

돼지혈액 및 간을 이용한 사료용 효모배양과 효모배양물이 육계성장에 미치는 영향

마정숙 · 심관섭 · 박강희

전북대학교 농과대학 동물자원과학과

Utilization of Porcine Blood and Liver in Yeast Culture for Animal Diets and Effects of Yeast Culture on the Growth of Broiler Chicks

Ma Jeong-Suk, Shim Kwan-Seob and Park Gang-Hee

Dept. of Animal Resources and Biotechnology, College of Agriculture, Chonbuk National
University

Summary

Optimal conditions for utilizing the slaughtered porcine blood and liver for yeast culture and the effects of the yeast cultures on the growth of broiler chicks were investigated. The quantity of yeast cultured for 24 hours in the BSG medium containing blood extracts containing 5 % glucose and in the LSG medium containing liver extracts containing 5 % glucose were higher by 4 % and 10 %, respectively, than that in the YEPD medium containing 1 % yeast extract, 2 % bacto pepton and 2 % glucose. Optimal concentrations of ammonium sulfate supplementation to the BSG medium to increase the quantity of yeast cultured for 24 and 48 hours were 100 mM (1.3 %) and 50 mM (0.65%), respectively. The optimal pH for yeast culture in BSG medium ranged from 6 to 7. One percent supplementation of either ammonium sulfate or taurine to LSG medium increased the quantity of yeast by 18 % and 9 %, respectively, compared to no supplementation. The body weight of chicks fed with 2 % and 4 % yeast culture supplementations cultivated increased at the 4th week by 10 %, with relative to no supplementation.

The results from this study suggest that the slaughtered porcine blood and liver can be utilized for yeast culture which is used in animal diets.

(Key words : Blood, Liver, Yeast culture, Broiler, Body weight gain)

서 론

최근 항생물질의 축산물내 잔류문제와 병원

균의 내성증가 문제가 대두됨에 따라 효모배양물이 사료 첨가제로 많이 이용되고 있으며 실제로 효모배양물은 우수한 단백질 사료이며 광

물질 조성이나(Burns와 Baker, 1976) 비타민 조성이 우수하다(Braude, 1942)고 보고되었다. 효모는 반추가축용 사료첨가제가 이용되어 반추위 내에서 섬유소분해 박테리아와 같은 반추미생물의 분해활동과 성장을 촉진시키고(Rose, 1980) 미지성장인자의 공급제로서 사료의 기호성을 향상시키는 것으로(Peppler, 1982) 알려져 왔다. 돼지사육에 있어서 생균제를 첨가한 결과 어린 돼지에서는 증체율과 사료효율이 개선되었다고 보고하였으며(민 등, 1992), 원 등(1989)은 육성돈에 0.2% 활성효모배양물 첨가 수준은 총증체량, 일당증체, 사료효율에서 보다 현저한 성장촉진 효과가 있다고 보고하였다. 김 등(1988)은 육계사료에 활성효모 0.1% 첨가한 처리구에서 증체량이 높았으며 사료효율도 개선되었다고 보고하였고, Krueger 등(1990)은 육계사료에 활성효모를 급여하였던 바 사료효율이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 또한 유와 백(1990)은 활성효모를 산란계와 육계사료에 0.05 또는 0.1% 첨가했을 때 산란율과 부화율이 개선된다고 보고하였다.

이와 같이 효모는 가축의 생산성 향상에 탁월한 효과가 있는 것으로 오래전부터 보고되었으나 현재 시판되는 효모배양물의 가격이 고가이기 때문에 그 이용성이 제한되어 있는 실정이다. 효모배양물의 생산 단가를 낮추기 위해서는 효모배양에 이용되는 고가의 배지를 대체할 수 있는 경제적인 배지성분을 개발하기 위한 연구가 실시되어야 할 것이다.

