



국가나노기술 로드맵과 식품나노기술 현황

National Nanotechnology Roadmap and Present Food Nanotechnology

조 용 진
Yong-Jin Cho

한국식품연구원
Korea Food Research Institute

서 론

과학기술이 한 나라의 국가 경쟁력을 이끄는 견인차 역할을 한다는 것에 이의를 제기하는 사람은 없을 것이다. 이에 따라 과학기술의 중요성을 너무도 잘 알고 있는 세계 각국은 국가적 차원에서 과학기술을 진흥시키기 위한 전략을 수립하여 집행하고 있다. 최근 과학기술부에서는 2007년도 미국, 일본, EU, 중국, 인도 등 세계 주요국의 과학기술정책에 관한 동향을 분석하여 10대 트렌드를 발표한 바 있다(1). 10대 트렌드를 구체적으로 살펴보면, 「중장기 계획 및 투자 방향 분야」에서는 '1. 고위험, 고수익 연구에 도전', '2. 과학기술, 삶의 질 제고에 주목', '3. 중국과 인도, 자주혁신국가로 부상', 「과학기술인력 분야」에서는 '4. 본격화된 과학기술인재 유치전', '5. 수학, 과학 교육의 중요성 대두', 「국제협력 분야」에서는 '6. 신흥경제국들과 손잡은 선진국', '7. 국제협력 최대 이슈, 기후변화 대응과 에너지', 「기술 분야」에서는 '8. 나노기술의 위해성 규제 강화', '9. 에너지기술 개발 투자 급증', '10. 우주개발 경쟁무대, 아시아로 이동' 등으

로 요약하고 있다.

여기서 기술 분야 중 나노기술이 차지하는 비중이 지대하다는 것을 짐작할 수 있다. 즉, 세계 각국의 2007년도 정책 동향에서 나노기술의 위해성 규제를 강화할 필요가 있다고 하는 것은 이미 나노기술의 개발성과가 상당한 수준에 이르고 있고 나노기술이 산업기술로서 21세기를 선도한다는 인식이 깔려 있음을 알 수 있는 대목이다.

이미 잘 알려진 바와 같이, 미국이 2000년 1월, 제 1기 NNI(National Nanotechnology Initiative)를 발표한 이래로 세계 주요국에서는 나노기술개발을 국가적 전략과제로 채택하여 추진하고 있다. 우리나라도 나노기술개발 정책을 수립하여 추진함에 있어 세계적 동향과 같이 하고 있다. 한국은 2002년 12월 '나노기술개발촉진법'을 발표하였고, 이어서 2003년 6월에는 시행령을 발표하여 나노기술 육성을 위한 법적인 근거를 확립하였으며, 국가차원의 나노기술정책을 지속적, 체계적으로 추진하기 위해 범정부 차원의 중장기 정책을 수립하여 추진하고 있다(2, 3).

이에 비해, 나노기술을 식품 분야에 응용하는 소위

*Corresponding author: Yong-Jin Cho, Head, Food Nano-Biotechnology Research Center, Korea Food Research Institute, 516 Baekhyundong, Bundang-gu, Seongnam 463-746, Korea
Tel: +82-31-780-9136
Fax: +82-31-780-9257
E-mail: yjcho@kfri.re.kr

‘식품나노기술’은 태동 시기부터 타 분야에 비해 다소 늦었다는 것을 부인하기가 어렵다. 사실, 식품 분야에 서 나노급 기술의 연구는 오래 전부터 이루어져 왔음 에도 불구하고 식품나노기술의 개념 정의, 연구범위 설정, 응용분야 제시, 파급효과 분석 등은 최근에 들 어서 활발히 논의되고 있다. 국제적으로 관련전문가들 이 모여서 독립적 행사로 개최한 최초의 식품나노기 술 학술회의는 ‘Nano4Food Conference 2005’라고 할 수 있다. 이어서 미국 IFT는 2006년도에 정기학술 회의의 ‘Post-Conference’ 행사로서 ‘International Food Nanoscience Conference’를 개최한 바 있다. 이와 같은 식품나노기술과 관련된 초기의 종합학술회 의에서 다룬 주요 의제는 식품산업응용, 나노식품, 식 품품질과 안전, 규격 및 소비자 신뢰, 식품가공, 식품 포장 및 유통, 영양전달, 나노기술의 편익, 나노기술의 위해성 및 규격 등이었다(2, 3).

