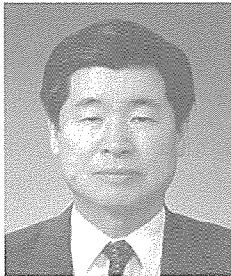


우수과학자 길러 기초자원 늘리고 개별기업 세계 속 일원 경쟁능력 키워야



楊興準

(LG화학 부사장/생명과학사업본부장)

2000년 6월 인간유전자서열 밝혀

지 지난 6월 26일 Human Genome Project팀과 Celera Genomics사(社)는 인간의 유전자 서열을 밝혔다고 공표한 바 있다. 1800년대 중반 멘델(Mendel)이 개체생물의 유전현상을 관찰하여 생물들의 종속보존현상을 과학의 영역으로 도입하였고, 1953년 왓슨(Watson)과 크릭(Crick)이 DNA의 화학구조를 밝혀 유전공학의 문을 연 이래 DNA가 내포하는 암호를 해독하려는 노력은 계속되어 왔다. 이제 DNA의 기본 구성단위인 염기의 서열이 밝혀져 우리 인류는 제노믹스의 시대를 맞이하게 된 것이다.

생명과학산업은 생명현상 즉 생명의 창조, 생성, 성장, 쇠퇴원리를 과학적으로 이해하여 인류의 복리를 증진시키는 산업분야라 할 수 있다. 생명과학산업이라고 말할 때 거기에는 생명현상을 자연과학 즉 물리와 화학의 방법으로 파악할 수 있게 되었다는 의미가 전제되어 있다. 그것은 DNA라고 하는 이 특별한 Molecule로 구성되어 있는 유전체(Genome)의 구조와 작용원리와 그 기능의 이해로부터 출발하는 과학이며 이와 같은 과학적 지식을 바탕으로 인류의 당면과제 해결에 응용하는 산업분야이다. 이렇게 볼 때 DNA의 기본 구성단위인 염기의 서열을 밝히는 일은 일의 시작에 불과하다고 할 수 있겠으나, 인류의 창조적 본능이 활개칠 수 있는 확고한 발판을 마련했다는 점에서 그것은 실로 엄청난 역사적 사건이라 할 수 있다. 이러한 일대(一大) 혁명적 사건을 계기로 우리 인류는 또 한번 도약할 수 있는 무한한 가능성의 시대를 맞이하게 된 것이다. 인류가 안고 있는 궁극적인 난제들 즉 식량, 자원, 환경, 건강 등의 문제에 대한 획기적인 해결이 가능시되며, 종래의 농업, 화학, 의

료, 제약, 에너지, 전산 등 상호간에 뚜렷이 구분되던 필수적인 여러 산업들이 그 경계가 무너지고 생명과학이라는 하나의 거대한 산업영역으로 수렴되는 시대를 맞이하고 있는 것이다. 결국 생명과학은 우리의 생활을 바꾸고, 우리의 산업형태와 산업구조를 바꾸고, 나아가 세계 경제에 엄청난 충격파를 몰고 올 것이다. 생명과학은 인류의 궁극적인 난제들에 대하여 획기적인 해결책을 제시하게 되겠지만 동시에 그것은 우리 인간들로 하여금 커다란 사고방식의 변화를 요구할지도 모른다. 생명과학의 중요성을 인식하고 생명과학산업을 어떠한 방식으로 육성, 발전시켜야 하는지 논의하는 일은 실로 중요한 일이라 할 수 있다.

생명과학산업을 육성, 발전시켜야 할 이유는 무엇보다도 인류의 생존과 지속적인 경제성장(Sustainable Growth)을 가능케 하는 유일한 대안이기 때문이다. 지금 인류가 안고 있는 문제는 근원적으로 경제성장과 인구증가에 기인된 것이다. 지구 온난화, 오존부재층, 쌓이는 폐기물, 석유자원의 고갈 등은 경제성장의 필연적 결과이며 현재

와 같은 속도로 인구가 증가한다면 멀지 않아 식량부족의 상태를 직면하게 될 것이다. 우리 인간은 또한 건강하게 오래 살고 싶은 욕망을 가지고 있다. 이러한 문제를 근원적으로 대처할 최선의 수단이 생명과학산업인 것이다. 이제 인간 유전체의 염기서열이 밝혀졌고 멀지 않아 더 많은 유전자의 모습이 밝혀질 것이다. 인간 유전체 뿐 아니라 많은 동식물과 미생물의 유전체의 모습과 작용원리가 밝혀질 것이다. 우리가 생물의 유전체를 얼마나 정확하게 이해하느냐에 따라 즉 제노믹스(Genomics)를 얼마나 잘 해내느냐에 비례하여 인류의 문제를 해결하는 능력이 증대될 것이다. 여기서 생명과학산업에 기대를 걸고 있는 분야를 몇가지 살펴보자.

