

생균제 (Probiotics) 가 반추가축의 생산성에 미치는 영향 (上)

李仁浩*

I. 緒 論

반추동물의 반추위(Rumen)는 해부학적이거나 기능적으로 서로 일정하게 관련되어 있고 혐기성 미생물의 성장을 위한 이상적인 서식처(habitat)이며 반추동물의 반추위내 미생물은 다른 어느 동물보다도 복잡하여 철저하게 숙주동물과 반추공생(Ruminant Symbiosis)을 영위하고 있다. 반추동물의 소화작용은 매우 복잡한 과정을 통하여 이루어지며 반추위는 반추동물 소화의 주된 장소로서 기능면에서 대단히 중요한 역할을 담당하고 있다.

반추동물의 영양생리적 특성은 사료의 섬유소(Cellulose)나 비단백질소화합물(NPN)을 분해하여 휘발성지방산(VFA), 메탄, 암모니아(NH₃), 탄산가스(CO₂) 그리고 미생물체 단백질 등을 생산하고 합성하는 발효기관인 반추위를 가지고 있어 섭취한 사료중의 대부분을 제1위내에 서식하고 있는 60여종의 세균류(Bacteria), 30여종의 섬모종류(Ciliophora), 수종의 편모충류(Mastigophora) 및 곰팡이(Fungi), 효모(Yeast) 등이 混棲하는 미생물총들의 작용에 의해 분해되어 이용되게 한다.

반추동물의 제1위는 일반적으로 후위(後胃)미생물발효작용(postgastric microbial fermentation action)을 하는 단위동물의 소화기관과는 달리

섭취한 사료가 소화효소에 의해서 가수분해 소화되기 전에 제1위내에 서식하는 혐기성세균(rumen anaerobic bacteria)이나 원생동물(rumen protozoa)에 의해서 전위(前胃)미생물 발효작용(pregastric microbial fermentation action)이 연속발효체계(Continous fermentation system)로 이루어져 많은 종류의 미생물이 공생할 수 있는 반추동물 고유의 특성으로 인해 반추동물이 안정된 미생물군을 유지할 수 있는 이상적인 환경을 제공한다.

반추위 미생물수, 변동, 증식량 그에 의한 대사산물량 등은 반추위의 물리·화학적 환경요인, 섭취하는 사료의 양과 질, 급이빈도, 숙주의 생리상태, 품종이나 종류에 따라서 변화한다.

반추동물의 제1위 미생물은 Cellulase, Urease, Lipase를 비롯한 여러가지 효소를 분비하여 분해 발효작용을 진행시킴으로써 동물이 장내소화효소로 소화시키지 못하는 식물의 섬유소(Cellulose)를 분해해서 초산(Acetic acid), 프로피온산(Propionic acid), 낙산(butyric acid)같은 반추동물의 주에너지원인 저급 휘발성지방산(VFA)을 생성하고 또한 사료중의 비단백질소화합물(NPN)을 이용하여 양질의 미생물체단백질(Microbial protein)을 합성하여 이들 반추동물(Ruminants)이 에너지, 산유(產乳), 산육(產肉) 등의 대사활동에 이용케하는 장점을 가지고 있다.

* 건국대 대학원

또한 제1위에 존재하는 미생물은 반추동물의 생명유지에 없어서는 안될 중요한 기능을 담당하나 양질의 사료(순수단백질, 전분)를 미생물이 분해해 함으로써 이용효율을 떨어뜨리며 발효열 및 가스의 생산으로 상당량의 에너지를 유실시키는 단점을 또한 가지고 있다.

그리고 제1위내는 매우 환원된 상태(Reducing condition)이기 때문에 사료내의 불포화지방산(Unsaturated fatty acids)은 제1위내 미생물에 의해서 포화(hydrogenation)되어 포화지방산(saturated fatty acids)으로 전환되며 제1위내 미생물은 또한 비타민 B군 및 K를 합성하여 반추동물의 영양공급에 기여한다.

제1위는 미생물이 성장하고 활동하는데 필요한 좋은 환경을 제공하지만 미생물의 수는 제1위의 독특한 생태학상의 균형에 의하여 조절된다. 제1위의 환경은 대부분의 혐기성체제와도 다른 특유한 형태를 유지하며 가축 자체의 항온적 대사(homeothermic metabolism)에 의하여 조절되고 또 등온상태(isothermal)를 유지한다. 제1위 내의 pH는 5.5~7.0으로서 비교적 일정하게 유지되며, 온도는 모든 효소의 활력에 최적상태인 39~41°C이다.

사료와 물이 일반적으로 일정하게 그리고 계속적으로 유입되고 제1위의 수축운동에 의하여 잘 섞여지며 발효에 의하여 생성된 산은 제1위의 벽을 통하여 흡수되거나 하부의 소화기관으로 이전되고 또 타액에 의하여 중화되므로 미생물의 성장에 알맞은 환경을 제공한다. 삼투압은 이온화물질의 회석, 흡수 및 통과에 의하여 조절되므로 등삼압(isotonic) 상태에서 크게 벗어나지 않는다.

