



우리 먹거리를 향한 나노기술의 공습

| 조지아 밀러 & 스코트 키니어 | 이영수 '지금여기' 번역위원 옮김 |

나노입자들은 거시세계의 물리법칙을 따르지 않고 양자역학적 불확정의 법칙을 따릅니다. 양자 역학은 예측할 수 없는 과정과 힘을 다루는 것이기에 나노기술을 이용한 먹거리의 식용결과를 예측하기 매우 힘들다는데 그 위험성이 있음을 이 글은 잘 보여주고 있습니다(편집자 주).

유

전공학에 따르면 나노기술은 우리의 음식분야에 잠입하고 있는 첨단기술이다. 저명한 과학자들은 원자와 분자 규모로 물질을 조작하는 나노기술이 인간과 환경의 건강에 심각한 위협을 새로이 끌어들이고 있다고 경고하였다. 그러나 공적인 토론의 장이 없는 가운데 또는 법률 입안자들이 간과하는 가운데, 나노기술을 사용해 제조한 라벨이 붙지 않은 식품들은 슈퍼마켓 선반 위에 나타나기 시작하였다.

전 세계적으로 식량, 건강 그리고 환경에 관심이 점점증하고 있다. 먹거리가 생산되는 장소, 방법, 이유, 생산자는 누구인지, 또 얼마나 멀리 이동해야 하며 얼마나 오래 저장된 것인지 등에 대한 관심이 증가하고 있다. 자연식품과 현지 음식을 먹자는 운동은 먹거리 생산에서 화학물 이용이 증가함에 따라, 그리고 전체론적(holistic) 농업시스템으로부터 농업관련 산업들을 점차 멀리하려는 직관적이고 실제적인 반응으로서 떠오른 것이다. 사람들은 가족과 환경의 건강을 돌보기 때문에 자연식품 섭취를 선택해왔다. 유기농업은 통합되고 환경친화적인 농업을 지원하며 화학공장 재배방식보다 더 적합한 기술을 지원하도록 돕고 있기도 하다.

자연식품에 대한 지지는 유전 공학적으로 식용작물을 조작하려는 생물학 기술에 반발하여 성장해왔다. 전 세계의 농부와 구매자는 유전적으로 조작된 식용작물의 도입으로 말미암아 크게 격분하였으며 그 분노는 지금도 지속되고 있다. 많은 것을 고려한 결과 도출된 초연적 결론은 생물학 회사가 유전적으로 설계된 음식을 먹이시슬 안으로 들이밀어 이윤을 취했던 반면에 소비자와 농부, 환경은 모든 위험을 짊어졌다는 것이다.

지금 나노기술은 우리 음식에 새로운 공습을 시도하고 있다. 신선

하고 가공되지 않은 음식이 주는 자연스런 건강의 속성을 높이 평가하는 유기농업에 대해, 나노기술은 원자적으로 처리된 대립물이자 고도의 기술이다. 더 나아가 농장을 자동화된 하이테크놀로지 공장 생산 라인으로 전환시킨다. 이것은 기업의 통제가 집중되는 특허식품을 사용한다. 또한 인간의 건강과 환경에 심각한 새 위험을 끌어들인다.

나노기술의 소개 - 본질과 특성

나노기술은 자연을 원자와 분자 수준에서 분리하고 재구성하는 강력한 신기술이다. 나노기술은 과학자가 새로운 물질, 기기, 살아있는 유기체와 기술 시스템을 광범위하게 변형하고 구성하도록 원자적 조작을 가하여 원자로부터 세계를 재형성한다는 꿈을 실현시키고자 한다. 나노기술과 나노과학은 100나노미터 미만의 나노 척도에서 존재하는 구조, 기기, 시스템의 현상과 물질, 조작을 연구하는 것과 관련이 있다. 문맥상 100나노미터를 이해하기 위해 다음을 보자. DNA 한 가닥은 너비가 2.5나노미터이며 단백질 분자는 5나노미터, 적혈구 세포는 7,000나노미터이며 사람의 머리카락은 8만 나노미터 너비를 가진다.