이제 나노기술은 분야나 국가에 상관없이 전 세계적 으로 관심의 대상이 되고 있다. 우리나라에서도 나노 기술개발사업은 국가적 전략과제로 다루어지고 있으 며, 이미 국가나노기술 로드맵이 일부 작성되어 제시 된 상태이다. 이러한 로드맵에서 식품나노기술의 비중 이 점차 확대되고 있다는 것은 매우 고무적인 일이다. 나노기술개발과 관련하여 미국, 일본, EU, 한국 등 주 요국의 정책에 대해서는 이미 소개한 바 있어(3), 여 기서는 우리나라의 국가나노기술 로드맵을 중심으로 나노기술의 전반적인 기술개발 추이를 살펴본 후, 식 품나노기술의 현황에 대해서 살펴보고자 한다.

국가나노기술 로드맵

2008년 1월 17일에는 국가나노기술 로드맵에 관한 공청회가 개최된 바 있다(4, 5). 로드맵의 작성은 “나 노기술분야의 종합적인 기술지도를 5년마다 작성하고, 이를 관계중앙행정기관의 장에게 통보하여야 한다”는 나노기술개발촉진법의 시행령 제5조에 근거하여 이루 어지고 있다. 우리나라에서 제1기 ‘나노기술종합발전 계획’은 2001년부터 2005년까지 집행되어 많은 성과 를 내었으며, 지금은 제2기 ‘나노기술종합발전계획 (2006년~2015년)’이 수행되고 있다. 이러한 때에 나

표 1. 국가나노기술로드맵에서의 기술 분류

대분류	중분류
나노소재, 환경, 에너지 기술 분야	기반 나노소재
	계층구조 나노소재
	구조기능 나노소재
	나노소재 산업적 응용분야 (IT, ET, 에너지, 기타)
나노소자 기술 분야	단전자 소자
	RRAM 집적화 기술
	PRAM 집적화 기술
	플로팅 게이트 메모리
	나노 센서 소자
	인쇄 소자
	나노 광소자
	나노 자기 소자
	나노 분자 소자
	나노 양자 소자
나노바이오 기술 분야	검지 및 정제
	치료 및 임플란트
	정보
	에너지
	극한제어 및 분석
	생필품
	농림
	수산
	종합나노바이오 기술 - 암 정복용
	안전성, 영향평가 및 표준화
나노공정, 장비, 측정 기술 분야	나노 patterning
	나노 박막 증착
	나노선
	나노접
	나노 식각
	저차 대면적 공정
	나노화학, 구조분석
	나노역학 특성분석
	자기조립 공정
	나노 광 특성
	나노 전기적 특성
	SPM 기반 측정

