

글 : AT사료 기술연구소 황정현 소장



# 오리와 면역성Ⅳ

▶▶▶ 지난 호에 이어서 계속

## 1. 오리와 면역

## 2. 면역력 저해 요소

## 3. 면역력 증대 방안

### 3.1. 오리와 정밀영양

### 3.2. 생균제의 이용

2011년 하반기부터 배합사료에 성장촉진용 항생제 첨가가 전면 금지 될 예정이다. 그 동안 성장 촉진과 질병 관리의 상당 부분을 항생제에 의존해 왔던 것이 사실인 만큼 많은 농가가 불안해 하고 있으나 아직까지 항생제에 대한 뚜렷한 대체제가 나타나지 않은 실정이다. 성장 촉진의 효과에서 가격대비라는 단순한 척도로만 놓고 보았을 때 항생제만큼 뛰어난 것을 찾기 힘든 것도 사실이기 때문이다. 하지만 항생제는 오리에게 유해한 세균뿐 아니라 유익한 균까지 죽일 수 있으며, 남용할 경우 내성균이 출현하여 질병 관리가 더 힘들어지게 만들 수도 있다. 또한 잔류 문제까지 대두 되고 있어 안전한 축산물을 원하는 소비자의 욕구에 맞추기 위해서라도 오리를 키우는 데 항생제를 더 이상 전가의 보도처럼 사용할 수는 없게 되었다.

그렇다면, 항생제를 대신할 수 있는 물질에는 어떤 것이 있을까?

항생제의 주요 기능이 해로운 세균을 죽이는 것이라

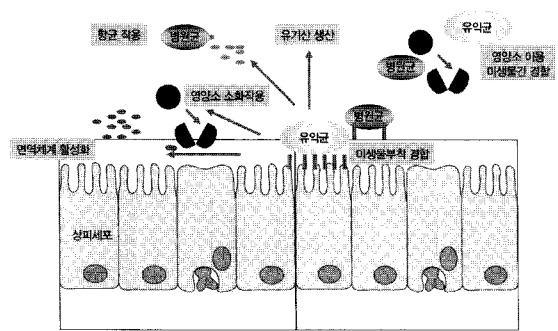
면 이러한 세균으로부터 오리를 보호하는 스스로의 방어체계, 즉 면역력을 강화시켜 주는 각종 첨가제가 대안으로 떠오르고 있다. 이런 첨가제로는 생균제, 유기산제, 면역강화제 등과 항균 효과를 가지는 식물추출물, 효소, 올리고당 등이 있다. 그러나 워낙 다양한 특성을 가진 제품이 현장에 유통되고 있고, 또한 여러 가지가 섞여 있는 경우가 많기 때문에 정확한 특성을 알지 못하고 사용할 경우 효과가 제대로 나타나지 않거나 오히려 부작용이 생길 수도 있다. 필자는 본고를 통해 이러한 물질들에 대한 정확한 정보를 제공하여 항생제 대체제의 올바른 사용법 등을 알리고자 한다.

첫 번째로 생균제(Probiotics)에 대해서 알아보겠다. 생균제는 사람의 변비, 설사, 장염 등과 같은 질병의 치료와 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추고, 암의 발달을 막으며 정상작용을 함으로써 사람의 건강에 매우 유익한 역할을 하는 물질이다. 생균제는 현재 우리나라에서 세 가지의 의미로 사용되고 있는데 사료첨가제로서 동물용으로 사용되었을 때 생균제, 인체 의약품용으로 사용되었을 때 정장제 혹은 유산균제제라 불려지고 있으며, 마지막으로 식품으로서 생균제는 건강식품으로 이용되고 있다.

이렇게 여러 가지 용도로 사용되고 있는 생균제는 살아있는 미생물을 이용하여 장내 세균총의 균형을 개선하여 생산성을 높이는 제제를 말한다. 그렇다면 생균은 어떻게 오리의 장 속에서 이로운 작용하는 것일까?