〈농업생산성〉 농업경제학자에 의하면 2025년이 되면 인구는 80억으로 불어나게 되어 현재의 경작면적에서 최고의 수확을 한다고 하더라도 식량이 부족하게 될 전망이다. 방글라데시, 태국 등에서는 홍수기에 논이 침수하여 벼가 죽게 되어 수확을 결정적으로 감소시키고 있다. 제노믹스는 물에 잠기더라도 죽지 않는 벼를 창조하고 척박한 땅에서도 경작할 수 있는 벼를 창조할 수 있게 될 것이다.

〈영양과 건강〉 최근 스위스연방기술 연구소는 벼에 새로운 유전자를 삽입하는데 성공하였다고 보고되어 있다. 유전공학기술로 β -Carotene과 철분을 함유하는 쌀을 생산할 수 있게 된 것이다. 지구상에는 Vitamin A 결핍환자가 4억, 철분 결핍환자가 30억이 살고 있음을 상기할 때 이와 같은 유전자 변형기술은 인류의 영양과 건강에 지대한

공헌을 하게 될 것임을 이해할 수 있다.

〈제약과 의료〉 제노믹스(Genomics) 발전의 결과 우리는 질병과 노쇠의 원리를 훨씬 더 근원적으로 이해하게 되었으며 이에 대처할 의학의 개발이 한창 진행중이다. 각 개인별 유전정보는 맞춤형약·맞춤요를 가능케 할 것이며 임상시험을 효과적으로 수행할 수 있게 되어 의학개발의 기간과 비용을 획기적으로 줄이게 될 것이다. 기간세포기술의 발달로 여생을 불행하게 보내는 많은 치매 환자와 파킨슨씨 환자들을 치유할 수 있게 되며 이종(異種)간 핵이식기술의 발달은 우리들 각자가 장기를 예비적으로 성장시킬 유전자 이식동물을 한마리씩 보유함으로써 이식할 장기가 없어 목숨을 잃는 일이 없도록 할지 모른다.

〈생물공정〉 우리는 지금 엄청난 양의 화학제품(Chemical)과 플라스틱과 섬유를 화학합성방법으로 만들어 내고 있어 썩지 않는 폐기물로 고통을 받고 있다. 생물공정은 재생 가능한 원료를 활용하며, 태양에너지를 활용하고 탄산가스를 흡수하며 상온상압하에서 공정이 진행되며, 독성이 적은 부산물/폐기물을 수반하는 공정임을 우리는 잘 알고 있다. 누에가 명주실을 생산하고 고무나무가 고무를 생산하고 단풍나무가 시럽(Syrup)을 생산한다는 사실을 상기한다면 제노믹스의 발달로 인류가 필요로 하는 소재와 화학제품을 생산할 수 있는 생물체를 얼마든지 창조해 낼 수 있음을 알 수 있다. 생명과학기업중에는 한 무리의 유전자변형 염소를 길러 암 치료용 항체를 함유하는 젖 생산을

시도하고 있으며 이 염소들이 곧 수억 달러짜리 공장역할을 대행하기에 이르리라 한다. 결국 가축과 식물 그리고 각종 미생물이 그 동안의 화학합성공장을 대체할 날이 멀지 않았음을 알려주고 있는 것이다.