따라서 본 연구는 식육류의 소비 증가에 따라 그 생산량이 증가하여 환경오염의 원인으로까지 대두되고 있는 도축부산물인 돼지 혈액, 간의 효모배양 배지로 이용가능성을 확인하고, 이렇게 생산된 효모배양물이 육계의 생산성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험기간 및 장소

본 연구는 전북대학교 농과대학 동물자원과 학과 생리학 연구실에서 도축부산물인 돼지 혈

액과 돼지 간을 이용하여 효모를 배양·생산하였으며, 생산한 효모배양물은 전분박에 혼합하여 건조하였다. 육계에 대한 사양시험은 전북대학교 농과대학 동물사육장에서 실시하였다.

2. 실험재료

가. 공시 균주 및 배지

*Saccharomyces Cerevisiae*를 YEPD(Yeast Extract(DIFCO) 1%, Bacto Pepton(DIFCO) 2%, Nutrient Agar(acumedia) 2%, Glucose 2%) 평판 배지에 도말하여 형성되는 집락균을 배양한 후 형성된 colony를 같은 배지에 도말하여 30℃, 48시간 재 배양하였다.

나. 배양배지의 준비

(1) YEPD

Yeast Extract(DIFCO) 1%, Bacto Pepton(DIFCO) 2%, Glucose 4%를 증류수에 첨가하였다.

(2) BSG

도축 후 생산되는 돼지 혈액을 증류수에 10%를 첨가하여 완전히 응고될 때까지 가열하여 식힌 후 원심분리(Hanil, 3000 r.p.m, 30분)하여 상등액을 분리하고 Glucose 5% 첨가하였다.

(3) LSG

도축 후 생산되는 돼지 간을 깨끗이 수세하여 mixer로 분쇄하고 분쇄한 간 20%를 증류수에 첨가하여 균질기(Ultra-Turrax T25)를 이용하여 3분 동안 균질화하였다. 이것을 100℃에서 15분 동안 가열하여 식힌 후 원심분리(Hanil, 3000r.p.m, 30분)하여 얻은 상등액에 Glucose를 5% 첨가하였다.

다. 배양조건

배양배지는 15lb, 121℃로 15분간 고압 멸균

한 후 공시균주를 접종하여 30℃에서 호기성 배양하였다.

라. 효모수 측정

효모수 측정은 무균상에서 멸균피펫으로 시료를 취하고 생리식염수로 희석하여 hemacytometer를 사용해서 균 수를 측정하였다.

3. 사양실험

가. 공시동물 및 사양관리

본 시험에 이용된 육계는 (주)하림에서 구입한 Cobb종 수컷 Broiler로 총 60수를 공시하였다. 시험 전기간 동안 사료와 물은 무제한으로 급여하였으며 24시간 연속 점등을 실시하였다.

나. 시험설계 및 공시사료

1일령 병아리의 체중을 균일하게 분포시켜 측정 후 4처리 1반복으로 대조구(0%), 처리구 1(1%), 처리구 2(2%) 및 처리구 3(4%)로 배치하여 2주간 평사에서 사육한 후 2주간 케이지 사육을 하였다. 효모균 수가 1.12×10^9 cfu/ml 일 때 효모배양물과 전분박을 1 : 1(V/W)로 혼합한 후 37℃에서 건조하여 Table 1의 기본사료에 각각 0%, 1%, 2%, 4%씩 혼합하여 급여하였다.