또한 소화되지 않은 사료는 반추작용에 의하여 세절된 후 하부의 소화기관으로 이전된다. 따라서 제1위는 미생물의 연속배양체계를 유지한다. 제1위 내 미생물의 분포는 혐기성미생물이 주종을 이룬다. 그러나 다소의 산소가 사료나 마시는 물을 통하여 또는 제1위의 벽을 통하여 유입되지만

발효가 활발히 진행되어 산소를 제거하거나 또 Eh가 -250~-450mV로 유지되면 다소의 산소가 존재해도 이들을 견디어 낼 수 있다. 즉, 이와 같은 소량의 산소는 급속히 대사과정을 거쳐 발효과정에서 전자기증자의 역할을 한다.

반추동물이 발효되기 쉬운 고탄수화물성사료를 단기간에 대량으로 섭취하면 제1위내 미생물총이 혼란되서(Amylolytic bacteria 증가, Cellulolytic bacteria 감소) 제1위내에 과량의 유산(Lactic acid)이 생성되고 혈액 및 체조직으로부터 대량의 수분과 전해질(Na, K, Ca, Mg)이 제1위내로 빨려 들어와 그 결과로 심한 탈수(Dehydration), 혈액농축, 경도(輕度) 또는 중증(重症)의 과산증(acidosis) 및 제1위내 pH의 감소(산성화) 등의 증상이 나타나는 것은 잘 알려져 있다(S.O. Mann, 1970; K. Nakamura 등, 1971; J. Russell, 1985). 이때 음수를 하면 전과는 반대로 제1위내의 산액이 탈수된 혈류와 조직으로 들어가기 때문에 혈액과 조직은 더욱 심한 과산증(acidosis)으로 되고 동시에 많은 양이온(cations)이 탈취되어 그대로 방치되면 혼수에 이르러 곧 폐사하게 된다.

반추동물에서는 섭식하는 사료의 종류 및 양에 따라 제1위내 세균 및 원충의 수와 종류가 달라지기 때문에 사료의 변화가 있을 때에는 일정한 미생물 적응기간이 지난 뒤에 비로서 미생물총의 종류와 수가 일정하게 된다. 따라서 탄수화물이 적은 사료를 섭식하던 동물에 급작스런 사료변화가 있을 때에는 기존의 제1위 미생물이 여기에 신속하게 대응하지 못하고 그대신 이상발효가 일어나기 때문에 제1위내 미생물은 사료변화에 가장 민감하다고 할 수 있다.

곡류사료의 과다섭취나 사료의 급격한 변화 또는 과산증으로 생기는 제1위내 이상발효에서는 제1위 미생물 활성변화로 인한 소화기장애가 생기는데 항생제, 설파제 또는 제1위내 pH를 현저히 변화시키는 약품을 경구투여하면 때로는 제1위내의 세균(Bacteria), 효모(Yeasts) 및 원생동

물(Protozoa) 등에 악영향을 미치기 때문에 최근 들어 제1위의 이상발효를 예방치료하여 반추동물의 정상적인 미생물균총을 유지시켜 주기 위하여 생균제(Probiotics)가 개발되어 실제로 많은 임상시험을 실시한 결과 牛의 사료를 농후사료로 과급하고 있는 상황에서 생균제를 투여하면 실험 기간중 제1위 미생물총의 원상회복으로 증체율, 사료효율, 유량, 유지방이 증진되고 대사성질병도 상당히 감소된다는 보고가 발표되고 있으나 이와 상반되는 결과도 또한 발표되고 있다.

따라서 본고에서는 젖소에 있어서 생균제의 첨가효과에 대한 최신 문헌을 정리해서 임상수의사들의 참고자료로서 제공하고자 한다.

II. 本 論

1. 반추위의 미생물

제1위 미생물(Rumen microbes)은 수많은 종류가 존재할 뿐만 아니라 사료의 종류와 섭취량

표 1. 중요한 제1위 미생물

〈CZERKAWSKI, 1986〉

구 분	제1위 미생물	
박테리아 (bacteria)	Gram-positive rods	Gram-positive cocci
	<i>Propionibacterium</i>	<i>Peptococcaceae</i>
	<i>Eubacterium</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lampropedia</i>
		<i>Veillonella</i>
	<i>Acidaminococcus</i>	
	<i>Megasphaera</i>	
	Gram-negative rods	Spirals
	<i>Bacteroides</i>	<i>Biorrelia</i>
	<i>Butyrivibrio</i>	Spore formers
	<i>Succinivibrio</i>	<i>Clotridium</i>
	<i>Succinomonas</i>	<i>Oscillospira</i>
	<i>Lachnospira</i>	<i>Bacillus</i>
	<i>Selenomonas</i>	
	Methanogens	
	Methanobacterium	
	Facultative anarobic rods	
프로토조아 (protozoa)	Ciliates	Horotrichs
		<i>Isotricha</i>
		<i>Dasytricha</i>
		Entodiniomorphs
		<i>Entodinium</i>
	<i>Diplodinium</i>	
	<i>Epidinium</i>	
	<i>Ophryoscoles</i>	
	<i>Callimastix</i>	
곰팡이 (fungi)	Flagellates	
	Phycomycefes	

에 따라서 변하는 다양한 성상을 가진 극도로 복잡한 상태를 나타내며, 동일 또는 유사한 사료를 급여하더라도 가축의 종류에 따라 다르다. 제1위는 자연상태에서 알려진 가장 다양하고 또한 가장 많은 미생물을 보유하고 있다. 제1위내 미생물은 크게 박테리아(bacteria), 프로토조아(protozoa) 및 진균(fungi)의 3가지 군으로 분류할 수 있으며 그 중요한 것을 들어보면 <표 1>과 같다.

