대조군에 비해서 9.12%, 유전자변효 효모 0.5% 효모 첨가군은 대조군에 비해서 15.54% 증가했으며, 유전자 변형 효모 0.3% 첨가군은 일반효모 0.3% 첨가군 보다는 2.1%, 유전자 변형 효모 0.5% 첨가군이 일반효모 0.5% 첨가군 보다는 5.9% 더 증가했다. 또한 유전자 변형 효모 첨가군이 일반효모 첨가군 보다는 모두 증가 했으며 0.5% 첨가군이 0.3% 첨가군 보다 모두 증가했다.

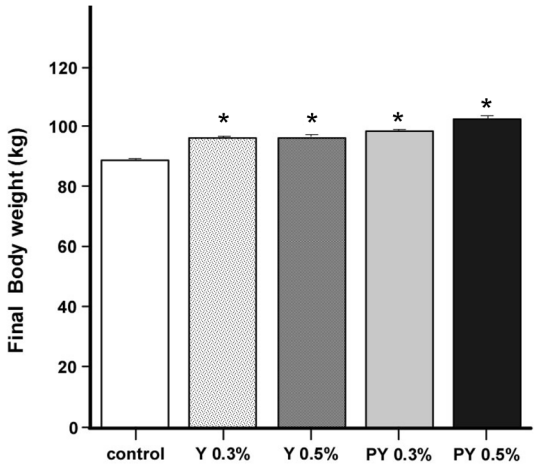

Fig. 1. Final mean body weight (kg). Yeast (Y) 0.3%: basal diet + 0.3% probiotics, Y 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics, probiotics yeast (PY) 0.3%: basal diet + 0.3% plasmid modified probiotics, PY 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics. Results are represented as mean ± SE, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test. *$p < 0.001$ compared with control samples (88.80 ± 0.66 kg).

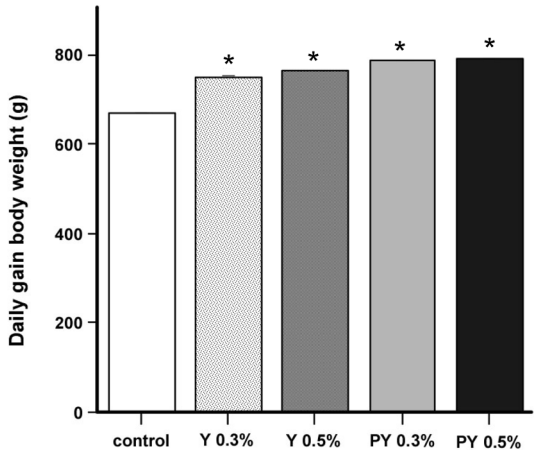

Fig. 2. Daily gain body weight (g) in the herd. Y 0.3%: basal diet + 0.3% probiotics, Y 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics, PY 0.3%: basal diet + 0.3% plasmid modified probiotics, PY 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics. Results are represented as mean ± SE, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test. *$p < 0.001$ compared with control samples (670.00 ± 1.15 g).

일일증체량

시험군과 대조군에서 각군의 일일증체량을 나타낸 결과는 Fig. 2에 나타냈으며, 유전자변형 효모 0.5% 첨가군은 792.00 ± 0.86 g이었으며, 유전자 변형 효모 0.3% 첨가군은 787.00 ± 1.44 g, 일반 효모 0.3% 첨가군은 753.00 ± 0.58 g, 일반효모 0.5% 첨가군은 765.00 ± 0.29 g, 대조군은 670.00 ± 1.15 g이었다. 유전자 변형 효모 0.3% 첨가군은 일반 효모 0.3% 첨가군보다 일일증체량이 34.00 g, 유전자 변형 효모 0.5% 첨가군은 일반 효모 0.5% 첨가군보다 27.00 g이 증가했으며, 대조군에 비해서는 유전자 변형 효모 0.5% 첨가군은 122.00 ± 1.21 g, 유전자 변형 효모 0.3% 첨가군은 117.00 ± 1.21 g이 증가하였다.