다. 조사항목

각 처리구별로 1주일 이후 매주 1회 일정한 시간에 체중을 측정하여 대조구(0%)와 비교하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of diet fed to broiler chicks

| Ingredients | Content(%) | Ingredients | Content(%) |
|---------------------|------------|---------------------------|------------|
| Corn | 53.95 | Vitmin Mix ¹⁾ | 0.10 |
| Soybean meal | 20.80 | Mineral Mix ²⁾ | 0.10 |
| Rapeseed meal | 2.56 | Monenisin | 0.10 |
| Corn gluten meal | 1.28 | TM - 200 | 0.05 |
| Lupin kernel | 10.08 | Antioxidant | 0.05 |
| Fish meal | 4.00 | Methionine | 0.16 |
| Tallow | 4.32 | Liq. Lysine | 0.52 |
| CaCO ₃ | 0.60 | Liq. Choline | 0.10 |
| TCP 18% | 0.96 | KEMEYME ³⁾ | 0.15 |
| Salt | 0.12 | | |
| Calculated analysis | | | |
| CP(%) | 21.51 | Methionine(%) | 0.89 |
| ME(cal/g) | 3,151 | Methionine(%) | 0.54 |
| Lysine(%) | 1.18 | Choline(ppm) | 1,606 |

¹⁾ Provide in milligrams per kg diet : vitamin A, 10,000 IU; vitamin D3, 2,000 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin K3, 1.50mg; vitamin B1, 2.00mg; vitamin B2, 6.00mg; vitamin B5, 30.0mg; vitamin B6, 3.00mg; vitamin B12, 0.02mg.

²⁾ Provide in milligrams per kg diet : Ca.panto, 10.00mg; folic acid, 1.00mg; Biotin, 0.05mg; I, 0.80mg; Zn, 50.00mg; Mn, 70.00mg; Fe, 70.00mg; Cu, 100.00mg; Co, 0.25mg; Se, 0.20mg.

³⁾ Provide in milligrams per kg diet : alpha-amylase, beta-amylase, beta-glucanase, pullulanase, pectinase, eldo-protease, exo-protease, cellulase, sodium bentonite, calcium silicate, calcium carbonate.

4. 통계분석

처리구의 유의성 여부를 측정하기 위하여 시험결과를 SAS(1985) 통계 package를 이용하여 Duncan 다중검정법으로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 도축 후 생산되는 돼지 혈액과 간을 이용한 효모 배양 조건

김 등(1997)은 도축 후 생산되는 돼지 혈액의 단백질 함량이 약 15%라고 보고하였으며 박과 최(1997)는 육계 간의 단백질 함량은 약 10%라고 보고하였다. 이와 같이 혈액과 간의 단백질 함량이 높다는 것은 이것들이 사료용 효모배양의 질소원으로 재사용될 가능성이 있다는 것을 의미할 것이다. 그러나 혈액과 간의 단백질 중에는 알부민이나 글로불린 등과 같이 열처리에 의하여 응고되는 단백질을 포함하고 있으며(박동기, 1992), 이러한 단백질은 단시간의 효모배양 시 효모에 의하여 이용될 수 없기 때문에 제거되어야 할 것이다. 그러므

로 혈액이나 간을 효모배양의 질소원으로 효율적으로 재활용하기 위해서는 열처리에 의하여 응고되는 단백질을 제거한 수용성 단백질의 추출방법이 매우 중요할 것이다. 따라서 본 연구실에서 기초 시험을 실시한 결과 혈액 10%와 간 조직 20%를 증류수로 희석하여 응고될 때까지 가열하여 식힌 후 수용성 단백질을 추출하였을 때, 추출된 수용성 단백질의 양은 전체 단백질 중 혈액의 경우 약 30%, 간의 경우 약 10%이었다.

현재 단시간 효모배양 배지로서 yeast extract, Bacto Pepton 및 glucose를 함유한 YEPD배지가 가장 보편적으로 이용되고 있다. 따라서, 혈액과 간을 효모배양에 이용할 가능성이 있는지를 조사하기 위하여 10% 혈액이나 20% 간 조직에서 추출된 수용성물질에 glucose를 첨가한 배지들과 YEPD 배지에서의 효모의 성장을 비교 분석하였다. Figure 1에 나타난 바와 같이 효모 성장율에 있어서 배양 6시간까지는 YEPD 배지와 혈액을 사용한 배지(BSG) 및 간을 사용한 배지(LSG) 간에 차이가 없었으나, 배양 12 시간에는 BSG 배지가 YEPD 배지에 비하여 14% 증가하였으며, 배양 24시간에는 BSG 배지

