

개와 고양이용 식이성 섬유 : 역사적 조망(9)

(Dietary Fiber for Dogs and Cats : An Historical Perspective)

Gergory D. Sunvold*, Phd, 조영웅**, DVM, MPH, PhD, MBA

서론

개들과 고양이들의 위장(gastrointestinal, GI)건강은 질병상태, 생리적 상태 그리고 사료의 조성에 의하여 영향을 받을 수 있다. 특수 식이성 구성성분인 섬유(fiber)는 많은 동물들에서 위장건강(GI health)에 영향을 주는 것으로 나타나고 있다. 이 원고는 반추류와 인류에서 식이성 섬유조사연구에 대해 역사적인 조망을 제공할 것이며, 그리고 또한 개들과 고양이들에 관한 섬유연구의 개관을 알려주게 될 것이다. 추가로, 어떤 질병들을 개선시키는 데에 식이성 섬유의 효과와 식이성 섬유의 사용에 대한 추천(권장)방안이 고찰되어질 것이다.

정의와 구성성분

식이성 섬유는 포유동물의 장내효소에 소화가 이루어지지 않는 구조적으로는 탄수화물들과 리그닌(lignin)을 일컫는다. 이전에는 섬유가 거의 없거나 있다면 식이성분으로의 가치만을 생각해왔었다. 이것은 동물과 인류에 있어서 음식내에 있는 섬유포함물의 많은 이점이 연구에 의해 밝혀 증거가 명백해졌기 때문에 옳지 않은 것이 되었다.

섬유는 그 원천에 따라 화학적 조성이 광범위하게 다양하고 비정형구조(amorphous structure)를 가지고 있다. 가장 일반적인 것으로는 섬유의 주요 화학적 조

성은 펙틴(pectin), 헤미셀룰로스(hemicelluloses), 셀룰로스(Cellulose) 및 리그닌(lignin)으로 헤미셀룰로스와 셀룰로스가 가장 많은 양으로 나타난다. 추가로 과실유래 과당류(fructooligosaccharides, 果實由來寡糖類, FOS)와 같은 단일화합물은 이러한 범주에 속하지 않으나 포유류 효소들에 의해 소화되지 않으므로 섬유원(fiber sources)으로 작용하는 것도 있다. 섬유의 화학적 조성은 섬유가 숙주동물에 영향을 주고 있기 때문에 중요하다.

식이성 섬유 연구배경

섬유질 사료들은 반추(예 : 소, 양)동물의 에너지 요구량의 70퍼센트 이상을 제공할 수 있다. 이러한 사료들은 숙주동물과 장내미생물(gut microflora)의 공생작용에 의해 숙주에 대해 유용하게 이용되어 진다. 이러한 반추영양의 양상은 수십년간 조사되어 왔다. 인체의 규정식에서 몇가지의 섬유잇점은 25년전부터 제안되어져 왔다.¹ 서양세계질병관련 초기보고(예 : 관상동맥질환, 충수염, 결장의 게실질환, 당뇨병, 정맥류, 심장맥 혈전증, 열공탈장 및 대장종양)에서 식이섬유의 섭취가 언급되었다.¹⁻² 식이성 섬유 저용량 소비국민(유럽인)들과 많은량 소비국민(아프리카인)들 사이의 식이성 섭취와 이러한 질환들의 발생의 상관관계는 음성으로 나타났다. 그때 이후로부터 인체에서 분변량과 밀도, 장압, 심장질환 및 당뇨병에 대해 섬유의 효과같은 다양한 주제들을 조사자들은 연구하여 왔다. 따라서 사람들은 섬유연구조사의 영역은 다소 독특한 부분이 두개의 매우 다른 관점 즉, 생산농업과

* Research Nutritionist, Research and Development
The Iams Company, Lewisburg, Ohio

** 조영웅(역자)-컨설턴트

인체영양(Production atriculture and human nutrition)에서 영향을 받게 되어진다는 것을 고려하게 되었다.

