

유기질생활오물발효산물을 물고기먹이로 리용하기 위한 연구

한옥경, 소명철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《물고기먹이에 대한 연구사업을 강화하여 우리 식으로 배합먹이를 생산할수 있게 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제20권 180페이지)

양어에서 먹이의 영양학적지표를 보장하면서도 알곡먹이를 대신할수 있는 새로운 원료를 적극 찾아 리용하는것이 매우 경제적이다.[1-7]

우리는 광폭발효균그루들을 리용하여 만든 유기질생활오물발효먹이의 영양학적가치와 생물학적안전성을 평가하고 물고기먹이로서의 효과를 확증하기 위한 연구를 하였다.

재료와 방법

유기질생활오물발효는 3t처리능력의 발효설비를 리용하여 진행하였다. 발효시험에서는 식당오물과 닭똥, 쌀겨를 마른질량으로 각각 60, 30, 10%로 섞은 재료를 리용하였다.

유기질생활오물을 넣은 발효장치에 광폭발효복합종균(*Bacillus subtilis* 2385, *Bacillus subtilis* 2386, *Serratia marcescens* 828)배양물을 0.1%로 접종하고 일정한 온도와 교반속도, 통기조건을 보장하면서 2~3일동안 발효 및 건조시켰다.

미생물수측정은 평판법으로 진행하였다.

조단백질함량은 켈달증류법, 조지방함량은 쪽스레트법, 조회분함량은 건식회화법으로 결정하였으며 유리아미노산은 물추출이후 자동아미노산분석기(《JEOL 6AS》)를 리용하여 분석하였다.

Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mn함량은 건식 및 습식회화를 진행하고 원자흡광분광광도계(《AA-780》)로 결정하였다.

비타민 B, C의 함량은 고속액체크로마토그래프법(《HPLC-10A》, 실리카겔탑크기 6.0mm×150mm, 탑온도 40℃, 이동상 초산에틸:헥산:초산 = 5:4:1, 류속 1.5mL/min, 495nm에서 UV검출기를 리용)으로 분석하였다.

아플라톡신과 벤즈피렌함량은 고속액체크로마토그래프분석장치(《HPLC-10A》)를 리용하여 각각 국규 12711:2015, 국규 12933:2012에 따라 분석하였다.

양어시험에는 미꾸라지(*Misgurnus anguillicaudatus*)와 메기(*Clarias gariepinus*)를 리용하였다.

유기질생활오물발효먹이가 물고기생존률에 미치는 영향을 밝히기 위한 시험은 전문종어사업소의 미꾸라지알깨우기못(10m²)들에 20일나이의 3~5cm 크기의 새끼미꾸라지들을 각각 800마리씩 넣고 매일 죽는 미꾸라지수를 세는 방법으로 진행하였다.

유기질생활오물발효먹이가 물고기생장에 미치는 영향을 밝히기 위한 시험은 전문종어사업소의 야외양어못에 30일나이 메기들을 각각 7 000마리씩 넣고 10일 간격으로 매 못에서 3반복으로 10마리씩 꺼내어 몸질량을 측정하는 방법으로 진행하였다.

결과 및 논의

1) 발효과정에 일어나는 유기질생활오물의 영양물질변화특성

유기질생활오물의 발효과정은 유기질생활오물속에 들어있는 단백질, 섬유소, 기름질 등과 같은 물질들이 미생물의 작용에 의해 생화학적으로 분해되고 유기산을 비롯한 여러가지 물질들이 새로 생성되는 과정이라고 볼수 있다.

광폭발효복합종균(*Bacillus subtilis* 2385, *Bacillus subtilis* 2386, *Serratia marcescens* 828)과 유기질생활오물발효설비를 리용하여 우리가 생산한 유기질생활오물발효제품은 진한 어두운 밤색을 띠는 부드러운 가루상태로서 발효된 장냄새가 나며 약간 기름기가 돈다. 그리고 pH는 6.5~7.0정도이고 물에 풀리지 않는다.

유기질생활오물발효제품의 영양학적특성을 분석한데 의하면 조단백질이 15.6%, 조지방이 7.8%, 조섬유가 4.8%, 조회분이 5.2%, 당질이 62.1%, 유리아미노산이 1.9%, 물기가 4.5% 들어있었다. 유기질생활오물발효제품의 조단백질함량이 배합먹이의 원료로 리용되는 강냉이의 조단백질함량(8~13%)보다 1.2배이상 높고 유리아미노산, 조지방 등이 많이 포함되어있으므로 먹이로서의 충분한 가치를 가지며 배합먹이생산에서 강냉이와 같은 알곡먹이를 대신할수 있다. 특히 유기질생활오물의 발효과정에 비타민을 비롯한 유용성분들의 함량이 많아지는것이 특징적이였다.(그림)

그림에서 보는바와 같이 발효전에 비하여 발효를 시작한지 1일만에 비타민 B 무리의 함량이 약간씩 감소하였고 2일만에는 크게 증가하였다. 이것은 발효에 참가하는 미생물들의 초기생장특성과 관련 된다고 볼수 있다. 특히 비타민 B₂함량은 발효전에 비하여 4배정도 많아져 젖물가루(27mg/kg)와 비슷해졌으며 비타민 B₁함량은 쌀겨(22.5mg/kg)의 2.5배정도로 많아졌다. 나머지 비타민 B 무리의 함량도 발효과정에 2~3배이상 증가하였다. 그러나 비타민 C는 발효과정에 생성되지 않았다.