제1위 여과액 중의 미생물수는 박테리아가 1ml당 10^{10} 그리고 프로토조아는 1ml당 10^6 이며 사료입자에 부착된 미생물까지 합하면 더욱 많다.

제1위내 박테리아는 크기와 모양이 다양하다. 작은 것은 지름이 $1\sim 2\mu$ 이고, 간균(rod)·난형균(oval) 및 구균(cocci)의 형태를 나타내고 때로는 연쇄상(chain)과 로제트(rosette)를 형성하기도 한다. 또한 프로토조아는 박테리아보다 훨씬 크고 2가지 주요한 군, 즉 몸전체에 털같은 지모(cilia)로 싸여 있는 Holotrichs와 Entodiniomorphs로 나눌 수 있다. Holotrichs는 운동성이 있고, 간단한 탄수화물을 이용하며 또 체내에 저장할 수도 있다. 그리고 Entodiniomorphs는 영양적 요구량이 엄격하고 형태적으로 보다 다양하다. 프로토조아는 작은 사료입자나 박테리아를

표 2. 제1위내 미생물의 기능별 분류

(CZERKAWSKI, 1986)

분 류	구	분	제1위내 미생물
박 테 리 아 (bacteria)	조식유 소화 박테리아	간 균 (cocci) 구 균 (rod)	<i>Bacteroides succinogenes</i> <i>Clostridium lochheadii</i> <i>Ruminococcus flavefaciens</i> <i>Ruminococcus albus</i>
	전분 소화 박테리아		<i>Bacteroides amylophilus</i> <i>Succinomonas amylolytica</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Bacteroides rumenicola</i> <i>Selenomonas ruminantium</i> <i>Streptococcus bovis</i>
	산 이용 박테리아 (주로 lactic acid)		<i>Villonella alcalescens</i> <i>Peptostreptococcus elsdenii</i> <i>Selenomonas lactolytica</i>
	기타 이용 박테리아	펙 틴 당 지방분해 메탄생성	<i>Lachnospira multiparus</i> <i>Eubacterium ruminantium</i> <i>Anaerovibrio lipolytica</i> <i>Methanobacterium ruminantium</i> <i>Methanobacterium formicicum</i>
프로토조아 (Protozoa)	당 이용 프로토조아	Holotrichs	<i>Isotricha prostoma</i> <i>Dasytricha ruminantium</i>
		Entodiniomorphs	<i>Epidinium ecaudatum</i> <i>Diplodinium deutatum</i> <i>Ophryoscoles purkynei</i> <i>Entodinium caudatum</i>

섭취할 수도 있다. 대부분의 제1위내 미생물은 엄격한 혐기성이므로 산소가 없는 상태에서 살고 성장한다. 그러나 제1위의 벽에 부착되어 있는 박테리아는 편성·혐기성이다.

그 밖에도 소수의 *E.coli*나 *Salmonella*가 존재할 때도 있지만 휘발성지방산에 의해 그 성장이 저해를 받는다. 가장 많은 제1위내 미생물은 아포(spore)를 형성하지 않은 혐기성 박테리아이지만 때로는 아포를 형성하는 미생물도 발견되며 또한 *Streptococcus bovis*나 *Lactobacillus*와 같이 혐기성 상태가 아닌 경우에 성장할 수 있는 미생물도 존재한다. 제1위내 미생물은 그들 특유의 분해하는 사료와 최종 분해산물이 다르다. 乳牛 사료의 가장 중요한 성분은 조섬유(cellulose와 체외 cellulose)이며 이것을 분해하는 미생물은 섬유소분해미생물(cellulolytic bacteria)이라고 부른다.

사료 중에는 전분 등이 쉽게 소화되는 탄수화물과 단백질, 핵산 및 지방도 함유되어 있으며 이들 모두가 미생물에 의하여 분해된다. 그리고 미생물간에도 복잡한 상호관계가 있고 또한 미생물에 의하여 생성된 최종 산물을 다른 미생물이 이용하기도 한다.

제1위내 미생물이 사료를 소화시키는 것을 기능별로 분류해 보면 <표 2>와 같다.

1) 세균류

반추동물의 제1위의 미생물은 내용물 ml당 10^{10} ~ 10^{12} 가 존재하며 박테리아, 프로토조아 및 곰팡이로 크게 나눌 수 있다. 이들 미생물은 목적에 따라 광범위하게 나눌 수 있으며, 박테리아는 200여종 이상, 프로토조아는 20여종 이상으로 나눌 수 있으나 이것은 항상 일정한 것이 아니고, 섭취한 사료의 종류에 따라 달라진다.

