



유기산제의

생산성 개선 기능



황일환 기술자원부장
(케민코리아(주))

전 세계적으로 사료산업에서의 유기산의 사용은 이미 보편화되어졌으며, 지속적으로 그 사용범위가 확대되고 있는 상황이다.

특히 유기산제는 이유 자돈에서의 이유 스트레스 및 사료 배합시의 문제점들을 보완하기 위한 목적으로 오랫동안 사료에 적용되어져 왔다.

또한 최근들어 육성, 비육돈과 모돈을 비롯하여 양계 및 축우까지 유기산제 적용에 대한 관심이 점차 커지고 있는 상황이다.

최근 들어서는 안전하고 깨끗한 축산물에 대한 소비자들의 요구가 커지면서, 사료내 성장 촉진목적의 항생제를 대체할 물질로서 유기산제의 중요성이 크게 대두되고 있다.

이는 유기산이 지니는 다양한 생리적, 화학적 기능들로 인한 것인데, 본고에서는 유기산이 지니고 있는 이러한 특성들과 이들이 가축의 생산성 증진에 어떠한 역할을 하는지에 대해 개략적으로 살펴봄으로써, 유기산에 대한 올바른 이해에 도움이 되고자 한다.

유기산의 작용기작

1. 장내 pH 저하 기능

일반적으로 어린 가축의 경우 사료를 섭취하고 소화하는데 있어 여러 가지 문제점들을 지니고 있다. 특히 이유시기의 자돈의 경우 다양한 형태의 설사로 고생하는 경우가 많다. 보통 사료의 pH는 6.0~6.5 범위로서, 가축의 소화 장기 내에서 일종의 완충제(Buffer) 역할을 하게 된다.

그러나 체내 단백질 분해효소의 활성을 높이고, 사료 원료의 용해도를 돕기 위해서는 위내 pH가 비교적 낮은 수준에서 유지되어야 하기 때문에 가축은 pH를 낮추기 위해 체내에서 산을 생성하여 분비하게 된다.

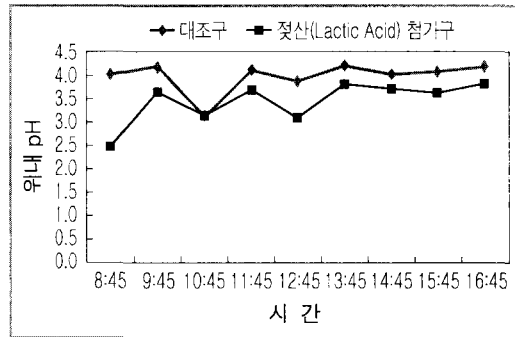
하지만, 어린 가축의 경우 이러한 산 분비능력이 많이 떨어지기 때문에 외부에서 여러 가지 형태의 산(Acid)을 공급받아야 한다.

항생제 대체와 산미제의 필요성

어린 가축, 특히 자돈사료에 유기산제를 사용하는 주요 이유 중의 하나가 바로 유기산의 이러한 위내 pH 저하 기능 때문이다.

이처럼 유기산은 어린 가축의 위내 pH를 낮춤으로서 어린가축의 소화 기능을 증진시키는 효과가 있다 (Thomilinson과 Lawrence, 1981).

<그림 1> 음수에 젖산 첨가가 이유자돈의 위내 pH변화에 미치는 영향(Thomilinson과 Lawrence, 1981)



2. 병원성 세균에 대한 억제효과

최근 들어 유기산에 대한 관심이 점차 커지고 있는 또 다른 이유는 유기산이 지니고 있는 탁월한 항균효과 때문이라고 할 수 있다.

유기산이 병원균의 성장을 억제하는 기작은 단순히 pH를 낮추기 때문이라고는 하기가 어렵다.

물론 추가적인 논의가 더 이뤄져야겠지만, Mynt와 Liang(1997)은 산미제의 사용만으로는 가축 사료내 pH를 충분히 변화시키기는 어려우며, 또한 단순히 pH가 낮은 사료와 높은 사료에서의 병원균 저해 효과는 그리 큰 차이가 없었다고 보고한 바가 있다.

이는 유기산이 갖는 병원성 미생물에 대한 억제효과가 단순히 pH 저하의 산물이 아님을 보여주는 예라고 할 수 있다.

Chung과 Geopfert(1970) 역시 다양한 종류의 유기산제를 이용하여 살모넬라균이 생존할 수 있는 최저 pH를 조사한 결과, 동일한 병원균임에도 불구하고 각각의 유기산제가 살모넬라를 억제할 수 있는 pH가 매우 다양하다는 사실을 밝혀냈다.