출처: 나노기술연구협의회, 나노산업기술연구조합. 2008. 국가나노기술 로드맵 공청회(2007년~2020년). 공청회 자료집, 과학기술부

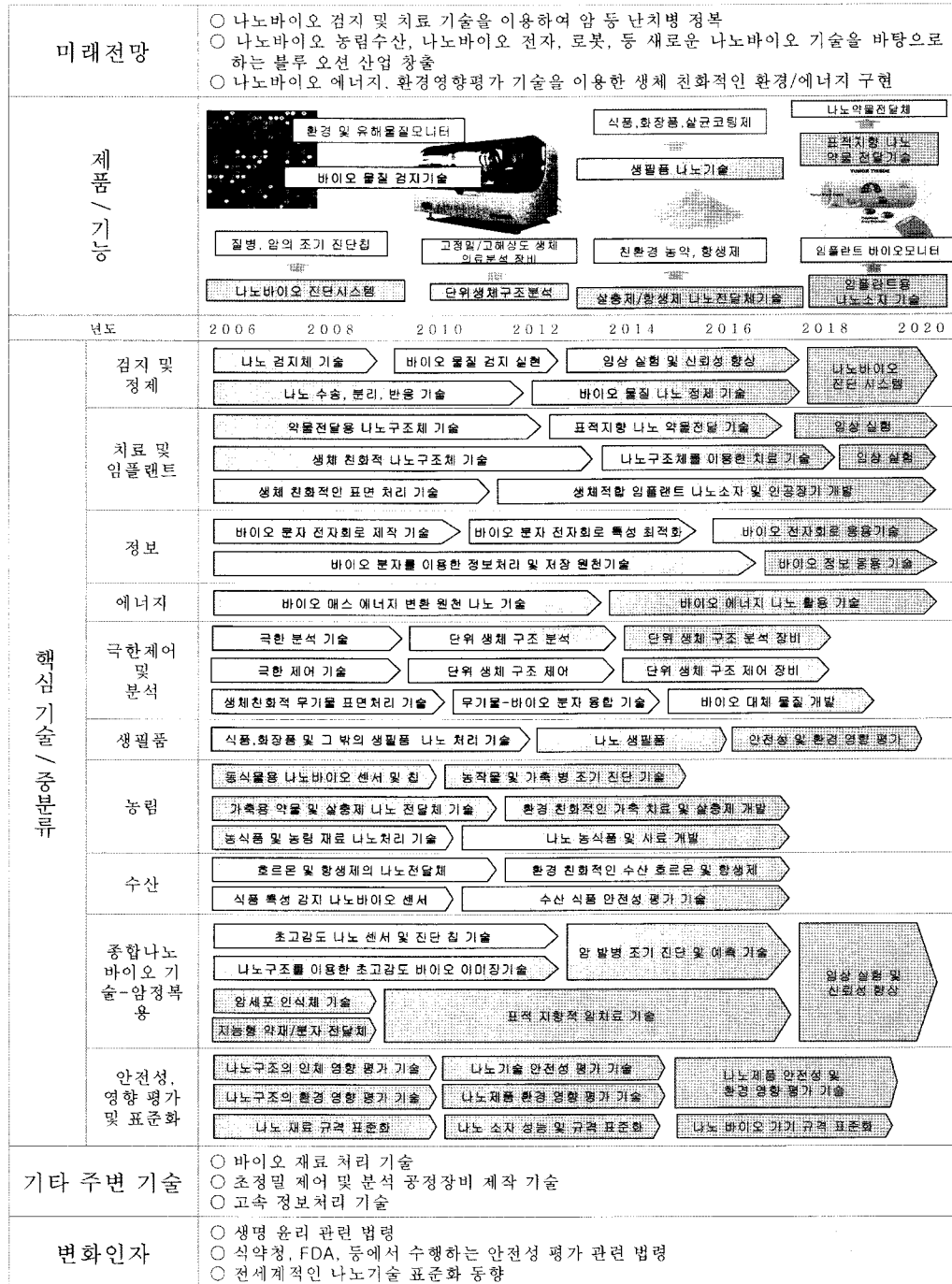


그림 1. 나노바이오 기술 분야의 나노기술 로드맵(출처: 나노기술연구협의회, 나노산업기술연구조합, 2008. 국가나노기술 로드맵 공청회(2007년~2020년). 공청회 자료집, 과학기술부)

노기술종합발전계획을 보다 효과적으로 수행하기 위한 전략적 계획이 절실하게 되어 2단계 국가나노기술 로드맵(2006년~2008년)을 작성하게 된 것이다. 2단계 로드맵 작성사업에서는 1차년도와 2차년도로 구분하여 이루어지고 있다. 1차년도에는 대분류/중분류 수준의 로드맵을 작성하고자 했던 바, 분야의 정의, 범위, 분류에 관한 작업을 수행하였고, 분야별 나노기술의 비전과 목표를 설정한 후 분야별 기술로드맵을 작성하였다. 2차년도에는 세부기술별 로드맵을 작성한 후 통합 로드맵을 완성할 계획을 가지고 있다.

