

람들이 자극적인 매운 음식을 찾게 됐습니다.

매운 음식을 자주 먹으면 우리 몸에서 통증을 느끼는 능력은 점점 퇴화할 수 있습니다. 뇌가 캡사이신에 의한 자극을 느낄 수 없게 된다는 뜻입니다. 의학에서 이런 캡사이신의 효과를 질병 치료에 이용하기 위해 연구 중이기도 합니다. 캡사이신으로 온도 수용체를 퇴화시키면 대상포진이나 말초 신경증 등 치료에 효과를 낼 수 있기 때문이죠.

그러나 캡사이신의 생리적 효능에는 여전히 이견이 많습니다. 혈액 순환을 원활하게 해 피부 미용, 스트레스 해소에 도움이 되고, 신경통과 관절염 등의 예방에 좋다는 연구가 있습니다. 2007년 연세대 의대 연구팀은 캡사이신이 헬리코박터 파일로리균에 감염된 위의 점막의 염증을 억제해 준다는 연구 결과를 발표했습니다.

반면 정반대의 의견도 있습니다. 2014년 울산대 의대 서울아산병원 연구팀은 매운 음식을 너무 많이 먹으면 암세포를 제거하는 면역 세포인 NK 세포의 기능을 떨어뜨려 암 발생률이 더 높아질 수 있다는 연구 결과를 발표했습니다.

따라서 캡사이신이 든 어떤 음식이 특정 질병에 도움이 된다는 주장은 경계해야 할 필요가 있습니다. 실제로 의학적 효능을 확인하기 위한 실험은 매우 엄격하게 통제됩니다. 식품 등의 표시·광고에 관한 법률에 따르면 식품에는 '질병의 치료, 예방 효능'과 같은 의약품으로 인식될 수 있는 표시나 광고를 할 수 없습니다.

Chapter 1. 몸속에서

Q

2

코끼리처럼
채소를 많이 먹으면
똥으로 종이를
만들 수 있을까요?



A



이덕환 교수가 답하다

코끼리가 싸는 똥은 생물들에 귀한 존재입니다. 젖을 떼는 아기코끼리가 대표적이죠. 아기코끼리는 태어나자마자 어미 코끼리의 똥을 먹습니다. 어미 몸속 미생물을 먹어야만 아기코끼리가 비료소 풀을 소화할 수 있는 능력을 갖출 수 있기 때문입니다.

코끼리의 똥 밑에서 사는 개구리도 있습니다. 코끼리 똥에서 피어나는 버섯도 있고요. 코끼리의 똥은 식물의 열매를 퍼뜨려주는 역할도 해서 인기가 많습니다.

문제는 그들이 싸는 똥의 양이 많아도 너무 많다는 겁니다. 거대한 몸집을 유지하기 위해서 많이 먹고 많이 싸는 건 이해하지만, 매일 수북하게 쌓이는 코끼리 똥은 처치 곤란입니다. 이런 코끼리 똥을 처리하기 위해 스리랑카와 태국에는 코끼리 똥으로 종이를 생산하는 사회적 기업이 있을 정도입니다.

코끼리 하루 배설량, A4 660장 만들어

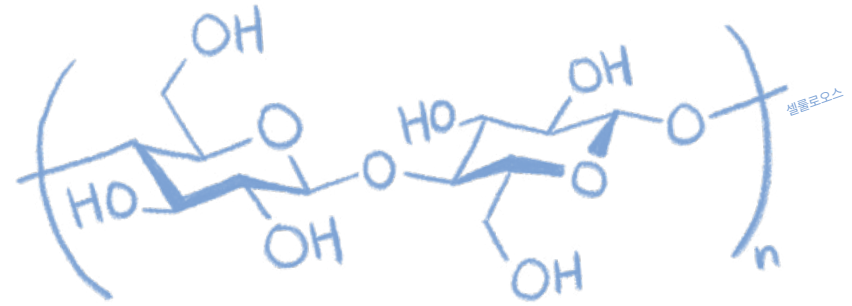
코끼리는 풀, 과일, 나뭇잎 등을 먹고 삽니다. 그래서 똥의 성분 대부분이 종이의 원료로 쓰이는 섬유소입니다. 섬유소가 풍부한 코끼리 똥으로 종이를 만드는 일은 비교적 간단합니다.