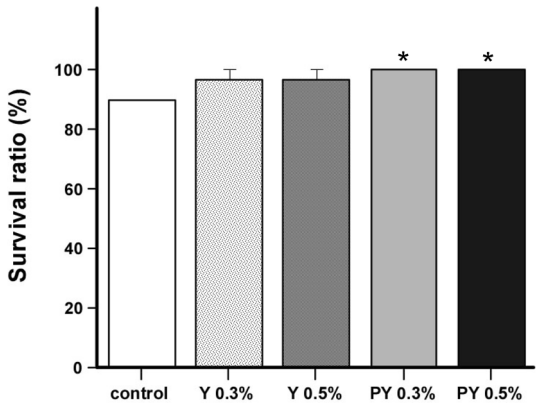

Fig. 3. Effects of dietary probiotics on survival ratio (%). Y 0.3%: basal diet + 0.3% probiotics, Y 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics, PY 0.3%: basal diet + 0.3% plasmid modified probiotics, PY 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics. Results are represented as mean ± SE, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test. *$p < 0.001$ compared with control samples (90.00 ± 0.00%).

생존율에 대한 효과

유전자 변형 효모를 첨가한 시험 군과 일반 효모를 첨가한 군과 대조군에서의 생존율에 대한 효과를 나타내었다(Fig. 3). 유전자 변형 효모를 첨가 군에서는 폐사한 자돈이 없었으나, 일반효모를 첨가한 군에서는 시험군 총 30두 중에서 각각 1두씩 폐사했으며, 대조군에서는 3두가 폐사했다. 즉, 생존율은 유전자 변형 효모 첨가군은 모두 100%이었으며, 일반 효모 첨가군에서는 97%, 대조군은 90%이었으며 효모 첨가군이 대조군에 대하여 생존율에서 우수한 유의적인 차이를 나타냈으며, 유전자 변형 효모 첨가 군이 일반 효모 첨가군보다도 더 유의적인 우수한 효과를 나타냈다. 질병은 호흡기 및 위장관 질환 중 폐렴, 위축성 비염, 대장균성 설사, 장염 등을 기준으로 판단하였다. 질병 감염율에 대한 효과를 Fig. 4에 나타내었다. 그 결과는 유전자 변형 효모

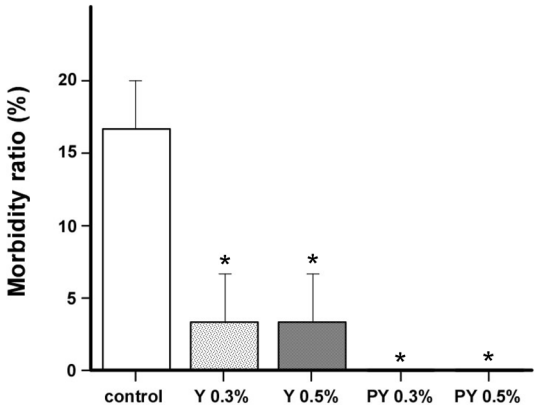

Fig. 4. Effects of dietary probiotics on morbidity ratio (%). Y 0.3%: basal diet + 0.3% probiotics, Y 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics, PY 0.3%: basal diet + 0.3% plasmid modified probiotics, PY 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics. Results are represented as mean ± SE, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test. *$p < 0.001$ compared with control samples (16.66 ± 3.33%).