Palhate(1973) 또한 유기산제가 갖는 항균 효과는 병원균의 종류에 따라, 유기산의 종류에 따라 매우 다양한 결과를 보인다고 보고한 바가 있다.

이러한 사실은 유기산의 효능이 단순히 pH 문제에만 국한되는 것이 아니라는 사실을 잘 입증해 준다고 할 수 있다(표 1)).

이처럼 유기산이 병원균을 억제하는 기작에 대해서, 많은 연구자들이 다양한 형태의 이론적 또는 실험적 배경을 갖고 접근하고 있다.

첫째, 유기산이 특정한 물리적 또는 생화학적 특성에 따라 병원균의 세포막내로 투과

<표 1> 각종 유기산이 대장균(E.coli 0157) 사멸에 미치는 영향 (Jordan 등, 1999)

E.coli 종류	E.coli 출처	대장균 생존율 (%)					
		pH2*	pH3*	초산**	젖산**	사파산**	구연산**
0157:H7 (C9490)	햄버거	0	51	6.7	0.06	78	72
0157:H7 (30-2C4)	소시지	1.5	87	100	6.0	85	94
0157:K88	자돈	0	89	34	0.2	77	84
0157:H7 (W2-2)	닭	0	15	2	<0.01	6.3	10

* 염산(HCl)으로 pH2 및 pH3에 산도를 적정화시킨 용액

** 각각의 유기산으로 pH3에 산도를 적정화시킨 용액

되어 내부에서 해리됨으로써, 세포내부의 pH를 저하시키고 수소 이온의 다량 생성을 통한 박테리아의 대사에너지 고갈시켜 병원균을 사멸시킨다는 기작이다.

이밖에도 유기산이 병원균의 세포막 대사를 저해시키거나, 병원균의 아미노산 흡수를 저해시키고, 병원균 세포액의 유출을 유발함으로써 병원성 미생물을 사멸시킨다는 기작이 소개되고 있다(Branen 등, 1981).

하지만, 유기산제에 있어서 유기산의 pH가 중요하지 않다는 것은 결코 아니다.

오히려 병원성 세균과 같은 유해 미생물을 억제하는데 있어서는 유기산의 pH가 매우 중요한 역할을 하는 것이 사실이다.

특히 이러한 작용은 단일 유기산제보다는 복합 유기산제에서 두드러지는데, 이는 유기산제마다 병원성 세균을 억제할 수 있는 최적 pH가 다를 뿐만 아니라, 유기산제의 종류에 따라 효능을 보일 수 있는 병원성 세균의 종류 및 억제 기작도 달라지기 때문이다.

따라서 각기 다양한 특성과 효과를 지니는 유기산의 적절한 조합은 유기산제의 효능을 배가시킬 수 있는 좋은 방안이라고 할 수 있다.

자돈에 대한 유기산의 효과

자돈에 있어서 이유(weaning)가 의미하는 것은 생리적, 물리적 스트레스라고 말할 수 있다. 모돈으로부터의 분리, 낯선 돈사로의 이동, 다른 자돈들과의 합사, 모유 섭취의 차단, 건물 섭취 및 아직 덜 발달된 소화기로부터의 각종 스트레스가 바로 이유자돈이 봉착하게 되는 커다란 벽이라고 할 수 있다.

이러한 스트레스 요인들은 결국 자돈의 사료섭취량 감소, 성장을 저하, 체지방 손실,

유기산계의 생산성 개선 기능

체온 유지의 어려움, 질병 및 감염에 대한 민감성등 생산성 저하의 결과를 야기시킨다.

특히 이 시기의 생산성은 이후 전반적인 돼지의 생산성을 결정짓는 중요한 요인으로 작용하는데(Mahan과 Lapine, 1991), 이는 자돈의 관리가 왜 중요한지를 보여주는 단적인 예라고 할 수 있다.