Bryant(1959)는 제1위에서 존재하는 박테리아는 제1위에서 성장하고 제1위내에 존재하며, 생화학적 반응을 일으키는 적당한 대사과정이 있어야 한다고 하였다.

제1위 박테리아는 주로 완전한 혐기성이며

(Hungate 등, 1964) 일부의 박테리아는 약간의 산소를 이용하는 것도 있다. 이들 박테리아는 크게 3가지로 나눌 수 있는데, 구균이라고 부르는 구형 또는 타원형, 간균이라고 부르는 원추형이나 간상균 그리고 나선균이라 부르는 나선형의 것으로 분류되며, 이들은 다시 세포표면 구조의 형태학적 특징에 따라 Gram-positive, Gram-negative 및 Mycoplasma로 나누어진다.

제1위 박테리아의 크기의 단위는 μm 로 나타내며, 구형 형태인 *Veillonella*와 *Streptococcus*는 $0.3\sim 1.0\mu m$, 간상형태인 *Eubacterium*과 *Bacteroides*는 $0.7\sim 2.0\mu m$ 으로, 일반적으로 $0.3\mu m$ (*Veillonella*)~ $50\mu m$ (*Oscillospira*)의 범위에 있으며(Ogimoto 등, 1981), 제1위 박테리아는 $1\sim 2\mu m$ 정도의 작은 박테리아는 대사작용에 있어서 매우 큰 역할을 담당하고 있다.

Hungate(1966)는 많은 수의 species와 strain을 분리하여 생화학적 특성에 따라 섬유소 분해균, 전분 분해균, 지방 분해균 및 메탄 생성균 등으로 분류하였다. 이들중 많은 종류의 박테리아는 Vit.B, NH_3 , CO_2 와 acetic, valeric, isobutyric, isovaleric과 2-methylbutyric acid 등을 요구하며 약 30%의 strain은 Ca, Mg, Na, K, P, Co, S, Fe, Se, Ni 및 Zn과 같은 무기물을 요구하지만 이들의 요구량은 사료와 각 박테리아의 생성물로부터 공급되어 진다.

2) 원충류

반추위에는 여러 종류의 원충(protozoa)이 서식하고 있다. 그 수는 반추위 내용액 1ml중에 100만~200만 정도이며 반추위 내용 단백질의 10~20%는 원충류의 것이다. 원충류의 대부분은 섬유충류(infusoria)에 속하는 것으로서 약 30종 이상이 있다. 가장 많은 것은 다당류를 분해하는 oligotrichia류이며 소당류를 분해하는 holotrichia류도 존재한다. Oligotrichia에는 전분을 분해하는 *Entodinium*, 섬유소를 분해하는 *Diplodinium* 등이 있으며 이 중에 *Entodinium*이 압도적으로 가장 많고 다음이 *Diplodinium*이다. Holot-

richia에도 *Isotrichia*, *Dastrichia* 등의 속이 있다.

원충류는 다당류와 소당류를 분해하여 주로 개미산(formate), 초산(acetate), 프로피온산(propionate), 낙산(butyrate), 유산(lactate) 및 수소가스를 생성한다. 원충류의 세대시간(generation time)은 대략 6~48시간이다.

2. 박테리아의 분류

박테리아를 분류하는 방법에는 여러가지가 있으며 여기에는 형상과 크기를 이용한 형태학적인면, 부속기관의 유무, 염색반응 등이 포함된다. 그 밖에 박테리아가 이용하는 기질의 종류, 최종산물의 생성, 화학적 성분 또는 여러 요소들을 종합하여 분류하기도 한다. 박테리아는 비록 작지만 매우 복잡한 미생물이므로 현재 사용하고 있는 분류법은 완전한 것이 못된다. Hungate (1966)는 박테리아를 일부는 이용하는 기질을 기준으로 하여 그리고 일부는 최종 산물의 생성을 기준으로 하여 분류하였다.

다음의 박테리아 분류는 Hungate에 의하여 제창된 것으로 주로 생체 외(*in vitro*) 및 순수배양에 의하여 기질의 이용과 최종 산물의 생성에 따라 분류한 것이다.

1) 섬유소분해박테리아

섬유소분해박테리아(cellulolytic bacteria)는 지리적으로 널리 분포되어 있고, 반추동물 외에도 많은 가축의 소화기관에서 발견된다. 이에 속하는 박테리아는 cellulose를 가수분해할 수 있는 효소인 cellulase를 생산하는 생화학적 능력을 지니고 있으며 또 cellobiose 즉 glucose가 β -결합으로 연결된 이당류를 방해할 수도 있다(Bryant & Burkey, 1953; Hungate, 1950). 순수 배양한 박테리아에 의한 cellulose의 소화능력은 매우 느리며 이것은 여러 박테리아가 cellulose를 소화하는데 같이 작용하기 때문인 것으로 믿고 있다. 섬유소분해박테리아는 조섬유가 많이 함유되어

있는 사료를 섭취한 가축의 제1위에서 가장 많이 발견된다. 주요한 섬유소분해박테리아에는 *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavofaciens*, *R. albus*, *Clostridium lochheadii*, *Cillobacterium cellulosolvens* 등이 있다.