〈지식기반 산업〉 상기에서 제시된 몇가지의 예시만 보더라도 생명과학산업의 가능성은 무한함을 알 수 있다. 다른 한편으로 국민경제적 측면에서 또는 산업발전구조적 측면에서도 생명과학산업의 중요성이 강조되어야 한다. 그것은 생명과학산업이 R&D산업이며 전형적인 지식기반산업(Knowledge based industry)이기 때문이다. 산업혁명을 계기로 세상은 농경시대에서 산업시대로 바뀌었으며 우리는 지금 산업시대에서 지식정보화시대로 전환되는 신산업혁명(New industrial revolution)을 맞이하고 있다고 한다. 한편 국민경제는 개방화되면서 세계경제로 통합이 가속화되고 동시에 경쟁이 가속화되는 경향을 보이고 있다. 세계경제의 통합현상은 다른 말로 국제분업의 최적화현상으로 볼 수 있다. 이러한 세계경제의 통합과 국제분업의 구도가 종래의 산업자본주의시대에는 자원의 유용성을 기준으로 선진국은 자본집약산업으로 특화하고 개발도상국은 노동집약산업으로 특화하는 고전적인 형태를 취하였으나, 지식정보화시대를 맞이하여 무역과 투자의 장벽이 현저히 낮아지면서 자본과 노동의 이동이 자유로워졌고 국가간의 분업의 기준 또한 지식의 유용성으로 바뀌게 된 것이다. 어떤 특정산업의 성과는 무관하게 거의 모든 산업에 걸쳐 저속된, 저지식의 저부

가가치 활동은 개발도상국에 입지하고 고속권, 지식집약적인 고부가가치 활동은 선진국에 집중되는 새로운 국제분업구도가 형성되고 있는 것이다. 지식기반산업이란 산업사회의 전형인 철강산업, 자동차산업 등과는 달리 자본과 노동보다 지식을 더 중요한 생산요소로 하는 산업을 의미한다. 생명과학산업은 필연적으로 지식정보화시대에 적합한 지식기반산업으로서 이 산업을 얼마나 발전시킬 수 있느냐 하는 것은 우리나라 경제가 지속적으로 성장하면서 세계 경제의 한 부분으로서 선진국의 역할을 담당할 수 있게 되느냐 여부를 결정짓게 될 척도가 될 것이다.

생명과학산업은 세계적 산업

우리나라 생명과학산업의 육성 방안에 대하여는 그동안의 워크숍(2000. 7. 19일자 과학기술정책연구원 편집회의 자료), 심포지엄(2000. 10. 23일자 생명공학연구소 편집회의 자료), 조사보고서(2000. 9 산업연구원 연구보고서 - 대전시 생물산업기반구축사업을 위한 방안 조사연구) 등에서 우리나라의 현황에 대한 검토와 다양한 육성방안이 제시된 바 있다. 여기서는 산업일선에서 느낀 점을 중심으로 생명과학산업의 운영과 육성과정에 고려할 사항들을 제시하고자 한다. 결론부터 얘기한다면 특정 산업의 육성을 위하여 1960년대 또는 1970년대 산업화 초기에 채택하던 방식으로 접근해서는 실효성을 기대하기 어려울 것이라 점이다. 당시는 근대산업이라곤 전무하다시피 낙후한 상태에서 외형적으로 선진국 산업의 국산화를 목표로 삼았

으며 정부의 기능도 비교적 단순하여 특정산업의 육성정책 같은 것이 어느 정도 실효를 거두었으나 이제는 사회가 복잡해지고 정부의 기능도 너무 다양해져서 도리어 정부의 기본적 기능— 즉, 치안, 조세, 공정거래, 환경보전 등—도 제대로 작동되지 않는 상황으로 바뀐 것 같다. 따라서 이제는 어떤 산업을 일관성있게 추진한다든지 여러 부처에 걸친 일의 업무조정을 위해서라는 명분으로 또 하나의 육성법이 생기고 부처가 생기는 것은 바람직하지 않다. 도리어 각 참여자가 본연의 역할을 적극적으로 확실하게 수행하면 생명과학산업은 저절로 발전하리라 믿는다. 즉 산업은 산업체가 스스로 할 일이고, 복지부는 국민의 건강을 위하여 농림부는 농업을 육성하고 식량증산을 하기 위하여 환경부는 우리의 환경을 보호하기 위하여 본연의 역할에 충실하여야 한다. 각 부처가 제 기능을 제대로 발휘하려면 관련 과학기술에 대한 연구가 필수적이며 따라서 생명과학산업은 자연스럽게 발전할 것이다.