<그림1>에 생균제가 어떻게 작용하는지 소개되어 있다. 체내에서 장점막이나 장 상피세포 수용체에 병원균이나 독소가 부착 되면 질병이 발생하게 된다. 장 속에는 병원균뿐 아니라 유익균이 존재하는데, 유익균은 영양소를 빼앗아 병원균이 덜 자라도록 하고, 장점막이나 수용체에 병원균과 독소가 달라 붙는 것을 방해하여 질병을 일으키는 것을 막으며, 유기산을 생성하여 병원균이 자라기 어려운 조건을 만들어 주는 역할을 한다. 또한 병원균을 죽일 수 있는 항생물질을 분비하는 경우도 있으며 소화를 도와주는 효소를 분비하기도 하고 면역 체계를 활성화시켜 오리가 스스로 질병을 이겨 내는 데 도움을 주는 등 체내에서 다양한 작용을 한다.

생균제는 이러한 유익균이 장 속에서 많아지게 하는 역할을 하는데, 직접 장 속에서 살아가는 생균(정착균)을 급여하는 방법이 있고, 또 다른 방법으로는 장 속을 지나가지만 정착하는 유익균이 많이 자라도록 하면서 다른 도움을 주는 생균(통과균)을 급여하는 것이다.



[그림 1] 장 내 유익균의 작용 원리(Lowden and Heath, 1995)

그렇다면 오리의 장 내에는 어떤 균들이 살고 있을까? 오리 장 내에 있는 다양한 미생물이 살고 있으며, 이 중 대표적인 유익균이 Lactobacillus(락토바실러스)와 같은 유산균이며, 대표적인 유해균이 E.coli(이콜라이)와 같은 대장균이다.

실제로 오리는 하절기의 고온 다습한 환경과 같은 극심한 스트레스를 받을 경우 유익균인 Lactobacillus

는 줄어들고, 유해균인 E.coli가 증가하며 이러한 변화가 설사나 면역력 감소의 원인이 되기도 한다.

특히 면역력과 관련한 생균제의 효과에 대해서 많은 연구에서 검증이 된 바 있는데, 생균제는 불특정 면역시스템의 증강작용을 하고 항원 특정 면역반응의 보존역활을 하는 동시에 장막 면역 항체인 IgA의 생산을 증진시키는 역할을 함으로써 오리의 면역시스템 조절작용에 관여하는 것으로 알려져 있다. 가축에게 다양한 종류의 생균제를 급여하였을 경우 면역체계에 지대한 역할을 수행하는 대식세포, 림프구, IgA, IgG, IgM등 면역글로불린의 활력이 증가되는 경향을 보였다는 연구 결과도 있었다.

그렇다면 생균제에는 어떤 종류가 있으며 어떤 기준으로 선택해야 하는지 알아보도록 하자.

### 1. 생균제의 종류와 특성

#### 1) 유산균

유산균은 그람양성균으로서 형태적, 대사적, 생리적 특성에 의해 구분되며 포자를 만들지 않는 비아포성 미생물로서 탄수화물의 최종 대사물로 유산을 생성한다. 이 유산이 병원성 미생물이 살기 힘든 조건을 만들어 주며, 유익한 균이 오리의 장에 정착할 수 있게 만들어 준다.

유산균은 현재 Carnobacterium, Lactobacillus와 같은 간균과 Aerococcus, Enterococcus, Lactococcus, Leucocostoc, Pediococcus, Streptococcus 그리고 Tetragenococcus와 같은 속(genus)을 포함하고 있다.

이들 속들 이외에 Bifidobacterium속을 유산균에 포함시키기도 하는데 Bifidobacterium속은 혐기성 균으로서 glucose로부터 3:2의 비율로 초산(acetic acid)과 유산(lactic acid)을 생성하며, fructose-6-phosphogluconate dehydrogenase 효소를 가지고 있어 Bifidobacterium속의 동정에 이용된다. 이들 주

요 유산균 속들은 [표 1]에서 볼 수 있는 것과 같이 몇 가지 형태학적인 그리고 생리, 생화학적인 성질로서 구분할 수가 있다

[표 1] 주요 유산균들의 구분(axelsson, 1993)