일반적으로 이들 박테리아는 조섬유 특히 셀룰로스의 분해에 관련되는 효소로서 endoglucanase와 exoglucanase 및 cellobiase 등을 합성분비하여(Ljungdahl과 Eriksson, 1985) 식물의 구조성분을 분해 이용한다. 그러나 이 군에 속하는 박테리아는 비교적 산도에 민감하여 pH 6.0 이하의 반추위내 환경에서는 그들의 활동 및 성장에 지연된다. 따라서 전분이나 이당류 이상을 다량 함유하고 있는 농후사료를 급여할 경우 이들의 분해산물 때문에 낮아진 산도로 인하여 함께 급여된 섬유소의 분해능력은 상대적으로 감소되는 것이 일반적인 현상이다. 예를들면 ørskov (1982)는 건초와 두가지 형태의 보리와 배합을 달리하여 섬유소의 분해율에 미치는 보리의 첨가효율을 조사한바 보리의 첨가수준을 높이 할수록 섬유소의 분해율이 현저히 감소되었음을 알 수 있다. 이때 pH는 펠렛형 보리의 경우 처음의 6.6으로부터 5.4로 감소되었으며 처리하지 않은 보리의 경우 5.8로 감소되었는데 이는 pH의 변화가 섬유소분해박테리아의 활동에 얼마나 민감하게 영향을 미치는가를 보여주는 증거라 하겠다. 그밖에 섬유소분해박테리아의 대부분은 질소원(N)으로서 체단백질을 합성한다. 그러나 isovalerate나 isobutyrate와 같은 branched-chain fatty acid 역시 그들의 성장을 촉진시키는 중요한 물질인 것으로 일찌기 밝혀진 바 있다(Allison 등, 1958). 조섬유의 주요성분인 hemicellulose의 분해과정 역시 셀룰로스의 경우와 매우 흡사하나 앞에서 지적한 셀룰로스분해박테리아 이외에 *B.ruminicola* 등이 관여하는 것으로 알려져 있다.

2) Hemicellulose 분해박테리아

hemicellulose는 6탄당 외에도 5탄당 및 uronic

acid를 함유하고 있으며, 식물체 세포벽의 구성 물질이다. 일반적으로 cellulose를 가수분해할 수 있는 박테리아는 hemicellulose 가수분해능력도 지니고 있다. 그러나 hemicellulose를 가수분해하는 박테리아는 상당수가 섬유소를 이용하지 못한다(Dehority & Scott, 1965). hemicellulose를 분해하는 박테리아에는 *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Lachnospira multiparus*, *Bacteroides ruminicola* 등이 있다.

3) 전분분해박테리아

cellulose를 분해할 수 있는 상당수의 박테리아가 전분을 분해할 수 있는 능력을 지니고 있으나, 전분분해박테리아(amyolytic bacteria)는 cellulose를 분해할 수 없다. 특히, 전분분해 박테리아는 전분함량이 많은 사료를 급여한 가축의 제 1위에 많고, 중요한 것으로는 *Bacteroides amyophilus*, *B. alactacidigens*, *B. ruminicola*, *Selenomonas ruminantium*, *S. lactilytica*, *Streptococcus bovis* 등이 있다.

전분을 분해 이용하는 박테리아는 일반적으로 섬유소분해박테리아에 비해 pH에 크게 민감하지 않은 것으로 알려져 있는데 pH가 5.6~7.0의 범위내에서 반추위내 보리의 소화율에 거의 차이가 없었다는 실험결과(Ørskov, 1982)가 이를 입증해준다. 이들 그룹에 속하는 주요 박테리아로는 *B. amyophilus*와 *S. bovis* 그리고 *S. amyolytica* 및 *B. fibrisolvens*를 들 수 있는데 이중 *S. bovis*는 다량의 곡류를 급여할때 발생하는 젖산(Lactic acid)의 축적으로 인하여 반추동물에 acidosis를 일으키는 주요 박테리아로 알려져 있다. 이밖에 *S. dextrinosolvens*도 α 및 β amylase를 합성, 분비하여 전분을 분해하는 것으로 알려진다.

4) 단수당분해박테리아

다당류를 이용할 수 있는 대부분의 박테리아는 이당류나 단당류를 이용할 수 있다. 식물 특히 어린 식물은 비교적 많은 양의 수용성탄수화물을 함유하고 있으며, 이들은 쉽게 박테리아에 의하

여 이용된다. 이에 속하는 박테리아의 일부는 cellobiose를 에너지원으로 이용할 수 있고 또 noncellulolytic bacteria는 cellobiose를 가수분해할 수 있는 β -glucosidase를 가지고 있는 것으로 밝혀졌다(Conchie, 1954). 그리고 어린 반추동물의 제1위에서는 lactose(유당)를 분해할 수 있는 박테리아가 많이 존재한다.