유기질생활오물발효산물의 미량원소함량을 분석한데 의하면 Cu, Zn, Mn, Fe, Pb, Cd의 함량이 각각 2.58, 12.51, 20.4, 138.9, 1.01, 0.41mg/kg이였다. 그러므로 물고기먹이로 리용하기 위하여서는 부족되는 아연과 동을 보충하기 위한 대책을 세워야 한다.

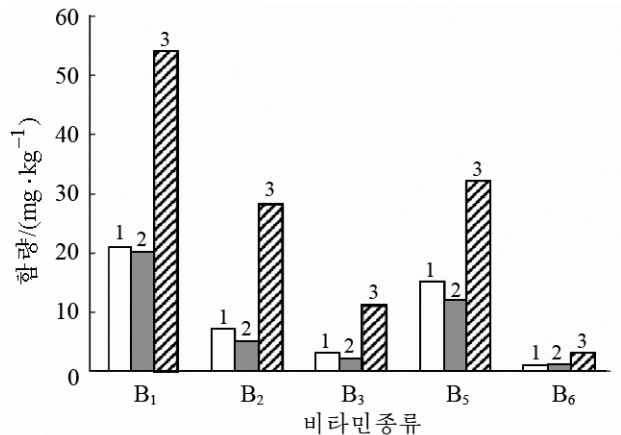


그림. 유기질생활오물의 발효과정에 일어나는 비타민B함량변화

1—발효전, 2—1d 발효, 3—2d 발효

2) 유기질생활오물발효먹이의 생물학적안전성

광폭발효복합종균들을 리용하여 유기질생활오물을 발효시켜 생산한 제품속에는 대장균, 살모넬라균들을 비롯한 병원성균들이 매우 적거나 없었다.(표 1)

표 1. 제품속의 병원성미생물수

대장균 (MPN·100g ⁻¹)	균수/(CFU·g ⁻¹)			
	살모넬라균	황색포도알균	진균	산균
150	—	—	—	5.18×10 ⁴

표 1에서 보는바와 같이 제품 1g속에 5.18×10⁴CFU의 산 미

생물들이 들어있었지만 그중 살모넬라균, 황색포도알균, 진균들은 나타나지 않았으며 대장균수도 150MPN/100g으로서 물고기먹이의 허용기준이하로 들어있었다. 이것은 유기질생활오물발효과정에서 광복발효균그루들의 빠른 생장과 유기물분해, 생장과정에 분비되는 유기산을 비롯한 항균물질들의 작용때문이라고 볼수 있다.

제품속에는 또한 오물속에서 많이 나타나는 여러가지 독성물질들의 함량도 매우 적었는데 벤즈피렌함량은 $2.6\mu\text{g/kg}$ 으로서 일반적으로 목은 식용기름속에 $2\mu\text{g/kg}$ 정도 들어있다는것을 고려할 때 물고기먹이로서 충분한 안전성을 가진다고 볼수 있다. 제품속의 주요한 발암성물질인 아플라톡신함량도 $7.9\mu\text{g/kg}$ 으로서 국제먹이위생기준인 $20\mu\text{g/kg}$ 이하와 비교해볼 때 훨씬 적게 들어있었다.

이와 같이 우리가 만든 유기질생활오물발효먹이는 주요생물학적안전성지표값이 허용기준안에 놓일뿐아니라 흰생쥐에 대한 급성 및 아급성독성검사결과 이상증상이 나타나지 않았다.

3) 유기질생활오물발효먹이가 물고기생존률과 생장에 미치는 영향

유기질생활오물발효먹이가 미꾸라지생존률에 미치는 영향을 조사하였다. 이를 위하여 어분 33%, 콩cake 25%, 밀가루 15%, 쌀겨 10%, 효모가루 6%, 기타 성분이 11% 들어있는 일반먹이를 공급한 무리를 대조무리로 하고 이 일반먹이속에 유기질생활오물발효먹이를 각각 10, 15, 20, 25% 섞어서 공급한 무리들을 시험무리 1, 2, 3, 4로 하였다.

20일나이의 3~5cm 크기의 새끼미꾸라지를 33일동안 기르면서 생존률을 조사한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 유기질생활오물발효먹이첨가량에 따르는 미꾸라지생존률(%)변화

구분	대조무리	시험무리 1	시험무리 2	시험무리 3	시험무리 4
생존률/%	62.7	68.5	77.8	83.2	85.0

알개우기못크기 10m², 분구당 마리수 800마리, 조사기간 2019.5.29—6.30.

표 2에서 보는바와 같이 배합먹이속의 유기질생활오물발효먹이함량이 0%로부터 25%까지 증가될 때 새끼미꾸라지의 생존률이 62.7%로부터 85.0%까지 크게 증가하였다.

