

G-7

자동수질측정장치 개발 - 발광미생물을 이용한 수질오염조기경보장치 및 정보전송네트워크 개발

연구기관: 서울대학교, 참여기업: (주) 바이오니아

김상중, 조장천, 이규호, 이동훈, 장덕진, 박한오

기술개발요약

기존의 Microtox assay를 대체하고 국내 실정에 맞는 독성검사-조기경보장치를 개발하기 위하여 독성물질에 매우 민감하게 반응하는 새로운 세균을 수계에서 분리하여 발광유전자인 luxAB로 형질전환시켰다. 또한, luxAB유전자를 포함하는 플라스미드로 형질전환된 균주를 이용하여 여러 가지 독성물질에 대한 독성검사를 수행하였다. 민감도를 증진시킨 균주 YH9-RC를 대상으로 여러 가지 화합물에 대한 EC50 값을 측정하였을 때 기존의 Microtox 보다 5-120배 정도로 낮아 민감도가 매우 우수함을 확인하였다.

또한, 이 균주의 독성 스트레스 조건에서 잠재적 발광능, 생장유형과 같은 생리적인 특징, 발광정도의 재현성이 여러 독성물질에 대해 조사되었는데, 발광의 감소와 생리적 활성의 감소가 연관관계를 나타내어 본 독성검사장치의 원리인 발광의 감소가 세포의 독성을 잘 나타내고 있음을 확인하였다. 또한, 여러 종류의 산업폐수 및 공장폐수를 채수하여 독성검사를 실시하여 본 연구개발장치가 현장시료에서도 매우 우수하게 적용될 수 있음을 확인하였다. 이 균주를 바탕으로 연구개발장치에서 균주의 공급을 담당하고 있는 384-multiwell plate를 균주를 동결건조하여 제작하였다. 동결건조시 나타나는 세포활성 저해현상은 적절한 농도의 동결보존제를 첨가하여 극복할 수 있었으며 산화를 방지할 수 있는 기법 또한 개발하였다. 또한, 384-multiwell plate에 균주 및 aldehyde를 공급하고 각각의 well로부터 방출되는 발광을 연속적으로 측정하기 위한 기계적인 장치와 이를 제어할 수 있는 전기적, 전자적 장치를 연결시켜 연속식 자동독성측정장치를 개발, 완성하였다. 이 장치는 실시간으로 독성을 측정할 수 있으며 실시간으로 측정된 독성자료는 본 연구팀이 개발한 PC용 프로그램과 네트워킹 프로그램을 통하여 분석되고 전송될 수 있다. 종합적으로, 본 연구에서 개발된 장치는 국내 4대강 및 지천, 산업체의 폐수방류지점에 설치하여 수계로 유입되는 오염물질을 신속히 검출하여 환경재난을 막는 국가적 예방체계로 활용할 수 있다.

1. 서 론

수계에 포함된 독성물질의 검출 및 관리는 국민 건강보호 측면에서 매우 긴요한 문제이다. 수계에 포함된 독성물질의 검출시에 화학적 분석장비인 GC나 HPLC 등을 사용하

는 것은 정량적인 면에서 정확성을 기할 수 있겠으나, 미지의 다양한 물질이 함유되어 있는 경우에는 물질의 동정과 농도의 산출에 막대한 시간이 필요하게 되어, 하천이나 공장의 폐수와 같이 연속적인 흐름이 유지되는 경우에는 검출의 신속성 면에서 적합한 방법이 되기 어렵다. 따라서 현

재 전세계적으로 하 폐수, 처리수에 함유된 독성을 측정할 때에는 독성물질에 대해 측정 가능한 예민한 반응을 보이는 생물체를 사용하고 있으며 미국과 유럽의 경우에는 독성검사를 바탕으로 배출수 및 수질관리를 하고 있다. 해양 발광미생물인 *Photobacterium phosphoreum* (*Vibrio fischeri*)을 사용한 독성시험법(Beckman Instrument사에 의해 개발되어 Microbics사에 의해 상용화되었으며, Microtox Assay System(MAS)라는 상표명으로 전세계에 판매 중)은 현재 수질 독성 평가에 이미 널리 적용되고 있는데, 그것은 이 방법이 매우 작은 양의 샘플만이 필요하고, 생물의 유지가 필요 없으며, 실험법이 매우 표준화되어 있기 때문이다.