개들과 고양이들에 대한 식이성 섬유연구를 지난 5년동안 활발하게 수행하였다. 이것을 시행하기 이전에는 섬유는 원래 상용화되는 개와 고양이 사료에 두 가지 이유로 첨가되었는데 그 이유는 분변의 밀도를 변경하기 위해서와 체중감소용 제품내에 불소화 성분(30퍼센트 이상)을 제공해주기 위해서 였다. 불행하게도 식이성 섬유에 관한 인체영양개념들은 개와 고양이용 사료에 있어서 오용되어 왔다. 예를들면 만일 성인 한사람이 1일 2,000Kcal를 소비한다면 그 개인은 식이성 섬유 25g을 소비하여야 된다는 것이었다(최근 평균 소비는 13내지 17g이다). 지방(미국내 성인 평균 지방 섭취량)으로 부터 37퍼센트의 칼로리(열량)을 얻을 수 있는 사료를 기초로 하였을 때 그 사료내에 약 6퍼센트를 섬유로서 소비하여야만 되게 되어 있다. 이것은 고농도의 섬유첨가와 고양이 사료에 30퍼센트 이상의 섬유를 첨가한 것과는 대조적인 것이다. 따라서 비교적 사람의 고농도 섬유첨가 규정식이라 할지라도 고섬유 개와 고양이 사료중의 섬유의 1/5 정도 밖에 함유되어 있지 않는 것이다. 개와 고양이들이 고섬유사료를 섭취할 때의 부작용은 변비, 과다한 분변배출, 영양분 소화율의 저하 그리고 동물의 피부와 모피의 시각적인 외양이 나빠진다는 것이다. 이러한 고섬유사료와 미네랄 균형에 관한 장기간 영향에 관하여는 문헌상 자료를 구할 수가 없었다. 그러므로 개와 고양이 영양에 있어서 관심이 있는 조사연구자들이 영양학적 믿음에 수반한 믿을 수 없는 어떤 억측에 의해 이런 동물들의 사료를 개선시키고자 하는 큰 기회가 존재한다. 다음 항목(section)에서는 지난 5년간 개와 고양이의 위장관내에서 섬유의 문서상 이점에 관해 인쇄된 조사실험이 수행된 것을 재검토(review)할 것이다. 표 1이 이러한 이점의 대략을 살펴볼 수 있게 해줄 것이다.

개와 고양이용 식이성 섬유의 연구개관

앞서 언급한 바와 같이 개들과 고양이들에서 식이성 섬유에 관한 몇개의 조절실험이 최근까지 수행되어 오고 있다.³⁻⁵ 이러한 실험들은 다양한 섬유원(various fiber sources)과 농도들이 영양섭취, 소화,

배설 그리고 대사에 관한 효과들을 평가하였다. 이 조사연구에서 얻은 결과들은 다양한 섬유들의 다른 원천에 따라 그들의 소화율과 조섬유보다 더 좋은 섬유소화율로 특징지워지는 총식이성 섬유(total dietary fiber, TDF)이다. 인체식품을 위해 원래 개발된 총가 소화섬유 방법론의 채택은 생체내(in vivo) 섬유소화를 측정하는 능력을 더 촉진시켜 주었다. 그 다음 중요한 섬유조사연구에서의 진보는 개들과 고양이들의 장내 미생물들의 다양한 섬유원들을 발효시킬 수 있다는 논문들이다.⁶⁻⁷ 발효능력의 기초위에 처방된 개와 고양이 사료들을 급식시키는 것을 포함하는 후속실험들과 섬유혼합의 잠재적 유용성이 자료로 남겨 되었다.⁸⁻⁹

최근 다른 실험들은 결장의 무게, 미세구조에 관한 그리고 섬유의 각각 다른 량에 따른 발효능력과 장의 건강에 관해 생체내 섬유발효에 따른 단쇄지방산(short chain fatty acids, SCFA)을 측정하기 위한 형태학 등 연구하기 위해 처방된 사료들의 효과를 평가하였다.¹⁰ 이것들의 결과들은 사료중에 적정량의 발효될 수 있는 섬유가 개들에서 건강한 장을 유지하는데 필요한 것으로 나타났다. 다른 연구에서는 소장내 조직들과 장액내의 장세균집단(intestinal bacteria populations)에 관한 단쇄지방산의 효과를 보고한 바 있다. 이러한 효과들은 새로운 섬유원(novel fiber source)인 단쇄지방산이 장내 세균의 집락을 변경시켜줄 수 있다고 보고되었다.¹¹ 이전에 언급된 연구는 이 책자의 다른 장(chapters)에서와 마찬가지로 다음 몇개의 절(節, section)에서 보다 상세히 고찰되어질 것이다. 어떤 조사연구분야에서는 개와 고양이들의 실험은 불가능하였다. 따라서 다른 종들로 부터의 정보가 고찰되어 졌다. 표 2는 식이성 섬유에 대해 다양한 생물학적 반응요소들 즉, 개와 고양이에서 보고된 자료들을 요약한 것이다.

분변량과 분변밀도

사료내의 섬유량은 개와 고양이에서 분변량과 분변 밀도에 영향을 줄 수 있다. 공시 귀리섬유농도에 따른 다른 사료를 먹인 개들에서 귀리섬유를 증가시켰을 때 젖은 분변의 배출이 증가됐다.⁵ 보충섬유를 첨가한