새끼미꾸라지의 죽음의 원인이 많은 경우 병원균에 의한 오염이라는 사실을 놓고 볼 때 이러한 특성은 유기질생활오물발효먹이의 먹이가치와 함께 항균특성과 많이 관련된다고 볼수 있다.

실제로 시험기간 미꾸라지의 증체률에서는 유의한 차이가 없었다.

유기질생활오물발효먹이가 물고기생장에 미치는 영향을 조사하였다. 이를 위하여 어분 33%, 콩cake 25%, 쌀겨 10%가 들어있는 일반먹이를 공급한 무리를 대조무리로 하고 일반먹이속에 유기질생활오물발효먹이를 각각 16, 24, 32% 섞어서 공급한 무리들을 시험무리 1, 2, 3으로 하였다.

30일나이의 메기를 47일동안 기르면서 증체률을 조사한 결과는 표 3과 같다.

표 3에서 보는바와 같이 유기질생활오물발효먹이를 섞어 만든 배합먹이를 리용하였을 때 메기의 평균증체량은 유기질생활오물발효먹이의 첨가량이 많아질수록 커졌으며 32% 섞었을 때의 상대증체률은 대조에 비해 115.3%로 높아졌다.

그러므로 유기질생활오물발효먹이는 일정한 량의 알곡먹이를 대신할수 있을뿐아니라 물고기의 생존률과 증체률을 높이는데서 긍정적인 작용을 한다고 볼수 있다.

표 3. 유기질생활오물발효먹이첨가량에 따르는 메기증체률변화

구분	대조무리	시험무리 1	시험무리 2	시험무리 3
물질량/g	조사초기	5.4	4.5	4.8
	조사마감	62.3	63.9	68.5
평균증체량/g		56.9	59.4	62.7
증체률/배		10.5	13.2	13.3
상대증체률/%		100	126	127

못크기 60m², 분구당 마리수 7 000마리, 조사기간 2019.7.15—8.30.

맺 는 말

광복활성균그루들(*Bacillus subtilis* 2385, *Bacillus subtilis* 2386, *Serratia marcescens* 828)을 리용하여 만든 유기질생활오물발효산물은 강냉이보다 조단백질함량이 약 1.2배이상 높고 유리아미노산, 조지방 등을 많이 포함하고있으므로 배합먹이생산에서 강냉이와 같은 알곡먹이를 대신할수 있다.

유기질발효과정 에 비타민 B무리의 함량은 발효전에 비하여 2~4배정도 더 많아지지만 집짐승먹이속의 미량원소함량기준과 비교해볼 때 아연과 동함량이 적다.

유기질생활오물발효먹이는 대장균, 살모넬라균들을 비롯한 병원성균들이 매우 적거나 없으며 벤즈피렌과 아플라톡신함량을 비롯한 주요생물학적안전성지표값이 허용기준안에 놓이므로 환경과 생물에 피해를 주지 않는 안전한 제품이다.

배합먹이속의 유기질생활오물발효먹이함량이 25%까지 증가되는데 따라 30일동안에 새끼미꾸라지생존률이 62.7%로부터 85.0%까지 크게 증가하였다.

메기의 평균증체량은 배합먹이속의 유기질생활오물발효먹이의 함량이 많아질수록 커졌으며 32% 섞었을 때의 상대증체률은 47일동안에 대조무리에 비하여 135%로 높아졌다.

참 고 문 헌

- [1] 김지운 등; 먹이의 영양가치와 사양표, 농업출판사, 47~66, 주체102(2013).
- [2] 엄성일 등; 조선수산, 2, 25, 주체99(2010).
- [3] Hallmatun Saadiah Ifafid; Australian Journal of Basic and Applied Science, 4, 7, 2014.
- [4] A. M. Patankar; BARC Newsletter, 4, 2, 2008.
- [5] Sadao Kojima; International Journal of Poultry Science, 4, 9, 689, 2005.
- [6] Kaining Zhao et al.; Brazilian Journal of Microbiology, 47, 3, 442, 2017.
- [7] 陈成勋; 天津农业学院学报, 2, 9, 2002.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

The Study to Use the Fermented Organic Waste for Fish Feed

Han Ok Gyong, So Myong Chol

We have evaluated the nutritional value and biosafety of fermented organic waste using diverse fermentation strains and proved its effects as fish feed.

The fermentation product made from organic waste by diverse active strains (*Bacillus subtilis* 2385, *Bacillus subtilis* 2386 and *Serratia marcescens* 828) contains 1.2 times as much crude protein as maize and much free aminoacids and crude lipids, so can be substitute.

During fermentation, the amount of Vit B group becomes more 2~4 times as compared with before fermentation but the amount of zinc and copper are still less as compared with the standard of microelement in livestock feed.

In fermented organic waste, there are few or no pathogenic microbes such as *Escherchia coli* and *Salmonella*, and main biosafety indexes are within tolerable limits. Thus this products can be considered as very safe and clean one with no-harmful to environment and livestock feed when the fermented organic waste is used in assorted feed.

Keywords: organic waste, fermentation, fish feed