<표 2> 이유시 체중이 돼지의 생산성에 미치는 영향 (Mahan과 Lapine, 1991)

이유시 체중	4.7kg	6.3kg	7.5kg
일당 증체량(g)	630	660	690
일당 사료섭취량(kg)	1.84	1.92	1.93
사료효율	2.90	2.93	2.82
105kg 도달 일령	181	173	166

이유자돈 시기에 있어 유기산의 필요성은 이미 오래전부터 연구되어지고 또한 입증되어진 사실이다. 이는 이유자돈 시기에 있어, 단백질 소화율을 개선시키고, 병원성 세균의 증식을 억제할 뿐만 아니라, 락토바실러스(Lactobacilli spp.)와 같은 유익균의 성장을 증진시키기 위해서는 자돈의 위내 pH가 산성화되어야 하는데, 실제로 어린 가축의 위내 산 분비능력은 매우 낮은 수준이고 유제품 및 각종 미네랄이 고농도로 함유된 사료를 섭취할 경우 오히려 자돈의 산 생성을 중화시켜 소화율 저하 및 병원성 세균의 증식을 야기시키게 된다.

앞에서도 이미 언급했듯이 이유 자돈에 있어 유기산을 사용해야 하는 필요성이 여기에 있는데, 이미 1960년대부터 유기산의 일종인 젖산(Lactic acid)이 자돈의 설사를 유의적으로 감소시키고, 장출혈성 대장균의 억제 및 폐사율 감소에 탁월한 효과가 있으며, 결과적으로 자돈의 증체율과 사료효율을 개선시킨다는 사실이 밝혀졌다.

이는 물론 유기산제를 통한 자돈의 위내 pH를 감소시키고 소화율을 증진시킨 결과, 자돈의 건강상태를 개선시켰기 때문이라고 볼 수 있다.

일반적으로 소화되지 않은 영양소는 소장, 대장 등을 지나면서 장내 점도를 높인다거나 또는 병원성 세균 등의 영양 공급원으로 작용하여 섭취량 감소, 증체율 저하 및 설사

<표 3> 유기산의 첨가가 자돈의 생산성에 미치는 영향(Ravindaran과 Komegay, 1993)

유기산	참 고 문 헌	첨 가 량 (%)	생산성 증감 (%)		
			일당 증체량	사료 섭취량	사료 효율
구연산	Johnson(1992)의 13편	0.5~5%	+2.86	+1.25	+2.38
푸말산	Risley 등(1991)의 8편	0.5~4%	+3.98	-0.35	+4.26

유발 등의 결과를 야기할 수 있다. 유기산은 장내에서 이러한 일련의 과정을 차단함으로써 자돈의 생산성을 증진시키게 되는데, 결국 유기산의 첨가가 자돈의 소화생리 기능 뿐만 아니라, 병원성 세균으로 인한 질병 감염에 대한 민감성을 낮추어 줌으로써 전반적인 생산성 증진효과를 가져오게 되는 것이다.

모돈에 대한 유기산의 효과

모돈의 사양관리에서 가장 중요한 것은 번식성적과 자돈의 생산성을 높이는 것에 있다고 요약할 수 있다. 모돈의 번식성적을 개선하기 위한 노력들이 다양한 각도에서 연구되어지고 또한 실제 적용되어지고 있다. 일반적으로 유기산의 효과는 위에서 언급한 바와 같이 자돈의 소화생리를 돕고, 유해 미생물의 성장을 억제함으로써 자돈의 생산성을 향상시키는 정도로 많이 인식되어져 온 것이 사실이다.

하지만, 유기산이 갖고 있는 병원성 세균에 대한 강력한 억제효과를 통해 모돈의 생산성을 향상시킬 수 있음이 최근 여러 연구자들에 의해 보고되어지고 있다.

모돈과 같은 성숙의 경우, 어린 가축과 비교해 볼 때 소화 장기의 용적이 클 뿐만 아니라 사료입자의 소화기관내 통과속도도 비교적 느리다.

이들의 소화기관 내에는 수백 종에 이르는 다양한 미생물이 군집을 이루며 서식하고 있는데, 이들 중 상당수는 반추동물에서 발견되어지는 종류와 비슷하게 섬유소를 분해할 수 있는 능력을 지닌 것들이다.

하지만 모돈의 소화기관은 E.coli 및 Salmonella와 같은 병원성 세균의 성장에도 매우 좋은 환경을 지니고 있는데, 이들이 장내에서 증식할 경우 다양한 형태의 소화장애 및 설사 등을 유발하게 된다. 특히 살모넬라 감염으로 인해 돈적리, 파스투렐라균성 설사, 전염설 설사 및 TGE 등이 유발될 수 있다.

또한 이러한 병원성 세균은 모돈의 면역체계를 비정상적으로 활성화시키고 사이토킨(cytokines)의 생성을 촉진시키게 되는데, 이로 인해 결과적으로 모돈의 체온이 상승하고, 식욕이 감퇴될 뿐만 아니라 사료의 이용성이 크게 떨어지게 된다.