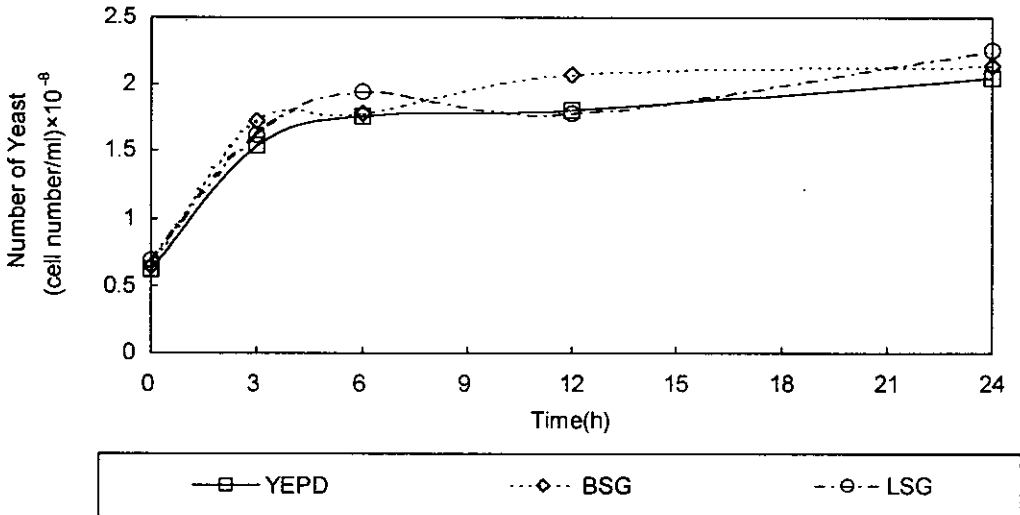


Fig. 1. Comparsons of yeast cultured in YEPD, BSG and LSG. YEPD: Yeast Extract(DIFCO) 1 %, Bacto Pepton(DIFCO) 2 %, Glucose 4 %, BSG: 10 % Blood Supernatant, Glucose 5 %, LSG: 20 % Liver Supernatant, Glucose 5 %.

와 LSG 배지가 YEPD 배지에 비하여 각각 4%와 10% 증가하였다. 따라서 이러한 결과는 도축 후 생산되는 혈액과 간을 사료용 yeast 배양에 재활용될 수 있다는 것을 보여준다.

Figure 1에서 나타난 바와 같이 혈액은 효모 성장에 있어서 좋은 질소원이 될 수는 있으나 추출되어 사용할 수 있는 질소량은 한정적이므로 효모생장을 극대화시키기 위하여 질소원을 보충해 주는 것이 좋을 것이다. 따라서 BSG 배지의 질소원 보충체로서 ammonium sulfate를 첨가하여 효모의 생장율을 조사하였다. Figure 2에 제시된 바와 같이 효모 배양 4시간까지는 ammonium sulfate 첨가 배지들은 첨가하지 않은 배지에 비하여 효모생장율이 낮은 경향을 보여주었으나, 배양 8시간 이후부터 배양종료 시인 48시간까지의 효모생장율은 ammonium sulfate 첨가 배지들이 첨가하지 않은 배지에 비하여 월등히 높았으며, 그 중에서도 24시간까지의 배양은 100mM(1.3%) 첨가구가 가장 높았고 48시간 배양에서는 50mM(0.65%) 첨가구

가 가장 높았다. 따라서 이러한 결과는 효모 성장에 있어서 BSG 배지의 효율을 증진시키기 위해서는 적정량의 질소보충체를 첨가시켜 줘야 한다는 것을 의미한다.