5) 산이용박테리아

lactic acid를 정상적인 조건하에서는 많은 양이 제1위에서 생성되지 않지만 상당히 많은 수의 박테리아가 lactic acid를 이용할 수 있다. succinic acid나 기타 formic acid 및 acetic acid를 이용할 수 있는 박테리아도 있고, oxalic acid도 제1위 미생물에 의하여 분해된다. lactic acid를 이용할 수 있는 박테리아에는 *Veillonellagazogenes*, *V. alacalescens*, *Peptostreptococcus elsdenii*, *Propioni bacterium sp.*, *Pesulphovibrio*, *Selenomonas lactilytica* 등이 있다.

6) 단백질분해박테리아

많은 수의 제1위 박테리아는 아미노산을 에너지원으로 이용한다는 것이 밝혀졌다. 단백질분해 박테리아(proteolytic bacteria)로는 *Bacteroides amyophilus*, *Clostridium sporogenes* 및 *Bacillus licheniformis*의 3종류가 알려져 있다. 반추위내 사료 단백질 분해에 관련된 주요 박테리아는 가용성 단백질이나 아미노산 및 펩티드 등을 분해하여 최종 분해산물인 암모니아를 생산하며 영양소 공급원으로 다른 박테리아를 분해 이용한다. 이 군에 속하는 박테리아는 반추위내 전체 분포의 12~38%에 이르며(Hulghum과 Moore, 1963), 주요 박테리아는 *B. amyophilus*, *B. fibrisolvens*, *Selenomonas ruminantium* 이밖에도 *Streptococcus* 와 *Eubacterium* 및 *Lachnospira*(Russell 등, 1981; Wallace와 Brammall, 1985) 등이 있다. 이들중 대부분의 박테리아는 기질의 분해 및 성장에 있어서 pH의 변화에 크게 영향을 받지않는 것으로 알려졌으나 Kopecny와 Wallace(1982)에 의하면 적정 pH의 범위를 6~7이

라 하였다. 그밖에 Brock 등(1982)은 이들 박테리아의 비활성도(Specific activity)가 프로토아조보다 6~10배가 더 높으며 전체 단백질 분해활동의 75%가 사료입자와 관련된 것으로 발표한 바 있는데, 이런 점으로 미루어 보아 대부분의 단백질분해 박테리아는 사료에 근접하여 분해활동을 하는 것으로 추정된다. 그러나 Nugent와 Mangan(1981)에 의하면 가용성 단백질이 박테리아의 세포막에 부착되어 우선적으로 분해되며 이러한 가용성의 정도에 따라 분해율이 달라진다고 하였다.

7) 암모니아생성박테리아

이에 속하는 박테리아는 이상 설명한 박테리아

들과 중복된다. 그러나 많은 박테리아가 여러 종류의 기질로부터 암모니아를 생성하는 것으로 알려져 있고, 암모니아는 항상 제1위내에 존재하는 것으로 보아 암모니아의 생성은 제1위에서 일어나는 중요한 반응이라고 할 수 있다. 암모니아를 생성하는 박테리아로는 *Bacteroides ruminicola*, *Selenomonas ruminantium*, *Peptostreptococcus elsdenii*, *Butyrivibrio* 등이 알려져 있다.

8) 메탄생성박테리아

메탄생성박테리아(methanogenic bacteria)는 생체외(*in vitro*)에서는 배양하기 어렵고 따라서 비록 제1위에서 생성되는 가스의 25%가 메탄이라 하더라도 이들 박테리아에 대해서는 자세하게