MAS는 실험 유기체의 배양과정이 필요하지 않고 적은 양의 시료로 실험이 가능할 뿐 아니라, 기존 실험 방법의 약 5% 정도의 작업량이면 충분히 실험 가능하며 실험과정이 간단하고 경제적이다. 그러나, 이러한 다양한 장점에도 불구하고 MAS의 이용에는 몇가지의 제한점이 지적되어 있다. 우선, 해양미생물을 사용하기 때문에 발광이라는 생리적 특징을 발현하기 위하여 검사하려는 시료에 많은 양의 염분을 첨가하여야 한다. 따라서 담수생태계에서 유해물질을 검출하기 위한 체계로는 부적절하다. 또 다른 Microtox의 문제점 중 하나는 운전방식과 관련되어 있는데, 시판되고 있는 Microbics사의 Microtox는 시료의 독성을 측정하기 위하여 동결건조된 시험균주를 rehydration시킨 후 시료와 혼합하여 luminometer를 이용해 발광정도를 측정하도록 되어 있다. 따라서 독성측정이 필요한 시료마다 동결건조된 시험균주가 들어 있는 앰플이 하나씩 필요하게 되며 때 시료마다 작업자가 빛을 측정해야 하는 회분식 가동을 하도록 되어 있다. 따라서 기존의 Microtox을 이용하여 연속적인 흐름이 있는 폐수의 독성을 측정, 감시하기 위해서는 계속해서 기계를 작동하는 담당자가 필요하게 되어 연속측정은 사실상 불가능하다. 현재까지 발광미생물을 이용하여 폐수의 독성을 연속측정하는 장치는 개발된 바 없으며, 그 절실한 필요성에도 불구하고, 아직까지 자동측정이 가능한 수질오염항목은 pH, DO, Water level, Flowrate

등에 국한되어 있고, COD 및 SS의 경우 측정대상에 따라 적용이 일부 가능한 것으로 알려져 있다.

본 연구팀은 지난 3년간의 연구를 통하여 발광미생물을 이용한 연속식 독성측정장치의 개발을 수행하였다. 먼저, 기존의 Microtox Assay System에서 사용하는 *P. phosphoreum*의 단점(배양시 NaCl 필요, 독성물질에 대한 민감도 불량)을 극복하기 위하여, 독성물질에 민감한 담수세균(YH9-RC)을 분리하였으며, 이균주에서 luxAB 유전자를 발현시킴으로써 재조합 발광미생물을 제조하였다. 또한 개발된 균주를 이용하여 폐수의 독성을 연속적으로 측정하는 장치를 개발하였고 384-well plate에서 생하는 발광에 대한 전기적 신호를 online으로 받아 이를 graph화 함으로써 감시자가 시간에 따른 발광의 변화를 관찰할 수 있게 하는 computer program (BactoTox) 및 정보전송체계 또한 개발하였다.

2. 연구방법

유해물질 검출을 위한 독성검사장치의 개발은 크게 네 부분으로 구성되어 있다. 첫째는 유해독성물질을 잘 감지할 수 있는 세균을 자연계에서 분리하여 발광형질을 표현하게 만들고, 여러 가지 단일화확물질 및 현장 공장폐수 등을 대상으로 독성검사에 이용될 준거자료를 확보하는 것이며, 둘째는 제작된 세균을 동결건조시켜 이 장치의 핵심부품이라 할 수 있는 386-multiwell plate를 만들고 안정적으로 균주의 활성을 유지하도록 하는 것이며, 세 번째는 독성검사장치의 기계적, 전기적, 전자적 장치를 제작하여 연속식 독성측정장치를 완성하는 것이며, 마지막으로 네 번째는 제작된 독성검사장치의 부착되어 독성검사장치로부터 도출되는 독성검사 데이터의 전기적인 신호를 감지하고 이를 근거로 하여 경보를 울려주고 원거리의 서버와 통신을 하는 운영체계를 제작하는 것이다. 이러한 세 가지 part를 유기적으로 연결시켜 Fig. 1에 나타난 연구흐름도에 따라 유해물질 검출을 위한 연속식 자동 수질독성측정장치를 개발

하였다.