국가나노기술로드맵에서는 나노기술의 대분류로서 '1. 나노소재, 환경, 에너지 기술 분야', '2. 나노소자 기술 분야', '3. 나노바이오 기술 분야', '4. 나노공정, 장비, 측정 기술 분야' 등으로 구분하고 있다(표 1). 각각의 대분류 기술에 포함된 중분류 기술을 살펴보면, 「나노소재, 환경, 에너지 기술 분야」 대분류 기술에는 '1) 기반 나노소재', '2) 계층구조 나노소재', '3) 구조 기능 나노소재', '4) 나노소재 산업적 응용분야(IT, ET, 에너지, 기타)' 등 4종의 중분류 기술이 구분되어 있다. 「나노소자 기술 분야」에는 '1) 단전자 소자', '2) RRAM 집적화 기술', '3) PRAM 집적화 기술', '4) 플로팅 게이트 메모리', '5) 나노 센서 소자', '6) 인쇄 소자', '7) 나노 광소자', '8) 나노 자기 소자', '9) 나노 분자 소자', '10) 나노 양자 소자' 등 10종의 중분류 기술이 있으며, 「나노바이오 기술 분야」에는 '1) 검지 및 정제', '2) 치료 및 임플란트', '3) 정보', '4) 에너지', '5) 국한제어 및 분석', '6) 생필품', '7) 농림', '8) 수산', '9) 종합나노바이오 기술-암 정복용', '10) 안전성, 영향평가 및 표준화' 등으로 구분되어 있다. 마지막으로, 「나노공정, 장비, 측정 기술 분야」에는 12종의 기술이 중분류로 구분되어 있는데, '1) 나노 patterning', '2) 나노 박막 증착', '3) 나노선', '4) 나노점', '5) 나노 식각', '6) 저차 대면적 공정', '7) 나노화학, 구조분석', '8) 나노역학 특성분석', '9) 자기조립 공정', '10) 나노 광 특성', '11) 나노 전기적 특성', '12) SPM 기반 측정' 등이 여기에 속하는 중분류 기술들이다. 국가나노기술 로드맵 상에서 식품 분야와 직접적으로 관련된 대분류 및 중분류 기술은 '나노바이오 기술 분야의 '생필품', '농림', '수산',

'안전성, 영향평가 및 표준화' 등이다(그림 1).

식품나노기술 현황

국가나노기술 로드맵을 작성하기 위해 미래 환경에 대한 시나리오를 그려본 것 중에서 식품나노기술과 관련된 부분을 소개하면 다음과 같다(4).

○ 나노바이오 생필품

■ 미래환경 시나리오

- 나노 생필품 분야의 경우, 고령인구 증가, 쾌적한 삶(well-being)에 대한 다양한 요구 증가, 개인 맞춤형 선호 등 국내외 사회·경제적 상황변화에 따라 나노바이오 기술의 적용대상이 가전·의류·화장품 등의 일반생필품으로 폭발적 증가되고 개발 제품의 시장성 증대가 예상된다. '나노' 입자가 사용돼 뛰어난 항균 효과를 발휘한다는 냉장고와 세탁기, 나노입자로 코팅돼 유해한 환경호르몬으로부터 어린이를 보호할 수 있다는 젖병, 나노입자에 생리활성 물질이 담겨 있어 주름개선 효과가 뛰어나다는 나노화장품까지 다양한 제품이 나타날 것이다. 생활가전제품이나 생필품에 사용된 나노기술은 항균·살균·흡수를 돕는 단편적인 초미세 기술을 일컫지만 실제 나노기술이 구현된 미래모습은 우리가 상상할 수 있는 그 이상의 것임에 틀림없다.
- 나노 식품 분야의 경우, 나노 크기의 첨가물들을 포함하는 식품과 영양제는 이미 상업적으로 가능하다. 많은 기업들은 이미 식품과 영양소의 전달, 식품 가공, 포장, 운반 등의 과정에 나노기술을 적용하기 위하여 연구개발을 수행하고 있다. 이러한 나노 기술이 도입되면 식품 유통단계 뿐만 아니라 식품 유통에 종사하는 사람들에게도 영향을 미칠 것이다. 원자단위의 조작을 통한 식품에 대한 논쟁이 활발해지면서 나노 식품의 안정성에 대한 사회적인 공감대가 큰 이슈가 될 전망이다.
- 나노기술이 식품과 접촉함으로써 흡수성, 생

리활성 등이 획기적으로 개선된 건강기능식품이 개발될 것이며 well-being 시대에 시장성 증가는 물론 의료수가 절감에도 크게 기여할 것으로 예측된다.

- 미래 나노바이오 식품은 맛, 향 등이 개인 맞춤형으로 개발되어 현재의 사고로는 예측할 수 없는 제품 개발이 이루어질 것이며, 영양분을 고농도로 저장함은 물론 식품 체내 전달도 인위적으로 조절되어 tablet 하나로 하루 식사를 대체하는 식품도 개발될 것이다.