나노입자의 성질은 더 큰 입자들과 같은 물리적 법칙을 따르지 않고 양자역학적 법칙을 따른다. 나노입자의 물리화학적 성질-예를 들면 색, 용해성, 강도, 화학적 반응성과 유독성-은 동일한 물질의 더 큰 입자와 상당히 다를 수 있다. 나노입자의 변경된 성질은 많은 이익을 주는 신제품과 응용에 대한 가능성을 열어놓았다. 제조된 나노입자들은 이미 슈퍼마켓 선반 위에서 구할 수 있는 수백 개의 제품들에 사용된다. 여기에는 투명한 햇볕 타기 방지제, 빛을 굴절시키는 화장

품, 투과율이 증가된 수분화장품, 얼룩과 냄새 저항성 피륙, 먼지 저항성 코팅, 오래 지속하는 페인트와 가구에 칠하는 니스, 심지어 음식물까지 다양하다.

아시아 태평양 경제협력체(APEC) 기술전망 센터는 나노기술이 거시규모의 사회변혁과 더불어 경제와 사회의 모든 측면에 근본적인 대혁명을 불러일으킬 것이라고 예측하였다.

나노기술은 먹거리 생산과 처리에 어떻게 사용될 것인가?

산업분석가와 지지자들은 원자를 결합하여 음식으로 전환하는데 나노기술이 사용될 것이라고 예측한다. 이를테면 다음의 내용이다. “나노기술에 감사하라. 미래의 식량은 분자와 원자의 형태를 만들어 설계될 것이다. 식량은 부패와 해로운 오염을 탐지할 수 있는 안전하고 말끔한 포장으로 둘러쌀 것이다. 미래의 제품들은 색과 향, 또는 영양분의 내용물이 각 소비자의 취향과 건강상 필요에 따라 조정되고 품질이 향상될 것이다. 농업에서 나노기술은 살충제 사용의 감소를 약속하며 식물재배와 동물성장을 개선하고 새로운 나노-생물산업 제품을 창출할 것이다.” 식량과 농업에서 나노기술의 사용에 대한 미국 이머징 나노테크놀로지 최근 보고서는 이와 같은 문맥의 내용으로 진술한다(<http://www.nanotechproject.org>로 접속할 수 있다). 식품산업과 농업산업은 수 억 불을 나노기술 연구에 투자해왔다. 그리고 시장에는 이미 라벨이 붙지 않은 나노식품들이 알 수 없는 수량으로 유통되어 왔다.

세계 어느 곳에서도 라벨을 붙일 법적 의무가 없는 상태에서, 얼마나 많은 상업적 식품들이 나노 구성요소를 함유하고 있는지 말하

는 것은 불가능하다. 헬뮤트 카이저 컨설턴트 그룹의 나노기술 분석가는 세계적으로 시중에 유통되는 나노식품들은 현재 300개 이상이라고 제안한다. 전 세계적으로 나노식품 시장은 2005년에 미화 53억 불에 상당하며 2010년까지 20억 4천만 불로 상승할 것이라고 추산한다. 나노기술은 2015년까지 식품산업의 40% 내에서 사용될 것으로 예측한다.

나노기술 식량연구에 대해 다음 4가지 핵심영역이 존재한다.

- 씨앗, 비료/살충제의 나노 차원의 수정
- 식품 영양가 보강과 수정
- 상호작용적인 스마트 식품
- ‘스마트’ 포장과 식품 추적(food tracking)

씨앗, 비료/살충제의 나노 차원의 수정

옹호자들은 나노기술이 현대 농업의 단위를 한층 더 자동화하는데 사용될 것이라고 말한다. 모든 농장의 투입물-씨앗, 비료, 살충제와 노동인력-은 점점 기술적으로 바뀔 것이다. 나노기술은 농업의 유전적 설계를 다음 단계인 원자설계로 이끌 것이다. 원자설계는 씨앗의 DNA를 재배열하여 색, 성장하는 계절, 생산량 등을 포함하는 식물의 다른 특성을 얻을 수 있게 한다. 매우 강력한 원자적으로 설계된 비료와 살충제는 식물 성장을 유지하도록 사용될 것이다.