표 1. 개와 고양이용 식이성 섬유에 관한 연구의 중요 부분

년도(Year)	토픽(Topic)	참고문헌(Reference)
1990	개사료중 사탕무우펄프의 용도 문헌 (Documented Usefulness of Beet Pulp in Dog Diets)	Fahey <i>et al.</i> (1990a)
1990	총식이성 섬유 사용의 우수성 대 조섬유료 섬유소화율 측정하기에 관한 문헌 (Documentation of the Superiority of Using Total Dietary Fiber vs. Crude Fiber to Measure Fiber Digestibility)	Fahey <i>et al.</i> (1990a, b)
1990~1993	개에서의 각종 섬유원들에 의해 영향을 받을 때 소화물 평균 보류시간의 자료 (Documentation of Digesta Mean Retention Time as Influenced by Different Fiber Sources in Dogs)	Fahey <i>et al.</i> (1990s, b;1992; Sunvold <i>et al.</i> , 1993b)
1993	개의 결장 미생물에 의한 섬유 발효 문헌(Documentation of Fiber Fermentation by Colonic Microflora From Dogs)	Sunvold <i>et al.</i> (1993a)
1993	개에 바람직한 발효율을 제공키 위한 다양한 섬유혼합처방 평가 (Evaluation of Various Fiber Blends Formulated to Provide Desired Fermentability for Dogs)	Sunvold <i>et al.</i> (1993b)
1994	고양이의 결장 미생물에 의한 섬유 발효 문헌(Documentation of Fiber Fermentation by Colic Microflora from Cats)	Sunvold <i>et al.</i> (1994a)
1994	개의 결장미생물의 발효작용에 관한 식이성 섬유의 효과 문헌 (Documentation fo the Effect of Dietary Fiber on the Fermentative Activity of Colonic Microflora from Dogs)	Sunvold <i>et al.</i> (1994b)
1994	고양이의 결장미생물의 발효작용에 관한 식이성 섬유의 효과 문헌 (Documentation fo the Effect of Dietary Fiber on the Fermentative Activity of Colonic Microflora from cats)	Sunvold <i>et al.</i> (1994c)
1994	개에 있는 소장 미생물의 조성을 변경시켜주는 단쇄지방산의 작용 문헌 (Documentation of the Ability of for to Alter the Composition of Small Intestinal Microflora in Dogs)	Willard <i>et al.</i> (1994)
1994	개의 결장괴와 장형태학에 관한 섬유발효율의 효과 문헌 (Documentation of the Effect of Fiber Fermentability on Colonic Mass and Intestinal Morphology in Dogs)	Reinhart <i>et al.</i> (1994)
1994	개의 장조직병리학에 관한 섬유발효율의 효과 문헌 (Documentation of the Effect of Fiber Fermentability on Intestinal Histopathology in Dogs)	Reinhart <i>et al.</i> (1994)
1995	개, 고양이, 사람, 돼지, 말과 소의 위장미생물에 의한 발효섬유에 대한 유사한 가능성 자료(Documentation of Similar Potential to Ferment Fiber by Gastrointestinal Microflora from Dogs, Cats, Humans, Pigs, Horses, and cattle)	Sunvold <i>et al.</i> (1995a)
1995	고양이에 바람직한 발효물을 제공하도록 처방된 각종 섬유혼합의 평가 (Evaluation of Various Fiber Blends Formulated to Provide Desired Fermentability for cats)	Sunvold <i>et al.</i> (1995c)

표 2. 개와 고양이에 의해 섭취된 식이성 섬유에 대한 생물학적 반응요소에 관한 문헌

생물학적 반응요소(인자)	개	고양이
분변밀도(Stool consistency)	Sunvold <i>et al.</i> (1995a)	Sunvold <i>et al.</i> (1995 b)
영양분소화율(Nutrient Digestibility)	Fahey <i>et al.</i> (1990a, b;1992) Sunvold <i>et al.</i> (1995a)	Sunvold <i>et al.</i> (1995 b)
장배설(Intestinal Passage)	Fahey <i>et al.</i> (1990a, b;1992)	N/A*
발효(Fermentation)	Sunvold <i>et al.</i> (1995a, c, d)	Sunvold <i>et al.</i> (1995 b)
결장괴(Colonic Mass)	Reinhart <i>et al.</i> (1994)	N/A
장형태학(Intestinal Morphology)	Reinhart <i>et al.</i> (1994)	N/A
장조직병리학(Intestinal Histopathology)	Reinhart <i>et al.</i> (1994)	N/A
장세균조성(Intestinal Bacteria Composition)	Willard <i>et al.</i> (1994)	N/A

* N/A=Not available=불가

사료를 급여한 고양이들은 무첨가사료를 먹인 고양이와 비교할 때 젖은 분변배출이 증가하였다.⁹ 개와 고양이의 분변밀도는 식이성 섬유 종류에 영향을 받게 되는 수가 있다.⁶⁻⁹ 예를들면 고도의 발효섬유(예: 펙틴, 구주콩수지, 메뚜기콩수지, 수지 talha 및 guar 수지)를 혼합시킨 것을 함유한 사료는 액상, 무형의 분변이 되고 반면 발효가 불량한 섬유를 함유한 사료(예: 셀룰로스)는 단단하고 건조한 분변이 된다. 보통정도의 발효능력을 가진 섬유(예: 사탕무우펄프)를 포함한 사료는 습기가 있고 모양이 좋은 분변이 만든다. 따라서 식이성 섬유는 개와 고양이에서 중요하고 분변량과 적정밀도를 유지 및 제공한다.