3. 연구결과

3.1 발광균주 개발, 단일물질 및 현장폐수에 대한 독성평가 준거자료 확보

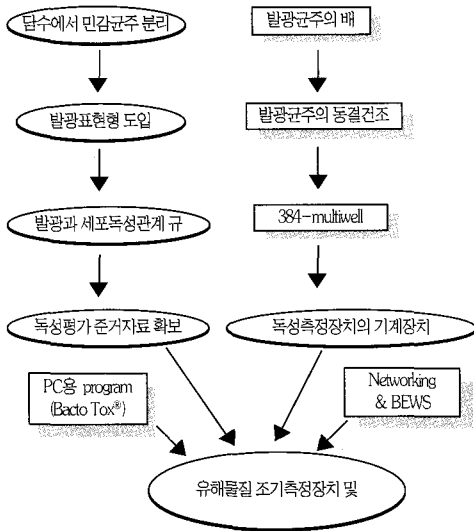


Fig. 1. 연구개발 방법의 모식도

새로운 독성검사장치에 쓰일 균주 및 체계로서 Microtox 를 대체할 새로운 독성검사장치를 마련하여 이를 자동화 시키는 것을 목적으로 하고 있는 본 과제에서는 발광표현형을 확보하기 위해 기존의 Microtox Assay System의 경우와 같은 salts 첨가가 필요 없으며, 이보다 더 민감한 발광미생물 Y4R-C, UV2, YH9-RC를 확보하였다. 이후 비교적 낮은 농도의 독성물질까지도 그 독성정도를 탐지할 수 있으며 연속적인 독성의 측정 및 경고 기능까지 갖는 기술을 개발하였다. 가장 민감한 균주는 YH9-RC였는데, 이는 지하수에서 채취한 phenol에 가장 민감한 균주 중 하나였다. 이 균주에 대한 수은과 페놀에 대한 독성검사 결과 나타난 YH9-RC의 EC50값은 Microtox에 사용되는 균주보다 4-

10배 정도 그 민감도가 향상됨을 보였으며, 본 연구팀이 개발했던 UV2보다는 3-5배 정도 그 민감도가 증가했음을 보여주었다 (Table 1). 이 균주는 Microtox에서 사용하고 있는 V. fischeri보다 민감도가 크기는 150배 정도로 증가하여 독성검사장치에 이용되었다.

한편, YH9-RC를 검사균주로 사용하는 본 독성검사장치가 현장폐수의 독성측정에 적용될 수 있는지를 알아보기 위하여 폐수원수, 호기처리조, 방류수에 대한 독성검사를 실시하였다. 약 60여개쯤 되는 공장시료에 대한 독성검사를 수행하였고, 대표적인 한 공장의 원수, 처리수, 방류수에 대한 EC50 결과를 Table 2에 나타냈다. 100%가 희석하지 않은 시료이다. 결국, EC50 값이 높으면 높을 수록 시료의 급성독성은 낮으며 EC50 값이 낮으면 낮을수록 급성독성은 높다. 전체적으로 폐수원액에서의 EC50 값이 제일 낮았으며, 방류수에서 제일 높게 나타났다. 이러한 점에서 YH9-RC가 현장폐수에도 잘 적용될 수 있을 것이라는 사실을 확인하였다. 유럽에서는 방류수의 EC50 값을 기준으로 독성의 종류를 판단하고 있다. 예를 들어 EC50 값이 20%보다 낮으면 높은 독성이며 20~100%까지는 중간 독성, 그리고 100%이상이면 독성이 거의 없는 것으로 판단하고 있다. 따라서 우리나라에서도 본 개발장치를 이용하여 보다 더 많은 독성검사자료를 획득하여 독성의 기준을 마련하여야 할 것이라 판단된다.