효모생장에 있어서 배지의 pH는 많은 영향을 미친다(Oh 등, 1976). 또한, 호기성 상태에서 효모의 호흡에 의하여 생성된 CO₂는 배지의 pH를 낮출 것이다. 그러므로 혈액을 효모배양 배지로 이용할 경우 효모생산의 효율성을 높이기 위하여 배지의 적절한 pH의 유지에 대한 구명이 필요할 것이다. 따라서 배지의 pH를 2에서 9까지 조절하여 효모 배양을 실시한 결과 Figure 3에 제시된 바와 같이 효모의 생장율은 pH6과 7에서 가장 높았다. 이러한 결과는 혈액을 이용한 효모배양 배지의 효율성을 높이기 위해서는 배지의 pH를 항상 6과 7사이로 유지시키는 것이 필수적이라는 것을 의미한다.

Figure 1은 간 또한 혈액과 같이 효모배양 배지의 질소원으로서 이용될 수 있다는 것을 보여 주었다. 그러나 간에서 추출하여 사용할

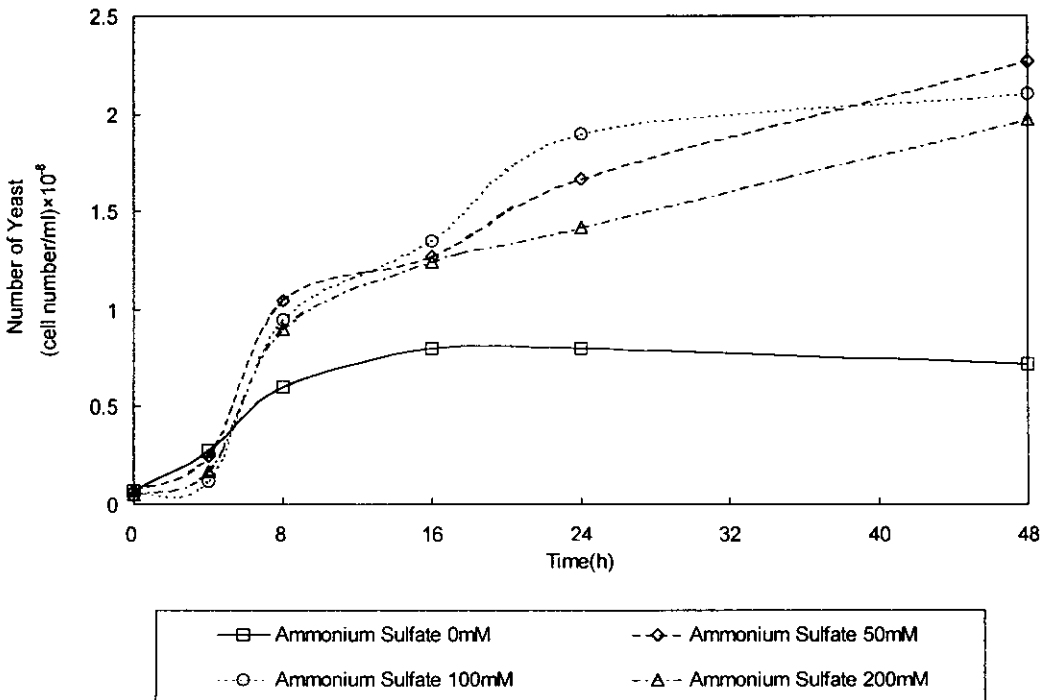


Fig. 2. Effect of Ammonium Sulfate supplementation to BSG medium on yeast culture.