영양분 소화

섬유원(source of fiber)은 개와 고양이에서 섬유의 소화율에 큰 영향을 끼친다. 정말로 각각 다른 섬유원을 함유하는 개 사료의 총식이성 섬유소화율은 4.1에서 60.8의 범위로 나타났다.⁸ 과당류(oligosaccharides)의 농도의 차이가 있는 섬유의 대두원(soybean sources) 평가에서 가장 낮은 농도의 과당류(예: stachyose, raffinose)를 함유한 사료는 영양분 소화율이 분명히 개선되었다.¹² 섬유원(source of fiber)는 건물(dry matter, DM) 질소와 지질의 전체 위장관 통과에 영향을 줄 수가 있다.⁸⁻⁹

이러한 분명한 소화율 차이들은 각종 사료성분의 소화율에서의 차이를 제시자가 되거나 또는 그렇지 않을 수도 있다. 예를들면 만일 장분비에 영향을 주는 것과 분명한(총위장관) 지질소화율을 갖는 섬유형(fiber type)은 다양할 수 있으며 반면 사료의 지방성분의 실제 소화율은 다르게 되는 수도 있게 된다. 이 분야에서의 더이상의 연구가 영양분 소화율에 대한 섬유의 영향력을 잘 이해하는데 있어서 필수적이다.

사료섭취

섬유의 다른 용량 또는 형태로 함유하고 있는 사료의 섭취가 개들을 대상으로 몇몇의 연구들이 측정되었다.^{3,4,8} 건물(DM)의 섭취는 약간 증가되었고(4.5%) 반면 대사에너지(Metabolizable Energy, ME) 섭취는 개들이 사탕무우펄프 증량수준(2.5내지 12.5%)을 첨가시

킨 사료를 급여시켰을 때는 일정하게 유지되었다. 건물과 대사에너지의 섭취는 개들이 섬유보충원이 없는 사료를 급여시켰을 때는 약간 적었다(>11%). 다른 연구는 사료내의 고농도의 섬유가 섭취를 낮추게 되는 수가 있는 것 같다. 20퍼센트 celluloflour¹³를 함유하는 또는 40퍼센트 Kaolin¹⁴를 함유하는 사료를 급여시킨 고양이들은 이러한 불소화물질없이 같은 사료를 사료를 급여시킬때 비슷한 량의 사료를 소비하였다. 따라서 이러한 불소화물질들은 사료의 가스화부분의 섭취를 제한시켜 준다. 이러한 결과에 대한 설명은 식이성 섬유의 고농도는 사료의 기호성을 떨어뜨리게 해줄 수도 있다.¹⁵

장 통과시간

개의 십이지장과 중앙공장(mid-jejunum)내로 경구위 장튜브(oral gastric tube)를 통해 폴리에틸렌 글라이콜(polyethylene glycol, PEG)하이드록시프로필메틸셀룰로스(hydroxypropylmethylcellulose, HPMC) 용액을 투여시킨 후 회복에서 지연시간은 보다 고점도용액과 양성적으로 상관관계($\gamma=0.701$; $p < 0.001$)가 있었다. 또한 HPMC를 포함한 용액을 섭취한 개들이 HPMC 무첨가용액을 섭취시킨 개들과 비교해볼 때 유속률(flow rate constants)이 몇배 낮아졌다.

따라서 고점도 식이성 섬유가 상부소장내에서 이동시간이 더 걸리고 어떤 섬유원들은 소장내에서 음식잔류시간이 길어질 수 있는 것을 관찰 확인할 수 있었다.¹⁶

이 연구와는 대조적으로 각종 섬유원을 개에게 투여시킨 크로미움 점착사탕수수펄프(chromium mordanted best pulp)의 평균정체시간(mean retention time)은 사탕수수펄프의 장통과는 가장 빠른(21.0h) 경향($p=0.19$)을 나타냈고 한편 섬유들을 혼합(75% 셀룰로스, 25% 아라비아수지)한 것을 함유한 사료는 가장 늦었다(32.3h).¹⁷ 이러한 결과들은 불용성 및 비발효성 섬유들이 영양분 통과를 높여준다는 학설을 뒷받침해주는 것은 아니다. 개와 고양이의 장내에서 영양분의 통과 분야에서 더욱 연구가 필요하다

발효

사람이 식이성 섬유의 발효잠재력(fermentation po-

tential)을 고려할 때 장통과시간의 정확한 평가는 중요한 사안이다. 혐기성 미생물을 가지고 있는 장관의 부위들에서 보다 긴 잔류시간들은 섬유발효를 크게 촉진시킬 것이다. 단쇄지방산에 대한 섬유의 발효를 정량화하는데 따른 한가지 문제점은 어째든 단쇄지방산이 계속적으로 흡수되어진다는 것이다. 이 과정은 수동적 확산을 통해 달성되는 것 같다.⁸ 추가로 결장세포(colonocytes)에 의한 단쇄지방산의 활용은 결장내에서 단쇄지방산 생산의 지표로서 쓸모없는 문맥혈액수준을 측정하는 것이다.^{19,20} 따라서 몇그룹의 연구자들은 시험관내 발효기법에 의한 기질감성(substrate degradation)과 단쇄지방산 생산방법으로 정량하였다.^{21,28} 이러한 기법중 몇가지가 시험관내 발효기법으로 반추발효를 평가하는데 사용하는 것으로부터 원용한 것이었다.^{21,22,25,27}