나노-센서는 식물 성장, pH 수준, 영양분, 습기, 해충, 질병의 존재를 통제하여 농장의 입력물에 대한 필요성을 상당히 감소시킬 수 있다. 관련 협회인 부식, 기술, 농도에 관한 조처협회(ETC)는 “농장 현지 실태”란 세미나 보고서(<http://www.etcgroup.org>에서 볼 수 있

다)에서 다음과 같이 경고한다. 나노기술이 적용된 미래에 “농장은 넓은 면적을 지닌 생물학 공장이 되어 랩탑 컴퓨터로 제어되고 관리될 수 있으며 음식은 설계자가 정교히 만들고 신체로 영양분을 효율적으로 배달하는 물질이 될 것이다.”

식품 영양가 보강과 수정

나노기술 회사들은 나노캡슐 안에 넣은 영양분, 나노 규모에서 풀려나오는 색으로 증대된 외관과 맛, 나노 수정으로 제거하거나 약화된 지방과 당분 함량, 개선된 입안의 느낌을 가진 가공 식품을 강화하도록 작업하고 있다.

‘영양가 보강’은 가공 식품에 대해 이루어질 수 있는 영양학적 요구를 증가시키는데 사용될 것이다. 예를 들면 ‘의학적으로 이로운’ 나노-캡슐 함유물은 초콜릿칩 쿠키나 핫칩이 건강 증진 또는 동맥 청소로서 판매될 수 있게끔 할 것이다.

나노기술은 아이스크림과 초콜릿 같은 정크 푸드가 인체가 흡수할 수 있는 지방과 당의 양을 감소하도록 수정될 수 있게 할 것이다. 이것은 지방과 당의 일부에 다른 물질들을 대체하거나 인체가 음식 중 이들 구성성분을 소화하거나 흡수하지 못하도록 하는 나노 입자를 사용함으로써 가능할 수 있다. 이런 방식으로 나노산업은 비타민과 섬유가 강화된, 지방과 당 차단식 정크 푸드를 건강촉진 및 체중감량용으로 판매할 수 있을 것이다.

상호작용하는 ‘똑똑한’ 식품

크라프트와 네슬레 같은 회사들은 음식을 개인화하여 고객과 상호작용을 할 ‘똑똑한’ 식품을 설계하고 있다. 이것은 색, 향, 영양분을 수

요에 따라 변화시킨다. 크래프트는 잠재된 나노캡슐 안에 수백 가지 향들을 함유하는, 맛을 가지지 않은 드링크를 개발하고 있다.

가정의 마이크로웨이브 파장은 개인이 선택한 색, 향, 농도, 조직을 방출하도록 방아쇠 역할을 한다. ‘똑똑한’ 식품은 개인이 음식의 구성 요소들에 알레르기가 있을 때 해당 구성요소를 차단하는 것을 뜻하기도 한다. 또는 ‘똑똑한’ 식품 포장은 첨가적인 영양분을 사람들에게 방출할 수도 있다. 이 영양분은 특별한 규정음식의 필요를 가지는 것으로서, 예를 들면 골다공증을 앓는 사람에게 주는 칼슘 분자가 해당된다.

‘똑똑한’ 식품 포장과 식품 추적

나노기술은 식품 보존 기간까지 확장할 것이다. 마르스 주식회사는 이미 눈에 보이지 않으며 식용인 나노 포장지에 대한 특허권을 가지고 있다. 이 포장지는 음식을 싸는 것으로 기체와 습기의 교환을 방지한다. 스마트 포장(나노센서와 항 세균활성제를 함유)은 식품의 부패를 탐지하고 식품 보존기간을 확장하도록 나노-항 세균물을 방출할 수 있으며 슈퍼마켓이 판매전에 훨씬 더 긴 기간동안 식품을 유지할 수 있게 한다.

나노-센서는 인간의 눈에 보이지 않는 작은 칩을 식품 안으로 꽂아 넣은 것이며 전기 바코드로도 기능할 것이다. 이들은 신선한 음식을 포함해 방목장에서 공장, 공장에서 슈퍼마켓 그리고 그 이후의 경로까지 음식을 따라다니며 시그널을 방출할 것이다.

식품과 농업에서 나노기술에 대한 주요 관심은 무엇인가?