Table 1. Vibrio, Y4R-C, UV2, YH9-RC의 EC50 값

	EO ₅₀ (mg/l)											
	5 min			15 min				30min				
	Vibrio	Y4R-C	UV2	YH9-RC	Vibrio	Y4R-C	UV2	YH9-RC	Vibrio	Y4R-C	uv2	YH9-RC
pheno	115.6	88.0	75.0	26.5	105.1	76.2	71.5	12.0	63.1	71.6	69.0	12.7
toluene	87.1	65.1	47.4	5.61	120.2	62.9	52.9	5.6	5.21	62.9	54.0	6.3
cu	67.3	42.3	16.3	10.12	56.5	42.7	19.9	9.52	51.1	41.2	20.0	10.47
cd	71.4	49.8	21.2	4.62	56.1	40.2	19.0	1.81	41.4	24.3	17.5	1.10
co	71.6	2.7	12.7	1.11	54.4	2.4	5.5	1.84	41.4	2.6	3.6	1.96
Hg	3.5	2.9	2.5	0.31	3.1	2.6	1.9	0.22	3.1	2.4	1.4	0.19

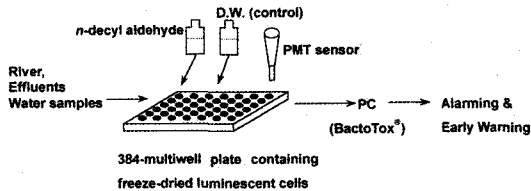
Table 2. 현장폐수의 EC50 값 측정의 예

Samples	EC50 (%)		
	5 min	10 min	30 min
RAW Wastewater	23.9±12.8	23.3±12.3	38.5±18.1
Aeration tank	45.5±9.8	31.8±7.9	39.3±12.3
Effluents	76.7±14.9	57.9±10.7	50.5±10.8

3.2 수질독성 연속측정장치 중 균주공급장치의 제작

본 연구에서 개발된 수질독성연속장치의 모식도는 Fig. 2에 제시되어 있으며 핵심적인 미생물 부품이라 할 수 있는 384-well plate는 YH9-RC를 동결건조하여 제작하였다.

Fig. 2. 개발된 수질독성 연속측정장치의 모식도



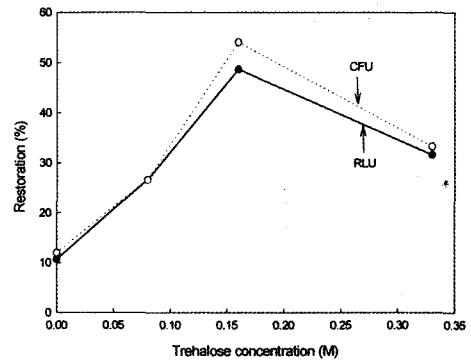
384-multiwell plate를 제작할 때 핵심적인 과정은 최적의 동결건조 조건을 확보하는 데 있다.

따라서 본 연구에서는 보존제로서 트리할로오스(trehalose)를 이용하여 동결건조 후 세포 생존율과 발광량을 최대한 보존할 수 있는 최적의 조건을 조사하였다. 대수성장기 균주에 0.16M 트리할로오스를 첨가하고 배양한 후 동결건조를 시행하였다. 이때 세포생존율은 50%, 발광량은 45%로 보존되었다 (Fig. 3). 384-well plate의 장기간 보관에 따른 발광량의 변화는 위의 방법으로 동결건조를 시행하여 glove

box에서 질소 치환을 한 다음 tape으로 sealing을 하였다.

여러 tape으로 sealing한 결과, foil tape이 가장 우수한 것으로 조사되었다.

Fig. 3. YH9-RC를 동결건조하여 384-well plate를 제작시 첨가제인 trehalose의 효과



3.3 수질연속 자동측정장치의 완성

본 연구의 목적은 수계에서 연속적으로 독성물질을 자동으로 검출하여 오염물질에 수계에 유입되었을 때 즉각 조치를 취할 수 있도록 관리자에게 경보를 올려주는 체계이다. 1차년도 ('98)에 본 장치에 대한 설계도의 작성은 이미 완료되었으며, 장치의 외관 및 핵심부품의 제작, 자동측정 장치의 원형제작 또한 완료되었다. 현재는 수질연속 자동측정장치의 원형(prototype)을 대상으로 이를 시험가동하며 문제점을 찾아 완성품을 만드는 것을 목적으로 연구 중에 있으며, 완성품의 사진은 Fig. 4에 나타나 있다.