시험관내 기법의 목표는 결장환경내에서 생체조건을 자극시켜주는데 있다. 이러한 과정들의 주요 특징들은 1)혐기성 조건의 유지, 2)적절한 영양소의 제공(예 : 비타민류, 미네랄류)를 포함하는데 그 이유는 많고 다양한 미생물종류들의 성장이 억제되지 않기 위한 것이다. 3)적정하고 일정한 온도의 유지 그리고 4) 명확한 발효시간의 사용이다. 시험관내 기법을 활용하는 몇가지 시험들은 개와 고양이로부터 얻은 장미생물을 가지고 사용하기 위해 채택된 바 있다.^{9,17,29,30} 이것들의 결과는 Gregory Reinhart에 의해 이 회보의 다른 장에서 고찰되어질 것이다.

단쇄지방산의 역할

앞서 언급한 바와 같이 기질발효의 뛰어난 최종산물들은 단쇄지방산, 초산, 프로피온산 그리고 낙산이다. 이것들은 인체결장내의 단쇄지방산의 85~95퍼센트에 이른다.³¹ 단쇄지방산들은 점막세포들의 에너지요구의 가용 60~70퍼센트를 공급하므로써 장의 통합에 중요하다.

어떤 비반추동물의 총에너지 요구의 30퍼센트 이상이 단쇄지방산에 의해 이루어질 수도 있다.³²

비반추동물들은 단쇄지방산으로부터 많은 량의 에너지를 추출하는 것으로 나타났는데 토끼^{33,34}와 땅아지³⁵가 이에 해당되며 이 동물들의 장관들은 크고 복잡한 후장(hindgut)으로 되어 있다.³² 단쇄지방산들은

큰쥐들의 총 비경구적 영양분을 공급시킬 때 결장구조에서 영양효과를 가지고 있는 것으로 나타났다.³⁶ 더우기 결장에서 나트륨과 물의 흡수는 단쇄지방산 투여로 촉진되어지고 이것때문에 이러한 대사물들은 설사를 조절하는 역할을 할 수도 있다.³⁹ 단쇄지방산의 존재는 역시 결장의 무게, 미세구조 및 조직병리학을 변경시키는 책임을 가질 수도 있다.¹⁰

단쇄지방산 생산

숙주개별존재에서 단쇄지방산의 많은 잠재효과때문에 이러한 대사물들의 잠재원(potential sources)으로 고려되기 때문에 중요하다. 몇 기질(several substrates)들이 대장으로 들어가며 정상상태하에서 발효에 이용된다.³¹ 비반추동물에서, 이러한 것들은 1)소화에 길항하는 전분, 2)비전분 다당류, 3)설탕류와 과당류(예 : 유당, 라피노스, stachyose), 4)뮤신류(결장상피에서 분비됨) 그리고 단백질과 질소(사료에서 생성되거나 또는 내부생선분비)이다. 개와 고양이에서 식이성 섬유의 다른 원천에 따른 발효에 관한 실험은 드물다.^{9,17,29,30}

위장미생물에 관한 섬유발효의 효과

개와 고양이에서 장세균의 속(genera)와 종(species)의 존재가 보고되었다.⁴⁰⁻⁴² 인체위장관내에서 발견된 세균들은 유익하거나 해로운 병원성이 있는 군으로 분류되어 졌다.⁴³ 유용한 세균 : 1)유해한 세균들의 존재를 억제한다. 2)면역기능을 자극한다. 3) 소화에 도움을 준다. 그리고(또는) 음식의 흡수를 돕는다. 그리고 4)비타민류를 합성한다. 유해한 세균들은 1)독소류, 2)암 발생인자 및 부패물질들을 생산할 수 있다. 인체장내에 있는 몇개의 세균속들은 개와 고양이의 위장관내에 또한 발견되었다. 따라서 장미생물의 조성을 조작하는 것은 인체에서와 같이 개와 고양이에 유익하였다.

