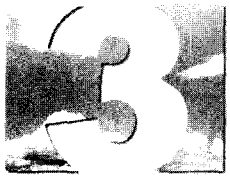


자돈에 있어 산미제의_ 질병예방 및 면역증강 기능

김지훈 박사
(㈜애그리브랜드
퓨리나코리아 양돈연구담당)

1. 서론

자돈 사료내에 산미제를 첨가하는 중요한 목적 중의 하나는 바로 장내 미생물의 대사에 영향을 주어 자돈에게 보다 유리한 장내 환경이 형성되도록 하여 자돈, 특히 이유 직후에 흔히 일어나는 소화기성 질병이나 장애를 줄여보고자 하는 데에 있다.

현재 유통되고 있는 유기산들 중에 각각의 알려진 약리작용을 보면 아래와 같다.

1. Phosphoric Acid와 Malic Acid: 장내 산도를 신속히 산성화시키고 프로피온산의 작용기능을 높이는 효과가 있음.

2. Lactic Acid, Acetic Acid, Formic Acid: 장내의 대장균, 살모넬라균 및 장염을 일으키는 세균의 증식을 억제시킴.

3. Citric Acid, Formic Acid: 사료첨가제인 항생제나 항균제의 효능을 높이는 작용

4. Lactic Acid, Formic Acid, Citric Acid, Acetic Acid: 위, 장 점막을 자극하여 소화효소의 분비를 증가시켜 사료의 소화율을 높이고 사료섭취량 증가로 인한 5~8%의 성장촉진 효과

5. Propionic Acid, Calcium Propionate, Formic Acid, Acetic Acid : Formic Acid는 장내에서 신속히 용해되어 장내 산도를 신속히 저하시키고 사료내 아플라톡신 생성을 예방

본고에서는 이러한 여러 가지 작용 중에서 주로 질병 및 면역 기전에 관계되는 기능만 집중적으로 살펴보고자 한다.

2. 산미제를 이용한 미생물의 직접적인 성장억제

유기산을 이용한 항균효과가 가장 널리 이용되고 있는 곳은 식품보존 분야이다. 식품보존 관점에서 사용되고 있는 유기산들의 작용기전은 다음과 같이 보고되고 있다.

1. 세균 세포막의 파괴
2. 세균 기초대사기능의 억제
3. 세균 내부의 pH 변동
4. 세균내 독성 음이온의 축적

산미제는 그 자체로 용매(배지)의 환경을 산성화함으로써 1차적인 미생물 성장억제 작용을 갖는다.

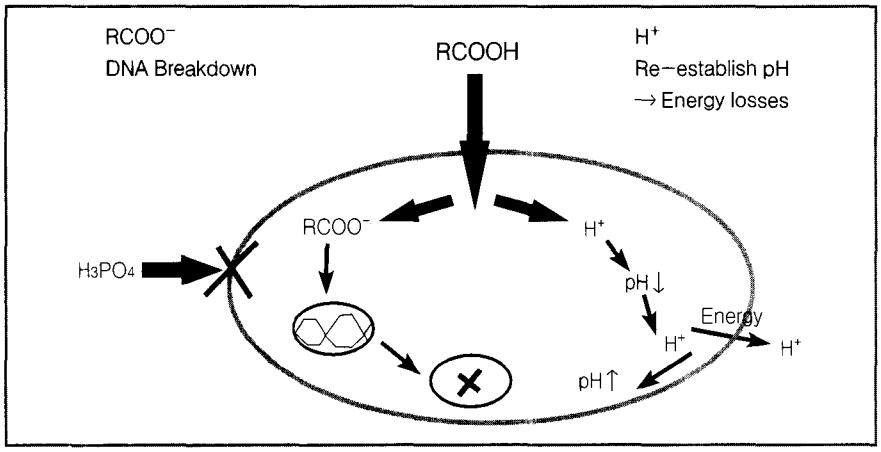
여러 종류의 유기산 중 광물질과 결합되어있지 않은 순수 액상형태의 유기산(분자량이 90 이하; 〈표 1〉 참조), 즉 formic acid, acetic acid, propionic acid, lactic acid 등은 세포벽을 쉽게 통과하여 세포내로 진입하여 2차적인 미생물 성장 억제작용을 한다. 이때 유입된 유기산은 즉시 해리되어 수소이온의 증가로 미생물 내부의 pH가 증가되므로 미생물은 이 수소이온을 미생물 체외로 방출시키기 위해 많은 에너지를 소모하게 된다.