본 장치는 폐수의 독성을 operator의 조작 없이도 일정 기간동안에 계속해서 측정하는 것을 목적으로 한다. 즉, 시약과 cartridge가 장착되고 운전 조건 등을 설정하여 두면 장치는 자동으로 폐수의 독성을 측정하여 그 데이터를 중앙 system으로 전송하는 일을 수행한다. 장치는 크게 검사할 폐수를 공급하는 폐수 공급부, 시약과 시료를 정확히 sampling하여 원하는 양만큼을 공급할 수 있는 용액 분주부, 복

수의 cartridge를 동시에 장착할 수 있는 rack 장착부, 적치된 rack중에 시료를 투입하기 위해 특정 rack을 인출시킬 수 있는 rack loading부, 시료에서 나오는 빛의 양을 검출하는 sensor부, sensor 및 용액 분주부를 stage에 장착하고, 이것을 이동시킬 수 있는 stage 이송부, chamber내의 온도를 일정하게 유지시키기 위한 온도 제어부, controller부, ADC부 및 driver부 등으로 구성된다.



(A)

(B)

Fig. 4. 완성된 연속식 수질독성자동측정장치의 모습
(A) 전체 모습, (B) rack 부와 시료분주부의 모습

설계된 이 장치의 특징은 다음과 같다.

- 이 장치는 operator의 조작 없이 일정 기간 동안 자동으로 시료를 측정하고 그 data를 처리할 수 있는 기능을 보유하고 있다. 즉, 운전을 하기 위해 필요한 시약과 384well plate를 12개 장착해 놓고, 운전시키면, 자동으로 장착된 시약과 384well plate가 다 소모될 때까지 전자동 무인 시스템으로 폐수를 검사한다.
- 자체 기술로 제작된 driver부 및 controller부는 뛰어난 위치정밀도 및 안정성을 제공하며, 가격 경쟁력도 확보할 수 있다.
- 384 well rack system을 사용하여 사용자의 편의성을 극대화시켰으며, 균주를 동결 건조함으로써 장기 보관할 수 있게 하였다. 또한, (주) bioneer의 동결 건조에 의한 제조공정 및 know-how가 이미 확보되어 있어 양산시에도 큰 어려움은 없을 것으로 사료된다.

- chamber내를 일정한 온도로 유지할 수 있는 항온 system을 적용함으로써 온도 변화에 따른 검사의 오차를 최소화하였으며, 균주 보관도 안정화시킬 수 있다.
- 고감도의 광 센서를 장착하여, 어두운 빛도 검출 가능하게 하였다.
- 용액을 정확하게 분주할 수 있는 용액분주기가 장착되어 있어 sub μ l까지 정확한 분주가 가능하다.
- 편리한 PC based GUI (Graphic user interface)를 채택하여, 사용자의 편의성을 극대화하였으며, 모든 정보를 일목요연하게 PC monitor상에서 처리할 수 있도록 하였다.
- 자기 진단 기능 및 외부 환경 변화 등을 감지하여 자동으로 대처할 수 있게 설계되어 있어 system의 안정성을 확보할 수 있게 하였다.

3.4 원격 감시 및 조기경보 시스템 개발

수질오염을 예방하기 위해서는 더욱 많은 조사정점을 선정하고 측정빈도를 늘려서 집중적으로 수질을 감시하여야 한다. 그러므로 본 연구에서 개발된 수질독성 측정장치로 얻게 되는 수질자료는 현장에서 뿐만 아니라 중앙관리부서에서도 동시에 확인이 가능하도록 원격 조기경보 시스템을 고안하였다. 또한, 공중통신망과 인터넷 전선망을 활용하여 측정자료 및 경보, 오류신호를 전송하며, 자료의 전송 및 처리를 효율적으로 구현하기 위한 현장용 측정시스템과 통합관리할 모뎀서버의 구조를 설계하였다. 특히 통신회선에서의 접속을 최소화하기 위하여, 관리자에 의하여 설정된 시간간격으로 전송이 이루어지며 누적된 자료를 한꺼번에 전송하도록 하였다. 그러나 경보가 발령되었거나 또는 현장시스템의 오류가 발생하였을 때, 중앙관리자의 확인요구가 있을 경우에는 즉각적인 전송이 이루어지며, 전송오류와 기타 확인작업을 위하여 쌍방향의 통신이 가능하도록 설계하였다.