최근 조사는 장미생물의 발효작용에 영향을 줄 수 있는 식이성 섬유의 원천이 있다는 것을 지적하였다.³ 따라서 존재하고 있는 미생물의 효소작용이나 장미생물의 조성 중의 하나는 식이성 섬유에 의해 달라질 수도 있다. 다른 조사 과당류의 식이성 첨가가 소화에서 저항하는 것으로 평가되었다(예 : 과실유래과당류, 유

자당). 세균들의 혼합배양물은 쉽게 FOS를 발효시킨다.^{17,30} 몇개 실험에서 얻은 증거가 어떤 장세균종에 의해 FOS가 선택적으로 활용되어지는 것을 가려주 준다. *Bifidobacteria* 세균들은 FOS를 14일간, 4g/일의 수준으로 급여시킨후 인체의 분변내에서 현저하게 높아진 것으로 나타났다.⁴⁴ 병원성 세균들은 식이성 FOS의 존재하에서는 역시 감소하였다. 병아리를 제한급식과 급수 그리고 *salmonella*균에 노출시키는 스트레스에서 0.75퍼센트 FOS 포함한 사료를 급여시킬 때 맹장내에 *salmonella* 균이 감염되었다.⁴⁴ 이러한 실험원들을 개와 고양이들에 급여시킬 때 장세균의 조성이 변화되는 성적이 나왔다.^{4,47}

개와 고양이의 잠재질환도 식이성 섬유로 개선될 수도 있다

개와 고양이들은 인체에서와 마찬가지로 유사하게 장질환들에 감염되었었다. 개와 고양이에서 질 질환/증세, 즉 설사, 변비, 소장세균 과잉증식(*small intestinal bacteria overgrowth*, SIBO), 염증성 장질환(*inflammatory bowel disease*, IBD), 결장염 그리고 결장종대가 포함되었다. 이것은 종종 이러한 질환들이 식이성 섬유에 의해 개선되어질 수도 있다고 제시되어 왔다.

식이성 섬유는 다른 질환(예 : 고지혈증, 비만 그리고 당뇨병)을 개선시키기 위해 제안되었다. 불행하게도 식이성 섬유는 인체에서 이러한 질환을 치료하는데 "기적의 약물"로써 강매되어지기도 하였으며 다행증(*euphoria*)은 개와 고양이 사료로 이월되는 결과로 되었다. 한편 인체용 식이성 섬유에 관한 몇 학설들은 사실로 밝혀졌을지라도 이러한 학설들을 개와 고양이 사료에 외삽시킬 때는 주의가 요한다.

신영양기술의 적용

표 3은 식이성 섬유에 대해 몇 생물학적 반응요소(인자)의 윤곽을 보여준다. 몇 장질환들은 종전에 고찰된 바 있는 식이성 섬유조사연구의 적용을 통하여 개선되어질 수도 있다. 최근 임상연구들에서 높은 율의 개들에서 만성설사가 나타날 때 SIBO-양성 즉, *coliforms*, *staphylococci*, *enterococci*, *clostridium* 및 *Bacteriodes* 균들이 분리된 특출한 세균종이다.⁴⁶ SIBO의 임상진단은 건강한 것으로 나타난 고양이들에서도 역시 보고되었다.⁴⁷ 십이지장액으로부터 분리된 가장 보편적인 세균들은 *Bacteroides*, *Eubacteria*, *Fusobacteria* 및 *Pasteurella*균들이었다. 따라서 FOS는 고양이와 개들의 세균과잉증식과 연관된 장미생물의 조성을 개량시키는 데 잠재력이 광범위하게 가질 수도 있다.

설사상태 아래에서, 결장의 강으로부터의 수분흡수는 SCFA에 의해 조정되어지는 것으로 보인다. SCFA를 공급하기 위하여 사탕무우펄프와 같은 발효섬유의 첨가는 설사상태를 중국적으로 안정시켜주고 수분흡수를 증가하도록 도와줄 수가 있다.⁴⁸

결장세포들에 의한 에너지원으로서 SCFA의 사용은 문헌이 많이 있는 반면, SCFA의 중요성은 장질환상태에서 덜 알려져 있다. 섬유발효에서의 추가적인 낙산의 공급은 케양성 결장염을 앓는 각 개체에서 이로운 것으로 되어질 수가 있으며 케양성 결장염을 앓는 사람환자에서 낙산의 산화속도가 건강을 악화시켰다.⁴⁹

식이성 섬유의 권장용법

숙주동물에 식이성 섬유의 다른 원천의 다양한 생리작용때문에 의문점은 사료중에 섬유를 꼭 함유시켜

표 3. 질환에 영향을 주는 식이성 섬유에게 생물학적 반응인자(요소)

질 환	생물학적 반응인자
결장염(Colitis)	결장피 발효, 장형태학, 장조직병리학
변비(Constipation)	분변밀도, 발효
설사(Diarrhea)	분변밀도, 장세균, 장형태학, 장조직병리학
염증성장질환(Inflammatory Bowel Disease)	발효, 장세균, 장형태학, 장조직병리학, 영양분소화율
결장종대(Megacolon)	분변밀도, 장배설(통과)
소장세균과잉증식(Small Intestinal Bacteria Overgrowth)	장세균, 장형태학, 장조직병리학 발효