농업과 식품 생산에서 나노기술의 이용에 대한 관심은 식품생산의

한층 심화된 자동화와 식품 생산에서의 소외, 인간과 환경에 대한 심각하고 새로운 유독성, 먹이사슬의 각 단계에서 나노 감시 추적에 따른 사생활 침해와 연관된다. 나노기술의 위험으로부터 대중과 환경을 보호하는 법을 도입하지 못한 정부야말로 가장 심각한 관심사이다. 농업에서 나노기술은 효율과 생산성을 개선할 수 있는 다음의 전제위에 기하고 있다. 그것은 씨앗의 원자들을 재배열하고 더 강력한 화학물을 투입하며 농장 상태에 대해 인간 기반적 감시가 아니라 전자적 감시를 따르는 하이테크놀로지 감시를 사용하며 식물 생장을 위해 투입물을 자동화시키는 것이다.

음식 처리에 나노기술을 적용하는 것은 인간이 식품의 맛, 조직, 외양, 영양분, 수명을 원자적 수준에서 조작하여 개선할 수 있음을 가정하고 있다. 이것이 더 안전한 식품이 될지에 대해서 많은 논의가 있어 왔다.

이 가정들은 인간이 자연세계를 원자를 썬아서 다시 구성하여 더 나은 결과를 얻는다는 결합 어린 신념 위에 근거하고 있다. 이것은, 우리가 양자역학처럼 상당히 예측할 수 없는 과정과 힘을 다루고 있을 때조차 우리 행동의 결과를 예측할 수 있다고 가정한다. 불행히도 역사는 우리에게 복잡계의 결과를 예측하는 것은 매우 힘들다고 말한다. 캔 토드라는 독성 두꺼비나 스포츠를 위해 토끼와 여우들을 도입하는 것 같은 생물학적인 통제에서 말미암은 재앙들을 목격한 바 있다.

역사에는 CFC, DDT와 석면같이 예전에는 경이롭다고 칭송한 물질들이 있었지만, 이들에 대해 일찍부터 경고 신호를 받고 인류가 반응하지 않았을 때 생긴 막대한 건강상, 환경상의 문제가 일어난 사례들이 널려있다. 이것은 나노입자의 유독성과 관련한 경고신호를 매우 심각히 고려해야 한다고 우리에게 말하고 있는 것이다. 나노입자가

인간과 환경에 유독한 큰 입자들보다 더 반응성이 있고 운동성이 있으며 유독성이 있다고 말해주는 유독성관련 문헌들이 아직은 적지만 점차 증가하고 있다.

예비적 과학연구는 많은 유형의 나노입자들이 산화 스트레스를 증가시킬 수 있음을 보였다. 이들 산화 스트레스는 암, DNA 변이, 세포의 죽음으로 이끌 수 있는 자유 라디칼 형성을 초래할 수 있다. 탄소 나노입자인 풀로린(순수한 탄소의 또 다른 존재 형태를 알려진, 새장 같이 생긴 탄소 분자들의 총칭-역자 주)은 라지마우스 배스(입이 큰 북미산(産) 송어의 일종-역자 주)에 뇌손상을 유발한다는 것이 발견되었다. 이 생물학적 증은 생태 독성 효과를 정의하는 모델로서 규제 단속기관이 허용한 중이다.

2004년도 보고서에서 영국 왕립협회는 나노 유독성의 심각한 위험을 인식하고 다음과 같이 권고하였다. “나노입자의 형태 안에 있는 구성요소들은 제품으로 사용하도록 허락되기 전에 관련된 과학 조언단체로부터 충분한 안전성 평가를 받아야 한다.” 이런 경고에도 불구하고 왕립협회 보고서 발간 후 2년 동안 소비자 제품에서 나노물질을 사용하는 것을 관할하는 법은 아직도 존재하지 않는다. 이 법은 제품들을 사용하는 대중에 해를 유발하지 않으며 이들을 생산하는 노동자에게도 또는 폐기된 나노 제품들이 방출되는 생태계에도 해를 주지 않음을 보증하는 것이어야 한다.

식품 포장에서 나노 감시의 사용은 사생활관련 새로운 관심사를 이끌어낼 것이다. 식품 산업계가 나노 추적하는 것이 증가하면서 방목장에서 공장으로, 슈퍼마켓과 당신의 저녁 식탁으로 식품이 이동하는 것을 추적할 능력이 생기게 된다. 이것은 새롭고도 심각한 사생활 문제를 불러일으킨다. 걱정스럽게도 나노식품과 농업제품들이 슈퍼마

켓과 환경으로 방출되므로 전 세계 정부들은 나노기술의 위험을 관리할 법안을 이제라도 상정해야 한다.