■ 관련 제품의 예

- 나노입자 식품: 생리활성물질들을 나노입자화 하여 체내 흡수율이 획기적으로 증가됨은 물론 인체 특정 부위에서 선택적으로 흡수되는 기능성 식품이 개발될 것이다.
- 개인 맞춤형 스마트 식품: 맛, 향, 색 등을 개인의 기호에 따라 맞춤형 나노바이오 식품이 개발될 것이다. 예를 들면 Heinz사에서 나노캡슐을 이용 수천-수만 종류의 맛, 향, 색 등을 갖는 스마트 드링크를 개발하고 있다.
- 고농축 나노바이오 식품: 나노캡슐에 고농축 영양분 및 delivery 기능을 갖는 1일 1회 복용식 사용 tablet 식품이 개발될 것이다.
- 기타 나노식품:
 - 나노 크기의 카로테노이드, 라이코펜 (BASF: 생체 흡수율, 저장수명의 증가)
 - Nutralease : 반응성 있는 성분을 운반하는 나노 크기의 자가조립형 캡슐
 - Royal Body Care : 영양 보충제(Nanoceticals)
 - BioDelivery Science International(BDSI) : 콩으로부터 유도된 나노 입자
 - LNK Chemosolutions : 식품분자의 향미와 향기를 유지하는 나노폴리머 캡슐
 - Nestle : 마가린, 아이스크림, 버터 등 콜로이드 상에 사용되는 영양전달캡슐
- 나노바이오 농림
 - 미래환경 시나리오
 - 지구환경을 보존하며, 80억~100억의 인구가

소비하는 식량을 충당하며, 소비자들의 건강을 지킬 수 있는 저농약, 고영양, 고기능 농산물의 생산과 이를 기반으로 하는 식품산업이 부각될 것이다.

- 나노바이오 기술을 통하여 분해성이 크지만 효과적인 농약 및 살충제의 살포 및 전달이 가능해져서 농작물 재배 및 화훼 농가에 큰 도움을 줄 것이다.
- 아울러, 비교적 싼 가격으로 이들 농산물의 질을 모니터링하는 것이 가능해질 것이다. 이로써 국가기관뿐 아니라 민간단체들의 단속과 검사가 지속적으로 그리고 대단위적으로 이루어질 것이다.

■ 관련 제품의 예

- 나노구조체를 이용한 농약 및 살충제의 캡슐화: 향진균, 항박테리아, 항바이러스를 포함한 농약과 해충을 박멸하는 살충제들 중에는 효능은 크지만 물에 분산시키기 어렵거나 너무 빠른 시간내 분해가 일어남으로써 사용이 제약을 받거나 너무 많은 양을 살포함으로써 작업자에게 위해를 가하거나 소비자에게까지 문제를 일으키는 경우가 있는데 적절한 구조의 나노구조체를 통하여 이들을 살포한다면 많은 문제점이 해결될 것이다.
- 나노바이오 진단 기술을 이용한 식물 및 가축의 병을 조기 진단: 나노바이오 센서, 진단 시스템 등 고감도 검지 기술을 이용하여, 가축의 병을 조기 진단하여 이를 치료할 수 있게 될 것이다.
- 나노센서를 이용한 농산물의 안전성 모니터링: 특히 유전자, 박테리아, 바이러스를 간편하게 효과적으로 검출할 수 있는 센서의 등장으로 인하여 농산물의 안정성 및 유전자 변형유무를 확인하고, 식당에서 제공하는 음식들에 대한 검사가 광범위하고 routine하게 이루어질 것인데 이중 일부는 법률에 의하여 요구될 것이며, 다른 부분은 민감한 개인, 시민단체, 유통업체들에 의하여 시행될 것이다.

◦ 나노바이오 수산

■ 미래환경 시나리오

- 팽창하는 인구로 인해 포화상태에 이른 지구를 보호하고, 많은 인구가 소비하는 식량을 충당하며, 소비자들의 건강을 지킬 수 있는 고영양, 고기능 수산물의 생산과 이를 기반으로 하는 식품산업이 부각될 것이다.
- 양식 어류의 성장을 촉진하고, 건강하게 만들며, 폐사를 막도록 각종 약물처리 및 환경제공이 가능할 것이다. 이러한 발전은 축산 및 산림사업으로도 확장이 될 것이다.
- 아울러, 비교적 싼 가격으로 이들 수산물과 식품의 질을 모니터링 하는 것이 가능해질 것이다. 이로써 국가기관뿐 아니라 민간단체들의 단속과 검사가 지속적으로 그리고 대단위적으로 이루어 질 것이다.