〈세계적 산업(Global Industry)〉 생명과학산업의 특성은 무엇보다도 세계적 산업(Global Industry)라는 점이다. 생명과학산업의 대상이 되는 그 어느 제품이나 서비스도 그 시장의 크고 작고를 불문하고 세계적인 제품과 서비스의 개발을 목표로 삼아야 한다. 의약의 경우에서 알 수 있듯이 어떤 특정한 적응증을 위하여 개발된 제품 중 제일 효과가 좋은 제품만 팔리기 때문이다. 지금 우리나라 시장을 차지하고 있는 의약의 대부분이 외국 제품인 것을

미루어 봐도 세계적인 제품이나 서비스를 개발할 수 있느냐 없느냐에 따라 우리 시장을 다른 기업에게 내어주거나 우리 기업이 외국시장을 차지하느냐가 된다는 사실을 알 수 있다. 생명과학산업에 대한 능력을 비교할 때 국가 단위로 비교하여 우리나라가 미국이나 일본에 비하여 너무나 부족하다고들 하고 있다. 통계적 관점에서 각국의 현황을 일별하는 데는 국가를 단위로 비교할 필요가 있을지 몰라도 지식정보화시대에는 국가 단위보다는 개별 기업이 세계 속의 일원으로서 어떻게 다른 기업과 경쟁하고 협력할 수 있는 능력을 가졌는지가 중요하다. 미국이 무서운 것이 아니라 Celera Genomics라든가 Millenium Pharmaceuticals, Human Genome Sciences와 같은 생명과학기업이 무서운 것이다. 결국 세계적인 기업이 우리나라에서 얼마나 나오느냐의 문제로 귀결된다고 본다. 세계적인 생명과학기업이 되기 위하여는 신상품·신기술의 개발능력이 필수적이다. 첫째도, 둘째도, 셋째도 신상품인 것이다. 이러한 신상품을 개발할 수 있으려면 새로운 아이디어가 수없이 제시되어야 하며 이러한 새로운 아이디어의 창출은 창의적인 과학자들에게 의한 기초적인 연구개발 노력이 진행되는 가운데서만 가능하다. 즉 생명과학산업의 허부구조는 우수한 과학자의 공급체제와 이들이 기초연구 활동을 활발하게 할 수 있도록 풍부한 연구비를 공급할 수 있는 여건이라 볼 수 있다. 다시 말하면 생명과학산업의 육성방안의 문제는 과학자의 양성방안과 기초연구비의 조달방안으로 환원된다.

생명과학산업 관련 과학자의 양성은 물론 교육부의 소관이라 할 수 있겠으나 이에 못지않게 보건복지부, 농림부 및 환경부 등의 역할이 매우 중요하다. 이들 정부 부처들이 본연의 기능을 제대로 발휘하려면 엄청난 기초연구가 필요하며 이러한 기초연구를 대학과 연구기관에게 의뢰함으로써 많은 과학자가 양성될 수 있는 것이다.

그러나 현실적으로 발표되는 중앙 정부의 바이오산업지원 예산규모 (3천억원, <표 1> 참조)는 정부 총예산 (1백조원)의 0.3%에 지나지 않아 생명과학산업 육성방안에 관한 논의 자체가 무색할 정도이다. 참고로 미국 연방정부의 과학기술연구비(8백27억달러)는 정부 총예산(1조7천9백억달러, <표 2> 참조)의 4.6%에 달하고 이 중 생명과학관련 연구비의 중요한 파이프라인(Pipeline) 역할을 하고 있는 미국국립보건원(National Institute of Health) 예산규모(1백78억달러)만 해도 미국 연방정부총예산(1조7천9백억달러)의 1.0%에 달하고 있음을 볼 때 우리나라 정부의 총 예산규모는 미국에 비해 상대적으로 큰 규모(미국의 4.9%)인 반면 생명과학산업 관련 연구비는 최대한 높게 잡더라도 너무나 미흡한 수준(미국의 1.5%에 못 미침)이다. 정부의 예산편성 철학이나 그 내용을 알 수 없는 일이지만 우리의 생명과학산업의 환경이 얼마나 척박한 지를 단적으로 이해할 수 있는 대목이다. 생명과학산업의 경우 미국은 이미 확실한 기반을 갖추고 있고 우리는 이제야 시작 단계에 있다는 점을 고려하면 정부의 바이오산업 지원 예산규모를 획기적으로

<표 1> 주요 부처별 바이오산업지원 예산규모

(단위 : 억원)