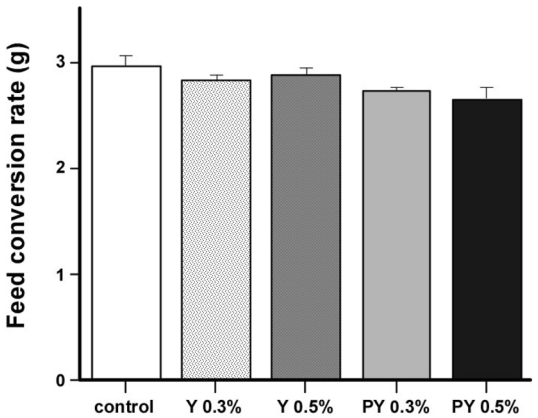

Fig. 5. Effects of dietary probiotics on feed conversion ratio (g). Y 0.3%: basal diet + 0.3% probiotics, Y 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics, PY 0.3%: basal diet + 0.3% plasmid modified probiotics, PY 0.5%: basal diet + 0.5% plasmid modified probiotics. Results are represented as mean ± SE, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test.

를 첨가한 군은 0.3%와 0.5% 질병감염이 없었으며 일반 효모를 첨가한 군에서는 효모를 0.3%와 0.5% 첨가한 군에서 각각 1두씩 발생했으며, 대조군에서는 5두가 이환했다. 유전자 변형 효모 첨가군에서의 이환율은 0.0%이었고, 일반 효모를 첨가한 군에서는 0.3% 효모 첨가 군과 0.5% 각각 3.3%이었으며, 대조군은 16.7%이었다.

사료요구율

유전자 변형 효모 첨가 군과 일반 효모 첨가군 및 대조군에서의 효모첨가로 인한 사료요구율의 차이를 Fig. 5에 나타내었다. 유전자 변형 효모 첨가군에서는 사료요구율이 0.3% 첨가군은 2.73 ± 0.03 g, 0.5% 첨가군은 2.66 ± 0.10 g이었으며, 일반 효모 첨가군에서는 사료요구율이 0.3% 첨가군은 2.83 ± 0.06 g, 0.5% 첨가군은 2.89 ± 0.06 g 이었다.

고 찰

유전자 조작 변형 효모의 사료첨가제로서의 효능을 측정하기 위해서 상기의 시험을 했으며 시험결과는 상기의 결과에서 보듯이 유전자 변형 효모 첨가군이 일반 효모 첨가군 및 대조군에 비해서 평균체중 증체량, 일당 증체량, 생존율, 병의 이환율 면에서 모두 우수한 효과를 나타내었다. 하지만, 사료 요구율에서는 대조군에 비해 유의적인 효과를 나타내지 않았다. 양돈 영양학에 있어 생균제의 급여 효과는 이미 여러 연구자들에 의해서 사양시험이 진행되어왔다 [3, 6, 14, 19]. Veum 등 [24]은 이유자돈에 있어, 효모 배양물을 급여(0.75, 1.25, 1.75%)하였을 경우 일당 증체량, 일당 사료 섭취량 그리고 사료효율이 향상되었다고 보고하였다. 이 결과는 본 양돈시험에서도 유사한 결과를 나타내었다.

일반적으로, 생균제를 첨가함에 따라 영양소 소화율이 향상되는 것은 생균제가 장관내의 pH를 낮추어 유해균의 생성을 억제시키고 유익균의 안정적인 정착 [23]으로 사료의 기호성이 증진될 뿐만 아니라, 장관내의 유용한 효소가 생산되어 영양소 소화율을 개선시키는 것으로 사료되며, 이러한 결과 증체량 개선에 영향을 미친 것으로 사료되며, 황 등 [7]도 이렇게 주장하였다. 이 결과는 본 양돈시험과 유사한 결과를 나타내었다.