통신 프로토콜 및 프로그램 개발을 위하여 다수의 현장측정장치가 연결된 PC로부터 발생하는 지역정보를 모뎀을

통하여 모뎀서버에 전송을 위한 데이터전송 프로토콜을 정의하였다. 통신 중에 발생할 수 있는 전송오류를 진단하여 정확한 데이터의 전송을 확인할 수 있도록 구성하였으며, 현장 PC가 서버의 상태에 대해 질의하는 명령과 서버가 현장 PC의 상태에 대해 질의하는 명령 등을 포함하였다. 또한 현장 PC와 수질측정기에서 발생할 수 오류도 즉각적으로 보고함으로써 지역통합관리자가 전체현장상황을 동시에 파악할 수 있도록 하였다. 현재 완성된 통신 프로토콜에 근거하여 현장 PC의 자료를 모뎀서버의 데이터베이스로 전송하고, 전송된 데이터를 분석하여 확인작업 및 경보를 발령하는 프로그램을 구현하고 있다. 특히 Window와 Linux system에서 modem API의 안정성 문제를 확인하고 있으며, 모뎀서버에서 현장 PC를 제어하기 위한 각종 명령어의 전달과 전달된 각종 명령어의 수행을 위한 모듈의 추가작업이 진행중이다. 한편, 한 대의 모뎀서버에 대해 다수의 현장 PC가 연결되므로, 현장 PC들의 접속시간 간격에 대한 제어를 모뎀서버가 할 수 있도록 현장 PC는 접속 시간에 대한 정보를 모뎀서버에 질의하여 얻도록 구성하고 있다. 또한, 모뎀서버에 축적되는 데이터베이스 내용을 각 현장별로 보여주고, 전체 현장상황에 대한 확인 및 관리가 용이하도록, 데이터 시각화에 대한 방법을 확립하고 이를 위한 프로그램을 구현하고 있다.

4. 기술개발 효과 및 적용분야

본 연구에서 개발한 독성 검사용 발광미생물은 국내에서 분리한 담수세균에 lux 유전자를 발현시킨 재조합 균주로서, 현재 Microtox를 독성 검사장치로 사용할 때 시험 균주를 계속 수입해야 하는 기술적, 경제적 문제점을 제거하게 될 것이다. 더구나 이 균주를 사용하여 많은 종류의 유해물질과 각종 현장 폐수에 대한 방대한 독성 자료를 database화하게 되면 이 자료와 사용균주는 발광 미생물을 사용한 독성검사에 관한 한 세계적 경쟁력을 갖게 될 수 있다. 또한, 폐수독성 자동측정 장치는 현재 시판되는 모델이 없

므로 상품화한다면 이 분야의 선도제품이 될 수 있을 것이다. 더구나 현재 가장 시장점유율이 높은 Microtox는 회분식 수동측정 방식이기 때문에 Microtox의 시장도 잠식할 수 있다고 판단된다. 또한 이장치는 computer를 통하여 network화 할 수 있기 때문에 환경감시를 위한 훌륭한 수단이 될 것이다. 아울러 안정된 시스템 환경 하에서 표준화된 사용자 인터페이스를 통해 수질 독성 측정 자료의 실시간 입력 및 확인을 가능케 하므로 효율적인 자료관리에도 도움을 줄 것으로 예상된다. 또한, 이후 3차년 과제에서 행하게 될 현장운용 및 중앙감시 network의 가동 경험은 향후 국가적인 환경감시 system을 구축하는데 중요한 요소가 될 뿐만 아니라 국가 단위의 환경 network 운영체계의 훌륭한 model이 될 것이다.