	2000	2001(안)	증가율(%)
과학기술부	937	978	4.4
산업자원부	363	599	65.0
교육부	290	290	-
보건복지부	738	793	7.5
*기타 4개 부처	308	378	22.7
합 계	2636	3038	15.3

*기타 4개부처 : 생명공학연구소, 환경부, 해양수산부, 농촌진흥청
출처 : 한국경제(2000. 11. 2)

로 늘려야 한다는 사실을 알 수 있다. R&D에 기초를 두고 있지 않은 정부 기능이란 정부가 국민에게 후진국 수준의 공공서비스를 제공하고 있다는 의미로 해석될 수 밖에 없다. 정부가 세계적 수준의 공공서비스를 목표로 한다면 기초연구의 강화가 필수적이며 필연적으로 많은 과학자가 양성되고 산업기반이 조성될 수 있다. 생명과학산업이 세계적 산업이며 R&D 산업이며 지식기반산업임을 감안할 때 R&D 기반조성은 이 산업의 발전에 필수불가결한 요소가 된다. 앞에서 언급한 바와 같이 생명과학산업 관련 정부부처 즉 보건복지부, 농림부, 환경부 등이 선진국 수준의 공공서비스를 제공하기 위하여 R&D를 강화한다면 생명과학산업은 자연스럽게 발전하게 될 것이다.

벤처투기수단으로 악용 안되야

<벤처 육성> 첨단기술산업의 발전을 위하여 벤처를 육성하고자 하는 정부의 정책방향은 적절한 선택이라 여겨진다. 생명과학의 경우 벤처는 고급 과학인력을 산업 일선에 참여시키는 최

선의 방법이며 생명과학을 지식산업화할 수 있는 매우 효과적인 정책이라 할 수 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 생명과학산업은 그 분야가 너무 광범위한 반면 어느 한 세세한 부문이라도 전문적 과학지식이 없이는 그 내용을 이해할 수 없을 뿐 아니라 특정한 아이디어가 제품으로 구체화되기까지는 장기간에 걸친 R&D를 필요로 하므로 산업적 성격의 프로젝트에 대하여 정부의 특정부처나 보통의 금융기관이 타당성 여부를 판단한다는 것은 거의 불가능한 일로 보인다. 따라서 아이디어를 가진 과학자와 그러한 아이디어를 이해할 수 있는 투자자(Angel)가 힘을 합쳐 벤처를 만들고 아이디어가 개발되는 정도에 비례하여 더 많은 투자자들을 유치할 수 있는 제도를 잘 개발한다면 생명과학산업이 획기적으로 발전될 수 있을 것이다. 벤처 육성에 있어서 한가지 지적해야 할 사항은 벤처가 투기의 수단으로 악용되어서는 안 된다는 점이다. 벤처기업이 사업의 성격을 이해할 수 있는 소수의 투자자들에게 의하여 운영되는 단계까지는 큰 문제가 없겠으나 코스닥과 같은 대중상대

의 증권시장에 상장시키기 위하여는 엄격한 상장요건을 부여하여 투기의 대상으로 삼을 수 없도록 해야 할 것이다.

생명과학산업은 필연적으로 세계적인 신제품과 신기술의 개발을 지향하게 되므로 개발될 신제품과 제조공정에 대한 검정과 인허가 역량 또한 생명과학산업의 발전을 위한 필수적인 하부구조이다. 상기에서 여러번 언급하였지만 산업은 산업체가 스스로 운영할 일이지만 이 과정에서 요구되는 검정과 인허가는 정부의 몫이며 이 부분에 병목현상이 생기면 선진국의 검정과 인허가 프로세스를 감당할 수 있는 기업만이 생명과학산업을 추구할 수 있게 된다. 따라서 생명과학산업 활동이 광범위한 기업체들에 의하여 활발하게 진행되려면 정부의 검정 및 인허

가 역량이 제고되어야 하며 이를 위한 기초연구도 활성화되어야 할 것이다.