Genus Characteristics	Lactobacillus	Enterococcus	Lactococcus	Leuconostoc	Pediococcus	Streptococcus
Cell form	rod	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci
Tetrad formation	-	-	-	-	+	-
CO <sub>2</sub> from glucose	±	-	-	+	-	-
Growth at 10°C	±	+	+	+	±	-
at 45°C	±	+	-	-	±	±
Growth in 6.5% NaCl	±	+	-	±	±	-
Growth at pH 4.4	±	+	±	±	+	-
at pH 9.6	-	+	-	-	-	-
Lactic acid configuration	D, L, DL	L	L	D	L, DL	L

국내에 가장 많이 사용되는 유산균은 Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus planetarium, Lactobacillus casei, Lactobacillus reuteri, Enterococcus Faecium 등이 있으며 이러한 유산균들의 주요 효과는 장내균총의 안정화, 장내 병원성 세균의 억제로 인한 정장작용, 혈청 콜레스테롤 저하, 비타민등 영양소 합성, 면역강화 성분이 포함되어 있어서 면역체계를 자극하고 항산화 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 유산균은 가축사료 보다는 인체용으로 의약품인 정장작용, 건강보조식품, 영양개선제로서 사용되는 것이 일반적이다.

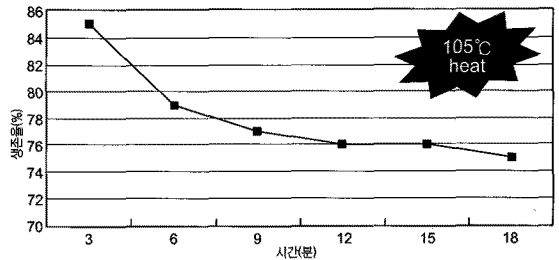
## 2) 바실러스균

대표적인 간균으로 바실러스 속 균주인 Bacillus subtilis, Bacillus toyoi, Bacillus cereus는 포자를 형성하고 호기성의 특징을 가지는 통성혐기성균이다. 이들 미생물은 대부분 토양에 많이 존재하며 혐기상 태에서도 성장이 잘 되는 균종이다. 대부분의 바실러스는 amylase(전분분해효소)와 protease(단백질분

해효소)생산이 우수하고 암모니아를 이용하므로 환경을 개선하는 효과가 크다.

포자를 형성한 바실러스의 경우 고온과 고열에 강한 내성을 가지며 바실러스가 분비하는 Bacteriolytic enzyme은 설사의 원인이 되는 Proteus, Colibacillus, Staphylococcus, 대장균과 살모넬라와 같은 유해균을 억제하는데 효과가 있으며 Bacillus subtilis의 경우 subtilin, difficidin, oxydifficidin, bacillomycin과 mycobacillin과 같은 항생물질을 생산하기도 한다.

이와 같이 간균은 영양물질에 대한 소화효소와 항균 물질을 생산할 뿐만 아니라 호기성 아포를 형성하여 고온으로 배양의 편의성과 보존성이 우수하기 때문에 널리 사용된다.



[그림 2] 고온에 따른 바실러스의 생존율

## 3) Aspergillus oryzae

다양한 종류의 술, 치즈, 항생물질, 효소 등의 식품이 곰팡이에 의해 생산되는데 특히 Aspergillus oryzae는 간장, 된장, 주류 등의 발효식품의 제조나 유기산의 생산 및 항생제나 효소제 등의 의약품 생산과 빼놓을 수 없는 유용 균주이다. 녹말당화력과 단백질 분해력이 강하며 특히, 어린 가축에게 부족되기 쉬운 amylase, protease, lipase와 같은 내인성 효소의 생산력이 뛰어나다.

## 4) Clostridium

혐기성 아포를 형성하여, 가공사료에서도 생존율이

우수하며, 장내에서 유산균이나 유익한 세균과 공생력이 강하고 유기물의 분해와 발효속도가 월등히 빨라 유산균 등 장내유산균의 성장을 촉진하고, 유해세균 성장을 강력하게 저해한다. 대사물질로 초산과 부틸릭산을 생산하여 높은 전위차를 발생시키며, 이는 유해세균의 세포막에 전위차를 교란하여, 성장을 억제하는 특징이 있다. Clostridium속은 거의 대부분 유해세균이나 유일하게 Clostridium butyricum은 매우 유익한 균이다.