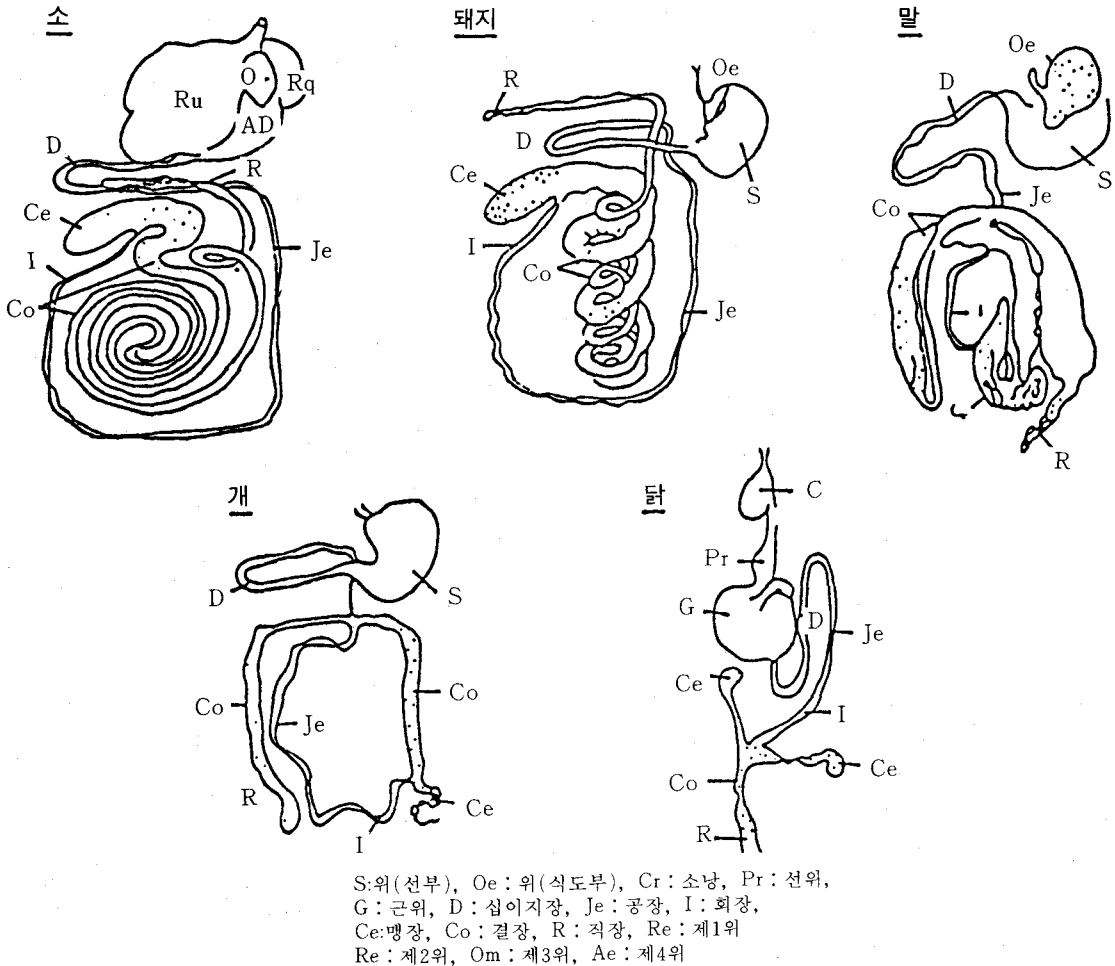


그림 1. 소화관의 구조비교.

알려져 있지 않다. 메탄생성박테리아로는 *Methanobacterium ruminantium*, *M. formicicum*, *M. sohngeni*, *M. suboxydans*, *Methanosarinosp.* 등이 알려져 있다.

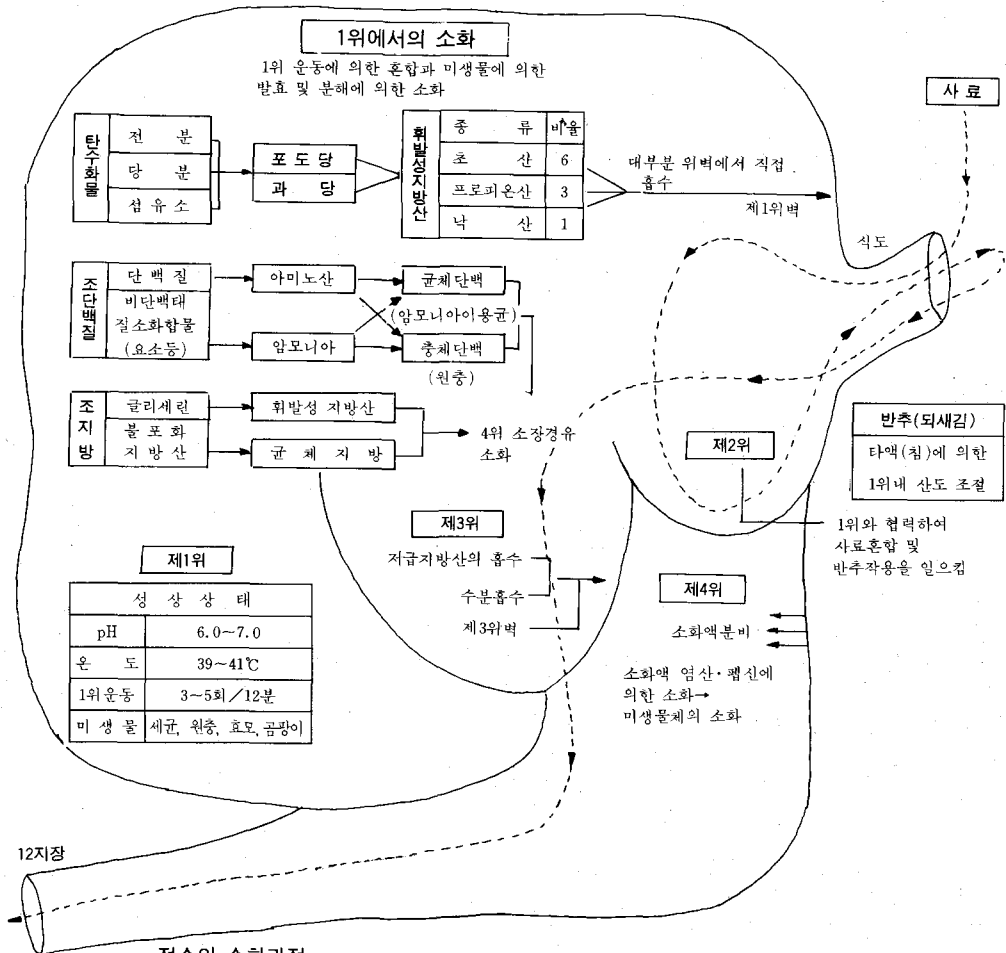
9) 지방분해박테리아

제1위 미생물중에는 glycerol을 이용할 수 있고 또 지방 중의 glycerol을 가수분해하는 박테리아가 있다. HOBSON과 MUNN(1961)이 발표한 바에 의하면 이들은 glycerol 외에도 몇가지 당을

