

사양



자돈의 소화기관과 소화율 향상 요인

정영철 소장
정P&C연구소



1. 자돈의 소화기관과 기능

자돈의 소화기관은 크게 위장, 췌장, 작은창자, 맹장, 큰창자 등 5개의 주요기관으로 구성되어 있다. 특히 자돈의 위장은 신축성이 높은 사람의 위장과는 달리 신축성이 약한 약 200cc용량 크기이다. 또한 섭취한 사료는 약 40분간 위내에서 정체하여야 위산과 잘 혼합이 되어 음식물내의 유해한 박테리아 등을 무력화시키고 위내에서 탄수화물 소화를 위한 각종 효소의 소화작용을 촉진한다. 위장은 바로 음식물의 지방분해효소를 분비하는 1.2~1.3cm 두께로 약 22cm길이의 췌장으로 연결되는데 이것 역시 약 200cc의 용량을 가지고 있다. 위장에서 소화된 탄수화물과 췌장에서 분해된 지방은 흡수 가능한 상태로 작은창자로 이동한다.

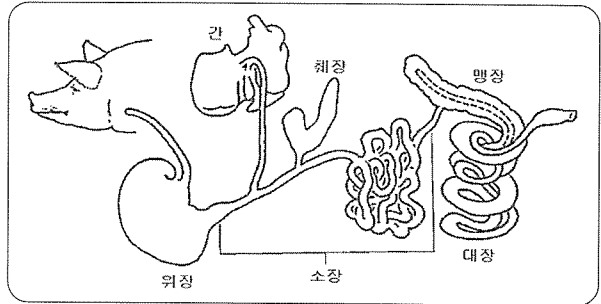


그림 1. 자돈의 소화기관

돼지의 작은창자는 약 7.8m 길이의 복잡한 구조를 가진 장기이다. 특히 여러겹으로 겹쳐진 소위 Kerkring 형태로 내부가 융모(villi)와 섬세융모(microvilli)로 채워진 표면적을 극대화시켜 가능한한 최대의 영양분을 흡수할 수 있는 구조로 되어 있다. 체중 3kg의 자돈의 경우 작은창자의 표면적은 약 114m²이고 육성돈의 경우에도 약 2,000m²로 작은 축구장 면적(4,000m²) 절반에 달한다. 돼지의 작은창자는 두가지 기능을 발휘한다. 첫째는 영양성분을 흡수하여 이용가능한 에너지로 전환시키고 둘째는 병원성미생물과 독소와 알러지물질을 배출시키는 기능이다. 이러한 기능을 촉진시키는 요인은 융모의 길이, 융모간의 골짜기(Crypt) 깊이, 점액분비 상피세포 숫자, 창자벽을 통과시키는 삼투능력 등이다.

2. 이유전후의 자돈 소화기관 기능

이유전 자돈의 소화기관 기능

분만사에서는 포유기간중 자돈은 약 1시간에 한번씩 모돈의 젖을 포유하게 되는데 포유시간은 10~25초로 짧지만 한번에 50~100cc 분량의 모돈 젖이 흡입되어서 자돈의 위장내에 약 30~35분 머물게 된다. 이때 자돈 위장은 위산으로 유해한 박테리아 등 미생물을 살균하는 한편, 소화효소로 섭취한 먹이를 버무려 놓아서 완전히 흡수될 수 있는 상태로 다음 단계로 이동하게 되는 것이다.

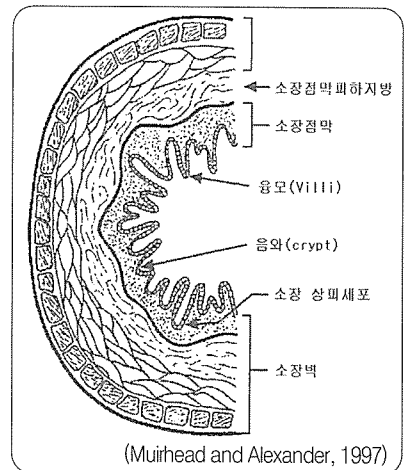


그림 2. 돼지 작은창자의 단면도



이유후 자돈의 소화기관 기능

자돈이 이유하게 되면 갑자기 모돈이 눈앞에서 사라지거나, 동시에 자신도 자돈사로 옮겨지게 되어 생소한 환경하에서 큰 스트레스를 받게 된다. 따라서 자돈은 보온등 밑에 앉아서 모돈이 다시 오기를 기다리거나 모돈을 찾아 돈방 구석구석을 헤매이기도 하고 다른 자돈과 힘겨루기 싸우기도 하는 것이다.