양돈에 대한 생균제의 사용효과에 있어서 생균제를 돼지에 급여시 성장률과 사료효율의 개선효과가 있다는 보고도 있다 [1, 4]. 본 양돈에서의 시험과 유사한 결과를 나타내었다. 양 등 [4]은 연구에서 아래와 같이 주장하였다. 연구에서 사용한 유산균은 돼지의 위에서 분리한 균으로 위액의 강한 산에서도 생존할 수 있는 내산성의 유산균으로 장내 유효균의 증식 효과 및 병원성균인 대장균, 살모넬라, 포도상구균 등 유해균에 대하여 생육억제 효과가 있었다. 이 연구에서 개발된 생균제를 돼지에게 먹인 결과 대조군에 비하여 설사발생 빈도가 85% 이상 감소하였으며 일당 증체효과도 12.3%로 나타나 설사예방효과와 증체효과가 인정되었다. 또한 길항균들은 20배 희석된 축산 분뇨에서 생육 가능함이 확인되어 향후 액비로의 활용가능성을 보여주었다. 본 시험에서도

결과에서와 같이 증체량이 증가되었으며 결과와 같이 폐사량이 줄어서 본 상기 내용과 유사한 결과를 나타내었다.

가축의 사료에 생균제를 급여함으로써 가축의 장내에서 *E. coli*를 억제하고 [9, 25], *Salmonella*와 *Campyrobacter*의 증식을 조절하는 기능을 가지며 [23], 가축의 성장을 촉진하고 [22, 25], 장내 유익한 미생물의 수를 증가시킨다고 보고하였다. 이외에도 Arends 등 [8]은 *Lactobacillus acidophilus*를 음수투여하여 성장과 사료효율이 개선되었다고 보고하였으며, 김 등 [2] 역시 유산균을 단일 또는 혼합 급여함으로써 체중이 유의적으로 증가하고, 사료요구율이 개선되는 경향을 보였다고 하였다. 본 시험에서도 결과에서와 같이 사료요구율에서 우수했으며 유사한 결과를 나타내었다.

위의 문헌들을 종합해 보면 양돈에서의 시험에서는 생균제를 급여함으로서 사료 효율개선 등에 도움을 주고 있으며 이번 실험에서도 같은 효과를 낸 것으로 보인다.

Rose [21]는 효모는 산소에 대한 친화성이 강하기 때문에 장내의 산소를 제거하여 혐기성 세균의 증식을 도우며, 이로 인해 혐기성 세균인 유산균이 증식한다고 하였다. 이런 이유로 그림에서 보듯이 증체량 증가는 사료효율 개선과 병원성 미생물의 억제효과 등이 복합적으로 작용하여 상승작용효과로 작용했기 때문이라고 추정된다. 본 실험에서도 효모를 첨가한 군이 대조군에 비해서 증체량 증가와 사료 효율 증가가 일어나서 유사한 결과를 나타내었다고 사료된다.

이러한 우수한 결과는 유전자 변형 효모인 활성효모를 첨가함으로써 면역 기능강화와 박테리오신의 기능과 효모에서 분비된 여러 가지 유용물질(광물질, 비타민, 아미노산)의 상호작용에서 기인된 결과로 보여 진다. 이런 유용물질은 광물질 [11], 비타민 [10], 아미노산 [18]등으로서 이들 논문에서도 조성이 우수하다고 나와 있다.

이상에서 보듯이 다른 학자들의 논문과 이번 시험 성적들을 종합적으로 볼 때, 유전자 변형 효모를 첨가한 사료가 양돈에서 일반 효모 및 무첨가한 사료를 급여 받은 군보다도 더 우수한 경제성을 보인 것은 이 효모에서 분비한 박테리오신의 효과와 여러 가지 유용물질의 작용으로 보여 진다.

양돈에서 이러한 우수한 결과는 유전자 변형 효모인 항균활성효모를 첨가함으로써 면역 기능강화와 박테리오신의 기능과 효모에서 분비된 여러 가지 유용물질의 상호작용에서 기인된 결과로 보여진다. 또한 박테리오신을 유전자 조작 효모가 분비해서 병원성 균을 차단함으로써 증체에 도움을 준 것으로 보여진다. 이런 이유로 사료효율 개선과 병원성 미생물의 억제효과 등이 복합적으로 작용하여 상승작용효과로 작용했기 때문이라고 추정되며 본 실험에서도 결과에서 보듯이 유사한 결과가 나타났다.