수계내 독성을 측정할 수 있는 장치는 Microtox가 전 세계적으로 사용되고 있는 현황에 비추어 볼 때, 국제적인 수용은 매우 크리라 전망된다. 국내의 경우에도 각 정수장, 취수장, 폐수 및 하수 종말 처리장에 우리 실정에 맞는 새로운 독성측정 장치를 설치하여 독성을 관리한다면 엄청난 외화를 들여 외국의 system을 수입하고도 유용한 성과를 얻지 못하는 현실을 개선할 수 있을 것이다. 아울러 국내의 기술로 개발된 측정장치가 우리나라 기업에서 사용된다면, 하폐수 처리시설의 관리, 감독에 들어가는 막대한 비용을 절감시킬 수 있을 뿐 아니라 개발된 network로 모든 처리시설을 monitor 한다면 전국의 수질은 획기적으로 개선될 것이다. 본 연구에서 개발할 장치는 단순히 측정만을 포함한 것이 아니라 운영체계와 network 구축기술까지를 포괄한 것이기 때문에 이를 수출할 때에는 단위 물량의 액수가 매우 큰 반면 투입된 재료비는 낮기 때문에 매우 높은 부가가치를 창출할 수 있을 것이다.

이 원형은 마지막 3차년도 연구수행으로 세련화되고 기능이 첨가되어 참여기업에서 상품화되어 전국적인 수질의 감시와 각 산업체에서 방류수 수질기준의 조기측정에 사용되어 외국제품의 한계를 극복하고 국내 실정에 맞는 수질 감시체계로 활용될 수 있을 것이다.

G-7 환경기술

5. 결론 및 향후 전망

결론적으로 본 연구의 결과물은 국가적 공공의 이익뿐만 아니라 산업의 이익을 위해서도 사용되어질 수 있으며, 수입대체효과 및 수출을 할 수 있는 새로운 개념의 독성측정-조기경보장치이다. 개발된 multi-well plate를 이용한 연속식 독성장치는 multi-well 방식의 균주공급방법을 선택하고 있어서 연속배양식 균주방법에 비해 비용이 저렴하며 기계제작의 용이성, 크기 면에서도 매우 유리하다. 현재 개발된 연속식 자동독성검사장치는 384-well plate가 12개씩 들어 있는 rack을 사용하고 있으므로 한달에 한번 이 rack를 교체하는 것으로도 아주 쉽게 수계에 적용될 수 있다. 또한 동결건조된 균을 사용하는 연속식 측정장치이므로 각 well에 담긴 미생물의 생리적인 특징이 항상적으로 일치하여 측정데이터의 신뢰성이 매우 높다. 그러므로 본 연구과제가 종결되면 참여기업에서 이를 대량생산하여 국내는 물론 국외로 수출하여 G-7사업의 성공과제 중의 하나로 될 것이라 전망한다. 다만, 아직 국내에서는 독성검사

가 제도화되어 있지 않기 때문에 보다 더 정확하고 신속한 수질의 측정을 위해서는 시급히 독성검사를 수질측정기준에 포함시켜야 할 것이다. 환경 보호에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 이와 같은 우수한 신 환경 기술이 국내 산업계에 널리 확산되기 위해서는 환경 기술이 단지 규제 수준만을 만족시키면 된다는 소극적인 자세에서 벗어나 적극적으로 우수한 기술을 개발 육성한다는 정부와 업계의 꾸준한 의식 전환이 필요하다고 생각한다.

참여기업 소개

기업명	(주) 바이오니아	대표자	박 한 오
주소	충북 청원군 책북면 남이면 124 협단산업 협동화산업단지	연락처	043-260-6060
설립년월일	1992. 8. 28.	주원업종	생명공학
기술보유현황		주요생산제품	
유전자증폭시약 및 증폭장치의 개발 유전자염색 시약의 개발 변이유전자 개발 및 형질전환 PCR을 이용한 Yesinos의 조기진단법 개발 슈퍼유전자 합성기 개발 DNA Chip 제조장치 개발		Oligo synthesis PCR Nucleic acid Purification Sequencing product Primers Enzyme	
홈페이지	www.bioneer.co.kr		



월간 『환경관리인』을 읽으면 국가의 환경보전이 빨라집니다.