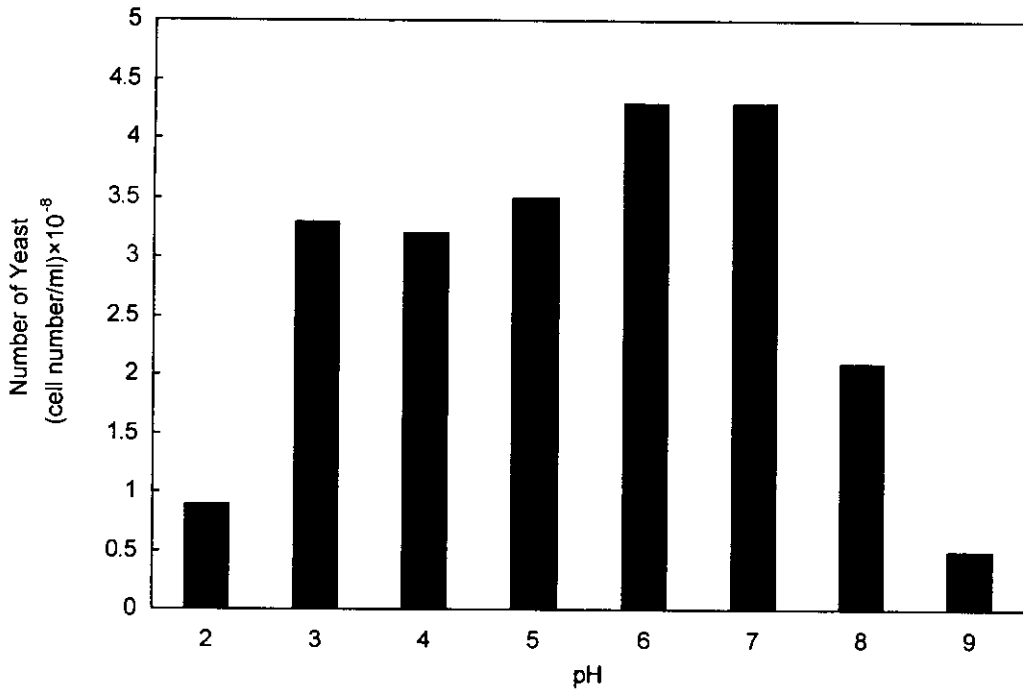


Fig. 3. Effect of pH on yeast culture in BSG medium(10 % Blood Supernatant, Glucose 5 %) for 24 hours.

수 있는 수용성 단백질의 양 역시 제한되었기 때문에 간 추출물을 이용한 효모 배양의 효율성을 증진시키기 위해서 질소원을 보충시켜 주어야 할 것이다. 따라서 간의 수용성 단백질을 함유하고 있는 LSG 배지에 ammonium sulfate와 taurine을 질소 보충제로서 첨가하여 효모 생장을 조사하였다. Figure 4에 나타난 바와 같이 LSG 배지에 ammonium sulfate와 taurine을 1% 첨가했을 때 첨가하지 않은 배지에 비하여 각각 18%와 9%의 효모생장이 증진되었다. 따라서 이러한 결과는 Figure 2와 더불어 혈액이나 간의 추출물을 효모배양에 이용하고자 할 때에는 적절한 양의 질소보충제를 첨가해 주는 것이 효모생장을 증진시킨다는 것을 의미한다.

2. 효모배양물을 이용한 육계의 사양시험

돼지 혈액과 간을 이용하여 배양된 효모배양물이 육계의 성장에 미치는 영향을 조사하기

위하여 효모를 배양한 후 효모배양물과 전분박을 1:1로 혼합하고 37℃에서 건조하여 4주 동안 육계 사양시험을 실시하였다. Table 2에 나타난 바와 같이 배양물을 1% 첨가하였을 때는 시험 전 기간동안 육계의 증체량에 영향을 미치지 못하였으나, 2%와 4%의 첨가구는 2주부터 4주까지 대조구에 비하여 육계의 체중이 약 10% 증가하였다. 이러한 결과는 생효모배양물을 육계 사료에 첨가하였을 때 증체량이 증가하였다고 보고한 김 등(1988)의 결과와 유사하였다.