야만 된다는 것이 아니라 가장 적절한 섬유원천 어느 정도 수준이 적절한 것인가를 제공해야 된다는 것이다. 정상, 건강한 개와 고양이에서 명백한 것은 분변밀도와 장형태학을 유지하도록 적량의 적절한 발효섬유를 사용하도록 유지하는 것이다. 체중감소용 사료내에 과도하게 높은 량(30퍼센트 이상)의 사용은 많은 량의 분변배출, 영양분 소화율 감소, 피부와 모피의 육안외양의 떨어짐과 사료의 기호도가 떨어질 수도 있다. 발효섬유원은 SCFA를 제공하는데 이것은 장세포들에 중요한 에너지원이 된다. FOS와 같은 신섬유원들은 생체내 장세균의 조성을 바꿔주는데 중요하게 되는 것으로 나타났으며 그리고 또한 장질환(예 : SIBO)을 앓는 동안 중요한 식이구성요소가 되어진다. 당뇨병 치료용 고섬유사료는 영양분 회식의 개념에 기초를 두며 이것은 몇가지 부작용이 동반되어지기도 한다. 고지질혈증은 지방감량사료를 통해 관리되어질 수 있는데 섬유의 량은 관계없다. 어떤 질환을 치료하는데 있어 보조치료요법으로서 식이성 섬유를 사용할 때 중요한 고려사항으로 동물의 생리학의 모든 면을 고려해야 된다는 것이다. 예를 들면 고지질혈증을 앓고 있는 동물은 저지방사료를 섭취시켜야만 되지만 장의 건강을 유지하도록 적량의 적절한 발효섬유가 지속적으로 필요하다는 것이다.

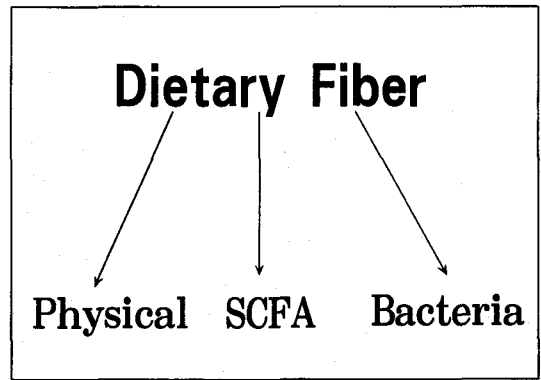


그림 1. 개와 고양이의 건강에 영향을 주는 식이성 섬유의 경로.

미래의 식이성 섬유연구

식이성 섬유의 미래연구는 장내 미생물집단의 변형과 SCFA 생산을 통한 숙주동물에 영향을 주는 발효경로들의 방법을 더 평가하여야만 된다. 개와 고양이의 식이성 섬유연구는 앓고 있거나 건강한 동물들을 심도있는 연구를 더 허용하도록 앞선 기술들을 활용하여 계속하여야만 한다. 식이성 섬유에 영향을 받은 것과 같은 위장건강의 연구는 단면보다는 오히려 전체동물들을 연구하도록 만드는 연구시도들로써 더욱 도전적으로 되어질 것이다.

의심할 나위없이 개와 고양이에 대한 식이성 섬유의 미래연구는 구태의연한 독단으로 지불하는 경비로 신영양진실을 자리잡게 해야만 될 것이다. 영양진실(영양학적 믿음)의 최종적용에서 이러한 식품의 처방전의 잔여분을 여하튼 상용사료에 대한 적절한 조정을 하는 것이다. 식이성 섬유에 관한 위대한 과학적 진보를 기도하고 있는 이러한 추적없이 개와 고양이의 건강을 개선시키는데 있어서 어떤 이익도 없게 될 것이다.

식이성 섬유연구에서 얻은 최근 지식의 요약

이전에 고찰된 연구에서 섬유의 다양한 영양학적 역할을 가르켰다. 요약하면 섬유는 분변용량을 구성하고 SCFA의 식이성 원천 그리고 장미생물(그림 1)의 조성을 개선하는 능력이 있다. 하여튼 식이성 섬유의 원천은 이것들의 이러한 기능들을 수행하는데 능력을 발휘하는데 큰 영향을 준다.

참 고 문 헌

1. Burkitt DP, Walker ARP, Painter NS. Dietary fiber and disease. *J Am Med Assoc*, 1974; 229 : 1068. 2. Burkitt DP. Epidemiology of cancer of the colon and rectum. *Cancer*, 1971; 28 : 3. 3. Fahey Jr GC, Merchen NR, Corbin JE, Hamilton AK, Serbe KA, Hirakawa DA. Dietary fiber for dogs. II. Iso-total dietary fiber (TDF) additions of divergent fiber sources to dog diets and thier effects on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. *J Anim Sci*, 1990; 68 : 4229. 4. Fahey Jr GC, Merchen Nr, Corbin JE, Hamilton AK, Serbe KA, Lewis SM, Hirakawa