아울러 해리된 음이온은 세포의 DNA의 구조적 변화를 유도하여 더이상의 증식이 일어나지 않도록 한다(〈표 1〉).

<표 1> 유기산의 생화학적 특성

유기산	pKa	용해도(물)	분자량	성상	항균작용
Formic acid	3.75	very good	48.0	액상	good
Acetic acid	4.75	very good	60.1	액상	good
Propionic acid	4.87	very good	74.1	액상	good
Lactic acid	3.08	good	90.1	액상	very good
Fumaric acid	3.03/4.44	low	116.1	고형	none
Citric acid	3.14/5.95/6.39	good	210.1	고형	none

<그림 1> 사료내 산성화제의 첨가가 E. Coli의 성장에 미치는 영향 (pH 5)



2. 소화물의 pH 저하에 의한 간접적인 미생물 성장 억제 효과

이유 직후의 자돈은 액상 형태이며 유당이 풍부한 어미 젖에서 갑작스럽게 대두단백 위주의 고형 사료에 적응할 것을 강요당하게 된다. 이 과정에서 위내 산도가 충분히 낮아야만 식물성 단백질을 소화시키기 위한 충분한 위내 효소의 활성이 보장되는데, 현실은 그렇지 못하다.

이러한 점에 착안하여 유기산 혹은 무기산을 통한 위내 pH 저하 노력의 일환으로 산미제가 사용되기 시작하였다.

이러한 가정에 대해서는 무수히 많은 수의 시험이 수행되었으나, 시험 방법상의 차이 때문인지 수행된 시험들의 결과는 효과적인 pH 저하로 인한 소화율의 향상을 보고하는 것보다는 수치적으로 pH가 큰 폭으로 저하되었음에도 불구하고, 소화율과의 관계를 지지하지 않는다는 보고가 더 많다.

아마도 사료 섭취 후 몇 시간만에 pH를 측정하였느냐, 또는 밤낮 중 어느 시간대에 pH를 측정하였느냐 등 여러 가지 생리적 변화를 고려하지 못한 데에서 생긴 시험간의 변이로 추정된다.

종합적으로 유추해 볼 때 유기산의 작용에 의한 살균작용은 유기산 첨가로 인한 pH 저하에 의한 것이라기 보다는 산에 있는 음이온이 균에 직접 작용하기 때문에 발휘된다고 보는 것이 타당한 것으로 사료된다.

3. 소화물 이동 속도의 조절 및 영양소 소화율과의 관계

위내 산도는 비록 적은 폭이기는 하지만, 위에서 소화물이 소장으로 넘어가는 속도에 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

위내 산도가 높아지면(pH가 낮아지면), 소화물이 위에서 소장으로 이동하는 속도가 떨어진다. 이는 곧 위에서 섭취된 음식물이 보다 오랜 기간 동안 단백질 분해를 위한 시간을 가질 수 있다는 뜻이 된다.

이러한 가정을 증명하기 위한 시험이 몇 차례 실시되었으나, 불행히도 소화물 이동속도와 위내 pH와의 상관관계를 유의적으로 증명해 줄만한 시험결과의 보고는 없다. 그러나 formic acid 계열의 산미제는 이러한 가정을 일부 뒷받침하는 결과를 보이기도 하였다.

그러나 소화물 이동속도와 관계없이 많은 수의 산미제 시험에서 특히 단백질과 에너지의 외관상 소화율의 증가가 보고되고 있다. 조단백질 및 에너지의 소화율에 긍정적인 영향을 주는 정도는 사용된 산미제의 종류에 따라 차이가 있는 것으로 파악되며, 소화율에 관한 한 Formic Acid계열의 산미제와 Fumaric Acid 등이 소화율 증가에 효과가 큰 것으로 보고되었다. 이러한 산미제의 단백질 소화율 향상은 자돈 뿐만 아니라 육성돈 등에서도 광범위하게 보고되었다.