결론적으로 본 연구의 결과는 육계의 생산성 증진을 위한 사료용 효모배양에 도축부산물인 돼지혈액과 간을 재활용하여 효모배양에 이용되는 고가의 배지를 대체할 수 있는 경제적인 배지성분으로 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 수용성 단백질을 제외한 응고 단백질들은 단백질 사료로서 다시 이용될 수 있을 것이다. 그러나 앞으로 혈액과 간을 이용한 효모

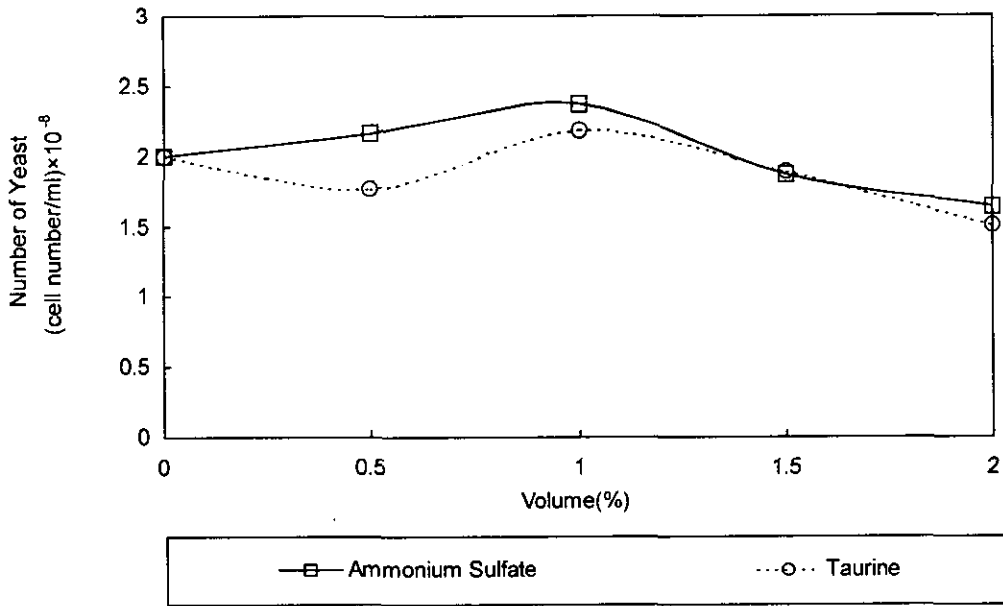


Fig. 4. Effect of either ammonium sulfate or taurine supplementation to LSG medium (20 % Liver Supernatant, Glucose 5 %) on yeast culture.

Table 2. Changes in body wt of broiler chicks supplemented with or without yeast culture mixture according to the feeding periods

| Age (Weeks) | C | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | BW (g) | | | |
| 0 | 41 ± 1 | 41 ± 1 | 42 ± 1 | 41 ± 1 |
| 1 | 138 ± 6 | 137 ± 6 | 149 ± 5 | 151 ± 7 |
| 2 | 340 ± 15 ^a | 337 ± 12 ^a | 372 ± 11 ^b | 381 ± 14 ^b |
| 3 | 673 ± 21 ^a | 651 ± 27 ^a | 748 ± 20 ^b | 742 ± 30 ^b |
| 4 | 1119 ± 27 ^a | 1060 ± 32 ^a | 1234 ± 27 ^b | 1236 ± 37 ^b |

C: no yeast culture supplementation.

T₁: 1% yeast culture supplementation.

T₂: 2% yeast culture supplementation.

T₃: 4% yeast culture supplementation.

Values represent mean ± S. E. M.

Means in the same row with different superscripts differ (P < 0.01).