**5) 효모**

일반적으로 효모는 Saccharomyces cerevisiae가 많이 사용되며 동물들이 보통 많이 사용하는 당류를 알코올발효시켜 당을 에탄올과 이산화탄소로 변화시키며 주로 빵과 맥주의 발효에 이용된다.

효모제는 활성효모제와 불활성 효모제가 있는데 불활성효모에는 토롤라효모, 맥주효모, 건조알코올효모 등이 있다. 활성효모는 제조공정에서 액체배지에서 효모를 증식시키고 이를 분리, 세척한 후 효모의 발효

능력이 보존되도록 한 제품이다.

**6) 이스트컬처(효모배양물)**

곡물 및 부산물을 고체배지로 이용하여 세균, 효모, 곰팡이를 배양함으로써 많은 대사물질을 제외(생산시설)에서 다량으로 생산하여 제조한 제재로 액체 배양과 달리 고체 배지에서 미생물 성장은 열악한 환경에서 생존을 위해 많은 종류의 대사물질(효소, 비타민, 유기산, 아미노산, 핵산, 올리고머, 글루칸 등)을 다량으로 생산한다

**2. 생균제의 균주 선발시 고려사항**

1999년 EU는 생균제의 영양학적 측면에서의 개량을 위해 미생물의 안정성, 생존율, 기능성을 높이기 위한 연구를 시작했으며 국내에서도 최근 들어 생균제의 기능을 규명하고 급여조건에 따른 생산성 증진효과 등 생균제의 개발과 이용에 따른 영향을 알아보기 위해 다양한 연구를 진행중이다.

이런 생균제의 효과에 대해서는 지금까지 많은 실험

[표 2] 생균제의 주요 효과 및 작용기작

주요기능	작용기작
유당 분해능	세균성 효소작용(LACTASE, HYDROLASE)
병원균 내성	면역물질분비효과/콜로니 형성 억제/독소의 결합부위 저해/병원균에 부적합한 장내환경 개선(pH, 저지방산, 박테리옌 생성)/장내 균총의 영향/장 점막에 부착하여 병원균의 정착방지/장 점질물 생성촉진으로 병원균의 상피세포에 부착 저해
항 결장암	병이원과 결합/암유발인자의 비활성화/암물질합성요소의 저해/면역반응/이자 담즙농도에 영향
소장세균의 과잉생육	과잉 성장 균총의 활성을 조절하여 독소생성 감소/과잉 성장한 균총의 활성이나 증식을 억제하여 장내 환경개선
면역계 조절	감염이나 종양에 대한 비특이적 방어체계를 강화시킴/항원에 특이적인 면역반응계에서 보조효과/내분비형 IgA의 합성촉진
알레르기	항원의 혈액 내 이동 저해
혈청지방, 심장질환	세균, 세포 내 콜레스테롤 자화/기수분해효소에 의한 담즙분비 증가/항산화 효과
고혈압 내성	Peptidase에 의한 유단백 분해로 angiotensin1 전환 효소를 저해하는 트립토판타이드 생성 세포벽이 angiotensin 전환 효소 저해제로 작용
비뇨기 감염	뇨관, 질관 세포에 부착/콜로니 형성 저해/저해제 합성
H.pylori 감염	H.pylori 저해제 합성(젖산 등)
간장 뇌수요법	Urease 합성 소화관 균총의 저해

연구가 이루어져 왔으며 여러 가지 유익한 효과 즉, 정상적인 장관 및 비노생식기의 미생물 균총 유지, 혈중 콜레스테롤 수준의 감소, 항암작용, 면역 활성의 증가 및 사료의 영양학적 가치 증진효과뿐 아니라 치료적인 효과 즉, 비노생식기의 미생물 오염방지, 변비의 완화, 설사의 예방, 항생제에 유래된 설사의 절감, 간경변의 부작용방지, 등 여러 치료효과에 대한 실험연구들이 보고되고 있으며 생균제의 주요 효과와 그 작용 메커니즘은 [표 2]과 같다.