■ 관련 제품의 예

- 호르몬 및 항생제의 나노전달체: 양식어장에서는 어패류의 성장을 촉진하고 건강하게 키우며 폐사를 막기 위해서 지속적으로 호르몬과 항생제를 사용하고 있는 바 이들의 사용 빈도와 양을 획기적으로 낮출 수 있는 나노구조체의 활용이 일반화될 것이다. 아울러, 적조 발생과 같이 제어 및 예측하기 힘든 환경변화도 큰 문제인데 이들 발생을 억제하거나 독소를 제거해 주는 나노흡착체 등의 개발은 양식의 생산성을 높이고 수산기업의 안정성을 높여 줄 것이다.
- 나노센서를 이용한 수산물의 안전성 모니터링: 나노센서를 이용하여 수산물/식품의 안전성 및 유전자 변형유무를 확인하고, 식당에서 제공하는 음식들에 대한 검사가 광범위하고 routine하게 이루어 질 것이다.

- 나노바이오 안전성, 영향 평가 및 표준화(나노구조의 안정성, 독성 등 나노 기술이 인체나 환경에 미치는 영향을 평가하고 나노 기술을 표준화하기 위한 기술)

■ 미래 환경 시나리오

- 고령인구 증가, 쾌적한 삶에 대한 다양한 요구 증가, 개인 맞춤형 선호 등 국내외 사회·경제적 상황변화에 따라 나노바이오 기술의 수혜 대상의 폭발적 증가와 개발 제품의 시장성 증대가 예상된다.
- 이렇듯 나노기술이 다양한 분야에 응용됨에 따라 나노물질이 갖는 독성을 비롯하여, 나노기술이 환경에 미치는 전반적인 영향이 환경문제로 대두되고, 나노물질의 안전성, 환경에 미치는 영향 등이 국가기관에 의해 엄격히 관리된다.
- 또한, 나노기술로 만들어진 여러 기기들의 성능을 평가하기위한 국가 표준화 시스템이 확립되게 되고, 이러한 국제적인 나노기술 표준화 기준 확립과정에서 이를 자국에 유리한 방향으로 이끌려는 국가 간의 경쟁이 치열하게 전개된다.

■ 관련 제품의 예

- 나노바이오 인체 위해도 데이터베이스: 나노바이오 기술을 이용한 의료영상 및 정보기기, 재활복지 및 치료기기, 인공장기 및 생체재료, 생체현상 계측기기의 고기능화, 비의료인/개인 사용증가에 대비하여, 개발 제품의 성능구현 시험과 생체영향 및 인체 안전성 평가를 더욱 공정하고 효율적으로 수행할 수 있는 국가적 평가시스템과 인체위해도 데이터베이스가 필요하다.
- 나노바이오 기술 의료기기 임상시험 프로그램: 신개념·신기술 의료기기의 임상적 유효성을 검증하기 위한 고품질의 임상시험환경이 조성되어야 한다. 나노바이오 기술의 특성을 반영한 임상시험 프로토콜, 임상시험 가이드라인, 임상시험관리 지침 등 선진국 수준을 능가하는 임상시험 체계와 인프라가 구축되어야 한다.
- 나노바이오 기술 국제 표준화 지원 프로그램: 나노바이오 기술기기와 기능성 나노재료의 기준 규격 개발과 국제 표준화를 선도하기 위한 나노바이오기술 표준화지원시스템이 필요하다. 나노바이오 기술제품의 제조공정 및 품질관리

를 국제 기준과 조화하고, 더 나아가 우리나라 나노바이오 기술규격을 국제표준으로 제정하여 기술적, 산업적 우위를 선점하기 위한 표준 연구 활성화 및 국제표준전문가 양성이 시급하다.

식품나노기술과 관련된 세계시장 규모는 공인된 통계는 아직 없으나 2006년도의 경우 70억 달러로 추정하고 있는데, 이는 전체 나노기술 세계시장 규모인 3,643억 달러의 2%를 점유하는 것이다. 아직 식품나노기술의 시장규모가 미미한 수준임에도 불구하고 매년 증가의 폭이 매우 큰 것으로 전망되어 2010년도 식품나노기술 세계시장 규모는 200억4천만 달러에 이를 것으로 보고 있다(표 2 & 3).