결 론

본 연구는 선행연구에서 개발된 박테리오신 OR-7을 생산하는 재조합 효모를 대량생산하고 돼지에 급여해서 사료 첨가제로서의 기능성을 확인하였다. 즉, 사료 첨가제로서의 probiotics인 효모의 기능을 확인하는 차원과 기왕이면 bacteriocin을 다량 분비하는 효모를 유전자를 변형시켜서 제조해서 그 미생물의 항균력과 생체의 경제성 향상 능력을 파악하고자 수행되었다.

양돈 사양효과 시험을 다음과 같이 실시하였다. 양돈에서의 사양시험은 10주령 3원교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc, 평균체중 30 kg 내외)을 각각 대조군(10두)와 처리구(40두)로 나누어서 총 150두(3반복)의 돼지를 90일간 사양시험을 실시하였다. 실험은 활성 효모 0.3% 첨가군(basal diet + 0.3% 유전자 변형 효모), 활성 효모 0.5% 첨가군(basal diet + 0.5% 유전자 변형 효모), 일반 효모 0.3% 첨가군(basal diet + 0.3% 일반효모), 일반 효모 0.5% 첨가군(basal diet + 0.5% 일반효모)과 대조군으로 구성하였다.

활성 효모 0.3%, 0.5% 첨가군이 일반 효모 0.3%, 0.5% 첨가군 및 대조군에 비해서 평균체중, 증체량, 일당증체량, 사료 요구율, 생존율, 병의 이환율 면에서 모두 우수한 효과를 나타내었으며, 사료 요구율에서는 대조군에 비해 유의적인 효과를 나타내지 않았다. 활성 효모를 첨가함으로써 면역 기능강화와 박테리오신 기능과 효모에서 분비된 여러 가지 유용물질의 상호작용에서 기인된 결과로 보여 지며 사료효율 개선과 병원성 미생물의 억제효과 등이 복합적으로 작용하여 상승작용효과로 작용했기 때문이라고 추정된다.

참고문헌

1. **고태구, 김진동, 배수한, 한영근, 한인규.** 항생제 무첨가 이유자돈 사료 개발에 관한 연구. 한국축산과학회지 2000, **42**, 37-44.
2. **김상호, 박수영, 유동조, 나재천, 최철한, 박용윤, 이상진, 류경선.** 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의 첨가 효과. 한국가금학회지 2000, **27**, 37-41.
3. **양승주, 현재석, 양창범, 고석민, 최홍훈.** 육성비육돈에 대한 사료첨가제 첨가 급여시험: 생균제의 첨가가 육성 비육돈의 성장과 육질에 미치는 영향. 한국축산과학회지 1998, **40**, 21-30.
4. **양영기, 조정일, 강희경, 문명님, 이용보.** 2007 양돈사료 첨가용 복합미생물 개발. 한국유기농업학회지

2007, **15**, 93-108.