배양을 극대화하기 위해 혈액과 간의 수용성 단백질을 최대한 추출하기 위한 방법에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

적 요

도축 후 생산되는 돼지 혈액과 간을 이용한 효모의 최적 배양조건과 효모배양물이 육계의

성장에 미치는 영향을 조사하였다. 10% 돼지 혈액 상등액에 Glucose 5%를 첨가 한 BSG 배지와 20% 간 상등액에 Glucose 5%를 첨가한 LSG 배지에서 24시간 동안 효모를 배양한 결과 YEPD (Yeast Extract(DIFCO) 1%, Bacto Pepton(DIFCO) 2%, Glucose 4%) 배지에서 자란 효모의 수보다 각각 4%, 10% 증가하였다. 효모수를 증가하기 위해 BSG 배지에 첨가한 Ammonium sulfate 최적 농도는 각각 24시간 배양하였을 때 100mM(1.3%)이었으며, 48시간 배양하였을 때에는 50mM(0.65%)로 나타났다. BSG 배지에서 효모배양의 최적 pH는 약 6에서 7 정도였다. LSG 배지에서 Ammonium sulfate와 Taurine을 1%씩 첨가하였을 때 첨가하지 않은 배지에 비해 효모수가 각각 18%와 9% 증가하였다. 효모배양물을 육계사료에 2%나 4% 첨가하였을 때 체중이 무첨가구에 비해 4주령에서 10% 증가하였다.

따라서 본 연구의 결과 도축부산물인 혈액과 간을 가축사료를 위한 효모배양 배지 원료로서 재활용할 수 있다는 것을 의미한다.

인 용 문 헌

1. Braude, R. 1942. Dried yeast as fodder for livestock. J. Inst. Brew. 39:206.
2. Bryant, M. P. 1973. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria Fed. Proc. 32:1809.
3. Burns, J. M. and Baker, D. H. 1976. Assessment of the quantity of biologically available phosphorous in yeast RNA and single-cell protein. Poultry Sci. 55:1447-2445.
4. Doohwoan Oh, Ryung Yang and Juhyun Yu. 1976. Studies on the Utilization of Alcohol Distillers' Waste. Department of Food Engineering, College of Science and Engineering, Yonsei University, Received February 6.
5. Krueger, W. F., Kassogue, A. and Ganguy, R. C. 1990. Effect of yeast added to the diet of broiler on performance to 28 and 49 days of age. Poultry Sci. 69 : 75(Abstr.).
6. Peppier, H. J. 1982. Yeast extracts. In : A. H. Rose.(ed.) Fermented Foods p. 293. Academic Press, London.
7. 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.
8. SAS 1985. SAS User's Guide: Statistics(5th Ed.). SAS Inst Inc Cary NC.
9. 김인호, 김춘수. 1988. 활성효모(*Saccharomyces cerevisiae*)의 급여가 브로일러의 육성효과에 미치는 영향. 가금학회지 15(4) : 277-280.
10. 김정학, 박강희, 류경선, 이제훈. 1997. 도축부산물인 돈혈의 재활용에 관한 연구. 축산시설환경학회지. 3(2) 133-143.
11. 민태선, 한인규, 정일병, 김인배. 1992. 사료내 상생제, 복합설파제, 유산동, 복합효소제, 생균제의 첨가가 돼지의 성장능력 및 도체특성에 미치는 효과. 한국영양사료학회지, 16(5):265.
12. 박강희, 최형승. 1997. 타우린 첨가가 육계의 성장에 미치는 영향과 생리학적 기전. 한국축산학회지, 39(2) 124-134.
13. 박동기. 1992. 생체유기화학. 유한문화사. 135-138.
14. 신형태, 1990. 육계에서 생균제원으로서의 효모배양물의 가치. 주식회사 중앙케미칼.
15. 원송대, 권 관, 연정용, 변옥섭, 1989. 육성돈에 대한 활성효모배양물의 성장촉진 효과. 연암축산전문대학논문집. 9.
16. 유종석, 백인기. 1990. 활성효모 첨가가 산란계에 미치는 영향. 가금학회지 17(3) : 179-191.