법제와 윤리적인 사항도 심사숙고되어야 할 정부 과제이다. 선진국에서 한창 문제가 되고 있는 유전자 변형작물(GMO : Genetically Modified Organism)에 관한 찬반 논란을 남의 나라 문제로 인식하고 있다는 것은 우리나라의 생명과학산업이 까마득히 뒤떨어졌다는 반증이다. 맞춤형약과 맞춤형료 서비스를 위하여 개발된 유전 정보가 직업선택의 자유에 방해가 되어서는 안될 일이며 유전자변형동물과 복제기술의 연구개발과 관련된 윤리적 문제 또한 적절한 법제가 요구되는 사항이다. 생명과학산업이 지식기반산업이라는 의미는 창조되는 생명과학 관련 지식의 소유권이나 사용권을 토지의 소유권과 사용권을 관리하는 수준

으로 관리할 수 있어야 한다는 의미를 내포하고 있으나 이에 대한 대비는 턱없이 미흡한 실정이다. 이러한 과제 해결 또한 선진국에 뒤떨어지면 우리의 생명과학산업도 선진국 수준에 이르기 어려운 일이다. 많은 사람들이 21세기를 정보통신의 시대·생명과학의 시대로 보고 있다. 정보통신기술은 인류에게 편리를 제공함으로써 우리 인간의 효과적인 활동의 도구로써 하부구조역할을 담당하게 되고 반면 생명과학은 건강, 식량, 에너지, 환경과 같은 인류의 근원적 과제해결을 목표로 삼는다. 이 산업을 발전시켜 산업시대의 산업구조로부터 지식정보화시대의 산업구조로 이행함으로써 지속적인 경제성장을 도모해야 한다. 그렇게 되어야 우리 경제가 국제분업구도에서 선진국 역할을 담당하여 세계 경제에 이바지할 수 있다.

그러나 생명과학산업을 육성하기 위하여 우리나라의 산업화 초기에 채택했던 정부주도의 산업육성정책은 실효성이 없을 것이다. 생명과학산업 자체의 특성상 인위적 육성의 대상이 되기 어려울 뿐 아니라 이미 방만해진 정부 기능에 또 다시 특정산업의 육성 기능을 더해서는 소기의 목적을 달성하기 어렵다. 산업체들이 고용을 창출하고 영리를 도모하는 본연의 목적에 따라 생명과학산업을 영위하고 정부 부처들은 각자 본연의 역할 즉 국민보건, 식량증산, 환경보호와 같은 기능을 적극적으로 확실하게 수행하면 관련 과학기술이 발전되고 그런 바탕 위에 생명과학산업도 자연스럽게 발전하게 될 것이다.

〈표 2〉 미국 국립보건원 예산

\$ Millions	1999 ^a	2000 ^b	2000 ^c	%change 2000-01
National Institutes	\$ 12,686	\$ 14,527	\$ 15,358	5.7%
Cancer	2,657	3,067	3,250	6.0
Heart, Lung & Blood	1,710	1,961	2,070	5.6
General Medical Sciences	1,171	1,317	1,389	5.5
Diabetes & Digestive & Kidney Diseases	976	1,119	1,186	6.0
Neurological Disorders & Stroke	868	996	1,050	5.4
Allergy & Infectious Diseases	768	881	935	6.1
Mental Health	740	846	893	5.9
Child Health & Human Development	676	770	811	5.3
Aging	598	684	722	5.6
Drug abuse	419	469	496	5.8
Eye	385	439	463	5.5
Environmental Health Sciences	381	435	461	6.0
Arthritis & Musculoskeletal & Skin Diseases	301	344	363	5.5
Human Genome Research	280	332	353	6.3
Alcohol Abuse & Alcoholism	243	274	289	5.5
Deafness & Communication Disorders	229	262	276	5.3
Dental & Craniofacial Research	220	249	263	5.6
Nursing Research	64	82	85	3.7
Office of AIDS Research	1,793	2,006	2,111	5.2
National Center for Research Resources	465	569	603	6.0
Office of the Director	212	237	262	10.5
National Library of Medicine	178	210	225	7.1
Buildings & facilities	191	165	149	-9.6
National Center for Complementary & Alternative Medicine	50	68	71	4.4
Fogarty International Center	23	29	33	13.8
Type-1 diabetes research ^d	27	27	27	0
TOTAL	\$ 15,625	\$ 17,838	\$ 18,839	5.6%

a : Actual, b : Estimate, c : Proposed, d : Funds were preappropriated in the Balanced Budget Act of 1997.

Source : National Institutes of Health

출처 : C&EN(2000. 2.21)