이유후 사료섭취 부진으로 인한 소장내 환경 변화

자돈이 충분한 사료를 섭취하지 못하면 소화기능을 촉진하는 각 요인에 손상을 가하므로써 발육과 건강에 부정적인 영향을 미친다. Bruininx (2001)의 연구에 의하면 새로운 사료가 주어졌을 때 이유 자돈은 4시간 안에 50%자돈이 사료를 섭취하지만

95%자돈이 사료를 섭취하기까지는 50시간이 경과되어야하고, 그러나 아직 5% 돼지는 굶고 있었다. 양돈장에서는 단한마리의 자돈도 사료섭취를 못하게 해서는 안된다. 실험결과 단 하루만이라도 자돈이 굶게되면 용모의 길이가 짧아지고 crypt의 깊이가 얕아진다(그림 3). 또한 사료를 덜 섭취한 자돈의 작은창자벽은 삼투밀도가 낮아져서 병원성 미생물 침투가 용이해진다(그림 4). 포유기간중에 입붙이기 사료의 중요성은 이유후에도 자돈이 충분히 사료를 섭취할 수 있는 습관을 습득시킴으로써 이유시 소화불량으로 인한 설사, 성장지연을 방지할 수 있는 것이다.

3. 자돈설사의 메커니즘

자돈은 일단 먹기 시작하게 되면 과식을 하게 된다. 자돈의 위장은 신축성이 없으므로 과식한 사료는 위산과 소화효소의 충분히 섞이지 못한 상태로 췌장으로 밀려 나아가게 되는 것이다. 췌장에서도 충분한 소화효소 작용을 받지 못한채 섭취한 사료가 작은 창자로 이동하게 되는데, 이때에 살아있는 대장균, 살모넬라 등 유해한 박테리아 등의 미생물도 역시 그대로 작은창자로 들어가서 산도가 높아진 환경에서 왕성한 번식을 하면서

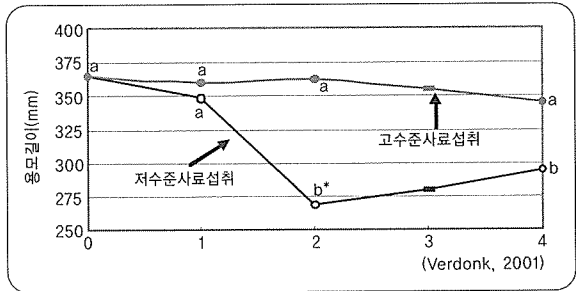


그림 3. 이유자돈의 사료섭취량에 따른 작은창자 용모의 길이변화 (Verdonk, 2001)

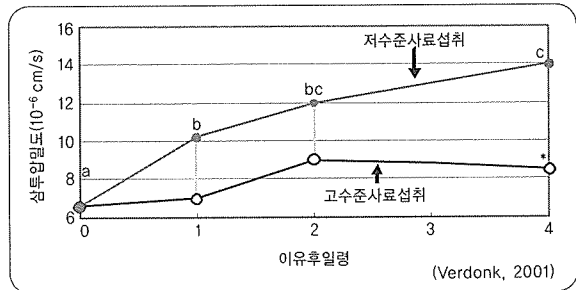


그림 4. 이유자돈 사료섭취량에 따른 작은창자벽의 삼투밀도변화 (Verdonk, 2001)

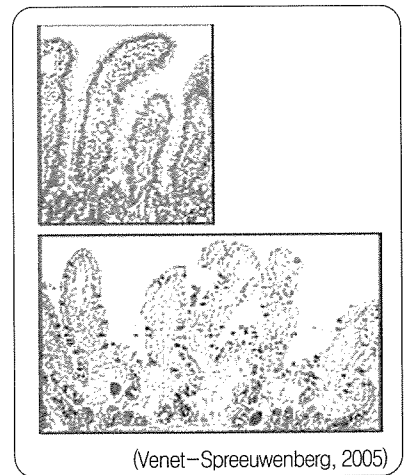


그림 5. 정상적인 용모단면적(위)과 파괴된 용모단면적(아래) (Venet-Spreuwenberg, 2005)

독소를 내뿜게 된다. 이 독소는 작은창자의 미세하고 연약한 용골돌기를 파괴하므로써 영양분흡수 기능을 급격히 저하시키는 것이다. 영양분을 섭취하지 못한 자돈은 점차 허약해진다. 한편, 작은창자는 계속 생산되는 미생물의 독소를 씻어내려 제거하기 위하여 설사라는 반작용을 보인다. 더구나 설사로 인해 자돈의 탈수 증상은 더욱 심해지고 혈액은 점차 농도가 높아져서 자돈이 폐사에까지 이르게 되는 혈중독 증상을 초래하게 된다. 이러한 일련의 이유 → 절식 → 과식 → 설사 → 탈수 → 혈중독 증상이 이유 후 자돈의 성장정체와 이유 후 설사로 인한 높은 폐사율의 원인이 되는 것이다.