- DA. Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. *J Anim Sci*, 1990; 68 : 4221. 5 Fahey Jr GC, Merchen NR, Corbin JE, Hamilton AK, Bauer LL, Titgemeyer EC, Hirakawa DA. Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fiber additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta mean retention time. *J Anim Sci*, 1992; 70 : 1169. 6. Sunvold GD, Bourquin LD, Titgemeyer EC, Fahey Jr GC, Reinhart GA. Fermentability of various fibrous substrates by canine fecal microflora, FASEBJ, 1993a; 7 : 4276. 7. Sunvold GD, Titgemeyer EC, Bourquin LD, Fahey Jr GC, Reinhart GA. Fermentability of selected fibrous substrates by cat fecal microflora. *J Nutr*, 1994a; 124(Suppl.) : 271(Abstr). 8. Sunvold GD, Fahey GC, Merchen NR, Bauer LL, Brown LS, Reinhart GA, Hirakawa DA. Evaluation of nutrient digestibility, passage, and fecal characteristics of dogs fed fiber-containing diets. *J Anim Sci*, 1993b; 71(Suppl. 1) : 159(Abstr.). 9. Sunvold GD, Fahey Jr GC, Merchen NR, Bourquin LD, Titgemeyer EC, Bauer LL, Reinhart GA. Dietary fiber for cats: In vitro fermentation of selected fiber sources by cat fecal inoculum and in vivo utilization of diets containing selected fiber sources and their blends. *J Anim Sci*, 1995c; 73 : 2329. 10. Sunhart GA, Moxley RA, Clemens ET. Dietary fiber source and its effects on colonic microstructure and histopathology of beagle dogs. *J Nutr*, 1994; 24(Suppl.) : 2701(Abstr.). 11. Willard MD, Simpson RB, Delles EK, Cohen ND, Fossum TW, Kolp D, Reinhart GA. Effects of dietary supplementation of fructo-oligosaccharides on small intestinal bacterial overgrowth in dogs. *Am J Vet Res*, 1994; 55 : 654. 12. Wiernusz CJ, Shields Jr RG, Van Vilerbergen DJ, Kigin PD, Ballard R. Canine nutrient digestibility and stool quality evaluation of canned diets containing various soy protein supplements. *Vet Clin Nutr*, 1995; 2 : 49. 13. Kanarek RB. Availability and caloric density of the diet as determinants of meal patterns in cats. *Physiol Behav*, 1975. 15 : 611. 14 Hirsch E, Dubose C, Jacobs HL. Dietary control of food intake in cats. *Physiol Behav*, 1978; 20 : 287 15. MacDonald ML, Rogers QR, Morris JG. Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore. *Ann Rev Nutr*, 1984; 4 : 521. 16. Reppas C, Meyer JH, Sirois PJ, Dressman JB. Effect of hydroxypropylmethylcellulose on gastrointestinal transit and luminal viscosity in dogs. *Gastroenterology*, 1991; 100 : 1217. 17. Sunvold GD, Fahey Jr GC, Merchen NR, Titgemeyer EC, Bourquin LD, Bauer LL, Reinhart GA. Dietary fiber for dogs: IV. In vitro fermentation of selected fiber sources by dog fecal inoculum and in vivo digestion and metabolism of diets containing selected fiber sources and their blends. *J Anim Sci*, 1995b; 73 : 1099. 18. von Engelhardt W, Busche R, Gros G, Rechkemmer G. Absorption of short-chain fatty acids: Mechanisms and regional differences in the large intestine. In : Roche, A.F.(Ed.) Short-Chain Fatty Acids: Metabolism and Clinical Importance. Report of the Tenth Ross Conference on Medical Research. Columbus; Ross Laboratories. 1991 : 60. 19. Roediger WEW. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. *Gastroenterology*, 1982; 83 : 424. 20. Marty JF, Vernay MY, Abravanel GM. Acetate absorption and metabolism in the rabbit hindgut. *Gut*, 1985; 26 : 562. 21. Ehle RF, Robertson JB, Van Soest PJ. Influence of dietary fibers on fermentation in the human large intestine. *J Nutr*, 1982; 112 : 158. 22. McBurney MI, Horvath PJ, Jeraci JL, Van Soest PJ. Effect of in vitro fermentation using human faecal inoculum on the water-holding capacity of dietary fibre, *Br J Nutr*, 1985; 53 : 17. 23. Mortensen PB, Holtug K, Rasmussen HS. Short-chain fatty acid production from mono- and disaccharides in a fecal incubation system : Implications for colonic fermentation of dietary fiber in humans. *J Nutr*, 1988; 118 : 321. 24. Stevens BJH, Selvendran RR, Bayliss CE, Turner R. Degradation of cell wall material of apple and wheat bran by human faecal bacteria in vitro. *J Sci Food Agric*, 1988; 44 : 151. 25. Adiotomre J, Eastwood MA, Edwards CA, Brydon WG. Dietary fiber: in vitro methods that anticipate nutrition and metabolic activity in humans. *Am J Clin Nutr*, 1990; 52 : 128. 26. Vince AJ, McNeil NI, Wager JD, Wrong OM. The effect of lactulose, pectin, arabinogalactan and cellulose on the production of organic acids and metabolism of ammonia by intestinal bacteria in a faecal incubation system. *Br J Nutr*, 1990; 63 : 17.