먼저 코끼리 똥을 깨끗한 물로 씻고, 오랜 시간 충분히 삶습니다. 그 다음 높은 온도로 가열하면 코끼리 똥 속 섬유소가 풀어지는데, 이 섬유소를 체에 얇게 펴서 말리면 완성입니다. 종이의 품질을 높이기 위해 코코넛, 옥수수, 바나나, 파인애플 등에서 채취한 섬유소를 추가로 넣어주기도 합니다.

코끼리 한 마리에게 하루 동안 얻을 수 있는 똥의 양은 100kg이 넘습니다. 코끼리는 하루에 18시간을 먹기만 합니다. 풀 종류만 하루에 300kg가량을 먹습니다. 그리고 하루에 16번 정도 배설을 하니 똥의 양도 어마어마합니다. 코끼리 한 마리의 하루 배설량 100kg으로 A4 용지 660장을 만들 수 있을 정도니까요.

소, 말, 양, 낙타와 같은 초식동물의 배설물에는 공통으로 섬유소가 잔뜩 들어있지만, 코끼리만큼 많은 양을 배설하는 경우는 찾아보기 어렵습니다. 코끼리는 거대한 몸집을 유지하기 위해 유독 많이 먹고, 많이 싸입니다. 이유는 코끼리의 소화력이 실망스러울 정도로 좋지 않기 때문입니다. 코끼리는 어금니도 4개뿐이고, 되새김질도 못 합니다.

70L나 되는 거대한 위도 소화에는 도움이 되지 않습니다. 몸속에 음식이 들어가도 스스로 소화효소를 분비하지 않거든요. 길이가 19m나 되는 소장이 소화 기능의 상당 부분을 담당해서 애써 먹은 풀의 절반도 소화하지 못합니다.



종이를 만드는 비장의 재료 '셀룰로오스'

코끼리가 싸는 똥 속 섬유소는 '셀룰로오스'라는 탄수화물입니다. 셀룰로오스는 지구상에서 가장 흔한 유기물입니다. 면, 마, 목재, 풀 등 식물의 줄기와 잎의 주성분으로 면섬유의 90%, 건조된 삼의 57%, 목재의 절반 가량이 셀룰로오스입니다. 광합성을 하는 녹색식물이 매년 1000억t(톤)의 셀룰로오스를 생산합니다.

셀룰로오스의 존재는 1833년 프랑스 화학자 앙셀름 파옌이 처음 발견했습니다. 이후 독일 화학자 헤르만 슈타우딩거는 셀룰로오스의 화학적 구조를 밝힙니다. 탄소 6개가 육각형 고리로 연결돼 D-글루코스(포도당) 단위체를 만들고, 이 단위체가 사슬 모양으로 결합해서 $(C_6H_{12}O_6)_n$ 이라는 화학적 구조를 이룹니다.

셀룰로오스를 구성하는 수천 개의 포도당은 매우 단단한 글리코사이드 결합으로 연결됩니다. 단위체 포도당에는 수산화기(-OH)가 매달려 있는데, 이 하이드록시기는 주변 포도당의 육각형 고리에 자리 잡은 산소 원자와 단단한 수소결합을 이룹니다. 셀룰로오스가 쉽게 늘어나지 않는 이유입니다.

셀룰로오스의 물리적, 화학적 특성은 셀룰로오스를 구성하는 포도당

단위체의 수와 사슬의 길이에 따라 달라집니다. 나무의 줄기에서 채취한 목재 펄프는 300~1700개의 포도당 단위체를 갖습니다. 면화나 세균은 8000~1만 개의 포도당 단위체로 이뤄져 있어 물이나 유기 용매에 쉽게 녹지 않습니다. 셀룰로오스가 짧은 사슬로 분해된 셀로덱스트린은 물에 잘 녹습니다.