식품나노기술은 크게 식품나노계측기술 분야와 식품나노체기술 분야로 대별할 수 있다. 그림 2에서 보는 기술 계통도는 한국식품연구원에서 중기 계획을 수립할 때 작성된 것이다(6). 식품나노계측기술 분야는 식품위해요소 및 기능성 물질의 신속, 정밀 검출을 주요 목표로 하고 있으며, 식품산업의 특성상 실시간 또는 준실시간으로 현장에서 신속히 적용할 수 있는 기술을 개발하고자 하고 있다. 식품나노체기술 분야는 식품소재의 기능성과 안전성을 확보하기 위한 소재화 기술 개발을 주요 목표로 하고 있으며, 100 nm 이하의 크기를 갖는 식품소재의 친수성/친유성 능동제어, 색상제어, 가공적성제어 등에 관한 기술을 개발하고자 하고 있다. 또한, 식품나노기술은 식품의 기능성과 안정성을 극대화하는 식품전달시스템에 관한 기술 개발

표 2. 생명공학과 나노기술 분야의 세계 및 국내 시장규모 전망 (단위: 억 달러)

기술분야	2002	2003	2004	2005	2006
생명공학 기술	3,094 (12)	3,292 (14)	3,503 (18)	3,732 (22)	4,240 (27)
나노기술	2,591 (50)	2,822 (74)	3,073 (111)	3,345 (167)	3,643 (251)
계	5,685 (62)	6,114 (88)	6,576 (129)	7,077 (189)	7,883 (278)

출처: 재정경제부 외 14부, 과학기술기본계획, pp 46 (2001)

* ()안은 국내 시장 규모

표 3. 식품나노기술 세계시장 규모

(단위: 억 달러)

연도	2003	2006	2010
세계시장 규모	20.6	70.0	200.4

출처: Nanotechnology in Food and Food Processing Industry Worldwide, Helmut Kaiser Consultancy (2004)

을 목표로 하고 있으며, 아울러 나노 수준의 식품소재가 갖는 독특한 건강기능성 및 안정성에 관한 평가기술을 포함하고 있다.

현재, 식품나노기술은 아직 태동기에 불과하지만 산업에서의 관심은 매우 큰 것으로 파악되고 있다. 21세기에 진입한 이후, 세계가 가장 주목하고 있는 기술 분야 중의 하나가 바로 나노기술이며, 전 세계적으로 나노기술의 개발은 치열한 경쟁 속에 이미 놓여 있기 때문이다. 나노기술은 배아기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기로 구분되는 기술발전 단계에서 아직 배아기에 머물고 있는 것으로 보고 있으며, 더구나 식품나노기술은 전체 나노기술 중에서 후발 분야에 해당한다. 최근 나노기술이 산업기술로 활용된 동향을 살펴보면 다음과 같다(7).

2000년도 Kraft사에서 15개의 대학과 국립연구소로 구성된 Nanotek 컨소시엄을 구성했을 때, 컨소시엄에 속해 있던 과학자 가운데는 식품과학자는 없었고 오히려 분자화학자, 재료공학자, 물리학자들로 구성된 정도로 식품분야에서 진행되는 나노과학 연계연구는

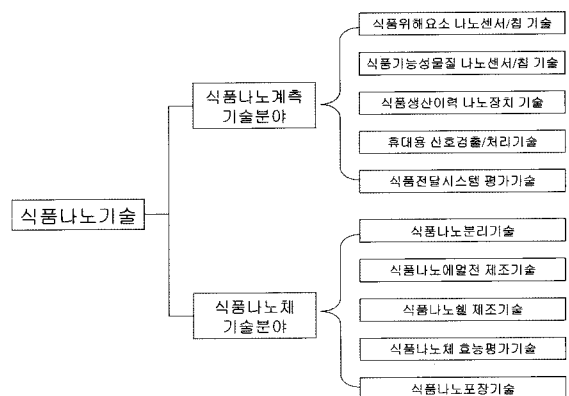


그림 2. 식품나노기술 계통도(출처: 한국식품연구원, 2007. 한국식품연구원 중기계획).

당시 극히 초기단계였다.