즉, 모돈의 생산성을 극대화시키기 위해서는 이러한 면역체계의 비정상적인 활성을 최소화하는 것이 관건이라고 할 수 있는데, 이러한 현상의 원인이 되는 병원균의 성장을 억제할 수 있는 방안 중의 하나가 바로 유기산제의 사용이라고 할 수 있다.

유기산제의 생산성 개선 기능

Khajaren 등(1998)은 젓산을 기반으로 한 유기산제를 모든 사료에 급여하여 생산성 변화를 조사한바 있는데, 유기산제 급여구의 경우 대조구에 비해 복당 산자수, 이유자돈수가 유의적으로 증가한 반면 자돈의 이유전 폐사율은 크게 감소하였다고 보고하였다(〈표 4〉). 한편, 유기산제 급여구의 경우 분내 E.coli수가 크게 감소하였는데, 이는 젓산을 기초로 한 유기산제가 모돈의 장내 균총을 안정화시키고 번식성적을 개선시키는데 기여했음을 보여주는 실례라고 할 수 있다.

<표 4> 사료내 유기산제 첨가를 통한 모돈 및 자돈의 생산성 증진 효과 (Khajaren 등, 1998)

항 목	시 험 구	
	대조구	유기산제* (5kg/톤)
복당 산자수(마리)	9.3 ^a	10.6 ^c
복당 생시자돈수(마리)	9.1	10.3
복당 이유자돈수(마리)	8.2 ^a	9.6 ^c
이유전 폐사율(%)	11.4 ^a	9.4 ^b
모돈의 분내 E.coli 수		
시험 초기	5.84X10 ^{3a}	5.84X10 ^{3a}
3주후	5.76X10 ^{6a}	5.36X10 ^{6ab}
16주후	5.93X10 ^{3a}	5.02X10 ^{3c}

^{a,b,c} means significant difference (p<0.05)

* 임신돈 및 포유돈에 유기산제 (젓산을 기초로 한 유기산제)를 급여

유기산제가 모돈의 번식성적에 영향을 주는 또 다른 요인으로 병원성 세균으로 인한 생식기관 오염의 가능성을 낮출 수 있다는 점을 들 수 있다.

일반적으로 모돈의 경우 20~25개의 난자가 배란되지만, 이들 중 상당수가 모돈의 생식기 내에서 사망되거나 훼손되어져 실제 산자수는 이보다 훨씬 적게 된다.

배아의 사망률에 영향을 미치는 요인들은 여러가지가 있을 수 있다.

영양학적 관점에서 볼 때 모돈의 사료 섭취량이나 영양적 충족도 등이 영향을 미칠 수 있고, 번식생리학적 측면에서 본다면 번식과 관련된 각종 호르몬의 분비도 배아의 사망률에 영향을 미치는 요인이라 할 수 있다.

그러나 여기서 한 가지 생각할 수 있는 또 다른 요인으로 병원성 세균으로 인한 번식기관의 오염을 들 수 있다. 이것은 사람에서 나타나는 성질환의 대부분이 병원균 감염에 의한 것임을 생각해보면 쉽게 유추해 볼 수 있다.

모돈에서 발견되어지는 병원균의 생활사를 보면, '소화기관-분, 뇨-분만사내 자돈 또

는 모든의 생식기'의 순환으로 요약할 수 있다.

특히 모든이 사료를 소화하는 과정에서 분해되지 않는 각종 NSP 및 항영양인자의 존재는 배출되는 분의 물리적 성상을 점도가 높은 형태로 만들게 되고, 이로 인해 분만 사내 환경을 병원균이 서식하기에 매우 좋은 상태로 유지시켜 준다.

모든 사료내 유기산을 첨가할 경우, 각종 병원성 세균에 대한 강력한 억제 작용으로 모든의 체내에서 뿐만 아니라 분내 유해 미생물의 농도를 유의적으로 낮춤으로써, 이들 세균에 의한 번식기관의 오염도를 크게 줄일 수 있다는 사실이 많이 밝혀지고 있다.

육계에 대한 효과

현대 양계산업에서 질병의 문제는 단순히 동물복지 차원을 넘어 경제적인 수익과 직결되는 매우 중요한 문제이다.

흔히 이러한 질병들은 소화 장기들과 연관되어 발생되며 사료효율 저하를 비롯하여 여러가지 생산효율을 떨어뜨리는 주요 요인으로 작용하게 된다.