5. **이옥희, 장민경, 이동근, 이재화, 하종명, 하배진, 안익용, 조동인, 이상현.** 박테리오신 OR-7을 생산하는 항균 효모의 제작. Korean J Microbiol Biotechnol 2008, **36**, 101-105.
6. **이종언, 김승일, 고문석, 고서봉, 김규일.** 생균제 또는 항생제를 함유한 사료의 급여가 이유자돈의 성장, 장무게, 분 또는 장 내용물 중의 요소분해효소 활성에 미치는 영향. 한국축산과학회지 2000, **42**, 65-72.
7. **황종욱, 김인호, 권오석, 김지훈, 민병준, 이원백.** 자돈 및 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 생산성 및 분내 가스 발생에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 2002, **44**, 305-314.
8. **Arends LG, Porubcan R, Gulstrom T.** Influence of Lactobacillus-acidophilus administered via the drinking-water on broiler performance. Poult Sci 1981, **60**, 1617.
9. **Baba E, Nagaishi S, Fukata T, Arakawa A.** The role of intestinal microflora on the prevention of Salmonella colonization in gnotobiotic chickens. Poult Sci 1991, **70**, 1902-1907.
10. **Braude R.** Dried yeast as fodder for livestock. J Inst Brew 1942, **48**, 206.
11. **Burns JM, Baker DH.** Assessment of the quantity of biologically available phosphorus in yeast RNA and single-cell protein. Poult Sci 1976, **55**, 2447-2455.
12. **Butzler JP.** *Campylobacter* Infection in Man and Animals. pp. 1-246, CRC Press, Boca Raton, 1984.
13. **Hong JK, Kim IH, Kwon OS, Lee SH, Kim JW.** Effects of egg yolk antibodies to replace antibiotic in segregated early-weaned pigs. J Anim Sci Technol 2001, **43**, 177-184.
14. **Jurgens MH, Rikabi RA, Zimmerman DR.** The effect of dietary active dry yeast supplement on performance of sows during gestation-lactation and their pigs. J Anim Sci 1997, **75**, 593-597.
15. **Kang HJ, Kim YH, Lee HJ, Kim JS, Kim CS, Kim TG, Kim EH, Park MR, Kim GS.** Preventive effect of oriental herbal medicine feed additives on infection of Salmonella enteritidis in broiler chickens: antimicrobial activity and colonization inhibition. Korean J Vet Res 2003, **43**, 41-47.
16. **Kim K, Jang KI, Kim CH, Kim KY.** Optimization of culture conditions and encapsulation of Lactobacillus fermentum YL-3 for probiotics. Korean J Food Sci Technol 2002, **34**, 255-262.
17. **Ko YD, Kim JH, Kim CH.** Effect of dietary supplementation of probiotics (economix) on milk production and economic characteristics in lactating dairy cattle. J Anim Sci Technol 2001, **43**, 369-380.
18. **Lindan O, Work E.** The amino-acid composition of two yeasts used to produce massive dietetic liver necrosis in rats. Biochem J 1951, **48**, 337-344.
19. **Mathew AG, Chattin SE, Robbins CM, Golden DA.** Effects of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids, and performance of weanling pigs. J Anim Sci 1998, **76**, 2138-2145.
20. **Mee BJ.** The selective capacity of pig feed additives and growth promotants for coliform resistance. In: Woodbine M (ed.). Antimicrobials and Agriculture. pp. 349-358, Butter Worths, London, 1984.
21. **Rose AH.** Recent research on industrially important atrains of Saccharomyces cerevisiae. In: Skinner FA. Passmore SM, Davenport RR (eds.). Biology and Activiities of Yeasts. pp. 103-121, Academic Press, London, 1980.
22. **Stern NJ, Svetoch EA, Eruslanov BV, Perelygin VV, Mitsevich EV, Mitsevich IP, Pokhilenko VD, Levchuk VP, Svetoch OE, Seal BS.** Isolation of a *Lactobacillus salivarius* strain and purification of its bacteriocin, which is inhibitory to *Campylobacter jejuni* in the chicken gastrointestinal system. Antimicrob Agents Chemother 2006, **50**, 3111-3116.
23. **Underdahl NR, Torres-Medina A, Dosten AR.** Effect of Streptococcus faecium C-68 in control of Escherichia coli-induced diarrhea in gnotobiotic pigs. Am J Vet Res 1982, **43**, 2227-2232.
24. **Veum TL, Herkelman KL, Ivers DJ, Shahan LA, Figueroa FA, Bobilya DJ, Ellersieck MR.** Effect of yeast culture on performance of weanling pigs. Swine Research Report. No. 115. p. 63, University of Missouri, Columbia, 1988.
25. **White PL, Baker AR, James WO.** Strategies to control *Salmonella* and *Campylobacter* in raw poultry products. Rev Sci Tech 1997, **16**, 525-541.