그러나 생균제 급여를 통한 작용기전, 동물체내 장내 미생물의 영향, 효소제의 생산능력, 2차 대사물질의 생산, 명확한 생균제의 급여량에 대해 명확하게 규명하기는 힘든 실정이다. 그 이유 중 하나는 장관 내에 존재하는 복잡 다양한 미생물군에 대한 정보가 아직 부족하며 실제로 장관 내에서 바람직한 효과를 발휘할 수 있는 균종을 확인하지 못하기 때문이다.

따라서 단순히 미생물의 종류와 균수에 의존하는 것이 아니라 우선적으로 생균제가 가져야 할 필수적인 조건에 대한 이해가 필요하다.

**1) 내산성과 내담성**

가축은 위와 소상상부 담즙의 높은 산 농도가 특징인

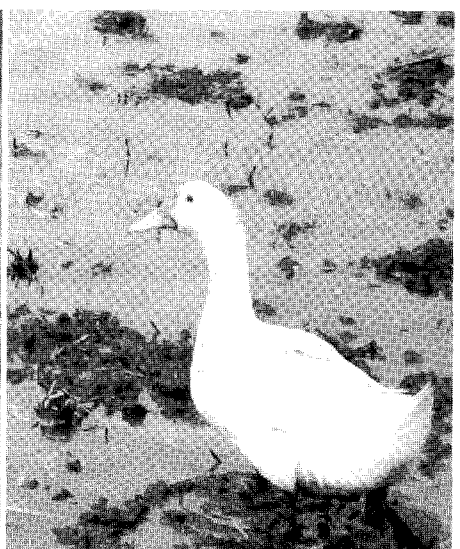
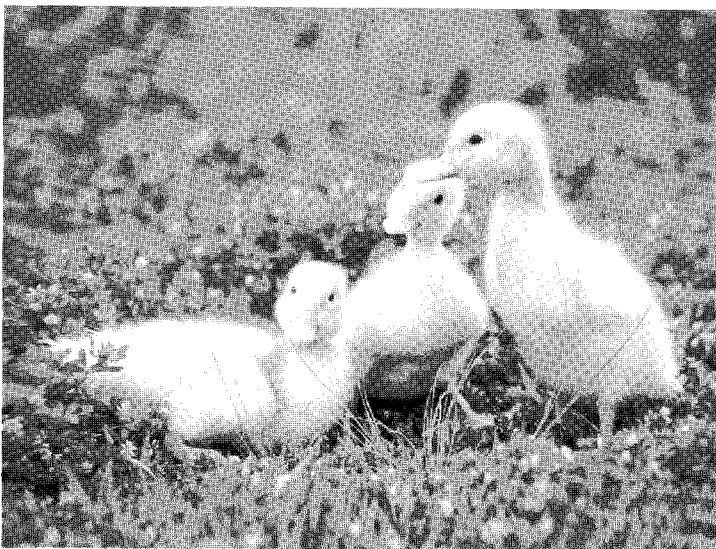
데 대부분의 미생물은 낮은 pH에서는 생존이 불가능하다. 우리의 장관 중 십이지장의 pH는 5.5~6.7, 공장 은 6.0~8.0, 회장은 6.6~8.0 사이로 위내 pH에 비해 약알칼리성이다. 따라서 실제 생균제가 활동을 시작 하는 소장에서 생존할 수 있도록 광범위한 pH내에서의 저항성이 있는 생균제를 사용하는 것이 좋다.

**2) 장내에서의 성장과 부착성**

기본적으로 섭취된 생균제는 장내에서 빠르게 대사가 활성화 되어야 한다. 빠른 성장을 통해 생균제는 항생 물질을 생산하고 장내 우점을 통해 대장균과 기타 병원 성 미생물의 집락을 차단하여 장내에 빠르게 정착하기 때문이다. 일반적으로 소장 상부에는 *Lactobacillus* 중 부에는 *Bacillus* 하부에는 *Streptococcus*가 정착하기 알 맞으며 장관 내 미생물의 균총 및 종류에 따라 어떠한 미생물이 빠르게 우점할 수 있는지 파악하는 것이 중요 하다.