사람 똥으로 종이를 만들 수 있을까?

인간도 코끼리처럼 셀룰로오스를 좋아합니다. 채소와 곡물의 껍질에 있는 셀룰로오스를 보통 식이섬유라 부르죠. 거칠고 딱딱한 껍질이 남아있는 현미와 통밀이 건강에 좋다는 이유는 이런 식이섬유가 많이 함유되어 있기 때문입니다.

심지어 인간의 주식은 녹말이 잔뜩 들어 있는 쌀, 밀, 감자, 옥수수 등입니다. 인간에게 필요한 3대 영양소 중 탄수화물이 녹말(전분)이기도 하죠. 녹색식물이 광합성으로 만든 D-글루코스를 글리코사이드 결합으로 길게 연결한 다당류(폴리사카라이드)를 곡물이나 덩이줄기에 저장해둔 것이 바로 녹말입니다.

그러나 안타깝게도 인간의 소화기에는 코끼리처럼 셀룰로오스 소화에 필요한 효소를 만들어줄 미생물이 없습니다. 셀룰로오스를 질기게 만드는 글리코사이드 결합을 분해하기 위해서는 섬유소 분해효소인 ‘셀룰레이스’와 알파 글루코시데이스 가수분해효소인 ‘글리코데이스’가 반드시 필요합니다. 셀룰레이스는 되새김질하는 소나 양, 낙타의 위나 흰개미의 몸속에서 기생하는 세균이 분비하는 효소죠.

코끼리의 소장에도 이런 미생물이 살고 있어 셀룰로오스 가득한 코끼리

똥으로 종이를 만들 수 있는 겁니다. 반면 사람의 장 속에 사는 대장균은 셀룰로오스 소화에는 전혀 관심이 없습니다.

무엇보다 인간의 똥 속에 든 섬유소의 양은 코끼리의 그것에 훨씬 못 미칩니다. 성인 1명이 하루에 섭취하는 섬유소는 평균 30g 정도로 알려져 있습니다. 섬유소를 소화하지 못하고 고스란히 배출해봤자 똥 속에 든 섬유소는 고작 30g이라는 뜻입니다. A4 용지 0.2장을 만들겠다고 고약한 냄새를 풍기는 사람의 똥을 뒤적일 수는 없죠. 채소를 아무리 많이 먹어도 사정은 달라지지 않을 겁니다.

인간이 셀룰로오스를 소화하는 방법

비록 몸속에 셀룰로오스를 소화할 효소는 없지만, 지능이 뛰어난 인간은 1만 2000년 전부터 정착 생활을 하며 곡물을 재배하고, 이때부터 다양한 조리 방법을 개발해 녹말을 소화시킬 방법을 찾았습니다.

동양에서는 단단한 쌀을 삶아서 말랑말랑한 밥을 지어 먹었고, 서양에서는 딱딱한 밀을 갈아서 부드러운 빵을 만들어 먹었습니다. 모두 단단한 녹말 사슬을 풀어헤쳐서 소화가 잘되게 하려는 시도였습니다. 녹말을 발효시켜서 술까지 만들어 마시죠.

물론 음식을 조리하는 과정만으로 소화가 다 되는 것은 아닙니다. 침에 들어 있는 α (알파)-아밀레이스나 프티알린을 비롯해서 췌장에서 분비되는 아밀롭신과 소장의 말테이즈와 같은 소화효소가 필요합니다. 그래야만 녹말을 우리가 에너지원으로 사용하는 포도당으로 분해해서 흡수할 수가 있습니다.

포도당이 세포 속에 있는 미토콘드리아라는 세포기관에서 물과 이산화

탄소로 분해되면 ATP라는 에너지 전달물질이 만들어집니다. 우리 몸은 충분히 흡수한 포도당을 간이나 근육에 글리코젠으로 만들어서 저장해두고 필요할 때마다 이용하고 있습니다.

Chapter 1. 몸속에서

Q

3

술은
어떻게 사람을
취하게 하나요?