건강한 식품 미래를 위한 투쟁 – 나노기술의 대안은 무엇인가?

우리 식품과 기술적 미래는 어떠할까? 우리는 식품공급을 통제하기 위한 서사적인 전쟁터 안에 있다. 기업의 소유권과 공동체의 소유권, 세계화에 따른 것과 현지의 것, 작은 것과 대량의 것, 가공처리된 것과 건강에 좋은 것이 존재한다. 이들 각 쌍은 우리가 택일해야 할 패러다임들이다. 건강하며 전체론적인(holistic) 농업을 촉진하는 핵심적 방법은 우리가 구매 선택을 통해 이들을 지원하는 것이다. 인증된 자연식품은 당신을 더욱 건강하게 하고 더 나은 환경을 주며 나노에서 자유로운 식품 미래를 지지하는 방식을 제공한다. 개인적으로 제품을 고려하여 자연식품을 구매하거나 나노기술을 사용하지 않는다고 말하는 기업체 제품을 구매하라.

건강한 식품 미래를 창출하는 것을 돕는 많은 방식들이 존재한다. 농부의 가게에서 상품을 사거나 직접 농부에게서 상자 단위로 구매하라. 유기농 가게나 슈퍼마켓의 자연식품 코너에서 구매하라. 공동체의 정원을 결합하거나 당신의 정원에서 출발하는 것을 고려하라. 유치원이나 학교에서 자연식품 주방을 위한 정원을 추진하라.

제품의 라벨을 읽고 관심과 흥미를 가져라. 당신의 친구와 가족들에게 당신에게 가장 논점이 되는 식품 문제에 대해 이야기하라. 제품에서 나노기술을 사용하는데 당신이 관심을 지니고 있다는 것을 1,800개의 피드백 라인을 통해 회사들이 알게 하라. 당신의 지역구 의원에게 설계된 나노 요소가 라벨이 붙어서 구매를 할 때 알고 선택

할 수 있도록 하는 제품을 보길 원한다고 말하라.

주류 미디어와 연구 및 교육협회가 토론하는 식품관련 정치활동을 보는 것은 매우 흥미롭다. 그러나 슈퍼마켓에는 설계된 나노 구성요소를 함유하며 라벨이 붙지 않은 제품들이 존재하는 반면에 나노기술은 단지 어떤 주목을 얻는 출발기에서 있다.

대중과 환경건강을 보호하는 적절한 법규정이 없으며 기업이나 대중의 돈이 원자 수준에서 식품을 조절하는 장기적 결과를 보는데 소비되고 있지도 않다. 법규정이 단속하지 않는 해당 위험이 있는 유전적 처리를 도입하는 것과 이런 측면의 유사성은 소름끼칠 정도이다.

우리는 유전처리만큼이나 나노기술에 대해 정치적으로 활발해야 한다. 나노기술의 사용에 대해 법제화한 모라토리엄(일시적 정지)을 얻는 것이 핵심적이다. 이것은 우리가 인간과 환경의 건강을 보호할 적절한 법규정적 시스템을 구비할 때까지 그리고 나노기술의 도입과 관련하여 의사결정 함에 있어서 순수한 대중의 참여를 갖출 때까지 이루어져야 한다.

우리는 힘들게 벌어들인 세금을 정부가 자연식품 부분을 지원하는데 투입하도록 확실히 해두어야 한다. 우리 모두는 함께 기업 이윤이 아니라 공동체로 가는 건강한 식품 미래를 창출할 수 있다. (끝)

• 이 글은 저자의 동의를 얻어 2007년 5월 4호 "클린 푸드 오거닉(청정 자연식품)"에서 발췌한 것입니다(www.nano.foe.org.auy 참조)

저자 | **조지아 밀러** | 지구 나노기술 프로젝트 후원회의 조정자

저자 | **스코트 키니어** | 호주 생물학 농부 및 존자연식품 소유자 협회의 이사

역자 | **이영수** | 고려대학교 화학과를 졸업한 후 고려대학교 과학대학원 과학철학 석사 과정을 수료했다. 현대 과학기자협회 논문 번역과 한국과학문화재단 차세대 중고등 과학교과서 기획에 참여하고 있으며, 과학도서 기획자이자 과학전문 프리랜서 번역가로서 과학대중화를 위해 노력하고 있다.