**3) 항생물질의 생산**

생균제 중 일부 미생물의 경우 특정 항생물질을 생산 한다. 유산균의 경우 여러 가지 그람 양성 및 음성균을 억제하는 것으로 알려져 있는데 억제 요인은 첫째, 유



기산의 생산 둘째, 세포벽의 산화를 통해 병원성 미생물의 성장을 억제하는 과산화수소의 생산 셋째, bacteriocin과 같은 물질 때문이다.

특히 bacteriocin의 경우 모넨신과 같은 유사한 효과를 지닌 것으로 알려져 있으며 가공용 치즈에 사용하는 Nisin의 경우 최초로 상업용으로 생산된 bacteriocin으로서 그람양성박테리아의 세포막을 파괴하며, 암모니아를 줄이는 것으로 알려져 있다.

병원성 미생물의 억제성을 가지고 있는 것으로 알려진 유산균은 *Lactobacillus fermenti*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus plantarum* 등이 있다.

#### 4) 제조 안전성

생균제로 사용이 가능한 균주들은 다양한 검증과정을 거치게 되는데 특히 가축의 성장단계에 따른 제조방법의 차이에 따라 생균제는 안정성을 잃는 경우가 있다. 오리사료의 경우 펠릿, 크럼블과 같이 70~100도의 고온을 거치게 되는데 이런 열처리 과정에서도 균의 활력도가 유지될 수 있는 방안을 마련해야 한다. 생균의 종류에 따라 *Bacillus Subtillus*, *Aspergillus oryzae*는 포자를 형성하여 고온에서도 일정수준 사멸되지 않게 생산하여야 하며, 유산균이나 효모의 경우 온도가 40도가 넘어갈 경우 사멸하게 되므로 특수코팅처리, 동결건조방법 등의 별도 제조공정을 통해 생산한 제품을 사용하여야 한다.

#### 5) 생균제 급여에 따른 면역효과

외부로부터 들어온 항원은 장내 점막에 의해 차단되는데 생리적으로 어린 가축이나 질병과 같은 비정상적인 상황에서는 정상적으로 작용하지 못한다. 장내에 존재하는 혐기성미생물과 생균제는 외부에서 유입된 항원이 장점막을 통과하지 못하도록 방해하는 작

용을 하는 것으로 알려져 있다. 이는 생균제가 양성면역반응을 자극하여 인터페론, IgA, IgG, 대식세포를 활성화시키기 때문인 것으로 알려져 있다.

#### 6) 효소 활성이 우수한 균주의 사용

생균제로 사용하는 균주는 amylase, protease, lipase, lactase, mannose 등 다양한 효소를 분비하는데 *Saccharomyces cerevisiae*는 다양한 단백질 및 탄수화물 분해효소를 생성하며 이들 효소들은 소화율을 증가시키고 가축의 생산성을 증대 시킨다. 균주의 종류에 따라 다양한 형태의 효소가 생성됨으로 생성장단계별로 생균제의 균주를 검토해 볼 필요가 있다.

이렇게 생균제는 단순한 첨가제의 수준을 넘어 동물의 성장촉진 시킬 뿐만 아니라 면역력을 증가시키는 항생제의 대체물질로서 이에 더해 효소생산 등의 장내 대사활동을 통하여 가축의 생산성을 높여주는 역할을 하고 있다.

따라서 현장에 유통되는 생균제는 앞서 언급한 내용에 따라 선택적으로 사용을 해야 한다.

그러므로 생균제의 균주가 지속적으로 유지가 되는지, 사료의 가공에 저항성이 있는지, 외부 항원에 대한 면역반응이 있는지, 장관 내 내산성과 내담증성이 있는지 장관내 소화효소에 대한 저항성이 있는지 등을 검토하여 사용할 필요가 있다.