이러한 조단백질 소화율 향상이 의미하는 것은 대장에서 미생물이 이용할 수 있는 불소화 단백질의 양을 줄여 준다는 뜻이므로 유기산제가 간접적으로 대장에서의 미생물 성장을 억제하는 역할을 한다고 추정할 수 있는 것이다.

유기산제는 소화율 이외에도 몇몇 광물질의 흡수를 촉진시키기도 한다.

특히 칼슘과 인의 흡수율에 긍정적인 역할을 하는 것으로 몇몇 논문에서 보고된 바 있다. 이러한 점에서는 거의 대부분의 유기산제들이 칼슘과 인의 흡수율을 향상시킨 것으로 보고되었다.

소수이기는 하지만, 다른 광물질들(아연, 마그네슘, 철 구리, 망간 등)에 대해서도 이들 광물질의 흡수율이 증가되었다고 보고하는 논문들이 있다. 이러한 광물질 흡수의 증가는 전체적인 체내 대사를 촉진시키므로 미약하나마 전신 면역력 증가에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

4. 소화효소 분비 촉진 및 소화기관 발달에 미치는 영향

몇몇 유기산제 시험에서 유기산제 특히 short-chain fatty acids가 췌장의 소화 효소 분비를 촉진시킨다는 보고가 있었다. 이러한 작용은 formic acid가 가장 크며, 그 뒤를 lactic acid, pyruvic acid, acetic acid, butyric acid, propionic acid의 순이라고 보고하였다. 그러나 동물 품종에 따라서 각 유기산에 대한 반응의 정도는 각각 다른 순위로 나타나는 것으로 보여진다. 일례로 양이나 어린 송아지를 이용한 시험에서는 butyric acid가 췌장 소화효소 분비에 가장 효과적인 것으로 보고하는 논문이 여러 편 있다.

이유를 전후해서 이유 자돈의 소장은 많은 변화를 겪게 되고, 충분한 영양소의 섭취 및 흡수가 이루어지지 않기 때문에 정상적인 소장 융모의 발달이 이루어지지 않는다.

이러한 관점에서 몇 가지 유기산제는 자돈 소장의 정상적인 발달에 많은 도움을 주는 것으로 밝혀져 있다. 이러한 작용에는 특히 acetic acid, propionic acid와 n-butyric acid 등이 효과적인 것으로 알려져 있다. 보고된 논문에 의한 이들간에서도 특히 n-butyric acid의 효과가 가장 크고, 그 뒤를 propionic acid, acetic acid순으로 따르고 있다.

소화 효소 분비 촉진이나 소화 기관 발달 촉진 등은 장내 미생물의 발효 패턴에 변화를 줄 수 있으며, 따라서 소화기성 질병 혹은 장애에 영향을 미치게 된다.

5. 맺음말

지금까지 살펴 본 여러 기전에 의하면 산미제의 사용은 장내 유해 미생물을 억제하는 데는 직 · 간접적으로 많은 역할을 할 수 있을 것으로 보여진다. 그러나 체내 면역 기전에는 아직까지 어떤 종류의 산미제도 직접적으로 면역 기전을 자극하는 것으로 보기는 어려울 듯 하다.

그러나 앞에 언급된 대로 간접적인 작용을 여전히 할 수 있을 것으로 생각된다. 산미제는 지금까지 알려진 여러 종류의 첨가제 중 가장 광범위하게 연구되어 온 항생제 대체 물질이며, 현재도 계속적으로 그 효과 및 종류가 발전하고 있다.

향후 산미제의 종류에 따른 효과, 또는 다른 종류의 첨가물질과 동시에 사용했을 때는 부가 효과 등에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이며, 궁극적으로 항생제의 사용을 최소화 했을 때에도 가축 생산성을 유지할 수 있는 좋은 대안으로 눈여겨 볼 필요가 있다. ⑮