4. 자돈 소화기내의 적정 산도

정상적인 위내 산도는 3.5전후이지만 자돈은 생후 3~4주까지 지극히 위산분비가 부진하고 생후 7~10주령이 되어야 정상적인 위산분비가 가능해진다. 위내 산도 3.5~4.0범위는 위내 유익한 박테리아(락토바실러스 등)가 활발하게 활동을 할수 있는 반면에 병원성 박테리아인 대장균(E.Coli), 살모넬라 등의 활동을 최소화하여 억제하게 된다(표 1).

5. 위산의 산도를 변화시키는 사료원료

어린자돈에 이용되는 사료원료는 거의가 높은 소화율을 보이는 고품질 사료이다. 그러나 이러한 원료들은 오히려 위내의 산도를 높여 병원성 박테리아가 활동하기 좋게 산도를 높이는 역기능을 가지고 있다. 단백질이 높을수록 또한 미량광물질 성분이 많을수록 자돈의 위내에서 분비되는 위산농도를 희석시키는 특성이 있다. 예를 들면 상대적 위산 완충도를 보리를 1이라고 간주했을 때 대두박은 9.6배, 유장은 10.3배, 분유는 12.3배, 제 2인산 칼슘은 82.6배, 탄산석회는 583배로 산도를 높인다(표 2). 자돈 사료 배합비를 작성시 가능한한 위산의 기능을 약화시키는 원료의 사용을 최소화 하는 것이 필요하다. 사료원료의 산도를 완충시키는 정도를 수치로 표시하는 것이 B-수치이다. B-수치는 사료원료 10g을 0.1M(몰) 농도 염산(HCl)으로 산도를 5.0으로 낮출때까지 소요되는 염산의 양(ml)을 표현하는 것이다. B-수치가 높을수록 산도를 높이고 낮을수록 산도를 낮추는 것이다.

표 1. 병원성 및 유익 미생물의 번식에 적당한 산도(pH)

크로스트리듬 페르프린젠스 (가스괴저균)	대장균(E.Coli)	슈도모나스 에루지노사 (녹농균)	살모넬라	스타필로코코스	락토바실러스
6.0	6.0~8.0	6.6~7.0	6.0~7.5	6.8~7.5	3.8 ~ 4.0

(John Gadd, 1995)



표 2. 상대적 사료원료별 위내 산도 결합능력

사료원료 성분	산도(pH)	B-수치	상대적 산결합 능력
보리	5.8	3.0	1
밀	6.7	6.7	2.2
옥수수	6.1	3.5	1.1
대두박	6.6	28.8	9.6
타피오카	5.2	1.3	0.4
채종박	5.3	6.8	2.3
분유	6.5	37.0	12.3
유장	6.4	31.0	10.3
제2인산 칼슘	7.3	248	82.6
탄산석회	9.7	1750	583

(Makink, 2001)

6. 위내 산도를 낮추어 소화율을 높이는 방안

피틴태 인 분해효소 피타제의 첨가로 배합사료 B-수치조정

돼지의 성장단계별 적절한 사료의 B-수치는 입붙이기 사료는 0-5, 이유사료는 -5~0, 젖젖사료는 5-10 육성돈사료는 10-20 수준이다(Niemeyer and Schmidt, 1992) 돼지는 식물성 사료 원료내에 존재하는 인의 약 30~40% 수준 밖에 이용할 수 없으므로 충분한 인을 공급하기 위해 서는 위내 산도를 크게 높이는 제2인산 칼슘을 사료에 첨가할 수 밖에 없는 것이다. 그러나 곡물내 피틴태인을 분해시킬 수 있는 피타제(phytase)를 첨가하면 사료내 인의 소화율은 20~30% 증가시킬 수 있으므로 그만큼 제2인산칼슘 첨가를 줄여 배합사료의 B-수치를 낮춘다.

유기산 제품첨가제로 배합사료 B-수치조정

자돈의 소화기관내 산도를 낮추기 위하여 유기산을 사료에 첨가하는 방법이 많이 이용되고 있다. 유기산은 자돈의 장내 환경의 산성화 작용외에도 박테리아등 미생물에 침투하여 미생물 자체를 산성화 시킴으로서 사멸하거나 활동을 중단시키는 항균작용도 한다. 그러나 유기산이 미생물 체세포벽을 침투하기 위해서는 그 분자량이 90 이하야만 가능한 것으로 알려졌다. 유기산 중 액상인 Formic acid의 분자량은 48, Propionic acid는 74, Lactic acid는 90인데 비하여 고형물상태인 Fumaric acid는 116, Citric acid는 210으로서 산도는 낮추지만 항균작용은 없는 것으로 알려졌다. 또한 유기산을 사료에 첨가할 경우 공장의 기계설비등을 부식시키는 부작용이 있으므로 순수한 유기산보다는 칼슘 또는 나트륨과 결합된 형태의 유기산을 사용하는 것이 안전하다. ㉔