이용할 수 있다고 한다. 그밖에 불포화지방산을 포화지방산으로, long chain 지방산을 ketone체로 분해하는 박테리아도 있다.

10) 비타민합성박테리아

제1위에서 비타민을 합성할 수 있는 개개의 박테리아에 대해서는 잘 연구된 것이 없다. 그러나 여러 종류의 박테리아가 비타민 B군을 합성한다는 것은 잘 알려져 있다. 주요한 제1위 미생물의 종류와 주요한 특징은 보는바와 같다. 이들은 특



젖소의 소화과정

- ① 제1위의 소화는 미생물 발효에 의하여
- ② 되새김시의 타액에 의해 1위내 pH를 조절한다.
- ③ 탄수화물은 미생물에 의해 분해되어 1위에서 직접 흡수되고
- ④ 조단백질은 암모니아 분해균에 의하여 미생물체 단백질로 합성된다.
- ⑤ 미생물은 1위에서 염산에 의해 분해되어 상에서 소화 흡수된다.
- ⑥ 腸은 탄수화물, 지방, 단백질을 소화효소로 소화, 흡수한다.
- ⑦ 소화기에서 흡수된 영양분은 간에서 에너지원, 단백질, 지방으로 합성 이용된다.

그림 2. 반추위에서의 소화.

수한 에너지를 이용할 수 있는 능력과 최종 산물의 생성에 따라 분류한다(HUNGATE, 1966; BRYANT, 1963). 그러나 대부분의 제1위내 박테리아는 한가지 이상의 물질을 분해할 수 있다. Bacteroides amylophilus는 maltose와 전분을 분해할 수 있고, Anaerovibrio lipolytica는 fructose와 glycerol을 분해할 수 있는 특수성을 지니고 있다. 물론 cellulose를 분해할 수 있는 몇몇 박테리아는 그밖의 탄수화물도 분해할 수 있다. Butyrivibrio fibrisolvens나 Selenomonas lactilytica 등은 다양한 에너지원의 이용성을 보이고 있고 또 중간정도의 다양성을 보이는 박테리아의 종류도 많다.

BRYANT와 BURKEY(1963)는 여러가지 사료를 급여한 소로부터 분리한 896종의 박테리아중에서 98%는 혐기성(anaerobic)이었고, 6%는 H₂S를 생성하였으며, 21%는 gelatin을 액화시켰고 또

한 39%는 전분을 이용하였으며, 14%는 Cellulose를 분해(농후사료 급여시에는 5.2%, 밀짚 급여시에는 27.9%)하였고, 71%는 glucose를, 54%는 xylose를 그리고 71%는 cellobiose를 이용하였다고 하였다. 한편 24종의 박테리아중에서 7종은 섬유소분해박테리아이었고, 19종은 glucose를, 15종은 cellobiose를, 13종은 전분을 그리고 10종은 dextrin을 이용할 수 있는 박테리아이었다. BRYANT(1959)도 생체의 배양에서 29속과 63종의 박테리아를 분리하였고, 그중 16속과 28종이 기능상 중요한 박테리아이었다고 발표하였다.

3. 가축의 소화기관 비교와 반추위에서의 소화작용

가축의 소화기관 비교와 반추위에서의 소화작용에 대한 도해는 그림 1~2와 같다.

수의사를 위한

도몬·L

바이러스성질환 치료제


○작용기전 :

- 1) 인터페론 유도작용
- 2) 중화항체생성 촉진작용
- 3) 강한 소염작용
- 4) 면역 촉진작용

○임상적 응용 예 :


- 1) 개의 디스텔퍼 증후군, 파보 바이러스 감염증, 전염성기관 기관지염 (Kennel Cough),
- 2) 고양이의 전염성 비기관염 (FVR) 범백혈구 감소증, 전염성 출혈성 장염.
- 3) 소, 송아지, 돼지의 바이러스에 의한 각종 호흡기 및 소화기질환(송아지 감기, 폐렴, 하리, 자돈 하리, TGE 등)에 특효가 있음(일본 수의축산신보 게재)
- 4) 가축의 각종 바이러스성 또는 복합 감염 질환의 치료시 보조치료제로 사용

수입·판매원 :



한국동물약품주식회사

제조원



NICHIBIO LABORATORIES LTD.

※ 기타 제품에 대한 문의사항은 본사 학술부로 연락해 주시기 바랍니다.