다국적 식품소재 생산기업인 BASF 사는 당근과 토마토에 풍부한 오렌지 색깔을 띠는 카로티노이드라는 식품첨가물의 나노 버전의 제품을 개발했는데, 나노규모로 개발된 이 제품은 몸속에 들어가서 체내 흡수가 잘 되며 체내에서의 잔류 수명이 길어진 것 등이 특징이라고 하였다. 기존에 이미 안정성이 확보된 식품 혹은 식품첨가물로 이루어진 나노 크기의 신제품에 대한 안정성 문제는 계속해서 논의가 되어야 하는 중요한 문제이지만, 나노 버전으로 합성된 카로티노이드(제품명: Lycopene)는 FDA에 시장판매를 통보한 상태이다.

나노 수준의 TiO_2 소재를 함유한 포장용기는 백색을 띠지 않고 투명해졌으며, 자외선을 차단하는 추가 기능이 발생하는 등 그 응용성이 넓어졌다. SiO_2 도 천연 식용물질에는 존재하지 않지만 FDA에서 승인한 식품첨가물로서 나노 소재로서의 활용기술이 소개되고 있다.

Mars 사는 무기물 코팅을 한 식용상품에 관한 미국 특허를 1998년도에 획득하였던 바, 이러한 코팅으로 제품의 흡습과 산소접촉이 방지되는 효과를 얻었다.

식품에 응용된 나노기술의 예로서, 점토로 이루어진 나노입자가 함유된 Durethan이라 불리는 투명한 플라스틱 필름(Bayer 생산), 플라스틱 맥주병(Nanocor 제조), 항균성 식품나노 포장지(Kodak 개발), 식품병원균을 감지하는 나노입자 필름(Kraft와 Rutgers 대학, Connecticut 대학이 공동개발), 식품이 상하기 시작하면 보존료를 방출하는 지능포장지(네덜란드 연구진이 개발 중), 식품의 독성균을 감지하는 식품센서 등이 있다.

식품나노체 분야에서는 기능성 물질을 가용화, 포집, 캡슐화하거나 생물고분자 담체에 결합시키는 제조방법을 이용하여 나노에멀전, 나노리포솜, 나노디스퍼전 등의 식품소재화 기술이 소개되고 있다.

나노바이오기술 중에 나노계측과 연관된 "Bioanalysis and Biosensors" 분야에 직결된 연구개발은 크게 3가지로 분류할 수 있는 바, 시료 전처리 기술, 효과적인 표면고정화 및 신호 증폭을 위한 나노소재 기술, 검출 및 신호 증폭 기술로 구분된다.

식품나노계측 기술의 실용화를 위한 필수기술은 바이오 리셉터 설계 및 합성, 비특이 결합이 없는 표면 제조 기술, 고감도/고선택성 바이오 리셉터 고정화 기술, 재현성이 높고 저비용의 나노소자 제작기술 등이며, 유해균이나 병원균을 검출하기 위해 30분에서 1시간 이내에 분석이 완료되는 빠르며 휴대가 가능하고 일회용(disposable) 또는 semi-disposable 한 lab-on-a-chip에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

핵산 바이오엔지니어링 분야는 대표적인 bottom-up 나노기술로서 DNA나 RNA의 self-assembly 성질에 의해 특정 구조물을 형성하는 특성을 이용하여 nanowire, nanomembrane 등을 제조하는 기술로서 식품의 생산 이력관리, 유통 등의 분야에서 응용연구가 이루어지고 있다.

참고문헌

1. Korea Institute of Science & Technology Information. 2007년 해외 과학기술 정책 10대 트렌드. Nano Weekly 259호: 1-3 (2008)
2. 조용진. 식품나노기술의 최근 동향 및 향후 전망. 한국식품과학회 식품공학분과위원회 심포지엄, BEXCO, 부산 (2007)
3. 조용진. 식품나노기술의 현황과 전망. 산업식품공학 11: 145-152 (2007)
4. 나노기술연구협의회, 나노산업기술연구조합. 국가나노기술 로드맵 공청회(2007년~2020년). 공청회 자료집, 과학기술부 (2008)
5. Korea Institute of Science & Technology Information. 과학기술부, 국가나노기술로드맵(2007~2020) 공청회 개최. Nano Weekly 261호: 1-4 (2008)
6. 한국식품연구원. 한국식품연구원 중기계획 (2007)
7. 조용진, 김재호, 김종태, 김철진, 박현용, 이성욱, 허영덕. 미래수요 창출형 농림기술개발 전략연구: 제3권 농림나노응용 분야. 농림기술관리센터 연구보고서 (2006)