따라서 병원성 세균의 감염으로부터 저항성을 갖게 하고, 질병의 위험성을 최소한으로 줄일 수 있도록 사양관리를 하거나 사료를 설계하는 것은 현대 양계 환경에서 매우 중요한 문제라고 할 수 있다.

돼지에서와 마찬가지로 육계에서도 소화기관은 단순한 사료의 섭취 및 소화의 기능 뿐만 아니라, 체내 면역체계와 각종 병원균간의 치열한 접전이 이뤄지고 있는 전쟁터라고 볼 수 있다. 따라서 육계 체내에서 이러한 병원성 미생물의 성장을 효율적으로 억제하고 영양소의 소화 흡수가 가능케 하도록 할 때에만, 비로소 좋은 성적의 사료 효율과 성장률을 얻을 수 있게 되는 것이다. 특히 육계와 같은 조류의 경우 미세한 정도의 병원균 오염은 단순히 사료효율 및 성장을 저하시키는 정도에 그칠 수 있겠지만, 오염의 정도가 심각해질 경우 질병의 확산 및 우려할 만한 높은 수준의 폐사를 유발하는 요인으로 작용할 수 있다는 점에서 그 의미가 더욱 중요하다고 할 수 있다.

육계사료에 있어서 가능한 사료를 깨끗하고 병원균으로부터 자유로우며 위생적으로 만드는 것은 질병요인을 최소화 하고 생산성을 높일 수 있는 가장 기본적이고 중요한 전략이다. 유기산제의 적용은 이러한 목적을 달성할 수 있는 매우 유용한 방법이며, 실제로 광범위하게 사용이 이뤄지고 있는 좋은 방안이라고 할 수 있다.

유기산제의 생산성 개선 기능

유기산을 통한 병원균의 효과적 억제는 체내 면역시스템을 유익하게 조절하고 결과적으로 육계의 생산성을 증진시킬 수 있다.

Adams(1999)는 육계 사료에 젖산을 기초로 한 유기산제를 첨가한 결과, 육계의 생체중 및 사료효율이 개선되었을 뿐만 아니라, 폐사율을 크게 감소시켰다고 보고하였다. 이는 이미 위에서 언급한 바와 같이 유기산의 첨가가 체내 병원성 세균을 억제하고, 이를 통해 장내 미생물 균총을 안정화시킴으로써 육계의 생산성을 증진시키는데 기여했기 때문이라고 할 수 있다. 또한 이들 유기산이 사료내 각종 영양소의 소화 및 흡수를 직·간접적으로 도움으로써 생산성을 향상시키기 때문이기도 하다.

이러한 유기산의 항균 효과는 기존의 성장촉진용 항생제의 역할을 상당부분 대체할 수 있을 것으로 기대가 되는데, Adams(1999)는 성장촉진용 항생제를 대체할 목적으로 유기산제를 첨가하여 육계의 생산성을 조사한 결과 유기산제가 매우 효과적으로 항생제를 대체할 수 있다고 보고하였다.

결론

현대 가축영양학의 괄목할만한 발전은 사료산업에 있어서 가축의 생산성을 극대화시키는 커다란 원동력이 되어온 것이 사실이다. 또한 많은 부분에 있어서 영양학적 접근을 통한 가축 생산성의 증진은 이미 질적으로 상당한 수준에 이르렀다고 할 수 있다.

오히려 최근 심각한 문제로 인식되고 있는 것은 다양한 요인들에 의해 발생되고 있는 질병 문제라고 할 수 있을 것이다. 특히 각종 병원성 미생물들이 이러한 질병들에 대부분 깊이 관여되어 있다는 사실을 주지해야 할 것이다.

영양학적 측면에서 유기산제는 오랫동안 가축의 소화생리를 돕기 위한 방안으로 널리 이용되어져 왔다. 하지만 이상에서 살펴본 바와 같이 유기산이 갖고 있는 강력한 항균력을 통한 가축의 생산성 개선효과는, 영양학적 문제와 질병의 문제를 따로 분리해서 생각하기 어려운 현대 축산에 있어 매우 중요한 의미를 내포하고 있다고 할 수 있다.

안전하고, 독성이 없으며, 다양한 기능을 지니고 있는 유기산제의 적용은, 가축의 질병예방과 생산성 증진이라는 두 마리 토끼를 한꺼번에 잡을 수 있다는 점에서, 그리고 향후 사료내 항생제를 효과적으로 대체할 수 있는 매우 유용한 제제라는 점에서 보다 더 보편적으로, 광범위하게 활용되어야 할 것이다. ㉕